

肝素抗凝在 ECMO 患者中的监测与护理研究进展

陈凤娇 刘珍 方业香

安徽医科大学第一附属医院

DOI:10.32629/carnc.v3i11.20796

[摘要] 体外膜肺氧合 (Extracorporeal Membrane Oxygenation, ECMO) 支持期间, 抗凝管理是维持循环通畅及预防血栓-出血并发症的关键环节。肝素作为最常用的抗凝剂, 其治疗窗窄、个体差异大, 需通过精准监测与精细化护理实现疗效与安全性的平衡。本文系统综述了 ECMO 支持患者肝素抗凝的监测策略与护理要点, 重点探讨活化凝血时间 (Activated Clotting Time, ACT)、活化部分凝血活酶时间 (Activated Partial Thromboplastin Time, APTT)、抗 Xa 因子活性等监测指标的临床应用价值及局限性, 分析血栓弹力图 (Thrombelastography, TEG) 等新型监测技术的优势。同时, 结合肝素耐药、血小板减少等特殊临床情境, 提出个体化抗凝方案调整策略及护理干预措施, 以期提高重症医护人员对 ECMO 抗凝管理的认知, 进而改善患者预后。

[关键词] 体外膜肺氧合; 肝素; 抗凝; 监测; 护理

中图分类号: R473.5 **文献标识码:** A

Research Progress on Monitoring and Nursing of Heparin Anticoagulation in Patients with ECMO

Fengjiao Chen, Zhen Liu, Yixiang Fang

The First Affiliated Hospital of Anhui Medical University

Abstract: During the support of Extracorporeal Membrane Oxygenation (ECMO), anticoagulation management is the key link to maintain smooth circulation and prevent thrombosis-bleeding complications. Heparin, as the most commonly used anticoagulant, has a narrow treatment window and great individual differences, so it is necessary to achieve a balance between curative effect and safety through accurate monitoring and meticulous nursing. This paper systematically summarized the monitoring strategies and nursing points of heparin anticoagulation in patients supported by ECMO, focused on the clinical application value and limitations of monitoring indicators such as Activated Clotting Time (ACT), activated partial thromboplastin time (APTT) and anti-Xa factor activity, and analyzed the advantages of new monitoring technologies such as Thrombelastography (TEG). At the same time, combined with the special clinical situations such as heparin resistance and thrombocytopenia, the adjustment strategy of individualized anticoagulation scheme and nursing intervention measures were put forward in order to improve the awareness of ECMO anticoagulation management of critical medical staff and improve the prognosis of patients.

Keywords: extracorporeal membrane oxygenation; Heparin; Anticoagulation; Monitoring; nurse

引言

体外膜肺氧合 (Extracorporeal Membrane Oxygenation, ECMO) 是一种操作复杂的急救措施, 作为重症心肺功能衰竭的重要支持手段, 其应用日益广泛^[1]。然而, 血液与人工管路接触引发的凝血系统激活是 ECMO 治疗中的主要挑战, 抗凝不足可能导致循环血栓形成, 而出血性并发症多由过量抗凝造成^[2]。采用 ECMO 治疗的患者临床情况复杂危重, 常伴有出血高危因素, 普通肝素因其起效快、可逆性强, 成为 ECMO 抗凝的首选药物, 但其药效学受患者年龄、肝肾功能、炎症状态等多因素影响, 个体差异显著^[3]。目前, 临床并无推荐最佳监测策略, 主要依赖活化凝血时间 (Activated

Clotting Time, ACT)、活化部分凝血活酶时间 (Activated Partial Thromboplastin Time, APTT) 等传统指标监测抗凝效果, 但上述指标易受低温、血液稀释等 ECMO 相关因素干扰, 难以精准反映抗凝强度^[4-5]。如何通过多模式监测手段优化抗凝方案, 并辅以系统性护理干预, 已成为 ECMO 治疗领域的核心问题。本文旨在总结肝素抗凝监测技术的最新进展, 并探讨护理实践中的关键环节, 为临床安全实施 ECMO 支持提供参考。

