

加速康复外科理念在肺移植围手术期管理中的应用进展

付强 胡春晓 郑硕 黄丕来 宁新忠 吴强 黄佳 岑福兰 陈培芬 陈静瑜 乔坤

【摘要】 加速康复外科（ERAS）是基于循证医学依据的、以达到快速康复效果的一系列围手术期优化处理措施。现有研究已表明，ERAS可有效降低手术应激，减少并发症发生，缩短住院时间，节省医疗费用，并提高患者满意度。目前，肺移植手术技术发展已日趋成熟，但肺移植受者围手术期仍存在较高的并发症发生率。为进一步提高肺移植受者围手术期生存率，将ERAS理念引入肺移植围手术期管理策略，对降低围手术期并发症发生率及促进肺移植受者快速康复、长期生存具有重要意义。本文就ERAS理念在肺移植围手术期管理中的应用进展作一论述，旨在为优化肺移植受者围手术期管理、减少围手术期并发症提供参考。

【关键词】 加速康复外科；肺移植；预康复；终末期肺病；疼痛管理；液体管理；免疫抑制；排斥反应

【中图分类号】 R617, R493.3 **【文献标志码】** A **【文章编号】** 1674-7445 (2025) 06-0019-07

Advances in the application of enhanced recovery after surgery in perioperative management of lung transplantation

Fu Qiang*, Hu Chunxiao, Zheng Shuo, Huang Pilai, Ning Xinzhong, Wu Qiang, Huang Jia, Cen Fulan, Chen Peifen, Chen Jingyu, Qiao Kun. *National Clinical Research Center for Infectious Diseases, the Second Affiliated Hospital of Southern University of Science and Technology, Department of Thoracic Surgery, Shenzhen Third People's Hospital, Shenzhen 518100, China
Corresponding author: Qiao Kun, Email: szqiaokun@163.com

【Abstract】 Enhanced recovery after surgery (ERAS) is a series of perioperative optimization measures based on evidence-based medicine aimed at achieving rapid recovery. Existing studies have shown that ERAS can effectively reduce surgical stress, decrease the incidence of complications, shorten hospital stays, save medical costs, and improve patient satisfaction. Although lung transplantation techniques have become increasingly mature, lung transplant recipients still have a high incidence of complications during perioperative period. To further improve the perioperative survival rate of lung transplant recipients, introducing ERAS concept into the perioperative management strategy of lung transplantation is of great significance for reducing incidence of perioperative complications, promoting rapid recovery and long-term survival of lung transplant recipients. This article discusses the advances in application of ERAS concept in the perioperative management of lung transplantation, aiming to provide references for optimizing the perioperative management of lung transplant recipients and reducing perioperative complications.

【Key words】 Enhanced recovery after surgery; Lung transplantation; Prehabilitation; End-stage lung disease; Pain management; Fluid management; Immunosuppression; Rejection

DOI: 10.12464/j.issn.1674-7445.2025191

基金项目：国家科技重大专项科技创新项目（2023ZD0501905）；深圳市三名工程（SZSM202311034）；深圳高水平医院建设经费（G2022123）

作者单位：518100 深圳，国家感染性疾病临床医学研究中心 南方科技大学第二附属医院 深圳市第三人民医院胸外科（付强、郑硕、黄丕来、宁新忠、乔坤），手术麻醉科（吴强），重症医学科（黄佳、岑福兰），呼吸内科（陈培芬）；南京医科大学附属无锡人民医院麻醉科（胡春晓），肺移植中心（陈静瑜）；浙江大学第二附属医院肺移植中心（陈静瑜）

作者简介：付强（ORCID 0000-0003-2704-1171），硕士研究生，主治医师，研究方向为肺癌、食管癌、纵隔肿瘤的微创治疗、终末期肺病肺移植治疗等，Email: 525119330@qq.com

通信作者：乔坤（ORCID 0000-0003-2490-260X），硕士，主任医师，研究方向为胸外科学、肺移植，Email: szqiaokun@163.com

肺移植是终末期肺病（如慢性阻塞性肺病、肺纤维化、囊性纤维化等）患者的唯一有效治疗手段，但其围手术期管理复杂，术后并发症（如原发性移植物功能障碍、感染、排斥反应等）发生率高，严重影响受者生存率和生活质量。传统的围手术期管理模式常因过度依赖术后重症监护、镇痛不足或过度、长期卧床等因素，导致恢复延迟和并发症风险增加。近年来，加速康复外科（enhanced recovery after surgery, ERAS）作为一种多学科协作的循证医学模式，通过优化围手术期管理策略，已在心胸外科、胃肠外科等领域广泛应用并显著缩短住院时间、减少并发症并改善预后。然而，由于肺移植受者病情复杂，ERAS 在肺移植领域的应用仍处于探索阶段，相关研究较少且缺乏标准化方案。本文就 ERAS 理念在肺移植围手术期管理中的应用进展及结合本中心使用 ERAS 理念进行肺移植围手术期管理相关经验作一论述。

