

体外膜氧合在肝移植受者围术期的应用

胡波 陈果 胡赛*
长沙市第四医院 湖南 长沙 410006

摘要：体外膜氧合（ECMO）已成为在传统方法失效时维持呼吸和心脏功能的重要工具。其在肝移植（LT）急性肺部和心脏挑战管理中的作用显著扩展。虽然ECMO最初被视为治疗急性术中或移植后并发症的救治策略，但其应用现已涵盖LT的移植前阶段。本综述旨在全面总结ECMO在肝移植受者术前和围术期的具体应用研究和具体案例。通过评估已发表文献，我们讨论了具体适应症、所采用的ECMO类型、结果以及在LT期间应用ECMO的独特挑战。在ECMO下管理肝移植患者具有挑战性。需要更多研究和经验来完善技术并改善患者预后。此外，决策必须根据每位患者的独特情况量身定制，制定清晰、实用且明确的后续步骤计划至关重要。

关键词：体外膜肺氧合（ECMO）；肝移植；围手术期管理；肝肺综合征；急性呼吸衰竭

1 引言

体外膜肺氧合（ECMO）是常规呼吸与循环支持失败后的关键人工辅助手段。近年来，其在原位肝移植（OLT）围手术期急性呼吸衰竭与心功能衰竭救治中的应用报道增多。对肝移植（LT）术后持续低氧或突发血流动力学紊乱，ECMO已成为公认可行的补救或过渡治疗，并逐步延伸至术前、术中与术后早期全围手术期管理。ECMO分为静脉-动脉（VA）与静脉-静脉（VV）两种模式。VV-ECMO以呼吸支持为主，适用于严重且可逆的呼吸衰竭，典型指征为肝肺综合征（HPS），用于维持氧合直至移植后肺内分流改善。术后早期合并肺炎或ARDS导致重度呼吸障碍时亦可选用。VA-ECMO可同时提供循环与呼吸支持，主要用于可逆性循环衰竭，以及大面积肺栓塞、气体栓塞或心内血栓所致急性右心衰。在重度门脉性肺动脉高压（PoPH）伴右心功能障碍者，可减轻术中肝淤血，并可用于术后感染性休克所致循环衰竭。

LT中运行ECMO资源消耗巨大^[1]，应严格筛选，仅推荐用于存在明确可逆病因且常规复苏无效的重度心或肺衰竭。肝硬化合并门脉高压常呈高动力循环，表现为心率与心排量升高、体循环阻力降低^[2]。ECMO安全可靠流量约6–6.5 L/min^[3]。高流量可降低右房压并升高主动脉压，从而增加左室后负荷，左心功能不佳时易致LVEDP与PCWP升高、肺水肿及左心血栓风险^[4]。高原生心排量还可引发血流竞争，外周VA-ECMO在自体氧合受损时易出现花斑或南北综合征，部分患者需中心置管，但侵袭性更强且出血、感染与血管损伤风险更高^[3]。终末期肝病存在出血与血栓并存的风险，蛋白C、蛋白S与ATⅢ下降而因子Ⅷ升高^[5]。ECMO抗凝需在防回路血栓与控出血间精细平衡，但血栓与出血仍高发，尚无统一方案。现行

策略包括按ACT 160–195 s给肝素^[6]，出血倾向者暂缓抗凝仅监测ACT与aPTT，置管前5000 U负荷后不追加，依据ACT与TEG个体化调整^[5]，需溶栓时可用大剂量肝素。基于此，本综述评估既往病例与研究，并将ECMO在LT受者中的应用分为：①移植前作为过渡支持；②移植手术期支持；③移植后早期支持，同时总结本中心经验。

2 预LT接受者的选择性ECMO应用

2.1 门体性高血压（PoPH）

PoPH可显著增加发病与死亡风险，未经治疗者1年生存率约为40%^[7]。药物治疗虽可改善病情，但肝硬化合并PoPH患者总体预后仍差，因此肝移植成为重要选择，该类患者肝移植围手术期的手术风险极高^[8]。传统观点认为平均肺动脉压（mPAP）>45~50 mmHg是肝移植的绝对禁忌证^[7]。近期研究提示，术前mPAP ≥ 35 mmHg且肺血管阻力（PVR）<250 达因·秒/厘米⁵的患者，移植后生存率较高，部分患者甚至可停用肺动脉高压相关治疗药物^[7]。与多数肺动脉高压类型不同，PoPH在肝移植后可能改善。

