

本文引用: 宋燕新, 任 川, 傅元豪, 等. 冠状动脉旁路移植术围手术期早期运动康复研究进展[J]. 中国动脉硬化杂志, 2026, 34(6): 537-543. DOI: 10.20039/j.cnki.1007-3949.2026.06.006.

[文章编号] 1007-3949(2026)34-06-0537-07

· 心脏康复专栏 ·

冠状动脉旁路移植术围手术期早期运动康复研究进展

宋燕新¹, 任 川¹, 傅元豪², 赵 威^{1,3}

1. 北京大学第三医院心内科血管医学研究所 血管稳态与重构全国重点实验室 国家卫生健康委心血管分子生物学与调节肽重点实验室 心血管受体研究北京市重点实验室, 2. 北京大学第三医院心脏外科, 3. 北京大学第三医院全科医学科, 北京市 100191

[摘 要] 随着冠心病患病率持续上升, 冠状动脉旁路移植术(CABG)的应用日益广泛。CABG 患者的围手术期管理至关重要, 其中围手术期早期加速术后康复(ERAS), 尤其是运动训练, 已成为改善 CABG 患者预后的关键环节。现有证据表明, 早期运动训练可显著改善患者的心肺功能、运动耐量及心理状态, 同时降低并发症发生率、缩短住院时间并减少医疗成本。本文总结近 5 年康复研究证据, 系统介绍 CABG 患者围手术期 ERAS, 重点阐述运动训练的实施内容、临床价值、创新模式及注意事项, 旨在为优化运动康复方案提供循证依据。未来仍需进一步探索基于微创技术和移动医疗的个体化康复策略。

[关键词] 冠状动脉疾病; 冠状动脉旁路移植术; 加速术后康复; 运动康复; 围手术期管理

[中图分类号] R5

[文献标识码] A

Research advances in early perioperative exercise rehabilitation for coronary artery bypass grafting

SONG Yanxin¹, REN Chuan¹, FU Yuanhao², ZHAO Wei^{1,3}

1. Department of Cardiology and Institute of Vascular Medicine, Peking University Third Hospital & State Key Laboratory of Vascular Homeostasis and Remodeling, Peking University & NHC Key Laboratory of Cardiovascular Molecular Biology and Regulatory Peptides, Peking University & Beijing Key Laboratory of Cardiovascular Receptors Research, 2. Department of Cardiac Surgery, Peking University Third Hospital, 3. Department of General Practice, Peking University Third Hospital, Beijing 100191, China

[ABSTRACT] As the prevalence of coronary heart disease continues to rise, the application of coronary artery bypass grafting (CABG) has become increasingly widespread. Perioperative management of CABG patients is of critical importance, and early perioperative enhanced recovery after surgery (ERAS), particularly exercise training, has emerged as a key factor in improving outcomes for these patients. Existing evidence indicates that early exercise training significantly improves patients' cardiopulmonary function, exercise tolerance, and psychological status, while reducing complication rates, shortening hospital stays, and lowering medical costs. This article summarizes evidence from rehabilitation studies published in the past five years, providing a systematic introduction to perioperative ERAS for CABG patients, with a focus on the implementation, clinical value, innovative models, and precautions of exercise training. The aim is to provide evidence-based support for optimizing exercise rehabilitation protocols. Future efforts should further explore individualized rehabilitation strategies based on minimally invasive techniques and mobile health.

[KEY WORDS] coronary artery disease; coronary artery bypass grafting; enhanced recovery after surgery; exercise rehabilitation; perioperative management

近年来,中国冠心病的患病率持续上升^[1]。冠状动脉旁路移植术(coronary artery bypass grafting,

CABG)是治疗严重冠状动脉疾病的有效手段,可显著缓解患者的心肌缺血症状,改善生活质量。然

[收稿日期] 2026-01-25

[修回日期] 2026-05-08

[基金项目] 国家自然科学基金项目(81902289);北京大学第三医院青年孵育基金项目(BYSYFY2021013);北京大学第三医院临床重点项目(BYSYFZD2021008);北京慢性病防治与健康教育科研项目(BJMB0012021025025)

[作者简介] 宋燕新,硕士,主管康复治疗师,主要研究方向为心脏康复,E-mail:xiaoxin93314@163.com。通信作者赵威,博士,教授,主任医师,主要研究方向为心血管疾病及心脏康复,E-mail:beate_vv@126.com。

