

- Medicine[J]. Intensive Care Med, 2014, 40(12): 1816-1831. DOI: 10.1007/s00134-014-3470-x.
- [8] Gensini GG. A more meaningful scoring system for determining the severity of coronary heart disease[J]. Am J Cardiol, 1983, 51(3): 606. DOI: 10.1016/s0002-9149(83)80105-2.
- [9] Ma YC, Zuo L, Chen JH, et al. Modified glomerular filtration rate estimating equation for Chinese patients with chronic kidney disease[J]. J Am Soc Nephrol, 2006, 17(10): 2937-2944. DOI: 10.1681/ASN.2006040368.
- [10] Levin B, Ortoleva J, Tagliavia A, et al. One-year survival for adult venoarterial extracorporeal membrane oxygenation patients requiring renal-replacement therapy[J]. J Cardiothorac Vasc Anesth, 2022, 36(7): 1942-1948. DOI: 10.1053/j.jvca.2021.12.027.
- [11] Bertic M, Worme M, Foroutan F, et al. Predictors of survival and favorable neurologic outcome in patients treated with eCPR: a systematic review and meta-analysis[J]. J Cardiovasc Transl Res, 2022, 15(2): 279-290. DOI: 10.1007/s12265-021-10195-9.
- [12] Daou O, Winiszewski H, Besch G, et al. Initial pH and shockable rhythm are associated with favorable neurological outcome in cardiac arrest patients resuscitated with extracorporeal cardiopulmonary resuscitation[J]. J Thorac Dis, 2020, 12(3): 849-857. DOI: 10.21037/jtd.2019.12.127.
- [13] Ye Q, Zhang J, Ma LK. Predictors of all-cause 1-year mortality in myocardial infarction patients[J]. Medicine, 2020, 99(29): e21288. DOI: 10.1097/MD.00000000000021288.
- [14] Ostermann M, Lumlertgul N. Acute kidney injury in ECMO patients[J]. Crit Care, 2021, 25(1): 1-10. DOI: 10.1186/s13054-021-03676-5.
- [15] Gaisendrees C, Ivanov B, Gerfer S, et al. Predictors of acute kidney injury in patients after extracorporeal cardiopulmonary resuscitation[J]. Perfusion, 2023, 38(2): 292-298. DOI: 10.1177/02676591211049767.
- [16] Ye JH, Liu CY, Deng ZY, et al. Risk factors associated with contrast-associated acute kidney injury in ST-segment elevation myocardial infarction patients: a systematic review and meta-analysis[J]. BMJ Open, 2023, 13(6): e070561. DOI: 10.1136/bmjopen-2022-070561.
- [17] Wald R, Beaubien-Souigny W, Chanchlani R, et al. Delivering optimal renal replacement therapy to critically ill patients with acute kidney injury[J]. Intensive Care Med, 2022, 48(10): 1368-1381. DOI: 10.1007/s00134-022-06851-6.
- [18] Mitra S, Ling RR, Tan CS, et al. Concurrent use of renal replacement therapy during extracorporeal membrane oxygenation support: a systematic review and meta-analysis[J]. J Clin Med, 2021, 10(2): 241. DOI: 10.3390/jcm10020241.

(收稿日期: 2023-08-27)

(本文编辑: 何小军)

应用单腔双管置管的 VV-ECMO 救治重症肺炎一例

郑哲 吕立文 段文龙 朱瑞凯 裴明毓 丘国政 石磊 唐宇涛

右江民族医学院研究生学院, 广西百色 533000; 广西壮族自治区人民医院急诊科, 广西南宁 530021

通信作者: 吕立文, Email: iculvliwen@163.com

DOI:10.3760/cma.j.issn.1671-0282.2024.02.015

静脉-静脉体外膜肺氧合(veno-venous extracorporeal membrane oxygenation, VV-ECMO)目前已广泛应用于重症肺炎的救治中^[1]。VV-ECMO 将静脉血引出体外, 通过氧合器使静脉血在体外完成气体交换, 然后再将血液回输至患者体内, 达到清除二氧化碳、改善氧合和使肺脏得到充分休息的目的, 为临床上重症肺炎的救治赢得时间。目前传统的 VV-ECMO 是行股静脉-右颈内静脉置管术, 血流经过股静脉-离心泵-膜肺-颈内静脉。需要两个独立导管在不同的静脉同时进行操作和护理, 增加了医疗风险和护理难度。

