

# 1例左心室辅助装置植入患儿心脏移植术后危重期并发症护理

邓珺文,李权,程玥

**摘要:**总结1例左心室辅助装置植入患儿行心脏移植术后危重期并发右心功能不全、膈肌麻痹、肝损伤的护理经验。护理要点包括:构建多学科协作与快速响应机制,促进精准决策与快速响应;基于病理生理的右心功能精准维护与急性心力衰竭预警干预;应用膈肌超声可视化评估,联合阶梯式呼吸训练,改善呼吸功能;引入胃部超声动态监测营养耐受性,实施个体化肠内营养支持与肝功能保护。通过实施“协作-保护-支持”三维护理模型及精细化多学科协作团队管理,患儿康复出院,术后2个月随访显示恢复良好。

**关键词:**患儿; 心室辅助装置; 心脏移植; 并发症; 右心功能不全; 膈肌麻痹; 肝损伤; 危重期护理

**中图分类号:**R473.6 **DOI:**10.3870/j.issn.1001-4152.2026.02.064

## Nursing care of complications developed during critical period following heart transplantation in a pediatric patient carrying left ventricular assist device

Deng Junwen,

Li Quan, Cheng Yue, Cardiac Surgical Intensive Care Unit, TEDA International Cardiovascular Hospital, Tianjin 300457, China

**Abstract:** We aimed to summarize the nursing experiences in a pediatric patient who developed right ventricular failure, diaphragmatic paralysis, and hepatic injury during the critical phase following heart transplantation after implantation of a left ventricular assist device. Key nursing interventions included: establishing multidisciplinary collaboration and rapid response mechanisms to facilitate precise decision-making and prompt interventions; pathophysiology-based precise maintenance of right ventricular function and early intervention for acute heart failure; utilising diaphragmatic ultrasound visualization combined with stepwise respiratory training to enhance respiratory function; introducing gastric ultrasound for dynamic monitoring of nutritional tolerance, alongside individualised enteral nutritional support and hepatic function protection. Through implementation of the "Collaborate-Protect-Support" tripartite nursing model and refined multidisciplinary team management, the pediatric patient recovered sufficiently for discharge. Two-month postoperative follow-up demonstrated favorable recovery.

**Keywords:** pediatric patient; ventricular assist device; heart transplantation; complications; right ventricular failure; diaphragmatic paralysis; liver injury; critical care nursing

心力衰竭是各类心脏疾病的终末阶段,据文献报道,每年有5%~10%的心力衰竭患者进展为终末期心力衰竭(End-Stage Heart Failure, ESHF),病死率超过50%<sup>[1-2]</sup>。在儿童及青少年群体中,终末期心力衰竭发病率虽低于成人,但病情进展迅速、预后更差<sup>[3]</sup>。儿童心脏移植是治疗年龄<18岁终末期心力衰竭患儿的有效手段,但供体心脏短缺限制了该手术的开展<sup>[4]</sup>。植入式左心室辅助装置(Left Ventricular Assist Device, LVAD)可替代左心室泵血功能,为等待心脏移植争取生存时间,已成为心脏移植前过渡支持或永久性替代治疗的关键手段<sup>[5]</sup>。然而,儿童或青少年LVAD植入桥接心脏移植应用面临独特挑战:移植术前长期LVAD支持需平衡抗凝与活动需求;

手术吻合难度更大,肺动脉吻合口狭窄、膈神经损伤等并发症风险增高;肝肾功能储备较成人低,在LVAD支持期及移植术后更易出现多器官功能障碍<sup>[6]</sup>,显著增加了后期心脏移植手术的风险及术后护理难度。我院于2025年4月9日对1例LVAD植入患儿实施心脏移植手术,术后早期并发右心功能不全、左侧膈肌麻痹及肝损伤,病情危重,表现为中心静脉压(Central Venous Pressure, CVP)显著升高、血流动力学不稳、尿量减少、呼吸做功增加。经过积极治疗与护理,患儿康复出院。现将护理经验报告如下。

