

## 中国重症肝衰竭肝移植围手术期管理临床实践指南

中华医学会器官移植学分会 中国医师协会器官移植医师分会移植免疫专业委员会

**【摘要】** 重症肝衰竭是一种以肝功能急剧恶化、多器官功能衰竭和高病死率为特征的临床综合征，内科治疗效果有限，肝移植是挽救患者生命的唯一有效手段。然而患者同时存在的凝血障碍、免疫抑制、感染及心、肾、肺、脑等多器官功能障碍也显著增加了肝移植围手术期的死亡风险，限制了重症肝衰竭患者肝移植救治的开展。基于此，中华医学会器官移植学分会及中国医师协会器官移植医师分会移植免疫专业委员会组织专家通过总结文献、结合临床经验，按照循证医学的原则编写该指南，供肝移植相关专业医师的临床工作参考。

**【关键词】** 肝衰竭；肝移植；围手术期；肝性脑病；肝肾综合征；心血管并发症；体外膜肺氧合；细菌性感染

**【中图分类号】** R617, R575.3 **【文献标志码】** A **【文章编号】** 1674-7445 (2025) 06-0001-14

**Clinical practice guidelines for perioperative management of liver transplantation in patients with severe hepatic failure in China** Branch of Organ Transplantation of Chinese Medical Association, Transplant Immunology Committee of Branch of Organ Transplantation Physicians of Chinese Medical Doctor Association. The Third Affiliated Hospital of Sun Yat-sen University, Guangzhou 510000, China

Corresponding authors: Yi Huimin, Email: yhmssysu@163.com

Yang Yang, Email: yysysu@163.com

**【Abstract】** Severe liver failure is a clinical syndrome characterized by rapid deterioration of liver function, multi-organ dysfunction and high fatality. Medical treatment has limited efficacy, and liver transplantation is the only effective means to save patients' lives. However, the presence of coagulopathy, immune suppression, infection and dysfunction of multiple organs such as the heart, kidneys, lungs and brain in patients, also significantly increases the risk of death during the perioperative period of liver transplantation, limiting the implementation of liver transplantation for patients with severe liver failure. Based on this, Branch of Organ Transplantation of Chinese Medical Association and Transplant Immunology Committee of Branch of Organ Transplantation Physicians of Chinese Medical Doctor Association have organized experts to summarize the literature and combine clinical experience to write this guideline according to the principles of evidence-based medicine, for reference in the clinical work of physicians related to liver transplantation.

**【Key words】** Liver failure; Liver transplantation; Perioperative period; Hepatic encephalopathy; Hepatorenal syndrome; Cardiovascular complication; Extracorporeal membrane oxygenation; Bacterial infection

肝衰竭是危重病学与移植学交叉领域最复杂的病种之一。重症肝衰竭患者常合并多器官功能障碍，而肝移植作为唯一根治手段，其围手术期管理是难点也是影响患者生存与长期预后的关键点。近年来，体外

生命支持、精准影像、快速病原学诊断、目标导向循环与营养管理等技术的发展日新月异，但在重症肝衰竭肝移植围手术期领域的应用尚缺乏指导意见。鉴于此，中华医学会器官移植学分会联合中国医师协会器

DOI: 10.12464/j.issn.1674-7445.2025257

基金项目：国家科技重大专项（2023ZD0502403）；国家自然科学基金面上项目（82270690）；广东省重点专项项目（2023B1111050006）

执笔作者单位：510000 广州，中山大学附属第三医院（刘剑戎、范明明、陆平兰、黎利娟、何玉凤、吕海金、隋昕、陈森飏、李梓钰、邹云山）

通信作者：易慧敏，Email: yhmssysu@163.com；杨扬，Email: yysysu@163.com

官移植医师分会移植免疫专业委员会，组织多学科专家总结我国临床实践经验，借鉴国内外相关文献，制定《中国重症肝衰竭肝移植围手术期管理临床实践指南》。

## 1 证据等级与推荐强度

本指南的证据级别和推荐强度级别参照英国牛津大学循证医学中心制订的证据分级和推荐强度分类，见表 1。

表 1 英国牛津大学证据分级与推荐意见强度分级标准  
Table 1 The evidence grading and recommendation strength grading standards of University of Oxford in United Kingdom

推荐强度	证据等级	描述
A	1a	RCT <sup>①</sup> 的系统评价
	1b	结果可信区间小的RCT
	1c	显示“全或无效应”的任何证据
B	2a	队列研究的系统评价
	2b	单个队列研究（包括低质量RCT，如失访率>20%者）
	2c	基于患者结局的研究
	3a	病例对照研究的系统评价
	3b	单个病例对照研究
C	4	病例报道、低质量队列研究和低质量病例对照研究
D	5	专家意见（即无临床研究支持的仅依据基础研究或临床经验的推测）

注：①RCT为随机对照试验。

## 2 手术禁忌证

明确重症肝衰竭肝移植的手术禁忌证是提高手术安全性、合理分配有限供肝资源以及做到移植受者最大化受益的核心环节。除绝对禁忌证外，各移植中心要根据本单位实际情况综合考虑相对禁忌证。

**临床问题 1：**重症肝衰竭患者肝移植手术的禁忌证有哪些？

**推荐意见 1：**不可逆性重度脑损伤、脑水肿合并癫痫发作、Glasgow 评分≤5 分且无脑干反射者是肝移植手术禁忌证。（推荐强度 B，证据等级 3b）

**推荐意见说明：**

肝衰竭患者常见的神经系统并发症包括脑水肿、

癫痫、代谢性脑病、中枢系统感染、脑卒中等<sup>[1-2]</sup>。其中肝性脑病（hepatic encephalopathy, HE）导致的颅内高压是 50%~80% 暴发性肝衰竭患者死亡的原因。持续颅内高压（>20 mmHg）（1 mmHg=0.133 kPa）超过 6 h，可导致脑干梗死或弥漫性皮质坏死<sup>[3]</sup>，但脑室内监测颅内压法在肝衰竭患者中并不常用。便携且时效性强的经颅多普勒超声通过检测大脑中动脉血流速度和搏动指数，可动态评估颅内压和脑灌注状态，搏动指数持续升高提示脑疝风险<sup>[4-5]</sup>。颅脑 CT 或 MRI 可更直观地评估脑水肿、脑卒中情况<sup>[6-7]</sup>。不可逆性重度脑损伤（如脑疝、广泛脑坏死）、脑水肿合并癫痫发作、Glasgow 评分≤5 分且无脑干反射者无法通过肝移植手术获益<sup>[8]</sup>。

**推荐意见 2：**存在未控制的严重感染导致低氧血症或循环不稳定是肝移植手术禁忌证。（推荐强度 B，证据等级 3b）

**推荐意见说明：**

重症肝衰竭患者常合并多重感染，包括自发性腹膜炎（25%~31%）、尿路感染（20%~25%）、肺炎（15%~21%）、菌血症（12%）和软组织感染（11%）等<sup>[9-10]</sup>。移植术后免疫抑制与活动性感染的叠加可显著降低移植受者术后 1 年生存率（从 85.7% 至 30.0%）<sup>[11-12]</sup>，尚未控制的系统性感染（肺部感染、脓毒血症）并引起严重低氧血症（机械通气氧合指数<150 mmHg）或循环不稳定[需使用去甲肾上腺素 1 μg/（kg·min）以上或其他等效的血管活性药物维持血压]者行肝移植，预后极差<sup>[13]</sup>。

**推荐意见 3：**合并肺动脉高压肺动脉平均压（mean pulmonary artery pressure, mPAP）>45 mmHg 是肝移植手术绝对禁忌证，合并肝肺综合征动脉血氧分压（partial pressure of arterial oxygen, PaO<sub>2</sub>）<50 mmHg 是肝移植相对禁忌证。（推荐强度 B，证据等级 2c）

**推荐意见说明：**

门静脉性肺动脉高压（portal pulmonary arterial hypertension, POPH）在门静脉高压基础上发生的肺动脉压力升高，伴随肺血管阻力增加和肺毛细血管楔压正常或降低。接受肝移植的 POPH 患者术后 1 年生存率为 84%~92%<sup>[14]</sup>，术前 mPAP≥50 mmHg 的患者肝移植术后病死率可达 100%<sup>[15]</sup>，主要死因为右心衰竭，2024 年欧洲肝脏研究学会将 mPAP>45 mmHg 列为肝移植绝对禁忌证<sup>[16]</sup>。肝肺综合征

(hepatopulmonary syndrome, HPS)是指在肝病基础上,患者静息状态  $\text{PaO}_2 < 70 \text{ mmHg}$  或肺泡-动脉氧梯度  $\geq 15 \text{ mmHg}$  ( $\geq 64$  岁者  $\geq 20 \text{ mmHg}$ ) 合并肺内血管扩张。肝移植是唯一能根治 HPS 的治疗方式<sup>[17]</sup>, 肝衰竭合并 HPS 可导致患者术后生存率显著降低 (65.9% 比 97.3%)<sup>[18]</sup>。有数据显示 (非吸氧状态)  $\text{PaO}_2 < 50 \text{ mmHg}$  的 HPS 患者术后 1 年生存率约为 60%, 体外膜肺氧合 (extracorporeal membrane oxygenation, ECMO) 的支持明显改善了患者生存率, 但术后需呼吸机支持超过 48 h 者病死率高达 80%~100%<sup>[19]</sup>, 而合并严重肺部感染的 HPS 患者术后 1 年生存率仅为 30% (对照组 85.7%)<sup>[20]</sup>, 合并重度 POPH 的 HPS 患者术后病死率达 80%。

**推荐意见 4:** 存在各种原因导致的循环不稳定满足以下 1 条: (1) 需要两种及以上血管活性药物 (如去甲肾上腺素、多巴胺、肾上腺素) 联合使用; (2) 去甲肾上腺素  $\geq 1 \mu\text{g}/(\text{kg}\cdot\text{min})$ , 仍无法维持收缩压  $\geq 90 \text{ mmHg}$ , 是肝移植手术禁忌证。(推荐强度 B, 证据等级 2c)

