

左心室辅助装置植入全程管理专家共识(2023 年)

《左心室辅助装置植入全程管理专家共识(2023 年)》工作组,
四川省医疗卫生与健康促进会心脏重症与辅助支持专业委员会,中国超声心动图学会

【摘要】 近年来,左心室辅助装置(left ventricular assist device, LVAD)在我国取得迅猛发展,但其仍属于高度专业性的限制类医疗技术,目前国内多数单位开展例数少。临床关注仍然主要在围手术期,在 LVAD 患者精细化管理、康复训练、院外培训护理、心理支持、精确随访等方面仍有许多不足。LVAD 项目的成功实施需要多学科专业团队协作,包括心血管内、外科,重症医学、超声心动图、麻醉、护理、感染、营养、康复、心理、LVAD 协调员等。为此,由四川省医疗卫生与健康促进会心脏重症与辅助支持专业委员会和中国超声心动图学会发起并组织此领域专家商讨制定 LVAD 植入的围手术期全程管理规范,以期对国内该技术领域的开展提供借鉴和参考,进一步提高 LVAD 植入前评估、临床手术和围术期管理质量,更好地提供安全有效的医疗服务。

【关键词】 左心室辅助;终末期心力衰竭;围术期;共识

【中图分类号】 R541.6

【文献标志码】 A

【文章编号】 1672-6170(2024)01-0043-13

Expert consensus on the whole-process management of left ventricular assist device implantation 2023 Workgroup of Expert Consensus on the Whole-Process Management of Left Ventricular Assist Device Implantation(2023), Cardiac Critical Care and Mechanical Circulation Support Committee of Sichuan Medical and Health Care Promotion Institute, Chinese Society of Echocardiography

【Corresponding author】 HUANG Ke-li, YU Tao

【Abstract】 In recent years, the left ventricular assist device (LVAD) has developed rapidly in China. However, it is still a highly professional restricted medical technology. At present, the number of cases in most hospitals is small. Clinical attention is still mainly on the perioperative period. There are still many deficiencies in the meticulous management, rehabilitation training, out-of-hospital training and nursing, psychological support, accurate follow-up and other aspects in the LVAD patients. The successful implementation of LVAD requires the collaboration of a multidisciplinary team, including cardiology, cardiac surgery, ICU, echocardiography, anesthesia, nursing, infectious disease, nutrition, rehabilitation, psychology, VAD coordinator, etc. For this reason, the Cardiac Critical Care and Mechanical Circulation Support Committee of Sichuan Medical and Health Care Promotion Institute and Chinese Society of Echocardiography for Medical and Health Care initiated and organized experts in this field to discuss the formulation of perioperative management standards for LVAD in order to provide reference for the development of this technical field in China, further improve the quality of preimplantation evaluation, clinical surgery and perioperative management to provide safe and effective medical services better.

【Key words】 Left ventricular assist; End stage heart failure; Perioperative period; Consensus

心力衰竭(heart failure, HF)是各种心脏疾病的严重或终末阶段,具有病死率高、再住院率高等特点,已经成为严重影响我国居民健康的重要公共卫生问题^[1, 2]。对于晚期 HF 患者,传统的治疗手

段已经失去作用,需要考虑心脏移植或植入心室辅助装置(ventricular assist device, VAD)。

左心室辅助装置(left ventricular assist device, LVAD)的工作原理是血液从左心室经入血管流入到血液泵内,通过血液泵内叶轮转动产生的推动力,将血液从血液泵内推出,并经出血管流入到升主动脉,从而辅助患者血液循环。随着技术迭代, LVAD 的耐久性和安全性也大幅度提升,患者的远期生存率和生活质量有了明显的提高。目前 LVAD 植入后 1 年生存率为 82%,最新一代设备 HeartMate 3 的术后 1 年生存率甚至高达 91.5%^[3]。临床上 LVAD 主要用于:①作为心脏移植的过渡手段;②作为永久性支持治疗手段-终点治疗;③作为心脏康复期间的替代性治疗手段;④作为评估是否适合心脏移植的决策期间的过渡手段。由于供心数量持续紧张, LVAD 已经由心脏移植的过渡手段逐渐成为心脏移植的替代性治疗手段。据统计,目前 LVAD 植入患者中,作为心脏移植的替代性治疗手段的比

【基金项目】 四川省科技计划重点研发项目(编号: 2020YFQ0060; 2021YFS0380; 2022YFS0302; 2021YFS0375), 四川省医学科学院·四川省人民医院临床研究及转化基金(编号: 2020LY10; 2021LZ02)

【通讯作者】 黄克力,男,硕士,主任医师,硕士研究生导师。中华医学会胸心血管外科学分会委员,中华医学会器官移植学分会委员,中国医师协会心血管外科分会委员,四川省医疗卫生与健康促进会心脏重症与辅助支持专业委员会主任委员,四川省医学会胸心外科专委会副主任委员,四川省卫健委学术技术带头人。研究方向:成人心脏疾病的外科治疗。

于涛,男,博士,教授,主任医师,硕士研究生导师。四川省老年医学会胸心外科专委会副主任委员,四川省医疗卫生与健康促进会心脏大血管外科学专委会副主任委员,四川省医学会器官移植专委会委员,国家微创心血管外科专委会委员。研究方向:终末期心力衰竭的基础和临床。

例约占 81.1%, 作为过渡手段的比例为 5.3%^[4]。

LVAD 项目的成功实施需要多学科专业团队协作, 包括心血管内、外科, 重症医学、超声心动图、麻醉、护理、感染、营养、康复、心理、VAD 协调员等。近年来, LVAD 在我国取得迅猛发展, 但其仍属于高度专业性的限制类医疗技术, 目前国内多数单位开展例数少, 在 LVAD 患者的精细化管理、康复训练、院外培训护理、心理支持、精确随访等方面仍有许多不足。本共识针对围手术期管理流程, 旨在进一步提高 LVAD 植入前评估、临床手术和围术期管理质量, 更好地提供安全有效的医疗服务。

表 1 证据等级

证据等级	内容
A	数据来源于多个随机对照临床研究或荟萃分析; 未来研究几乎不可能改变现有疗效评价结果的可信度
B	数据源于单个随机对照临床研究或大样本量非随机对照研究; 未来研究可能对现有疗效评价有重要影响, 可能改变评估结果的可信度
C	数据源于专家观点和/或小样本量或回顾性研究、注册登记研究; 未来研究很可能对现有疗效评价有重要影响, 改变评估结果可信度的可能性较大

表 2 推荐强度

推荐强度	内容
I	证据和/或普遍认同某一特定治疗或操作有益、有用、有效
II	某一特定治疗或操作的有用性、有效性的证据和/或意见有分歧证据、意见的权重偏向有用和/或有效有用性和/或有效性
IIa	还没有很好的证据
IIb	
III	某一特定治疗或操作无效, 且在某些案例中有害

1 LVAD 植入前管理

HeartMate II(轴流泵, 雅培, 2008 年)、Heartware(离心泵, 美敦力, 2012 年)、HeartMate 3(磁悬浮泵, 雅培, 2017 年)是获美国 FDA 批准使用的 3 款主流 LVAD 装置。2021 年 8 月 11 日, 美国 FDA 公布, 由于神经系统不良事件、死亡和可能无法重启的风险, 美敦力将召回(I 类召回)并停止分销和销售 HVAD 系统, 因此 HeartMate 3 是目前美国使用的主流 LVAD 装置, 占 90% 以上的 LVAD 植入量, 但在我国尚未被获批使用。

我国目前主要有四款 LAVD 装置: 重庆永仁心(EVAHEART I)、苏州同心医疗 CH-VAD、天津航天泰心(HeartCon)、深圳核心(Corheart 6), 均已获国家药监局批复上市。见表 3。

