

青少年肺栓塞患者并发呼吸心跳骤停 行体外膜肺氧合治疗一例的急救与护理

康丹丹, 高云, 李妍, 王维惟, 黄夕华, 周晶

(南京医科大学第一附属医院 急诊与危重症医学科, 江苏 南京 210029)

【摘要】 总结 1 例青少年肺栓塞患者并发呼吸心跳骤停行体外膜肺氧合(extracorporeal membrane oxygenation, ECMO)联合纤维支气管镜冷冻技术及持续血液净化治疗(continuous renal replacement therapy, CRRT)的护理经验。主要措施是快速启动救治预案, 提高救治效率; 尽早实施目标体温管理, 促进神经功能预后; 运用纤维支气管镜下冷冻技术清除血凝块, 加强气道管理; 保护性肺通气策略联合一氧化氮吸入(inhaled nitric oxide, iNO)治疗改善肺通气; 循环稳定后将静脉-动脉体外膜肺氧合(vein-artery extracorporeal membrane oxygenation, VA-ECMO)转流为静脉-静脉体外膜肺氧合(vein-vein extracorporeal membrane oxygenation, VV-ECMO), 以纠正顽固性低氧血症; 联合 CRRT 治疗进行精准容量管理; 落实个体化的抗凝策略和分阶段血液回输技术; 加强心理支持。经过 25 d 积极救治和精细化护理, 患者病情平稳, 转康复医院继续治疗。出院 1 个月随访, 患者神志清楚, 可清晰言语, 四肢肌力逐步恢复。该患者的救治过程中, 成熟的 ECMO 团队配合十分重要, 可缩短抢救各环节的反应时间, 提高救治成功率; 而个体化治疗措施的应用及高质量的护理是促进该患者康复的关键。

【关键词】 青少年; 肺栓塞; 体外膜肺氧合; 急救; 护理

doi:10.3969/j.issn.2097-1826.2025.02.009

【中图分类号】 R473.72; R472.2 **【文献标识码】** A **【文章编号】** 2097-1826(2025)02-0034-04

Emergency Treatment and Nursing of a Case of Adolescent Pulmonary Embolism Complicated with Cardiac Arrest Undergoing Extracorporeal Membrane Oxygenation Therapy

KANG Dandan, GAO Yun, LI Yan, WANG Weiwei, HUANG Xihua, ZHOU Jing (Department of Emergency and Critical Care Medicine, The First Affiliated Hospital of Nanjing Medical University, Nanjing 210029, Jiangsu Province, China)

Corresponding author: ZHOU Jing, Tel: 025-68303023

【Abstract】 To summarize the nursing experience of an adolescent patient with pulmonary embolism complicated by respiratory cardiac arrest with extracorporeal membrane oxygenation (ECMO) combined with flexible bronchoscopic cryotherapy and continuous renal replacement therapy (CRRT). The main measures included: promptly initiating the rescue plan to enhance rescue efficiency; early implementation of targeted temperature management to promote neurological function prognosis; using fiberoptic bronchoscopy with cryotherapy to remove blood clots and strengthen airway management; applying protective lung ventilation strategies combined with inhaled nitric oxide (iNO) to improve lung ventilation; converting vein-artery extracorporeal membrane oxygenation (VA-ECMO) to vein-vein extracorporeal membrane oxygenation (VV-ECMO) after stabilizing circulation to correct refractory hypoxemia; precise volume management through combined CRRT treatment; implementing individualized anticoagulation strategies and phased blood transfusion techniques; and providing psychological support. After 25 days of active treatment and meticulous care, the patient's condition stabilized and was transferred to a rehabilitation hospital for further treatment. One month after discharge, the patient was conscious, could speak clearly, and regained limb muscle strength gradually. In the rescue process of this patient, the cooperation of a mature ECMO team was crucial, as it could shorten the response time of each rescue link and increase the success rate of rescue. The application of individualized treatment measures and high-quality care were the keys to promoting the patient's recovery.

