

1 例重症肺炎患者转运期间 ECMO 管路非计划脱管的根因分析与系统改进

刘礼瑜 黄小群 温秀珍

广州医科大学附属第一医院 广东 广州 510120

【摘要】：目的：对 1 例重症肺炎患者转运过程中发生的 ECMO 管路非计划脱管事件进行根因分析（RCA），制定针对性改进方案并评价效果。方法：组建 RCA 团队，通过鱼骨图分析法，锁定三项核心系统缺陷：①转运前缺失安全检查清单，未充分评估管路风险；②转运参与者分工不明确，缺乏统一指挥与口令；③无 ECMO 患者转运专项培训及标准作业程序（Standard Operating Procedure, SOP）。据此科室搭建“角色定岗、清单闭环、流程标准化、分层培训、环境专项治理”“五位一体”全维度改进体系。结果：改进后 3 个月内 ECMO 患者院内转运 15 例次，非计划性脱管事件 0 次；转运前安全检查执行率由改进前的 40% 提升至 100%；全员 ECMO 患者转运培训考核通过率 100%。结论：基于 RCA 的系统性改进能有效消除 ECMO 转运中的关键风险点，保障患者安全，该方案成本低、可复制性强。

【关键词】：根因分析；ECMO 转运；非计划性脱管；质量改进；安全管理

DOI:10.12417/2705-098X.26.19.090

CT 检查结束后由 CT 室返回 ICU 的过床过程中发生 ECMO 管路脱出。本研究运用根因分析（RCA）系统剖析事件背后的深层系统缺陷，严格按照标准化 RCA 实施流程开展全维度分析，识别转运全流程系统缺陷，搭建“五位一体”闭环改进体系并持续追踪 3 个月干预效果，旨在为各级医疗机构 ECMO 危重症患者转运安全管理提供可落地、可复制的标准化质控方案。

1 案例回顾

患者，男，52 岁，因跌倒致全身疼痛、气促 20 天，于 2026 年 3 月 30 日在外院行 ECMO 治疗后转入我院治疗，患者合并多处骨折、脑挫伤及血栓，于 4 月 7 日行 CT 检查后回室过床过程中发生右颈 ECMO 管路非计划脱出，立即予以抢救治疗，经团队协作治疗后病情稳定，于 4 月 20 日拔除气管插管后转入普通病房。

2 根本原因分析

2.1 组建 RCA 团队

RCA 团队由多学科成员组成，包括：重症医学科科主任、重症医学科质控专员、主管医生、重症医学科护士长、病区护士长以及 ECMO 专科护士等。所有成员均接受 RCA 理念与分析方法的相关培训，确保团队具备系统性分析能力。

2.2 收集资料

团队成员在事件发生后第 2 天，对参与转运的医生、护士、病区护士长进行一对一访谈，并调取当时的转运记录、护理交班记录、监护仪数据及科室排班表，同时查阅参与医护的资质

与培训背景，确认所有人员在转运时均具备基础 ECMO 管理能力，但缺乏专项转运演练经验。当天转运过程中发生非计划脱管事件的人员站位图如图 1 所示。

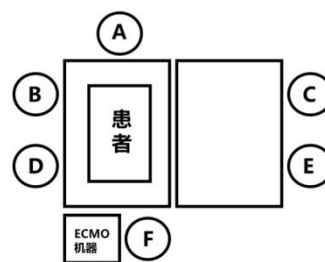
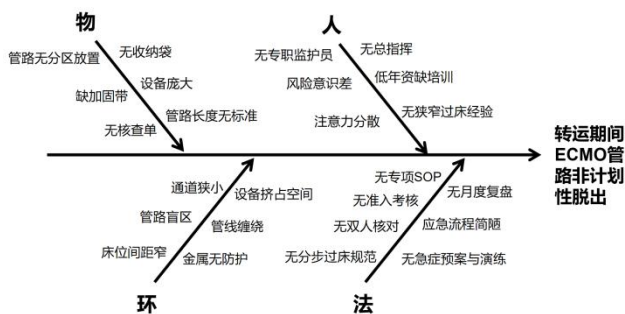