1 ECMO 技术发展概况

ECMO 技术起源于 20 世纪 50 年代的心脏外科手术体外循环, 经过半个多世纪的发展, 现已成为救治严重心肺功能

衰竭的重要生命支持技术，进入证据快速积累期^[6]。ECMO通过体外循环装置将血液引出体外，经人工膜肺氧合后回输体内，可暂时替代心肺功能，有效应对液体超负荷风险^[7]。根据血液引流和回输路径不同，主要分为静脉-静脉和静脉-动脉两种模式，在临床应用期间，可根据患者实际情况选择相应路径，若手术较为紧急，首选静脉-动脉股骨插管，反之则进行静脉-静脉腋窝插管^[8]。当前 ECMO 技术正朝着小型化、便携化方向发展，新型设备如移动式 ECMO、微创插管技术等不断涌现。同时，随着临床经验的积累，ECMO 的适应证也在不断拓展，除传统的心源性休克和急性呼吸衰竭外，已逐步应用于器官移植过渡、中毒救治、创伤复苏等多个领域，尤其是在疫情期间 ECMO 使用增加趋势更为明显^[9]。然而，抗凝管理作为 ECMO 支持的核心环节，仍是影响患者预后的关键因素。

2 ECMO 支持中抗凝的必要性

ECMO 支持过程中需要肝素维持抗凝^[10]，而抗凝治疗的必要性主要源于三个方面的病理生理机制：首先，血液与人工材料表面接触会立即激活凝血系统，通过接触激活途径引发凝血级联反应；其次，ECMO 循环中的高剪切力会导致血小板活化和聚集；再者，膜肺的气体交换界面会促进凝血酶生成，以上三个因素共同作用，使得 ECMO 患者处于极高的血栓形成风险中^[11-12]。

3 肝素在 ECMO 抗凝中的优势与挑战

普通肝素作为 ECMO 最常用的抗凝剂，其与抗凝血酶结合，对抗 Xa 因子具有较强的灭活作用^[13]。具有多方面的独特优势：其抗凝作用迅速，静脉注射后立即起效；半衰期较短（约 1-2 小时），且可通过鱼精蛋白快速中和，便于紧急情况下逆转抗凝效果；价格低廉，适合长期使用；监测手段成熟，临床经验丰富。以上特点使肝素特别适合需要持续、可调抗凝的 ECMO 支持。然而，肝素在 ECMO 应用中也面临诸多挑战：首先，肝素的药代动力学存在显著个体差异，受年龄、体重、肝肾功能、炎症状态等多种因素影响；其次，肝素抗凝效果可能随时间推移而减弱，出现“肝素抵抗”现象；再者，因其抗凝依赖于凝血酶 III 的辅助，其抗凝的同时也会消耗凝血酶^[14]。

4 ECMO 支持中肝素抗凝的监测策略

4.1 传统监测指标的应用与优化

ECMO 支持期间肝素抗凝的传统监测主要依赖于 ACT、APTT 和抗 Xa 因子活性检测^[15]。ACT 作为床旁快速检测指标，因其操作简便、结果即时，仍是多数 ECMO 中心的常规监测手段。理想的 ACT 维持范围通常设定在 180-220 秒，但需注意该值受多种因素干扰，包括体温、血液稀释程度、血小板计数等^[16]。临床实践中发现，当患者体温低于 36℃ 时，每降低 1℃ 可使 ACT 延长约 5-7 秒，因此必须进行温度校正。APTT 作为反映内源性凝血途径的指标，常被用于监测抗凝情况，能更准确的评估肝素抗凝强度^[17]。

4.2 新型监测技术的临床应用

血栓弹力图（TEG）和旋转血栓弹力仪（ROTEM）等全血凝血功能分析技术，对于抗凝治疗有着重要指导价值，能够全面评估凝血全过程，包括凝血启动、血凝块形成和纤溶活性^[18]。以上技术通过提供凝血动态曲线，可直观显示肝素抗凝效果，并识别肝素抵抗或过量情况。TEG 的肝素酶对比检测能特异性反映肝素效应，而 ROTEM 的 INTEM/HEPTEM 比值有助于判断肝素敏感性。