#### 推荐意见说明:

重症肝衰竭常因心功能障碍、外周血管扩张、有效血容量不足或严重感染出现不同程度的血流动力学不稳定甚至难以纠正的休克 [(1) 需要两种及以上血管活性药物联合使用; (2) 去甲肾上腺素  $\geq 1 \mu\text{g}/(\text{kg}\cdot\text{min})$  仍无法维持收缩压  $\geq 90 \text{ mmHg}$ ]。此类患者肝移植手术耐受性极低, 术后病死率显著升高<sup>[21]</sup>。日本多中心回顾性研究发现, 术前血流动力学不稳定的肝衰竭患者即使在 ECMO 支持下肝移植术后生存率仍仅有 33%<sup>[22]</sup>。

**推荐意见 5:** 不可逆性心功能不全射血分数  $< 40\%$ 、未纠正的冠状动脉疾病 (狭窄  $\geq 70\%$  且有胸闷、心悸等症状)、无法控制的恶性心律失常是肝移植手术禁忌证。(推荐强度 B, 证据等级 3b)

#### 推荐意见说明:

心血管疾病是肝移植围手术期患者死亡的常见因素, 其中以心力衰竭和心律失常为主<sup>[23]</sup>。重症肝衰竭患者超声心动图显示左心室射血分数  $< 40\%$  时, 术后急性心力衰竭、心源性休克风险显著增加。终末期心肌病患者若合并左心室舒张末压  $> 25 \text{ mmHg}$  或右心室功能严重受损, 围手术期病死率高达 60% 以上<sup>[24]</sup>。多支冠状动脉严重狭窄 ( $\geq 70\%$ ), 尤其是左主干病变或前降支近端狭窄, 显著增加术中缺血性事

件风险。弥散性冠状动脉钙化或慢性完全闭塞性病变, 无法通过介入或搭桥手术改善<sup>[25]</sup>。持续性室性心动过速或房颤伴快速心室率, 药物或电复律无法控制者均可明显增加术中心脏意外发生风险<sup>[26]</sup>。

### 3 肝移植围手术期的肝外器官管理

**临床问题 2:** 重症肝衰竭患者呼吸系统的评估和维护方案有哪些?

**推荐意见 1:** 围手术期采用定期的床边 X 线、CT 检查、实时肺部超声、电阻抗断层成像技术 (electrical impedance tomography, EIT) 及血气分析等多种手段动态评估肺部合并症及术后并发症。(推荐强度 B, 证据等级 2a)

#### 推荐意见说明:

肝移植围手术期常见的呼吸系统并发症, 包括胸腔积液、肺炎、肺不张、肺水肿和急性呼吸衰竭等, 可显著延长患者的重症监护室 (intensive care unit, ICU) 停留时间, 增加再次气管插管和院内死亡的风险<sup>[27]</sup>。呼吸系统的评估可采用以下方法: (1) 床边胸部 X 线检查可发现 87.5% 的胸腔积液和 43.8% 的肺部感染; (2) 高分辨率 CT 可鉴别肺内复杂感染、肺不张、胸腔积液或肺血管异常<sup>[28]</sup>; (3) 床旁即时超声可速评估胸腔积液量及肺实变区域, 灵敏度达 95% 以上, 通过肺部弥漫性 B 线 ( $\geq 3$  条/肋间) 及肺实变, 评估肺间质水肿及肺泡损伤程度<sup>[29]</sup>; (4) 伴有呼吸困难的患者, 需要行立、卧位血气分析监测。患者存在直立位低氧血症合并注射震荡生理盐水后超声观察左心微泡显影延迟 ( $> 3$  个心动周期), 可确诊 HPS<sup>[30]</sup>; (5) EIT 可以利用生物电阻技术, 测定区域肺血流分布以及监测通气/血流值, 可协助指导肺复张, 个体化滴定呼气末正压以及判断治疗效果。在 HPS 患者中 EIT 可表现为背部或下肺区 (重力依赖区) 的血流信号异常增加, 上肺区 (非重力依赖区) 血流信号相对减少以及严重的通气/血流比值失调, 血流动力学曲线也符合大量分流的特征<sup>[31-33]</sup>。

**推荐意见 2:** 建议术前指导呼吸运动锻炼, 提高 6 min 步行能力; 术后联合床旁超声、EIT、纤维支气管镜技术指导呼吸功能训练、体位和气道管理, 联合限制性液体管理避免肺水肿, 维持最佳通气/血流值促进呼吸功能康复。(推荐强度 B, 证据等级 2b)

**推荐意见说明：**

术前进行呼吸运动锻炼，提高 6 min 步行能力可以减少肺部并发症<sup>[34]</sup>。术后早期积极的康复活动、侧卧位或俯卧位的体位引流联合有效的呼吸练习、限制性液体管理、保护性肺通气策略有助于减少肺部坠积，改善肺水肿。肝移植术后的俯卧位治疗需注意减少腹部的压迫，避免卧位对移植肝血流的影响。超声引导下胸腔积液穿刺，可减少穿刺相关医源性血、气胸风险并提高引流效率。术后常规使用床旁超声监测肺部并发症，通过评估胸膜滑动征及膈肌移动度，联合血氧饱和度及氧合指数动态调整机械通气参数，可减少呼吸机相关性肺损伤及降低 15% 术后肺不张的发生<sup>[35]</sup>。纤维支气管镜在直视下精准清除气道分泌物，改善氧合（平均提升 40~60 mmHg）。联合床旁即时超声定位可提高深部病原学证据获取的准确率（提升约 25%）、缩短抗生素使用时间（平均减少 3~5 d）改善氧合及缩短机械通气时间（减少 30%），减少二次插管率（降低 50%）<sup>[36]</sup>。超声评估下腔静脉直径及呼吸变异率指导补液，避免容量过负荷性肺水肿（发生率从 44.7% 降至 28.0%）<sup>[29]</sup>。膈肌超声（膈肌增厚分数 $\geq 30\%$ ）联合浅快呼吸指数可提高撤机成功率（灵敏度 0.920，特异度 0.850），实现早期、安全脱机拔管<sup>[37-38]</sup>。

**推荐意见 3：**HPS 患者保证充分氧疗，尽早脱机拔管，体位管理联合雾化前列环素（依前列醇）/一氧化氮、静脉注射亚甲蓝可有助于改善氧合，必要时静脉-静脉 ECMO（veno-venous ECMO，VV-ECMO）辅助过渡。（推荐强度 B，证据等级 2c）

**推荐意见说明：**

合并 HPS 的肝衰竭患者肝移植围手术期需要充分的氧疗，特伦德伦堡体位（ $-10^\circ$ ）管理联合高流量氧疗可使氧合指数提升 20%~30%。对于严重低氧血症患者，雾化前列环素（依前列醇）及吸入一氧化氮有助于松弛小动脉平滑肌，联合静脉注射亚甲蓝可以诱导扩张的基底肺小动脉的血管收缩，从而改善通气/血流值失调<sup>[39-40]</sup>。而顽固性低氧（ $\text{PaO}_2 < 60 \text{ mmHg}$ ）、氧合指数  $< 80 \text{ mmHg}$ （常规治疗无效）、pH 值  $< 7.2$  或平台压  $> 30 \text{ cmH}_2\text{O}$ （ $1 \text{ cmH}_2\text{O} = 0.098 \text{ kPa}$ ）时，VV-ECMO 联合高流量氧疗治疗，能使机械通气时间有效缩短 30%，术后 30 d 生存率为 37.5%~38.5%<sup>[41]</sup>。

**临床问题 3：**重症肝衰竭患者肾功能的评估和维

护方案有哪些？

**推荐意见 1：**重症肝衰竭可合并肝肾综合征、继发性肾小管损伤或原发肾病的进一步加重，建议通过容量评估、尿液分析、血清肌酐及超声肾脏血流灌注进行鉴别诊断和功能评估。（推荐强度 B，证据等级 2a）

**推荐意见说明：**

重症肝衰竭可合并的多种不同类型的肾功能障碍，包括因有效血容量不足、内脏血管扩张、肾血管收缩及交感神经激活导致的 I 型肝肾综合征急性肾损伤（hepatorenal syndrome-acute kidney injury，HRS-AKI）；顽固性腹腔积液为特点的 II 型肝肾综合征非急性肾损伤；休克、感染、药物毒性导致的急性肾小管损伤或坏死；原有慢性疾病如 IgA 肾病或糖尿病肾病基础上的急性加重。HRS-AKI 患者 28 d 病死率高达 60%~80%。慢性肾病是肝移植术后死亡的独立危险因素（风险增加 4.48 倍）。在肝硬化伴腹腔积液前提条件下，血清肌酐在 48 h 内升高  $\geq 26.5 \mu\text{mol/L}$ ，或在已知基础值升高  $\geq 50\%$ ；在进行充分的液体复苏后血清肌酐和（或）尿量在 24 h 内无改善；同时排除需要血管活性药物的感染性休克、急性肾小球肾炎、梗阻或药物诱导的急性肾损伤（acute kidney injury，AKI）等因素则可诊断为 HRS-AKI<sup>[42]</sup>。在尿液分析中，尿钠排泄分数  $< 1\%$  提示肾前性 AKI，尿钠排泄分数  $> 2\%$  提示结构性损伤，尿素排泄分数  $< 35\%$  也用于鉴别肝肾综合征。尿沉渣（颗粒管型、肾小管上皮细胞）提示急性肾小管坏死或肾小球肾炎。蛋白尿  $> 500 \text{ mg/d}$  提示结构性肾病。超声造影评估肾皮质血流灌注，有助于区分功能性病变与器质性病变<sup>[43-44]</sup>。肾动脉阻力指数（renal artery resistance index，RRI） $> 0.79$  提示肾内血管收缩，肝硬化合并 AKI 患者中，RRI  $> 0.79$  预测肝肾综合征的灵敏度为 0.84，特异度为 0.92。肝移植术前 RRI 升高（ $> 0.8$ ），增加术后 AKI 风险 2.3 倍。超声检测下腔静脉变异度联合特利加压素的应用有助于 HRS-AKI 患者的肾功能恢复率（提高至 45%）。肾脏超声亦可用于排除梗阻性肾病，评估肾脏大小。

