

基于加速康复外科探讨新型心脏康复训练对急性心肌梗死经皮冠状动脉介入术后患者心功能的影响

成媛媛,周同同,李楠楠,宋晓丽*

东营区人民医院,山东 东营 257000

* 通信作者:宋晓丽, E-mail: cissy200107@163.com

收稿日期:2024-02-19;接受日期:2024-09-11

基金项目:山东省中医药科技项目(202303071519)

DOI:10.3724/SP.J.1329.2026.01007

摘要 **目的** 基于加速康复外科(ERAS)探讨新型心脏康复训练对急性心肌梗死(AMI)经皮冠状动脉介入(PCI)术后患者心功能的影响。**方法** 选择2020年5月—2023年5月在东营区人民医院心内科收治的AMI患者92例,采用随机数字表法分为对照组和试验组,每组46例。2组入院后均接受规范化对症治疗及PCI术治疗。对照组在规范化治疗的基础上,予以常规心脏康复训练。试验组在规范化治疗和常规心脏康复训练基础上,实施基于ERAS的新型心脏康复训练。分别于训练前、训练1个月后、训练3个月后,采用彩色心脏超声诊断仪测定患者峰值功率(PP)、左心室收缩末期内径(LVESD)、左心室射血分数(LVEF);采用心肺运动试验(CPET)评估运动耐力,包括运动持续时间(ED)、摄氧量(VO_2)峰值、无氧阈(AT)值;采用罗氏411化学发光分析仪测定血清N端脑钠肽前体(NT-proBNP),采用黄嘌呤氧化酶法测定超氧化物歧化酶(SOD)活性,采用硫代巴比妥酸比色法测定丙二醛(MDA)表达水平,采用菲啉类物质比色法测定总抗氧化能力(T-AOC),采用酶联免疫吸附法测定白细胞介素-18(IL-18)、核苷酸结合寡聚化结构域样受体蛋白3(NLRP3)、白细胞介素-1 β (IL-1 β)表达水平,采用酶联免疫放射法测定核因子- κ B(NF- κ B)表达水平。采用6分钟步行试验(6MWT)评估心肺功能;采用心肌梗死多维度评估量表(MIDAS)^[9]评估患者生活质量。**结果** 与训练前比较,2组训练1个月后、训练3个月后PP、LVEF均升高($P<0.05$),LVESD、NT-proBNP表达水平均降低($P<0.05$);与训练1个月后比较,2组训练3个月后PP、LVEF均升高($P<0.05$),LVESD、NT-proBNP表达水平均降低($P<0.05$);与同一时间对照组比较,试验组训练1个月后、训练3个月后PP、LVEF均升高($P<0.05$),LVESD、NT-proBNP表达水平均降低($P<0.05$)。与训练前比较,2组训练1个月后、训练3个月后 VO_2 峰值、AT值均升高($P<0.05$),ED均延长($P<0.05$);与训练1个月后比较,2组训练3个月后 VO_2 峰值、AT值均升高($P<0.05$),ED均延长($P<0.05$);与同一时间对照组比较,试验组训练1个月后、训练3个月后 VO_2 峰值、AT值均升高($P<0.05$),ED均延长($P<0.05$)。与训练前比较,2组训练1个月后、训练3个月后SOD活性、T-AOC均升高($P<0.05$),MDA表达水平均降低($P<0.05$);与训练1个月后比较,2组训练3个月后SOD活性、T-AOC均升高($P<0.05$),MDA表达水平均降低($P<0.05$);与同一时间对照组比较,试验组训练1个月后、训练3个月后SOD活性、T-AOC均升高($P<0.05$),MDA表达水平均降低($P<0.05$)。与训练前比较,2组训练1个月后、训练3个月后IL-18、IL-1 β 、NF- κ B、NLRP3表达水平均降低($P<0.05$);与训练1个月后比较,2组训练3个月后IL-18、IL-1 β 、NF- κ B、NLRP3表达水平均降低($P<0.05$);与

引用格式: 成媛媛,周同同,李楠楠,等. 基于加速康复外科探讨新型心脏康复训练对急性心肌梗死经皮冠状动脉介入术后患者心功能的影响[J]. 康复学报, 2026, 36(1):46-55.

CHENG Y Y, ZHOU T T, LI N N, et al. Effect of novel cardiac rehabilitation training on cardiac function in patients with acute myocardial infarction after PCI based on enhanced recovery after surgery [J]. Rehabil Med, 2026, 36(1):46-55.

DOI: 10.3724/SP.J.1329.2026.01007

©《康复学报》编辑部, 开放获取CC BY-NC-ND 4.0协议

© Rehabilitation Medicine, OA under the CC BY-NC-ND 4.0

同一时间对照组比较,试验组训练1个月后、训练3个月后IL-18、IL-1 β 、NF- κ B、NLRP3表达水平均降低($P<0.05$)。与训练前比较,2组训练1个月后、训练3个月后6MWT均增加($P<0.05$),MIDAS评分均降低($P<0.05$);与训练1个月后比较,2组训练3个月后6MWT均增加($P<0.05$),MIDAS评分均降低($P<0.05$);与对照组比较,试验组训练1个月后、训练3个月后6MWT增加,MIDAS评分均降低($P<0.05$)。**结论** 基于ERAS的新型心脏康复训练可调节AMI患者PCI术后心衰标志物、抗氧化能力及炎症水平,有助于改善心功能,提升运动耐力,降低心脏不良事件风险。

关键词 急性心肌梗死;加速康复外科;心脏康复训练;经皮冠状动脉介入术;心功能;运动耐力

急性心肌梗死(acute myocardial infarction, AMI)主要表现为胸痛或伴有心律失常,严重的还会出现心力衰竭、心源性休克等,危及患者生命安全^[1]。经皮冠状动脉介入(percutaneous coronary intervention, PCI)治疗可迅速疏通狭窄或闭塞的动脉,恢复血供,纠正心肌缺血,挽救患者生命^[2]。但PCI术为侵入性术式,会给心肌组织造成一定损伤,且手术不能逆转冠状动脉粥样硬化,患者术后仍存在血流循环障碍、血管功能损伤等疾病危险因素,再发出血或血管阻塞风险较高^[3]。临床研究指出,合理的心脏康复训练在调节冠状动脉血流、增强运动负荷、改善心功能等方面具有积极作用^[4-5]。目前关于AMI患者心脏康复护理尚未形成统一方案。传统心脏康复训练主要从饮食、运动、规律用药等方面入手,注重院内护理,缺乏针对性,且患者由于疾病、生活压力,往往配合度欠佳,导致护理效果欠佳。加速康复外科(enhanced recovery after surgery, ERAS)的新型心脏康复训练是基于循证医学,以多学科团队合作为基础,为患者提供新型心脏康复训练,优化围手术期干预措施,以全方面、多角度减轻手术带来的生理应激、缓解不良刺激,最终实现改善心功能的目的^[6]。本研究尝试分析基于ERAS的新型心脏康复训练应用于PCI术后AMI患者中的实际效