而,术后心肺功能下降、运动耐力降低和心理障碍等问题仍制约着患者的康复进程^[2]。加速术后康复(enhanced recovery after surgery, ERAS)理念通过多模式干预减轻围手术期应激反应,其中应用于心脏手术的 ERAS 项目自 2017 年推广以来成效显著^[3-4]。作为 ERAS 的核心组成部分,围手术期运动康复已被证实可以减少患者围手术期并发症,减轻炎症反应,改善心脏自主神经功能,逆转或减缓动脉粥样硬化进展,改善患者的生理状态,促进运动能力以及整体康复,并降低患者死亡率和再住院率^[5-13]。本文总结近 5 年围手术期运动康复领域的循证医学证据,从术前预康复、术后早期干预及创新模式等方面展开讨论,以期为临床实践提供参考。近年来,微创 CABG 技术日趋成熟,本综述亦旨在为后续微创 CABG 围手术期康复提供参考。

证据来源:本综述按照系统评价方法规范进行文献检索。检索数据库包括 PubMed、中国知网(CNKI)、万方数据、维普网,检索时间范围为 2020 年 1 月至 2026 年 1 月,聚焦近 5 年的临床研究与指南证据。中文检索关键词:冠状动脉旁路移植术、围手术期、加速术后康复、早期运动康复、心脏康复、预康复;英文检索关键词:coronary artery bypass grafting(CABG), perioperative period, enhanced recovery after surgery(ERAS), early exercise rehabilitation, cardiac rehabilitation, prehabilitation。纳入标准:(1)研究对象为接受 CABG 手术的成年患者;(2)干预措施包含围手术期早期运动康复或综合加速术后康复方案;(3)研究类型包括随机对照试验(RCT)、队列研究、病例对照研究、临床指南、专家共识、系统评价及 Meta 分析;(4)结局指标涉及心肺功能、运动耐力、并发症、住院时间、生活质量或安全性等。排除标准:(1)个案报道、会议摘要、动物实验与基础研究;(2)非中英文文献、数据缺失或无法提取有效数据的文献;(3)重复发表或方法学质量较差的研究。经去重、标题/摘要初筛及全文复筛后,最终纳入 46 篇文献进行归纳分析,以确保证据的全面性与结论的可靠性。

1 术前预康复策略

术前优化对高危 CABG 患者尤为重要^[14]。心脏手术不可避免地会引起不同程度的生理应激,影响患者多器官系统,导致躯体、心理和认知功能损害^[15-18]。需行 CABG 的患者中,高龄及合并多种并

发症者日益增多。中国证据显示,老年 CABG 患者中,术后出现不良结局的患者术前虚弱比例高达 92.86%,而术后无不良结局的患者术前虚弱比例为 40.16%,提示虚弱显著增加术后并发症风险、延长住院时间并增加医疗成本^[19]。术前预康复是 CABG 患者术后早期康复的重要前提。预康复方案包括以下内容:(1)功能评估:心肺功能状态;肝脏、肾脏、神经系统及凝血功能状态;肌力、关节活动度、柔韧性和平衡能力;心理状态、认知水平、营养状态、生活质量和日常生活活动能力等;同时进行虚弱筛查,明确高危人群^[14,17]。(2)多维度干预:根据预康复评估结果,为患者制定个体化预康复方案,包括术前宣教、药物改善各系统功能、戒烟、营养补充、运动训练和心理支持等^[14-16,20]。其中运动方面:术前 2 周在监护下进行有氧运动即可提升患者运动能力,6 分钟步行距离(6-minute walking distance, 6MWD)提高 11.3%,患者生活质量也得到改善^[21];强化呼吸训练可减少患者术后肺不张发生率(20.0% 比 42.5%, $P=0.03$),促进早期拔管和早期康复出院^[22];奥塔戈运动可降低跌倒风险^[23];同时应指导患者术后体位管理及床上转移训练等。营养和心理支持方面:蛋白质补充 $[\geq 1.5 \text{ g}/(\text{kg} \cdot \text{d})]$ 联合认知行为治疗可降低患者术后谵妄风险;对中、重度营养不良患者进行营养支持可有效降低并发症发生率和死亡率,缩短住院时间。需要注意的是,对于需紧急手术或急诊手术的患者,因病情危急,无进行术前预康复的时机。