随着 ECMO 技术的进步, 单腔双管置管(double lumen cannula, DLC)作为一种新的 VV-ECMO 置管方式, 置管可通过颈内静脉进行, 血流通过上腔静脉和下腔静脉进行双腔静脉引流-离心泵-膜肺-右心房, 具有创伤小、再循环量低、降低导管相关性感染等优势, 在国外已有部分应用。但截至目前, 国内尚未有 DLC 置管模式的 VV-ECMO 应用于重症肺炎患者救治的应用报道。现将广西壮族自治区人民医院急诊科收治的 1 例以 DLC 置管模式的 VV-ECMO 成功抢救的重症肺炎病例报道如下。

1 资料与方法

52 岁男性, 因“咳痰、高热 1 周, 加重 1 d”入院, 既往有“肾病综合征”4 年余, 曾多次住院治疗, 规律服用甲泼尼龙与免疫抑制剂; 有高血压病史 4 年余。入院查体: 体温 36.6℃, 心率 102 次/min, 呼吸 32 次/min (呼吸机辅助呼吸 P-AC:P:13 cmH₂O, PEEP:8 cmH₂O, R:32 次/min, FiO₂: 80%), Bp:96/69 mmHg, 氧饱和度 85%, 镇静 RASS: -5 分, 镇痛 CPOT: 0 分。双肺呼吸运动对称, 可闻及湿啰音, 未闻及哮鸣音。余系统检查未见阳性体征。辅助检查: (2022-05-11 入院急查) 血气分析, pH 7.46, PO₂:52 mmHg, PCO₂:25 mmHg, BE: -4.5 mol/L, HCO₃⁻: 17.8 mmol/L, Lac 2-6 mmol/L。头颅 CT 平扫未见明显异常。肺部多排 CT 平扫示: 两肺斑片状、蜂窝状密度增高影, 边界模糊, 部分病灶内可见气管走行, 两侧胸腔未见积液。结合患者病史、症状、体征及辅助检查明确诊断为重症肺炎、I 型呼吸衰竭、酸碱平衡失调·代谢性酸中毒合并呼吸性碱中毒。入科后经积极镇静、呼吸机支持及俯卧位治疗后患者呼吸困难持续不缓解, 复查氧合指数 65, 气道阻力极高, 氧合差, 严重缺氧导致乳酸进行性升高, 2022 年 5 月 11 日 22:05 给予 DLC 置管, VV-ECMO 模式治疗, 并予肌松、深镇静, 患者酸中毒及低氧迅速纠正。考虑患者存在严重感染及自免性疾病可能, 在上机第 1 天予亚胺培南+利奈唑胺+伏立康唑+更昔洛韦抗感染方案, 并使用了甲强龙 40 mg 和免疫球蛋白的治疗, 辅以液体管理等措施。2022 年 5 月 13 日 (转机第 3 天), 患者病原学高通量结果回报肺孢子菌、巨细胞病毒以及铜绿假单胞菌感染, 自身免疫抗体谱阴性, 所以立即调整抗感染方案为亚胺培南+磺胺+更昔洛韦。至 2022 年 5 月 14 日 (转机第 4 天), 患者停用镇静清醒后, 吸氧体积分数 40%, 气道峰压 19 cmH₂O, P0.1:0~2 cmH₂O, 评估患者 RASS 在 -1 分至 0 分, CPOT 在 2 分时呼吸 12 次/min、指脉氧 100%、心率 87 次/min, 评估患者意识清醒, 能自主配合, 且无缺氧等呼吸衰竭表现, 予拔除气管插管, 高流量吸氧支持, 开始进行早期肺康复锻炼及四肢锻炼。至 2022 年 5 月 16 日 (转机第 6 天) 复查胸片提示患者肺部病灶进展, 呼吸驱动增强, P0.1:6 cmH₂O, 对于 VV-ECMO 支持的急性呼吸衰竭患者, 建议早期物理治疗和康复治疗, 但患者此时清醒状态只会加重肺损伤发生, 于是重新进行了气管插管, 在插管后使用镇静镇痛, 以中度至深度镇静为目标。再次进行了病原学高通量检查及皮肤炎抗体谱检测, 回报患者存在屎肠球菌、巨细胞病毒感染, 皮肤炎抗体阳性, 考虑皮肤炎相关性间质性肺炎, 调整治疗方案为亚胺培南+磺胺+利奈唑