**推荐意见 2：**建议肝移植围手术期依据肾损伤的类型给予肾功能维护，通过液体管理及控制腹腔压力保证肾脏血流灌注，特利加压素联合白蛋白治疗肝肾综合征，术后调整免疫抑制药、防控感染、避免肾毒性药物的进一步肾损伤。肾衰竭及药物无法纠正的内

环境紊乱（如高钠、高血钾、严重代谢性酸中毒等）患者及时给予连续性肾脏替代治疗（continuous renal replacement therapy, CRRT）调整容量、改善内环境、减轻肾脏负担。（推荐强度 B，证据等级 2a）

#### 推荐意见说明：

肝衰竭患者内脏血管扩张是引起肝肾综合征的最重要因素，药物治疗优先使用血管收缩剂（如特利加压素、去甲肾上腺素）<sup>[45]</sup>；特利加压素联合白蛋白逆转肝肾综合征效果明显<sup>[46]</sup>。对于肾前性 AKI，行联合补充白蛋白的容量复苏，保证有效的肾脏血流灌注<sup>[47]</sup>。原有肾病基础上的急性损伤应积极地改善肾脏灌注，停用肾损伤性药物以及积极地进行 CRRT。对于腹胀明显的患者，注意监测腹内压，及早处理腹腔间隔室综合征。腹腔穿刺引流和利尿药可缓解腹内高压和肾静脉充血。重症肝衰竭患者合并 AKI，若血流动力学不稳定优选 CRRT，若病情稳定可尝试间歇性血液透析<sup>[48]</sup>。

**临床问题 4：**重症肝衰竭患者心脏功能的评估和维护方案有哪些？

**推荐意见 1：**心脏功能需要根据病史结合心电图、心脏超声、功能测试、冠状动脉 CT、必要时冠状动脉造影等多重评估手段，联合多模态评估（如 TEE、CPET）识别心脏疾病高危患者。通过代谢当量、心肺运动试验评估心脏储备功能；通过心电图 QTc 间期、超声心动图二尖瓣环舒张早期速度/晚期速度比值评估舒张功能、左心室射血分数及全局纵向应变评估收缩功能，诊断硬化性心脏病；通过超声心动图或肺动脉导管评估肺动脉压力。（推荐强度 B，证据等级 2b）

#### 推荐意见说明：

肝病本身即是心血管疾病的高危因素，肝硬化患者合并肝硬化心肌病发生率 60%~70%，合并冠状动脉粥样硬化性心脏病（冠心病）发生率 5%~26%。肝移植术后 30 d 内心脏原因死亡占 40%，术后 30 d~1 年内心脏事件发生率为 8.0%~25.4%，常见心脏并发症有房颤（9.9%）、心力衰竭（7.4%）、心肌缺血（5.8%）<sup>[49]</sup>。然而，终末期肝病表现出的心指数增加、外周血管阻力降低，肾素-血管紧张素系统激活以维持血压，可能掩盖心室功能不全<sup>[50]</sup>。

严格的术前评估、干预可将术后心血管事件病死率降低 30%~50%。代谢当量测试 <4 或 6 min 步行试验距离 <300 米提示心肺储备不足，需进一步行心肺

运动试验<sup>[51]</sup>。心肺运动试验中峰值摄氧量 <14 mL/（kg·min）或无氧阈 <40% 预测值，与术后心血管事件风险呈正相关，灵敏度达 0.80<sup>[52]</sup>。冠心病高危患者（年龄 >50 岁、糖尿病、高血压）需进一步行冠状动脉检查，冠状动脉 CT 血管造影可以量化动脉粥样硬化斑块负荷和狭窄。冠状动脉造影或右心导管检查可以测量肺动脉压力及心输出量<sup>[53-54]</sup>。常规或动态心电图可以检测到肝硬化性心肌病的 QTc 间期延长，灵敏度为 60%~70%；超声心动图检查 E/A 比值（<1 提示舒张功能障碍），灵敏度仅 50%~60%，且易受负荷状态影响。组织多普勒成像检测二尖瓣环舒张早期速度/晚期速度 <0.8 提示舒张功能不全，灵敏度提升至 75%。斑点追踪超声心动图检测全局纵向应变是评估左心室收缩功能的金标准，全局纵向应变绝对值 <16% 提示亚临床收缩功能障碍，灵敏度达 85%。负荷超声心动图检测应激状态下左心室射血分数下降 >10% 或全局纵向应变恶化 >3% 可确诊肝硬化性心脏病，灵敏度达 90%<sup>[55]</sup>。POPH 在肝硬化患者中占 2%~6%，肝移植受者中约占 5%。有创性右心导管检查可直接测量肺动脉收缩压、舒张压及平均压，超声下可以通过三尖瓣反流速度估算肺动脉收缩压，三尖瓣环收缩期位移 <17 mm、右心室面积变化分数 <35% 提示右心功能不全。右心导管检查可直接测量肺动脉楔压、平均肺动脉压及肺血管阻力来诊断 POPH<sup>[56]</sup>。

**推荐意见 2：**围手术期根据动态评估的心功能变化，联合血流动力学监测、目标导向性的液体管理、血管活性药物、正性肌力药物稳定循环，避免低灌注及电解质紊乱导致的心律失常等事件。术中可以采用背驮式肝移植术式或静脉转流技术减少冠状动脉低灌注，对术后持续严重冠状动脉缺血或低心排量综合征心源性休克等，可联合 ECMO、主动脉内球囊反搏治疗。（推荐强度 B，证据等级 2c）

#### 推荐意见说明：

术前存在心肌缺血或陈旧性心肌梗死的患者，术后心血管并发症风险显著增加，需在术前进行多学科会诊。稳定性冠心病，单支血管病变已行血运重建者，需确保术后至少 3 个月无缺血事件，且冠状动脉 CT 显示支架通畅。他汀类药物和阿司匹林可用于对于轻度至中度冠心病患者的二级预防。术前肝硬化心肌病的舒张功能不全（舒张功能障碍：E/e' >15、左心房容积指数 >34 mL/m<sup>2</sup>、e' <7 cm/s 或三尖瓣反流速度 >2.8 m/s）、左心射血分数降低以及术中的心

血管不良事件（低血压、心律失常），均导致肝移植围手术期心血管不良事件及术后病死率升高<sup>[57-61]</sup>。围手术期通过持续监测心输出量、肺动脉压及混合静脉氧饱和度，联合使用血管活性药物，动态调整循环容量，警惕心肌缺血（如 ST 段改变、心肌酶升高）及心律失常（如房颤、室性早搏）。可以采用背驮式肝移植、术中静脉转流技术，有效维持心脏前负荷，有助于降低围手术期严重心血管并发症及心源性死亡发生率。针对术后严重冠状动脉缺血、心源性休克等复杂病例，需联合使用 ECMO、主动脉内球囊反搏及 CRRT 等技术<sup>[41]</sup>。

**推荐意见 3：**合并 POPH 的患者应靶向药物治疗，维持 mPAP<35 mmHg。床旁即时超声监测联合吸入一氧化氮有助于控制肺动脉压力，高危 POPH 患者必要时可在术中选用 ECMO 辅助。（推荐强度 B，证据等级 2c）

#### 推荐意见说明：

合并 POPH 的肝衰竭患者需持续靶向药物（前列环素类似物、磷酸二酯酶-5 抑制剂、内皮素受体拮抗剂）治疗，直至维持 mPAP<35 mmHg、肺血管阻力<3 WU，右心功能三尖瓣环收缩期位移 $\geq 18$  mm、N 氨基末端脑钠肽前体<150 pg/mL 才进行肝移植<sup>[62-63]</sup>，并在术后 48 h 内恢复术前的靶向药物治疗，维持 mPAP<35 mmHg。吸入一氧化氮有助于降低 mPAP 5~8 mmHg，提升右心室射血分数 4%~6%<sup>[40]</sup>，联合床旁即时超声可动态监测右心功能，指导全身容量管理。肺动脉压骤升（mPAP>50 mmHg）时，静脉-动脉 ECMO 有助于维持右心功能，降低病死率（从 80% 降至 25%）<sup>[41,64-65]</sup>。

**临床问题 5：**重症肝衰竭患者神经系统的评估和维护方案有哪些？

**推荐意见 1：**神经系统评估需要根据病史、体征等判定 HE 分型及分级，联合电生理监测 [ 脑电图或脑电双频指数 (bispectral index, BIS) ]、影像学 (MRI 或超声) 对患者神经系统、颅内情况动态评估，血氨浓度>150  $\mu\text{mol/L}$ ，BIS 值<40、颅脑超声测量颅内血流速度改变及视神经鞘直径>5.8 mm 需警惕颅内高压及脑疝风险。（推荐强度 B，证据等级 2a）

#### 推荐意见说明：

HE 是肝衰竭患者最常见的神经系统并发症，可分为 A 型（急性肝衰竭相关型），B 型（门-体分流型）及 C 型（肝硬化相关型），C 型占有 HE 的

80% 以上<sup>[66]</sup>。数字连接试验和动物命名测试可用于筛查轻微型 HE。West Haven 分级将 HE 分为 I~IV 级，有助于评估病情演变，指导治疗决策。Glasgow 评分用于评估患者的意识水平和脑损伤后的意识障碍。血氨升高是 HE 的重要指标，血氨>150  $\mu\text{mol/L}$  提示颅内高压风险，血氨正常的患者亦不能完全排除 HE<sup>[67]</sup>。脑电图  $\delta$  波和三相波提示重度 HE，在需要机械通气的合并 III~IV 级 HE 的非肝移植肝硬化患者中，异常脑电图组 28 d 生存率（29.5% 比 71.4%）及中位生存时间（14.5 d 比 26.4 d）均低于正常脑电图组<sup>[68]</sup>。异常脑电图也与肝移植术后持续性神经功能障碍相关。肝移植术后脑电图监测到广泛性慢波或癫痫样放电，可能预示中央脑桥脱髓鞘风险（发生率 5%~10%）。BIS 用于 HE 分级的灵敏度达 0.85，特异度为 0.78，优于传统意识状态量表（如 Glasgow 评分）。BIS 值<40 时，血氨浓度>150  $\mu\text{mol/L}$ ，提示脑代谢严重受损。BIS 值每下降 10 个单位，颅内高压风险增加 1.5 倍。肝移植后 24 h 内 BIS 值恢复至>60 的患者，神经功能恢复率提高 30%，而 BIS 值持续<40 者术后谵妄发生率高达 47%<sup>[69]</sup>。脑脊液检查有助于鉴别中枢系统感染导致的意识障碍。MRI 检测脑水肿、锰沉积及中央脑桥脱髓鞘病变具有较高的灵敏度。CT 可以排除颅内出血，但对早期颅内高压敏感性不足<sup>[70]</sup>。颅脑超声可以测量脑血流速度，重度 HE 患者中动脉血流速度平均流速>120 cm/s，提示脑充血，平均流速持续升高（>150 cm/s）与脑疝风险增加相关。经颅多普勒超声与动脉血压监测结合，计算动态脑自动调节指数，其受损患者的脑水肿进展风险增加 3.2 倍（比值比=3.2，95% 可信区间 1.8~5.7）。超声测量视神经鞘直径>5.8 mm 提示颅内压 $\geq 20$  mmHg（灵敏度 0.92，特异度 0.89），与脑疝发生率相关（曲线下面积 0.87）<sup>[71]</sup>。脑室压缩（第三脑室宽度<2 mm）和脑沟消失提示重度脑水肿，此类患者术后 28 d 病死率达 85%。

