

肝移植术后急性肾损伤最新研究进展

陈鑫陶, 涂兵*

重庆医科大学附属第二医院肝胆外科, 重庆

收稿日期: 2026年1月12日; 录用日期: 2026年2月6日; 发布日期: 2026年2月24日

摘要

近年来, 随着肝移植技术的持续发展, 肝移植已经成为治疗肝脏终末期良恶性疾病的最有效方式, 经典原位肝移植、背驮式肝移植、劈离式肝移植、辅助性肝移植等术式亦日趋成熟。肝移植术后急性肾损伤 (Acute Kidney Injury, AKI) 是常见且重要的并发症, 其发生率可高达10%~90%, 与住院时间延长、医疗费用增加及病死率上升密切相关。随着肝移植技术的普及, AKI的防治成为研究热点。本文系统回顾了2011年至2025年间国内外关于肝移植术后AKI危险因素、预测模型及干预措施的研究进展, 从术前、术中、术后三个维度梳理其影响因素, 并对现有预测模型进行评估, 以期为临床早期识别高危患者、优化围术期管理提供参考。

关键词

肝移植, 急性肾损伤, 危险因素, 预测模型, 综述

Latest Research Progress on Acute Kidney Injury after Liver Transplantation

Xintao Chen, Bing Tu*

Department of Hepatobiliary Surgery, The Second Affiliated Hospital of Chongqing Medical University, Chongqing

Received: January 12, 2026; accepted: February 6, 2026; published: February 24, 2026

Abstract

In recent years, with the continuous evolution of liver transplantation techniques, this procedure has established itself as the most efficacious therapeutic modality for end-stage benign and malignant liver pathologies. Surgical approaches, including classical orthotopic liver transplantation, piggyback liver transplantation, split liver transplantation, and auxiliary liver transplantation, have

*通讯作者。

attained a high degree of technical maturity. Postoperative acute kidney injury (AKI) represents a prevalent and consequential complication following liver transplantation, significantly impacting patient prognosis. Its reported incidence varies widely from 10% to 90% and is strongly correlated with prolonged hospitalization, escalated healthcare expenditures, and elevated mortality. As liver transplantation gains broader clinical application, the prevention and management of AKI have become a focal point of investigative efforts. This article provides a systematic review of the advancements in research—both domestic and international—from 2011 to 2025 concerning the risk factors, predictive models, and interventional strategies for AKI after liver transplantation. The analysis is structured along three temporal dimensions: preoperative, intraoperative, and postoperative. Furthermore, a critical appraisal of existing predictive models is presented. The synthesis aims to offer a reference framework for the early identification of high-risk patients and the optimization of perioperative management in clinical practice.

Keywords

Liver Transplantation, Acute Kidney Injury, Risk Factor, Predictive Model, Review

Copyright © 2026 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

随着肝移植技术的持续发展,肝移植已经成为治疗肝脏终末期良恶性疾病的最有效方式,但术后并发症尤其是急性肾损伤(AKI)的发生率居高不下,严重影响患者短期及长期预后。AKI不仅可导致水电解质紊乱、酸碱失衡,还与感染、移植物功能丧失、慢性肾脏病及死亡风险增加密切相关。同时有研究表明,移植后持续的肾功能不全与非致命和致命的不良心血管结局有关,值得注意的是,术前肾功能相对正常但术后迅速恶化者,以及持续肾功能不全者,预后最为严峻[1]。因此,明确肝移植术后AKI的危险因素、构建精准预测模型、实施有效干预措施,成为临床与科研关注的重点。本文通过对近十余年国内外相关文献进行梳理,旨在系统阐述肝移植术后AKI的流行病学特征、危险因素、预测工具及防治策略,以期为临床实践提供理论依据。