5 ECMO 支持患者的抗凝护理

5.1 管路系统的精细化护理

ECMO 管路系统的护理是抗凝管理的基础环节，护理人员需建立每小时管路检查制度，重点观察膜肺和管路连接处有无栓塞等情况发生^[19]。血栓的形成是一项复杂的连锁反应，早期征象包括：膜肺出现条纹状沉积物、管路内壁可见云雾状改变、静脉端血液颜色异常变暗等^[20]。采用强光手电筒斜照检查可提高微小血栓的检出率。同时，应避免管路不必要的晃动和拍打，防止已形成的微血栓脱落。ECMO 管路置入后，需采取专人护理以保证护理质量^[21]。冲洗管理需遵循“少而频”的原则，每 2 小时用生理盐水 1-2mL 冲洗动脉端和静脉端测压管，冲洗前必须严格排气，注意避免使用含葡萄糖的溶液冲洗，以防微生物滋生。另外，还需重视管路固定，做好置入刻度及换药的时间交接，确保管路通畅^[22]。

5.2 出血风险的动态评估与防控

发生出血性并发症患者的 ECMO 使用时间通常较长，通过建立动态出血风险评估机制，系统性地监测穿刺部位渗血情况、引流液性状变化、皮肤黏膜出血点及神经系统症状等指标，对高风险患者采取预见性防护措施，包括延长穿刺按压时间、使用止血敷料、避免不必要的穿刺操作等，可明显降低出血风险^[23]。在并发症管理方面，护理人员需特别警惕肝素诱导的 HIT，疑似 HIT 时应停用肝素，改用阿加曲班等替代抗凝药物，并送检 HIT 抗体检测。

5.3 多学科协作的全程化管理

ECMO 护理的实施需要依托多学科协作团队，由重症医师、灌注师、检验科、药剂师和专科护士共同参与管理。护理团队在其中承担着关键的执行与协调角色，包括准确记录抗凝参数、及时报告异常情况、协调专业沟通以及开展患者教育等工作。为确保护理质量，需要建立完善的评价指标体系，定期分析管路血栓发生率、严重出血事件、监测及时率等关键指标，通过流程优化、模拟培训、信息化建设等措施持续改进护理质量。

6 展望与建议

未来 ECMO 抗凝管理的发展方向应聚焦于个体化精准医疗模式的建立。随着基因组学和蛋白质组学研究的深入，基于患者基因多态性的抗凝药物敏感性预测将成为可能。新型抗凝药物如直接凝血酶抑制剂、Xa 因子抑制剂等在 ECMO 中的应用值得进一步探索，其稳定的药代动力学特性可能提供更可控的抗凝效果。

7 小结

ECMO 支持患者的肝素抗凝管理是一项复杂而精细的系统工程,需要临床医师、护理团队和检验人员的密切协作。传统监测指标与新型检测技术的联合应用,结合严密的临床观察,构成了抗凝管理的核心策略。护理人员在管路维护、出血风险评估和并发症预警等方面发挥着不可替代的作用。当前研究证据表明,个体化抗凝方案的制定、多学科团队的协作以及标准化护理流程的实施,是提高 ECMO 患者抗凝安全性和有效性的关键要素。未来需要更多高质量研究来优化抗凝策略,探索新型抗凝药物和监测技术的临床应用价值,为 ECMO 支持患者提供更安全、更精准的抗凝管理方案。通过持续的技术创新和临床实践改进,有望进一步提升 ECMO 治疗的总体成功率,改善危重患者的临床预后。

[参考文献]