果,以期临床决策合理干预方式提供参考。

1 临床资料

1.1 病例选择标准

1.1.1 纳入标准 ①符合中华医学会心血管病学分会《急性ST段抬高型心肌梗死诊断和治疗指南(2019)》^[7]诊断标准;②首次急诊入院,接受PCI术治疗;③发病至就诊时间 ≤ 10 h;④心功能Killip分级I~II级;⑤患者及家属已明确研究目的及意义,承诺配合研究并自愿签署同意书。

1.1.2 排除标准 ①合并其他类型的心脑血管疾病者;②伴有恶性肿瘤者;③合并严重器质性病变者;④既往存在精神类疾病诊断史者;⑤存在重度酒精或药物依赖史者;⑥合并免疫、凝血功能障碍者;⑦因疫情管控导致未完成既定训练者;⑧中途自愿退出研究者;⑨不明原因转院者;⑩失访者;⑪突发严重疾病或意外事故导致病亡者。

1.2 一般资料

选择2020年5月—2023年5月在东营区人民医院心内科收治的AMI患者92例,采用随机数字表法分为对照组和试验组,每组46例。2组一般资料比较,差异均无统计学意义($P>0.05$),具有可比性。本研究已通过东营区人民医院伦理审批委员会中心审批(审批号:2020001)。见表1。

表1 2组一般资料比较

Table 1 Comparison of general data between two groups

组别	例数	性别		年龄/ ($\bar{x}\pm s$,岁)	发病至就诊 时间/($\bar{x}\pm s$,h)	体质量指数/ [$\bar{x}\pm s$, (kg/m ²)]	病变部位				心功能 Killip 分级		合并疾病	
		男	女				下壁	前间壁	侧壁	前壁	I级	II级	高血压	糖尿病
对照组	46	28	18	59.15 \pm 6.78	5.34 \pm 1.39	22.69 \pm 1.58	12	10	13	11	29	17	19	12
试验组	46	25	21	57.98 \pm 7.31	5.44 \pm 1.46	23.08 \pm 1.67	13	12	9	12	27	19	22	13

2 方法

2.1 干预方法

2组入院后均接受规范化治疗,对症给予抗血小板(阿司匹林、替格瑞洛等)、抗凝(肝素)及PCI术

治疗,对应给予 β 受体阻滞剂(美托洛尔)、他汀类药物(阿托伐他汀)、血管紧张素转换酶抑制剂(培哚普利)等。

2.1.1 对照组 在规范化治疗的基础上,予以常规

心脏康复训练。由护理人员与患者面对面交流,口头开展疾病相关知识讲解,让患者明确PCI术后心脏康复训练对病情的积极影响,术后根据患者恢复程度循序渐进地开展康复指导,主要以步行锻炼为主,训练需在护理人员或家属陪同下进行,若出现气短、心悸、胸闷等症状,需立即停止训练。出院时口头告知患者及家属居家护理的注意事项,嘱患者继续坚持每日行走训练,时间控制在30 min左右,术后连续干预3个月。

2.1.2 试验组 在规范化治疗和常规心脏康复训练基础上,实施基于ERAS的新型心脏康复训练。建立ERAS专项护理小组,成员包括1名心内科主治医师、1名心外科主治医师、1名麻醉科医生、4名手术室护理人员、8名病房护理人员,由护士长担任组长,开展为期1周的系统培训。邀请本院心内科专家为主讲人,培训内容包括ERAS理论及实施细则、AMI诊疗要点与PCI围手术期护理重点、与患者沟通技巧等。ERAS专项护理小组成员全员参与培训后,通过考核方能上岗工作。

2.1.2.1 训练前 于患者训练前开通绿色通道,安排1名护理人员时刻陪护患者,进行心理疏导,即在询问患者病情的同时,采用积极语言鼓励患者放松心情,配合医生,对患者顾虑做出积极回应,协同医生完成相关检查,以确定病情程度。同时安排专门护理人员与家属交流,言语安慰家属保持冷静,鼓励其树立信心,并再次确定患者姓名、年龄、用药情况、病史、生活习惯、过敏史等,标注特殊情况,如近期服用抗凝药物、存在抗生素过敏等,及时录入患者个人档案,以便主治医师可同步查阅。

2.1.2.2 术中 强化细节护理,密切关注患者生命体征,保持手术室温为22~25℃,湿度40%~60%,使用消毒后棉被或毯子实施保暖护理,关注引流管液体性质及状态,维持术中酸碱平衡,配合医生规范完成手术。将患者转运至麻醉苏醒室,与病房护理人员无缝隙交接,向其阐述手术中患者状态及异常表现,叮嘱术后护理重点。

2.1.2.3 术后 转运至病房后,遵医嘱给予镇痛、呼吸道精细化管理,护理人员协同主治医师查房,询问患者身体感受,结合患者需求积极开展早期康复训练。术后1~3 d开展床上被动训练,由护理人员为主要实施者,进行四肢屈曲、身体按摩等,每日2次,每次15 min;术后4~7 d,指导患者进行肺部功能训练(深呼吸、吹气球、缩唇训练等),并逐步开展

床边站立、下床行走、房间内行走等活动,每日1次,初次训练每次5 min,每日逐步增加训练时间,至第7天增加到20 min。

2.1.2.4 院外康复指导 出院前,与患者共同决策出院后训练方案,根据患者喜好及心功能恢复程度,进行康复训练。康复训练应遵循“频率-强度-时间-类型(frequency-intensity-time-type, FITT)原则”。运动频率:有氧运动每周3~5次,抗阻运动每周2~3次,有氧运动与抗阻运动隔日进行。运动强度:在运动后,应以身体感觉舒适、无明显疲倦感为宜。运动形式:主要包括有氧运动和抗阻运动,如行走、骑自行车等可归类为有氧运动,力量训练为抗阻运动。运动时间:出院后初始运动时间为10 min/d,可逐渐增加运动时长,至术后1个月达到30 min/d。运动过程需要有监护人或护士陪伴,若有不适应立即停下。具体为术后1个月内安排有氧运动(骑自行车、散步、上下楼梯、太极拳等),术后第2个月开始逐步增加抗阻运动,根据患者喜好选择弹力带、沙袋、哑铃等器材辅助抗阻训练。同时指导家属陪护、监督患者完成每日训练,并打卡至“心脏康复交流群”中,护理人员每2周电话随访1次,了解患者训练情况(训练接受度、依从性),并每月1次评估患者恢复程度(心功能)及生活质量等,根据具体情况逐步增加运动项目及运动时间。连续干预3个月。