1.1 术前

1.1.1 LVAD 候选患者的筛选 识别并准确筛选最佳候选患者是良好预后的重要决定因素。参考以下标准可识别晚期 HF^[5]:

(1) 严重和持续的 HF 症状(美国纽约心脏病学会(New York Heart Association, NYHA)心功能分级

由四川省医疗卫生与健康促进会心脏重症与辅助支持专业委员会和中国超声心动图学会发起并组织此领域的专家组拟定关键问题, 经多次讨论、总结专家临床经验, 并结合国内外文献报道, 制定《左心室辅助装置植入全程管理专家共识》, 内容包括术前病例筛选、器官功能优化、麻醉及手术操作、术后重症监护、并发症预防及治疗、康复及护理等, 进而形成推荐意见。本共识的证据等级和推荐强度参考推荐意见分级评价, 制订与评估 GRADE 分类方法。见表 1、表 2。

III 或 IV 级)。

(2) 严重的心功能不全, 指标至少包括以下一项标准:

① 超声心动图提示心脏功能严重受损: a. 左心室显著增大: 左心室舒张末期期内径(LVEDD) > 70 mm; b. 低射血分数: 左心室射血分数(LVEF) < 35%。② 右心导管或 Swan-Ganz 导管检查肺毛细血管楔压(PCWP) > 16 mmHg, 或/和右心房压(RAP) > 12 mmHg, 心排血量(CI) < 2 L/(min · m²)。③ 持续升高的血浆脑利钠肽(BNP)或氨基末端脑利钠肽前体(NT-ProBNP), 排除非心源性因素

(3) 运动能力严重受损, 包括以下任意一项:

① 无法运动或 6 分钟步行距离 < 300 米。② 心肺运动试验: 峰值摄氧量(pVO₂) < 16 ml/(kg · min), 且推测为心源性为主。

(4) 下列原因导致 12 个月内 ≥ 3 次计划外就诊或住院:

① 需要大剂量静脉利尿剂纠正肺循环或体循环淤血。② 低心输出量间断或者持续需要正性肌力药物或血管活性药物维持。③ 反复恶性心律失常

常发作或植入型心律转复除颤器 (implantable cardioverter defibrillator, ICD) 频发电击。

(5) 靶器官功能损害, 主要包括肝肾功能损害,

推测主要为心源性^[6]。

启动 LVAD 患者的筛选也可以简化归结于“1 NEED HELP”原则^[7]。见表 4。

表 3 国内 4 款 LVAD 特点总结

公司	重庆永仁心	苏州同心	天津航天泰心	深圳核心医疗
品牌名	EVAHEART	CH-VAD	Heartcon	CorHeart 6
上市时间	2019.9	2021.11	2022.7	2023.6
适应证	长期辅助+短期辅助	短期辅助	短期辅助	短期辅助
产品代别	三代离心泵	三代离心泵	三代离心泵	三代离心泵
直径	51 mm	50 mm	45 mm	34 mm
厚度	67 mm	26 mm	53 mm	26 mm
重量	420 g (EVAHEART I) 262 g (EVAHEART II)	180 g	185 g	90 g
轴承技术	纯水悬浮	磁力悬浮	磁液悬浮	磁力悬浮
植入方式	体内植入	体内植入	体内植入	体内植入
产品分类	植入式 VAD	植入式 VAD	植入式 VAD	植入式 VAD
转速	1800~2200 转/分	2500~3100 转/分	2000~3400 转/分	2200~4300 转/分
最大流量	20 L/min	10 L/min	10 L/min	10 L/min
功率	7~8 W	6~7 W	4.5 W	3.5 W

表 4 晚期心力衰竭患者简化识别表 (1 NEED HELP)

代号	筛选指标
I (inotropes)	正性肌力药物维持
N (NYHA class/natriuretic peptides)	NYHA III/IV 级, 或持续脑钠肽 (前体) 水平升高
E (end-organ dysfunction)	靶器官功能受损
E (ejection fraction)	EF<35%
D (defibrillator shocks)	反复发生 ICD 电击
H (hospitalizations)	过去 12 个月内因 HF 住院>1 次
E (edema/escalating diuretic agents)	增加利尿剂剂量仍然水肿
L (low blood pressure)	低血压 心动过速
P (prognostic medications)	无法耐受 GDMT 或需下调剂量

EF: 射血分数; GDMT: 指南指导的药物治疗

1.1.2 LVAD 适应证、禁忌证和干预时间 应结合晚期 HF 患者基本心功能状况, 对生活质量改善的期望值和植入相关风险共同决策 LVAD 植入的适应人群。

(1) LVAD 的适应证

①因 HF 反复住院: ≥ 3 次/12 个月或者 2 次 HF 住院/6 个月; ②尽管接受 GDMT, 仍然 NYHA 心功能 III~IV 级症状或 GDMT 不耐受; ③液体滞留情况难以控制, 需要增加利尿剂维持容量平衡; ④心脏再同步化治疗反应差, ICD 频繁放电; ⑤正性肌力药物依赖; ⑥ $pVO_2 < 16 \text{ ml}/(\text{kg} \cdot \text{m}^2)$; ⑦因低心排导致终末器官功能不全 (肝肾功能损害)。

(2) LVAD 的绝对禁忌证

①不可逆的肝病, 肝硬化; ②不可逆的肾病, 长期血液透析; ③未治疗的主动脉瓣反流或者二尖瓣重度狭窄; ④血小板严重减低, 凝血机制障碍, 或不能耐受抗凝治疗; ⑤不可逆的中枢神经系统疾病; ⑥患有精神性疾病/障碍、不可逆转的认知功能障碍或存在社会心理问题; ⑦无医学依从性。

(3) LVAD 的相对禁忌证

①年龄>80 岁; ②严重肥胖或营养不良; ③严重右心功能衰竭; ④损害或严重影响康复的肌肉骨骼疾病; ⑤活动性全身感染或长期置管; ⑥未治疗的恶性肿瘤; ⑦严重的外周血管疾病; ⑧有药物滥用状态; ⑨认知功能受损; ⑩未控制的精神障碍。

(4) LVAD 的干预时机见表 5^[9~11]

表 5 机械辅助循环支持的机构间登记(Interagency Registry for Mechanically Assisted Circulatory Support, INTERMACS) 分级及干预的时间^[8]

NYHA 分级	INTERMACS 分级	患者状态	描述	详细情况	干预时间
III 级末期	7	进展性 HF, NYHA III 级	活动明显受限, 休息可缓解	适度运动即出现症状	目前可能不适用心脏移植或机械辅助循环
IIIB 级	6	活动受限	行走困难	运动数分钟后出现症状	不同的紧迫性, 取决于营养、器官功能和活动的维持
IV 级	5	不能活动	足不出户	轻微活动即出现症状	不同的紧迫性, 取决于营养、器官功能和活动的维持
	4	再发进行性 HF	医院常客	在静息或日常活动中即出现症状	在数周至数月的时间内进行确定性干预
	3	稳定但依赖正性肌力药物	稳定但依赖	血液动力学稳定但依赖于正性肌力药物支持	在数周至数月内进行明确的干预
	2	HF 进行性恶化	功能迅速下滑	尽管正性肌力药物支持, 但血流动力学恶化	需要在几天内进行明确的干预
	1	心源性休克	灾难和毁灭性	尽管正性肌力药物支持, 符合休克临床指征	需要在数小时内进行明确的干预

充分的术前评估, 对于减少或降低 LVAD 植入围手术期死亡率或者并发症尤其重要, LVAD 术前所需的相关检查和评估项目见表 6。

表 6 术前相关检查和评估

检验指标	影像学评估	血流动力学评估	其它
血生化: 肝功 (ALT, AST, 总胆红素, 直接胆红素, 碱性磷酸酶, 乳酸脱氢酶); 肾功能 (尿素氮, 肌酐, 尿酸, 肾小球滤过率); 电解质 (钾, 钠, 氯, 碳酸氢根, 钙, 磷, 镁); 空腹血糖、糖化血红蛋白	12 导联心电图、动态心电图	Swan-Ganz 导管或右心导管: CVP、RAP、PAP、PVR、PCWP、CO、CI	头颅 CT 或 MRI
血、尿、粪常规及隐血试验	超声心动图 心脏 MRI		胸部 X 射线或胸部 CT 平扫
凝血功能、血型	冠脉 CT 冠脉造影		心肺运动试验: (pVO ₂)
心肌损伤标志物: 肌钙蛋白, 肌酸激酶, 肌酸激酶同工酶、BNP/NT-proBNP	全主动脉 CTA		肺功能 FEV ₁ /FVC
其他: 甲功、血气分析、铁、铁蛋白、肿瘤标志物、自身抗体、β-人绒毛膜促性腺激素 (女性)、传染病筛查	颈动脉超声 下肢动静脉超声		腹部和泌尿系超声