2. AKI的定义及诊断标准

目前常用急性肾损伤标准包括:2012年,急性透析质量倡议(Acute Disease Quality initiative, ADQI)建议采用急性肾损伤网络(Acute Kidney Injury Network, AKIN)标准替代传统定义中以固定血清肌酐临界值 > 1.5 mg/dL 作为肝硬化患者急性肾损伤(AKI)的诊断依据。同年,改善全球肾脏疾病组织(Kidney Disease: Improving Global Outcomes, KDIGO)修订的临床实践指南进一步明确,符合以下任何一项即可定义为AKI: 1) 48 h内 sCr 升高 $\geq 26.5 \mu\text{mol/L}$ 或 0.3 mg/dL ; 2) 7 d内 sCr 升高至基线 sCr 水平 1.5 倍及以上; 3) 持续 6 h 尿量 $< 0.5 \text{ mL}/(\text{kg}\cdot\text{h})$ 。该指南同时也对其严重程度进行了分期,其中 AKI I 期指 48 h 内血清肌酐升高超过 0.3 mg/dL 或在前 7 d 内血清肌酐升高超过基线的 1.5~2.0 倍;尿量连续 6~12 h 小于 $0.5 \text{ mL}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{h}^{-1}$, AKI II 期指前 7 d 内血清肌酐升高超过基线的 2.0~3.0 倍;尿量连续 12 h 小于 $0.5 \text{ mL}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{h}^{-1}$, AKI III 期指前 7 d 内血清肌酐升高超过基线的 3.0 倍;血清肌酐急性升高超过 0.5 mg/dL 并且血清肌酐大于 4 mg/dL ;需要 RRT;尿量连续 24 h 小于 $0.3 \text{ mL}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{h}^{-1}$ 或连续 12 h 无尿[4]。目前该诊断标准为肝移植术后肾功能不全患者常用的诊断标准。

3. 肝移植术后 AKI 的流行病学特征

肝移植术后 AKI 的发生率因诊断标准、手术中心的不同而存在较大差异。国内外多项研究报道其发生率为 30%~70% [5]-[10]。黄勇等(2025)报道 39 例肝移植患者中 AKI 发生率为 35.9%；桑晓辉等(2025)在 83 例患者中发现 AKI 发生率为 50.6%；儿童肝移植中 AKI 发生率亦较高；刘巍(2023)在婴儿亲属活体肝移植中发现 AKI 发生率高达 60.2% [11]。这些数据表明，AKI 是肝移植术后最常见且严重的并发症，严重影响患者的预后及生存率，亟需开展系统性研究，为后续预防及治疗提供。

4. 肝移植术后急性肾功能不全的病理生理

肝移植术后肾功能不全发病机制较为复杂，其核心病理生理学基础是有效动脉血容量不足，炎症因子大量释放、静脉淤血等[12]。有效循环血容量会激活肾素-血管紧张素-醛固酮系统和交感神经系统，导致肾血管强烈收缩，肾小球滤过率下降，肾小管上皮细胞发生坏死脱落等[13]。缺血-再灌注损伤：供肝在恢复血流后释放大炎症介质(如细胞因子、活性氧)，引起全身炎症反应综合征，可远程损伤肾脏。静脉淤血：肝移植无肝期和再灌注早期，下腔静脉和门静脉压力变化可能影响肾静脉回流，导致肾静脉压升高，从而降低肾灌注压。目前对肝移植术后肾功能不全的病理生理研究尚不完全清楚，有待进一步研究[14]。

5. 肝移植术后发生 AKI 的危险因素

(一) 术前危险因素

1) **术前肾功能状态**：目前已有多项研究指出，术前肌酐水平升高是术后 AKI 的独立危险因素，且与 AKI 呈显著相关[5][6][15]-[19]。此外，术前肾小球滤过率降低也被认为是重要预测指标(吕海金等, 2013)[20]。同时也有研究表明肝移植术前血胱抑素 C、尿 β_2 微球蛋白、尿 NAG 可作为预测术后早期 AKI 的敏感指标[21]。

2) **全身炎症与营养状态**：全身免疫炎症指数(SII)升高、年龄、预后营养指数(PNI)降低与 AKI 风险增加相关[22]。石萍等(2024)研究发现，SII 和 PNI 是 AKI 的独立预测因素[17]。同时，目前已有研究表明患者体质指数(BMI)为患者 AKI 独立危险因素，但由于又有中心研究得出相反结论，故需其它中心增加样本量进行进一步研究[5][15][23]。