胺+更昔洛韦抗感染, 免疫球蛋白+甲强龙 40 mg 的免疫治疗。至 2022 年 5 月 24 日 (转机第 14 天), 患者复查肺部影像有所改善, 肺顺应性改善, 氧分压在同参数下上升, 开始尝试下调 ECMO 支持参数, 期间尝试减镇静, 但减镇静后患者呼吸驱动增加, 呼吸机监测 P 0.1 > 4 cmH₂O, 于是我们没有再次尝试唤醒患者, 没有再次尝试清醒 ECMO。至 2022 年 5 月 31 日 (转机第 20 天), 停止 VV-ECMO 治疗, 2022 年 6 月 14 日脱呼吸机拔除气管。患者意识清楚, 脱离吸氧装置下无喘息及呼吸困难, 呼吸及氧合稳定, 于 2022 年 7 月 19 日康复出院。

患者治疗过程见图 1: A 为患者入院时肺部情况, 可见双肺弥漫病变, 以实变及间质改变为主, B 为 DLC 管, 置管前通过评估选择了 30 fr 插管, C 为 DLC 经右颈内穿刺置管成功及 VV-ECMO 转机后。D 为置入 DLC 后, 通过加强固定, 未见管路移位、脱出, 穿刺口损伤情况。E 可见 DLC 置入时的导丝远端尖端插入 IVC, 应用食道超声引导, 避免心脏破裂等风险, F 为置入 DLC 时, 灌注口经食道超声引导开口对准三尖瓣开口, 减少再循环的发生。G 为患者置入 DLC 后第 3 天, 开始肢体康复锻炼。H 为拔除 DLC 管后, 可见切口愈合良好。I 为 DLC 管撤除后右颈内静脉超声检查, 未见血栓发生, 可见经表皮一隧道, 超声下未见有感染迹象。J 为患者治疗后, 出院前复查, 肺部明显吸收。

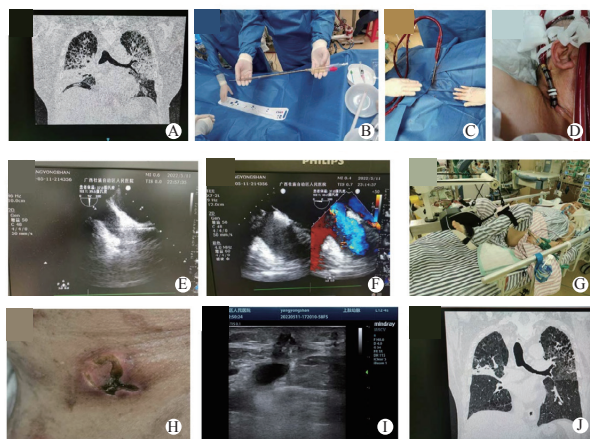


图 1 患者相关资料图

2 讨论

VV-ECMO 是一种可以有效挽救呼吸衰竭患者生命的支持手段, 虽然已经在国内外广泛应用多年, 但目前主要的置管方式仍然是行股静脉-右颈内静脉置管术, 此种置管方式, 虽然简单易学, 但需要多人同时操作, 耗时较长; 其次在 ECMO 支持过程中, 难以避免再循环量过多, 穿刺创面易感染等缺点。应用 DLC 用于 ECMO 支持治疗, 目前见于国外的个例报道且效果良好^[2], 国内尚未见有相关报道。

DLC 于 2008 年面世, 并迅速纳入成人 ECMO 的实践^[4], DLC 导管置管是通过颈内静脉插入上腔静脉和下腔静脉进行双腔静脉引流, 将血液引入 ECMO 回路进行气体交换, 然后将动脉化血液返回右心进行循环, 灌注端口指向右心房三尖瓣开口处, 从而实现气体交换^[5]。

DLC 置管在临床上有诸多优势:

(1) 缩短置管时长: 本例患者诊断皮肌炎相关间质性肺炎, 且合并复杂多种细菌感染, 肺部进展迅速, 患者在强有力的呼吸机支持下, 仍然无法纠正呼吸衰竭。体外生命支持组织 (Extracorporeal Life Support Organization, ELSO) 建议, 有 ECMO 支持指征的患者, 尽早运转 ECMO 能够有效挽救患者生命^[1]。本患者采用 DLC 置管的 VV-ECMO 支持, 因 DLC 只需要穿刺颈内静脉就能运转 ECMO, 极大缩短了上机时长, 在短时间内为患者提供了 ECMO 支持。

(2) 提供更高流量支持, 减轻抗凝压力: ECMO 插管相关的深静脉血栓形成 (cannula-associated deep vein thrombosis, CaDVT) 发生率达 15%~80%, 与置管的管腔大小及流量密切相关^[6]。选择型号更大的管路, 增加 ECMO 流量可能会减少管路血栓形成和溶血发生^[7], 从而减少抗凝药物使用, 减轻抗凝压力。笔者在置入单腔双管时选择了 30 fr 套管尺寸, 可允许在标准条件下增加 (3.5~5 L/min) 流量, 减轻了管路的压力负担。目前 ECMO 抗凝还尚未形成统一目标^[8]。根据既往经验, 针对该患者采用普通肝素抗凝, ECMO 转机前予 2 500 U 肝素静脉注射, 转机后予肝素微量泵注入维持, 根据患者的凝血功能, 设置个体化抗凝目标: 活化凝血时间 (ACT) 160 ~ 180 s、活化部分凝血活酶时间 (APTT) 45 ~ 60 s, 每 4 ~ 6 h 监测 1 次, 根据 ACT 和 APTT 结果动态微量调节肝素用量, 每日对管路进行观察, 辅助期间肝素用量均较稳定, 未出现管路压力高, 引血困难及血栓发生等情况。

(3) 减少再循环: 在 VV-ECMO 支持治疗过程中, 发生再循环是无法避免的, 因其是从静脉端引流, 而又重新灌注到静脉端, 其弊端是会有部分灌注端含氧血液被引流套管抽出而不通过体循环, 降低了 VV-ECMO 提供氧合的效率, 并可能导致严重的低氧血症和终末器官损伤^[9-11]。单腔双管的 VV-ECMO 支持的优势在于其能减少再循环发生率, 2008 年 Wang 等^[4]的实验表明, DLC 再循环的发生率最低可降至 2%。而近期 Parker 等^[12]的研究同样也证实了 DLC 可显著减少再循环量。DLC 减少了再循环是因为置管灌注口指向三尖瓣的位置, 含氧血液可以经三尖瓣通过右心室, 并被输送到体循环, 从而最大限度地减少含氧血液在右心房中的再循环。该例患者在 VV-ECMO 转机后, 通

过计算得出管路的再循环发生率在 7%, 远低于 Locker 等^[13]认为在 20%~30% 就可接受的再循环分数。

(4) 便于早期康复, 减少患者不适: 由于 DLC 穿刺部位创面小, 颈部置管患者不适感较小, 在转机的第 3 天, 患者即能够进行清醒 ECMO, 并进行肢体康复锻炼, 促进肺部呼吸功能恢复, 同时也减少了肌肉萎缩等并发症。ECMO 患者是重症监护患者中病情最严重的患者, 因此, ECMO 患者治疗计划的目标不仅是存活, 而且还应该尽可能减少长期后遗症, 让患者回到有意义的生活里去。在 ECMO 支持治疗过程中, 所有患者均应考虑尽快在 ECMO 上醒来, 以加快恢复和早期物理康复^[14-15]。DLC 置管方式对于患者来说, 并不直接影响其是否需要充分镇静, 只要患者配合度高, 那么早期唤醒患者, 进行呼吸康复是可行的。辅助期间, 尝试唤醒患者, 并拔除了气管插管, 患者无明显不适感, 且能遵嘱配合活动, 但可惜的是, 患者清醒过来后, 因肺部病灶的进展, 导致呼吸驱动特别大, 在权衡利弊关系后, 选择了加强镇静以消除患者强烈的呼吸驱动, 避免肺损伤的发生。但单管双腔对患者临床上实施清醒 ECMO 是可行的, 且对患者早期呼吸康复及肢体活动均有利, DLC 置管比双管双腔置管方式来说, 可能更有利于清醒的患者早期进行方便、安全、舒适的康复锻炼。