### 1 病例资料

**1.1 临床资料** 患儿男,15岁。身高172 cm,体重46 kg。因终末期心力衰竭,2022年在我院植入LVAD。此次因间断上腹闷痛,偶有恶心呕吐4个月,加重2 d,于2025年3月28日再入院。入院诊断:全心衰竭、LVAD植入术后、二尖瓣成形术后,纽约心脏病协会(New York Heart Association, NY-

作者单位:泰达国际心血管病医院心脏外科重症监护室(天津,300457)

邓珺文:女,硕士,主管护师,627040125@qq.com

科研项目:国家临床重点专科—心血管疾病综合治疗建设项目

收稿:2025-09-29;修回:2025-11-15

HA) 心功能分级Ⅲ级。入院时神志清楚, 皮肤黏膜色泽正常, 双肺呼吸音清, 胸前区闻及与 LVAD 运转相符的连续机械性杂音; 体温 36.4℃, 脉搏 98 次/min, 呼吸 18 次/min, 血压 96/65 mmHg (1 mmHg = 0.133 kPa)。超声心动图示左心室增大, 主动脉瓣呈关闭状态, 左心室射血分数(LVEF)13%, 肺动脉平均压(mPAP)35 mmHg; 胸片示肺淤血、心影增大、左侧胸腔积液、左侧膈肌抬高。实验室检查: 血清 N 末端 B 型利钠肽前体(N-terminal pro-B type Natriuretic Peptide, NT-proBNP)14 286 pg/mL; 丙氨酸氨基转移酶(ALT)819 U/L, 天门冬氨酸氨基转移酶(AST)1 390 U/L, 总胆红素(TBIL)123 μmol/L, 直接胆红素(DBIL)34.5 μmol/L, 间接胆红素(IBIL)89 μmol/L, 血红蛋白 98 g/L, 血清白蛋白 40 g/L。入院后予强心、利尿、营养心肌等治疗。

**1.2 治疗与转归** 入院后第 10 天患儿突发呼吸困难伴大汗, 不能平卧, 窦性心律 125 次/min, 呼吸 30 次/min, 血压 70/53 mmHg, 血氧饱和度(SpO<sub>2</sub>)0.80, 与主动脉瓣反流增加致急性失代偿、心功能恶化有关。立即转入 ICU, 予以呼吸机辅助通气。入院后第 12 天, 在全麻体外循环下行原位心脏移植术, 术中发现左侧膈肌活动明显减弱, 遂同期行左侧膈肌折叠术。术后保留中心静脉置管(CVC)、气管插管(ETT)、纵隔和胸腔引流管及左房测压管, 机械通气状态下转入 ICU。术后给予右心功能维护、营养支持治疗、肝功能保护与免疫抑制治疗。术后第 2 天, 患儿 CVP 持续升高至 15~20 cmH<sub>2</sub>O (1 cmH<sub>2</sub>O = 0.098 kPa), 伴心率增快(100~120 次/min)、血压下降, 末梢灌注不良, 尿量减少。超声示肺动脉吻合口内径 10~15 mm, 压差约 35 mmHg, 右室收缩功能减低, 急行肺动脉造影证实主肺动脉吻合口中度狭窄、右心增大, 经多学科协作团队紧急会诊后行肺动脉加宽术。术后 CVP 下降, 循环趋于稳定。术后第 3 天(肺动脉加宽术后第 1 天), 病情稳定, 拔除气管插管。拔管后呼吸浅快、做功增加, 左侧呼吸音弱, 予高流量加温加湿(High-flow Nasal Cannula, HFNC)氧疗, 加强膈肌起搏、呼吸肌训练, 针对性早期肠内营养支持、肝功能监测与维护。通过精心治疗和护理, 患儿循环、呼吸功能稳定, 肝功能改善(ALT 从 1 390 U/L 降至 49 U/L)。术后第 7 天转出 ICU, 第 22 天出院。术后 2 个月随访示: LVEF 67%, 肝功能指标恢复正常, 他克莫司血药浓度稳定, 血红蛋白 123 g/L, 患儿情绪状态良好。