3) **心功能与肝病严重程度**：术前氨基末端脑钠肽前体(NT-proBNP)水平升高提示心功能不全，与 AKI 发生密切相关(潘乃凡等, 2024)[18]。终末期肝病模型(MELD)评分、术前白蛋白(ALB)，是 AKI 的独立危险因素[19]。同时，也有研究表明 Child-Pugh 评分越高，AKI 风险越大(韩悦等, 2021；肖巧红, 2018)[24]。术前肝性脑病及酒精相关性肝硬化也与术后 AKI 相关[25]。

4) **合并症与并发症**：同时最新有研究表明，高血压、肝性脑病、糖尿病、贫血等均是 AKI 的危险因素[26][27]。其中糖尿病是原位肝脏移植后 AKI 的独立危险因素[28]。若患者存在丙型肝炎病毒(HCV)感染时，AKI 发生的风险相对增加[29]。

5) **严重急性肾损伤(依据 KDIGO 标准：处于第 3 期)的风险因素**：近期有研究者聚焦于严重急性肾损伤危险因素的研究，结论表明性别(女性)、总胆红素(≥ 12.189 毫克/分升)、肌酐(≥ 1.118 毫克/分升)以及 SAPS-II 评分(≥ 42)是肝移植术后患者发生严重急性肾损伤的独立危险因素[30]。

(二) 术中危险因素

1) **手术操作与时间**：目前已有多项研究表明肝移植无肝期(病肝的肝上下腔静脉、肝下下腔静脉及门静脉被完全离断开始，到新植入肝脏的肝上下腔静脉、门静脉吻合完毕并开放血流为止的这段时间时)延长为肝移植术后 AKI 的独立危险因素。同时手术时间延长、术中出血量增加均显著提升 AKI 风险[19][31]。

术中低血压(尤其是 MAP 低于 65 mmHg 累积时间与面积)与 AKI 密切相关(徐磊等, 2024) [19] [32] [33]。

2) **输血与液体管理:** 也有相关证据表明术中输注红细胞、新鲜冰冻血浆等血制品是 AKI 的独立危险因素, 其中输注红细胞大于 15 U 是肝移植术后 AKI 的独立危险因素[34]。术中尿量减少、液体正平衡同样也是重要预测指标[24]。

3) **麻醉与药物使用:** 儿童相关肝移植研究表明以丙泊酚为基础的全凭静脉麻醉相比吸入麻醉, 能减轻肝缺血再灌注损伤, 降低 AKI 发生率, 但是否适用于成人需进一步研究[11]。特利加压素的使用可能具有肾脏保护作用(徐磊等, 2023) [35]。

(三) 术后因素

1) **肝功能恢复情况:** 术后 AST、ALT 峰值升高与 AKI 风险相关, 提示肝缺血再灌注损伤可能累及肾脏[5]。

2) **术后感染与脓毒血症:** 术后感染和脓毒症是 AKI 的重要诱因。吕海金等(2013)研究发现, 术后脓毒症发生率在 AKI 组显著高于非 AKI 组[20]。国外研究同样指出, 感染是肝移植术后 AKI 的常见并发症[2]。AKI 与感染相互影响, 形成恶性循环, 严重危害患者术后恢复。

3) **免疫抑制剂肾毒性:** CNI 钙调磷酸酶抑制剂(如他克莫司)是肝移植术后常用的免疫抑制剂, 术后高剂量的使用是引起 AKI 的重要因素[22]。刘静等(2011)研究发现, 术后他克莫司日用量是 AKI 的独立危险因素[36]。国外研究也强调, CNI 类药物的肾毒性是移植后肾功能不全的主要因素[37]。

6. 肝移植术后 AKI 的预测模型构建进展

为提高 AKI 的早期识别能力, 国内外学者构建了多种预测模型。

1) 基于传统危险因素的列线图模型

桑晓辉等(2025)基于 LASSO 回归构建了包含 BMI、无肝期时间、术中尿量和术后 AST 峰值四个变量的列线图模型, AUC 达 0.893, 表现出良好的预测性能, 同时通过 Bootstrap 法重复抽样 1000 次进行内部验证显示该模型具有良好的区分度及校准度[5]。石萍等(2024)基于 SII、PNI、INR、出血量和肝昏迷五个因素构建的列线图模型 AUC 为 0.73 [38]。2025 年有研究纳入北京清华长庚医院治疗的 453 例成人肝移植受者, 按照 6:4 的比例将患者随机分配到开发队列和验证队列, 基于该数据构建了包含 HE (术前肝性脑病)、酒精性肝硬化、术前白蛋白-胆红素评分 ≥ 1.78 、手术时间 ≥ 560 min、术中新鲜冰冻血浆输注量(每 1000 mL)的风险该模型, 曲线下面积(AUC)为 0.760 ($P < 0.05$), 对照组为 0.759 ($P < 0.05$), 说明该模型具有普适性[25]。