2 术后早期康复的实施与证据

术后早期康复是 CABG 患者住院期间康复的核心组成部分,指患者术后病情稳定后,最早可在术后 4 h 开始,通常在术后 72 h 内,于重症监护室(intensive care unit, ICU)即启动的、基于心肺功能状态的渐进性有氧运动^[5-6,24]。为确保术后早期康复的安全性,运动前需进行详细评估,内容包括患者意识状态、疼痛程度、呼吸支持情况、血流动力学状态、伤口状况及管路情况等。根据评估结果,对患者实施个体化康复干预^[25]。术后早期康复训练常采用循序渐进的康复方案,严格遵循“评估-运动训练-再评估”的操作流程。康复过程中需严密监测患者心率、血压及血氧饱和度等生命体征的变化,维持外周血氧饱和度(peripheral oxygen saturation, SpO_2) $>90\%$,运动中心率低于(静息心率+20)次/分,运动

中血压波动不超过基线值的 20%^[25]。若患者出现血流动力学或其他方面的不稳定情况,应立即停止康复训练,并寻求临床处理。根据实施地点,CABG 患者术后早期康复可分为 ICU 康复和普通病房康复两个阶段,两阶段序贯进行。其中,ICU 康复的主要目的是恢复功能、减少并发症,康复流程见表 1;

普通病房康复的主要意义在于进一步帮助患者恢复功能状态和日常生活活动能力,促进患者早日出院,康复流程见表 2。关于早期康复的训练时长,有指南建议每次至少 10 min,并逐渐延长到 20 ~ 60 min^[26]。

表 1. CABG 后患者在 ICU 期间的功能活动表
Table 1. Functional activities of patients after CABG in the ICU

步骤	配合度/清醒情况	基础评估	身体姿势	康复治疗
0	不配合 S5Q=0	不能完成基础评估	每 2 h 翻身	不能进行康复训练
1	低配合度 S5Q<3	能完成基础评估	每 2 h 翻身;保持半坐卧位	关节的被动/辅助活动;被动的床上踏车训练;神经肌肉电刺激
2	中等配合度 S5Q=3	能完成基础评估	每 2 h 翻身;床上直立坐位;可被动从床上转移至椅子上	关节的被动/主动活动;上下肢的小剂量抗阻活动;床上或床旁的主动/被动踏车训练;神经肌肉电刺激
3	接近高配合度 S5Q=4~5	能完成基础评估	每 2 h 翻身;被动从床上转移至椅子上;床旁坐位;较大辅助下床旁站位	关节的被动/主动活动;上下肢的小剂量抗阻活动;床上或床旁的主动踏车训练;神经肌肉电刺激;日常生活活动能力训练
4	高配合度 S5Q=5	能完成基础评估	主动从床上转移至椅子上;床边坐位;较小辅助下床旁站位	关节的被动/主动活动;上下肢的小剂量抗阻活动;床上或床旁的主动踏车训练;人员或支具辅助下步行;神经肌肉电刺激,日常生活活动能力训练
5	高配合度 S5Q=5	能完成基础评估	主动从床上转移至椅子上;床边坐位;主动床旁站位	关节的被动/主动活动;上下肢的小剂量抗阻活动;床旁的主动踏车训练;辅助下步行;神经肌肉电刺激,日常生活活动能力训练

注:S5Q:标准化 5 问题问卷

表 2. CABG 后患者普通病房期间的功能活动表
Table 2. Functional activities of patients after CABG in the general ward

体位管理	坐立位,辅助站立位;主动变换体位	站立位	站立位
运动治疗	通过基础生命体征评估,可选择: ①床边坐立和站立,床边坐椅子 ②被动/主动关节活动 ③下肢抗重力抬起 ④强化肺康复	通过基础生命体征评估,可选择: ①站立平衡训练 ②下肢低强度抗阻训练 ③室内步行、踏步和八段锦等 ④强化肺康复	通过基础生命体征评估,可选择: ①走廊步行、踏步和八段锦 ②强化肺康复
日常生活	下床活动,少部分依赖帮助	病室内活动,自主日常活动	病室内活动,自主日常活动
注意事项	辅助肢体做抗重力运动,站立踏步时避免跌倒	在患者耐受前提下进行抗阻运动,做好出院指导	制定康复和随访计划