## 2 危重期并发症护理

**2.1 多学科协作团队驱动的术后管理方案及应急预案的制订与实施** 复杂危重病例救治依赖高效的 multidisciplinary collaboration, 以整合资源、优化决策、提升效率<sup>[7]</sup>。本例

患儿的救治以 ICU 医护人员为主导, 联合心脏外科医师、呼吸治疗师、超声影像医师、药剂师、营养师、康复师、心理治疗师, 组建多学科核心团队。术前组织多学科团队成员讨论, 重点评估患儿术后右心衰竭、呼吸衰竭、感染、肝功能障碍、营养不良等高危因素, 制订术后管理方案及应急预案。另外, 构建“护理-医疗-技术”三位一体快速响应小组(下称快速响应小组), 由接受过重症超声培训的资深 ICU 医护人员及呼吸治疗师组成, 配备便携式超声仪及血气分析仪, 针对患儿移植术后右心衰与肺动脉梗阻高风险特点, 设定专属触发阈值。建立专用微信群, 确保患儿病情变化、检查结果、治疗方案等信息实时共享。推行日目标清单管理, 聚焦 6 大核心目标: 维持血流动力学稳定; 促进呼吸功能恢复; 预防感染; 促进肝功能恢复; 达标营养支持; 启动早期康复。术后由 ICU 护士负责执行任务清单, 落实护理措施, 严密病情观察, 记录并交接未完成事项, 持续监测生命体征(尤其是 CVP 趋势)、出入量、引流情况、电解质、血糖、疼痛评分、意识状态、末梢循环、心理状态及生长发育指标, 及时总结记录, 于每班次(19:00 及 7:00)在微信群汇报关键指标。当指标异常时, 责任护士需初步分析原因并提出初步护理对策, 为团队决策提供第一手信息。每日 9:00 多学科团队联合查房, 回顾前 24 h 目标完成情况, 全面评估患儿状态, 动态调整治疗方案。本例患儿术后第 2 天表现为右心功能不全, 将维持血流动力学稳定升至目标管理首位, 细化目标为“CVP < 15 cmH<sub>2</sub>O, 尿量 > 1 mL/(kg·h)”。术后第 2 天, 患儿 CVP 连续 2 h > 15 cmH<sub>2</sub>O 伴尿量 < 0.5 mL/(kg·h), 床旁护士立即呼叫快速响应小组成员, 成员 5 min 内抵达床旁对患儿进行初步检查与处理, 实现了从“识别异常”到“超声验证”到“初步干预”的快速衔接。多学科协作团队信息传递及时、准确、闭环, 为并发症的及时发现与处理奠定了基础。

## 2.2 并发症观察与护理

**2.2.1 基于病理生理的右心功能精准维护与急性心力衰竭预警干预** 心脏移植患者术后右心衰竭发生率为 20%~30%, 是早期死亡的重要原因, 致死率约 19%<sup>[8-9]</sup>。此患儿术前存在中度肺动脉高压(mPAP 35 mmHg), 手术时间长, 可能导致右心室对缺血再灌注损伤耐受性差, 属高危人群<sup>[10]</sup>。护理重点在于维护右心功能、及早识别并协助处理机械性梗阻。患儿入住 ICU 后给予静脉持续泵入米力农 0.5 μg/(kg·h), 并采用小潮气量(6~8 mL/kg 理想体质量)吸氧、低呼气末正压通气(PEEP 4 cmH<sub>2</sub>O)策略<sup>[11]</sup>, 旨在降低跨肺压和肺血管阻力, 最大限度减少对循环的干扰。为减少肺动脉痉挛引起的肺动脉压力增高, 术后即刻连接吸入性一氧化氮(Inhaled Ni-