1 ERAS 在肺移植围手术期管理中的应用难点

ERAS 是一种优化的多模式围手术期康复策略，通过优化围手术期管理来加速患者术后康复。已有研究表明，有效的围手术期 ERAS 管理能安全地减少患者术后住院时间并加速患者术后康复^[1]。但由于肺移植受者术前病情较重，术后管理复杂，使用 ERAS 进行肺移植围手术期管理相对谨慎，因此目前针对肺移植受者实施围手术期 ERAS 管理的报道并不多见^[2]。肺移植手术难度大、时间长，围手术期管理往往需要涉及外科、麻醉、护理、康复、营养等多学科协作。因此现阶段 ERAS 在肺移植受者围手术期管理中仍存在诸多难点与挑战，涉及肺移植受者的围手术期康复、营养支持、疼痛管理、液体管理、感染防控与抗排斥反应治疗等多个方面。

2 ERAS 在肺移植围手术期管理中的应用经验

2.1 术前预康复

肺移植受者多为终末期肺病患者，术前常合并营养不良、心肺功能极差以及长期接受激素治疗等。受者术前状态直接影响术后恢复，因此在移植等待期间，协助受者维持状态稳定、尽可能防止或延缓病情恶化对提高移植成功率及长期生存至关重要。有研究表明，肺移植术前预康复有利于改善受者机体状态并

提高术后生存率^[3-4]。即使在部分受者病情严重且逐渐进展的情况下，预康复仍然具有重要意义，能帮助其维持运动能力并改善预后^[5]。预康复主要包括术前心肺功能锻炼、营养支持及心理干预。心肺功能锻炼需根据受者不同肌力情况及呼吸衰竭程度制定个体化方案，如深呼吸、腹式呼吸、缩唇呼吸技巧、主动循环呼吸技术以及上肢伸展运动、握力、拉力训练和下肢力量训练，如床上脚踏车训练、直腿抬高、桥式运动等^[6]，同时鼓励受者独立行走，每日进行步行锻炼。已有研究表明，术前 6 min 步行试验距离及股四头肌力量是肺移植受者术后运动功能恢复的独立预测因素^[7]。在训练期间由责任护士密切关注受者的血氧饱和度、呼吸频率、心率及疲劳程度。此外，应在术前即对受者进行术后康复相关内容及设备的适应性训练，包括俯卧位通气、经鼻高流量湿化氧疗仪器及无创呼吸机等^[8]。肺移植受者术前易合并营养不良，应常规进行营养筛查评定^[9-10]。针对高营养风险或中、重度营养不良的受者应接受术前营养支持治疗，时间为 7~14 d，能经口进食的受者，首选口服营养补充剂，无法经口进食或饮食联合口服营养补充剂无法达到 60% 目标总能量，可选择管饲肠内营养^[11]。有研究表明在肺移植等待期，焦虑症和抑郁症是危害受者身心健康的主要因素^[12]。因此，术前需由心理专科医生对肺移植受者进行心理筛查，对存在焦虑、抑郁等情绪应激的受者提前进行心理干预，从而使受者以更主动的心理状态接受手术。

2.2 术后早期拔管

肺移植术后早期撤除体外膜肺氧合（extracorporeal membrane oxygenation, ECMO）以及拔除气管插管与良好的预后相关^[13-14]。术后 72 h 内撤除 ECMO 可以减少术后并发症的发生率，包括出血、血栓、感染以及肢体并发症等。早期撤除 ECMO 对于受者术后进行早期康复锻炼至关重要，长时间 ECMO 支持可能导致呼吸肌废用性萎缩。早期撤除 ECMO 还可有助于刺激和锻炼呼吸肌功能恢复，并促进受者早期进行离床活动^[15-16]。因此，当受者术后血流动力学稳定后应当根据动脉血气分析结果、床旁胸片及纤维支气管镜检查等结果，尽早撤除 ECMO 并及时调整镇静、镇痛深度，让受者恢复自主呼吸，尽早拔除气管插管。国际体外生命支持组织的 ECMO 使用指南认为，ECMO 辅助水平低于心肺功能总体的 30% 时可考虑撤除 ECMO，主要标准包括：（1）降低 ECMO

气流量至零,在呼吸机条件不变基础上,能维持氧合指标满意且无明显二氧化碳潴留;(2)气管镜下见支气管及吻合口无明显渗血、水肿及大量伪膜形成;(3)X线胸片显示肺张力恢复满意,无明显液、气胸及感染、水肿表现^[17-18]。

肺移植术后受者进行保护性肺通气,应尽早地进行拔除气管插管评估和试验,以减轻支气管吻合口的压力,降低肺部感染的发生率。有研究表明术后 2 d 内拔除气管插管更有助于促进肺移植受者术后康复,缩短住院时长,帮助受者改善肺功能及日常活动能力^[14,19]。拔除气管插管标准包括:(1)自主呼吸试验成功;(2)受者血流动力学稳定;(3)呼吸道通畅且分泌物不多;(4)X线胸片无明显渗出;(5)格拉斯哥昏迷量表评分为 13 分及以上,拔除气管插管后可序贯使用无创呼吸机,并给予受者床边运动恢复锻炼,更好地改善受者膈肌功能,必要时可以使用超声进行膈肌功能评估,以改善受者排痰和呼吸能力^[20]。通过术前预康复、术中肺保护性通气策略、术后早期撤机拔管等措施不仅可以有效减少呼吸机相关性肺炎风险,还能促进受者术后尽早开始进行康复锻炼,加快术后康复。

