论　著

DOI：10.11724/jdmu.2026.03.07

不同强度及模式有氧训练对稳定型心绞痛患者心脏康复效果的影响

刘雅楠[1]，武金宝[2]，谢　瑞[1]，赵景祥[1]

（1. 内蒙古科技大学包头医学院第二附属医院 心血管内科，内蒙古 包头 014030；2. 内蒙古科技大学包头医学院第二附属医院 内蒙古消化病研究所，内蒙古 包头 014030）

［**摘要**］ **目的**　对比稳定型心绞痛（SAP）患者不同强度及模式有氧训练对心脏康复的效果。**方法**　选取包头医学院第二附属医院2022年1月至2023年12月收治的130例患者，均符合SAP诊断标准，年龄40～60岁，纽约心脏病协会（NYHA）心功能Ⅰ～Ⅱ级。所有患者按照随机数字表法分为对照组与试验组，每组65例。设对照组的运动强度为最大运动负荷量的50%（持续中等强度有氧训练），试验组的运动强度为最大运动负荷量的75%（间歇高强度有氧训练），两组按照运动处方康复治疗90 d，记录治疗后心肺运动试验情况，评估峰值摄氧量（VO_2peak）、无氧阈（AT）、代谢当量（METs）、氧脉搏（VO_2/HRpeak）；并比较人体成分分析及心脏超声检查结果。**结果**　与治疗前比较，治疗后患者心肺运动试验中，两组VO_2peak、AT、METs、VO_2/HRpeak指标均增加；心脏超声显示，两组左心室射血分数（LVEF）均提高，左心室收缩末期内径（LVESD）和左心室舒张末期内径（LVEDD）均减小；人体成分分析显示，两组体脂肪含量、腰臀比、身体质量指数均下降，差异均有统计学意义（$P<0.000\,1$）。且治疗后，试验组VO_2peak、AT、METs、VO_2/HRpeak水平明显高于对照组；LVEF明显高于对照组，LVESD和LVEDD明显低于对照组；体脂肪含量、腰臀比、身体质量指数明显低于对照组，以上差异均有统计学意义（$P<0.000\,1$）。**结论**　不同强度及模式有氧训练均可提高SAP患者的运动耐量，提高肌肉力量，而间歇高强度有氧训练效果更佳。

［**关键词**］ 稳定型心绞痛；心脏康复；有氧运动；不同强度

［**中图分类号**］ R493　［**文献标志码**］ A　**文章编号**：1671-7295(2026)03-0240-05

Effects of different intensities and modes of aerobic training on cardiac rehabilitation in patients with stable angina

LIU Yanan[1], WU Jinbao[2], XIE Rui[1], ZHAO Jingxiang[1]

(1. *Department of Cardiology, Second Affiliated Hospital of Baotou Medical College, Inner Mongolia University of Science and Technology, Baotou* 014030, *China*; 2. *Inner Mongolia Digestive Disease Research Institute, Second Affiliated Hospital of Baotou Medical College, Inner Mongolia University of Science and Technology, Baotou* 014030, *China*)

［**Abstract**］ **Objective** To investigate the impact of different intensities and methods of aerobic training on cardiac function and exercise tolerance in patients with stable angina pectoris (SAP) undergoing cardiac rehabilitation. **Methods** A total of 130 patients admitted to the Second Affiliated Hospital of Baotou Medical College from January 2022 to December 2023 were enrolled. All patients met the diagnostic criteria for SAP, were aged 40-60 years, and had New York Heart Association (NYHA) functional class Ⅰ-Ⅱ. Patients were randomly divided into a control group and an experimental group. The exercise intensity for the control group was set at 50% of the maximum exercise load (moderate-intensity continuous aerobic exercise), while the

基金项目：内蒙古自治区高等学校科学研究项目（NJZY22061）；内蒙古医学科学院公立医院科研联合基金科技项目（2023GLLH0213）；内蒙古自治区教育科学研究“十四五”规划课题（NGJGH2023539）