康复内容逐渐丰富,其中运动训练和呼吸训练是核心组成部分。运动训练包括体位变化、肢体运动、步行和踏车训练等;呼吸训练包括徒手呼吸训练、呼吸肌力量和耐力训练以及主动循环呼吸技术等^[12,27-28];后续增加了平衡训练及中国传统功法(如坐式八段锦),与现代呼吸训练和有氧运动形成互补,构成更适合东方人群的温和康复模式,尤其适用于术后早期体力较弱、无法进行高强度运动的 CABG 患者^[24,29]。现有针对院外康复的研究证实,运动方式的多样性较运动量本身更能使患者获

益^[30]。对于 CABG 围手术期患者,该方向同样具有探索价值。

术后早期康复效果的研究最初聚焦于患者功能状态的改善。李四维等^[29]对试验组实施标准康复结合坐式八段锦,发现与仅接受标准康复的对照组相比,试验组患者在 6 分钟步行试验中的无氧阈水平高于对照组。Yang 等^[31]的研究表明,多种方式结合的康复方案(体位变化、四肢运动、呼吸训练结合踏车训练)有助于进一步提高患者运动耐量[6MWD:(253.2±75.1) m 比(210.3±63.9) m, $P<$

0.001]及呼吸功能(第一秒用力呼气容积 $P=0.02$,用力肺活量 $P=0.02$,最大呼气压 $P=0.02$)。Nazir^[12]总结指出,主动循环呼吸技术有助于促进患者排出气道分泌物、改善肺通气、提升患者氧合水平及运动功能储备,同时减轻术后疼痛与呼吸困难,促进整体康复。张媛媛等^[9]则证实,早期心肺康复可有效改善氧合状态(动脉血氧分压、 SpO_2)、减轻炎症反应(中性粒细胞比例、中性粒细胞/淋巴细胞比值)。

CABG术后早期康复的研究效果逐渐扩展至对患者心理状态、生活质量、住院时长和医疗费用等综合结局的评估。杜晴等^[32]和Allahbakhshian等^[33]分别证实,早期康复对患者心理状态(焦虑评分:(51.92 ± 3.75)分比(56.29 ± 5.06)分, $P=0.001$;抑郁评分:(53.68 ± 3.42)分比(57.48 ± 4.76)分, $P=0.001$)、认知功能[简易精神状态检查量表评分:(25.8 ± 1.7)分比(23.4 ± 2.7)分, $P=0.001$]及疼痛程度($P<0.001$)具有改善作用。Han等^[34]研究发现,早期运动康复能够改善患者的日常生活活动能力[Barthel指数:(89.1 ± 15.5)比(75.3 ± 12.1), $P=0.001$]。Atef等^[24]发现,综合运动训练有助于改善患者生活质量并促进患者早期出院[住院时间:(11.47 ± 1.22)天比(14.93 ± 1.36)天, $P<0.01$]。Ohbe等^[6]基于一项全国患者数据库的研究也证实,术后早期康复有助于降低CABG患者的住院期间死亡率和住院费用,并缩短ICU住院时间和总住院时间。

3 创新康复模式探索

为了进一步提高早期康复训练效果,国内外CABG康复领域的从业人员进行了多方面探索,取得了不同程度的成效,并为后续进一步提高康复效率、创新康复方法指明了方向。一方面,将传统康复和新型管理模式相结合,结果显示康复接受度和康复效果均有所改善。温颖^[35]发现,视频回授法教育有助于提高CABG患者对心脏康复的接受率(97.73% 比 81.82% , $P<0.05$);李楠等^[36]对CABG术后患者实施心脏康复护理联合精细化自我管理健康教育,结果发现术后1个月,干预组患者除心功能改善外,自我管理能力及生活质量也较高(均 $P<0.05$)。另一方面,将康复和心理学方法相结合,综合改善患者的多方面功能状态。郑昭红^[37]发现,叙事医学模式下的心理干预联合医护一体化早期康

复护理有助于改善患者术后睡眠质量;胡媛等^[38]则发现,常规心脏康复联合Cox健康行为互动模式护理能够改善患者的应激反应和康复结局。此外,还有研究将康复和现代信息技术相结合。魏小华^[39]将生物反馈疗法联合早期心肺康复训练应用于CABG患者,发现联合治疗能促进患者运动耐力、心理状态(焦虑、抑郁)和认知功能的改善($P<0.05$)。Ghlich等^[40]发现,增强现实技术辅助的术后康复有助于提高患者的心脏管理自我效能($P<0.001$)。Bano等^[41]让患者在踏车运动过程中接受持续气道正压通气治疗,结果显示患者6MWD显著增加,住院时间和ICU停留时间明显缩短($P<0.001$)。