重度PoPH患者在肝移植前可通过计划性ECMO获得围术期支持。即使药物治疗mPAP与PVR已下降，仍可能因血流动力学不稳定导致手术中止，此时在再次手术前启用VA-ECMO提供心功能支持，有助于顺利完成移植且围术期并发症不明显^[5]。对合并右心功能障碍者，因术中可能出现呼吸衰竭与低心输出量，可择期采用VV-ECMO，并联合降低PVR的药物以改善心功能，术后在ICU逐步撤离ECMO与血管活性药物并继续肺血管扩张治疗^[4]。另有病例显示术前置入VA-ECMO可改善血流动力学并在术后较早撤机。高风险患者中ECMO有助于度过术后急性期，但功能储备差且体弱者远期恢复可能有限^[9]。

总体来看, ECMO支持下的成功移植为既往被认为无手术机会的中重度 PoPH 患者带来希望。

2.2 肝肺综合征 (HPS)

肝肺综合征 (HPS) 常伴随严重肝病。它涉及肺内血管增大和/或分流, 导致动脉供氧不规则^[10]。肝硬化患者中HPS的发生率约为10-30%。HPS唯一的治愈方法是LT。大多数HPS患者在LT后预计一年内能缓解。体外膜氧合 (ECMO) 是接受长期治疗的HPS患者可行的选择, 有望改善患者预后生活。

肝硬化合并 ARDS 与肝肺综合征 (HPS) 患者可出现常规治疗无效的危及生命低氧血症, 移植前启用 VV-ECMO 能为手术创造关键条件。相关病例显示, 在肝移植前约5天启动VV-ECMO 后, 可维持氧合并稳定病情, 使患者顺利完成肝移植并获得完全康复^[11]。对于重度HPS患者, 若超声提示右室扩大并伴中至重度三尖瓣返流, 血流动力学监测显示CVP与PCWP升高, 可先通过CVVHD在术前数日降低前负荷。由于低氧的主要机制为肺内分流, 在VV-ECMO联合CVVHD支持下实施肝移植可同时兼顾氧合与容量管理。手术过程可保持平稳, 移植肝功能良好。术后随着肺内分流减少, 可在短时间内撤除VV-ECMO, 例如约36小时即可撤机, 随后患者恢复顺利并实现 HPS 症状完全缓解^[8]。随着经验的增加, ECMO有望成为LT患者围手术期护理的重要组成部分, 并对严重HPS患者的LT患者提供高级支持。

2.3 严重的瓣膜性心脏病和右心衰竭

等待原位肝移植的终末期肝病患者若合并瓣膜病或冠心病, 治疗难度大^[5]。部分患者需行瓣膜修复或置换, 但大型心脏手术会显著增加术后肝衰风险, Child-Pugh C级死亡率可达70%^[5], MELD ≥ 13.5 或Child B、C级常被视为大型心脏手术禁忌。非搏动体外循环、体外循环时间延长及术后血管活性药物使用会增加肝功能失代偿风险, 术后抗凝需求进一步提升管理复杂度^[12]。瓣膜病合并重度肺动脉高压和三尖瓣关闭不全通常也是肝移植的严格禁忌证。临床曾尝试心脏手术联合肝移植, 但疗效受术前状态与准备影响较大, 多采取先心脏手术、存活后再行肝移植的策略, 需严格筛选并依赖多学科协作。ECMO为此提供替代路径。对于合并重度瓣膜病、肺动脉高压、低血压或心功能受损且难以耐受液体负荷的患者, 可在肝移植术中计划应用VA-ECMO以维持循环并避免肺动脉压升高和肺水肿, 术后可在短期内撤机, 并为后续瓣膜干预争取时间^[8]。类似策略在术前建立股动静脉回路以预防再灌注相关不稳定亦可获得围术期稳定, 并在术后约30小时撤除ECMO^[4]。另有病例提示, 术前择期