**推荐意见 2：**重症肝衰竭患者的神经系统管理需以“预防诱因-控制氨毒-调控渗透压-分层降颅压”为核心，依托 CRRT 或人工肝清除毒素、低温疗法抑制脑代谢、稳定电解质平衡，精准营养维持合成能力，结合 BIS、经颅多普勒超声、视神经鞘直径多模态监测实现预警干预。（推荐强度 B，证据等级 2a）

#### 推荐意见说明：

神经系统的维护是需要多方面的。控制感染、消

化道出血, 限制外周灌注指数和镇静药使用避免诱发 HE 和增加中枢系统感染风险。头部抬高 20~30° 以促进静脉回流<sup>[72]</sup>, 保证每日充足的热量、蛋白质 [1.2~1.5 g/(kg·d)]、维生素 B<sub>1</sub>、维生素 B<sub>6</sub> 和微量元素的摄入。对于营养不良者, 支链氨基酸有助于改善营养状态和肌肉代谢, 降低血氨。乳果糖调节肠道 pH 值, 利福昔明减少肠道产氨菌, 二者联合使用可延长无 HE 生存期, 降低 50% 复发率<sup>[73]</sup>。聚乙二醇可通过渗透性导泻减少氨吸收。CRRT 联合人工肝支持可降低血氨 40%~60%, 改善脑病分级, 联合甘露醇或高渗盐水联合减轻脑水肿<sup>[74]</sup>。CRRT 有助于稳定内环境, 避免电解质剧烈变化 [血钠升高或下降幅度 > 8 mmol/(L·d)] 诱发的脑桥中央髓鞘溶解症。

**临床问题 6:** 重症肝衰竭患者营养状态的评估和支持方案有哪些?

**推荐意见 1:** 使用营养风险筛查 2002 (NRS2002) 评分 (>3 分)、NUTRIC 评分 (≥5 分) 或 BFH-NPT 工具、体质量指数 (body mass index, BMI) 进行营养风险筛查。对中高风险患者结合主观全球评估和人体测量学 (如 BMI、三头肌皮褶厚度) 进行营养诊断, 通过 CT 骨骼肌指数或生物电阻抗分析量化肌肉减少程度。若 RFH-NPT (英国皇家自由医院营养优先工具) 评分 ≥2, 需启动营养支持计划。(推荐强度 B, 证据等级 1a)

#### 推荐意见说明:

肝衰竭患者营养不良发生率高达 80%, 中重度占 60%~70%, 导致术后感染率、机械通气需求、ICU 停留时间显著增加。术后 1 个月 54% 患者体质量下降 > 10%, 术后 6 个月 50% 患者仍存在营养不良<sup>[75]</sup>。患者的营养状态可通过多种方案进行评估, BMI < 18.5 kg/m<sup>2</sup> 与肝移植术后病死率、并发症发生率升高有关, 但 BMI 受腹腔积液或水肿干扰。上臂肌围、肱三头肌皮褶厚度可以反映肌肉和脂肪储备, 但需注意体液潴留的影响。握力测试的灵敏度高, 与术后并发症风险相关, 但特异度较低。主观全球评估通过病史和体格检查进行分级 (A 营养不良或明显改善, B 轻-中度营养不良, C 重度营养不良), 灵敏度和特异度较高, 能独立预测术后并发症和病死率, 但可能低估肝硬化患者的营养不良程度。NRS2002 结合疾病严重程度、营养状态和年龄评分, 总分 ≥3 分提示需营养干预。RFH-NPT 纳入 BMI、上臂肌围等指标, 将患者分为低风险 (0 分)、中等风险 (1 分) 和高风险

(2~7 分) 3 个等级, 国内外研究显示 RFH-NPT 更容易识别出晚期肝病患者营养不良的风险, 有准确度、特异度和灵敏度高的特点, 可作为评估肝功能恶化和预后的一个独立预测指标<sup>[76]</sup>。最近研究发现, 肌少症是肝移植不良结局的有效预测因子<sup>[77]</sup>, 筛查发现小腿围下降 (男性 < 34 cm、女性 < 33 cm), SARC-F 评分 ≥4 分或 SARC-CalF 评分 ≥11 分, 或存在体质量下降、抑郁情绪、认知受损和营养不良等情况, 则考虑肌少症可疑病例, 进一步根据骨骼肌质量下降 (生物电阻抗分析法: 男性 < 7.0 kg/m<sup>2</sup>、女性 < 5.7 kg/m<sup>2</sup>; 双能 X 线吸收法: 男性 < 7.0 kg/m<sup>2</sup>、女性 < 5.4 kg/m<sup>2</sup>; CT 第三腰椎骨骼肌指数法: 男性 < 42 m<sup>2</sup>/m<sup>2</sup>、女性 < 38 m<sup>2</sup>/m<sup>2</sup>), 肌肉力量下降 (临界值为男性握力 < 28 kg、女性 < 18 kg), 躯体功能下降 (临界值为 6 米步行速度 < 1.0 m/s 或 5 次端坐起立时间 ≥ 12 s), 分为肌少症和严重肌少症。合并肌少症的肝硬化患者 1 年生存率仅 76.6%, 术中输血需求增加, 术后机械通气时间延长 (平均延长 2~3 d), 脓毒症风险增加 (OR=1.8), 住院时间延长 (IRR=2.3), ICU 停留时间增加 30%<sup>[78]</sup>。

**推荐意见 2:** 肝移植受者围手术期根据营养评估结果尽早、持续给予营养支持。术后营养支持建议肠内营养为主、肠外营养辅助, 遵循阶段化、个体化、动态调整原则, 选择依据器官功能选择营养制剂。严密监测再喂养综合征、肠内营养耐受性及肠外营养相关感染。(推荐强度 B, 证据等级 1a)

#### 推荐意见说明:

肝衰竭患者术前充分营养支持使可使院内感染率降低 26%, 并发症减少 30%。根据前期营养评估, NRS-2002 评分 > 3 分或 NUTRIC 评分 ≥5 分作高营养风险患者, 最有可能从早期营养支持治疗中获益。活体肝移植术前 ≥2 周开始营养支持, 优化代谢状态。由于手术时间不确定, 无论是轻中度还是重度营养不良, 建议及早给予营养支持有助于以改善手术耐受性。术前抗阻运动联合高蛋白营养支持 [1.5 g/(kg·d)], 夜间加餐缩短空腹时间, 有助于改善氮平衡及肌少症。术前 2 h 进食少量碳水化合物饮料, 有助于减少饥饿应激及胰岛素抵抗<sup>[79]</sup>。

早期肠内营养使术后感染率降低 26%, 肠道功能恢复时间缩短 4.5 d。术后在血流动力学稳定者、术后 12~24 h 内优先启动肠内营养。初始速率 10~20 mL/h (滋养型喂养), 每 4 h 监测胃残余量。高危患者

(大量腹腔积液、胃残余量 $>500$  mL/d)采用幽门后喂养(鼻空肠管),以减少误吸风险,耐受后可在术后 72 h 内逐步增至 $\geq 80\%$ 目标能量,若存在肠内营养禁忌证或无法满足 60%的能量需求,立即启动肠外营养。在患者吞咽功能恢复,术后 3~5 d 开始尝试口服替代肠外营养<sup>[80-81]</sup>。热量摄入可增加至 30~35 kcal/(kg·d)(1 kcal=4.184 kJ),蛋白质摄入 1.2~1.5 g/(kg·d),优先选择支链氨基酸强化配方。肥胖患者(BMI $>30$  kg/m<sup>2</sup>)的热量摄入 25 kcal/(kg·d)(理想体质量),避免过度热量加重代谢负担,蛋白质摄入提高至 2.0~2.5 g/(kg·d)(理想体质量),预防肌少性肥胖。标准整蛋白型肠内营养适用于肠道功能完整的患者,显著降低肝移植术后感染率(相对风险系数=0.72)。短肽型肠内营养适用于胃肠功能不全或 HE 患者,有助于提升血清白蛋白水平,减少肝衰竭患者肠黏膜损伤风险,降低胃肠道不良反应发生率(12.77%)。含膳食纤维的肠内营养添加了可溶性膳食纤维(如菊粉),有助于改善肠道菌群,减少便秘及腹泻<sup>[82]</sup>。