2) 基于超声与生物标志物的联合模型

张迪等(2025)的研究证实, 超声参数肝肾指数(HRI)和肾动脉阻力指数(RRI)联合血清 CysC 可显著提高 AKI 的早期诊断效能, 三者联合的 AUC 达 0.934, 但该模型未经过外部与内部验证, 普适性有待进一步考究[29]。国外研究也表明, 超声联合生物标志物在 AKI 早期诊断中具有重要价值(Kellum *et al.*, 2015) [39]。

3) 基于术前评分的预测模型

危国庆等(2017)的研究得出, 术前 MELD-Na 评分与 AKI 发生率呈正相关, 评分越高, AKI 风险越高[40]。国外研究也证实, MELD 评分是肝移植术后 AKI 的有效预测工具[2]。

4) 儿童相关模型建立

儿童肝移植也在蓬勃发展, 儿童肝移植领域也有相应模型构建, 如陈剑鹏(2022)基于 BMI、术中红细胞输注量、手术时间等构建的预测模型, 总体预测准确率达 68.3% [41], 但该模型同样缺乏外部验证确定其是否具有普适性。

7. 肝移植术后 AKI 的早期诊断方法

传统意义上, AKI 诊断依赖于血清肌酐和尿量, 但这些指标存在延迟性和局限性。近年来, 新型生物标志物和影像学技术为 AKI 早期诊断提供了新思路。

1) 新型生物标志物

中性粒细胞明胶酶相关脂质运载蛋白(NGAL)是近年来研究较多的 AKI 早期标志物[42]。雷联会等(2016)研究发现, 肝移植术后 4 小时的血、尿 NGAL 水平对 AKI 具有较高预测价值(AUC 分别为 0.88 和 0.92) [43]。胱抑素 C (CysC)也是敏感指标, 张迪等(2025)的研究显示, 术后 1 天 CysC ≥ 1.38 mg/L 时监测 AKI 的 AUC 为 0.851 [44]。手术结束时测量的胱抑素 C 水平在识别肝移植术后急性肾损伤(AKI)患者方面具有更好的预测价值和更高的准确[45]。术后第 1 天血清磷浓度 ≥ 4.5 毫克/分升, 具有一定预测能力 [46]。

2) 超声评估

超声参数如肾动脉阻力指数(RRI)和肝肾指数(HRI)在 AKI 早期诊断中表现出良好价值。张迪等(2025)研究表明, HRI ≤ 1.12 和 RRI ≥ 0.65 对 AKI 具有较好的诊断效能(AUC 分别为 0.801 和 0.825) [44]。

3) 尿肾损伤标志物

研究表明尿 β_2 微球蛋白、N-乙酰- β -D-葡萄糖苷酶(NAG)等肾小管损伤标志物在 AKI 早期即可升高, 具有预测价值[21]。有研究表明, 术前对尿中性粒细胞胶原酶相关脂质运载蛋白(NGAL)和肝型脂肪酸结合蛋白(L-FABP)的评估能够预测是否需要肾脏替代治疗, 准确率为 75%; 在肝移植术后 48 小时内对尿渗透压(OSM)、尿肾损伤分子 1 (KIM-1)和组织金属蛋白酶抑制剂(TIMP-1)的综合评估能够预测严重急性肾损伤, 准确率为 80%, 在肝移植术后 48 小时内仅测量尿渗透压(OSM)的准确性为 83%, 在预测肾脏替代治疗需求方面优于任何骨髓检测组合[47]。

8. 肝移植术后 AKI 的防治策略

1) 围术期血流动力学管理

维持术中血压稳定、避免低血压是预防 AKI 的关键。徐磊等(2024)研究提示, 术中避免低血压、控制血压变异性可降低 AKI 风险[32]。国外指南也强调, 术中目标导向液体治疗和血管活性药物使用有助于肾保护[39]。