图 1 过床操作人员站位：A—医生 1（头侧），B—医生 2（左侧），C—医生 3（右侧），D—护士（左侧），E—医生 4（右侧），F—主管高级医生（脚侧）。

2.3 查找近端原因

团队成员召开头脑风暴会议，运用鱼骨图从人员管理、环境管理、物品管理、制度流程四个维度进行系统性分析，识别出以下近端原因。



人员因素:①ECMO管路固定经验不足、职责落实不到位:医护对过床时管路动态固定操作不熟练,医师未保护穿刺点、未核查管路,护士未落实二次确认,团队管路保护规范掌握不足。②团队分工不清:未设置专职管路监护人员,全员专注搬运,缺少管路交叉核对,多设备管线无人统筹管理。

物品因素:①患者病情危重,所需仪器设备较多且仪器设备庞大。②物品摆放凌乱,各管路以及仪器设备没有分区域放置。③缺乏可收纳仪器设备的收纳袋或固定装置。④管道预留长度缺乏标准化。⑤缺乏过床安全核查清单。

环境因素:①转运设备及管路管理混乱:危重患者转运需携带多台维持泵、气管插管、ECMO设备;转运床栏挂载呼吸机、氧气瓶,床面放置监护仪、微量泵、尿袋等,设备管线交错,床面空间狭窄。ECMO、呼吸机、输液管路及监测线无序混杂,过床时ECMO管路易被床栏、其他管线钩挂缠绕。②病房空间受限:转运床本身摆放空间不足;返回病区时,转运床需从间距仅1.5m的7、8床之间推入,两侧操作空间狭小,压缩管线活动余量,提升管路钩挂风险。③床位布局与过床操作冲突:1.5m床间距无法实现转运床与病床完全平行对齐。采用平行法过床时,床单边角易触碰转运床设备,造成管路受力不均甚至脱出。

管理因素:①ECMO转运专项培训考核缺失:未开展含患者移动环节的ECMO院内转运模拟培训与考核,医护实操依靠个人经验,低年资医师无准入管理,缺少多设备多管线同步转运实战演练。②缺乏标准化安全核查清单:过床前后未核对管路固定、设备连接、人员站位及管线排布,本例管线复杂,隐患无法提前识别。③过床流程存在设计缺陷:平行法搬运未设置管路监护,无专人提前核查管线游离状态,管线一旦钩挂,多人同步发力易引发管路脱出。④站位职责与管路监护半径不匹配:分析站位图(图1)发现,头侧医生(A)和脚侧医生(F)具备全局视野但未向下观察管路;左侧人员(B、D)靠近ECMO设备却未横向延伸到右侧床栏带;右侧人员(C)与左侧空间被患者身体隔开,形成视觉盲区,导致被呼吸机、氧气瓶遮挡的管路位置无法被有效监控。

2.4 确定根本原因

结合近端原因逐层追溯,排除偶然个人操作失误,最终明确五大系统性根本原因:

(1) 人员管理缺位:未设立固定岗位分工制度,无专职指挥、专职管理监护岗位;缺少常态化专项培训、模拟演练及岗位考核准入机制,团队应急协作与实操能力不足。

(2) 核查清单缺少闭环:未落实转运核查全流程闭环管理,安全核查多为形式化登记与口头确认;隐患发现后无台账追踪、无限期整改、无复核,未能形成质量持续改进的管理链条,同类风险易反复出现。

(3) 制度流程缺失:未建立ECMO患者转运专项SOP,无转运、过床标准化安全核查清单,紧急转运无专项应急预案,全流程缺乏制度约束。

(4) 人员培训不彻底:培训体系不完善,重理论宣讲、轻实操训练,缺少ECMO转运、管路保护、突发险情处置等重点实操教学;未实施分层、分岗位针对性培训,培训后未开展实操考核,存在学用脱节、培训流于形式问题,人员应急处置能力不达标。

(5) 现场管理不规范:未对转运设备、管路排布制定统一规范,未结合病区环境、床位布局优化转运及过床操作方案,环境风险未提前干预。

3 改进措施

针对三大根本原因,科室搭建“角色定岗、清单闭环、流程标准化、分层培训、环境专项治理”“五位一体”全维度改进体系,从制度、人员、操作、环境、应急五大模块落地精细化、专业化整改措施,实现风险全流程管控。

3.1 角色化定岗管理:构建三级指挥监护体系

摒弃无分工自由协作模式,建立固定岗位、专人专责、分级管控的ECMO转运岗位体系,所有院内转运、床单位转换强制执行该岗位制度,明确岗位职责、站位标准、操作口令。

(1) 设立一级岗位:转运第一责任人。固定由ECMO专科护士或高年资重症医师担任,为转运现场第一责任人。职责:全程统一下达准备、搬运、暂停、复位标准化口令;统筹全体人员站位、动作节奏;全局巡视患者、设备、管路整体状态;突发异常时第一时间下达停止操作指令并启动应急处置。