**临床问题 7:** 重症肝衰竭患者肝移植围手术期感染的特点及应对策略?

**推荐意见 1:** 肝移植受者术后早期警惕院内、受者本身或供者来源的细菌性感染,真菌、病毒类病原体导致的感染常在术后中晚期。呼吸系统、腹腔、血液系统是感染常见部位。(推荐强度 B,证据等级 1a)

#### 推荐意见说明:

感染是重症肝衰竭肝移植术后死亡的主要原因之一,肝移植术后早期( $\leq 1$ 个月)感染发生率为 27.7%~69.6%,以细菌感染为主(53%~92%)。病原体来源途径包括受者自身携带、院内感染、供者来源。常见的感染部位包括肺部(52.1%~47.5%),血液系统(26.3%~13.5%),腹腔和手术部位(11.5%~19.5%)<sup>[83]</sup>。病原体类型包括革兰阴性菌(42.4%~87.2%),以肺炎克雷伯菌、鲍曼不动杆菌、铜绿假单胞菌和大肠埃希菌为主,耐药率高达 70%~100%;革兰阳性菌(7.4%~29.8%)以屎肠球菌、金黄色葡萄球菌为主,耐药率高达 32.6%<sup>[84-85]</sup>。深部真菌感染常发生于术后 1 周后,以假丝酵母菌属(68%)和曲霉菌属(3%~9%)为主,感染曲霉菌的患者病死率高达 80%<sup>[86-87]</sup>。病毒感染常见于术后半年左右,其中巨细胞病毒、EB 病毒常见。

**推荐意见 2:** 肝移植围手术期感染防控依托 Xpert 快速筛查或宏基因组高通量测序快速诊断技术,主动筛查受者所携带耐药菌,及时采取并严格执行接触隔离、环境消毒及手卫生三位一体的感控措施。快速识别供受者感染病原体,对感染耐药菌尽早应用针对性抗菌治疗,实现早期干预。(推荐强度 A,证据等级 2a)

#### 推荐意见说明:

感染仍是肝移植受者术后 30 d 内死亡的主要因素。传统病原体检测方法耗时长、灵敏度有限(60%~70%),一定程度上影响了对感染受者及时、针对性的抗生素治疗。新兴的检测技术,如宏基因组高通量测序及 Xpert 检测技术大大提高了病原体检出灵敏度(64.3%)和特异度,大幅度缩短检验时长,同时还可以检测相关耐药基因<sup>[88-89]</sup>,为供者及移植受者及时的抗生素治疗提供重要指导。此外,移植术后感染的防控需要联合采取针对性的预防和感控措施,以减少感染风险并改善受者预后。对患者采取主动监测培养可减少 39%的多重耐药菌传播,结合预先隔离则可减少 65%的多重耐药菌传播。对高危患者的直肠拭子应用 Xpert 检测技术快速筛查定植耐药菌,可提高多重耐药菌检出率 6.1 倍,术后监测降钙素原和血培养可将感染诊断时间缩短至 24 h 内,动态监测结合影像学检查可将腹腔感染漏诊率从 21%降至 7%。接触隔离联合单间病房管理可使多重耐药菌传播速率下降 65%,仅床旁隔离结合环境消毒也可使 ICU 内交叉感染率降低 52%。提高手卫生依从性至 90%以上可使导管相关血流感染发生率降低 40%,高频接触区域每日 2 次含氯消毒可使环境病原菌载量减少 85%。诊疗中将多重耐药菌感染患者的诊疗操作安排在最后进行,可将医疗设备污染率降至 8%以下<sup>[90-92]</sup>。

**临床问题 8:** 重症肝衰竭患者肝移植围手术期内环境变化特点及应对策略?

**推荐意见 1:** 肝移植围手术期因代谢废物蓄积、炎症因子激活引起内环境紊乱,影响患者康复。在术前、术中、术后可通过不同模式的血液净化技术组合实现稳定内环境、排除代谢废物、调节循环容量的目的,提高手术安全性改善预后。(推荐强度 B,证据等级 2a)

#### 推荐意见说明:

肝移植围手术期可出现多种电解质紊乱和器官功

能不全, 可对肝移植手术安全及预后造成严重不良影响<sup>[93]</sup>。血液净化技术如血浆置换术和 CRRT 等有助于调节电解质、清除毒素<sup>[94]</sup>。大容量 (8~12 L/d) 血浆置换等技术显著降低急性肝衰竭的病死率。CRRT 能显著降低血氨、炎症因子水平, 改善血流动力学和调节电解质与渗透压。人工肝联合 CRRT 可降低终末期肝病模型评分, 改善 HE, 降低术前等待期病死率<sup>[95-96]</sup>。肝移植术中 CRRT 有利于无肝期液体和电解质管理, 可显著减少再灌注综合征和肺水肿的发生。肝移植术后早期 (<48 h) CRRT 可显著改善内环境, 有利于促进移植植物功能恢复和肝昏迷患者神志恢复<sup>[97]</sup>, 肝移植术后 AKI 患者早期启动 CRRT 获得更好的临床结局<sup>[98]</sup>。

#### 审校专家:

易慧敏 中山大学附属第三医院

杨 扬 中山大学附属第三医院

#### 编审专家 (按姓氏笔画排序):

王正昕 复旦大学附属华山医院

王远涛 吉林大学第一医院

王胜军 江苏大学附属人民医院

王健东 上海交通大学附属新华医院

王 博 西安交通大学第一附属医院

丰 琅 首都医科大学附属北京友谊医院

卢实春 解放军总医院第一医学中心

卢 倩 清华大学附属北京清华长庚医院

叶少军 武汉大学中南医院

叶俊生 清华大学附属北京清华长庚医院

史颖弘 复旦大学附属中山医院

石 伟 复旦大学附属华山医院

朱继业 北京大学人民医院

朱志军 首都医科大学北京友谊医院

朱晓丹 清华大学附属北京清华长庚医院

刘 永 上海交通大学附属第一人民医院

刘 军 山东省立医院

刘 芳 上海长征医院

刘连新 中国科学技术大学附属第一医院

刘景丰 福建医科大学孟超肝胆医院

刘 超 中山大学孙逸仙纪念医院

伊焕发 吉林大学

闫天中 河南省人民医院

孙汉勇 上海交通大学医学院附属仁济医院

孙启全 广东省人民医院

孙其鹏 广东省第二人民医院

孙倍成 安徽医科大学第一附属医院

陈必成 温州医科大学附属第一医院

陈知水 华中科技大学医学院附属同济医院

陈规划 中山大学附属第三医院

陈 昊 兰州大学第二医院

陈 明 东南大学附属中大医院

吕国悦 吉林大学第一医院

吕 凌 南京医科大学第一附属医院

张 宇 四川省人民医院

张宇红 山西省人民医院

张 明 上海交通大学附属仁济医院

张英才 中山大学附属第三医院

张胥丰 西安交通大学医学院第一附属医院

张雷达 陆军军医大学西南医院

张嘉凯 郑州大学第一附属医院

杨 扬 中山大学附属第三医院

杨 军 华中科技大学同济医学院附属协和医院

杨家印 四川大学华西医院

杨 喆 树兰 (杭州) 医院

杨海彦 哈尔滨医科大学附属第一医院

李 立 昆明市第一人民医院

李先亮 首都医科大学附属北京朝阳医院

李相成 南京医科大学第一附属医院

李建军 南华大学附属第二医院

李 霄 第四军医大学西京医院

李 健 解放军第四五二医院

吴忠均 重庆医科大学附属第一医院

吴 刚 中国医科大学附属第一医院

杜国盛 北部战区总医院

陆朝阳 哈尔滨医科大学附属第一医院

何 军 苏州大学附属第一医院

邹义洲 中南大学

邵英梅 新疆医科大学第一医院

周光文 上海交通大学附属第六人民医院

周 俭 复旦大学附属中山医院

周佩军 上海交通大学附属瑞金医院

周 琳 浙江大学医学院附属第一医院

郎 韧 首都医科大学北京朝阳医院

郑 虹 天津市第一中心医院

明英姿 中南大学湘雅三院

侍晓敏 中山大学附属第一医院

钟 林 深圳市第三人民医院  
 赵 勇 中国科学院动物研究所  
 赵 磊 北京大学第三医院  
 徐 骁 杭州医学院  
 徐 剑 海南医学院第二附属医院  
 栗光明 首都医科大学北京佑安医院  
 郭志勇 中山大学附属第一医院  
 陶开山 空军军医大学西京医院  
 顾劲扬 重庆医科大学附属第一医院  
 秦 彦 山西医科大学第二医院  
 袁 铭 解放军总医院第八医学中心  
 贾瑞鹏 南京市第一人民医院  
 曹经琳 河北医科大学第三医院  
 傅志仁 上海交通大学医学院附属瑞金医院  
 鲁 迪 浙江大学医学院  
 黄娅珣 中南大学湘雅二院  
 黄建钊 贵州省人民医院  
 黄 磊 北京大学人民医院  
 彭延文 中山大学附属第三医院岭南医院  
 曾 浔 浙江大学  
 富大智 中国医科大学附属第一医院  
 谢琴芬 树兰（杭州）医院  
 蓝柳根 广西医科大学第二附属医院  
 蔡金贞 青岛大学附属医院  
 熊 俊 华中科技大学同济医学院协和医院  
 熊 艳 武汉大学中南医院  
 滕 飞 海军军医大学第二附属医院  
 霍 枫 南部战区总医院