ALT: 谷丙转氨酶; AST: 谷草转氨酶; CVP: 中心静脉压; PAP: 肺动脉压; PVR: 肺血管阻力; CO: 心输出量; FEV₁: 第 1 秒用力呼气容积; FVC: 用力肺活量

核心观点

1. 主动筛查晚期 HF 患者, 按照 I NEED HELP 原则筛查、转诊和治疗谨慎筛选出的合适晚期 HF 患者。(IIa 类推荐, B 级证据)
2. 主动脉瓣返流在 HF 患者中容易被低估, 且 LVAD 植入后返流可能加重; 中度及以上三尖瓣返流可能是右心功能障碍的表现; LVAD 植入术后二尖瓣返流可改善。(I 类推荐, C 级证据)
3. 建议将右心功能障碍作为“红旗征”, 但不建议使用任何单一的超声心动图参数诊断右心功能障碍的程度。右心功能需优化容量管理后评估。(I 类推荐, C 级证据)

1.1.3 术前心功能评估和管理 术前应常规评估器官功能, 指导采用必要合理的药物干预措施^[9-11]。术前心功维护策略需根据血流动力学变化进行优化, 低心排血量和右心室功能衰竭或容量超负荷是优化治疗的关键, 右心功能不全诊断和术前优化参考指标见表 7、表 8。

心功能维护和优化包括:

(1) 容量控制

通过降低右心的前后负荷, 优化容量管理实现右心功能的维护。避免过度利尿导致肾前性功能恶化。必要时可以考虑超滤或血液透析。

(2) 改善组织器官灌注情况

正性肌力药物可增加心输出量, 改善靶器官灌

注;机械循环支持包括主动脉内球囊反搏、体外膜肺氧合(extracorporeal membrane oxygenation, ECMO)等手段作为晚期严重 HF 患者 LVAD 植入提供一定机会和希望,临床工作需权衡利弊选择治疗方案。

(3) 术前 HF 药物调整

LVAD 植入术前 GDMT 方案根据患者血流动力学酌情调整。如果存在低灌注情况,可以暂停影响血压的神经内分泌拮抗剂。除非存在有症状的快速心律失常,否则应停用 β 阻滞剂,胺碘酮是优选抗心律失常药物,如果有 ICD 植入患者应尽量减少室性心动过速发作^[12-14]。

表 7 右心功能不全诊断参考指标

超声指标	参考数值	生化指标	参考数值
RVEDD/LVEDD	≥ 0.75	血肌酐	$>1.9\sim 2.3$ mg/dl 或 >2 倍基线
TAPSE	<16 mm	血尿素氮	>35 mg/dl
RVFAC	$<35\%$	ALT/AST 升高	>2 倍正常上线
组织多普勒三尖瓣环运动 S'峰	<9 cm/s	总胆红素升高	>2 mg/dl
右心室游离壁纵向应变	$\geq -20\%$	血白蛋白浓度	<30 g/L

RVEDD:右心室舒张末期内径;TAPSE:三尖瓣环收缩期位移;RVFAC:右心室面积变化分数

表 8 右心功能优化参考指标

超声右心优化的参考指标	Swan-ganz / 心导管右心优化参考指标
右心室每搏功指数 $>8\sim 12$ g/(m \cdot beat \cdot m ²)	CVP <12 mmHg
RVEDD/LVEDD <0.5	肺动脉搏动指数 >2
三尖瓣返流:非重度	CVP/PCWP <0.62

肺动脉搏动指数=(肺动脉收缩压-肺动脉舒张压)/CVP

核心观点

1.积极心功能维护是围手术期循环系统管理的关键,重点进行灌注容量管理,增加心输出量,优化右心功能。(I类推荐,C级证据)

2.右心功能的评估是 LVAD 围手术期预后的重要指标,强调需实现右心血流动力学指标的优化。(I类推荐,B级证据)

1.1.4 术前全身状态评估和靶器官功能维护

(1) 营养状态

术前采用主观全面营养评价,确定何时开始营养干预。可以结合人体成分分析、握力/体重,间接获得患者基础代谢、骨骼肌含量及水分等比例,指导改善术前营养状态和纠正恶病质。

(2) 治疗及预防感染

如果患者存在活动性全身和/或局部感染感染是 LVAD 植入的禁忌证,特别关注患者术前炎症指标等变化趋势,结合影像学 and 病原学培养,清除活动性感染病灶。术前患者常规清洁口腔,按照心脏外科手术的流程预防性使用抗生素。推荐对植入前已发生菌血症的患者至少进行 7 天的抗菌治疗。在与感染性心内膜炎无关的血流感染患者中,建议去除感染源(如果已知)和抗菌治疗。

(3) 神经/认知状况

有严重神经功能缺陷和/或神经认知障碍的患

者是 LVAD 植入的禁忌症。对于既往有卒中病史的患者,术前头颅 CT 或者 MRI 扫描评估颅内情况,排除颈动脉狭窄及主动脉疾病。如果患者有认知障碍则需要进行详细的神经认知功能评估,以确定是否理解和具备管理 LVAD 的依从性,心理评估了解患者的精神心理状态,酌情进行管理。

(4) 肾功能

肾功能不全与术后并发症和死亡率密切相关。心导管检查及肾病专科会诊协作有助于判断肾功能不全的原因,若为心肾综合征可以通过维护心功能改善肾脏灌注或有理由期待 LVAD 支持后肾功逆转的潜力;若为肾性,比如糖尿病肾病或者慢性肾病晚期,那么并发症及死亡率均增加,如果患者已经接受肾替代治疗,需要结合患者综合预后考虑 LVAD 植入的绝对获益。

(5) 凝血功能

在 LVAD 植入前应评估患者贫血状态及凝血参数。如果存在重度贫血或者活动性出血、血栓形成,应暂缓植入手术,同时追踪导致凝血机制异常的原因和评估可逆性。如果患者已经接受抗栓治疗,建议术前应停用噻吩吡啶抗血小板药物或维生素 K₁拮抗剂,如果必须使用抗凝药物,可以考虑使用短效抗凝剂。

(6) 呼吸系统

应根据病史、体格检查、肺功能检查和影像学

检查进行详细的肺功能分析,推荐呼吸专科医师参与术前管理,并且详细评估植入手术的风险。FEV₁、FVC 和肺一氧化碳弥散量小于预测值的 50% 应谨慎 LVAD 植入。术前鼓励患者在康复治疗师及护理人员指导下进行肺功能锻炼。

(7) 消化系统

术前应评估消化系统出血风险,必要进行消化内镜镜检查。

(8) 糖尿病及血糖管理

糖尿病与 LVAD 患者的感染和晚期死亡率相关,术前应该常规筛查植入候选人血糖水平及检测糖化血红蛋白,并对终末器官损伤程度进行评估,糖尿病控制不佳的患者在植入手术前应咨询内分泌科医生,优化其血糖管理措施^[15]。

(9) 术前护理+健康宣教

患者围手术期容易出现焦虑、恐惧等心理,护理人员应主动了解患者的文化程度、职业及家庭支持系统,评估患者的配合程度,及时向患者及家属解释疾病相关知识及费用,增强患者战胜疾病的信心。术前禁食禁饮宣教;训练床上大小便及正确呼吸方式,适当锻炼肺功能;同时由心外科专家和 LVAD 厂家培训师对专科护士再次进行术后设备使用及监测相关知识培训,并联合康复治疗师共同商讨患者术后的康复指导计划。