2) 合理输血与液体管理

大量研究表明, 限制术中不必要的输血, 尤其是大量血浆和红细胞输注, 可能降低 AKI 风险[9] [22]。术中保持适当的尿量(>100 mL/h)也被认为是保护性因素[8]。术中低血压与 LT 后的 AKI 独立相关, 维持 MAP 在 60 mmHg 以上可能改善 LT 后的肾功能[33]。

3) 药物干预

特利加压素在部分研究中显示出肾保护作用, 围术期使用特利加压素可提高尿量, 降低严重 AKI 发生率[35]。儿童肝移植中乌司他丁也被证明可能具有肾保护作用[41]。在肝移植手术中使用右美托咪定可显著降低急性肾损伤的发生率, 并使受术者术中血清乳酸水平降低, 且未对血流动力学产生不良影响[48]。

4) 免疫抑制剂方案调整

对于 CNI 相关性肾损伤, 转换为西罗莫司等非 CNI 类药物可能改善肾功能。既往有研究表明, 将他克莫司转换为雷帕霉素后, 患者肾功能显著改善[49]。国外研究也支持这一策略[25]。

5) 手术技术的发展

同时手术技术也是重要因素, IFLT (无缺血肝移植)显著降低了移植术后急性肾损伤、3 期急性肾损伤(AKI)以及肾脏替代治疗(RRT)的发生率[50]。

9. 肝移植的预后

AKI 严重影响肝移植患者的短期和长期预后, 多项研究表明, AKI 患者术后住院时间延长、感染发生率增加、死亡率升高[16][20]。AKI 还是慢性肾脏病和终末期肾病的重要危险因素(刘华泽等, 2022) [51]。儿童肝移植术后 AKI 同样与不良预后相关, 包括机械通气时间和住院时间延长(刘巍, 2023) [11]。

10. 总结与展望

国内研究在 AKI 危险因素识别、预测模型构建及中医药物干预方面积累了丰富经验, 尤其在超声联合生物标志物诊断方面取得了进展。国外研究则更注重多中心大样本验证、新型生物标志物的转化应用以及精细化血流动力学管理。两者均强调术前评估、术中精细化管理和术后早期干预的重要性。

总体而言, 肝移植术后 AKI 是一个多因素、多环节的临床问题, 其防治需要多学科协作、个体化管理。未来研究方向应包括:

- 1) 构建更具普遍性和实时性的多模态预测模型;
- 2) 探索更敏感、特异的早期诊断生物标志物;
- 3) 开展前瞻性干预研究, 优化围术期管理策略;
- 4) 关注 AKI 向 CKD 转变的机制与干预。