#### 参考文献:

- [1] ANSARI N, WADHAWAN M. Evaluation and management of neurological complications in acute liver failure[J]. *Best Pract Res Clin Gastroenterol*, 2024, 73: 101963. DOI: 10.1016/j.bpg.2024.101963.
- [2] 刘红杨, 赵景民. 戊型肝炎的肝内外临床表现与治疗进展[J]. *中华肝脏病杂志*, 2023, 31(5): 471-476. DOI: 10.3760/cma.j.cn501113-20230301-00088.
- LUO H Y, ZHAO J M. Intrahepatic and extrahepatic clinical manifestations and treatment treatment progress for hepatitis type E[J]. *Chin J Hepatol*, 2023, 31(5): 471-476. DOI: 10.3760/cma.j.cn501113-20230301-00088.
- [3] MARTÍNEZ-MARTÍNEZ L M, ROSALES-SOTOMAYOR G, JASSO-BALTAZAR E A, et al. Acute liver failure: management update and prognosis[J]. *Rev Gastroenterol Mex (Engl Ed)*, 2024, 89(3): 404-417. DOI: 10.1016/j.rgmex.2024.05.002.
- [4] 普布卓玛, 陈焕, 陈文劲, 等. 高原神经重症患者监测管理专家共识[J]. *协和医学杂志*, 2022, 13(1): 24-38. DOI: 10.12290/xhyxzz.2021-0584.
- PU B Z M, CHEN H, CHEN W J, et al. Expert consensus on monitoring and management of patients with critical neurological illness at high altitudes[J]. *Med J PUMCH*, 2022, 13(1): 24-38. DOI: 10.12290/xhyxzz.2021-0584.
- [5] MOMTAZ O, SAYED O, MOHAMED T. Ultrasound assessment of optic nerve sheath diameter and its correlation with clinical parameters, fundus examination and brain computed tomographic findings in diagnosis of cerebral edema in ICU patients[J]. *Fayoum Univ Med J*, 2023, 11(3): 11-19. DOI: 10.21608/fumj.2023.296137.
- [6] 中华医学会神经病学分会, 中华医学会神经病学分会脑血管病学组. 中国急性缺血性卒中诊治指南 2023[J]. *中华神经科杂志*, 2024, 57(6): 523-559. DOI: 10.3760/cma.j.cn113694-20240410-00221.
- Branch of Neurology of Chinese Medical Association, Cerebrovascular Disease Study Group of Neurology Branch of Chinese Medical Association. Chinese guidelines for diagnosis and treatment of acute ischemic stroke 2023[J]. *Chin J Neurol*, 2024, 57(6): 523-559. DOI: 10.3760/cma.j.cn113694-20240410-00221.
- [7] STEFFEN P, WINKELMEIER L, KNIEP H, et al. Quantification of ischemic brain edema after mechanical thrombectomy using dual-energy computed tomography in patients with ischemic stroke[J]. *Sci Rep*, 2024, 14: 4148. DOI: 10.1038/s41598-024-54600-0.
- [8] 中华医学会感染病学分会肝衰竭与人工肝学组, 中华医学会肝病学会重型肝病与人工肝学组. 肝衰竭诊治指南（2024年版）[J]. *中华肝脏病杂志*, 2025, 33(1): 18-33. DOI: 10.3760/cma.j.cn501113-20241206-00614.
- Liver Failure and Artificial Liver Study Group of Infectious Disease Branch of Chinese Medical Association, Severe Liver Disease and Artificial Liver Study Group of Hepatology Branch of Chinese Medical Association. Guidelines for diagnosis and treatment of liver failure (2024 version)[J]. *Chin J Hepatol*, 2025, 33(1): 18-33. DOI: 10.3760/cma.j.cn501113-20241206-00614.
- [9] BUNCHORNTAVAKUL C, CHAMROONKUL N, CHAVALITDHAMRONG D. Bacterial infections in cirrhosis: a critical review and practical guidance[J]. *World J Hepatol*, 2016, 8(6): 307-321. DOI: 10.4254/wjh.v8.i6.307.
- [10] BR V K, SARIN S K. Acute-on-chronic liver failure: terminology, mechanisms and management[J]. *Clin Mol Hepatol*, 2023, 29(3): 670-689. DOI: 10.3350/cmh.2022.0103.
- [11] FARAHANI A, GHIASVAND F, DAVOUDI S, et al. Invasive aspergillosis in liver transplant recipients, an infectious complication with low incidence but significant mortality[J]. *World J Transplant*, 2023, 13(5): 264-275. DOI: 10.5500/wjt.v13.i5.264.
- [12] XIANG Z, SONG Y, LIU J, et al. Impact of preoperative infection on the outcomes of liver transplant recipients: a national propensity score-matched retrospective cohort study in China[J]. *Int J Surg*, 2024, 110(4): 2196-2206. DOI: 10.1097/JS9.0000000000001114.
- [13] WILSON E A, WOODBURY A, WILLIAMS K M, et

- al. OXIDATIVE study: a pilot prospective observational cohort study protocol examining the influence of peri-reperfusion hyperoxemia and immune dysregulation on early allograft dysfunction after orthotopic liver transplantation[J]. *PLoS One*, 2024, 19(3): e0301281. DOI: 10.1371/journal.pone.0301281.
- [14] TOKUSHIGE K, KOGISO T, EGAWA H. Current therapy and liver transplantation for portopulmonary hypertension in Japan[J]. *J Clin Med*, 2023, 12(2): 562. DOI: 10.3390/jcm12020562.
- [15] THEVENOT T, RAEVENS S, AUJAYEB A, et al. Pulmonary complications of advanced chronic liver diseases: an updated review[J]. *Explor Dig Dis*, 2024: 301-325. DOI: 10.37349/edd.2024.00053.
- [16] European Association for the Study of the Liver. EASL Clinical Practice Guidelines on liver transplantation[J]. *J Hepatol*, 2024, 81(6): 1040-1086. DOI: 10.1016/j.jhep.2024.07.032.
- [17] RAEVENS S, ROGIERS X, GEERTS A, et al. Outcome of liver transplantation for hepatopulmonary syndrome: a Eurotransplant experience[J]. *Eur Respir J*, 2019, 53(2): 1801096. DOI: 10.1183/13993003.01096-2018.
- [18] ALAM A, OZTURK N B, AKYUZ F. Hepatopulmonary syndrome unveiled: exploring pathogenesis, diagnostic approaches, and therapeutic strategies[J]. *Hepatol Forum*, 2024, 6(1): 29-33. DOI: 10.14744/hf.2024.2024.0001.
- [19] SOULAIPOPOULOS S, GOULIS I, CHOLONGITAS E. Pulmonary manifestations of chronic liver disease: a comprehensive review[J]. *Ann Gastroenterol*, 2020, 33(3): 237-249. DOI: 10.20524/aog.2020.0474.
- [20] HUANG C T, LIN H C, CHANG S C, et al. Pre-operative risk factors predict post-operative respiratory failure after liver transplantation[J]. *PLoS One*, 2011, 6(8): e22689. DOI: 10.1371/journal.pone.0022689.
- [21] SANER F H, RAPTIS D A, ALGHAMDI S A, et al. Navigating the labyrinth: intensive care challenges for patients with acute-on-chronic liver failure[J]. *J Clin Med*, 2024, 13(2): 506. DOI: 10.3390/jcm13020506.
- [22] BRAUN H J, PULCRANO M E, WEBER D J, et al. The utility of ECMO after liver transplantation: experience at a high-volume transplant center and review of the literature[J]. *Transplantation*, 2019, 103(8): 1568-1573. DOI: 10.1097/tp.0000000000002716.
- [23] DELICCE M, MAUCH J, JOSEPH A, et al. Cardiac risk factors limiting survival to liver transplantation in patients with nonalcoholic fatty liver disease[J]. *World J Hepatol*, 2022, 14(7): 1398-1407. DOI: 10.4254/wjh.v14.i7.1398.
- [24] ALTIERI M H, LIU H, LEE S S. Cardiovascular events after liver transplantation: mace hurts[J]. *Rev Cardiovasc Med*, 2022, 23(3): 91. DOI: 10.31083/j.rcm2303091.
- [25] 李文磊, 栗光明. 肝移植受者术前心脏疾病风险评估的现状 & 展望[J]. *器官移植*, 2023, 14(4): 605-611. DOI: 10.3969/j.issn.1674-7445.2023.04.019.
- LI W L, LI G M. Current status and prospect of preoperative assessment of heart disease risk in liver transplant recipients[J]. *Organ Transplant*, 2023, 14(4): 605-611. DOI: 10.3969/j.issn.1674-7445.2023.04.019.
- [26] ZACCHERINI G, TUFONI M, IANNONE G, et al. Management of ascites in patients with cirrhosis: an update[J]. *J Clin Med*, 2021, 10(22): 5226. DOI: 10.3390/jcm10225226.
- [27] CARDOSO F S, KARVELLAS C J. Respiratory complications before and after liver transplant[J]. *J Intensive Care Med*, 2019, 34(5): 355-363. DOI: 10.1177/0885066618781526.
- [28] SUŁKOWSKA K, PALCZEWSKI P, GOŁĘBIEWSKI M. Radiological spectrum of pulmonary infections in patients post solid organ transplantation[J]. *Pol J Radiol*, 2012, 77(3): 64-70. DOI: 10.12659/pjr.883378.
- [29] OVESEN S H, SKAARUP S H, AAGAARD R, et al. Effect of a point-of-care ultrasound-driven vs standard diagnostic pathway on 24-hour hospital stay in emergency department patients with dyspnea-protocol for a randomized controlled trial[J]. *Open Access Emerg Med*, 2024, 16: 211-219. DOI: 10.2147/OAEM.S454062.
- [30] HAN S K, KIM M Y, KANG S H, et al. Hepatopulmonary syndrome is related to the development of acute-on-chronic liver failure and poor prognosis in cirrhotic patients[J]. *Hepatol Int*, 2021, 15(5): 1207-1214. DOI: 10.1007/s12072-021-10226-2.
- [31] JIMENEZ J V, WEIRAUCH A J, CULTER C A, et al. Electrical impedance tomography in acute respiratory distress syndrome management[J]. *Crit Care Med*, 2022, 50(8): 1210-1223. DOI: 10.1097/CCM.0000000000005582.
- [32] SPINELLI E, KIRCHER M, STENDER B, et al. Unmatched ventilation and perfusion measured by electrical impedance tomography predicts the outcome of ARDS[J]. *Crit Care*, 2021, 25(1): 192. DOI: 10.1186/s13054-021-03615-4.
- [33] JOUSSELLIN V, BONNY V, SPADARO S, et al. Lung aeration estimated by chest electrical impedance tomography and lung ultrasound during extubation[J]. *Ann Intensive Care*, 2023, 13(1): 91. DOI: 10.1186/s13613-023-01180-3.
- [34] LI C, ZHANG P, ZHANG Z, et al. Effect of breathing exercises to prevent pulmonary complications in patients undergoing coronary artery bypass graft surgery: a prospective randomized controlled trials study protocol[J]. *Front Med (Lausanne)*, 2025, 11: 1424291. DOI: 10.3389/fmed.2024.1424291.
- [35] DEMASI S, PARKER M S, JOYCE M, et al. Thoracic point-of-care ultrasound is an accurate diagnostic modality for clinically significant traumatic pneumothorax[J]. *Acad Emerg Med*, 2023, 30(6): 653-661. DOI: 10.1111/acem.14663.
- [36] 中华医学会器官移植学分会围手术期管理学组. 成人肝移植围手术期气道管理专家共识(2021版)[J]. *中华肝胆外科杂志*, 2021, 27(11): 801-805. DOI: 10.3760/cma.j.cn113884-20210714-00230.
- Perioperative Management Group of Branch of Organ Transplantation of Chinese Medical Association. Expert consensus on perioperative airway management for adult liver transplantation[J]. *Chin J Hepatobiliary Surg*, 2021, 27(11): 801-805. DOI: 10.3760/cma.j.cn113884-20210714-00230.
- [37] PARADA-GEREDA H M, TIBADUIZA A L, RICO-MENDOZA A, et al. Effectiveness of diaphragmatic