第一作者简介：刘雅楠（1978—），女，主任医师。E-mail：dayanqqq@163.com

通信作者：谢 瑞，主任医师。E-mail：btxierui@163.com

exercise intensity for the experimental group was set at 75% of the maximum exercise load (intermittent high-intensity aerobic exercise). Both groups followed their respective exercise prescriptions for 90 days. Cardiopulmonary exercise tests and body composition analyses were conducted at 90 days after treatment for evaluation. The cardiopulmonary exercise test results were recorded after treatment, evaluating peak oxygen uptake (VO_2peak), anaerobic threshold (AT), metabolic equivalents (METs), and oxygen pulse (VO_2/HRpeak). Additionally, body composition analysis and echocardiography results were compared. **Results** After aerobic training, the experimental group showed higher VO_2peak, AT, METs, and VO_2/HRpeak levels compared to the control group ($P<0.000\ 1$). Cardiac ultrasound showed that the left ventricular ejection fraction (LVEF) was higher than that of the control group, while the left ventricular end-systolic diameter (LVESD) and left ventricular end-diastolic diameter (LVEDD) were lower than those of the control group ($P<0.000\ 1$). The body fat content and percentage of body fat were lower in the experimental group than the control group ($P<0.000\ 1$). Furthermore, after treatment, the levels of VO_2peak, AT, METs, and VO_2/HRpeak in the experimental group were significantly higher than those in the control group; LVEF was significantly higher, and LVESD and LVEDD were significantly lower than in the control group. Body fat percentage, waist-to-hip ratio, and body mass index were also significantly lower than in the control group. All the above differences were statistically significant ($P<0.000\ 1$). **Conclusion** Both continuous moderate-intensity aerobic exercise and intermittent high-intensity aerobic exercise can improve exercise tolerance and muscle strength in SAP patients, while intermittent high-intensity aerobic exercise being more effective in enhancing exercise tolerance and improving cardiac function.

［**Keywords**］ stable angina; cardiac rehabilitation; aerobic exercise; different intensities

冠心病（coronary heart disease, CHD）是导致全球范围内死亡的主要原因之一，对患者的生活质量及社会医疗资源造成严重影响[1]。稳定型心绞痛（stable angina pectoris, SAP）是 CHD 的一种常见形式，其症状在体力活动或情绪激动时加重，而在休息时缓解。尽管 SAP 患者的生存率相对较高，但其生活质量和运动能力仍受到显著影响，因此有效的管理和康复措施至关重要。SAP 的传统治疗方法包括优化药物治疗、冠状动脉造影及必要时进行冠脉再通手术。然而，近年来侵入性治疗方法在减少再发事件和改善预后有效性方面受到质疑[2]。目前，基于运动的心脏康复（cardiac rehabilitation, CR）已被证明能够显著改善患者的临床效果，包括减少心绞痛发作、提高生活质量以及增强运动能力[3]。然而，现有文献对不同强度和模式有氧训练（如连续性有氧训练和间歇性有氧训练）对 CHD 患者康复效果的比较尚不充分[4-5]。本研究旨在比较不同强度及模式有氧训练在 CHD 患者心脏康复中的效果。

1 资料与方法

1.1 研究对象

选取包头医学院第二附属医院 2022 年 1 月至 2023 年 12 月收治的 130 例 SAP 患者，按照随机数字表法分为两组，对照组和试验组各 65 例。对照组男 36 例，女 29 例；年龄 44～60 岁，平均（52.1±2.2）岁；心功能分级：Ⅰ级 40 例，Ⅱ级 25 例。试验组男 38 例，女 27 例；年龄 42～58 岁，平均（51.6±2.3）岁；心功能分级：Ⅰ级 42 例，Ⅱ级 23 例。两组患者一般资料比较，差异无统计学意义（$P>0.05$），具有可比性。本研究已获患者或家属知情同意，经包头医学院第二附属医院伦理委员会批准（2X-075）。

纳入标准：（1）符合 SAP 的诊断标准[1]；（2）年龄 40～60 岁；（3）纽约心脏病协会（NYHA）心功能Ⅰ～Ⅱ级；（4）患者签署知情同意书。排除标准：（1）NYHA 心功能Ⅲ～Ⅳ级者；（2）急性心肌梗死、高危不稳定型心绞痛、未控制的心律失常、严重肺动脉高压者；（3）不能按要求完成康复，康复天数少于要求天数的 80% 者；（4）因不良反应而终止治疗者。

