

• 病例报道 • doi:10.3969/j.issn.1671-8348.2026.03.041

网络首发 [https://link.cnki.net/urlid/50.1097.r.20260204.1428.004\(2026-02-04\)](https://link.cnki.net/urlid/50.1097.r.20260204.1428.004(2026-02-04))

心脏移植术中并发主动脉夹层患者术后应用 ECMO 救治低心排综合征 1 例报道*

张永莘 凌云 雷黎明 朱苏敏 林琼瑜 朱婷 李天宝[△]

[南方医科大学附属广东省人民医院(广东省医学科学院)心外科,广州 510080]

[关键词] 心脏移植;主动脉夹层;体外膜肺氧合;低心排综合征

[中图分类号] R654.2 [文献标识码] B [文章编号] 1671-8348(2026)03-0708-04

主动脉夹层(aortic dissection, AD)是心脏手术中发生率约 0.06%,围手术期死亡率高达 30%~50%的严重并发症^[1-2]。低心排综合征(low cardiac output syndrome, LCOS)是心脏手术后的严重并发症,体外膜肺氧合(extracorporeal membrane oxygenation, ECMO)可作为挽救性治疗手段,适用于术中无法脱离体外循环(extracorporeal circulation, ECC)或术后难治性心源性休克的 LCOS 患者^[3-4]。心脏移植是终末期心力衰竭的首选治疗,AD 在心脏移植术中是罕见且致命的并发症^[5]。本文报道 1 例心脏移植术后并发 Stanford A 型 AD,术后发生 LCOS,经静脉-动脉 ECMO(veno-arterial ECMO, VA-ECMO)成功救治的病例。出院后随访 1 年,患者状态良好,未发生排斥反应及主动脉并发症。本研究已通过本院医学伦理委员会批准(审批号:KY2024-171-01),免除患者知情同意。

1 临床资料

患者,男性,52 岁,体重 69.5 kg,身高 175 cm,因“反复活动后气促 6 年,加重 1 年余”于 2023 年 11 月 28 日入住本院。入院诊断:(1)扩张型心肌病;(2)慢性心力衰竭;(3)菌血症;(4)心功能 IV 级;(5)二尖瓣关闭不全;(6)三尖瓣关闭不全;(7)肝功能不全;(8)肾功能不全;(9)肾结石;(10)痛风;(11)高血压。心脏超声示:心肌病改变,左室收缩、舒张功能明显减弱,重度二尖瓣反流,中度主动脉瓣反流,重度三尖瓣反流,重度肺动脉高压;左室射血分数(left ventricular ejection fraction, LVEF) 30%。

患者于 2023 年 12 月 25 日行心脏移植+全主动脉弓人工血管置换+象鼻支架植入+ECMO 植入+延迟关胸术。采用静吸复合麻醉,术中静脉使用麻醉药物维持,经口单腔气管插管,左侧桡动脉测压,右颈内静脉放置三腔中心静脉导管和四腔漂浮导管(Swan-Ganz 导管),术中使用经食管超声心动图(transesophageal echocardiography, TEE)监测。取

正中胸骨切开入路,使用 24 F 常规升主动脉插管(美国 Medtronic 公司)、26 F 弯头金属上腔静脉插管(山东威高拓威医疗器械有限公司)、34 F 直头下腔静脉插管(山东威高拓威医疗器械有限公司)、INSPIRE 6F 膜式氧合器(索林集团意大利有限公司)建立 ECC。鼻咽温度降至 34 °C 时阻断升主动脉,切除病心后植入供心。心脏移植术中最低膀胱温度 34.1 °C。供心植入后复温,减流量后停止 ECC。拔除升主动脉插管后见升主动脉外膜血肿,主动脉扩张明显(主动脉根部未见累及),经 TEE 观察到升主动脉与主动脉弓部存在破口,确诊为 Stanford A 型 AD^[6-7]。立即分离出右腋动脉,使用 20 F 腋动脉插管(常州康心医疗器械有限公司)、28/38 F 二级静脉插管(山东威高拓威医疗器械有限公司)重新建立 ECC。转流降温度至鼻咽温度 34 °C,阻断升主动脉,经左右冠状动脉开口直接灌注组氨酸-色氨酸-酮戊二酸盐(histidine-tryptophan-ketoglutarate solution, HTK)心肌保护液。膀胱温度降至 26 °C,全身停循环(deep hypothermic circulatory arrest, DHCA),同时经腋动脉和左颈总动脉进行双侧选择性脑灌注。完成全主动脉弓人工血管置换术(采用四分支人工血管)后,逐渐复温,减流量后停止 ECC。由于升主动脉远端吻合口渗血严重,止血困难,46 min 后再次启动 ECC,重新阻断主动脉和灌注 HTK 心肌保护液。膀胱温度降至 25 °C,行双侧脑灌注,靠近主动脉弓切断无名动脉、左颈总动脉、左锁骨下动脉,封闭其近端开口,下半身停循环。于无名动脉起始部水平横断主动脉弓,降主动脉内置入支架血管。4-0 prolene 将人工血管远端与降主动脉断端吻合,选择一条分支血管连接动脉灌注管,排气后恢复全身循环。升主动脉-主动脉弓部三分弓上三分支(无名动脉、左颈总动脉、左锁骨下动脉)近端缝闭,远端与四分支人工血管相应分支端端吻合。同时采用膀胱温度小于 0.5 °C/min 的速度复温,心脏自动复跳。ECC 辅助 188 min 后,降低 ECC