- ultrasound as a predictor of successful weaning from mechanical ventilation: a systematic review and meta-analysis[J]. *Crit Care*, 2023, 27(1): 174. DOI: 10.1186/s13054-023-04430-9.
- [38] ACHO C, MORITA Y, FERNANDEZ V, et al. Immediate postoperative extubation decreases pulmonary complications in liver transplant patients[J]. *Transplantation*, 2021, 105(9): 2018-2028. DOI: 10.1097/TP.0000000000003450.
- [39] 中华医学会呼吸病学分会呼吸治疗学组, 中国医师协会呼吸医师分会呼吸职业发展委员会呼吸治疗师工作组. 一氧化氮吸入疗法临床应用专家共识(2024版)[J]. *中华医学杂志*, 2024, 104(26): 2386-2400. DOI: 10.3760/cma.j.cn112137-20240206-00283. Respiratory Therapy Group of Respiratory Disease Branch of Chinese Medical Association, Respiratory Therapist Working Group of Respiratory Career Development Committee of Respiratory Physicians Branch of Chinese Medical Doctor Association. Expert consensus on clinical application of inhaled nitric oxide therapy(2024 edition)[J]. *Natl Med J China*, 2024, 104(26): 2386-2400. DOI: 10.3760/cma.j.cn112137-20240206-00283.
- [40] MORVAN A, GAZON M, DUPERRET S, et al. Hepatopulmonary syndrome and post-liver transplantation complications: a case-control study[J]. *Int J Organ Transplant Med*, 2020, 11(4): 166-175.
- [41] LAICI C, BIANCHINI A, MIGLIONICO N, et al. Planned extracorporeal life support employment during liver transplantation: the potential of ECMO and CRRT as preventive therapies-case reports and literature review[J]. *J Clin Med*, 2023, 12(3): 1239. DOI: 10.3390/jcm12031239.
- [42] NADIM M K, GARCIA-TSAO G. Acute kidney injury in patients with cirrhosis[J]. *N Engl J Med*, 2023, 388(8): 733-745. DOI: 10.1056/nejmra2215289.
- [43] CHEN R, GAO B, WANG X, et al. Ultrasonographic assessment of renal microcirculation is a new vision for the treatment of intensive care unit associated acute kidney injury[J]. *Eur J Med Res*, 2024, 29(1): 115. DOI: 10.1186/s40001-024-01704-y.
- [44] CAO W, CUI S, YANG L, et al. Contrast-enhanced ultrasound for assessing renal perfusion impairment and predicting acute kidney injury to chronic kidney disease progression[J]. *Antioxid Redox Signal*, 2017, 27(17): 1397-1411. DOI: 10.1089/ars.2017.7006.
- [45] MARAM REDDY V Y, MARAMREDDY K R. Hepatorenal syndrome: a critical complication in advanced cirrhosis[J]. *Cureus*, 2025, 17(6): e85488. DOI: 10.7759/cureus.85488.
- [46] GARCIA-TSAO G. Terlipressin and intravenous albumin in advanced cirrhosis - friend and foe[J]. *N Engl J Med*, 2021, 384(9): 869-871. DOI: 10.1056/NEJMe2034425.
- [47] CULLARO G, KANDURI S R, VELEZ J C Q. Acute kidney injury in patients with liver disease[J]. *Clin J Am Soc Nephrol*, 2022, 17(11): 1674-1684. DOI: 10.2215/cjn.03040322.
- [48] KOVVURU K, VELEZ J C Q. Kidney replacement therapy in patients with acute liver failure and end-stage cirrhosis awaiting liver transplantation[J]. *Clin Liver Dis*, 2022, 26(2): 245-253. DOI: 10.1016/j.cld.2022.01.003.
- [49] KARKI N, KC S, SHARMA D, et al. Cardiac dysfunction in patients with liver cirrhosis[J]. *J Nepal Health Res Counc*, 2019, 17(3): 357-361. DOI: 10.33314/jnhrc.v17i3.1969.
- [50] LANDI I, ALHARBIL S, ALFEHAID A, et al. Clinical and echocardiographic predictors of outcome in liver transplant patients[J]. *Monaldi Arch Chest Dis*, 2024. DOI: 10.4081/monaldi.2024.2963.
- [51] ALAMERI H F, SANAI F M, AL DUKHAYIL M, et al. Six minute walk test to assess functional capacity in chronic liver disease patients[J]. *World J Gastroenterol*, 2007, 13(29): 3996-4001. DOI: 10.3748/wjg.v13.i29.3996.
- [52] 张振英, 孙兴国, 席家宁, 等. 心肺运动试验在慢性心力衰竭患者高强度个体化运动康复处方制定和运动康复效果评估中的作用研究[J]. *中国全科医学*, 2016, 19(17): 2061-2067. DOI: 10.3969/j.issn.1007-9572.2016.17.015. ZHANG Z Y, SUN X G, XI J N, et al. The role of cardiopulmonary exercise testing in the formulation of high-intensity individualized rehabilitation exercise prescription and exercise rehabilitation effects evaluation among patients with chronic heart failure[J]. *Chin Gen Pract*, 2016, 19(17): 2061-2067. DOI: 10.3969/j.issn.1007-9572.2016.17.015.
- [53] DEMETRIADES P, OATHAM R, SATCHITHANANDA D. The role of multi-modality cardiovascular imaging in a patient presenting with acute liver failure secondary to constrictive pericarditis: a case report[J]. *Eur Heart J Case Rep*, 2022, 6(6): ytac217. DOI: 10.1093/ehjcr/ytac217.
- [54] ISAAK A, PRAKTIKNJO M, JANSEN C, et al. Myocardial fibrosis and inflammation in liver cirrhosis: MRI study of the liver-heart axis[J]. *Radiology*, 2020, 297(1): 51-61. DOI: 10.1148/radiol.2020201057.
- [55] LIU H, NASER J A, LIN G, et al. Cardiomyopathy in cirrhosis: from pathophysiology to clinical care[J]. *JHEP Rep*, 2024, 6(1): 100911. DOI: 10.1016/j.jhepr.2023.100911.
- [56] YIN X, SHAO Y, ZHANG Y, et al. Role of echocardiography in screening for portopulmonary hypertension in liver transplant candidates: a meta-analysis[J]. *PeerJ*, 2020, 8: e9243. DOI: 10.7717/peerj.9243.
- [57] LV H, ZHENG H, LIU J, et al. Expert consensus on liver transplantation perioperative evaluation and rehabilitation for acute-on-chronic liver failure[J]. *Liver Res*, 2022, 6(3): 121-129. DOI: 10.1016/j.livres.2022.08.002.
- [58] BI S, JIANG Y, ZHAO W, et al. The predictive value of revised diastolic dysfunction in outcomes of liver transplantation: a propensity score matching analysis[J]. *Front Surg*, 2023, 9: 1072908. DOI: 10.3389/fsurg.2022.1072908.
- [59] 中华医学会器官移植学分会围手术期管理学组. 成人肝移植围手术期麻醉管理专家共识(2021版)[J]. *中华器官移植杂志*, 2021, 42(6): 329-335. DOI: 10.