2.2 观察指标

2.2.1 心功能检测 采用彩色心脏超声诊断仪(美国ATL公司, APOGEE8000型)测定患者训练前、训练1个月后、训练3个月后峰值功率(peak power, PP)、左心室收缩末期内径(left ventricular end-systolic diameter, LVESD)、左心室射血分数(left ventricular ejection fraction, LVEF)。

2.2.2 运动耐力评估 采用心肺运动试验(Cardio-pulmonary Exercise Testing, CPET)评估患者训练前、训练1个月后、训练3个月后运动耐力。CPET包括①运动持续时间(exercise duration, ED):运动持续的总时间;②摄氧量(oxygen uptake, VO_2)峰值:能够耐受最大运动负荷时的 VO_2 ;③无氧阈(anaerobic threshold, AT)值:递增负荷运动时,机体由有氧代谢为主向无氧代谢为主过渡的临界值。

2.2.3 心衰标志物、抗氧化能力和炎症因子检测 采集患者训练前、训练1个月后、训练3个月后空腹状态下5 mL肘静脉血,以ThermoMicro17型台式离心

机离心 10 min(半径 8 cm、转速 3 000 r/min),分离血清,置于-80 °C冰柜中保存待检。采用罗氏 411 化学发光分析仪测定血清 N 端脑钠肽前体(N-terminal pro-brain natriuretic peptide, NT-proBNP),对应试剂盒由深圳子科生物提供。分别以黄嘌呤氧化酶法、硫代巴比妥酸比色法测定超氧化物歧化酶(superoxide dismutase, SOD)活性、丙二醛(malonylaldehyde, MDA)表达水平;以菲啉类物质比色法测定总抗氧化能力(total antioxidant capacity, T-AOC),试剂盒由南京建成生物提供。以酶联免疫吸附法测定白细胞介素-18(interleukin-18, IL-18)、核苷酸结合寡聚化结构域样受体蛋白 3(NOD-like receptor protein3, NLRP3)、白细胞介素-1 β (interleukin-1 β , IL-1 β)表达水平,试剂盒购自英国 Abcam 公司。以酶联免疫放射法测定核因子- κ B(nuclear factor kappa-B, NF- κ B)表达水平,试剂盒购自北京索莱宝公司。

2.2.4 心肺功能评估 采用 6 分钟步行试验(6 Minute Walk Test, 6MWT)^[8]评估患者训练前(病情稳定后)、训练 1 个月后、训练 3 个月后心肺功能。预先选择 50 m 平坦的长廊,设置时间 6 min,指导患者在长廊间来回行走,记录 6 min 内步行总距离,记为 6MWT,期间患者可根据自身情况适当休息,出现低血压、心率过快等不适情况立即停止试验。

2.2.5 生活质量评估 采用心肌梗死多维度评估量表(Myocardial Infarction Dimensional Assessment Scale, MIDAS)^[9]评估患者训练前(病情稳定后)、训练 1 个月后、训练 3 个月后生活质量。MIDAS 涉及躯体活动、依赖性、药物不良反应、情绪反应、担心

用药、安全性、饮食 7 个维度,共 35 个条目,每个条目分为“从来不、偶尔、有时、经常、总是”5 级,分别对应 0~4 分,总分 140 分, MIDAS 评分与患者生活质量呈负相关,该量表内部一致性信度 Cronbach' α 系数为 0.852。

2.2.6 心脏不良事件发生率 从入院开始密切关注患者临床表现,统计 2 组干预期间心源性休克、心绞痛、心力衰竭等发生情况。

2.3 统计学方法

采用 SPSS 22.0 统计软件进行数据分析。计数资料以[例(%)]表示,组间比较采用 χ^2 检验。等级资料以[例(%)]表示,组间比较采用 Ridit 检验。计量资料服从正态分布,数据采用($\bar{x} \pm s$)表示,组间比较采用独立样本 t 检验,组间不同时间点比较采用重复测量方差分析。 $P < 0.05$ 表示差异有统计学意义。

3 结果

3.1 2 组不同时间点 PP、LVESD、LVEF 及 NT-proBNP 表达水平比较

与训练前比较,2 组训练 1 个月后、训练 3 个月后 PP、LVEF 均升高($P < 0.05$), LVESD、NT-proBNP 表达水平均降低($P < 0.05$);与训练 1 个月后比较,2 组训练 3 个月后 PP、LVEF 均升高($P < 0.05$), LVESD、NT-proBNP 表达水平均降低($P < 0.05$);与同一时间对照组比较,试验组训练 1 个月后、训练 3 个月后 PP、LVEF 均升高($P < 0.05$), LVESD、NT-proBNP 表达水平均降低($P < 0.05$)。见表 2。典型病例训练前、训练后超声心动图见图 1—2。

表 2 2 组不同时间点 PP、LVESD、LVEF 及 NT-proBNP 表达水平比较($\bar{x} \pm s$)

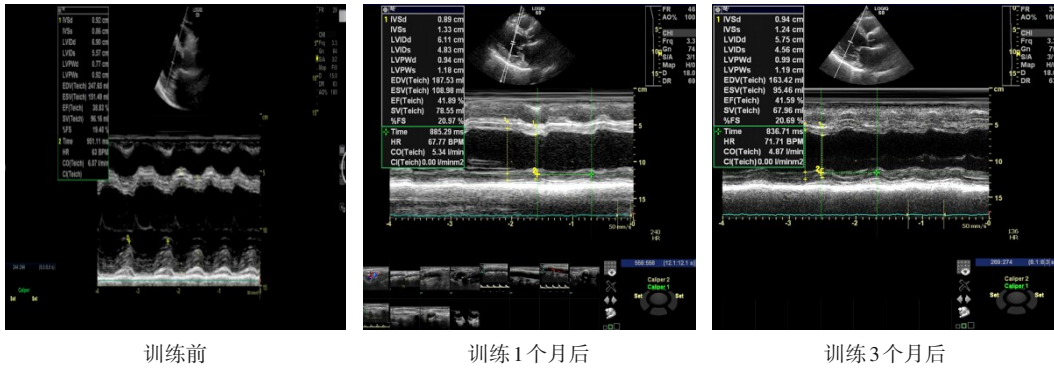
Table 2 Comparison of PP, LVESD, LVEF and NT-proBNP at different time points between two groups ($\bar{x} \pm s$)