【Key words】 adolescent; pulmonary embolism; extracorporeal membrane oxygenation; first aid; nursing

[Mil Nurs, 2025, 42(02): 34-37]

【收稿日期】 2024-06-05 **【修回日期】** 2024-11-04

【基金项目】 江苏省人民医院临床能力提升工程护理面上项目(JSPH-NB-2022-3)

【作者简介】 康丹丹, 本科, 主管护师, 电话: 025-68303023

【通信作者】 周晶, 电话: 025-68303023

肺栓塞(pulmonary embolism, PE)是由于内源性或外源性的栓子阻塞肺动脉主干或分支引起肺循

环障碍的临床和病理生理综合征,其临床表现复杂多样,主要与被栓塞动脉的大小、数目及发生的缓急有关。有34%的PE患者在开始治疗或治疗生效之前突然死亡或在急性事件发生的数小时内死亡,少数患者可因急性PE导致难治性心跳骤停^[1]。青少年PE较为罕见,然而随着青少年肥胖人口增多,其发生PE和静脉血栓的风险亦显著增加^[2]。PE病情发展迅速、死亡率高,早期应用静脉-动脉体外膜肺氧合(vein-artery extracorporeal membrane oxygenation,VA-ECMO)可有效降低右心室负荷、改善右心室功能,从而实现血流动力学的稳定和组织氧合的恢复^[3]。近期我院急诊监护病区采用体外膜肺氧合(extracorporeal membrane oxygenation,ECMO)技术成功救治了1例PE并发呼吸心跳骤停的青少年患者,现将急救及护理体会报告如下。

1 临床资料

患者,男,14岁,身高183 cm,体重95 kg,体质指数(body mass index,BMI)28.4。因“呼吸心跳骤停复苏术后14 h”入院,入院诊断为呼吸心跳骤停、PE。患者外出就餐时突然晕倒,遂由“120”就近送至某医院急诊抢救,就诊过程中突发意识丧失,立即予以胸外心脏按压等抢救措施,约20 min后恢复自主心律;肺动脉CT血管造影示肺动脉干及两侧肺动脉分支管腔内多发栓塞,遂行溶栓治疗。由于术后血压难以维持,遂请我院ECMO团队会诊并进一步治疗。患者入ECMO救治中心时,体温35.7℃、心率124次/min、呼吸29次/min,采用静脉泵持续滴注去甲肾上腺素(3.5 ug/kg·min)血压为11/8.6 kPa;给予机械通气,其氧饱和度为95%,呼吸道分泌物呈血性。VA-ECMO运行中,给予该患者目标体温管理、镇静镇痛、抗感染等治疗。第2天,患者肌酐进行性升高、尿量减少,给予持续持续血液净化治疗(continuous renal replacement therapy,CRRT)治疗。第3天,患者氧饱和度最低降至78%,床边行纤维支气管镜检查显示肺内大量血性分泌物伴血凝块,予以吸引移除,辅以一氧化氮吸入(inhaled nitric oxide,iNO)治疗,并开始复温。第4天,患者气道有大量血凝块,纤维支气管镜无法吸出,遂联系呼吸科给予纤维支气管镜冷冻治疗移除血凝块。第9天,患者呼吸道出血症状改善,开始给予抗凝治疗。第14天,VA-ECMO减流试验中患者循环稳定,但氧合下降明显,遂转流为静脉-静脉体外膜肺氧合(vein-vein extracorporeal membrane oxygenation,VV-ECMO)。第17天,给予气管切开。第20天,患者ECMO撤机成功,氧饱和度 $\geq 96\%$ 。第22天,患者停用镇静药物,评估其神志为昏睡,尿量