- 3760/cma.j.issn421203-20210216-00059. Perioperative Management Group, Chinese Society of Organ Transplantation of Chinese Medical Association. Expert consensus on perioperative anesthesia management of adult liver transplantation(2021 Edition)[J]. *Chin J Organ Transplant*, 2021, 42(6): 329-335. DOI: 10.3760/cma.j.issn421203-20210216-00059.
- [60] KIM J Y, MOON Y J, LEE C, et al. Postoperative alterations in ventriculoarterial coupling are an indicator of cardiovascular outcomes in liver transplant recipients[J]. *Korean J Anesthesiol*, 2024, 77(2): 217-225. DOI: 10.4097/kja.23266.
- [61] KONERMAN M A, FRITZE D, WEINBERG R L, et al. Incidence of and risk assessment for adverse cardiovascular outcomes after liver transplantation: a systematic review[J]. *Transplantation*, 2017, 101(7): 1645-1657. DOI: 10.1097/TP.0000000000001710.
- [62] ASHFAQ M, CHINNAKOTLA S, ROGERS L, et al. The impact of treatment of portopulmonary hypertension on survival following liver transplantation[J]. *Am J Transplant*, 2007, 7(5): 1258-1264. DOI: 10.1111/j.1600-6143.2006.01701.x.
- [63] HUMBERT M, KOVACS G, HOEPER M M, et al. 2022 ESC/ERS Guidelines for the diagnosis and treatment of pulmonary hypertension[J]. *Eur Respir J*, 2023, 61(1): 2200879. DOI: 10.1183/13993003.00879-2022.
- [64] RADOSEVICH M, ANDERSON A, TEIXEIRA M, et al. Practical considerations for extracorporeal membrane oxygenation use during orthotopic liver transplantation[J]. *J Cardiothorac Vasc Anesth*, 2025, 39(3): 803-812. DOI: 10.1053/j.jvca.2024.11.032.
- [65] PATEL S, GUTMANN C, LOVERIDGE R, et al. Perioperative extracorporeal membrane oxygenation in liver transplantation-bridge to transplantation, intraoperative salvage, and postoperative support: outcomes and predictors for survival in a large-volume liver transplant center[J]. *Am J Transplant*, 2025, 25(2): 396-405. DOI: 10.1016/j.ajt.2024.08.021.
- [66] JALAN R, ROSE C F. Heretical thoughts into hepatic encephalopathy[J]. *J Hepatol*, 2022, 77(2): 539-548. DOI: 10.1016/j.jhep.2022.03.014.
- [67] BALLESTER M P, DURMAZER E N, QI T, et al. The value of ammonia as a biomarker in patients with cirrhosis[J]. *Semin Liver Dis*, 2024, 44(3): 356-368. DOI: 10.1055/a-2378-8942.
- [68] MITRA L G, RAJPUT G, SALUJA V, et al. EEG abnormalities as a prognostic factor in cirrhotic patients with Grade III-IV hepatic encephalopathy requiring mechanical ventilation: a retrospective analysis[J]. *J Clin Transl Res*, 2021, 7(4): 467-472. DOI: 10.18053/jctres.07.202104.003.
- [69] YAMADA N, SHIBA J, KIKUCHI H, et al. Bispectral Index™ variation during living donor liver transplantation in a child with hepatic encephalopathy: a case report[J]. *JA Clin Rep*, 2021, 7(1): 66. DOI: 10.1186/s40981-021-00469-1.
- [70] NIKAM R M, KECSKEMETHY H H, KANDULA V V R, et al. Abusive head trauma animal models: focus on biomarkers[J]. *Int J Mol Sci*, 2023, 24(5): 4463. DOI: 10.3390/ijms24054463.
- [71] COUSIN V L, CHARBEL R, GHALI N, et al. Transcranial Doppler ultrasonography in children with acute liver failure and severe hepatic encephalopathy[J]. *Pediatr Crit Care Med*, 2022, 23(8): e382-e385. DOI: 10.1097/PCC.0000000000002962.
- [72] COOK A M, JONES G M, HAWRYLUK G W J, et al. Guidelines for the acute treatment of cerebral edema in neurocritical care patients[J]. *Neurocrit Care*, 2020, 32(3): 647-666. DOI: 10.1007/s12028-020-00959-7.
- [73] PUN C K, HUANG H C, CHANG C C, et al. Hepatic encephalopathy: from novel pathogenesis mechanism to emerging treatments[J]. *J Chin Med Assoc*, 2024, 87(3): 245-251. DOI: 10.1097/JCMA.0000000000001041.
- [74] LARSEN F S, SALIBA F. Liver support systems and liver transplantation in acute liver failure[J]. *Liver Int*, 2025, 45(3): e15633. DOI: 10.1111/liv.15633.
- [75] TRIGUI A, ROSE C F, BÉMEUR C. Nutritional strategies to manage malnutrition and sarcopenia following liver transplantation: a narrative review[J]. *Nutrients*, 2023, 15(4): 903. DOI: 10.3390/nu15040903.
- [76] MISHRA S, PREMKUMAR M. Nutritional management of a liver transplant candidate[J]. *J Clin Exp Hepatol*, 2023, 13(5): 878-894. DOI: 10.1016/j.jceh.2023.03.012.
- [77] BROWN S, RICHARDSON B, BOUQUET E, et al. Cirrhosis-related sarcopenia may not resolve after liver transplantation[J]. *JHEP Rep*, 2023, 5(11): 100881. DOI: 10.1016/j.jhepr.2023.100881.
- [78] DI COLA S, D'AMICO G, CARACENI P, et al. Myosteatosis is closely associated with sarcopenia and significantly worse outcomes in patients with cirrhosis[J]. *J Hepatol*, 2024, 81(4): 641-650. DOI: 10.1016/j.jhep.2024.05.020.
- [79] REIGNIER J, RICE T W, ARABI Y M, et al. Nutritional support in the ICU[J]. *BMJ*, 2025, 388: e077979. DOI: 10.1136/bmj-2023-077979.
- [80] GUNST J, EGI M, VAN DEN BERGHE G. Nutrition and metabolic control for ICU patients[J]. *Intensive Care Med*, 2025, 51(6): 1150-1152. DOI: 10.1007/s00134-025-07937-7.
- [81] ANASTÁCIO L R, DAVISSON CORREIA M I. Nutrition therapy: integral part of liver transplant care[J]. *World J Gastroenterol*, 2016, 22(4): 1513-1522. DOI: 10.3748/wjg.v22.i4.1513.
- [82] BISCHOFF S C, BERNAL W, DASARATHY S, et al. ESPEN practical guideline: clinical nutrition in liver disease[J]. *Clin Nutr*, 2020, 39(12): 3533-3562. DOI: 10.1016/j.clnu.2020.09.001.
- [83] LIU M, LI C, LIU J, et al. Risk factors of early bacterial infection and analysis of bacterial composition, distribution and drug susceptibility after cadaveric liver transplantation[J]. *Ann Clin Microbiol Antimicrob*, 2023, 22(1): 63. DOI: 10.1186/s12941-023-00616-9.
- [84] WIRTH U, JIANG T, SCHARDEY J, et al. The role of microbiota in liver transplantation and liver transplantation-related biliary complications[J]. *Int J Mol Sci*, 2023, 24(5): 4841. DOI: 10.3390/ijms24054841.
- [85] FREIRE M P, RINALDI M, TERRABUIO D R B, et al. Prediction models for carbapenem-resistant Enterobacterales carriage at liver transplantation: a

- multicenter retrospective study[J]. *Transpl Infect Dis*, 2022, 24(6): e13920. DOI: 10.1111/tid.13920.
- [86] QIAN Y B, CHEN F, HANG H L, et al. Risk factors and outcomes of early infection in liver transplant recipients with acute-on-chronic liver failure[J]. *J Dig Dis*, 2022, 23(11): 642-650. DOI: 10.1111/1751-2980.13151.
- [87] TEZCAN H, ALTUNSOY A, TURAN GÖKÇE D, et al. Multidrug-resistant infections after liver transplantation, etiology and risk factors: a single-center experience[J]. *Exp Clin Transplant*, 2023, 21(12): 952-960. DOI: 10.6002/ect.2023.0081.
- [88] HUANG J F, MIAO Q, CHENG J W, et al. Metagenomic next-generation sequencing versus traditional laboratory methods for the diagnosis and treatment of infection in liver transplantation[J]. *Front Cell Infect Microbiol*, 2022, 12: 886359. DOI: 10.3389/fcimb.2022.886359.
- [89] ZHAO D, GUO L, LIAN D, et al. Diagnostic value and clinical application of mNGS for post-liver transplantation infection: a cross-sectional study with case reports[J]. *Front Microbiol*, 2022, 13: 919363. DOI: 10.3389/fmicb.2022.919363.
- [90] SANTORO-LOPES G, DE GOUVÊA E F. Multidrug-resistant bacterial infections after liver transplantation: an ever-growing challenge[J]. *World J Gastroenterol*, 2014, 20(20): 6201-6210. DOI: 10.3748/wjg.v20.i20.6201.
- [91] GALLAHER C E, SHAWCROSS D L. Management of multidrug-resistant infections in cirrhosis[J]. *Semin Liver Dis*, 2022, 42(2): 173-187. DOI: 10.1055/a-1765-0056.
- [92] 汪守平, 王普森, 吕涛, 等. 肝脏移植术后多重耐药菌感染诊疗的多中心专家共识[J]. *中国普外基础与临床杂志*, 2025, 32(1): 1-8. DOI: 10.7507/1007-9424.202501074.
- WANG S P, WANG P S, LÜ T, et al. Multicenter expert consensus on prevention and treatment of infections caused by multi-drug resistant organisms after liver transplantation[J]. *Chin J Bases Clin Gen Surg*, 2025, 32(1): 1-8. DOI: 10.7507/1007-9424.202501074.
- [93] BEZINOVER D, MUKHTAR A, WAGENER G, et al. Hemodynamic instability during liver transplantation in patients with end-stage liver disease: a consensus document from ILTS, LICAGE, and SATA[J]. *Transplantation*, 2021, 105(10): 2184-2200. DOI: 10.1097/TP.0000000000003642.
- [94] 中华医学会肝病学会重型肝病与人工肝学组. 人工肝血液净化技术临床应用专家共识(2022年版)[J]. *实用肝脏病杂志*, 2022, 25(3): 457-468. DOI: 10.3969/j.issn.1672-5069.2022.03.039.
- Severe Liver Disease and Artificial Liver Group of Hepatology Society of Chinese Medical Association. Expert consensus on clinical application of artificial liver and blood purification(2022 edition)[J]. *J Pract Hepatol*, 2022, 25(3): 457-468. DOI: 10.3969/j.issn.1672-5069.2022.03.039.
- [95] CONNELLY-SMITH L, ALQUIST C R, AQUI N A, et al. Guidelines on the use of therapeutic apheresis in clinical practice - evidence-based approach from the writing committee of the American society for apheresis: the ninth special issue[J]. *J Clin Apher*, 2023, 38(2): 77-278. DOI: 10.1002/jca.22043.
- [96] 韩涛. 2024 年度肝衰竭与人工肝领域研究进展[J]. *中华肝脏病杂志*, 2025, 33(1): 13-14. DOI: 10.3760/cma.j.cn501113-20241204-00611.
- HAN T. Research progress in the field of liver failure and artificial liver in 2024[J]. *Chin J Hepatol*, 2025, 33(1): 13-14. DOI: 10.3760/cma.j.cn501113-20241204-00611.
- [97] 吕海金, 刘剑戎, 安玉玲, 等. 重型肝炎肝移植术后早期持续性血液滤过的治疗价值[J]. *中华器官移植杂志*, 2015, 36(9): 526-530. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0254-1785.2015.09.005.
- LÜ H J, LIU J R, AN Y L, et al. Continuous veno-venous hemofiltration in fulminant liver Failure in early post-transplant period[J]. *Chin J Organ Transplant*, 2015, 36(9): 526-530. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0254-1785.2015.09.005.
- [98] REN A, LI Z, ZHANG X, et al. Optimal timing of initiating CRRT in patients with acute kidney injury after liver transplantation[J]. *Ann Transl Med*, 2020, 8(21): 1361. DOI: 10.21037/atm-20-2352.

(收稿日期: 2025-09-08)

(本文编辑: 谢诗韵 邬加佳)