1.2 方 法

所有患者均接受标准化治疗，包括常规的抗血小板药物、冠状动脉扩张剂及他汀类药物等对症治疗，具体方案参照 2018 年 6 月发布的《冠心病合理用药指南》实施。根据患者的病情变化，及时调整药物使用，同时倡导低盐低脂饮食，戒烟戒酒，培养良好的生活习惯，保持规律的作息，并维持积极的心理状态。在常规治疗的基础上，两组患者均接受心肺运动试验测试、人体成分分析及体适能评估。依据测试结果，确定最大运动负荷量及目标运动强度心率，并据此制定相应的训练计划。

对照组：实施持续中等强度有氧训练（moderate-intensity continuous training, MICT），采用直立式功率自行车作为主要运动方式。（1）运动准备：在运动开始前进行 5～10 min 的充分热身，以活动关节并降低运动过程中的受伤风险，同时尽量避免空腹状态下锻炼。（2）运动强度：训练强度设定为最大运动负荷的 50%；目标运动强度心率通过心率储备法公式计算。

计算公式为: 目标运动强度心率 =(峰值心率–静息心率)×运动强度(百分比)+静息心率, 其中峰值心率通过心肺运动试验获得。对照组的目标心率为: 静息心率+储备心率×0.5。(3)运动过程: 训练从最大运动负荷的 20% 开始, 随后逐步提升至目标运动强度心率范围, 保持这一强度, 运动总时长为 35 min。之后, 逐渐降低运动强度并减缓运动幅度, 直至患者的心率恢复至运动前水平, 预计耗时 5 min, 总训练时间为 40 min。运动频率设定为 1 周 3 次, 总治疗时间为 90 d。

试验组: 给予间歇高强度有氧训练(high-intensity interval training, HIIT), 运动强度为最大运动负荷量的 75%, 目标心率=静息心率+储备心率×0.75。以间歇训练模式(3 min 训练、1 min 休息)进行, 10 组/次, 共 40 min。运动频率为 1 周 3 次, 总治疗时间为 90 d。

1.3 观察指标和评价标准

运动耐量: 在治疗前及治疗 90 天后, 分别进行心肺运动试验, 记录峰值摄氧量(VO_2peak)、无氧阈(AT)、氧脉搏(VO_2/HRpeak)、代谢当量(METs)等指标以评估运动耐量。

心功能评估: 在治疗前及治疗 90 天后, 通过心脏超声检查监测左心室收缩末期内径(LVESD)、左心室舒张末期内径(LVEDD)以及左心室射血分数(LVEF)。

营养评估: 在治疗前及治疗 90 天后, 分别采用韩国 InBody770 人体成分分析仪进行人体成分分析, 记录体脂肪含量、腰臀比及身体质量指数并进行比较。

鉴于患者的体质及病情各异, 且高强度训练有诱发心绞痛、心律失常等的潜在风险, 因此, 在患者康复过程中加强心功能监测, 做好积极抢救措施。

1.4 统计学方法

样本量估计: 依据唐莲等[6]及张萍等[7]关于心脏有氧运动康复的研究结果, 结合预试验数据, 预估两组样本总体标准差 σ=4.3, 均数差值 δ=2.6, 设定 α=0.05(双侧), β=0.10, 采用两样本均数的计算公式 $n=2[(Z\alpha/2+Z\beta)\sigma/\delta]^2$, 计算得出理论每组需要 58 例, 总样本量为 116 例。考虑本研究干预周期长达 90 d, 康复训练周期较长, 患者存在随访脱落、依从性不佳、病例剔除等情况, 预估研究脱落率约 10%, 对样本量进行校正, 即每组至少需要 65 例, 两组共 130 例。

采用 SPSS 22.0 统计软件进行数据处理。连续变量采用均数±标准差($\bar{x}\pm s$)表示, 两组间比较采用独立样本 t 检验; 组内比较采用配对 t 检验。确立检验水准α=0.05, 以 $P<0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结 果