4 CABG患者术后早期康复安全性与实施要点

国内外临床实践已证实,CABG患者早期康复方案的制定需充分结合患者实际情况,根据年龄、性别及疾病状态确定运动强度和运动持续时间,以保障患者安全^[42-44]。保障患者安全是实施运动康复的首要原则。康复前对患者身心状态进行详细评估,排除活动性出血和恶性心律失常等禁忌症。基本方法是按照适当的康复训练时长和中止标准进行康复。仍需要注意的是,过早、高强度的运动可能增加手术切口的应激反应,康复过程中需注意保护CABG患者的伤口稳定性。不同部位桥血管的康复内容略有差异:取桡动脉作为桥血管的患者,需注意上肢及肘关节的运动;取大隐静脉作为桥血管者,则需注意下肢和膝关节的运动方式和强度^[25]。目前,针对不同伤口类型的康复方法正在逐步细化,已有研究计划探索下肢踏车运动对下肢伤口、肌肉力量和功能能力的影响,期待相关研究结果^[45]。

5 临床实施障碍与解决方案

(1)ICU人力不足、康复启动延迟:制定统一且易操作的康复评估表,由护士完成基础评估;采用分级康复清单,减轻医生决策负担;由康复治疗师负责实施康复,并设定每日固定的康复时段。(2)患者依从性差、伴有疼痛恐惧、配合度低:术前开展预康复宣教,并结合视频示范;采用叙事医学和生物反馈等方法缓解患者焦虑;待疼痛控制达标后再启动运动训练,康复过程中设定阶段性目标,并及时给予鼓励。(3)多学科协作不足、流程不统一:建立医护康一体化模式,纳入心脏外科、ICU、康复治

疗师、营养师和心理治疗师等角色;统一康复路径与中止指征,确保流程同质化执行。(4)缺乏量化监测、安全性难以保障:统一监测心率、血压、SpO₂及 Borg 劳累分级;应用 AI 设备实时监测康复流程,个体化调整患者运动强度,并自动识别危险心律;严格遵循标准康复流程,一旦患者出现异常,立即中止康复并予以医学处理。

6 总结与展望

CABG 患者早期康复的成功实施,不仅依赖于标准化流程的引入,更需要系统性文化的转变,如医院政策向康复领域的倾斜,以及医护人员对早期康复的认知和接受程度的提升;同时,应转向以患者为中心的护理模式,并坚持持续的过程改进。通过密切监测临床情况,推动持续质量改进,早期康复项目将更加灵活和可持续,从而优化康复速度和效果。另外,随着微创 CABG 技术,尤其是机器人手术系统的发展,为 CABG 技术进步带来了新的机遇^[46]。然而,有研究显示,微创 CABG 患者术后早期运动耐量的受损程度与传统搭桥术后患者相似,提示微创 CABG 围手术期患者仍然需要早期康复干预。未来,期待更多临床研究,探索基于现代医学和人工智能先进技术的、安全且高效的 CABG 围手术期早期康复干预方案。

作者贡献

宋燕新:负责文章的构思与设计、论文撰写;任川,傅元豪:负责论文修订、文章的质量控制及审校;赵威:对文章整体负责,监督管理。

利益冲突声明:本文无利益冲突。

参考文献

- [1] 袁祖贻. 2024 年《中国慢性冠脉综合征患者诊断及管理指南》更新要点和建议[J]. 中国动脉硬化杂志, 2024, 32(12): 1013-1019.
YUAN Z Y. Key points and suggestions for the update of 2024 "diagnosis and management guidelines for chronic coronary syndrome patients in China"[J]. Chin J Arterioscler, 2024, 32(12): 1013-1019.
- [2] DIBBEN G O, FAULKNER J, OLDRIDGE N, et al. Exercise-based cardiac rehabilitation for coronary heart disease: a meta-analysis[J]. Eur Heart J, 2023, 44(6): 452-469.
- [3] TAZREEAN R, NELSON G, TWOMEY R. Early mobilization in enhanced recovery after surgery pathways: current evidence and recent advancements[J]. J Comp Eff Res, 2022, 11(2): 121-129.