组别	例数	PP/W			LVESD/mm		
		训练前	训练 1 个月后	训练 3 个月后	训练前	训练 1 个月后	训练 3 个月后
对照组	46	77.21 \pm 9.84	84.11 \pm 10.34 ¹⁾	89.37 \pm 11.78 ¹⁾²⁾	45.62 \pm 2.17	43.27 \pm 2.06 ¹⁾	39.75 \pm 1.96 ¹⁾²⁾
试验组	46	76.59 \pm 9.41	89.57 \pm 11.26 ¹⁾³⁾	97.62 \pm 12.25 ¹⁾²⁾³⁾	44.14 \pm 2.25	39.11 \pm 1.92 ¹⁾³⁾	35.62 \pm 1.84 ¹⁾²⁾³⁾

组别	例数	LVEF/%			NT-proBNP/(ng/L)		
		训练前	训练 1 个月后	训练 3 个月后	训练前	训练 1 个月后	训练 3 个月后
对照组	46	38.09 \pm 3.87	45.29 \pm 4.18 ¹⁾	51.74 \pm 4.82 ¹⁾²⁾	1412.96 \pm 293.41	985.03 \pm 125.64 ¹⁾	642.77 \pm 92.16 ¹⁾²⁾
试验组	46	37.45 \pm 3.86	49.75 \pm 4.31 ¹⁾³⁾	59.14 \pm 5.03 ¹⁾²⁾³⁾	1495.73 \pm 324.69	702.54 \pm 99.25 ¹⁾³⁾	335.24 \pm 78.56 ¹⁾²⁾³⁾

注:与训练前比较,1) $P < 0.05$;与训练 1 个月后比较,2) $P < 0.05$;与同一时间对照组比较,3) $P < 0.05$ 。

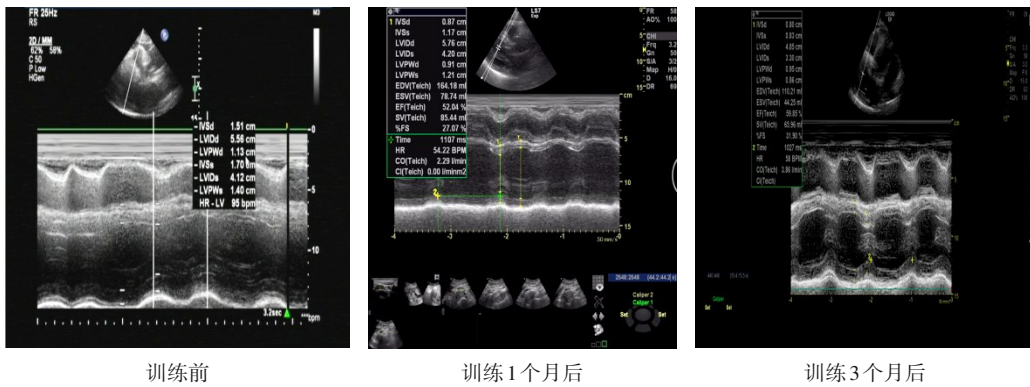
Note: compared with that before training, 1) $P < 0.05$; compared with that after one month of training, 2) $P < 0.05$; compared with that in the control group at the same time, 3) $P < 0.05$.



注:对照组AMI患者,男,年龄59岁。训练前超声心动图显示LVEF为38%;训练1个月后超声心动图显示LVEF为41%;训练3个月后超声心动图显示LVEF为41%。

Note: AMI patient in the control group, male, aged 59 years old. Echocardiogram before training, showing LVEF accounts for 38%; echocardiogram after one month of training, showing LVEF accounts for 41%; echocardiography after three months of training, showing LVEF accounts for 41%.

图1 对照组典型病例训练前、训练1个月后和训练3个月后超声心动图
Figure 1 Echocardiograms of a typical case in the control group before training, after one month of training and after three months of training



注:试验组AMI患者,女,年龄62岁。训练前超声心动图显示LVEF为49%;训练1个月后超声心动图显示LVEF为52%;训练3个月后超声心动图显示LVEF为59%。

Note: AMI patient in the experimental group, female, aged 62 years old. Echocardiogram before training, showing LVEF accounts for 49%; echocardiogram after one month of training, showing LVEF accounts for 52%; echocardiography after three months of training showed LVEF accounts for 59%.

图2 试验组典型病例训练前、训练1个月后和训练3个月后超声心动图
Figure 2 Echocardiograms of typical cases in the experimental group before training, after one month of training and after three months of training

3.2 2组不同时间点VO₂峰值、AT值、ED比较

与训练前比较,2组训练1个月后、训练3个月后VO₂峰值、AT值均升高($P < 0.05$),ED均延长($P < 0.05$);与训练1个月后比较,2组训练3个月后VO₂峰值、AT值均升高($P < 0.05$),ED均延长($P < 0.05$);与同一时间对照组比较,试验组训练1个月后、训练3个月后VO₂峰值、AT值均升高($P < 0.05$),ED均延长($P < 0.05$)。见表3。

3.3 2组不同时间点SOD活性、MDA表达水平及T-AOC比较

与训练前比较,2组训练1个月后、训练3个月后SOD活性、T-AOC均升高($P < 0.05$),MDA表达水平均降低($P < 0.05$);与训练1个月后比较,2组训练3个月后SOD活性、T-AOC均升高($P < 0.05$),MDA表达水平均降低($P < 0.05$);与同一时间对照组比较,试验组训练1个月后、训练3个月后SOD活性、T-AOC均升高($P < 0.05$),MDA表达水平均降低($P < 0.05$)。见表4。

表3 2组不同时间点VO₂峰值、AT值、ED比较($\bar{x}\pm s$)Table 3 Comparison of VO₂ peak, AT value and ED between two groups before and after training ($\bar{x}\pm s$)

组别	例数	VO ₂ 峰值/(kg·min)			AT值/(kg·min)		
		训练前	训练1个月后	训练3个月后	训练前	训练1个月后	训练3个月后
对照组	46	13.12±1.74	15.01±1.84 ¹⁾	16.28±2.43 ¹⁾²⁾	11.02±1.14	12.86±1.25 ¹⁾	14.25±1.73 ¹⁾²⁾
试验组	46	12.87±1.63	16.09±1.88 ¹⁾³⁾	19.52±2.57 ¹⁾²⁾³⁾	10.69±1.12	14.15±1.47 ¹⁾³⁾	16.18±2.04 ¹⁾²⁾³⁾

组别	例数	ED/s		
		训练前	训练1个月后	训练3个月后
对照组	46	367.24±33.25	465.87±39.56 ¹⁾	504.28±43.19 ¹⁾²⁾
试验组	46	362.51±31.87	496.13±40.34 ¹⁾³⁾	549.72±49.33 ¹⁾²⁾³⁾

注:与训练前比较,1) $P<0.05$;与训练1个月后比较,2) $P<0.05$;与同一时间对照组比较,3) $P<0.05$ 。

Note: compared with that before training, 1) $P<0.05$; compared with that after one month of training, 2) $P<0.05$; compared with that in the control group at the same time, 3) $P<0.05$.