2.3 营养支持

在肺移植各个阶段提供营养支持是至关重要的,且肺移植受者最佳的营养状况与更好的移植后结局和存活率相关^[21-22]。有研究认为移植术后患者应早期(48 h 内)给予正常食物或肠内营养,营养不良的患者应与肠外营养联合使用,并逐步达到能量需求^[23]。有研究发现当术后营养目标 < 70% 时,受者往往出现气管插管拔除延迟并延长术后住院时间。在肺移植受者中,负能量平衡与较高的病死率有关^[24]。肺移植受者术后应当通过评估其肠道功能恢复情况来决定给予肠内或肠外营养,或者两者相结合。鼻饲营养通常初始剂量为 41.84~85.68 kJ/h,每日最高剂量不超过 2 092 kJ,蛋白质摄入量 1.2~2.0 g/(kg·d)。通常在拔除经口气管插管后 2 h 后开始适量饮水,经评估吞咽功能状况无障碍后可给予流食^[25]。除了足量的能量供给,还需注意主要营养素的配比及维生素、微量元素的补充。对于肺移植受者,由于术后抗生素、抗排斥反应药物的应用,受者容易出现消化系统并发症,包括胃食管返流、胃瘫、肠梗阻、肠穿孔等^[26]。在进行营养支持治疗的过程中还应当严密监测有无呕吐、腹胀、腹泻、胃潴留、误吸、消化道出血等^[27]。

2.4 疼痛管理

肺移植手术创伤大、留置管道多,术后常需要频繁进行有创操作,受者面临各种疼痛问题,严重影响其睡眠及康复锻炼的进行。研究显示,肺移植受者术后疼痛程度剧烈发生率高,约 75% 为中重度疼痛,尤其在咳嗽及呼吸训练等活动时更容易引起疼痛加重,严重阻碍受者进行康复锻炼^[28]。疼痛可导致移植受者神经内分泌功能紊乱和介导免疫反应,触发术后高凝状态,调动炎性介质与细胞因子的释放,抑制细胞和体液免疫,影响移植肺的存活及功能^[29]。因此有效的术后疼痛管理对于受者康复至关重要。

目前肺移植术后常用的镇痛模式有受者自控静脉镇痛、胸椎旁神经阻滞、肋间神经阻滞以及切口局部麻醉药浸润等。对于肺移植受者应当优化镇痛与减少阿片类药物使用,以尽可能减少阿片类药物对呼吸功能的抑制。受者术后拔除气管插管前可采用静脉镇痛泵镇痛,如瑞芬太尼、舒芬太尼等阿片类药物,拔管后应当逐步减少阿片类药物使用。根据现有的胸外科 ERAS 研究结果及部分肺移植受者术后疼痛管理文献,术后采用多模式镇痛方案可以取得较好的镇痛效果^[30-31]。其中全身药物主要为非甾体抗炎药,局部镇痛方案主要有术中的椎旁联合肋间神经阻滞、局部伤口浸润麻醉等,其优点是镇痛效果确切且无全身不良反应,但缺点主要是持续时间短,通常 2~3 d 后则完全失去镇痛效果。在此基础上,可以在术中加入肋间神经冷冻技术,使镇痛效果持续 1~3 个月。对于部分术后仍存在严重疼痛的受者,可以采用局部伤口浸润+床旁肋间神经阻滞的方法进行补救性镇痛。目前术后疼痛仍缺乏客观监测指标,而不同受者对疼痛的灵敏度及耐受度差异较大,因此术后制定个体化镇痛方案和精确调整药物剂量仍是术后镇痛的难点之一并需进一步实践与探索^[32]。

2.5 液体管理

肺移植术后液体控制不佳是受者发生原发性移植失功的重要危险因素,目前肺移植术后多提倡采用目标导向的液体治疗,根据受者的心功能、尿量、中心静脉压、血压评估补液量,尽量达到出入量负平衡,避免肺水肿。肺移植术后早期 24 h 内可利用脉搏指示连续心输出量技术进行监测,获取个体化的血流动力学指标,准确评估受者术后液体容量。通过肺动脉压、乳酸、中心静脉压、血压、尿量等指标评估受者的容量状态,指导受者术后精准补液治疗^[33-34]。

除此以外还应当关注胸腔引流、胃管引流量以及非显性失水量,以准确记录受者出入量。提倡记录每小时尿量,监测并维持尿量 $0.5 \sim 1.0 \text{ mL}/(\text{kg} \cdot \text{h})$,如尿量持续 $< 0.5 \text{ mL}/(\text{kg} \cdot \text{h})$,需实施精细化液体管理,如进一步扩容补液等^[33,35]。对于术后存在急性肾损伤的受者应当尽早识别及干预^[36-37]。术后应当通过常规监测动脉血气分析、血清电解质、血清肌酐等以反映受者术后液体状态,及时调整受者的液体管理策略^[38-39]。可以通过使用低剂量正性肌力药物、血管活性药物联合限制性液体复苏方案来维持血流动力学稳定。术后受者血压控制目标应当根据受者一般状况、术前血压水平等进行设定。血压过高会增加受者活动性出血的风险,血压偏低提示受者有效循环血容量不足,容易影响心、脑、肾的灌注功能。术后补液应当通过输液泵控制液体入量,速度为 $0.5 \sim 1.0 \text{ mL}/(\text{kg} \cdot \text{h})$ ^[40]。肺移植术后液体管理的主要目标是出入量管理和指标监测,既要求能保证容量需求又需要能有效减少肺水肿,因此术后避免过量输注液体和尽早实现适当的负平衡是降低术后容量相关并发症发生率、病死率以及促进受者快速康复的重要措施。