参考文献

- [1] Braun, H.J. and Ascher, N.L. (2018) The Impact of Renal Insufficiency after Liver Transplantation. *Transplantation*, **102**, 1033-1034. <https://doi.org/10.1097/tp.0000000000002176>
- [2] Angeli, P., Ginès, P., Wong, F., Bernardi, M., Boyer, T.D., Gerbes, A., *et al.* (2015) Diagnosis and Management of Acute Kidney Injury in Patients with Cirrhosis: Revised Consensus Recommendations of the International Club of Ascites. *Journal of Hepatology*, **62**, 968-974. <https://doi.org/10.1016/j.jhep.2014.12.029>
- [3] Nadim, M.K., Genyk, Y.S., Tokin, C., Fieber, J., Ananthapanyasut, W., Ye, W., *et al.* (2012) Impact of the Etiology of Acute Kidney Injury on Outcomes Following Liver Transplantation: Acute Tubular Necrosis versus Hepatorenal Syndrome. *Liver Transplantation*, **18**, 539-548. <https://doi.org/10.1002/lt.23384>
- [4] Khwaja, A. (2012) KDIGO Clinical Practice Guidelines for Acute Kidney Injury. *Nephron Clinical Practice*, **120**, c179-c184. <https://doi.org/10.1159/000339789>
- [5] 桑晓辉, 赵晋明, 白磊, 等. 基于 LASSO 回归构建肝移植术后急性肾损伤的预测模型[J]. 肝胆胰外科杂志, 2025, 37(4): 227-235, 242.
- [6] 李喆, 尚晨, 张志贇, 等. 成人肝移植术后早期急性肾损伤的发生和危险因素分析[J]. 武汉大学学报(医学版), 2020, 41(3): 485-489.
- [7] 周志强, 赵旭, 樊龙昌, 等. 成人良性终末期肝病肝移植术后肾损伤部分危险因素分析[J]. 临床麻醉学杂志, 2017, 33(3): 240-243.
- [8] 岳竹, 李昂, 刘培, 等. 肝移植术后急性肾损伤的发生率及危险因素[J]. 首都医科大学学报, 2018, 39(1): 14-20.
- [9] 黄勇, 邢军, 张翀, 等. 肝移植术后肾损伤危险因素分析[J]. 中日友好医院学报, 2025, 39(3): 139-143.
- [10] Yalavarthy, R., Edelstein, C.L. and Teitelbaum, I. (2007) Acute Renal Failure and Chronic Kidney Disease Following Liver Transplantation. *Hemodialysis International*, **11**, S7-S12. <https://doi.org/10.1111/j.1542-4758.2007.00223.x>
- [11] 刘巍. 不同麻醉方法对于婴儿亲属活体肝移植术后急性肾损伤的影响及其机制研究[D]: [博士学位论文]. 重庆: 重庆医科大学, 2024.
- [12] Ali, A., Lima Sampaio, T., Khan, H., Jeandet, P., Küpeli Akkol, E., Bahadar, H., *et al.* (2022) Plants with Therapeutic Potential for Ischemic Acute Kidney Injury: A Systematic Review. *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine*, **2022**, Article ID: 6807700. <https://doi.org/10.1155/2022/6807700>
- [13] Tibi, S., Zeynalvand, G. and Mohsin, H. (2023) Role of the Renin Angiotensin Aldosterone System in the Pathogenesis of Sepsis-Induced Acute Kidney Injury: A Systematic Review. *Journal of Clinical Medicine*, **12**, Article 4566. <https://doi.org/10.3390/jcm12144566>
- [14] Chatatikun, M., Tedasen, A., Netphakdee, R., Tangpong, J., Phinyo, P., Wongyikul, P., *et al.* (2025) The Nephroprotective