- [4] GUNAYDIN S, SIMSEK E, ENGELMAN D. Enhanced recovery after cardiac surgery and developments in perioperative care: a comprehensive review[J]. Turk J Thorac Cardiovasc Surg, 2025, 33(1): 121-131.
- [5] SHAN R, ZHANG L, ZHU Y, et al. Effect of early exercise rehabilitation on cardiopulmonary function and quality of life in patients after coronary artery bypass grafting[J]. Contrast Media Mol Imaging, 2022, 2022(1): 4590037.
- [6] OHBE H, NAKAMURA K, UDA K, et al. Effect of early rehabilitation on physical function in patients undergoing coronary artery bypass grafting: a nationwide inpatient database study[J]. J Clin Med, 2021, 10(4): 618.
- [7] SCHON C, FELISMINO A, DE SÁ J, et al. Efficacy of early cardiac rehabilitation after acute myocardial infarction: randomized clinical trial protocol[J]. PLoS One, 2024, 19(1): e296345.
- [8] MERTES P M, KINDO M, AMOUR J, et al. Guidelines on enhanced recovery after cardiac surgery under cardiopulmonary bypass or off-pump[J]. Anaesth Crit Care Pain Med, 2022, 41(3): 101059.
- [9] 张媛媛, 康治臣, 魏彦龙, 等. 倾向性评分匹配下冠脉搭桥术后 ICU 早期心肺康复对肺部并发症的疗效[J]. 吉林医学, 2026, 47(1): 23-29.
ZHANG Y Y, KANG Z C, WEI Y L, et al. Efficacy of early ICU cardiopulmonary rehabilitation on pulmonary complications after coronary artery bypass grafting based on propensity score matching[J]. Jilin Med J, 2026, 47(1): 23-29.
- [10] KUSHWAHA P, MOIZ J A, MUJADDADI A. Exercise training and cardiac autonomic function following coronary artery bypass grafting: a systematic review and meta-analysis[J]. Egypt Heart J, 2022, 74(1): 67.
- [11] OSAILAN A M. Cardiac rehabilitation in Saudi Arabia: current status and future directions[J]. Curr Cardiol Rep, 2024, 26(10): 1077-1083.
- [12] NAZIR A. Effectiveness of active cycle of breathing technique in improving physiological and functional outcomes following coronary artery bypass graft surgery: a narrative review[J]. J Multidiscip Healthc, 2025, 18: 5431-5439.
- [13] GEBAUER A, KONERTZ J, PETERSEN J, et al. The impact of a standardized enhanced recovery after surgery (ERAS) protocol in patients undergoing minimally invasive heart valve surgery[J]. PLoS One, 2023, 18(3): e283652.
- [14] PONNAMBALAM M, ALEX R M. Preoperative optimization and rapid discharge after coronary artery bypass grafting[J]. Curr Opin Cardiol, 2023, 38(6): 471-477.
- [15] LAWTON J S, TAMIS-HOLLAND J E, BANGALORE S, et al. 2021 ACC/AHA/SCAI guideline for coronary artery revascularization: a report of the American college of car-