表4 2组不同时间点SOD活性、MDA表达水平及T-AOC比较($\bar{x}\pm s$)Table 4 Comparison of SOD activity, MDA expression level and T-AOC between two groups before and after training ($\bar{x}\pm s$)

组别	例数	SOD/(kU/L)			MDA/(mol/L)		
		训练前	训练1个月后	训练3个月后	训练前	训练1个月后	训练3个月后
对照组	46	78.64±5.13	86.79±6.08 ¹⁾	97.28±7.93 ¹⁾²⁾	5.76±0.71	5.19±0.60 ¹⁾	4.25±0.47 ¹⁾²⁾
试验组	46	77.32±5.05	92.43±6.37 ¹⁾³⁾	104.82±8.13 ¹⁾²⁾³⁾	5.89±0.74	4.62±0.57 ¹⁾³⁾	3.78±0.43 ¹⁾²⁾³⁾

组别	例数	T-AOC/(kU/L)		
		训练前	训练1个月后	训练3个月后
对照组	46	8.64±1.05	11.49±1.16 ¹⁾	13.35±1.52 ¹⁾²⁾
试验组	46	8.36±0.97	13.52±1.37 ¹⁾³⁾	17.57±1.69 ¹⁾²⁾³⁾

注:与训练前比较,1) $P<0.05$;与训练1个月后比较,2) $P<0.05$;与同一时间对照组比较,3) $P<0.05$ 。

Note: compared with that before training, 1) $P<0.05$; compared with that after one month of training, 2) $P<0.05$; compared with that in the control group at the same time, 3) $P<0.05$.

3.4 2组不同时间点IL-18、IL-1 β 、NF- κ B和NLRP3表达水平比较

与训练前比较,2组训练1个月后、训练3个月后IL-18、IL-1 β 、NF- κ B和NLRP3表达水平均降低($P<0.05$);与训练1个月后比较,2组训练3个月后

IL-18、IL-1 β 、NF- κ B和NLRP3表达水平均降低($P<0.05$);与同一时间对照组比较,试验组训练1个月后、训练3个月后IL-18、IL-1 β 、NF- κ B和NLRP3表达水平均降低($P<0.05$)。见表5。

表5 2组不同时间点IL-18、IL-1 β 、NF- κ B和NLRP3表达水平比较($\bar{x}\pm s$)Table 5 Comparison of the levels of IL-18, IL-1 β , NF- κ B and NLRP3 between two groups before and after training ($\bar{x}\pm s$)

组别	例数	IL-18/(pg/mL)			IL-1 β /(pg/mL)		
		训练前	训练1个月后	训练3个月后	训练前	训练1个月后	训练3个月后
对照组	46	34.86±6.54	31.76±4.51 ¹⁾	28.29±3.67 ¹⁾²⁾	151.64±12.87	105.37±10.26 ¹⁾	81.46±9.15 ¹⁾²⁾
试验组	46	35.19±6.82	28.23±4.35 ¹⁾³⁾	25.17±3.28 ¹⁾²⁾³⁾	153.93±13.75	92.35±9.48 ¹⁾³⁾	70.84±8.03 ¹⁾²⁾³⁾

组别	例数	NF- κ B/(pg/mL)			NLRP3/(μ g/L)		
		训练前	训练1个月后	训练3个月后	训练前	训练1个月后	训练3个月后
对照组	46	47.35±5.12	37.93±4.16 ¹⁾	32.56±3.48 ¹⁾²⁾	9.67±1.96	7.13±1.25 ¹⁾	3.55±0.42 ¹⁾²⁾
试验组	46	46.74±5.09	33.29±3.71 ¹⁾³⁾	25.01±2.97 ¹⁾²⁾³⁾	10.29±1.78	4.39±1.02 ¹⁾³⁾	1.37±0.18 ¹⁾²⁾³⁾

注:与训练前比较,1) $P<0.05$;与训练1个月后比较,2) $P<0.05$;与同一时间对照组比较,3) $P<0.05$ 。

Note: compared with that before training, 1) $P<0.05$; compared with that after one month of training, 2) $P<0.05$; compared with that in the control group at the same time, 3) $P<0.05$.

3.5 2组不同时间点6MWT和MIDAS评分比较

与训练前比较,2组训练1个月后、训练3个月后6MWT均增加($P<0.05$),MIDAS评分均降低($P<0.05$);与训练1个月后比较,2组训练3个月后

6MWT均增加($P<0.05$),MIDAS评分均降低($P<0.05$);与对照组比较,试验组训练1个月后、训练3个月后6MWT均增加,MIDAS评分均降低($P<0.05$)。见表6。

表6 2组不同时间点6MWT和MIDAS评分比较($\bar{x}\pm s$)

Table 6 Comparison of 6MWT and MIDAS scores between two groups before and after training ($\bar{x}\pm s$)

组别	例数	6MWT/m			MIDAS评分/分		
		训练前	训练1个月后	训练3个月后	训练前	训练1个月后	训练3个月后
对照组	46	331.27±19.87	406.17±22.56 ¹⁾	421.82±23.97 ¹⁾²⁾	61.71±8.14	49.62±5.83 ¹⁾	34.28±5.74 ¹⁾²⁾
试验组	46	325.86±20.14	439.25±24.13 ¹⁾³⁾	487.31±25.36 ¹⁾²⁾³⁾	62.54±8.36	43.87±5.32 ¹⁾³⁾	26.94±5.29 ¹⁾²⁾³⁾

注:与训练前比较,1) $P<0.05$;与训练1个月后比较,2) $P<0.05$;与同一时间对照组比较,3) $P<0.05$ 。

Note: compared with that before training, 1) $P<0.05$; compared with that after one month of training, 2) $P<0.05$; compared with that in the control group at the same time, 3) $P<0.05$.

