

心肌梗死后运动康复改善睡眠质量的研究进展

殷凡琪 洪梅 余亭

南京医科大学 江苏 南京 210000

【摘要】 心肌梗死 (Myocardial Infarction, MI) 后患者普遍存在睡眠障碍, 发生率高达 40%-60%, 严重影响心脏康复效果与远期预后。运动康复作为心脏康复的基石性干预手段, 已被证实能显著改善患者心肺功能、降低再发事件风险。然而, 运动康复对 MI 后患者睡眠质量的影响及其机制尚缺乏系统总结。本文系统回顾了运动康复改善 MI 后睡眠质量的临床证据, 从自主神经功能调节、炎症抑制、心理应激缓解及昼夜节律重塑四个维度探讨了潜在机制, 并分析了不同运动类型、强度及实施模式对睡眠改善效果的差异。现有证据表明, 以有氧运动为基础的标准化康复方案可有效改善 MI 后患者的睡眠质量。此外, 本文初步探讨了外周血单核细胞中剪切因子 I 25kDa 亚基 (CFIm25) 作为新型生物标志物在心肌梗死后心力衰竭预测及康复评估中的潜在价值。然而, 高质量的随机对照试验仍较为有限, 个体化运动处方的优化及神经生物学机制的深入研究将是未来方向。

【关键词】 心肌梗死; 运动康复; 睡眠质量; 心脏康复; 匹兹堡睡眠质量指数; CFIm25

Research progress on exercise rehabilitation improving sleep quality after myocardial infarction

Yin Fanqi Hong Mei Yu Ting

Nanjing Medical University, Nanjing, Jiangsu, 210000

【Abstract】 Sleep disorders are highly prevalent among patients after myocardial infarction (MI), significantly impairing cardiac rehabilitation outcomes and long-term prognosis. Exercise-based cardiac rehabilitation, has been demonstrated to improve cardiopulmonary function and reduce the risk of recurrent events. However, the impact of exercise rehabilitation on sleep quality in post-MI patients and its underlying mechanisms remain insufficiently synthesized. This review systematically summarizes the clinical evidence for exercise rehabilitation in improving sleep quality after MI, explores the potential mechanisms from four dimensions, and circadian rhythm resetting—and analyzes the differential effects of various exercise types, intensities, and delivery modes on sleep improvement. Current evidence indicates that standardized aerobic exercise-based rehabilitation programs effectively enhance sleep quality in post-MI patients. Furthermore, this review preliminarily explores the potential value of cleavage factor Im 25 kDa subunit (CFIm25) in peripheral blood mononuclear cells as a novel biomarker for predicting heart failure and evaluating rehabilitation outcomes after MI. However, high-quality randomized controlled trials remain limited, and further research on individualized exercise prescription optimization and neurobiological mechanisms is warranted.

【Keywords】 Myocardial Infarction; Exercise Rehabilitation; Sleep Quality; Cardiac Rehabilitation; Pittsburgh Sleep Quality Index; CFIm25

1 引言

心血管疾病是全球范围内的首要致死原因, 其中急性心肌梗死 (Acute Myocardial Infarction, AMI) 因其高发病率、高致残率及高死亡率, 持续构成严峻的公共卫生挑战。得益于再灌注治疗技术的普及与不断优化, AMI 患者的急性期生存率已显著提升。然而, 存活患者仍普遍面临心脏功能恢复、严格

二级预防及生活质量改善等多重康复需求, 这已成为近年来该领域的研究重点^[1]。

睡眠障碍是 MI 后患者最常见的并发症之一, 临床表现为入睡困难、睡眠维持障碍、早醒及日间过度嗜睡, 有相关研究表明, 与正常对照组相比, 睡眠时间短者和失眠患者的交感神经系统活动增强, 血浆和尿液中去甲肾上腺素水平升高, 心率加快, 心率变异性改变或减弱^[2], 反映了潜在的自主神经功能紊

乱。交感神经系统活动是心血管稳态的重要组成部分，更重要的是，睡眠障碍不仅是患者生活质量下降的直接原因，更是影响心脏康复效果、增加再发事件风险的独立危险因素^[3]。

目前研究^[4]已证实了MI后心脏运动康复的安全性和有效性，可降低患者的病死率和再住院率，改善患者运动耐量和生活质量，合理控制医疗成本。大量循证医学证据表明，运动康复可显著改善心肌梗死后患者的心肺功能、降低全因死亡率和再梗死率，并提升生活质量。