- Effects of α -Mangostin for Acute Kidney Injury: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Antioxidants*, **14**, Article 1374. <https://doi.org/10.3390/antiox14111374>
- [15] 张达利, 毕京峰, 高银杰, 等. 肝移植术后患者急性肾损伤危险因素及严重程度分析[J]. 传染病信息, 2019, 32(5): 411-414.
- [16] 肖巧红. 肝移植术后急性肾损伤的发生率、危险因素及预后分析[D]: [硕士学位论文]. 福州: 福建医科大学, 2019.
- [17] 白明传, 邬步云, 许雪强, 等. 肝移植术后早期急性肾损伤的危险因素及与预后的关系[J]. 中华肾病研究电子杂志, 2020, 9(5): 193-201.
- [18] 潘乃凡, 宋雪松. 术前氨基末端脑钠肽前体 (NT-proBNP) 与肝移植术后急性肾损伤的关系探讨[J]. 临床肝胆病杂志, 2024, 40(8): 1653-1660.
- [19] 向丽. DCD 供肝肝移植后急性肾损伤发生的危险因素分析[D]: [硕士学位论文]. 宁波: 宁波大学, 2022.
- [20] 吕海金, 易述红, 陈艳, 等. 肝移植术后急性肾损伤的危险因素分析[J]. 中华肝脏外科手术学电子杂志, 2013, 2(5): 310-313.
- [21] 李晓芸, 原冬冬, 李响, 等. 肝移植术后早期急性肾损伤的预测指标[J]. 中华肝脏外科手术学电子杂志, 2014, 3(5): 27-30.
- [22] Smoter, P., Nyckowski, P., Grat, M., Patkowski, W., Zieniewicz, K., Wronka, K., *et al.* (2014) Risk Factors of Acute Renal Failure after Orthotopic Liver Transplantation: Single-Center Experience. *Transplantation Proceedings*, **46**, 2786-2789. <https://doi.org/10.1016/j.transproceed.2014.09.044>
- [23] 向丽, 卢长江, 胡杨科, 等. 心脏死亡器官捐献肝移植术后并发急性肾损伤危险因素分析[J]. 中华移植杂志(电子版), 2020, 14(2): 92-95.
- [24] 肖巧红, 庄永泽. 肝移植术后急性肾损伤的发生率、危险因素及预后分析[C]//中国中西医结合学会肾脏病专业委员会. 中国中西医结合学会肾脏病专业委员会 2018 年学术年会论文摘要汇编. 南京: 南京军区福州总医院(原: 解放军九三医院)/东方医院, 2018: 115.
<https://kns.cnki.net/KCMS/detail/detail.aspx?dbcode=CPFD&dbname=CPFDLAST2019&file-name=ZGZP201810002079>
- [25] Wei, Y., Qi, Z., Wu, W., Feng, C., Yang, B., Yin, H., *et al.* (2026) Early Prediction of Acute Kidney Injury Following Liver Transplantation: Development and Validation of a Clinical Risk Model. *Journal of Clinical and Experimental Hepatology*, **16**, Article ID: 103179. <https://doi.org/10.1016/j.jceh.2025.103179>
- [26] 刘琪, 张翔宇, 郑嘉奕. 肝移植术后急性肾损伤的发生情况、危险因素与预后分析[J]. 实用中西医结合临床, 2022, 22(17): 83-86.
- [27] 卢海洋, 宁新宇, 陈瑛琪, 等. 血清 β_2 微球蛋白对肝移植术后急性肾损伤的预测价值[J]. 北京医学, 2022, 44(3): 221-226.
- [28] Wang, Y., Li, J., Guan, Y., Xie, Q., Hao, C. and Wang, Z. (2021) Diabetes Mellitus Is a Risk Factor of Acute Kidney Injury in Liver Transplantation Patients. *Hepatobiliary & Pancreatic Diseases International*, **20**, 215-221. <https://doi.org/10.1016/j.hbpd.2021.02.006>
- [29] Kim, J.H., Kim, K., Kwon, H., Kim, S., Jun, I., Song, J., *et al.* (2024) Impact of Chronic Hepatitis C Virus on Acute Kidney Injury after Living Donor Liver Transplantation. *Anesthesia & Analgesia*, **141**, 608-617. <https://doi.org/10.1213/ane.0000000000007253>
- [30] Zhou, R., Wang, H., Yang, Q. and Han, L. (2025) Identification of the Risk Factors for Predicting Severe Acute Kidney Injury in Patients after Liver Transplantation. *Frontiers in Physiology*, **16**, Article 1614336. <https://doi.org/10.3389/fphys.2025.1614336>
- [31] 韩悦, 郭书琰, 韩玉珍, 等. 肝移植术后早期与晚期急性肾损伤的危险因素[J]. 中国急救医学, 2021, 41(3): 201-205.
- [32] 徐磊, 张韬, 曹林, 等. 围术期血压变异性对肝移植术后急性肾损伤的影响[J]. 肝胆胰外科杂志, 2024, 36(3): 129-135.
- [33] Bieze, M., Zabida, A., Martinelli, E.S., Caragata, R., Wang, S., Carroll, J., *et al.* (2024) Intraoperative Hypotension during Critical Phases of Liver Transplantation and Its Impact on Acute Kidney Injury: A Retrospective Cohort Study. *Brazilian Journal of Anesthesiology (English Edition)*, **74**, 844566. <https://doi.org/10.1016/j.bjane.2024.844566>
- [34] 王万里, 李青山, 周颖, 等. DCD 供肝肝移植术后早期急性肾损伤相关危险因素分析[J]. 器官移植, 2018, 9(2): 130-136.
- [35] 徐磊, 曹林, 吴明明, 等. 特利加压素对肝移植术后急性肾损伤的影响[J]. 肝脏, 2023, 28(7): 823-826, 836.
- [36] 刘静, 卢实春, 王孟龙, 等. 影响肝移植术后早期急性肾功能不全相关危险因素分析[J]. 肝胆外科杂志, 2011,