增多,停止CRRT治疗。第24天,给予患者高流量氧疗,氧浓度为40%,氧饱和度 $\geq 96\%$ 。第25天,患者病情平稳,转至康复医院进一步治疗。

2 护理

2.1 快速启动ECMO救治预案,提高救治效率

接到外院会诊后,ECMO医护团队医生迅速判断该患者符合ECMO治疗指征,立即通知我院ECMO专用救护车去外院转接患者。19:43当班护士启动我院自行研发的急诊ECMO快速反应智能协作系统^[4],督促并记录6个关键时间点,即开始准备、准备结束、出发、到达、安装和操作。该系统为进一步缩短ECMO启动时间、提高抢救效率提供客观数据。20:01装车完成出发;20:16抵达对方医院,医生1与家属谈话,签署知情同意书;医生2做好备皮、消毒等准备工作;与此同时,护士1检查操作环境,合理安排ECMO机器预充位置,连接电源、氧源和气源,准备预充管路;护士2配合置管,按操作流程有序传递物品;20:30启动操作;20:48VA-ECMO成功转机。转运前,充分评估后运用“5P转运体系”联合ECMO团队合作进行安全快速转运^[5]。备足转运所需物品与药品,妥善固定管路,确定转运路线,21:35将患者转运至救护车启动转运。抵达我院前15 min通知病区做好接应准备,开启绿色通道。该患者于22:10安全转入急诊监护病房。

2.2 尽早实施目标体温管理,促进神经功能预后

目标体温管理(targeted temperature management,TTM)可有效改善心脏骤停患者的神经功能预后^[6]。该患者ECMO转机后,立即调节变温水箱温度至35℃,快速诱导膀胱降温至35℃,并维持此阶段48 h。维持期结束后患者进入复温期,以0.1~0.2℃/h进行复温,缓慢复温至膀胱温36.5℃,以避免复温过快而加重神经系统损伤^[7]。在TTM期间,患者未发生寒战、腹泻等不良反应;出院1个月后随访,患者神志清楚,脑功能表现分级(cerebral performance category,CPC)2级,神经功能预后良好。

2.3 多学科综合救治及护理配合,纠正顽固性低氧血症

2.3.1 保护性肺通气策略联合iNO及纤维支气管镜下冷冻治疗 该患者持续性呼吸窘迫合并肺动脉高压引发主动脉向肺动脉血液分流,呼吸道出血进入肺泡和细支气管进一步阻塞肺内通气换气,导致氧合指数持续 < 80 ,遂采取保护性肺通气策略,即潮气量5 mL/kg、限制平台压 < 25 cmH₂O(1 cmH₂O=0.098 kPa)、呼吸12次/min、呼吸末正压(positive end-expiratory pressure,PEEP)12 cmH₂O、吸入气中的氧浓度分数(fraction of inspiration O₂,FiO₂)0.8;同时,给予充分镇静镇痛,镇静评分(Richmond

agitation sedation scale, RASS) - 4 分、疼痛评分 (critical-care pain observation tool, CPOT) 0 分。第 3 天, 护士发现患者氧饱和度持续下降, 最低降至 78%, 吸痰后效果不佳, 汇报医生立即给予床边行纤维支气管镜检查。结果显示, 肺内大量血性分泌物伴血凝块, 给予吸引移除。第 4 天, 患者呼吸道内仍有大量血凝块, 常规纤维支气管镜吸引无法清除, 遂经纤维支气管镜进行冷冻治疗, 取出大量血凝块, 后联合 iNO 治疗, 设定浓度为 20 mg/L。在呼吸道出血期间, 护士严格控制吸痰压力 <0.04 MPa、按需吸痰、动作轻柔。第 9 天, 患者痰液性状转为黄白色, 气管插管在位, 呼吸道通畅, 平台压维持于 17 ~ 25 cmH₂O, 氧饱和度维持在 90% ~ 95%。