3.6 2组训练期间心脏不良事件发生率比较

2组不良心脏事件发生率比较,试验组为6.52%,

与对照组比较,试验组心脏不良事件发生率较低($P<0.05$)。见表7。

表7 2组训练期间不良心脏事件发生率比较[n(%)]

Table 7 Comparison of the incidence of adverse cardiac events during training between two groups [n(%)]

组别	例数	再发心肌梗死	心绞痛	心源性休克	心律失常	总发生率
对照组	46	4(8.70)	2(4.35)	1(2.17)	4(8.70)	11(23.91)
试验组	46	1(2.17)	1(2.17)	0(0.00)	1(2.17)	3(6.52) ¹⁾

注:与对照组比较,1) $P<0.05$ 。

Note: compared with the control group, 1) $P<0.05$.

4 讨论

PCI术是治疗AMI的成熟技术,微创术式安全性高、预后恢复好,但手术介入治疗方式给患者带来较大心理压力,部分患者因疾病认知不足,治疗依从性降低,影响治疗进程,且术后恢复时间较长^[10]。探究涵盖诊疗全程的护理模式对促进患者整体预后具有重要意义。

常规护理重视拯救患者生命安全,对疾病进展关注度极高,但缺乏对患者情绪、心理的关注,细节化护理不到位,影响患者就医体验,不利于提升遵医行为^[11]。基于ERAS的新型心脏康复训练对训练前、术中、术后、出院后护理措施进行优化,联合主治医师、麻醉师、手术室及病房护理人员开展小组合作,可增强协作效率,提升医护人员工作参与度及积极性,最终使患者获益^[12]。PP表示心脏每搏输出量级大动脉弹性;LVEF、LVESD可用以评估心脏结构与功能;NT-proBNP为心力衰竭敏感标志物;VO₂峰值、ED值、AT可反映运动耐力。本研究结果显示,与对照组比较,训练1个月后、训练3个月后试验组PP、VO₂峰值、LVEF、AT值更高,ED延长,LVESD、NT-proBNP表达水平更低,说明基于ERAS

的新型心脏康复训练可改善患者心功能,提升运动耐力。分析原因可能在于,一方面本研究在围手术期给予优化护理,通过训练前患者及家属的心理及情绪疏导、术中强化细节护理及与病房护理人员无缝隙交接、术后精细化管理等可最大限度降低患者因心理波动造成的体征不稳,缓解手术带来的生理应激,且能避免因沟通不到位出现护理误差,以尽可能减少诊疗措施造成的机体损伤,从而正向作用于疾病进展,稳定患者病情^[13]。另一方面,患者心功能好转与本研究实施早期康复训练及院外康复指导密切相关。权党军等^[14]研究表明,心脏康复训练有助于改善PCI术后AMI患者心肺储备功能。但常规护理为避免不当训练造成心肌组织二次损伤,多在术后3d开始训练,而本研究在术后1~3d即开始床上被动训练,继而循序渐进开展下床训练,可避免过度训练造成二次损伤,也能帮助患者尽早激活心肌细胞,开放冠状动脉侧支循环,保护心肌组织^[15]。桂沛君等^[16]也在相关研究中指出,早期(术后3d内)心脏康复可显著改善AMI患者心肺耐量。

杨启娟和苏晓灵^[17]在报道中明确表示,多种炎

症因子可作用于血管内皮组织参与冠状动脉粥样硬化过程,其中NF- κ B无生物活性,当心肌细胞电位系统紊乱时,NF- κ B被激活释放入血;NLRP3在正常状态下处于抑制状态,当心肌组织损伤时,其水平急剧上升,并会诱导T细胞分泌合成多种炎症因子,引起炎症级联反应;IL-18、IL-1 β 与动脉粥样硬化过程相关^[18-19]。李继忠等^[20]研究表明,AMI患者NLRP3、IL-18、IL-1 β 处于异常表达状态,与血栓积分密切相关。AMI的发生及进展过程存在明显氧化应激及过度炎症反应^[21]。SOD、MDA、T-AOC为常见氧化应激指标^[22]。本研究结果显示,与对照组比较,训练1个月后、3个月后试验组SOD活性、T-AOC均升高,血清IL-1 β 、NF- κ B、IL-18、NLRP3、NT-proBNP、MDA表达水平均降低,说明基于ERAS的新型心脏康复训练可缓解患者炎症损伤,下调心衰标志物,增强抗氧化能力,这也进一步证实基于ERAS的新型心脏康复训练对患者心肌组织的积极影响。本研究围手术期各阶段护理有助于减轻机体过度应激,而术后康复指导从简单的四肢屈伸、身体按摩,逐步过渡至肺部功能训练、床边站立、下床行走、房间内行走等,并在院外开展散步、上下楼梯、太极拳等活动可整体作用于患者心肺功能的改善,有助于促进局部微循环,促使炎症介质排出体外,维持微观因子动态平衡,从而稳定动脉斑块,控制疾病诱发因素,降低复发风险^[23]。相较于对照组,试验组心脏不良事件发生率明显更低。本研究同时联合家属督促患者完成每日康复训练,并打卡至微信群中,可提升患者训练完成度,保证训练频率,提升训练效果^[24]。郭仙等^[25]也指出,合适频率的康复训练可降低炎症转录因子水平,与本研究观点存在相似之处。但康复训练对AMI患者炎症介质的作用机制仍缺乏有效论证,这也是今后研究方向之一。

本研究实施基于ERAS的新型心脏康复训练,实际上从入院时已经开始,通过术前心理疏导、术中强化细节护理及术后早期康复训练缓解患者不良情绪,稳定体征,助益手术顺利进行,这对提升手术效率、降低心肌损伤具有积极作用。然而,因入院时患者病情危重,不宜进行活动及主观指标评测。因此,生活质量及6MWT训练前的数据收集时间定义为患者病情稳定后。本研究分析显示,训练前2组6MWT及生活质量对比,差异均无统计学意义,为后续探索基于ERAS的新型心脏康复训练的

有效性奠定基础。继续进行调查发现,训练1个月后、训练3个月后2组6MWT均增加,生活质量均得以改善,且试验组改善程度明显高于对照组,提示通过合理周期的基于ERAS的新型心脏康复训练可有效改善患者活动能力、提升生活质量,与李韧等^[26]研究结果存在相似之处。这是因为基于ERAS的新型心脏康复训练通过长期、合理心脏康复训练可提升心力贮备,强化心血管运行效率,促进心功能恢复,从而改善患者生活质量^[27]。