- [1]张婷智,李颖,汪晶,等.标准化流程干预用于 OPCAB 术后心肺功能衰竭行 ECMO 支持患者的护理价值[J]. 中国临床研究,2024,37(4):644-647.
- [2]李宏娟,黄志刚,王燕,等.非常规抗凝策略降低体外膜肺氧合不良事件发生的荟萃分析[J]. 中国急救医学,2024,44(8):726-732.
- [3]张丁予,徐莹,刘宇,等.普通肝素与比伐芦定对体外膜肺氧合辅助经皮冠状动脉介入治疗术中激活凝血酶时间影响:单中心回顾性分析[J]. 临床军医杂志,2023,51(10):1034-1037.
- [4]梁绮华,郑浩,曾兰兰,等.新生儿体外膜肺氧合患者肝素抗凝抗 Xa 因子活性及活化部分凝血活酶时间监测评价[J]. 检验医学与临床,2022,19(13):1821-1823+1827.
- [5]魏玲. ACT 标准化监测流程在 ECMO 患者肝素抗凝中的应用研究[J]. 中国当代医药,2021,28(35):47-49+53.
- [6]刘伟,卢帝君,王旭东.体外膜肺氧合心肺复苏的凝血特点及抗凝挑战[J]. 中国临床医生杂志,2020,(9).
- [7]黄晓婧,赵红卫,马永成,等.低剂量普通肝素用于 ECMO 辅助支持患者抗凝治疗的系统评价[J]. 中国药物应用与监测,2020,17(6):355-359.
- [8]Guo S ,Chen L ,Shi J , et al.Bivalirudin anticoagulation for an infant with heparin resistance on ECMO: A case report.[J].Medicine,2024,103(41):e39357.
- [9]Hileman A B ,Martucci G ,Rizzitello N , et al.Antithrombin during veno-venous extracorporeal membrane oxygenation with heparin anticoagulation: A single-center cohort study.[J].Perfusion,2024,40(3):2676591241258048-2676591241258048.
- [10]沈建国,马丽英,陈云,等. TT 和 APTT 联合应用指导成人 ECMO 支持患者肝素抗凝管理的临床研究[J]. 检验医学与临床,2023,20(2):203-206.
- [11]李哲,管玉龙,黑飞龙. 肝素诱导血小板减少症患者体外循环及体外膜氧合中的抗凝处理[J]. 中国体外循环杂志,2023,21(2):119-123.
- [12]刘桂良,王敏,庞小容,等. 阿加曲班抗凝在儿童 VA-ECMO 中的应用效果分析[J]. 中国临床新医,2023,16(7):684-689.
- [13]通耀威,周旺涛,王于强,等.比伐芦定在体外膜氧合抗凝中的有效性和安全性的 Meta 分析[J]. 中国体外循环杂志,2021,(2).
- [14]古力尼沙汗·如孜,王宝珠,凯丽曼·阿布都米吉提,等.肝素与比伐芦定在接受静脉-动脉体外膜肺氧合辅助患者中的抗凝安全性和有效性的对比研究[J]. 中国介入心脏病病学杂志,2022,30(5):366-373.
- [15]李豪,李思娜,黄惠妮,等.血栓弹力图与常规凝血试验应用于 ECMO 治疗中止凝血管理的对比研究[J]. 中国输血杂志,2024,37(6):613-619.
- [16]王焕莹,卢安东,潘晨亮,等.比伐芦定在体外膜肺氧合中的应用进展[J]. 中国急救医学,2022,42(7).
- [17]邓爽,方靖舒,甘芳宴.活化部分凝血活酶时间、血栓弹力图、纤维蛋白单体预测体外膜肺氧合治疗患者出血和血栓[J]. 检验医学,2024,39(8):764-769.
- [18]吴麦拉苏,孙金磊,乔姝,等.血栓弹力图及凝血指标在下肢肌间静脉血栓低分子肝素治疗中的应用[J]. 临床血液学杂志,2024,37(12):845-850.
- [19]王永珍,葛淳,王秀钦,等.危重症患者 10 例应用体外膜肺氧合技术的护理分析[J]. 福建医药杂志,2023,45(4):169-170.
- [20]董瑞花,梁元卿,李娇,等.3 例应用 ECMO 联合连续性肾脏替代疗法救治脓毒症合并爆发性心肌炎患儿的护理[J]. 现代临床护理,2024,23(4):54-59.
- [21]张馨元,樊榕榕,吴文芳,等.1 例 ECMO 支持下袖式左全肺切除术患者的护理[J]. 护理学杂志,2024,39(20):60-63.
- [22]柳巧丽,李传圣.非体外循环冠脉旁路移植术后心肺功能衰竭患者 ECMO 治疗与护理[J]. 护理学杂志,2022,37(22):48-50.
- [23]孙长远,乔莹,魏寅翼. 5 例极重度主动脉瓣狭窄病人行 TAVR 术后联合 ECMO 救治的护理 [J]. 全科护理,2024,22(3):477-480.

作者简介:

陈凤娇(1987.12-),女,汉族,安徽安庆人,本科,副主任护师,研究方向为危重患者护理。