本文旨在系统综述运动康复改善MI后睡眠质量的临床研究进展，分析其潜在机制，探讨优化策略，并指出当前研究的局限与未来方向，以期为临床实践及后续研究提供参考。

2 心肌梗死后睡眠障碍的流行病学与危害

2.1 流行病学特征

MI后睡眠障碍的发生具有普遍性和持续性特点。一项纳入15项研究的系统综述显示，MI急性期患者中约50%报告存在临床显著的睡眠问题，这一比例在出院后3个月仍维持在30%以上。采用匹兹堡睡眠质量指数（Pittsburgh Sleep Quality Index, PSQI）评估的研究表明，MI后患者PSQI总分显著高于健康对照，尤其在主观睡眠质量、睡眠潜伏期、睡眠障碍及日间功能障碍等维度表现突出。

2.2 对预后的影响

睡眠障碍对MI后患者预后的不良影响已被多项前瞻性队列研究证实。一项前瞻性研究发现，睡眠时间过短或过长均与心血管死亡率增加呈“J型”关联，主观睡眠质量差与冠心病相关。

2.3 病理生理机制

MI后睡眠障碍的发生是多因素交互作用的结果：①心肌损伤触发的全身性炎症反应可穿透血脑屏障，影响睡眠调节中枢功能^[5]；②交感神经过度激活与副交感神经抑制导致自主神经失衡，破坏正常睡眠结构；③心绞痛、呼吸困难等躯体症状直接干扰睡眠连续性；④对疾病复发及死亡的恐惧、对未来的不确定性等心理应激是失眠的核心驱动因素。

3 运动康复改善睡眠质量的临床证据

3.1 运动康复对睡眠的整体效应

现有证据支持结构化心脏康复对MI后患者睡眠质量的改善作用。Toval等^[6]于2025年系统评估了不同运动类型对心脏康复结局的影响。结果显示，运动训练与生活质量、抑郁及焦虑症状的改善显著相关。

3.2 不同运动类型的比较

3.2.1 有氧运动

有氧运动是心脏康复的核心内容，中等强度持续训练（Moderate-Intensity Continuous Training, MICT）和高强度间歇训练（High-Intensity Interval Training, HIIT）均有改善睡眠的证据。Toval等^①的网络荟萃分析显示，HIIT联合抗阻训练在改善生活质量方面效应量最大，其次是单纯HIIT和MICT。

3.2.2 抗阻训练的附加价值

联合抗阻训练（有氧+抗阻）在改善睡眠效率及减少夜间觉醒方面优于单纯有氧训练。一项荟萃分析显示，联合训练组在PSQI总分改善上较单纯有氧组多降低1.8分。可能机制为抗阻训练更有效地促进了生长激素分泌及肌肉修复，进而增强慢波睡眠^②。

3.2.3 身心运动的特殊价值

太极拳、瑜伽等低强度身心运动通过整合呼吸调控、意念专注及舒缓动作，在降低交感张力、缓解焦虑方面具有独特优势。一项针对冠心病患者的随机对照试验显示，12周太极拳训练可使PSQI总分降低，效果与常规有氧运动相当，且在改善睡眠障碍维度上表现更优^[8]。

4 潜在作用机制——运动康复改善心梗后睡眠质量

4.1 自主神经功能调节

运动康复改善睡眠的核心机制之一是恢复心脏自主神经平衡。MI后患者普遍存在交感神经过度激活与副交感神经抑制，这种失衡状态直接破坏睡眠结构。规律的有氧运动可增强压力反射敏感性，提高心率变异性（Heart Rate Variability, HRV）指标，促进睡眠期间副交感神经的优势地位，为慢波睡眠的维持创造自主神经条件^[9]。

4.2 炎症抑制

系统炎症是连接MI与睡眠障碍的重要生物学桥梁。心肌损伤后释放的促炎细胞因子（如IL-6、TNF- α ）可通过多种途径影响睡眠。运动诱导的肌细胞因子（如IL-6、BDNF）可能介导了外周-中枢的炎症对话，从而改善睡眠。

4.3 心理应激缓解

焦虑和抑郁是MI后失眠的主要心理驱动因素。运动作为天然的抗焦虑剂和抗抑郁剂，通过提升内啡肽等水平及调节下丘脑-垂体-肾上腺（HPA）轴功能，缓解心理困扰，打破“焦虑-失眠-更焦虑”的恶性循环。

4.4 昼夜节律重塑

MI事件可能打乱患者的日常生活节律，而运动作为强有力

的授时因子 (zeitgeber), 可强化昼夜节律信号, 促进睡眠-觉醒周期的正常化。晨间运动通过光照暴露及核心体温节律的相位调整, 尤其有助于改善入睡困难。

4.5 脑源性神经营养因子

脑源性神经营养因子 (Brain-Derived Neurotrophic Factor, BDNF) 是介导运动神经保护效应的关键分子。Lukkahatai 等^[10]于 2025 年发表的一项范围综述系统评估了 BDNF 作为运动改善疲劳、疼痛、抑郁及睡眠的生物标志物的潜力。但 BDNF 作为运动改善睡眠的替代标志物尚需进一步验证, 且可能存在个体差异及剂量依赖性。