核心观点

术前器官功能状态的全面评估和综合管理是保证 LVAD 围手术预后的重要内容,应按照多学科管理的模式进行评估和管理。(I 类推荐, A 级证据)

2 LVAD 植入术中管理

2.1 麻醉 晚期 HF 患者的心功能储备差,甚至处于心源性休克状态,麻醉处理具有特殊性 & 挑战性。

2.1.1 术前麻醉评估 除常规术前评估外,应重点关注心功能情况和重要脏器受累程度(详见术前评估与管理部分)。

2.1.2 麻醉用药 麻醉诱导用药:应选择对血流动力学影响小的药物,并配合使用正性肌力药物。推荐联合使用依托咪酯、咪达唑仑、罗库溴铵和舒芬太尼作为麻醉诱导剂。异丙酚对心肌收缩力和全身血管阻力均有明显抑制作用,不作推荐。麻醉维持用药推荐方案:持续吸入七氟醚等吸入麻醉药,持续泵注异丙酚、右美托咪定、非去极化肌松药和阿片类药物,维持麻醉深度。采用肺保护通气策略:小潮气量联合高频通气,辅以呼气末正压通气(5~8 cmH₂O),避免患者发生缺氧、高碳酸血症和酸中毒。

2.1.3 术中监测 LAVD 术中常用的监测手段和作用见表 9。

表 9 常用术中监测手段

方法	指标	功能	
Swan-Ganz 导管	流量参数	CO、CI、每搏量、每搏指数	反映心脏泵血功能
		PVR	反映右心室后负荷
		外周血管阻力、外周血管阻力指数	反映左心室后负荷
	压力参数	RAP、PAP、PCWP	反映右心室功能、肺血管阻力和左房充盈压
TEE	氧代谢参数	动脉氧供、氧耗、混合静脉血氧饱和度	反映组织灌注水平
			1.评估心脏功能、容量负荷、瓣膜情况、识别心内血栓、卵圆孔未闭及其他心内分流、心腔内气体,定位 LVAD 装置等;2.优化 LVAD 泵速;3.CPB 脱机的核心评价指标。
神经系统监测	脑氧饱和度	反映颅脑氧供需平衡	
	脑电双频指数 麻醉深度指数	反映麻醉深度	

CPB:体外循环;TEE:经食道超声心动图

核心观点

监测脑氧饱和度、脑电双频指数或者麻醉深度指数,避免麻醉知晓或麻醉过深,降低患者术后认知功能障碍风险。(IIa 类推荐, B 级证据)

2.1.4 术中血流动力学维持、液体管理及凝血功能监测 LVAD 术中特别注意其右心室功能评估及优

化。可结合 TEE、Swan-Ganz 导管和术中直视进行综合评估。有右心室衰竭风险的患者可通过联合使用肾上腺素、米力农,结合一氧化氮(NO)、前列地尔、伊洛前列素来增加心肌收缩力和降低肺血管阻力。NO 的剂量应个体化处理,推荐 NO 的吸入剂量为 20~40 PPM^[16],避免缺氧、高碳酸血症和酸中毒等肺血管阻力增加因素。若上述措施不能改善

右心室功能,则需考虑安装 ECMO 或右心室辅助装置。

液体管理推荐采用目标导向液体治疗,通过 Swan-Ganz 导管、经食道多普勒超声监测或脉搏波形分析等监测手段,维持目标导向液体治疗相关监测指标^[17]。

术中可通过血栓弹性图或旋转血栓弹性测量、激活全血凝固时间 (ACT) 实时评估患者凝血功能。合理使用氨基己酸和氨甲环酸等抗纤溶药物,应用新鲜冰冻血浆、冷沉淀、血小板等手段和药物止血^[15]。LVAD 手术中使用凝血酶原复合物和 VII 因子需谨慎,仅用于非外科因素导致的难治性出血情况下^[6, 15]。

核心观点

1. 应结合 TEE 和漂浮导管,评估心脏功能和容量,以确保左心室充盈满意,以免被血泵抽空。(I 类推荐, C 级证据)

2. 能否成功脱离 CPB 取决于右心室功能是否恰当,脱机前应排空心脏和 LVAD 的空气。(IIa 类推荐, C 级证据)

3. 有右心室衰竭风险的患者可以通过联合使用肾上腺素、米力农和吸入性肺血管扩张剂,如:吸入 NO、前列地尔、伊洛前列素来增加心肌收缩力和降低肺血管阻力。(IIa 类推荐, C 级证据)

4. 若药物和容量管理等右心室支持措施不能改善右心室功能,则可安装 ECMO 或 RVAD 改善右心功能。(I 类推荐, C 级证据)

5. HF 患者可能无法随着心脏前负荷的增加而增加心脏每搏量,应个体化使用肾上腺素、去甲肾上腺素、米力农、异丙肾上腺素、多巴酚丁胺等血管活性药物,维持患者血流动力学稳定。(IIa 类推荐, B 级证据)

6. 术中血栓弹性图或旋转血栓弹性测量、ACT 的监测非常必要,可实时评估患者凝血功能。(IIa 类推荐, C 级证据)

2.2 手术要点

2.2.1 手术计划和策略

(1) 根据解剖、生理和技术条件“个体化”制定手术计划,同时应考虑长期 LVAD 支持可能出现的并发症(泵血栓形成、瓣膜病进展等)。

(2) 规范化、标准化的外科操作

① 入血管定位适宜、准确,保证入血通畅;② 出血管通畅且对右心无压迫;③ 妥善固定,确保 LVAD 在体内无移位。

(3) 同期手术的种类和方案

① 闭合房间隔缺损/卵圆孔未闭;② 修复/置换/闭合轻度及以上的主动脉瓣返流;③ 修复中-重度的三尖瓣返流;④ 既往主动脉机械瓣应重新置换为生物瓣或切除机械瓣并用补片关闭主动脉瓣;⑤ 既往二尖瓣置换:术前应评估有无人工瓣膜狭窄,如有狭窄/血流梗阻则应同期行再次人工瓣膜置换。机械瓣是否需要重新置换为生物瓣仍有争议^[6, 15, 18];⑥ 二尖瓣返流是否处理目前亦有争议^[19, 20];同期行二尖瓣成形可减少住院再入院率和改善患者生活质量,但与生存率的提高无关;⑦ 对于合并室性心律失常 (ventricular arrhythmia, VA) 或心房颤动者,可同期行射频消融手术及左心耳闭合术。

(4) 传动系统(泵缆)的处理

目前所有 LVAD 的泵缆均采用聚酯丝绒覆盖,以促进皮下组织生长。将泵缆聚酯覆盖部分完全放置在皮下(最佳部位是在腹直肌部位),丝绒覆盖部分距离皮肤出口位置至少 1~2 cm,并妥善固定泵缆,减少皮肤出口应力。

(5) 入血管的放置

通常距冠脉左前降支外侧 1~2 cm 的左室心尖裸区部位。入血管位置对 LVAD 泵性能至关重要,应对准二尖瓣口且平行于室间隔。建议通过 TEE 引导,指压或插针辅助确定 LVAD 最佳位置。

(6) 出血管的放置

出血管吻合位置或口径不合适会导致主动脉根部湍流或主动脉瓣返流,进而影响 LVAD 性能。建议将人工血管剪成 45° 斜面,吻合部位在升主动脉中部的右前侧壁、距离窦管交界上方约 2 cm 的位置。流出道人工血管的长度应适宜,过长或过短均会导致不良结果。应避免人工血管压迫右心系统或靠近胸骨后方中线附近。建议出血管用 Gore-Tex 或心包补片之类的材料包裹,防止其与周围组织过度粘连,为将来再次手术(如心脏移植)做预防性准备。