2.6 术后康复锻炼

肺移植由于术前通常合并呼吸衰竭、活动能力差,同时手术创伤大、术后留置管道多,肺移植受者术后往往卧床时间较长,导致其四肢肌肉废用性萎缩、咳嗽及活动能力减弱,严重影响受者术后康复。已有的研究表明,肺移植围手术期的康复干预能有效地改善肺移植受者四肢肢体肌肉功能、运动能力、肺功能表现,提高受者肺移植术后的生活质量^[41-43]。术后康复在受者血流动力学平稳、神志清楚时即可开始,康复内容包括深呼吸和腹式呼吸,以及在物理治疗师辅助下进行的徒手胸部扩张训练、主动呼吸循环技术以及吸气肌训练等^[44-45]。在此基础上,还应当积极进行体位引流以及排痰训练。除呼吸训练外,床上及床旁的运动也十分重要,运动训练可提高受者耐力、身体功能水平,增强其肌肉功能^[42],包括被动或主动的关节活动、阻力练习、床上踏车运动、床旁坐立训练、床边站立及行走等。运动过程中受者最大心率不超过最大靶心率($220 - \text{年龄}$)的 80% 为安全范围。随着受者适应性逐渐增强,还可以借助弹力带、沙袋、哑铃等,对肱二头肌、股四头肌等上下肢肌肉进行力量性的训练^[46]。此外,还应加强受者气道廓清能力训练,通过主动及被动治疗方法促进受者排出痰

液,如胸部叩拍、振动以及主动循环呼吸技术等。术后有效的康复训练及心肺物理治疗能促进肺移植受者术后快速康复,对改善肺移植受者术后肺功能、四肢肌力、行走耐力、最大运动能力具有积极意义^[47-48]。

2.7 免疫抑制方案及感染预防

肺移植术后普遍采用免疫抑制药联合用药方案,术后常用免疫抑制维持方案包括钙调磷酸酶抑制剂、细胞增殖抑制剂、糖皮质激素以及雷帕霉素靶蛋白抑制剂等。目前肺移植术后最常用的免疫抑制维持方案为上述药物中的 3 种联合应用。在免疫抑制治疗过程中,除了定期监测药物浓度及早期识别排斥反应外,还需要密切关注免疫抑制药与其他药物之间的相互作用及药物不良反应^[49]。

感染是肺移植受者最常见的并发症,在前 3 个月内发生率高达 42%。因此术后常规预防性使用广谱抗生素,通常包括第 3 代头孢菌素和万古霉素,术前尽可能明确受者及供肺的感染情况、病原菌分布及耐药情况,以便于术后进行针对性治疗。当受者术后活动耐力逐渐好转、血气分析氧合满意、肺部渗出逐渐吸收以及气管镜吻合口愈合良好时可尽早实施抗生素降阶梯治疗,以减少耐药、菌群失调及二重感染风险。整个抗感染预防疗程通常为 7~10 d。对于移植前有感染或定植史的受者,围手术期应根据既往的培养结果和药物敏感性进行有针对性的治疗,必要时可适当延长治疗时间^[50]。肺移植病房的管理应当尽可能做到专人专用,定期通风、消毒,减少和控制进出病房的人数。接触肺移植受者的医护人员及陪护人员应当做好手部卫生,佩戴口罩、帽子、鞋套及隔离衣。

2.8 围手术期宣教及出院后随访

肺移植受者病情和用药情况复杂,即使出院后也需要高质量的居家护理以减少感染、排斥反应等并发症发生,但是大多数受者难以在短时间内掌握全面且专业的自我照护技巧^[51-52]。因此,需要在整个围手术期对受者及家属进行不间断宣教,包括术前充分沟通、康复锻炼要点、健康作息规律的培养、术后服药时间节点、药物不良反应及注意事项。出院前发放肺移植教育手册及用药清单,出院后通过微信视频、微信群对受者每天进行沟通指导,以及定期门诊复查。

3 小 结

由于肺移植的复杂性与不稳定性,为保障 ERAS 的顺利实施,应当严格把控肺移植受者 ERAS 方案准

入、排除与退出标准。目前随着肺移植手术技术的日趋成熟,通过 ERAS 理念进行肺移植受者围手术期管理,以尽可能降低围手术期并发症发生率以达到肺移植受者快速康复、长期生存具有重要意义。我们希望今后能有更大样本量的研究来探索 ERAS 理念在肺移植围手术期管理中的应用。

参考文献:

- [1] 伍威, 邹捍东, 谢文杰, 等. 加速康复外科优化肺移植患者术后重症监护管理的经验[J]. 武汉大学学报(医学版), 2021, 42(4): 542-545. DOI: 10.14188/j.1671-8852.2021.6008.
WU W, ZOU H D, XIE W J, et al. Experience of ERAS in optimizing intensive care management after lung transplantation[J]. Med J Wuhan Univ, 2021, 42(4): 542-545. DOI: 10.14188/j.1671-8852.2021.6008.
- [2] 张水军. 加速康复外科在器官移植中的研究与展望[J/OL]. 实用器官移植电子杂志, 2019, 7(6): 423-425, 408. DOI: 10.3969/j.issn.2095-5332.2019.06.003.
ZHANG S J. Research and prospect of accelerated rehabilitation surgery in organ transplantation[J/OL]. Pract J Organ Transplant (Electr Vers), 2019, 7(6): 423-425, 408. DOI: 10.3969/j.issn.2095-5332.2019.06.003.
- [3] ZENG F, CAI L, GUO L, et al. Pulmonary rehabilitation protocols in urgent lung transplantation patients[J]. World J Emerg Med, 2024, 15(1): 47-51. DOI: 10.5847/wjem.j.1920-8642.2024.015.
- [4] HUME E, WARD L, WILKINSON M, et al. Exercise training for lung transplant candidates and recipients: a systematic review[J]. Eur Respir Rev, 2020, 29(158): 200053. DOI: 10.1183/16000617.0053-2020.
- [5] MUNAWAR M, WICKERSON L, GOTTESMAN C, et al. Pulmonary rehabilitation in lung transplant candidates with pulmonary arterial hypertension[J]. Respir Med, 2024, 234: 107816. DOI: 10.1016/j.rmed.2024.107816.
- [6] WICKERSON L, ROZENBERG D, SINGER L G, et al. Early change in lower limb strength and function in lung transplant patients after center-based and telerehabilitation[J]. J Cardiopulm Rehabil Prev, 2023, 43(1): 55-60. DOI: 10.1097/hcr.0000000000000728.
- [7] WALSH J R, MORRIS N R, YERKOVICH S T, et al. Lung transplant candidates' quadriceps strength is a modifiable predictor of recovery in exercise capacity after transplantation[J]. J Heart Lung Transplant, 2025, DOI: 10.1016/j.healun.2025.05.018[Epub ahead of print].
- [8] 兰美娟, 曾妃, 梁江淑渊. 双肺移植患者肺康复方案的构建及应用[J]. 中华护理杂志, 2022, 57(6): 659-665. DOI: 10.3761/j.issn.0254-1769.2022.06.003.
LAN M J, ZENG F, LIANG J. Construction and application of a pulmonary rehabilitation program in patients with double lung transplantation[J]. Chin J Nurs, 2022, 57(6): 659-665. DOI: 10.3761/j.issn.0254-1769.2022.06.003.
- [9] STEWART B, BRODY R, SAMAVAT H, et al. Relationships between nutrition risk and frailty in candidates for lung transplant[J]. Clin Transplant, 2025, 39(6): e70205. DOI: 10.1111/ctr.70205.
- [10] 王大鹏, 李小杉, 徐忠平, 等. 受者体质量指数对肺移植术后早期预后的影响[J]. 器官移植, 2023, 14(5): 669-675. DOI: 10.3969/j.issn.1674-7445.2023081.
WANG D P, LI X S, XU Z P, et al. Effect of body mass index of recipients on early prognosis after lung transplantation[J]. Organ Transplant, 2023, 14(5): 669-675. DOI: 10.3969/j.issn.1674-7445.2023081.
- [11] 王意茹, 安晓, 刘晓熠, 等. 肺移植患者围术期营养管理的证据总结[J]. 护理学杂志, 2025, 40(8): 21-26. DOI: 10.3870/j.issn.1001-4152.2025.08.021.
WANG Y R, AN X, LIU X Y, et al. Evidence summary on perioperative nutrition management for lung transplant patients[J]. J Nurs Sci, 2025, 40(8): 21-26. DOI: 10.3870/j.issn.1001-4152.2025.08.021.
- [12] 季宇宣, 高蓓瑶. 肺移植候选者与肺移植受者心理状况评估及非药物治疗的研究进展[J]. 中日友好医院学报, 2024, 38(6): 354-357. DOI: 10.3969/j.issn.1001-0025.2024.06.007.
JI Y X, GAO B Y. Research progress on psychological status evaluation and non-drug treatment of lung transplant candidates and lung transplant recipients[J]. J China Jpn Friendsh Hosp, 2024, 38(6): 354-357. DOI: 10.3969/j.issn.1001-0025.2024.06.007.
- [13] IUS F, SOMMER W, TUDORACHE I, et al. Five-year experience with intraoperative extracorporeal membrane oxygenation in lung transplantation: indications and midterm results[J]. J Heart Lung Transplant, 2016, 35(1): 49-58. DOI: 10.1016/j.healun.2015.08.016.
- [14] WU T, ZHOU S, WU B, et al. The effect of early tracheal extubation combined with physical training on pulmonary rehabilitation of patients after lung transplantation: a randomized controlled trial[J]. J Thorac Dis, 2022, 14(4): 1120-1129. DOI: 10.21037/jtd-22-119.
- [15] 夏维, 许红阳, 毛文君, 等. 体外膜肺氧合在肺移植围手术期的应用[J/OL]. 中华移植杂志(电子版), 2021, 15(4): 199-204. DOI: 10.3877/cma.j.issn.1674-3903.2021.04.002.
XIA W, XU H Y, MAO W J, et al. Application of extracorporeal membrane oxygenation in the perioperative period of lung transplantation[J/OL]. Chin J Transplant (Electr Edit), 2021, 15(4): 199-204. DOI: 10.3877/cma.j.issn.1674-3903.2021.04.002.
- [16] 邢晓敏, 蔡英华, 周海琴, 等. 肺移植病人术后早期离床活动现状及影响因素分析[J]. 护理研究, 2023, 37(4): 602-607. DOI: 10.12102/j.issn.1009-6493.2023.04.007.
ZHENG X M, CAI Y H, ZHOU H Q, et al. Status quo and influencing factors of early out-of-bed activities in patients with lung transplantation[J]. Chin Nurs Res, 2023, 37(4): 602-607. DOI: 10.12102/j.issn.1009-6493.2023.04.007.
- [17] 王泓懿, 李益行, 高山, 等. 肺移植围术期 ECMO 应用经验分析[J/OL]. 实用器官移植电子杂志, 2023, 11(3): 237-241. DOI: 10.3969/j.issn.2095-5332.2023.03.009.
WANG H Y, LI Y X, GAO S, et al. Experience analysis of perioperative ECMO application in lung transplantation[J/OL]. Pract J Organ Transplant (Electr Vers), 2023, 11(3): 237-241. DOI: 10.3969/j.issn.2095-5332.2023.03.009.
- [18] MARTIN A K, MERCIER O, BOTTIGER B, et al.