(5) 免下肢静脉血流感染发生: 血流感染是 ECMO 的重要并发症, 也是导致患者死亡的主要原因^[16]。ECMO 患者唯一确定的血流感染危险因素是较长的 ECMO 持续时间^[17]。VV-ECMO 需要较长的辅助时间, 且大部分患者需要俯卧位治疗, 俯卧位期间管路可能存在粪便污染、渗血渗液增加感染风险。目前虽无法证实股静脉置管发生导管相关性感染的风险是高于颈内静脉的, 但建议下肢深静脉置管不超过 48 h 以减少菌血症发生及促进患者康复治疗^[18]。该患者 ECMO 辅助期间循环稳定, 无血行感染依据, 撤机后穿刺口也是干燥, 未发生导管相关性感染。

DLC 置管也同时存在着一些困难:

(1) DLC 置管需要把 DLC 灌注口准确放置在三尖瓣开口, 从而最大限度地减少含氧血液在右心房中的再循环。而灌注口位置的确认, 目前研究建议通过影像或者经食道超声引导下确认^[19-21]。在该患者置入是通过经食道超声引导并对套管进行微小的操作和旋转操作。

(2) 置管过程需警惕心脏穿孔和右心室破裂的风险, 因为 DLC 在插管技术上相对难度较大, 可发生 10% 的插管迁移率和错位率^[22]。DLC 置入时的导丝远端尖端插入下腔静脉, 靠近右心房和远端肝血管, 避免导致穿孔和插管迁移造成损伤的风险。当导丝错位穿过三尖瓣进入右心室时会发生穿孔和堵塞 (3%~15%)^[20]。坚硬的导丝可以直接在

心壁上穿孔，而柔软的导丝可以在右心腔内环绕并导致置管时的穿孔。ECMO 医生应了解潜在的并发症，并且在插管期间做好应急应对措施；确定好位置后还应加强了管路固定，避免管路移位，脱出；辅助期间也尽量避免管路与患者过多摩擦，拉扯及摆动成角。