2.3.2 VA-ECMO 转流 VV-ECMO 的护理配合 经 VA-ECMO 治疗 2 周, 患者循环稳定, 但氧合下降明显, 遂转流为 VV-ECMO 模式。转流操作前, 护士对操作环境进行充分消毒, 空气净化器持续运行, 并限制人员进出; 评估患者右颈内静脉置管处皮肤, 备皮消毒, 并给予最大无菌屏障。物品准备包括 B 超机、ECMO 器械包、介入包、穿刺附件、穿刺导管、无菌皮管钳及相关耗材; 药品准备包括肝素钠、生理盐水 500 mL、利多卡因及血管活性药物等。操作中, ECMO 医生和 ECMO 护士各 2 名, 护士 1 立于床尾按照操作流程传递无菌物品, 同时监测流量及配合医生调节 ECMO 机器; 护士 2 立于患者头侧, 配合医生给药及监测患者生命体征; 转流后, 遵医嘱调节 ECMO 转速至 4300 r/min, 观察流量为 4.2 L/min; 采用缝线和外科手术贴膜充分固定管路。操作后, 动脉导管拔管处压迫 30 min, 缝合后用纱布和绷带加压包扎 24 h; 观察 ECMO 流量稳定, 管路固定良好。在 VV-ECMO 治疗 7 d 后, 该患者成功撤机, 氧饱和度 $\geq 96\%$, 穿刺点未发生渗血或血肿。

2.4 尽早实施 ECMO 联合 CRRT 治疗, 进行精准容量管理 有研究^[8]指出, 接受 ECMO 治疗的患者在治疗早期容易出现液体过载, 而液体过载常预示预后较差。有 32% ~ 87% 的 ECMO 患者在治疗期间会发生急性肾损伤^[9], 该患者入室后出现少尿, 肌酐进行性升高, 故 24 h 内尽早给予 CRRT 治疗^[10], 对其容量进行三级水平精细化管理^[11]。护士根据患者的流量水平, 在 VA-ECMO 治疗期间 (流量 3.0 ~ 3.4 L/min) 联合 CRRT 选择氧合器后引血, 离心泵后、氧合器前回输的连接方式; 在 VV-ECMO 治疗期间 (流量 4.1 ~ 4.5 L/min) 联合 CRRT 选择氧合器后引血, 离心泵前回输的连接方式, 以确保对 CRRT 输入压力、回输压力的影响最小。此连接方法为本中心常规模式, 且更安全^[12]。根据医生制定的每班

次容量管理目标, 护士通过观察 ECMO 流量和血流动力学指标每小时动态调整 CRRT 的脱水速率。治疗前 3 d, 患者液体入量超过 200 mL/8 h; 第 4 天暂停使用血管活性药物且流量稳定, 提高 CRRT 脱水速率, 该患者前 1 周总液体出量超过 1150 mL。治疗中期根据患者流量、血压、肾功能及肺水情况对容量进行二级水平管理。治疗安全有效, 未发生感染或因管路因素引起的不良事件。在第 2 ~ 17 天, 该患者尿量 <9.6 mL/h; 第 18 天, 患者尿量 >25.8 mL/h; 第 22 天, 患者尿量增多, 肾功能逐步恢复, 停止 CRRT 治疗。

2.5 抗凝管理, 降低出血和血栓风险 患者早期因呼吸道出血严重及凝血功能异常, ECMO 上机后无抗凝, 故其体内、管路中及氧合器内血栓形成的风险较高。因此, 如何平衡出血和降低血栓风险是该患者的护理难点。普通肝素是本中心 ECMO 治疗使用最广泛的抗凝药物, 通常在建立 ECMO 通路时, 经静脉给予肝素 50 ~ 100 u/kg; 在 ECMO 上机后, 常规通过注射泵以 10 ~ 60 u/(kg · h) 持续静脉泵入。有研究^[13]指出, 在 VA-ECMO 期间维持活化凝血时间 (activated clotting time, ACT) 在 140 ~ 180 s 的低抗凝策略是相对安全的。该患者在上机前 ACT >200 s, 同时由于 ECMO 管道内采用肝素抗凝血涂层技术, 故该患者在上机时和上机后前 8 d 内均未使用抗凝药物, ACT 由 224 s 降至 143 s。在第 9 天, 该患者呼吸道出血完全停止、氧合器上有少许散在血凝块, 汇报医生后遵医嘱给予肝素以 6.5 ~ 14 U/(kg · h) 持续静脉泵入, 并监测 ACT、活化部分凝血活酶时间 (activated partial thromboplastin time, APTT) 和凝血酶原时间 (thrombin time, TT), 1 次/8 h, 动态观察患者凝血功能变化。护士严格执行血标本采集规范和送检流程, 防止发生溶血或血量不足, 以免影响检验结果。该患者在抗凝期间 ACT 维持于 151 ~ 166 s, APTT 维持于 24.9 ~ 44.9 s, TT 维持于 17.1 ~ 51.8 s; 在实施低抗凝策略的同时, 护士每 2 h 观察氧合器和管路。该患者管路内未发生血栓, 氧合器上血凝块未出现明显进展, B 超检查未发现其体内有血栓; 呼吸道、尿道未发生出血, 抗凝效果满意。