(2) 设立二级核心岗位:专职ECMO管路监护员。仅限持证ECMO专科护士担任,为管路安全第一责任人。职责:①转运前、过床前双人核对ECMO穿刺点敷料、固定缝线、加压固定带完整性,规范实施手压固定法保护颈/股静脉穿刺部位;②全程梳理ECMO管路走向,及时解除扭曲、受压、缠绕、牵拉;③管控管路预留长度,确保转运、移位过程中管路处于松弛状态;④搬运全程手部持续防护穿刺点,移位完成后第一时间复核管路状态。

(3) 设立三级常规岗位:分区责任医护,实行“分区包干”。①头侧医护:专职管理气管插管、呼吸机管路、人工气道固定,监测患者意识、瞳孔、面色、气道压力。②左侧/右侧分区医护:分别负责对应区域输液管路、引流管、皮肤约束、床体附属设备,配合同步搬运,实时观察分管管路有无牵拉。③脚侧医护:负责心电监护仪、氧源、多通道微量泵、储液袋等远端设备,保证设备稳定、线路规整,防止设备倾倒牵拉管路。

(4) 标准化人员站位规范。结合病区床位间距、转运床尺寸制定《ECMO转运人员站位示意图》:常规床位间距 $\geq 2\text{m}$

采用平行站位；床位间距 $<1.8\text{m}$ （含本次事发 1.5m 狭窄床位）执行错位站位，消除管路视觉盲区；要求每一段管路均对应专属监护人员，实现管路全段无死角监护。

3.2 清单化闭环管理：制定分级双阶段标准化核查清单

区分择期常规转运、紧急应急转运两大场景，设计转运前置核查清单以及过床二次复核清单，实行“逐项勾选、双人核对、签字留存、全程追溯”，严格执行无清单、不转运原则，核查记录纳入护理质控台账及病历归档。

3.2.1 ECMO 患者过床安全核查清单

ECMO患者过床安全核查清单	
基本资料	
姓名：	性别：□1.男□2.女 年龄： 住院号： 诊断：
转运团队：医生：1. 2. 3. 4. 护士：1. 2. 3. 4.	
ECMO模式：□1.V-V □2.V-A □3.其他	
ECMO建立途径：□右股静脉□左股静脉□右颈内静脉□左颈内静脉□右股动脉□左股动脉	
过床前评估	
评估	评估患者生命体征是否平稳及支持力度，是否适宜过床移动 ECMO机器运转正常，无报警故障 □完成
气道	检查人工气道位置，气囊压力正常，妥善固定 充分吸引痰液及口鼻腔分泌物，保证呼吸道通畅 无人工气道者确定高流量替代氧疗方式 □完成
管路	静脉通路：检查各静脉通路通畅，暂停不必要的输液，妥善固定 ECMO导管：检查ECMO导管置入深度及固定、股静脉置管处用弹性胶布加固 胃管：提前半小时停止胃肠营养液泵入并回抽，停止胰岛素泵入 尿管及引流管：清空尿袋，记录尿量，夹闭尿管；视情况夹闭其他引流管 检查患者保护性约束情况，预防非计划拔管 □完成
药物	管路预留活动长度 $\geq 15\text{cm}$ ，规避移位牵拉张力；整理各管道并分区放置，避免缠绕打结 转运药物，备好镇静、急救相关药物 需要持续泵入药物保证余量充足 □完成
人员	至少需要6名医护人员参与过床 所有参与过床的医护人员均具备执业资格证书并接受ECMO患者转运培训及考核 确定现场第一责任人，固定由ECMO专科护士或高年资重症医师担任 每位参与过床的医护人员均清楚各自负责的任务 □完成
过床	整理床单位床上多余用物，避免环境杂乱 调整适宜过床操作的空间 患者床与转运床移动至紧密并互相平行，调整合适床高，锁定两床车轮 □完成
整理各管道，避免牵拉打折，由现场第一责任人再次核查	
核查签名：	
过床后评估	
评估	评估患者生命体征 ECMO机器运转正常，无报警故障 □完成
气道	再次检查人工气道位置 评估是否需要吸引痰液及口鼻腔分泌物 □完成
呼吸	连接转运呼吸机或床旁呼吸机，观察通气情况、血氧饱和度 □完成
管路	再次检查及整理各管道，各管路顺畅无打折，妥善固定 ECMO导管：再次检查ECMO导管置入深度，预留足够长度避免管路牵拉 □完成
药物	再次检查患者保护性约束并妥善固定 需要持续泵入药物余量充足，微量泵正常运行 □完成
人员	每位参与过床的医护人员再次检查各自负责区域的管道 □完成
现场第一责任人再次核查过床后情况	
核查签名：	