- ISHLT consensus statement on the perioperative use of ECLS in lung transplantation: part III: postoperative considerations[J]. *J Heart Lung Transplant*, 2025, DOI: 10.1016/j.healun.2025.03.004[Epub ahead of print].
- [19] MORGAN S, ANEMAN A, OLSEN N, et al. Lower tidal volume ventilation post-bilateral lung transplantation is associated with ventilator-free days[J]. *Acta Anaesthesiol Scand*, 2025, 69(5): e70030. DOI: 10.1111/aas.70030.
- [20] 轩晨昊, 许红阳, 王大鹏. 肺移植术后患者的机械通气研究进展[J/OL]. *实用器官移植电子杂志*, 2024, 12(2): 177-181. DOI: 10.3969/j.issn.2095-5332.2024.02.020.
- XUAN C H, XU H Y, WANG D P. Research progress on mechanical ventilation in patients after lung transplantation[J/OL]. *Pract J Organ Transplant (Electr Vers)*, 2024, 12(2): 177-181. DOI: 10.3969/j.issn.2095-5332.2024.02.020.
- [21] JOMPHE V, LANDS L C, MAILHOT G. Nutritional requirements of lung transplant recipients: challenges and considerations[J]. *Nutrients*, 2018, 10(6): 790. DOI: 10.3390/nu10060790.
- [22] 轩晨昊, 许红阳, 王大鹏, 等. 探讨术前预后营养指数在肺移植术后病人早期预后中的预测价值[J]. *肠外与肠内营养*, 2023, 30(2): 85-90. DOI: 10.16151/j.1007-810x.2023.02.005.
- XUAN C H, XU H Y, WANG D P, et al. The value of preoperative prognostic nutritional index score in predicting short-term clinical outcomes of patients undergoing lung transplantation[J]. *Parenter Enter Nutr*, 2023, 30(2): 85-90. DOI: 10.16151/j.1007-810x.2023.02.005.
- [23] WEIMANN A, BRAGA M, HARSANYI L, et al. ESPEN guidelines on enteral nutrition: surgery including organ transplantation[J]. *Clin Nutr*, 2006, 25(2): 224-244. DOI: 10.1016/j.clnu.2006.01.015.
- [24] THEILLA M. How transplant patients are fed in the intensive care unit: a one-year retrospective study[J]. *Asia Pac J Clin Nutr*, 2020, 29(2): 262-265. DOI: 10.6133/apjcn.202007_29(2).0008.
- [25] 郑赛华, 杨带芹, 殷远梅, 等. 早期营养与康复训练在肺移植术后患者中的应用[J]. *护理实践与研究*, 2023, 20(6): 880-884. DOI: 10.3969/j.issn.1672-9676.2023.06.018.
- ZHENG S H, YANG D Q, YIN Y M, et al. Application of early nutrition and rehabilitation training in patients after lung transplantation[J]. *Nurs Pract Res*, 2023, 20(6): 880-884. DOI: 10.3969/j.issn.1672-9676.2023.06.018.
- [26] GARRISI E C, MÜLLER C, URE B, et al. The role of GERD diagnosis and treatment in preventing lung function decline after pediatric lung transplantation[J]. *Eur J Pediatr Surg*, 2025, 35(1): 52-59. DOI: 10.1055/s-0044-1791801.
- [27] 中华医学会肠外肠内营养学分会. 中国成人患者肠外肠内营养临床应用指南(2023版)[J]. *中华医学杂志*, 2023, 103(13): 946-974. DOI: 10.3760/cma.j.cn112137-20221116-02407.
- Branch of Parenteral and Enteral Nutrition of Chinese Medical Association. Guideline for clinical application of parenteral and enteral nutrition in adults patients in China (2023 edition) [J]. *Chin Med J*, 2023, 103(13): 946-974. DOI: 10.3760/cma.j.cn112137-20221116-02407.