tric Oxide, iNO), 初始浓度为 20 ppm<sup>[12]</sup>。治疗期间, 每小时监测管路前后浓度差正常, 管路无漏气或扭曲。根据 mPAP 及 SpO<sub>2</sub>, 每 4 小时谨慎下调 iNO 浓度 5 ppm<sup>[13]</sup>, 患儿生命体征及呼吸机参数正常。术后第 2 天, 患儿出现右心衰预警信号: CVP 进行性升高(15~20 cmH<sub>2</sub>O), 心率显著增快(100~120 次/min), 血压逐步下降(收缩压<90 mmHg), 尿量减少[<1 mL/(kg·h)]伴颈静脉怒张。护理团队迅速识别并启动“右心功能恶化”应急预案: ①立即汇报主管医生, 呼叫快速响应小组成员和超声科医生; ②遵医嘱增加米力农剂量至 0.75 μg/(kg·h), 同时快速评估末梢循环(毛细血管再充盈时间>3 s); ③于 ICU 内急查血气分析, 测得乳酸 4 mmol/L、混合静脉血氧饱和度(SvO<sub>2</sub>) 55%; ④结合患儿低蛋白血症(30 g/L)与右心负荷过重, 遵医嘱静脉输注 20%白蛋白 100 mL 扩容, 持续输注 1 h。输注后患儿 CVP 上升至 19 cmH<sub>2</sub>O, 尿量无改善, 遂静脉注射呋塞米 10 mg, 30 min 后排出 150 mL 深黄色尿液, 但 CVP 持续升高。此时床旁超声提示肺动脉吻合口最大压差 35 mmHg (提示显著狭窄), 右心室收缩功能明显减低。护理组长迅速协调多学科团队会诊, 确诊为肺动脉吻合口狭窄致机械性梗阻需手术干预后, 护理团队立即高效完成术前准备(血管活性药物持续输注、设备运转正常、给药管路通畅、病历资料整理完备), 安全转运患儿至手术室行肺动脉加宽术。术后 CVP 下降至 9~12 cmH<sub>2</sub>O, 心率 90~100 次/min, 血压回升, 尿量增加。复查超声示肺动脉吻合口流速下降, 右室功能改善, iNO 治疗 56 h, mPAP 降至 23 mmHg, 未发生反弹性肺动脉高压或低氧血症。本例患儿在 iNO 减量期间, 为预防肺动脉压力反跳, 经多学科团队评估后, 于术后第 1 天加用西地那非口服混悬液(初始剂量 0.5 mg/kg, 每 8 小时 1 次)作为序贯治疗。用药期间密切监测患儿血压、心率及 SpO<sub>2</sub>, 未出现低血压或氧合下降等不良反应。

**2.2.2 膈肌超声引导下的阶梯式呼吸训练** 心外科术后膈神经损伤发生率为 1%~10%, 左侧多见, 与游离心脏时牵拉或压迫走行于心包表面的膈神经有关, 易致膈肌麻痹, 活动减弱, 引起患侧肺通气减少, 导致肺不张和呼吸功能障碍<sup>[14-15]</sup>。本例患儿术中即发现左侧膈肌活动减弱, 行膈肌折叠术。术后第 3 天拔除气管插管后, 患儿出现呼吸浅快(28~35 次/min)、SpO<sub>2</sub> 下降至 0.92, 提示呼吸功能不全。立即采用高流量加温加湿氧疗改善通气, 2 h 后呼吸频率降至 20 次/min、SpO<sub>2</sub> 回升至 0.95。心脏术后膈肌麻痹传统依赖胸部 X 线片和临床表现诊断, 由于存在滞后性与主观性, 无法量化膈肌功能且难以精准指导康复进程<sup>[14]</sup>。本例患儿采用床旁膈肌超声动态评估

膈肌功能, 初始超声显示左侧膈肌移动度仅 0.8 cm, 增厚分数<20%。基于此量化结果, 启动了由康复师主导、责任护士辅助、呼吸治疗师协同的趣味化阶梯式呼吸训练方案: ①经皮膈肌起搏。由康复师负责执行, 将电极置于患儿左侧锁骨中线第 2~3 肋间及腋前线第 7~8 肋间, 起始强度为 10 mA, 根据患儿耐受情况逐步增至 20 mA, 每次 15 min, 2 次/d。治疗期间, 由康复师与责任护士共同监测肌电信号与膈肌移动度、增厚分数等超声参数变化<sup>[15-17]</sup>。②呼吸训练。由责任护士负责指导与每日执行, 指导患儿进行缩唇呼吸与腹式呼吸组合训练, 辅以使用呼吸训练器, 初始阻力设置为 2~3 档; 为提升患儿依从性, 将吹气球游戏标准化, 要求患儿通过 1 次深长、缓慢的腹式呼气, 将气球吹至直径≥15 cm 并维持 3 s。护士记录每次成功次数, 与患儿共同设定次日目标, 将康复转化为一项有即时反馈和成就感的挑战。每次训练 10 min, 3 次/d。③振动排痰与有效咳嗽训练。由责任护士与呼吸治疗师共同负责, 使用高频胸壁振荡排痰仪, 重点作用于左肺下叶, 每次 10~15 min, 3 次/d; 护士指导患儿进行有效咳嗽, 嘱其深吸气后屏气 2~3 s, 然后张口、收缩腹肌, 用力进行短促爆发性咳嗽 2~3 声。加强体位管理, 协助患儿采取右侧卧位以利于左肺通气, 并指导患儿渐进活动, 逐步抬高床头至≥60°, 再过渡至站立、原地踏步及短距离步行。通过康复干预, 患儿术后第 6 天复查膈肌超声显示左侧膈肌移动度增加 1.2 cm, 呼吸频率稳定于 18~20 次/min, SpO<sub>2</sub>≥0.95, 胸部 X 线片提示左下肺部影像恢复正常, 肺不张区域通气恢复。