ECMO作为过渡支持可帮助合并瓣膜病与心衰者顺利完成肝移植并存活^[8]。

3 长期管外膜氧合 (ECMO) 在长期治疗手术中的应用

ECMO在肝移植术中多作为补救性治疗手段^[13]。其最常见启动指征为严重再灌注综合征导致的血流动力学紊乱与循环崩溃。当术中出现危及生命的心搏骤停时, 可通过将静脉旁路及时转换为VA ECMO提供循环与氧合支持, 从而完成有效复苏^[13], 在合并门脉性肺动脉高压 (PoPH) 患者发生心搏骤停时同样可作为补救措施^[6]。此外, 心内血栓、肺栓塞等血栓栓塞事件也是术中启用VA ECMO 的常见原因。在呼吸支持方面, 对于术中难治性低氧血症可采用VV ECMO维持氧合^[9]。当低血容量合并严重呼吸功能障碍与代谢性酸中毒引发心搏骤停时, 术中使用 VV ECMO 亦可能获得成功救治。

综上所述, 对接受ECMO治疗的肝移植患者进行临床管理难度较大, 仍需更多的临床经验和研究来优化相关技术、提升患者预后。同时临床决策需根据患者个体情况制定。此外, 制定明确的后续诊疗方案至关重要, 需明确ECMO仅作为患者恢复、接受移植或使用其他支持设备的过渡手段。

4 结论

ECMO在肝移植受者围术期可由补救前移为桥接: 术前维持氧合/循环、术中救治再灌注综合征或心搏骤停、术后支持重度心肺衰竭。需严格筛选可逆病因患者, 多学科制定模式与撤机策略, 并个体化抗凝以平衡出血与血栓风险。

参考文献

- [1]李斌飞,廖小卒,程周,等.主动脉内球囊反搏联合体外膜肺氧合在爆发性心肌炎性心源性休克中的应用[J].中国体外循环杂志,2014,12(02):77-79+67.
- [2]徐红党,张浩然,郎志斌,等.胸椎旁神经阻滞对非体外循环冠状动脉旁路移植术桥血管通畅性的影响[J].中华麻醉学杂志,2021,41(12):5.
- [3]Tonna J E, 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 journal, 2021, 67(6): 601-610.
- [4]刘静,徐江林,石晓路,等.益气活血法对舒张性心力衰竭大鼠心肌细胞钙稳态的影响[J].北京中医药大学学报,2022,45(02):165-175.
- [5]赵晓静,门剑龙,张珠博,等.终末期肝病患者止血再

平衡的实验监测及出血与血栓风险评估[J].中华检验医学杂志, 2025, 48(12):1616-1622.

[6]Sun X, Qiu W, Chen Y, et al. Utilization of extracorporeal membrane oxygenation for a severe cardiocirculatory dysfunction recipient in liver transplantation: A case report[J]. *Medicine*, 2018, 97(37): e12407.

[7]Goldberg D S, Batra S, Sahay S, et al. MELD exceptions for portopulmonary hypertension: current policy and future implementation[J]. *American Journal of Transplantation*, 2014, 14(9): 2081-2087.

[8]DuBrock H M, Runo J R, Sadd C J, et al. Outcomes of liver transplantation in treated portopulmonary hypertension patients with a mean pulmonary arterial pressure \geq 35 mm Hg[J]. *Transplantation direct*, 2020, 6(12): e630.

[9]颜雅苹,曾强,陶建平,等.67例儿童感染后闭塞性细支气管炎的临床特征与随访研究[J].临床肺科杂志,2023,28(05):689-693.

[10]吴克林,吴天英,桂心,等.肝肺综合征一例并文献复习[J].海南医学,2015,26(22):3414-3415.

[11]蔡君文,李前辉,林涛,等.ECMO联合抗感染救治重症肺炎致ARDS 1例[J].中国临床案例成果数据库, 2025, 07(01):E0901-E0901.

[12]吉冰洋.体外循环医师在心血管手术血液管理中的重要角色[J].中国体外循环杂志,2022,20(01):1-2.

[13]王卫利,高思楠,孙超,等.体外膜氧合在肝移植术后儿童重度急性呼吸窘迫综合征中的应用[J].中华器官移植杂志, 2020, 41(6):5.