(7) 排气

整个手术过程中均应重视排气。在脱离 CPB 前,应充分排气。建议术野用二氧化碳填充(4~6 L/min)。

2.2.2 手术入路 目前,胸骨正中入路仍为标准入路。近年来,微创入路 LVAD 植入逐渐受到关注,可能在减少输血、缩短住院时间,便于后期心脏移植方面有优势。

2.2.3 标准正中开胸 LVAD 植入技术的主要步骤 常规术区消毒和铺无菌巾被后,确定和标记 LVAD 泵缆的皮肤出口位置。标准的胸骨正中切

开,切开心包,制作容纳 LVAD 泵体的心包囊带(根据 LVAD 种类不同,该步骤供选择),使用经皮隧道针,建立皮下隧道(穿过腹直肌、腹直肌后鞘,从标记的泵缆的皮肤出口位置穿出),将经皮泵缆穿出体表,全身肝素化、建立 CPB,ACT>480 s 后启动 CPB,确认左心室心尖部入血管插管位置,沿心尖开口部位心肌组织留置缝合线(带垫片),安装心室连接器,心尖部打孔,观察左心室内,清除血栓及妨碍入血管插入的肌小梁,将入血管插入左心室内,将缝合线打结,使入血管与心室连接器固定在一起。入血管插管、血液泵和连接部位的连接,将出血管裁剪至合适长度,将其吻合至升主动脉上合适的部位(升主动脉中部的右前侧壁,窦管交界上方约 2 cm 的位置)。吻合部位用可用侧壁钳钳夹,在吻合结束前进行人工血管排气。阻断出血管,开放升主动脉侧壁钳,在出血管吻合口远端的升主动脉上放置排气针,恢复呼吸机通气和正性肌力药物支持,减少 CPB 流量至全流量的 1/2,启动 LVAD 排气过程,松开出血管上的阻断钳,启动 LVAD 并逐步增加转速,完成排气过程,逐步撤离 CPB,期间在 TEE 和血流动力学监测下,调整 LVAD 至适合的转速,鱼精蛋白中和肝素,常规关胸,妥善固定 LVAD 泵缆。

3 LVAD 植入术后管理

LVAD 心脏手术后的成功结局依赖于重症医学科的全方位集束化治疗,包括血流动力学监测,特别关注右心室功能,优化容量和正性肌力支持,适当的镇静、镇痛、呼吸道管理和适当的抗凝和输血策略,围术期感染的防治等。

3.1 血流动力学监测和血管活性药物 LVAD 术后血流动力学监测建议使用连续心电图、脉搏血氧

饱和度、CVP 和动脉血压监测,Swan-Ganz 导管保留至术后 72 小时。可使用长达 72 h 留置在食道内的小型 TEE 探头协助滴定 LVAD 转速和优化血流动力学管理^[6]。经肺热稀释法和脉搏轮廓分析法在 LVAD 围术期心输出量监测中存在不足,CO 数据需要谨慎解读。建议术后每日测定血浆游离血红蛋白和乳酸脱氢酶。

调整血管活性药物,保持 CVP < 14 mmHg, PCWP < 18 mmHg,平均动脉压(MAP) 70~80 mmHg。建议吸入 NO 降低肺动脉压,降低右心后负荷。在术后低血压或休克的情况下,去甲肾上腺素为一线血管升压药^[21];术后出现低心排量综合征时可使用左西孟旦;对于术后低心排合并右心功能衰竭(right heart failure, RHF)患者,可应用磷酸二酯酶抑制剂。术前记录患者的干体重,给予利尿剂使得患者术后逐步回到干体重,必要时用连续性肾脏替代治疗,以保持合适的 CVP 水平(最好 8~12 mmHg)。术后低心排管理流程见表 10。

核心观点

- 1.可在食道内留置长达 72 h 的小型 TEE 探头用于辅助液体复苏管理和诊断并发症。(II b 类推荐,C 级证据)
- 2.在接受 LVAD 且有术后 RHF 的患者中,应考虑使用 Swan-Ganz 导管来协助液体复苏的管理和诊断并发症。(II a 类推荐,C 级证据)
- 3.在术后低血压或休克的情况下,去甲肾上腺素为一线血管升压药。(II a 类推荐,B 级证据)

表 10 LVAD 术后低心排管理流程

诊断	低血容量	RHF	心包填塞	高血压	人工血管梗阻
体征和症状	尿量少 抽吸现象 室性心律失常	尿量少 抽吸现象 室性心律失常 容量超负荷	尿量少 容量超负荷 超负荷 低血压	通常无症状, 但可能有呼 吸困难	低血压
装置情况	流量↓,PI ↓	流量↓,PI ↓	流量↓,PI ↓	流量↓,PI ↑	流量↓,PI ↑
CVP	↓	↑	↑	↑	↑
MAP	↓	↓	↓	↑	↓
超声心动图	LV 直径↓,AV 不开放	RV 扩张,室间隔左移,LV 充盈不足	RV 受压	一般正常	RV、LV 扩张 AV 开放
管理策略	评估和治疗持续出血 Hgb<100 g/L:输注 压积红细胞 Hgb>100 g/L:输注胶 体(白蛋白)	治疗目标: CI>2.2 L/(min·m ²), CVP4~14 cmH ₂ O PVR ↑和 MAP ↑:给予硝普钠或 NO;米 力农或多巴酚丁胺或依前列醇,植入临 时 RVAD PVR ↑和 MAP ↓:给予米力农或多巴 酚丁胺,NO 或硝酸甘油,植入临 时 RVAD	紧急情况需 要手术治疗	降血压药物 治疗	需要手术治疗

PI:脉搏指数;LV:左心室;RV:右心室;AV:主动脉瓣;Hgb:血红蛋白

3.2 术后急性 RHF 预防 急性 RHF 是 LVAD 术后早期常见的并发症之一,发生率可达 15 ~ 25%^[22]。目前主要用于评估 LVAD 术后 RHF 的评分系统是欧洲机械循环支持患者注册(European Registry for Patients with Mechanical Circulatory Support, EUROMACS)-RHF 风险评分^[23],评分越高,RHF 和死亡的分级风险越高,见表 11。

表 11 EUROMACS-RHF 风险评分

EUROMACS-RHF 风险	评分
RV 功能障碍严重	2 分
RAP/PCWP \geq 0.54	2 分
INTERMACS 1~3 级	2 分
需要 \geq 3 种静脉血管活性药物	2.5 分
血红蛋白 \leq 100 g/L	1 分

“抽吸级联”是急性 RHF 最典型的表现。当超声心动图显示 RV 扩张和收缩性降低、明显的功能性三尖瓣返流、左心室变小以及因左心室壁塌陷导致入血管间歇性阻塞时,必须怀疑这种情况发生。同时应考虑鉴别肺栓塞。

对 LVAD 支持的患者定期进行超声心动图检查以监测右心室功能。容量管理和吸入 NO、前列环素(或前列环素)和磷酸二酯酶 5 抑制剂可考虑用于减轻 LVAD 植入术后 RHF^[18]。

核心观点

1. 术后超声重点评估左、右心室形态和功能、室间隔位置和三尖瓣反流的严重程度,建议将超声心动图和 Swan-Ganz 导管的指标结合起来。(I 类推荐, B 级证据)
2. 容量管理和吸入 NO、前列环素(或前列环素)和磷酸二酯酶 5 抑制剂可考虑用于减轻 LVAD 植入术后 RHF。(I 类推荐, B 级证据)

3.3 术后心律失常处理 LVAD 术后早期心律失常的发生与多种诱发因素有关,首先应积极寻找诱因和祛除诱因。对有顽固性 VA 病史患者,应积极抗心律失常治疗和导管消融^[24~26]。对于 LVAD 术后 VA 伴血流动力学恶化的患者,建议植入 ICD^[6]。对于无 VA 发作的 LAVD 患者,ICD 在心源性猝死一级预防中的地位尚不明确^[27, 28]。

心房颤动也常见于 LVAD 患者。建议采用药物治疗控制节律。胺碘酮是最常用的药物,亦可选用 β -受体阻滞剂和/或地高辛^[28]。其他治疗(导管消融、左心耳封堵)证据有限。对于持续或复发的心房颤动可尝试导管消融^[29]。

核心观点

对于长期机械循环支持的患者,术后出现血流动力学障碍的室性心律失常,建议植入 ICD。(I 类推荐, C 级证据)