- diology/American heart association joint committee on clinical practice guidelines[J]. *Circulation*, 2022, 145(3): e18-e115.
- [16] GREGORY A J, NOSS C D, CHUN R, et al. Perioperative optimization of the cardiac surgical patient[J]. *Can J Cardiol*, 2023, 39(4): 497-514.
- [17] TOVAL A, BAKKER E A, GRANADA-MAIA J B, et al. Exercise type and settings, quality of life, and mental health in coronary artery disease: a network meta-analysis[J]. *Eur Heart J*, 2025, 46(23): 2186-2201.
- [18] GRANT M C, ENGELMAN D T. Enhanced recovery after surgery: overarching themes of the ERAS® society guidelines & consensus statements for adult specialty surgery[J]. *Perioper Med (Lond)*, 2025, 14(1): 120.
- [19] PAN R, LI X, HAN J, et al. Preoperative frailty assessment could be a predictive factor for the prognosis of elderly patients undergoing coronary artery bypass grafting: a retrospective case-control study[J]. *BMC Anesthesiol*, 2023, 23(1): 63.
- [20] NAKAMURA K, ARAI S, KOBAYASHI K, et al. Safe and promising outcomes of in-hospital preoperative rehabilitation for coronary artery bypass grafting after an acute coronary syndrome[J]. *BMC Cardiovasc Disord*, 2024, 24(1): 139.
- [21] STEINMETZ C, BJARNASON-WEHRENS B, BAUMGARTEN H, et al. Prehabilitation in patients awaiting elective coronary artery bypass graft surgery-effects on functional capacity and quality of life: a randomized controlled trial[J]. *Clin Rehabil*, 2020, 34(10): 1256-1267.
- [22] SWEITY E M, ALKAISSI A A, OTHMAN W, et al. Preoperative incentive spirometry for preventing postoperative pulmonary complications in patients undergoing coronary artery bypass graft surgery: a prospective, randomized controlled trial[J]. *J Cardiothorac Surg*, 2021, 16(1): 241.
- [23] ABBASI Z, SHALI M, NAVAB E, et al. The effects of cardiopulmonary pre-rehabilitation on physical performance, balance, and fear of falling among the candidates for coronary artery bypass graft surgery[J]. *SAGE Open Nurs*, 2025, 11: 23779608251407768.
- [24] ATEF H, MARQUES-SULE E, MORENO-SEGURA N, et al. Impact of early balance training on recovering following coronary artery bypass grafting: a randomized trial[J]. *Clin Rehabil*, 2026, 40(6): 757-768.
- [25] 国家心血管病中心,《冠状动脉旁路移植术后心脏康复专家共识》编写委员会. 冠状动脉旁路移植术后心脏康复专家共识[J]. *中国循环杂志*, 2020, 35(1): 4-15.
- National Cardiovascular Disease Center, Writing Committee for the "Expert Consensus on Cardiac Rehabilitation after Coronary Artery Bypass Grafting". Expert consensus on cardiac rehabilitation after coronary artery bypass grafting[J]. *Chin Circ J*, 2020, 35(1): 4-15.
- [26] MAKITA S, YASU T, AKASHI Y J, et al. JCS/JACR 2021 guideline on rehabilitation in patients with cardiovascular disease[J]. *Circ J*, 2022, 87(1): 155-235.
- [27] BORGES M G B, BORGES D L, RIBEIRO M O, et al. Early mobilization prescription in patients undergoing cardiac surgery: systematic review[J]. *Braz J Cardiovasc Surg*, 2022, 37(2): 227-238.
- [28] ARAUJO C O, ARAUJO ALVES C C, DOS SANTOS F R A, et al. Inspiratory muscle training in phase 1 and 2 postoperative cardiac rehabilitation following coronary artery bypass graft surgery: systematic review with meta-analysis[J]. *Phys Ther*, 2024, 104(7): pzae061.
- [29] 李四维, 于美丽, 高翔, 等. 坐式八段锦对冠状动脉旁路移植术后病人I期心肺功能的影响[J]. *中西医结合心脑血管病杂志*, 2021, 19(17): 2879-2884.
- LI S W, YU M L, GAO X, et al. Effect of sitting baduanjin on stage I cardio-pulmonary function of patients after coronary artery bypass grafting[J]. *Chin J Integr Med Cardio Cerebrovasc Dis*, 2021, 19(17): 2879-2884.
- [30] HAN H, HU J B, LEE D H, et al. Physical activity types, variety, and mortality: results from two prospective cohort studies[J]. *BMJ Med*, 2026, 5: e001513.
- [31] YANG Y, JIN Y, CHEN C, et al. Safety and efficacy of a novel quantitative phase I exercise in patients after cardiopulmonary bypass: a single-blind, prospective, non-randomized study[J]. *J Thorac Dis*, 2024, 16(10): 6565-6578.
- [32] 杜晴, 王凤丽. 心肺康复联合 PowerBreathe K5 呼吸训练器治疗对冠脉搭桥患者心肺耐力的影响[J]. *中国伤残医学*, 2024, 32(18): 66-70.
- DU Q, WANG F L. Effect of cardiopulmonary rehabilitation combined with PowerBreathe K5 respiratory training device on cardiopulmonary endurance in patients undergoing coronary artery bypass grafting[J]. *Chin J Trauma Disabil Med*, 2024, 32(18): 66-70.
- [33] ALLAHBAKHSIAN A, KHALILI A F, GHOLIZADEH L, et al. Comparison of early mobilization protocols on postoperative cognitive dysfunction, pain, and length of hospital stay in patients undergoing coronary artery bypass graft surgery: a randomized controlled trial[J]. *Appl Nurs Res*, 2023, 73: 151731.
- [34] HAN P, YU H, XIE F, et al. Effects of early rehabilitation on functional outcomes in patients after coronary artery bypass graft surgery: a randomized controlled trial[J]. *J Int Med Res*, 2022, 50(3): 3000605221087031.
- [35] 温颖. 视频回授法教育对心脏搭桥术患者心脏康复认