2.6 分阶段血液回输技术, 减少 ECMO 撤机时的失血量 ECMO 在上机置管时会存在一定的失血, 且运转期间由于泵头高速旋转亦会对血细胞产生一定破坏, 可能会导致凝血功能进一步下降。输注血制品可以恢复血液携氧能力、改善凝血功能和/或治疗出血相关并发症^[14]。该患者的血红蛋白 (hemoglobin, Hb) 较低, 结合血小板计数及国际标准化比

值进行输注血制品,包括红细胞、血小板和纤维蛋白原。为减少 ECMO 撤机时的失血量,采用本中心分阶段血液回输技术,以 Rotaflow 为例,护士将生理盐水 500 mL 通过输液器连接在离心泵前的三通上,三通呈关闭状态;医生将 ECMO 动脉端侧孔与 500 mL 全血储血袋相连接,血袋通路亦呈关闭状态;随后,医生同时夹闭 ECMO 静脉引流端和动脉回输远端,打开血液收集袋通路,护士快速打开离心泵前三通使 0.9 %氯化钠与 ECMO 管路相通,调节离心泵转速至 800 r/min,将 0.9 %氯化钠引入 ECMO 管路中,血液从动脉端侧孔注入血液收集袋;轻轻摇晃血袋使血液与保存液充分混匀,收集约 400 mL 血液;在撤机后 2 h 内,护士按输血流程将回收血液安全缓慢地输入患者体内。通过自体血回输,减少血资源的浪费和输注异体血带来的风险^[15]。最终该患者 Hb 由 58 g/L 纠正至 96 g/L,血小板由 17×10^9 /L 提高至 286×10^9 /L,撤机成功。

2.7 加强心理支持,提高患者及家属的治疗信心
在聚焦于疾病护理本身的同时,关注人文护理和康复护理,对护理人员的综合专业素养提出更高要求^[16]。由于患者是家中独子,年龄小、病情重、病程长,突发重疾给家庭带来巨大压力。在患者入院后,医护人员第一时间与患者父母沟通病情诊疗和护理计划,让其理解并配合。此后,医生每日详细与家属沟通患者各种治疗选择的风险和收益,了解家属的意见或疑问,提高家属决策参与度;护士指导患者家属学习居家康复锻炼和护理手法。家属积极配合诊疗及护理全过程,提升了对本 ECMO 中心医护团队的信任,患者在积极治疗后的第 25 天转康复医院继续治疗。

3 小结

出院 1 个月后回访,患者神志清楚,可清晰言语,双上肢肌力 4 级,双下肢肌力 3 级,CPC 2 级。ECMO 治疗可以为急性 PE 致呼吸心跳骤停患者提供生命支持,为疾病抢救和恢复争取一线生机。但是,此类患者病情重、病程长、并发症多,医疗和护理均面临巨大挑战。ECMO 医护团队建设缩短抢救各环节的反应时间,为抢救赢得了宝贵时间;尽早实施目标体温管理,促进神经功能预后;多学科综合救治措施纠正肺动脉高压合并呼吸道出血引起的顽固性低氧血症,改善患者的氧合情况;低抗凝策略和分阶段血液回输技术用于预防高出血风险患者的失血,可为此类患者的救治提供借鉴。但由于本个案是总结 1 例患者的护理经验,因个体差异化较大,且因现存 ECMO 机型和管路的差别,分阶段血液回输技术难以全部实现,故难以将全部护理经验作为普遍的结论进行推广。