* 基金项目:国家自然科学基金项目(82270308)。△ 通信作者, E-mail:253254104@qq.com。

流量至 1.5~2.0 L/min,麻醉维持使用常规剂量肾上腺素和去甲肾上腺素,患者血压无法稳定维持,同时中心静脉压持续升高,血压下降,心率减慢。TEE 显示充盈压轻度增高,心功能减弱,符合 LCOS 表现^[3-4]。结合供心冷缺血时间达 361 min,且进行了 5 次心肌保护液灌注,遂决定将 ECC 系统直接转为 VA-ECMO 辅助治疗。术后予橡胶管支撑胸骨,延迟关胸,皮肤缝合,外覆无菌手术贴膜。

ECMO 设备使用美国 Medtronic 公司离心泵头、膜式氧合器及其配套管道。动脉端通过 10×8 接头与主动脉弓部人工血管分支连接作为动脉输入通路,原 ECC 使用的二级静脉插管作为静脉引流端。TEE 持续观察患者的左右心室容量情况,当 ECMO 管路预充完毕后钳夹循环管路,断开 ECC 静脉管路并快速连接至 ECMO 静脉端,通过 ECC 动脉继续输注储血罐内血液,待容量补足后,快速断开 ECC 动脉管路并转移连接至 ECMO 动脉端,启动 ECMO,初始转速 2 500 r/min,流量 4 L/min。术中因止血困难,追加使用鱼精蛋白,并输注红细胞 11.5 U、新鲜冰冻血浆 1 000 mL、血小板 1 个治疗量,以及人纤维蛋白原、注射用重组人凝血因子 VIIa 等止血药物。为节约用血,将胸腔引流管连接至血液回收机,连续使用 2 d。术后根据血容量和胸腔引流量情况,间断输注红细胞、血浆、冷沉淀、血小板等血制品。术后 3 d ECMO 辅助治疗期间,因活动性出血未使用抗凝药物,患者活化凝血时间(activated clotting time, ACT)维持在 173~230 s,活化部分凝血活酶时间(activated partial thromboplastin time, APTT)维持在 43~60 s。后续使用肝素抗凝后,ACT 维持在 190~230 s,APTT 维持在 59~70 s。待心脏功能改善且撤机试验成功后撤除 ECMO。

患者总 ECC 时间 666 min,主动脉阻断时间 177 min, DHCA 时间 56 min,供心冷缺血时间 361 min。在心血管外科重症监护室(cardiovascular surgery intensive care unit, CSICU)接受 ECMO 辅助治疗期间,总计输注红细胞 20 U,新鲜冰冻血浆 3 100 mL,血小板 6 个治疗量。术后第 6 天再次入手术室,成功撤除 ECMO 并行关胸术。ECMO 辅助治疗时间总计 160 h,关胸术后呼吸机辅助时间 250 min,患者于术后第 70 天康复出院。

2 讨论

心脏移植术中并发 AD 是一种罕见且极其凶险的并发症。本研究成功救治了 1 例在心脏移植术中并发 Stanford A 型 AD,术后因 LCOS 接受 VA-ECMO 辅助治疗的患者,并实现出院超过 1 年仍然存活,为类似复杂心血管手术救治病例提供了借鉴模式。