两组患者均完成 90 d 的康复训练。

2.1 两组患者治疗前后运动耐量比较

与治疗前比较, 治疗后两组 VO_2peak、AT、METs、VO_2/HRpeak 指标均增加, 差异均有统计学意义($P<0.000\,1$)。治疗后, 试验组 VO_2peak、AT、METs、VO_2/HRpeak 均高于对照组, 差异均有统计学意义($P<0.05$)。见表 1。

表 1 两组患者治疗前后运动耐量比较

Tab. 1 Comparison of exercise tolerance between the two groups of patients before and after treatment

($\bar{x}\pm s$)

指标	对照组(n=65)	试验组(n=65)	t	P
VO_2peak/[mL/(kg·min)]				
治疗前	16.5±2.7	17.0±2.8	1.045	0.298
治疗后	19.8±2.8	21.0±3.0	2.368	0.019
t	6.886	7.756		
P	<0.000 1	<0.000 1		
AT/[mL/(kg·min)]				
治疗前	10.7±2.3	11.4±1.7	1.934	0.055
治疗后	15.0±3.2	17.0±2.2	4.155	<0.000 1
t	8.782	15.55		
P	<0.000 1	<0.000 1		
METs				
治疗前	4.5±0.7	4.4±0.5	1.764	0.080
治疗后	5.3±0.6	5.6±0.6	2.269	0.025
t	6.256	12.50		
P	<0.000 1	<0.000 1		
VO_2/HRpeak/(mL/beat)				
治疗前	9.6±1.8	9.2±1.9	0.992	0.323
治疗后	12.5±1.9	13.3±2.4	2.083	0.039
t	9.316	10.93		
P	<0.000 1	<0.000 1		

2.2 两组患者治疗前后心功能比较

与治疗前比较, 治疗后两组 LVEF 均提高, LVESD 和 LVEDD 均减小, 差异均有统计学意义($P<0.000\,1$)。治疗后, 试验组 LVEF 高于对照组, LVESD 和 LVEDD 低于对照组, 差异均有统计学意义($P<0.000\,1$)。见表 2。

表 2　两组患者治疗前后心脏功能比较

Tab. 2　Comparison of cardiac function between the two groups of patients before and after treatment

（$\bar{x}\pm s$）

指标	对照组（n=65）	试验组（n=65）	t	P
LVEF/%				
治疗前	46.8±3.5	46.1±2.9	1.274	0.205
治疗后	53.7±3.3	55.1±2.2	2.758	0.007
t	11.400	19.830		
P	＜0.000 1	＜0.000 1		
LVESD/mm				
治疗前	45.5±1.9	44.8±2.3	1.956	0.053
治疗后	42.3±2.7	40.2±2.2	4.829	＜0.000 1
t	9.085	11.810		
P	＜0.000 1	＜0.000 1		
LVEDD/mm				
治疗前	50.9±3.0	53.1±2.9	1.841	0.068
治疗后	48.2±2.9	46.9±3.2	2.356	0.020
t	5.368	8.889		
P	＜0.000 1	＜0.000 1		

表 3　两组患者治疗前后身体各成分变化比较

Tab. 3　Comparison of changes in body composition between the two groups of patients before and after treatment

（$\bar{x}\pm s$）

指标	对照组（n=65）	试验组（n=65）	t	P
体脂肪含量/kg				
治疗前	25.8±1.8	26.4±1.6	1.863	0.065
治疗后	23.0±2.6	21.0±2.1	4.670	＜0.000 1
t	7.113	16.190		
P	＜0.000 1	＜0.000 1		
腰臀比				
治疗前	1.1±0.1	1.1±0.1	0.879	0.381
治疗后	0.9±0.2	0.8±0.1	3.599	0.000 5
t	6.152	12.720		
P	＜0.000 1	＜0.000 1		
身体质量指数/（kg/m^2）				
治疗前	26.7±1.9	26.5±2.2	0.465	0.642
治疗后	24.5±1.7	22.4±2.3	5.808	＜0.000 1
t	7.135	10.480		
P	＜0.000 1	＜0.000 1		

2.3　两组患者治疗前后身体各成分变化比较

与治疗前比较，治疗后两组体脂肪含量、腰臀比、身体质量指数均减小，差异均有统计学意义（P＜0.000 1）。治疗后，试验组体脂肪含量、腰臀比、身体质量指数均低于对照组，差异均有统计学意义（P＜0.000 1）。见表 3。