3.4 术后出血与抗凝 LVAD 术后早期应重点关注患者的出血风险。术后早期引流量超过 150 ~ 200 ml/h,应考虑再次手术探查。

术后早期抗凝对于预防血栓事件是十分必要的。术后确认无活动性出血,红细胞压积稳定,且引流管总引流量 3 小时内 $<$ 40 ml/h,开始抗凝治疗(一般在术后 12~24 小时)。普通肝素持续静脉泵入(500~1000 U/h),维持活化部分凝血酶时间(APTT)在 45~55 秒。逐渐增加肝素剂量,APTT 保持在 50~65 秒,维持 ACT 在 175~200 秒;不推荐低分子肝素,不推荐普通肝素弹丸式静脉注射。术后患者病情平稳,普通肝素引流量无明显增加趋势时,开始给予华法林口服(一般为术后 3~5 天),建议初始剂量为 2.5 mg(可根据华法林基因型调整初始剂量),每日监测 INR,当 INR $>$ 2.0,停止应用普通肝素;长期华法林抗凝,INR 维持在 2.0~2.5 秒。不推荐新型口服抗凝剂替代华法林,如达比加群酯、利伐沙班等^[6]。

LVAD 术后抗血小板治疗。LVAD 术后 2 天内,密切监测血小板(每 8 小时 1 次),必要时输注血小板,使血小板计数维持在 $50 \times 10^9/L$ 以上。如患者存在肝素诱导的血小板减少,可寻求血液科医生指导;当华法林抗凝效果稳定时,血小板计数高于 $50 \times 10^9/L$,可给予阿司匹林 100 mg 口服,每天 1 次;LVAD 术后,长期口服阿司匹林+华法林,双联抗栓治疗。

核心观点

1. 术后早期抗凝以静脉抗凝为主,桥接为维生素 K 拮抗剂。建议在出血期间重新评估抗栓治疗。(I 类推荐, C 级证据)
2. 不推荐使用新型口服抗凝药。(III 类推荐, B 级证据)

3.5 术后感染防治 术后感染的发生率为 15 ~ 24%^[22]。对于术后有潜在感染风险的患者,建议完善血常规、胸部 X 射线片和血培养。有条件的中心可以行二代基因测序,其阴性对于排除感染价值较大。对怀疑有手术伤口、泵缆线出口部位感染的患者,建议采样行革兰氏染色、KOH 试验和常规细菌、真菌培养。术后早期肺部感染并不常见,除非患者有明确的临床表现和影像学变化,不建议常规行肺

泡灌洗。

如果出现泵缆线出口处感染,治疗包括增加换药次数、局部涂抹消毒剂和使用抗生素。如果感染在清创和 6 周全身静脉抗生素治疗后仍未根除,应考虑进行手术治疗。对复杂的金黄色葡萄球菌感染,考虑终生抗生素治疗,除非移除装置。

在存在全身性疾病和/或脓毒症的情况下,建议启动经验性静脉抗菌治疗,覆盖葡萄球菌属、假单胞菌属和肠杆菌科细菌,同时考虑当地机构的流行病学和定植。根据临床反应、感染类型、病原体、移植情况和感染病专家的意见来指导抗菌治疗疗程。

3.6 其他并发症 消化道出血发生率 5%~30%, LVAD 植入术后早晚期均可发生^[22]。消化道内镜可以早期明确出血部位,血管造影和放射性核素显像最适合急性消化道大出血,但仍有 30%~50% 的病例未发现活动性出血部位。复发性消化道出血需要完全终止抗血小板治疗,并设定较低的目标 INR。在隐匿性复发性出血时,可考虑使用奥曲肽或沙利度胺。消化道出血事件处理流程见图 1。

LVAD 术后脑卒中发生率 6.7%~29.7%,缺血性卒中比脑出血更常见,但后者更容易致残或致命^[6]。血压管理至关重要,平均动脉压高于 90 mmHg 与卒中风险相关^[30]。

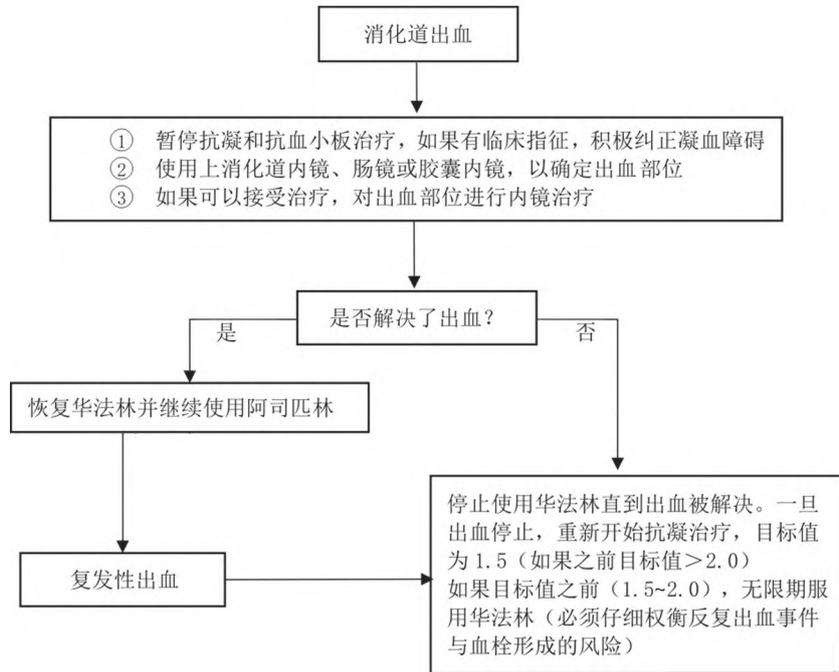


图 1 消化道出血处理流程

核心观点

- 1.若消化道出血反复发作,应考虑停用血小板抑制剂并评估其他可能影响消化道出血风险的致病因素。(II a 类推荐,C 级证据)
- 2.推荐目标平均动脉压 < 85 mm Hg 以降低卒中风险(I 类推荐,B 级证据)
- 3.对于缺血性卒中,拟行血管成像和血管内治疗之前,推荐使用计算机断层扫描血管成像(CTA)进行初步评估。(I 类推荐,A 级证据)
- 4.在急性神经功能缺损的情况下,推荐使用 CT 扫描。(I 类推荐,A 级证据)
- 5.对于出血性卒中的治疗,推荐使用凝血酶原复合物或输注新鲜冰冻血浆和血小板来逆转凝血障碍。(I 类推荐,A 级证据)

如遇颅内出血或严重活动性胃肠道出血,应优先考虑暂时将凝血功能恢复到接近正常状态。目前尚无有关停抗凝时间以及何时重启抗凝治疗的指南建议^[15]。

3.7 术后康复 LVAD 患者的康复包括躯体康复和心理康复。LVAD 术后患者在住院期间推荐参考鲁汶大学医学院进阶式重症康复评估与治疗计划^[31]。见表 12。

根据 LVAD 植入术患者的运动能力和心血管功能状态,结合病房情况、运动喜好和出院后学习、工作、生活环境等个体化特点制定运动处方,每一运动处方内容遵循 FITT 原则:运动频率(Frequency)、强度(Intensity)、类型(Type)和时间(Time)^[32]。