2.1 AD 的及时识别与术中决策的关键性

心脏移植术中并发 AD 的发生机制复杂,可能与患者术前存在的长期高血压、心力衰竭所致主动脉壁结构完整性受损有关,术中升主动脉插管后高流量冲击、主动脉阻断钳损伤内膜等因素,共同诱发了本例升主动脉与主动脉弓部关键破口的形成^[1]。术中发现升主动脉外膜血肿及扩张后,经食管 TEE 即时精准识别破口并明确诊断^[6,8],为后续抢救争取了关键时间窗。术中 ECC 泵压在 AD 发生前未监测到明显异常增高现象。确诊后立即实施全主动脉弓人工血管置换术联合降主动脉象鼻支架植入术。远端吻合口位于降主动脉近端,吻合口区域主动脉壁为夹层受累组织,采用了外膜/内膜外翻缝合结合双层心包补片间断褥式缝合加固技术以增强吻合口的稳定性。系列高难度操作虽成功修复 AD,但供心经历 361 min 冷缺血及多次心肌保护液灌注,构成了术后 LCOS 的风险因素。

2.2 ECC 直接转 VA-ECMO:应对难治性 LCOS

ECMO 可用于心脏手术中无法脱离 ECC,以及术中脱离 ECC 后或术后出现难治性 LCOS 的患者^[9]。心脏移植联合全主动脉弓置换术毕尝试脱离 ECC 时,本例患者呈现 LCOS 特征:平均动脉压维持在 50 mmHg 左右且不稳定,中心静脉压升高 >16 mmHg,动脉血气乳酸值升至 11.8 mmol/L,经 TEE 观察心室收缩功能减弱。此状态归因于供心长时间冷缺血损伤、术中 5 次 HTK 心肌保护液灌注所致心肌水肿及 DHCA 引发的全身炎症反应。鉴于药物支持无效,且二次插管建立 ECMO 将增加创伤风险,对于 AD 术后需 VA-ECMO 支持者,顺行性插管是首选策略,通常选择四分支人工血管分支或腋动脉作为动脉灌注端以规避残余夹层风险^[10]。本例据此实施 ECC 系统直接转换至 VA-ECMO 辅助治疗:以主动脉弓人工血管分支作为动脉输入端,原 ECC 静脉插管作为静脉引流端。在 TEE 监测下实现容量过渡,待容量充足后,启动顺行性 VA-ECMO 辅助治疗。TEE 评估左心室未见明显扩张,故未行左心减压干预。

2.3 出血及抗凝的监测与管理

术后出血不仅是心脏移植术后,也是 VA-ECMO 辅助治疗及主动脉夹层术后常见的并发症和死亡原因之一。有报道显示,37% 接受 ECMO 辅助治疗的主动脉夹层手术患者院内死亡的主要原因是出血^[11]。本例患者因 ECMO 系统激活凝血-纤溶系统、术中 DHCA 及超长 ECC 时间(666 min)导致凝血因子消耗,加之术中输注红细胞 11.5 U、血浆 1 000 mL、血小板 1 个治疗量的稀释效应,对血管吻合技术及外科止血提出了极高要求。术后早期呈活动性出血状态:

第 1~3 天胸腔引流量分别为 1 400 mL(自体血回输 250 mL)、2 480 mL(自体血回输 450 mL)、780 mL(未回输);关胸术前每日引流量仍达 400 mL。此阶段联合输注纤维蛋白原、凝血酶原复合物及重组活化凝血因子 VIIa。由于活动性出血是全身抗凝的禁忌证^[12],且有报道显示未抗凝的 VA-ECMO 辅助治疗并未增加患者血栓形成和氧合器功能障碍的风险^[13-14]。本例患者入住 CSICU 前 3 d 未进行全身抗凝治疗。监测方案为每 2~4 小时检测 ACT,每 4~6 小时检测 APTT,患者 ACT 维持在 173~230 s,APTT 维持在 43~60 s。ECMO 辅助治疗期间,根据患者血红蛋白水平积极输注血制品,维持 PLT $>50 \times 10^9/L$,血红蛋白 $>80 g/L$ 。ECMO 辅助治疗期间累计输注红细胞 20 U、血浆 3 100 mL、血小板 6 个治疗量。本例患者术后前 3 d 因胸腔引流量偏多,ECMO 辅助治疗期间未使用抗凝药物,尽管活化凝血时间延长,但 ECMO 膜式氧合器及管路并未发现明显的血栓形成。在患者撤除 ECMO 及脱离呼吸机后第 3 天,患者主诉一侧头痛,行头颅 CT 检查发现右侧顶部硬膜下有少量出血。经神经外科会诊,予停用抗凝及抗血小板药物,行每 2~4 小时神经系统并发症观察。出院前复查头颅 CT 示硬膜下出血未增多。出院 1 年随访时,患者未出现意识不清或其他神经功能障碍。有研究根据 ACT 和 APTT 数值及临床表现,采用普通肝素进行抗凝治疗,并未增加术后胸腔引流量及其他出血并发症^[15]。本例患者术后第 4 天凝血状态发生病理性转折:D-二聚体 $>16 000 \mu g/L$ FEU,提示纤溶亢进;国际标准化比值维持在 0.90~1.29,APTT 缩短至 39~42 s 伴 PLT 降至 $44 \times 10^9/L$,符合弥散性血管内凝血消耗期特征;连续性肾脏替代治疗滤器 24 h 内栓塞 2 套及胸腔引流管内血凝块形成,存在高凝倾向。团队根据指南建议并结合患者的临床凝血状态及其相应的出血或血栓并发症风险^[11,16],制订使用个性化的抗凝治疗策略:使用普通肝素初始剂量 100 U/h,因 ACT 升至 236 s 即减量至 50 U/h,最终将 ACT、APTT 调控于 190~230 s,59~70 s。本例患者应用 ECMO 后期膜式氧合器入血面和管道接头处有少量血栓形成,但未发生氧合器功能障碍或临床栓塞事件。