**2.2.3 胃部超声指导的个体化肠内营养与肝功能协同管理** 心脏移植术后机体处于高代谢状态, 并发急性肝损伤时, 患儿面临营养需求增加与代谢负担过重的矛盾。早期启动肠内营养对维护肠道屏障功能、降低感染风险至关重要<sup>[18-19]</sup>。为保障喂养安全及最大化喂养效率, 本例患儿采用胃部超声评估胃窦运动指数与横截面积, 实现无创、动态监测肠内营养耐受性。具体措施: 术后 20 h 启动经鼻胃管肠内营养, 初始速度 20 mL/h, 每 4 小时递增 10 mL, 目标速度为 50 mL/h[总热量为 146.54 kJ/(kg·h)]<sup>[20]</sup>。选用低脂高蛋白配方, 添加支链氨基酸[0.5 g/(kg·h)]以优化正氮平衡。每 4 小时行胃部超声检查, 测量胃窦运动指数与横截面积, 计算胃残余量。术后第 1 天 12:00, 超声提示胃残余量近 100 mL, 胃窦运动指数为 1.2, 遵医嘱于鼻饲前给予多潘立酮 10 mg、莫沙必利 5 mg 促进胃肠蠕动, 并取右侧卧位 30 min 以利胃排空。8 h 后复查胃部超声示胃残余量<50 mL, 继续按计划实施肠内营养支持。同时, 加强肝功能保护与监测, 静脉输注谷胱甘肽 1.5 g/d 与复方甘草酸苷

40 mL/d 减轻肝细胞炎症损伤<sup>[21]</sup>；监测并维持血钾于 4.5~4.8 mmol/L。护士严格掌握药物输注速度，密切观察有无皮疹、血压升高等不良反应。每日监测肝功能、凝血功能、白蛋白等指标，并绘制电子趋势图共享于多学科团队群。经上述精细化营养与肝功保护策略，患儿肠内营养顺利达标，未出现腹胀、呕吐等不耐受表现。转出 ICU 前肝功能显著改善(ALT 34 U/L, AST 49 U/L, TBIL 26  $\mu$ mol/L)，血清白蛋白 42 g/L, 血红蛋白 122 g/L。胃部超声的应用，实现了从“被动监测”胃残余量到“主动评估”胃肠动力的转变，为个体化、精细化肠内营养提供了坚实依据，尤其在其多器官功能受累的危重患儿中价值显著。

### 3 小结

本例患儿心脏移植术后并发右心功能不全、左侧膈肌麻痹及肝功能异常，护理实践中以多学科团队协作为核心，以保护患儿器官功能为主线，通过个体化营养配方、阶梯式呼吸训练等措施促进患儿康复。本案例将床旁超声技术（膈肌超声、胃部超声）应用于呼吸与营养管理，体现了精准护理与可视化评估在复杂、危重病例中的优势。然而，本研究为单病例报告，所得护理经验的外推性可能受到限制，其普适性需更多同类病例验证。未来可在大样本研究的基础上利用大数据构建并发症风险预测模型，结合人工智能技术辅助多学科团队进行实时数据分析和决策支持，探索床旁超声等可视化技术在儿童危重症护理各环节中的标准化应用流程与价值，进一步提升干预的有效性和精准性，以改善危重症心脏移植患儿预后。