5 新型生物标志物的探索: CFIm25

5.1 RNA 结合蛋白与心脏康复

近年来, 转录后调控机制在心血管疾病发生发展中的作用日益受到关注。RNA 结合蛋白 (RNA-binding proteins, RBPs) 通过调控可变剪接、mRNA 稳定性及翻译效率, 参与心肌重构、炎症反应及神经可塑性等关键病理生理过程^[11]。

5.2 CFIm25 的潜在价值

剪切因子 I (cleavage factor Im, CFIm) 是一个重要的 RNA 结合蛋白复合物, 其 25kDa 亚基 (CFIm25) 在哺乳动物细胞中广泛表达, 参与 pre-mRNA 的 3' 端加工及可变剪接调控^[12]。目前单核细胞在心肌梗死过程中的作用已经得到广泛证实^[13], 但是尚未有关于外周血单核细胞中 CFIm25 在心肌梗死后心力衰竭中价值的研究。

基于现有证据, 我们有理由提出科学假设: 运动康复可能通过调节 CFIm25 等剪切因子的表达, 影响炎症相关基因的可变剪接, 从而改善心肌重构及睡眠质量。因此, 开展对心肌梗死/心力衰竭患者外周血单核细胞中 CFIm25 水平的检测与相关性评估, 有望探索其作为心肌梗死后心力衰竭预测及康复评估的创新性分子标志物, 为疾病早期诊断和个体化康复治疗提供新思路。

6 当前研究局限与未来方向

6.1 证据缺口

尽管现有证据支持运动康复对 MI 后睡眠质量的改善作用, 但高质量研究仍较为有限。睡眠评估工具的异质性限制了证据

的整合。此外, 多数研究随访时间较短, 长期效应尚不明确。

6.2 个体化处方优化

“何种运动处方对睡眠改善最优” 尚缺乏定论。现有证据提示联合训练可能优于单一模式, 面对面督导训练优于家庭模式, 但关于运动强度、频率、时长及干预周期对睡眠改善的“剂量-效应”关系, 仍需系统研究^[14]。此外, 不同亚组患者 (如老年、女性、合并抑郁者) 对运动处方的反应可能存在差异, 需开展分层分析。

6.3 机制研究的深化

现有机制研究多为假设驱动, 缺乏直接的因果证据。采用神经影像技术直接观察运动康复对 MI 后患者睡眠相关脑区功能连接的影响, 将是极具潜力的方向。同时, CFIm25 等新型分子标志物的发现与验证, 有望为心脏康复的疗效评估及机制阐释提供新的生物学视角。

7 结论与展望

运动康复可有效改善心肌梗死后患者的睡眠质量, 其机制涉及自主神经功能调节、炎症抑制、心理应激缓解及昼夜节律重塑等多重通路。以有氧运动为基础的标准化康复方案, 特别是联合抗阻训练对睡眠改善效果更优。然而, 高质量的临床研究仍较有限, 个体化运动处方的优化及神经生物学机制的深入探索将是未来研究的重点方向。

【Author contributions】 Yin Fanqi conceived and designed the review, performed literature research, drafted and revised the manuscript, obtained funding, and provided administrative support. Hong Mei contributed to the critical revision of the manuscript for important intellectual content. Yu Ting conceived the study framework, provided critical revision of the manuscript, obtained funding, and offered administrative support. All authors read and approved the final manuscript as submitted.

【Conflict of interest】 The authors declare no conflict of interest.

参考文献:

[1] Sisheng Zhang, Yuhui Lin, Advancements, challenges, and innovative strategies in cardiac rehabilitation for patients with acute myocardial infarction: A systematic review, Current Problems in Cardiology, Volume 50, Issue 2, 2025, 102934, ISSN 0146-2806, <https://doi.org/10.1016/j.cpcardiol.2024.102934>.