2.4 ECMO 撤机与心功能恢复

经多学科团队讨论,采用 VA-ECMO 分阶梯减流量的撤机策略,每天评估撤机时机^[17-18],患者接受 VA-ECMO 辅助治疗 160 h 后启动撤机流程。撤机前评估:(1)心功能恢复,床旁超声示 LVEF 升至 55%,室壁运动尚可;(2)血流动力学稳定,无恶性心律失常,心率 95~100 次/min,收缩压 100~110 mmHg,舒张压 60~70 mmHg,中心静脉压 11~12 mm-

Hg;(3)组织灌注优化,血乳酸从峰值从 $>15 mmol/L$ 降至 $<2 mmol/L$;(4)血管活性药物依赖减轻,肾上腺素剂量从 $0.08 \mu g \cdot kg^{-1} \cdot min^{-1}$ 降至 $0.04 \mu g \cdot kg^{-1} \cdot min^{-1}$;(5)呼吸系统,床边 X 线片显示肺部无异常,呼吸机设置间歇正压通气模式,吸入氧浓度 40%,呼吸频率 15 次/min,潮气量 500 mL,呼气末正压 3 cmH₂O,动脉血氧分压 $>200 mmHg$,血氧饱和度 100%。撤机采用分阶段减流量方案:术后第 3~5 天,ECMO 流量从 4.2 L/min 阶梯降至 2.2 L/min (4.2 \rightarrow 3.3 \rightarrow 2.2 L/min),每阶段维持 2 h;撤机当日以 0.1 L/h 速度递减至 1.6 L/min(转速 1 500 r/min),同时将肝素增至 100 U/h 维持 ACT $>210 s$,最终在 1.6 L/min 流量下持续 2 h。复查动脉血气:pH 值 7.45,红细胞比容 21%,血乳酸 1.7 mmol/L。后入手术室成功撤除 ECMO 并行关胸术。术后呼吸机辅助 250 min 即拔除气管插管,心肺功能协同恢复。远期预后:心功能持续改善,出院前复测 LVEF 提升至 60%,N 端-B 型钠尿肽前体降至 180 pg/mL;随访 1 年心功能维持 I 级,LVEF 62%,未发生排斥反应或主动脉并发症。

通过术中直接由 ECC 转换为 VA-ECMO 辅助治疗、动态抗凝管理(出血期暂停抗凝治疗,高凝期低剂量肝素调控)及分阶梯撤机策略,VA-ECMO 可成功救治心脏移植术中并发 AD 术后的难治性 LCOS 患者。患者康复出院,随访 1 年结果良好,但 ECMO 相关最佳抗凝策略及复杂病例的综合管理仍需多中心研究进一步验证。

利益冲突:所有作者声明不存在利益冲突

参考文献

- [1] RAM H, DWARAKANATH S, GREEN A E, et al. Iatrogenic aortic dissection associated with cardiac surgery: a narrative review[J]. J Cardiothorac Vasc Anesth, 2021, 35(10):3050-3066.
- [2] VON ASPERN K, LEONTYEV S, ETZ C D, et al. Iatrogenic type A aortic dissection: challenges and frontiers-contemporary single center data and clinical perspective[J]. Aorta (Stamford), 2022, 10(4):201-209.
- [3] SALAZAR L, LORUSSO R. Protected cardiac surgery: strategic mechanical circulatory support to improve postcardiotomy mortality[J]. Curr Opin Crit Care, 2024, 30(4):385-391.
- [4] MEHTA C K, MEDINA M G, WHIPPO B, et al. Overview of contemporary guidelines for management of acute type A aortic dissection [J]. J Thorac Cardiovasc Surg, 2025, 169(6):