综上所述,基于ERAS的新型心脏康复训练可有效改善PCI术后AMI患者心功能,增强抗氧化能力,提升运动耐力,下调炎症因子,降低心脏不良事件风险。但本研究仍存在样本量较少的问题,下一步需扩大样本收集范围,开展多中心对照研究以验证本文观点。

参考文献

- [1] DAUERMAN H L, IBANEZ B. The edge of time in acute myocardial infarction [J]. *J Am Coll Cardiol*, 2021, 77(15): 1871-1874.
- [2] HOOLE S P, BAMBROUGH P. Recent advances in percutaneous coronary intervention [J]. *Heart*, 2020, 106(18): 1380-1386.
- [3] AKBARI T, AL-LAMEE R. Percutaneous coronary intervention in multi-vessel disease [J]. *Cardiovasc Revasc Med*, 2022, 44: 80-91.
- [4] SQUIRES R W, BONIKOWSKA A R. Cardiac rehabilitation for heart transplant patients: considerations for exercise training [J]. *Prog Cardiovasc Dis*, 2022, 70: 40-48.
- [5] THOMAS R J, BEATTY A L, BECKIE T M, et al. Home-based cardiac rehabilitation: a scientific statement from the American Association of Cardiovascular and Pulmonary Rehabilitation, the American Heart Association, and the American College of Cardiology [J]. *J Am Coll Cardiol*, 2019, 74(1): 133-153.
- [6] RATHORE S, KUMAR B, TEHRANI S, et al. Cardiac rehabilitation: appraisal of current evidence and utility of technology aided home-based cardiac rehabilitation [J]. *Indian Heart J*, 2020, 72(6): 491-499.
- [7] 中华医学会心血管病学分会, 中华心血管病杂志编辑委员会. 急性ST段抬高型心肌梗死诊断和治疗指南(2019)[J]. *中华心血管病杂志*, 2019, 47(10): 766-783. Cardiovascular Branch of Chinese Medical Association, Editorial Board of Chinese Journal of Cardiology. 2019 Chinese Society of Cardiology (CSC) guidelines for the diagnosis and management of patients with ST segment elevation myocardial infarction [J]. *Chin J Cardiol*, 2019, 47(10): 766-783.
- [8] MAPELLI M, SALVIONI E, PANERONI M, et al. Brisk walking can be a maximal effort in heart failure patients: a comparison of cardiopulmonary exercise and 6 Min walking test cardiorespiratory data [J]. *ESC Heart Fail*, 2022, 9(2): 812-821.

- [9] 何兴晶,侯平. 酸枣仁汤联合正念减压训练对急性心肌梗死PCI术后患者睡眠质量、焦虑抑郁情绪及生活质量的影响[J]. 实用药物与临床,2022,25(7):589-592.
HE X J, HOU P. Effects of Suanzaoren decoction combined with mindfulness decompression training on sleep quality, anxiety, depression and life quality of patients with acute myocardial infarction after PCI [J]. Pract Pharm Clin Remedies, 2022, 25 (7) : 589-592.
- [10] MCDERMOTT M, BING R. Coronary vasospasm and future percutaneous coronary intervention: relax [J]. Heart, 2022, 108 (16) : 1253-1254.
- [11] SORABELLA L L, BAUCHAT J R. Enhanced recovery after surgery: cesarean delivery [J]. Anesthesiol Clin, 2021, 39 (4) : 743-760.
- [12] BOGANI G, SARIPIETRO G, FERRANDINA G, et al. Enhanced recovery after surgery (ERAS) in gynecology oncology [J]. Eur J Surg Oncol, 2021, 47(5):952-959.
- [13] ENGELMAN D T, BEN ALI W, WILLIAMS J B, et al. Guidelines for perioperative care in cardiac surgery: enhanced recovery after surgery society recommendations [J]. JAMA Surg, 2019, 154(8) : 755-766.
- [14] 权党军,赵俊龙,王晓玲. 心脏康复训练对急性心肌梗死患者PCI术后的心肺储备功能、生活质量的影响[J]. 海南医学, 2023, 34(20):2929-2933.
QUAN D J, ZHAO J L, WANG X L. Effect of cardiopulmonary exercise test-guided cardiac rehabilitation training on cardiopulmonary reserve function and quality of life in patients with acute myocardial infarction after PCI [J]. Hainan Med J, 2023, 34(20) : 2929-2933.
- [15] LIN R C, CHIANG S L, HEITKEMPER M M, et al. Effectiveness of early rehabilitation combined with virtual reality training on muscle strength, mood state, and functional status in patients with acute stroke: a randomized controlled trial [J]. Worldviews Evid Based Nurs, 2020, 17(2) : 158-167.
- [16] 桂沛君,吴坚,史昊楠,等. 急性心肌梗死患者经皮冠状动脉介入治疗后急性期心脏康复干预时机及其影响因素研究[J]. 实用心脑血管病杂志, 2022, 30(8) : 29-33.
GUI P J, WU J, SHI H N, et al. Intervention timing of cardiac rehabilitation during the acute phase in patients with acute myocardial infarction after PCI and its influencing factors [J]. Pract J Card Cereb Pneumal Vasc Dis, 2022, 30(8) : 29-33.
- [17] 杨启娟,苏晓灵. 炎症因子与急性心肌梗死的研究进展[J]. 中国动脉硬化杂志, 2023, 31(7) : 639-644.
YANG Q J, SU X L. Research progress on inflammatory factor and acute myocardial infarction [J]. Chin J Arterioscler, 2023, 31(7) : 639-644.
- [18] LI L F, LIU B, WANG M, et al. Protective effect of Guanxin Dan-shen formula on myocardial ischemiareperfusion injury in rats [J]. Acta Cir Bras, 2023, 38:e380123.
- [19] YE T, TAO W Y, CHEN X Y, et al. Mechanisms of NLRP3 inflammasome activation and the development of peptide inhibitors [J]. Cytokine Growth Factor Rev, 2023, 74:1-13.
- [20] 李继忠,李立鹏,魏鸾颖,等. 急性心肌梗死患者NLRP3、IL-18及IL-1 β 水平与血栓积分、肌钙蛋白的关系分析[J]. 中国循证心血管医学杂志, 2023, 15(3):316-318.
LI J Z, LI L P, WEI L Y, et al. Relationship among levels of NLRP3, IL-18 and IL-1 β and thrombotic integrals and troponin in patients with acute myocardial infarction [J]. Chin J Evid Based Cardiovasc Med, 2023, 15(3) : 316-318.
- [21] MORRISON A M, SULLIVAN A E, ADAY A W. Atherosclerotic disease: pathogenesis and approaches to management [J]. Med Clin North Am, 2023, 107(5) : 793-805.
- [22] RAMACHANDRA C J A, HERNANDEZ-RESENDIZ S, CRE-SPO-AVILAN G E, et al. Mitochondria in acute myocardial infarction and cardioprotection [J]. EBioMedicine, 2020, 57: 102884.
- [23] ESER P, JAEGER E, MARCIN T, et al. Acute and chronic effects of high-intensity interval and moderate-intensity continuous exercise on heart rate and its variability after recent myocardial infarction: a randomized controlled trial [J]. Ann Phys Rehabil Med, 2022, 65(1):101444.
- [24] LOUREIRO M, PAROLA V, DUARTE J, et al. Interventions for caregivers of heart disease patients in rehabilitation: scoping review [J]. Nurs Rep, 2023, 13(3) : 1016-1029.
- [25] 郭仙,黄芳,方立,等. 不同康复训练频率对急性心肌梗死患者PCI术后心肺运动耐量、炎症转录因子及生活质量的影响[J]. 现代生物医学进展, 2023, 23(6) : 1196-1200.
GUO X, HUANG F, FANG L, et al. Effects of different rehabilitation training frequency on cardiopulmonary exercise tolerance, inflammatory transcription factors and quality of life in patients with acute myocardial infarction after PCI [J]. Prog Mod Biomed, 2023, 23(6) : 1196-1200.
- [26] 李韧,陈清勇,卢新林,等. 基于加速康复外科的新型心脏康复模式在高血压合并急性心肌梗死患者中的应用价值[J]. 中华高血压杂志, 2022, 30(12) : 1215-1219.
LI R, CHEN Q Y, LU X L, et al. Application value of a new cardiac rehabilitation model based on accelerated rehabilitation surgery in patients with hypertension complicated with acute myocardial infarction [J]. Chin J Hypertens, 2022, 30(12) : 1215-1219.
- [27] WAINWRIGHT T W, GILL M, MCDONALD D A, et al. Consensus statement for perioperative care in total hip replacement and total knee replacement surgery: Enhanced Recovery After Surgery (ERAS[®]) Society recommendations [J]. Acta Orthop, 2020, 91(1) : 3-19.