利益冲突 所有作者声明无利益冲突

参 考 文 献

- [1] Tonna JE, Abrams D, Brodie D, et al. Management of adult patients supported with venovenous extracorporeal membrane oxygenation (VV ECMO): guideline from the extracorporeal life support organization (ELSO)[J]. ASAIO J, 2021, 67(6): 601-610. DOI: 10.1097/MAT.0000000000001432.
- [2] Fleet D, Morris I, Faulkner G, et al. Experience with the Crescent® cannula for adult respiratory VV ECMO: a case series[J]. Perfusion, 2022, 37(8): 819-824. DOI: 10.1177/02676591211031462.
- [3] Wang DF, Zhou XQ, Liu XJ, et al. Wang-Zwische double lumen cannula-toward a percutaneous and ambulatory paracorporeal artificial lung[J]. ASAIO J, 2008, 54(6): 606-611. DOI: 10.1097/MAT.0b013e31818c69ab.
- [4] Bazan VM, Taylor EM, Gunn TM, et al. Overview of the bicaval dual lumen cannula[J]. Indian J Thorac Cardiovasc Surg, 37(Suppl 2):232-240. doi: 10.1007/s12055-020-00932-1.
- [5] Menaker J, Tabatabai A, Rector R, et al. Incidence of Cannula-associated deep vein thrombosis after veno-venous extracorporeal membrane oxygenation[J]. Asaio J, 2017, 63(5): 588-591. DOI: 10.1097/mat.0000000000000539.
- [6] Maul TM, Aspenleiter M, Palmer D, et al. Impact of circuit size on coagulation and hemolysis complications in pediatric extracorporeal membrane oxygenation[J]. Asaio J, 2020, 66(9): 1048-1053. DOI: 10.1097/mat.0000000000001121.
- [7] Sklar MC, Sy E, Lequier L, et al. Anticoagulation practices during venovenous extracorporeal membrane oxygenation for respiratory failure. A systematic review[J]. Ann Am Thorac Soc, 2016, 13(12): 2242-2250. DOI: 10.1513/annalsats.201605-364sr.
- [8] Abrams D, Bacchetta M, Brodie D. Recirculation in venovenous extracorporeal membrane oxygenation[J]. ASAIO J, 2015, 61(2): 115-121. DOI: 10.1097/MAT.0000000000000179.
- [9] Xie A, Yan TD, Forrest P. Recirculation in venovenous extracorporeal membrane oxygenation[J]. J Crit Care, 2016, 36: 107-110. DOI: 10.1016/j.jcrc.2016.05.027.
- [10] Lindholm JA. Cannulation for veno-venous extracorporeal membrane oxygenation[J]. J Thorac Dis, 2018, 10(suppl 5): S606-S612. DOI: 10.21037/jtd.2018.03.101.
- [11] Parker LP, Svensson Marcial A, Brismar TB, et al. Hemodynamic and recirculation performance of dual lumen cannulas for venovenous extracorporeal membrane oxygenation[J]. Sci Rep, 2023, 13(1): 7472. DOI: 10.1038/s41598-023-34655-1.
- [12] Locker GJ, Losert H, Schellongowski P, et al. Bedside exclusion of clinically significant recirculation volume during venovenous ECMO using conventional blood gas analyses[J]. J Clin Anesth, 2003, 15(6): 441-445. DOI: 10.1016/s0952-8180(03)00108-9.
- [13] Haji JY, Mehra S, Doraiswamy P. Awake ECMO and mobilizing patients on ECMO[J]. Indian J Thorac Cardiovasc Surg, 2021, 37(suppl 2): 309-318. DOI: 10.1007/s12055-020-01075-z.
- [14] Yu X, Gu SC, Li M, et al. Awake extracorporeal membrane oxygenation for acute respiratory distress syndrome: which clinical issues should be taken into consideration[J]. Front Med, 2021, 8: 682526. DOI: 10.3389/fmed.2021.682526.
- [15] Yun JH, Hong SB, Jung SH, et al. Epidemiology and Clinical Characteristics of Bloodstream Infection in Patients Under Extracorporeal Membranous Oxygenation[J]. J Intensive Care Med, 2021 Sep;36(9):1053-1060. doi: 10.1177/0885066620985538.
- [16] Allou N, Lo Pinto H, Persichini R, et al. Cannula-related infection in patients supported by peripheral ECMO: clinical and microbiological characteristics[J]. Asaio J, 2019, 65(2): 180-186. DOI: 10.1097/mat.0000000000000771.
- [17] Marik PE, Flemmer M, Harrison W. The risk of catheter-related bloodstream infection with femoral venous catheters as compared to subclavian and internal jugular venous catheters: a systematic review of the literature and meta-analysis[J]. Crit Care Med, 2012, 40(8): 2479-2485. DOI: 10.1097/ccm.0b013e318255d9bc.
- [18] Teman NR, Haft JW, Napolitano LM. Optimal endovascular methods for placement of bicaval dual-lumen cannulae for venovenous extracorporeal membrane oxygenation[J]. Asaio J, 2013, 59(4): 442-447. DOI: 10.1097/mat.0b013e31829a0102.
- [19] Ngai CW, Ng PY, Sin WC. Bicaval dual lumen cannula in adult veno-venous extracorporeal membrane oxygenation-clinical pearls for safe cannulation[J]. J Thorac Dis, 2018, 10(suppl 5): S624-S628. DOI: 10.21037/jtd.2018.02.70.
- [20] Javidfar J, Wang D, Zwischenberger JB, et al. Insertion of bicaval dual lumen extracorporeal membrane oxygenation catheter with image guidance[J]. Asaio J, 2011, 57(3): 203-205. DOI: 10.1097/mat.0b013e3182155fee.
- [21] Tignanelli CJ, Weinberg A, Napolitano LM. Optimal methods to secure extracorporeal membrane oxygenation bicaval dual-lumen cannulae: what works?[J]. Asaio J, 2019, 65(6): 628-630. DOI: 10.1097/mat.0000000000000853.

(收稿日期：2023-08-26)

(本文编辑：何小军)