- 1677-1683.
- [5] PEÑA A D, CADAVID E A, ESTACIO M, et al. Type A aortic dissection following heart transplantation [J]. Braz J Cardiovasc Surg, 2024, 39(5):e20230252.
- [6] WANG Y, LIU F, SONG K, et al. Immediate recognition and surgical treatment of iatrogenic acute type A aortic dissection is associated with low hospital mortality and high intermediate-term survival[J]. Rev Cardiovasc Med, 2022, 23(4):140.
- [7] BIANCARI F, PETTINARI M, MARISCALCO G, et al. Outcome after surgery for iatrogenic acute type A aortic dissection[J]. J Clin Med, 2022, 11(22):6729.
- [8] YAN W, YAMASHITA M H. Commentary: adapting for our patients; reducing intraoperative adverse events as new technologies emerge[J]. JTCVS Tech, 2020, 6:88-89.
- [9] 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]. J Thorac Cardiovasc Surg, 2021, 161(4):1287-1331.
- [10] 闫姝洁, 周纯, 刘刚, 等. 主动脉手术后体外膜肺氧合支持的单中心回顾性研究[J]. 中国胸心血管外科临床杂志, 2024, 31(5):751-756.
- [11] HOU J Y, WANG C S, LAI H, et al. Venous-arterial extracorporeal membrane oxygenation for patients undergoing acute type A aortic dissection surgery: a six-year experience [J]. Front Cardiovasc Med, 2021, 8:652527.
- [12] 王睿, 任禹澄, 通耀威, 等. 体外膜氧合全身抗凝治疗的研究进展[J]. 中国体外循环杂志, 2023, 21(4):237-240.
- [13] WOOD K L, AYERS B, GOSEV I, et al. Venous-arterial-extracorporeal membrane oxygenation without routine systemic anticoagulation decreases adverse events[J]. Ann Thorac Surg, 2020, 109(5):1458-1466.
- [14] OLSON S R, MURPHREE C R, ZONIES D, et al. Thrombosis and bleeding in extracorporeal membrane oxygenation (ECMO) without anticoagulation: a systematic review[J]. ASAIO J, 2021, 67(3):290-296.
- [15] 滕媛, 闫姝洁, 吉冰洋, 等. 体外膜氧合成功救治 Stanford A 型主动脉夹层术后急性呼吸窘迫综合征患者 1 例[J]. 中国体外循环杂志, 2022, 20(6):382-384.
- [16] MCMICHAEL A, RYERSON L M, RATANO D, et al. 2021 ELSO Adult and Pediatric Anticoagulation Guidelines [J]. ASAIO J, 2022, 68(3):303-310.
- [17] 闵苏, 敖虎山. 不同情况下成人体外膜肺氧合临床应用专家共识(2020 版)[J]. 中国循环杂志, 2020, 35(11):1052-1063.
- [18] MAHAJNA A, OTT S, HANEYA A, et al. Current insights on temporary mechanical circulatory support in adults with post-cardiotomy cardiogenic shock[J]. Eur Heart J Suppl, 2025, 27(Suppl. 4):12-22.

(收稿日期:2025-11-16 修回日期:2026-01-03)

(编辑:唐 璞)

• 病例报道 • doi:10.3969/j.issn.1671-8348.2026.03.042

网络首发 [https://link.cnki.net/urlid/50.1097.R.20251205.1433.011\(2025-12-05\)](https://link.cnki.net/urlid/50.1097.R.20251205.1433.011(2025-12-05))

1 例糖尿病合并红斑肢痛症患者的药物-物理联合治疗报道*

谢姻姿 程庆丰 杜志鹏 唐紫薇 赵文睿 李寻 张晓茹[△]

(重庆医科大学附属第一医院内分泌科, 重庆 400016)

[关键词] 红斑肢痛症; 糖尿病; 电磁治疗仪

[中图法分类号] R745

[文献标识码] B

[文章编号] 1671-8348(2026)03-0711-05

红斑肢痛症(erythromelalgia, EM), 也称为红热痛症, 是一种罕见的疾病, 于 1878 年首次被描述。其

术语起源于希腊语“Erythrose”(红色)、“Melos”(肢体)和“Algos”(疼痛), 其特征是皮温升高、红斑和烧

* 基金项目:重庆市自然科学基金(CSTB2024NSCQ-MSX1236);重庆医科大学青年创新团队项目(W0187)。 [△] 通信作者, E-mail: 57507682@qq.com。