为了实现 LVAD 植入术患者日常生活中的独立性,应将耐力和力量训练组成的多模式康复方案与设备和外围设备的操作教育以及心理辅导相结合。

LVAD 植入术后出现神经系统并发症的患者应在具有心脏和神经系统联合康复设施的中心进行康复治疗。

表 12 鲁汶大学医学院进阶式重症康复评估与治疗计划

项目	0 级 不配合 S5Q=0	1 级 较少配合 S5Q=0-5	2 级 较少配合 S5Q=0-5	3 级 中等配合 S5Q=0-5	4 级 接近完全配合 S5Q≥4/5	5 级 完全配合 S5Q≥5
基础评估	不能通过	能通过	能通过	能通过	能通过	能通过
		因神经系统症状、手术、创伤等因素不能允许转移到座椅	因肥胖、神经系统症状、手术和创伤不能主动转移到椅子 (MRC 总>36)	MRC 总>36 BBS 坐位到站位=0 BBS 站立>0 BBS 坐>1	MRC 总>48 BBS 坐位到站位=0 BBS 站立>0 BBS 坐>2	MRC 总>48 BBS 坐位到站位=1 BBS 站立>2 BBS 坐>3
体位管理	2 小时改变体位	2 小时改变体位 斜躺卧位 辅助固定体位	2 小时改变体位 辅助固定体位 依靠床上直立坐位 被动从床转移到椅子上	2 小时改变体位 被动从床转移到椅子上 坐于床边 辅助站立(≥2 人)	主动床椅转移 坐于床边 辅助站立(≥1 人)	主动床椅转移 坐于床边 辅助下站立
物理治疗		被动关节活动 被动床上踏车 神经肌肉电刺激	被/主动关节活动 四肢抗阻训练 被/主动床或椅子上上下肢踏车 神经肌肉电刺激	被/主动关节活动 四肢抗阻训练 主动床或椅子上上和/或下肢踏车 神经肌肉电刺激 日常生活或能力锻炼	被/主动关节活动 四肢抗阻训练 主动床或椅子上上和/或下肢踏车 辅助器支持下行走 神经肌肉电刺激 日常生活或能力锻炼	被/主动关节活动 四肢抗阻训练 主动椅子上上和/或下肢踏车 辅助行走 神经肌肉电刺激 日常生活或能力锻炼

S5Q: 标准化 5 问题问卷; MRC: 上下肢肌肉功能评分; BBS: 伯格平衡量表

核心观点

1. 建议进行包括运动和力量训练相结合的康复治疗。(I 类推荐, C 级证据)
2. 建议 LVAD 植入术后 ICU 期间使用进阶式重症康复评估与治疗计划。(IIa 类推荐, B 级证据)

3.8 术后营养 应采用 Nutric 营养评分和营养风险筛查评估量表(nutrition risk screening, NSR)2002 进行术前营养风险筛查, 建议对已有营养不良或重度营养风险患者, 应立即开始制定营养支持治疗计划, 并监测每日热量摄入量。建议终末期 HF 重症患者在 LVAD 术后 24~48 h 尽早启动肠内营养, 实施肠内营养喂养前, 使用急性胃肠损伤分级系统评估胃肠功能, 采用床头抬高 30°~45°。喂养采取持续泵入肠内营养而非间断喂养的方式。高吸入性肺炎风险的患者采用幽门后喂养, 空肠置管方式包括鼻空肠管、经胃或经肠空肠造口术等, 对误吸风险较高患者, 需监测胃残余量与腹腔压力, 并可根据具体情况给予患者促胃肠动力药物。建议对于无严重代谢异常的老年重症患者首选标准整蛋白配方。如果存在胃肠道功能不耐受, 可考虑使用氨基酸和短肽配方^[33]。膳食纤维有助于减少重症终

末期心衰患者腹泻和便秘发生, 可考虑使用富含膳食纤维的制剂^[34]。优化脂肪酸的配方可改善患者脂代谢和降低心血管事件发生^[35]。

核心观点

建议终末期心衰重症患者在 LVAD 术后 24~48 h 尽早启动肠内营养, 实施肠内营养喂养前, 使用急性胃肠损伤分级系统评估胃肠功能, 采用床头抬高 30°~45°(I 类推荐, A 级证据)

3.9 出院和随访 有效的出院前培训和出院后日常生活指导是 LVAD 术后远期成功的关键。培训内容包括: ①植入的 LVAD 的名称和植入日期; ② LVAD 系统的基本操作(例如: 电源管理); ③对 LVAD 系统故障/紧急时间的识别和基本处理(例如: 了解报警的含义); ④泵缆皮肤出口部位的护理(例如: 敷料的更换、感染征兆的判断); ⑤抗凝的自我监测和管理; ⑥紧急情况时联系医生、LVAD 协调员/工程师的方法; ⑦ LVAD 随访的中心名称、地址以及随访内容。

同时选派医护人员或者 LVAD 协调员提前至患者家中, 了解其家中的情况(如电源插座布局情况), 必要时需要提前装修改造。与当地有心血管

专科的中心型医院提前沟通,建立联系,并做相关培训,以便于患者返家后日常复查。同时,还应与患者所居住的社区(或者村委会、街道)及派出所取得联系,让他们知晓社区内有 LVAD 患者,有停电信息或者重大事情提前告知该患者或其家属。

LVAD 系统植入患者满足以下所有项目时,可以出院。出院前必须确认以下项目:①血流动力学稳定;②患者自家的装修改造工程完成;③患者和被指定的看护人员完成上述①~⑦培训内容,并能准确地进行操作。

声明:本专家共识基于当前临床和循证医学证据,以及专家意见,仅为医疗机构临床诊疗提供指导,不作为任何医疗纠纷及诉讼的法律依据。

利益冲突:所有作者均声明不存在利益冲突。

执笔专家:王艺萍(四川省医学科学院·四川省人民医院重症医学中心)、王文艳(四川省医学科学院·四川省人民医院心衰中心)、左明良(四川省医学科学院·四川省人民医院心血管超声及心功能科)、范丹(四川省医学科学院·四川省人民医院麻醉手术中心)、于涛(四川省医学科学院·四川省人民医院心脏外科中心)、曾昇(四川省医学科学院·四川省人民医院康复科)、郭静(四川省医学科学院·四川省人民医院心脏外科中心)、税敏(四川省医学科学院·四川省人民医院麻醉手术中心)、梁羽(四川省医学科学院·四川省人民医院麻醉手术中心)、黄克力(四川省医学科学院·四川省人民医院心脏外科中心)

主审专家(按姓氏拼音排序):黄劲松(广东省人民医院)、黄晓波(四川省医学科学院·四川省人民医院)、肖颖彬(陆军军医大学附属第二医院)、尹立雪(四川省医学科学院·四川省人民医院)

专家组成员(按姓氏拼音排序;执笔及主审专家亦包含在内,不再列举):陈杪(四川大学华西医院)、陈小燕(西部战区总医院)、邓燕(四川省医学科学院·四川省人民医院)、范景秀(四川大学华西医院)、黄毕(重庆医科大学附属第一医院)、胡咏梅(成都市第二人民医院)、雷迁(四川省医学科学院·四川省人民医院)、雷贤英(西南医科大学附属医院)、刘达兴(遵义医科大学附属医院)、鲁玉明(贵阳市第一人民医院)、李洪(陆军军医大学附属第二医院)、李天龙(四川省医学科学院·四川省人民医院)、李文华(四川省医学科学院·四川省人民医院)、潘媛媛(四川省医学科学院·四川省人民医院)、彭羽(四川省医学科学院·四川省人民医院)、秦方(成都市第一人民医院)、思永玉(昆明医科大学第二附属医院)、汤雪梅(四川省医学科学院·四

川省人民医院)、王海涛(四川省医学科学院·四川省人民医院)、王海英(遵义医科大学附属医院)、吴潇潇(四川省医学科学院·四川省人民医院)、叶强(西南医科大学附属医院)、余海(四川大学华西医院)、喻鹏铭(四川大学华西医院)、壮可(云南省第一人民医院/昆明理工大学附属医院)、张瑞峰(绵阳市第三人民医院)