### 参考文献：

- [1] 王华, 刘宇佳, 杨杰孚. 心力衰竭流行病学[J]. 临床心血管病杂志, 2023, 39(4): 243-247.
- [2] Bounader K, Flécher E. End-stage heart failure: the future of heart transplant and artificial heart[J]. Presse Med, 2024, 53(1): 104191.
- [3] 中华医学会儿科学分会心血管学组, 中国医师协会心血管内科医师分会儿童心血管专业委员会, 中华儿科杂志编辑委员会. 儿童扩张型心肌病诊断与治疗专家共识(2024)[J]. 中华儿科杂志, 2024, 62(9): 811-825.
- [4] 朱家德, 吴敏. 儿童心脏移植的治疗进展与展望[J]. 器官移植, 2023, 14(1): 56-61.
- [5] 田嘉, 金洁, 郭莉, 等. 冠脉旁路移植左室辅助装置植入手术 1 例的护理配合[J]. 中国微创外科杂志, 2018, 18(7): 667-669.
- [6] 陈志高, 黄洁, 郑哲. 机械循环辅助过渡至心脏移植的现状和进展[J]. 实用器官移植电子杂志, 2023, 11(3): 197-201.
- [7] 中华医学会器官移植学分会. 中国心脏移植术后并发症诊疗规范(2019 版)[J]. 中华移植杂志(电子版), 2019, 13(1): 21-23.
- [8] 黎梦. 心脏移植术后右室功能超声评价及预后分析[D]. 武汉: 华中科技大学, 2021.
- [9] 徐月, 陈瑾, 任仕杰, 等. 静脉-肺动脉体外膜氧合在心脏移植术后右心衰竭中的应用[J]. 中华胸心血管外科杂志, 2024, 40(2): 110-113.
- [10] 朱然, 王小亭, 马晓春. 从右心认知到右心管理:《重症右心功能管理专家共识》要点解读[J]. 协和医学杂志, 2018, 9(5): 407-410.
- [11] 汪佳, 翁峰霞, 卫建华, 等. 1 例 Danon 病患者行心脏移植术后的护理[J]. 中华护理杂志, 2025, 60(2): 154-157.
- [12] 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.
- [13] 中国医师协会新生儿科医师分会. 一氧化氮吸入治疗在新生儿重症监护病房的应用指南(2019 版)[J]. 发育医学电子杂志, 2019, 7(4): 241-248.
- [14] Etienne H, Morris I S, Hermans G, et al. Diaphragm neurostimulation assisted ventilation in critically ill patients[J]. Am J Respir Crit Care Med, 2023, 207(10): 1275-1282.
- [15] 周倩, 徐颖, 顾勤, 等. 基于心脏、肺、膈肌超声多模态参数预测危重症患者机械通气脱机结局[J]. 中华超声影像学杂志, 2024, 33(7): 573-579.
- [16] 沈天舒, 杨娇, 王卫亮, 等. 呼吸神经肌肉电刺激联合抗阻呼吸训练在肺纤维化疾病康复中的应用[J]. 护理学杂志, 2024, 39(6): 90-93, 125.
- [17] 万娜, 赵宇, 张春艳, 等. 心脏手术后膈肌功能障碍致困难撤机患者的康复护理[J]. 护理学杂志, 2022, 37(4): 78-80.
- [18] Pal N, Gay S H, Boland C G, et al. Heart transplantation after ventricular assist device therapy: benefits, risks, and outcomes [J]. Semin Cardiothorac Vasc Anesth, 2020, 24(1): 9-23.
- [19] 国家心血管病中心生活方式医学专业委员会, 国家心血管病中心先天性心脏病专业委员会, 国家儿童医学中心心血管专科联盟, 等. 儿童及青少年先天性心脏病康复中国专家共识[J]. 中国循环杂志, 2024, 39(12): 1156-1169.
- [20] 中华医学会重症医学分会. 中国成人 ICU 患者营养评估与监测临床实践指南[J]. 中华危重病急救医学, 2023, 35(11): 1121-1146.
- [21] 茅益民.《中国药物性肝损伤诊治指南(2023 年版)》解读[J]. 中华肝脏病杂志, 2024, 32(4): 312-317.

(本文编辑 李春华)