3　讨　论

随着生活方式的改变和老龄人口的增加，CHD 的发病率逐年上升，对公共健康构成严重威胁[8-9]。SAP 作为 CHD 的一种常见类型，主要表现为胸部疼痛或不适，通常在体力活动或情绪激动时诱发或加重。其病理基础多为冠状动脉狭窄导致的心肌缺血。由于症状在相似诱因下反复出现，患者日常活动常受到限制，生活质量也因此受到显著影响[10]。

既往研究表明，有氧训练不仅能够改善患者的心肺功能，还能降低再入院率和死亡率。然而，不同强度及模式的有氧训练对患者康复效果的影响尚不明确[10-11]。有研究指出，HIIT 相比于 MICT，在提高 VO_2peak、改善身体成分以及增强运动耐力方面具有更显著的效果[12-13]。本研究结果也显示，治疗后，试验组患者的运动耐量指标 VO_2peak、AT、METs、VO_2/HRpeak 均高于对照组；试验组患者的心功能改善更明显，且体脂肪含量和腰臀比更低。表明 HIIT 更能提高 SAP 患者的运动耐量。具体机制为：HIIT 可促进毛细血管和肺泡之间的气体交换，进而增加机体摄氧量；同时可增强心脏收缩功能，提高运动能力；还可使骨骼肌运动单位的募集率在短时间内提高，增加毛细血管/肌纤维数目比，并提升线粒体氧化酶活性，增强线粒体摄氧和用氧能力。这些变化可加速乳酸清除，提高机体有氧代谢水平和运动耐量[14-15]。但对于某些患者群体，MICT 可能同样有效且安全，因此，选择合适的训练方案应考虑个体差异[16]。

综上所述，在 SAP 患者的康复过程中，不同强度及模式的有氧训练均能带来积极效果，其中 HIIT 更能提高 SAP 患者的运动耐量，改善心功能，并优化身体成分，但具体方案应根据患者个体情况进行调整，以获得最佳康复效果[17-19]。未来需要更多高质量的大规模随机对照试验，以进一步明确不同类型有氧训练在 CHD 患者康复中的最佳应用策略。

本研究的局限性主要在于样本量相对较小，缺乏长期随访。另外，没有进一步进行动物实验验证其生理机制，可能导致对训练效果的生物学基础阐释不足。

因此, 未来的研究将考虑扩大样本量, 并纳入长期随访, 以全面评估不同强度有氧训练在 CHD 患者康复中的作用。

参考文献:

[1] 中华医学会心血管病学分会介入心脏病学组, 中华医学会心血管病学分会动脉粥样硬化与冠心病学组, 中国医师协会心血管内科医师分会血栓防治专业委员会, 等. 稳定性冠心病诊断与治疗指南 [J]. 中华心血管病杂志, 2018, 46(9): 680-694. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0253-3758.2018.09.004.

[2] Heutinck JM, De Koning IA, Vromen T, et al. Impact of a comprehensive cardiac rehabilitation programme versus coronary revascularisation in patients with stable angina pectoris: study protocol for the PRO-FIT randomised controlled trial[J]. BMC Cardiovasc Disord, 2023, 23(1): 238. DOI: 10.1186/s12872-023-03266-z.

[3] Wu YC, Qiu J, Sha X, et al. Comparative effectiveness of interventional therapy versus exercise rehabilitation in stable angina patients with severe coronary artery stenosis[J]. Clin Interv Aging, 2024, 19: 1471-1478. DOI: 10.2147/cia.s474811.

[4] Nascimento-Carvalho B, da Silva BD, da Silva MB, et al. Aerobic exercise attenuates dysautonomia, cardiac diastolic dysfunctions, and hemodynamic overload in female mice with atherosclerosis[J]. Sci Rep, 2024, 14(1): 7835. DOI: 10.1038/s41598-024-52883-x.

[5] Zhang FP, Li YC, Shi ZL, et al. Development and psychometric evaluation of the sexual life quality evaluation tool for patients with coronary heart disease[J]. J Clin Nurs, 2025, 34(6): 2288-2298. DOI: 10.1111/jocn.17427.