3.2.2 分级清单差异化要求

（1）择期转运：完整执行《ECMO 患者过床安全核查清单》，双人逐项核对并完成核查签名，核查时长不少于 3 分钟。

（2）紧急应急转运（疑似颅内出血、病情骤变等）：启用 5 项核心快速核查模块（管路固定、设备运行、人员分工、床体防护、应急物品），优先保障转运时效，转运返回病房后补全全部清单复核及签字。

3.3 流程与制度体系优化：编制专项 SOP 及分级应急预案

（1）编制《ICU-ECMO 患者院内转运标准作业流程（SOP）》

分为总则、择期转运流程、紧急转运流程、过床标准操作、管路异常应急处置五大章节，明确全流程操作步骤、风险点、质控标准、禁止行为。针对多管路、多设备叠加场景，明确管线分区摆放标准：转运床划分为设备区、患者区、管线区，ECMO 主机、氧源集中放置于床尾固定区域，所有管路使用不同颜色管路夹分区标识，严禁跨区混杂。

（2）规范管路固定专项操作标准

统一 ECMO 管路三级固定方案：一级固定（缝线置管固定）、二级固定（专用敷料+加压固定带）、三级固定（转运临时加固带）；明确颈内静脉、股静脉不同置管部位的管路走向、固定角度及牵拉耐受限值，从操作层面降低脱管风险。

3.4 分层分类开展常态化培训、演练与岗位准入考核

构建分层培训、实景演练、准入考核、月度复盘四级培训体系，覆盖在职、进修、轮转及实习医护，推动全员能力同质化。

（1）分层培训：①基础层（轮转、进修、实习人员）：理论为主，学习 ECMO 基础、转运风险、核查清单与管路基础固定，培训 ≥ 8 学时。②进阶层（在职普通医护）：理论结合基础实操，重点培训岗位职责、团队配合与常规管路防护，培训 ≥ 12 学时。③精英层（ECMO 专科护士、高年资医师）：专项应急培训，掌握现场指挥、管路监护、脱管急救，培训 ≥ 16 学时。

（2）实景演练：每月开展 1 次全流程实景演练，模拟窄床过床、管线缠绕、管路牵拉、突发脱管等高风险场景，全程录像，演练后现场点评整改，锤炼团队协同。

（3）岗位准入：ECMO 转运实施专项准入，考核由理论（40%）+实操（60%）组成，80 分合格；不合格者暂停参与转运，补考通过方可上岗，每年复训复考。

（4）月度复盘：每月召开转运质控会，汇总 ECMO 转运案例与安全隐患，集体研讨，持续优化 SOP 与核查清单，构建分析-改进-执行-复盘闭环管理。

3.5 环境与操作方式专项优化，消除物理风险

（1）差异化过床操作方案：①常规床位（间距 $\geq 2\text{m}$ ）：继续采用标准平行搬运法，搬运前由专职管路监护员确认全部管路松弛无牵拉，由指挥人员统一口令同步搬动。②狭窄床位（间距 $<1.8\text{m}$ ，含本次 1.5m 床位）：改用分步移位法，分两次转移患者，单次移动距离 $\leq 30\text{cm}$ ，逐步释放管路牵拉应力，防止大幅度移位诱发管路脱出。

（2）转运床硬件防护改造：统一加装软性硅胶防护套，包裹床栏、金属边角及卡扣等硬质部件；配套管路收纳袋、分层管线夹，实现管线有序收纳。

（3）病区动线与床位前置规划：摸排 ICU 床位间距，对窄间距床位醒目标记；转运前预先规划最优路线，规避拐角与狭窄通道，降低管路刮蹭风险。

3.6 非计划性管路脱出专项应急流程强化

补充完善 ECMO 管路脱出分级应急处置流程，并纳入培训考核：

（1）管路部分滑脱：立即停止所有操作，管路监护员徒

手按压穿刺点，指挥官安抚患者、稳定设备，由 ECMO 专科团队评估后原位加固，禁止强行回送管路。

(2) 管路完全脱出：即刻启动抢救预案，阻断 ECMO 管路、停止设备运转，快速建立静脉通路、维持循环呼吸，配合医师开展止血、穿刺点压迫、紧急重建血管通路等操作。