【参考文献】

- [1] KONSTANTINIDES S V, MEYER G, BECATTINI C, et al. 2019 ESC Guidelines for the diagnosis and management of acute pulmonary embolism developed in collaboration with the European Respiratory Society(ERS)[J]. Eur Heart J, 2020, 41(4): 543-603.
- [2] GLISE SANDBLAD K, JERN S, ÅBERG M, et al. Obesity in adolescent men increases the risk of venous thromboembolism in adult life[J]. J Intern Med, 2020, 287(6): 734-745.
- [3] DAVIES M G, HART J P. Current status of ECMO for massive pulmonary embolism[J/OL]. [2024-05-20]. <https://www.frontiersin.org/journals/cardiovascular-medicine/articles/10.3389/fcvm.2023.1298686/full>. DOI: 10.3389/fcvm.2023.1298686.
- [4] WU J, HUANG X H, CHEN X F, et al. The effects of a program-improved emergency system on the interventions times of a mobile ECMO team[J/OL]. [2024-05-20]. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0964339723000022?via%3Dihub>. DOI: 10.1016/j.iccn.2023.103385.
- [5] 康丹丹, 吴娟, 黄夕华, 等. “5P 转运体系”+ECMO 团队合作下对急诊危重症患者进行转运的可行性及安全性研究[J]. 中国急救复苏与灾害医学杂志, 2022, 17(12): 1579-1582, 1589.
- [6] 杜兰芳, 马青变. 《2020 年中国心脏骤停后脑保护专家共识》解读二: 目标温度管理[J]. 中华脑血管病杂志: 电子版, 2021, 15(5): 293-296.
- [7] 郑康, 杜兰芳, 李姝, 等. 北京大学第三医院心脏骤停后目标温度管理实施规范[J]. 中国急救医学, 2021, 41(7): 588-592.
- [8] MALLORY P P, SELEWSKI D T, ASKENAZI D J, et al. Acute kidney injury, fluid overload, and outcomes in children supported with extracorporeal membrane oxygenation for a respiratory indication[J]. ASAIO J, 2020, 66(3): 319-326.
- [9] FOTI L, VILLA G, ROMAGNOLI S, et al. Acute kidney injury and extracorporeal membrane oxygenation: review on multiple organ support options[J]. Int J Nephrol Renovasc Dis, 2021(14): 321-329.
- [10] 中国医师协会体外生命支持专业委员会. 成人体外膜氧合循环辅助专家共识[J]. 中华医学杂志, 2018, 98(12): 886-894.
- [11] 平丽, 张铁莉, 刘洁, 等. 三级水平精细化容量管理在重症患者 CRRT 治疗中的应用效果观察[J]. 浙江临床医学, 2024, 26(5): 730-732.
- [12] WU J, HUANG X H, MEI Y, et al. Impact of connecting methods of continuous renal replacement therapy device on patients underwent extracorporeal membrane oxygenation: a retrospectively observational study[J]. Aust Crit Care, 2023, 36(5): 695-701.
- [13] 张洋, 邓磊, 冯璇璘, 等. 体外膜肺氧合治疗中不同抗凝策略与并发症的分析[J]. 中国急救医学, 2021, 41(7): 630-634.
- [14] 赵举, 崔勇丽, 刘刚. ECMO 中的抗凝管理[J]. 中国急救医学, 2021, 41(7): 607-609.
- [15] GAO Y, CHEN X F, MEI Y, et al. Evaluation of staged autologous blood transfusion during extracorporeal membrane oxygenation decannulation: a retrospective study[J]. Heart Lung, 2024(68): 202-207.
- [16] 曾庆玲, 王庆梅, 杨雨卉, 等. 基于 CiteSpace 体外膜肺氧合护理研究热点及发展趋势的可视化分析[J]. 军事护理, 2023, 40(9): 26-30.

(本文编辑: 郁晓路)