【参考文献】

- [1] Hao G, Wang X, Chen Z, et al. Prevalence of heart failure and left ventricular dysfunction in China: the China Hypertension Survey, 2012-2015[J]. *Eur J Heart Fail*, 2019, 21(11):1329-1337.
- [2] 国家心血管病医疗质量控制中心专家委员会心力衰竭专家工作组 2020 中国心力衰竭医疗质量控制报告[J]. *中国循环杂志*, 2021, 36(3):221-238.
- [3] Goldstein DJ, Naka Y, Horstmannshof D, et al. Association of clinical outcomes with left ventricular assist device use by bridge to transplant or destination therapy intent: the multicenter study of mangle technology in patients undergoing mechanical circulatory support therapy with HeartMate 3 (MOMENTUM 3) randomized clinical trial[J]. *JAMA Cardiol*, 2020, 5(4): 411-419.
- [4] Yuzefpolskaya M, Schroeder SE, Houston BA, et al. The Society of Thoracic Surgeons Intermacs 2022 annual report: focus on the 2018 heart transplant allocation system[J]. *Ann Thorac Surg*, 2023, 115(2): 311-327.
- [5] Albert CL, Estep JD. How to optimize patient selection and device performance of the newest generation left ventricular assist devices [J]. *Curr Treat Options Cardiovasc Med*, 2019, 21(9): 48.
- [6] Potapov EV, Antonides C, Crespo-Leiro MG, et al. 2019 EACTS Expert Consensus on long-term mechanical circulatory support[J]. *Eur J Cardiothorac Surg*, 2019, 56(2): 230-270.
- [7] Baumwol J. "I Need Help"-A mnemonic to aid timely referral in advanced heart failure[J]. *J Heart Lung Transplant*, 2017, 36(5): 593-594.
- [8] Stevenson LW, Pagani FD, Young JB, et al. INTERMACS profiles of advanced heart failure: the current picture[J]. *J Heart Lung Transplant*, 2009, 28(6): 535-541.
- [9] Katapadi A, Umland M, Khandheria BK. Update on the practical role of echocardiography in selection, implantation, and management of patients requiring left ventricular assist device therapy[J]. *Curr Cardiol Rep*, 2022, 24(11): 1587-1597.
- [10] Todaro MC, Khandheria BK, Paterick TE, et al. The practical role of echocardiography in selection, implantation, and management of patients requiring LVAD therapy[J]. *Curr Cardiol Rep*, 2014, 16(4): 468.
- [11] Michaels A, Cowger J. Patient selection for destination LVAD therapy: predicting success in the short and long term[J]. *Curr Heart Fail Rep*, 2019, 16(5): 140-149.
- [12] Kirklín JK, Nafel DC, Kormos RL, et al. Quantifying the effect of cardiorenal syndrome on mortality after left ventricular assist device implant[J]. *J Heart Lung Transplant*, 2013, 32(12): 1205-1213.
- [13] Matthews JC, Pagani FD, Haft JW, et al. Model for end-stage liver disease score predicts left ventricular assist device operative transfu-

- sion requirements, morbidity, and mortality[J]. *Circulation*, 2010, 121(2): 214-220.
- [14] Ben Gal T, Ben Avraham B, Milicic D, et al. Guidance on the management of left ventricular assist device (LVAD) supported patients for the non-LVAD specialist healthcare provider: executive summary[J]. *Eur J Heart Fail*, 2021, 23(10): 1597-1609.
- [15] Kirklin JK, Pagani FD, Goldstein DJ, et al. American Association for Thoracic Surgery/International Society for Heart and Lung Transplantation guidelines on selected topics in mechanical circulatory support[J]. *J Thorac Cardiovasc Surg*, 2020, 159(3): 865-896.
- [16] 刘晓程. 植入式左心室辅助装置手术技术与策略[J]. *中华胸心血管外科杂志*, 2023, 39(5): 279-282.
- [17] Engelman DT, Ben Ali W, Williams JB, et al. Guidelines for perioperative care in cardiac surgery: enhanced recovery after Surgery Society recommendations[J]. *JAMA Surg*, 2019, 154(8): 755-766.
- [18] Saeed D, Feldman D, Banayosy AE, et al. The 2023 International Society for Heart and Lung Transplantation Guidelines for Mechanical Circulatory Support: a 10-year update[J]. *J Heart Lung Transplant*, 2023, 42(7): e1-e222.
- [19] Arjomandi Rad A, Zubarevich A, Shah V, et al. Prognostic value of mitral regurgitation in patients undergoing left ventricular assist device deployment: A systematic review and meta-analysis[J]. *Artif Organs*, 2023, 47(8): 1250-1261.
- [20] Dimarakis I, Callan P, Khorsandi M, et al. Pathophysiology and management of valvular disease in patients with destination left ventricular assist devices [J]. *Front Cardiovasc Med*, 2022, 9: 1029825.
- [21] Ponikowski P, Voors AA, Anker SD, et al. 2016 ESC Guidelines for the diagnosis and treatment of acute and chronic heart failure; The Task Force for the diagnosis and treatment of acute and chronic heart failure of the European Society of Cardiology (ESC) Developed with the special contribution of the Heart Failure Association (HFA) of the ESC[J]. *Eur Heart J*, 2016, 37(27): 2129-2200.
- [22] Han JJ, Acker MA, Atluri P. Left Ventricular Assist Devices[J]. *Circulation*, 2018, 138(24): 2841-2851.
- [23] Soliman O, Akin S, Muslem R, et al. Derivation and validation of a novel right-sided heart failure model after implantation of continuous flow left ventricular assist devices: The EUROMACS (European Registry for Patients with Mechanical Circulatory Support) Right-Sided Heart Failure Risk Score [J]. *Circulation*, 2018, 137(9): 891-906.
- [24] Nozdrzykowski M, Schroeter T, Sandri M, et al. Concomitant bilateral video-assisted thoracoscopic sympathectomy and minimal-invasive left ventricular assist device implantation[J]. *J Heart Lung Transplant*, 2021, 40(7): 707-708.
- [25] Tankut S, Gosev I, Yoruk A, et al. Intraoperative Ventricular Tachycardia Ablation During Left Ventricular Assist Device Implantation in High-Risk Heart Failure Patients[J]. *Circ Arrhythm Electrophysiol*, 2022, 15(6): e010660.
- [26] Teuteberg JJ, Cleveland JC Jr, Cowger J, et al. The Society of Thoracic Surgeons Intermacs 2019 annual report: The changing landscape of devices and indications[J]. *Ann Thorac Surg*, 2020, 109(3): 649-660.
- [27] Cikes M, Jakus N, Claggett B, et al. Cardiac implantable electronic devices with a defibrillator component and all-cause mortality in left ventricular assist device carriers: results from the PCHF-VAD registry[J]. *Eur J Heart Fail*, 2019, 21(9): 1129-1141.
- [28] Trachtenberg B, Cowger J, Jennings DL, et al. HFSA Expert Consensus Statement on the medical management of patients on durable mechanical circulatory support [J]. *J Card Fail*, 2023, 29(4): 479-502.
- [29] Tamura S, Shimeno K, Abe Y, Naruko T. A right-to-left atrial shunt via an iatrogenic atrial septal defect after atrial fibrillation ablation induced by a percutaneous left ventricular assist device[J]. *Eur Heart J*, 2022, 43(8): 839.
- [30] Lampert BC, Eckert C, Weaver S, et al. Blood pressure control in continuous flow left ventricular assist devices: efficacy and impact on adverse events[J]. *Ann Thorac Surg*, 2014, 97(1): 139-146.
- [31] Sommers J, Engelbert RH, Dettling-Ihnenfeldt D, et al. Physiotherapy in the intensive care unit: an evidence-based, expert driven, practical statement and rehabilitation recommendations[J]. *Clin Rehabil*, 2015, 29(11): 1051-1063.
- [32] 车琳, 戴翠莲, 刘伟静等. 心脏康复分级诊疗中国专家共识 [J]. *中国介入心脏病学杂志*, 2022, 30(8): 561-572.
- [33] Singer P, Blaser AR, Berger MM, et al. ESPEN guideline on clinical nutrition in the intensive care unit [J]. *Clin Nutr*, 2019, 38(1): 48-79.
- [34] Reynolds A, Mann J, Cummings J, et al. Carbohydrate quality and human health: a series of systematic reviews and meta-analyses [J]. *Lancet*, 2019, 393(10170): 434-445.
- [35] Romanello M, Di Napoli C, Drummond P, et al. The 2022 report of the Lancet Countdown on health and climate change: health at the mercy of fossil fuels [J]. *Lancet*, 2022, 400(10363): 1619-1654.

(收稿日期:2023-10-20;修回日期:2023-11-10)

(本文编辑:侯晓林)