4 效果评价

措施落地后专人连续追踪 3 个月，从不良事件、制度执行、人员考核开展评价：

(1) 非计划管路脱出：完成 ECMO 院内转运 15 例次，落实清单与定岗流程，未发生脱管事件。

(2) 清单执行率：由改进前 40% 提升至 100%，核查不再流于形式。

(3) 培训考核：42 名医护全部完成培训考核，通过率 100%，转运相关能力明显提升。

(4) 团队操作：分工规范，管线风险有效管控，转运安全、效率与人员风险意识同步改善。

5 讨论

5.1 ECMO 转运管路滑脱管控的现存研究局限

现有 ECMO 管路安全相关研究多聚焦静态置管固定敷料、固定工具改良，仅针对穿刺局部单点风险干预，忽视转运动态场景下多系统叠加风险；传统质量管控多采取事后追责模式，难以挖掘流程、培训、岗位、环境层面的深层制度缺陷，同类脱管隐患反复发生。RCA 区别于传统个案处置，以系统改进为核心，不聚焦个人操作失误，从人、物、法、环全维度溯源，契合重症医学科持续质量改进工作要求，目前已广泛应用于各类医疗不良事件管控，可形成长效风险阻断机制。本次管路脱

出表面为搬运牵拉所致，本质是岗位、核查、流程、培训、环境五大系统缺陷叠加形成的连锁安全漏洞，仅纠正单次操作无法杜绝同类不良事件复发，必须开展系统性整改。

5.2 RCA 改进体系的核心创新优势

(1) 三级定岗监护：设置转运负责人、专职管路监护岗，采用差异化站位消除管线盲区，明确分工，解决管路无人监护问题。

(2) 分级双阶段清单：区分择期、紧急转运制定核查条目，双人核对签字归档，实现风险前置管控。

(3) 分层实景培训：分层教学，每月开展高危场景演练并落实准入考核，提升突发脱管等应急处置能力。

(4) 方案低成本易推广：无需大型设备，依托现有人员耗材，可推广至各类多管路危重症转运。

5.3 临床推广与长效质控建议

本研究 3 个月短期追踪证实，基于 RCA 的“五位一体”全维度改进方案可完全遏制 ECMO 转运管路脱出致命警讯事件，但危重症临床场景持续动态变化，科室需建立长效持续改进机制：①维持月度实景演练、月度转运质控复盘制度，根据新增复杂转运场景动态更新 SOP 与核查清单；②持续完善高危床位、转运路线常态化管控；③将 ECMO 转运质控指标纳入科室月度护理绩效考核，长期维持闭环质量管理模式。

5.4 研究局限性

本研究为单中心单警讯事件 RCA 质量改进研究，追踪周期仅 3 个月，样本量有限，未设置同期对照病区横向对比；后续可开展多中心、长周期队列研究，补充转运耗时、微小管路隐患发生率等次要量化指标，进一步验证方案长期应用效果。

参考文献：

- [1] Bertini P,Sangalli F,Meani P,et al.Establishing an Extracorporeal Cardiopulmonary Resuscitation Program.Medicina(Kaunas).2024;60(12):1979.Published 2024 Dec 2.
- [2] Haoutar M,Pinero D,Yonis H,et al.Safety of inter-facility transport strategies for patients referred for severe acute respiratory distress syndrome.BMC Emerg Med.2023;23(1):129.Published 2023 Nov 4.
- [3] Javidfar J,Labib A,Ragazzo G,et al.Mobile Extracorporeal Membrane Oxygenation for Covid-19 Does Not Pose Extra Risk to Transport Team.ASAIO J.2022;68(2):163-167.
- [4] Xu Q,Jiang X,Wang T,et al.Zhonghua Wei Zhong Bing Ji Jiu Yi Xue.2020;32(4):430-434.
- [5] Zhang X,Qian S,Wang L,et al.Zhonghua Wei Zhong Bing Ji Jiu Yi Xue.2024;36(9):989-991.
- [6] 万娜,张春艳,王淑芹,等.体外膜肺氧合治疗患者院内转运安全管理实践[J].中国护理管理,2025,25(9):1288-1293.
- [7] 梁江淑渊,曾妃,黄冰瑛,等.体外膜肺氧合支持下患者院内转运安全管理的最佳证据总结[J].中华护理杂志,2022,57(12):1456-1461.