- [28] DZIERBA A L, ABRAMS D, MADAHAR P, et al. Current practice and perceptions regarding pain, agitation and delirium management in patients receiving venovenous extracorporeal membrane oxygenation[J]. *J Crit Care*, 2019, 53: 98-106. DOI: 10.1016/j.jcrc.2019.05.014.
- [29] 朱睿瑶, 喻淑慧, 高文蔚, 等. 19例肺移植受者术后镇痛镇静管理经验总结[J]. *武汉大学学报(医学版)*, 2021, 42(4): 574-578. DOI: 10.14188/j.1671-8852.2021.6013.
- ZHU R Y, YU S H, GAO W (W /Y), et al. Summary of perioperative analgesia and sedation management of 19 lung transplant recipients[J]. *Med J Wuhan Univ*, 2021, 42(4): 574-578. DOI: 10.14188/j.1671-8852.2021.6013.
- [30] 任姿锦, 曹晓东, 吴婷, 等. 活动性疼痛管理模式在肺移植病人围术期的应用[J]. *循证护理*, 2023, 9(16): 3000-3005. DOI: 10.12102/j.issn.2095-8668.2023.16.025.
- REN Z J, CAO X D, WU T, et al. Application of active pain management model in perioperative period of lung transplantation patients[J]. *Chin Evid Based Nurs*, 2023, 9(16): 3000-3005. DOI: 10.12102/j.issn.2095-8668.2023.16.025.
- [31] 赵欢喆, 李宽, 陈秋玲, 等. 基于加速康复外科理念的多模式镇痛在胸外科手术患者中的应用成效[J]. *中国医药指南*, 2025, 23(1): 28-31. DOI: 10.15912/j.issn.1671-8194.2025.01.008.
- ZHAO H Z, LI K, CHEN Q L, et al. Effectiveness of multimodal analgesia based on the concept of enhanced recovery afer surgery in thoracic surgery patients[J]. *Guide China Med*, 2025, 23(1): 28-31. DOI: 10.15912/j.issn.1671-8194.2025.01.008.
- [32] 廖小勇, 葛明建. 胸外科术后镇痛研究进展[J]. *医学综述*, 2018, 24(3): 581-585. DOI: 10.3969/j.issn.1006-2084.2018.03.032.
- LIAO X Y, GE M J. Research progress of postoperative analgesia in thoracic surgery[J]. *Med Recapitul*, 2018, 24(3): 581-585. DOI: 10.3969/j.issn.1006-2084.2018.03.032.
- [33] SHEN Y, JIANG D, YUAN X, et al. Perioperative fluid balance and early acute kidney injury after lung transplantation[J]. *Heart Lung*, 2024, 68: 37-45. DOI: 10.1016/j.hrtlng.2024.06.008. DOI: 10.1016/j.transproceed.2022.02.021.
- [34] 刘嘉龙, 郭文超, 滕娇, 等. 成人急性肾损伤患者连续性肾脏替代治疗管理的最佳证据总结[J]. *中华急危重症护理杂志*, 2024, 5(2): 172-180. DOI: 10.3761/j.issn.2096-7446.2024.02.016.
- LIU J L, GUO W C, TENG J, et al. Summary of best evidence for the management of continuous renal replacement therapy in adults with acute kidney injury[J]. *Chin J Emerg Crit Care Nurs*, 2024, 5(2): 172-180. DOI: 10.3761/j.issn.2096-7446.2024.02.016.
- [35] KING C S, VALENTINE V, CATTAMANCI A, et al. Early postoperative management after lung transplantation: results of an international survey[J]. *Clin Transplant*, 2017, 31(7): e12985. DOI: 10.1111/ctr.12985.
- [36] MALLET M, TODESCO A, DREVET G, et al.