- [2]Ma Y, Mullington JM, Wayne PM, Yeh GY. Heart rate variability during sleep onset in patients with insomnia with or without comorbid sleep apnea. *Sleep Med.* 2024 Oct;122:92-98. doi: 10.1016/j.sleep.2024.07.034. Epub 2024 Aug 7. PMID: 39137665; PMCID: PMC11806931.
- [3]Frøjd LA, Dammen T, Munkhaugen J, Weedon-Fekjær H, Nordhus IH, Papageorgiou C, Sverre E. Insomnia as a predictor of recurrent cardiovascular events in patients with coronary heart disease. *Sleep Adv.* 2022 Apr 7;3(1):zpac007. doi: 10.1093/sleepadvances/zpac007. PMID: 37193392; PMCID: PMC10104412.
- [4]Dibben GO, Faulkner J, Oldridge N, Rees K, Thompson DR, Zwisler AD, Taylor RS. Exercise-based cardiac rehabilitation for coronary heart disease: a meta-analysis. *Eur Heart J.* 2023 Feb 7;44(6):452-469. doi: 10.1093/eurheartj/ehac747. PMID: 36746187; PMCID: PMC9902155.
- [5]Cheng WY, Chan PL, Ong HY, Wong KH, Chang RC. Systemic Inflammation Disrupts Circadian Rhythms and Diurnal Neuroimmune Dynamics. *Int J Mol Sci.* 2024 Jul 7;25(13):7458. doi: 10.3390/ijms25137458. PMID: 39000563; PMCID: PMC11242289.
- [6]Toval A, Bakker EA, Granada-Maia JB, Núñez de Arenas-Arroyo S, Solis-Urra P, Eijsvogels TMH, Esteban-Cornejo I, Martínez-Vizcaíno V, Ortega FB. Exercise type and settings, quality of life, and mental health in coronary artery disease: a network meta-analysis. *Eur Heart J.* 2025 Jun 16;46(23):2186-2201. doi: 10.1093/eurheartj/ehae870. PMID: 39809303; PMCID: PMC12167663.
- [7]Chennaoui M, Arnal P J, Drogou C, et al. Sleep and exercise: A reciprocal issue[J]. *Sleep Medicine Reviews*, 2020, 54: 101373. doi: 10.1016/j.smr.2020.101373.
- [8]Li H, Chen J, Xu G, Duan Y, Huang D, Tang C, Liu J. The Effect of Tai Chi for Improving Sleep Quality: A Systematic Review and Meta-analysis. *J Affect Disord.* 2020 Sep 1;274:1102-1112. doi: 10.1016/j.jad.2020.05.076. Epub 2020 May 26. PMID: 32663938.
- [9]Andreu-Caravaca L, Ramos-Campo DJ, Abellón-Aynés O, Ávila-Gandía V, Chung LH, Manonelles P, Rubio-Arias JÁ. 10-Weeks of resistance training improves sleep quality and cardiac autonomic control in persons with multiple sclerosis. *Disabil Rehabil.* 2022 Sep;44(18):5241-5249. doi: 10.1080/09638288.2021.1934738. Epub 2021 Jun 9. PMID: 34107841.
- [10]Lukkahatai N, Ong IL, Benjasirisan C, Saligan LN. Brain-Derived Neurotrophic Factor (BDNF) as a Marker of Physical Exercise or Activity Effectiveness in Fatigue, Pain, Depression, and Sleep Disturbances: A Scoping Review. *Biomedicines.* 2025 Jan 31;13(2):332. doi: 10.3390/biomedicines13020332. PMID: 40002745; PMCID: PMC11853410.
- [11]Shi DL. RNA-Binding Proteins as Critical Post-Transcriptional Regulators of Cardiac Regeneration. *Int J Mol Sci.* 2023 Jul 26;24(15):12004. doi: 10.3390/ijms241512004. PMID: 37569379; PMCID: PMC10418649.
- [12]Masamha CP. The emerging roles of CFIm25 (NUDT21/CPSF5) in human biology and disease. *Wiley Interdiscip Rev RNA.* 2023 May-Jun;14(3):e1757. doi: 10.1002/wrna.1757. Epub 2022 Aug 14. PMID: 35965101; PMCID: PMC9925614.
- [13]Hristov M, Weber C. Monocyte Subsets in Cardiovascular Disease: A Biomarker Perspective. *Thromb Haemost.* 2025 Feb;125(2):93-96. doi: 10.1055/a-2348-5697. Epub 2024 Jun 19. PMID: 38897222.
- [14]Xu M, Tian C, Liang S, Tong B, Wu Y, Zhou L, Nian T, Wang Y, Yang K, Li X. Comparative efficacy of exercise modalities on sleep quality in populations with sleep disorders: A systematic review and network meta-analysis. *Sleep Med Rev.* 2024 Feb;73:101877. doi: 10.1016/j.smr.2023.101877. Epub 2023 Nov 17. PMID: 38006755.

作者简介: 殷凡琪 (2005—), 女, 汉族, 江苏苏州人, 南京医科大学五年制临床医学专业本科四年级在读, 主要研究方向为心血管内科与神经内科。