- 知及康复效果的影响[J]. 当代护士(下旬刊), 2023, 30(5): 145-148.
- WEN Y. Influence of video feedback education on cardiac rehabilitation cognition and rehabilitation effect in patients undergoing coronary artery bypass grafting [J]. Mod Nurse, 2023, 30(5): 145-148.
- [36] 李楠, 宋鹏飞. 心脏康复护理结合精细化自我管理健康教育在行冠状动脉搭桥术患者中的应用[J]. 中西医结合护理:中英文, 2023, 9(12): 76-78.
- LI N, SONG P F. Application of cardiac rehabilitation nursing combined with refined self-management health education in patients undergoing coronary artery bypass grafting[J]. J Clin Nurs Pract, 2023, 9(12): 76-78.
- [37] 郑昭红. 叙事医学模式下心理干预联合医护一体化早期康复护理对冠心病冠脉搭桥术患者生活质量恢复的影响[J]. 心血管病防治知识, 2024, 14(7): 71-73, 77.
- ZHENG Z H. Effect of psychological intervention combined with integrated medical and nursing early rehabilitation nursing under narrative medicine model on quality of life recovery of coronary heart disease patients after coronary artery bypass grafting [J]. Prev Treat Cardiovasc Dis, 2024, 14(7): 71-73, 77.
- [38] 胡媛, 郑双峰, 冯敏, 等. Cox 健康行为互动模式在冠状动脉搭桥术患者应激反应及康复结局中的实证研究[J]. 中国实用护理杂志, 2024, 40(13): 992-1000.
- HU Y, ZHENG S F, FENG M, et al. Empirical study of cox interaction model of client health behavior in stress response and rehabilitation outcomes in patients undergoing coronary artery bypass graft [J]. Chin J Pract Nurs, 2024, 40(13): 992-1000.
- [39] 魏小华. 早期心肺康复训练联合生物反馈疗法在冠状动脉搭桥术后的应用观察[J]. 临床医学, 2023, 43(9): 64-66.
- WEI X H. Application observation of early cardiopulmonary rehabilitation training combined with biofeedback therapy after coronary artery bypass grafting [J]. Clin Med, 2023, 43(9): 64-66.
- [40] GHILICHI MOGHADDAM N, NAMAZINIA M, HAJIABADI F, et al. The efficacy of phase I cardiac rehabilitation training based on augmented reality on the self-efficacy of patients undergoing coronary artery bypass graft surgery: a randomized clinical trial[J]. BMC Sports Sci Med Rehabil, 2023, 15(1): 156.
- [41] BANO A, AFTAB A, SAHAR W, et al. Combined effects of continuous positive airway pressure and cycle ergometer in early rehabilitation of coronary artery bypass surgery patients[J]. J Coll Physicians Surg Pak, 2023, 33(8): 866-871.
- [42] 赖杏, 朱燕梅, 何清秀. 心脏康复评估量表在冠脉搭桥术后患者 I 期心脏康复中的研究[J]. 吉林医学, 2021, 42(8): 2005-2008.
- LAI X, ZHU Y M, HE Q X. Application of cardiac rehabilitation assessment scale in the first-phase cardiac rehabilitation of patients after coronary artery bypass [J]. Jilin Med J, 2021, 42(8): 2005-2008.
- [43] 姜国婷. 冠脉搭桥术后患者开展心脏康复运动中护理安全措施的探讨[J]. 当代护理, 2022, 3(6): 8-10.
- JIANG G T. Discussion on nursing safety measures in cardiac rehabilitation exercise for patients after coronary artery bypass grafting[J]. Contemp Nurs, 2022, 3(6): 8-10.
- [44] KIM Y M, KIM B R, PYUN S B, et al. Feasibility and safety of early cardiac rehabilitation using remote electrocardiogram monitoring in patients with cardiac surgery: a pilot study[J]. J Clin Med, 2025, 14(14): 4887.
- [45] VINERKAR D, VARDHAN V. Evaluating the comparative efficacy of leg cycle ergometry exercise versus conventional physiotherapy on scar healing, muscle strength, functional capacity, and quality of life in coronary artery bypass graft subjects with saphenous vein graft in phase 1: a protocol for randomised controlled trial [J]. Trials, 2025, 26(1): 545.
- [46] WEYMANN A, AMANOV L, BELTSIOS E, et al. Minimally invasive direct coronary artery bypass grafting: sixteen years of single-center experience[J]. J Clin Med, 2024, 13(11): 3338.
- (此文编辑 王颖)