- Postoperative acute kidney injury requiring dialysis after lung transplantation: factors associated and long-term outcomes[J]. *Eur J Cardiothorac Surg*, 2025, 67(8): ezaf247. DOI: 10.1093/ejcts/ezaf247.
- [37] GRINS E, WIJK J, BJURSTEN H, et al. Acute kidney injury after lung transplantation, incidence, risk factors, and effects: a Swedish nationwide study[J]. *Acta Anaesthesiol Scand*, 2025, 69(4): e70014. DOI: 10.1111/aas.70014.
- [38] ZHAN L, LIN J, CHEN J, et al. The application of ERAS in the perioperative period management of patients for lung transplantation[J]. *Surg Open Sci*, 2024, 21: 22-26. DOI: 10.1016/j.sopen.2024.09.001.
- [39] 隋萌, 黄睦容, 马然明, 等. 肺移植围手术期液体管理的新进展[J]. *器官移植*, 2025, 16(4): 648-652. DOI: 10.12464/j.issn.1674-7445.2025080.
- SUI M, HUANG M R, MA R M, et al. New advances in perioperative fluid management in lung transplantation[J]. *Organ Transplant*, 2025, 16(4): 648-652. DOI: 10.12464/j.issn.1674-7445.2025080.
- [40] WAJDA-POKROTKA M, NADZIAKIEWICZ P, KRAUCHUK A, et al. Influence of fluid therapy on kidney function in the early postoperative period after lung transplantation[J]. *Transplant Proc*, 2022, 54(4): 1115-1119. DOI: 10.1016/j.transproceed.2022.02.021.
- [41] PEHLIVAN E, BALCI A, KILIC L, et al. Preoperative pulmonary rehabilitation for lung transplant: effects on pulmonary function, exercise capacity, and quality of life; first results in Turkey[J]. *Exp Clin Transplant*, 2018, 16(4): 455-460. DOI: 10.6002/ect.2017.0042.
- [42] LANGER D. Rehabilitation in patients before and after lung transplantation[J]. *Respiration*, 2015, 89(5): 353-362. DOI: 10.1159/000430451.
- [43] NAKANISHI K, SCHWEIGER T, SCHWARZ S, et al. The impact of restricted chests on long-term lung function parameters following lung transplantation in patients with interstitial lung disease[J]. *Eur J Cardiothorac Surg*, 2024, 67(1): ezae465. DOI: 10.1093/ejcts/ezae465.
- [44] POLASTRI M, VENTURINI E, PASTORE S, et al. Do chest expansion exercises aid re-shaping the diaphragm within the first 72 Hours following lung transplantation in a usual interstitial pneumonia patient?[J]. *Physiother Res Int*, 2015, 20(3): 191-196. DOI: 10.1002/pri.1620.
- [45] 杨智慧, 杨慧, 陈瑞云. 主动循环呼吸技术结合反馈式抗阻吸气肌训练对肺移植术后患者的影响[J]. *齐鲁护理杂志*, 2023, 29(16): 101-103. DOI: 10.3969/j.issn.1006-7256.2023.16.032.
- YANG Z H, YANG H, CHEN R Y. Effect of active circulatory breathing combined with feedback resistance inspiratory muscle training on patients after lung transplantation[J]. *J Qilu Nurs*, 2023, 29(16): 101-103. DOI: 10.3969/j.issn.1006-7256.2023.16.032.
- [46] 浙江省护理学会呼吸护理专业委员会. 肺移植患者术后肺康复护理专家共识[J]. *中华护理杂志*, 2024, 59(1): 10-15. DOI: 10.3761/j.issn.0254-1769.2024.01.001.
- Respiratory Nursing Professional Committee of Zhejiang Provincial Nursing Society. Expert consensus on postoperative pulmonary rehabilitation nursing for lung transplant patients[J]. *Chin Nurs J*, 2024, 59(1): 10-15. DOI: 10.3761/j.issn.0254-1769.2024.01.001.
- [47] CANDEMIR I, ERGUN P, KAYMAZ D, et al. The efficacy of outpatient pulmonary rehabilitation after bilateral lung transplantation[J]. *J Cardiopulm Rehabil Prev*, 2019, 39(4): E7-E12. DOI: 10.1097/HCR.0000000000000391.
- [48] FLORIAN J, WATTE G, TEIXEIRA P J Z, et al. Pulmonary rehabilitation improves survival in patients with idiopathic pulmonary fibrosis undergoing lung transplantation[J]. *Sci Rep*, 2019, 9(1): 9347. DOI: 10.1038/s41598-019-45828-2.
- [49] 中华医学会器官移植学分会. 中国肺移植免疫抑制治疗及排斥反应诊疗规范(2019版)[J/OL]. *中华移植杂志(电子版)*, 2019, 13(2): 94-98. DOI: 10.3877/cma.j.issn.1674-3903.2019.02.004.
- Branch of Organ Transplantation of Chinese Medical Association. Diagnosis and treatment specification for immunosuppressive therapy and rejection of lung transplantation in China(2019 edition)[J/OL]. *Chin J Transplant (Electr Edit)*, 2019, 13(2): 94-98. DOI: 10.3877/cma.j.issn.1674-3903.2019.02.004.
- [50] 王文静, 李小杉, 钱婷, 等. 肺移植术后肺部感染的研究现状[J]. *中国呼吸与危重监护杂志*, 2022, 21(8): 550-555. DOI: 10.7507/1671-6205.202207080.
- WANG W J, LI X S, QIAN T, et al. The present research status on pulmonary infections after lung transplantation[J]. *Chin J Respir Crit Care Med*, 2022, 21(8): 550-555. DOI: 10.7507/1671-6205.202207080.
- [51] GHOLAMZADEH M, SAFDARI R, AMINI S, et al. Feasibility study and determination of prerequisites of telecare programme to enhance patient management in lung transplantation: a qualitative study from the perspective of Iranian healthcare providers[J]. *BMJ Open*, 2023, 13(6): e073370. DOI: 10.1136/bmjopen-2023-073370.
- [52] 夏秋月, 毛燕君, 周洋, 等. 肺移植受者居家自我管理的最佳证据总结[J]. *中国医药导报*, 2025, 22(1): 122-129. DOI: 10.20047/j.issn1673-7210.2025.01.22.
- XIA Q Y, MAO Y J, ZHOU Y, et al. Summary of the best evidence for self-management of lung transplant recipients at home[J]. *China Med Her*, 2025, 22(1): 122-129. DOI: 10.20047/j.issn1673-7210.2025.01.22.

(收稿日期: 2025-08-09)

(本文编辑: 谢诗韵 鄢加佳)