- 19(3): 187-189.
- [37] Kellum, J.A. and Lameire, N. (2013) Diagnosis, Evaluation, and Management of Acute Kidney Injury: A KDIGO Summary (Part 1). *Critical Care*, **17**, Article No. 204. <https://doi.org/10.1186/cc11454>
- [38] 石萍, 曹丽, 吕德珍. 基于全身免疫炎症指数和预后营养指数的列线图模型在肝移植术后急性肾损伤的预测价值探讨[J]. *安徽医药*, 2024, 28(1): 80-84.
- [39] Kellum, J.A. and Prowle, J.R. (2018) Paradigms of Acute Kidney Injury in the Intensive Care Setting. *Nature Reviews Nephrology*, **14**, 217-230. <https://doi.org/10.1038/nrneph.2017.184>
- [40] 危国庆, 程远, 蔡秋程, 等. MELD-Na 评分对逆行灌注法原位肝移植术后早期急性肾损伤发生的预测作用[J]. *器官移植*, 2017, 8(5): 360-364.
- [41] 陈剑鹏. 儿童肝移植术后急性肾损伤危险因素分析[D]: [硕士学位论文]. 南宁: 广西医科大学, 2025.
- [42] Cho, H., Jung, J., Yoon, H., Yang, S., Lee, H., Kim, W.H., et al. (2023) Serum Neutrophil Gelatinase-Associated Lipocalin and Lactate Level during Surgery Predict Acute Kidney Injury and Early Allograft Dysfunction after Liver Transplantation. *Scientific Reports*, **13**, Article No. 8643. <https://doi.org/10.1038/s41598-023-34372-9>
- [43] 雷联会, 杨洋, 韦中余, 等. 检测 NGAL 对成人肝移植术后急性肾损伤的早期诊断价值[J]. *武警医学*, 2016, 27(5): 437-439, 443.
- [44] 张迪. 超声参数联合胱抑素 C 监测肝移植术后急性肾损伤的应用价值[D]: [硕士学位论文]. 青岛: 青岛大学, 2025.
- [45] Vijayakumar, D., Yadav, A.Y., Es, M., et al. (2024) Early Prediction of Acute Kidney Injury in Living Donor Liver Transplantation by Serum Cystatin C Concentration at the End of the Surgery. *Iranian Journal of Kidney Diseases*, **18**, 270-276.
- [46] Hong, S., Park, C. and Park, C. (2012) Prediction of Newly Developed Acute Renal Failure Using Serum Phosphorus Concentrations after Living-Donor Liver Transplantation. *Journal of International Medical Research*, **40**, 2199-2212. <https://doi.org/10.1177/030006051204000618>
- [47] Lima, C., Santos Ferreira, G., Vattimo, M.D.F.F., de Paiva Haddad, L.B., Malbouisson, L.M., Carneiro D'Albuquerque, L.A., et al. (2024) Comprehensive Biomarker Assessment for Predicting Severe Acute Kidney Injury and Need of Kidney Replacement Therapy in Liver Transplantation Patients. *Renal Failure*, **46**, Article ID: 2402076. <https://doi.org/10.1080/0886022x.2024.2402076>
- [48] Kwon, H., Kang, S., Han, S., Kim, J.H., Kim, S., Jun, I., et al. (2024) Effect of Dexmedetomidine on the Incidence of Postoperative Acute Kidney Injury in Living Donor Liver Transplantation Recipients: A Randomized Controlled Trial. *International Journal of Surgery*, **110**, 4161-4169. <https://doi.org/10.1097/js9.0000000000001331>
- [49] 余思, 何晓顺, 马毅, 等. 雷帕霉素转换在肝移植术后肾功能不全患者中的应用[J]. *南方医科大学学报*, 2009, 29(11): 2276-2278.
- [50] Zhao, Q., Huang, J., Qin, M., Tang, Y., Liu, Z., Li, Y., et al. (2025) Protective Value of Ischemia-Free Liver Transplantation on Post-Transplant Acute Kidney Injury. *JHEP Reports*, **7**, Article ID: 101339. <https://doi.org/10.1016/j.jhepr.2025.101339>
- [51] 刘华泽, 黄健峰, 杨静雯, 等. 肝移植术后急性肾损伤诊治进展[J]. *中华肝脏外科手术学电子杂志*, 2022, 11(2): 212-214.