[6] 唐莲, 马晶, 李泱, 等. 弹力带抗阻练习结合呼吸训练对冠心病患者经皮冠状动脉介入术后心肺功能及运动耐力的效果分析 [J]. 中华老年多器官疾病杂志, 2018, 17(4): 277-282. DOI: 10.11915/j.issn.1671-5403.2018.04.060.

[7] 张萍. 心脏康复训练对不稳定型心绞痛患者介入治疗后近期心功能及预后的影响 [J]. 岭南心血管病杂志, 2019, 25(4): 439-442. DOI: 10.3969/j.issn.1007-9688.2019.04.17.

[8] 刘明波, 王增武, 樊静, 等. 《中国心血管健康与疾病报告2023》要点解读 [J]. 中国心血管病研究, 2024, 22(7): 577-593. DOI: 10.3969/j.issn.1672-5301.2024.07.001.

[9] 叶尔买克·唐沙哈尔, 阿依别克·乃比, 郭永忠. 新疆冠状动脉旁路移植术后患者氯吡格雷相关基因 CYP2C19 的多态性分析 [J]. 临床心血管病杂志, 2024, 40(8): 665-668. DOI: 10.13201/j.issn.1001-1439.2024.08.012.

[10] Jung IH, Seo J, Kim GS, et al. Comparison of the improvement of flow-mediateddilatation in patients with acute coronary syndromeversus stable angina after six-month cardiacrehabilitation[J]. Cardiovasc J Afr, 2021: 13-18. DOI:10.5830/cvja-2020-022.

[11] 王颖, 杨盛兰, 罗素新, 等. 基于 VR 技术的Ⅰ期心脏康复训练对老年冠心病患者经皮冠脉介入术术后恢复的影响 [J]. 生理学报, 2023, 75(6): 953-961. DOI: 10.13294/j.aps.2023.0077.

[12] Puri SN, Lalwani L. A comparison between cardiac telerehabilitation program and outpatient hospital-based cardiac rehabilitation program for patients undergoing coronary artery bypass graft (CABG) surgery: a review[J]. Cureus, 2023, 15(11): e48488. DOI: 10.7759/cureus.48488.

[13] Gonçalves C, Bravo J, Pais J, et al. Improving health outcomes in coronary artery disease patients with short-term protocols of high-intensity interval training and moderate-intensity continuous training: a community-based randomized controlled trial[J]. Cardiovasc Ther, 2023, 2023(1): 6297302. DOI: 10.1155/2023/6297302.

[14] 黄兰芳, 余颖, 杨润成. 间歇性高强度运动康复训练对冠心病患者摄氧量、活动能力、再入院及预后的影响 [J]. 浙江医学, 2022, 44(3): 258-262. DOI: 10.12056/j.issn.1006-2785.2022.44.3.2021-347.

[15] 胡强, 张剑, 张权宇. 高强度间歇运动在冠心病患者中的应用 [J]. 心脏杂志, 2022, 34(2): 220-227. DOI: 10.12125/j.chj.202105035.

[16] Tian Y, Deng PJ, Li B, et al. Treatment models of cardiac rehabilitation in patients with coronary heart disease and related factors affecting patient compliance[J]. Rev Cardiovasc Med, 2019, 20: 27. DOI: 10.31083/j.rcm.2019.01.53.

[17] 刘俏萍, 李丽萍, 钟玉娥. 不同强度运动康复处方在冠心病PCI术后老年病人中的应用 [J]. 全科护理, 2023, 21(18): 2543-2545. DOI: 10.12104/j.issn.1674-4748.2023.18.024.

[18] 张春燕, 王倩, 李勤, 等. 不同心脏康复运动强度对慢性心力衰竭患者生活质量及心功能的影响 [J]. 实用临床医学(江西), 2020, 21(5): 66-68. DOI: 10.13764/j.cnki.lcsy.2020.05.025.

[19] Murphy BE, Card PD, Ramirez-Kelly L, et al. Effects of the Strong Hearts program after a major cardiovascular event in patients with cardiovascular disease[J]. J Osteopath Med, 2023, 123(6): 279-285. DOI: 10.1515/jom-2022-0141.

（收稿日期: 2025-04-18; 修回日期: 2026-05-26）

责任编辑: 郭锦秋