Effect of Novel Cardiac Rehabilitation Training on Cardiac Function in Patients with Acute Myocardial Infarction after PCI Based on Enhanced Recovery After Surgery

CHENG Yuanyuan, ZHOU Tongtong, LI Nannan, SONG Xiaoli*
Dongying District People's Hospital, Dongying, Shandong 257000, China
*Correspondence: SONG Xiaoli, E-mail: cissy200107@163.com

ABSTRACT Objective To investigate the effect of novel cardiac rehabilitation training on cardiac function in patients with acute myocardial infarction (AMI) after percutaneous coronary intervention (PCI) based on enhanced recovery after surgery (ERAS). **Methods** A total of 92 AMI patients admitted to the cardiology department of Dongying District People's Hospital from May 2020 to May 2023 were selected and randomly divided into control group and experimental group using a random number table method, with 46 patients in each group. Both groups received standardized symptomatic treatment and PCI surgery after admission. The control group received routine cardiac rehabilitation training in addition to the standardized treatment. On the basis of standardized treatment and routine cardiac rehabilitation training, the experimental group was given a new type of cardiac rehabilitation training based on ERAS. Peak power (PP), left ventricular end-systolic diameter (LVESD), and left ventricular ejection fraction (LVEF) were measured using a color echocardiography diagnostic instrument before training, after one month of training, and after three months of training; Cardiopulmonary Exercise Testing were used to assess exercise endurance, including exercise duration (ED), peak oxygen uptake (VO_2), and anaerobic threshold (AT); N-terminal pro-brain natriuretic peptide (NT-proBNP) was measured using the Roche Cobas e411 chemiluminescence analyzer; superoxide dismutase (SOD) activity was measured using the xanthine oxidase method; malondialdehyde (MDA) expression level was measured using the thiobarbituric acid colorimetric method; total antioxidant capacity (T-AOC) was measured using the phenanthrene colorimetric method; expression levels of interleukin-18 (IL-18), nucleotide-binding oligomerization NOD-like receptor protein 3 (NLRP3), and interleukin-1 β (IL-1 β) were measured using the enzyme-linked immunosorbent assay, and expression level of nuclear factor kappa B (NF- κ B) was measured using the enzyme-linked immunosorbent assay. Cardiopulmonary function was evaluated with the 6-Minute Walk Test (6MWT). The Myocardial Infarction Dimensional Assessment Scale (MIDAS) was used to evaluate the patients' quality of life. **Results** Compared with those before training, PP and LVEF increased in both groups after one month and three months of training ($P<0.05$), while LVESD and NT-proBNP expression levels decreased ($P<0.05$); compared with those after one month of training, PP and LVEF increased in both groups after three months of training ($P<0.05$), while LVESD and NT-proBNP expression levels decreased ($P<0.05$); compared with those in the control group at the same time, the experimental group showed an increase in PP and LVEF after one month and three months of training ($P<0.05$), while the expression levels of LVESD and NT-proBNP decreased ($P<0.05$). Compared with those before training, both groups showed an increase in VO_2 peak and AT values after 1 month and 3 months of training ($P<0.05$), and an extension of ED ($P<0.05$); compared with one month after training, both groups showed an increase in VO_2 peak and AT values ($P<0.05$) and a prolongation of ED ($P<0.05$) after three months of training; compared with those in the control group at the same time, the experimental group showed an increase in VO_2 peak and AT value after one month and three months of training ($P<0.05$), and an extension of ED ($P<0.05$). Compared with before training, SOD activity and T-AOC increased ($P<0.05$) and MDA expression level decreased ($P<0.05$) in both groups after one month and three months of training; compared with one month after training, both groups showed an increase in SOD activity and T-AOC after three months of training ($P<0.05$), while MDA expression level decreased ($P<0.05$); compared with those in the control group at the same time, the experimental group showed an increase in SOD activity and T-AOC ($P<0.05$) and a decrease in MDA expression level ($P<0.05$) after one month and three months of training. Compared with before those training, the expression levels of IL-18, IL-1 β , NF- κ B, and NLRP3 decreased in both groups after one month and three months of training ($P<0.05$); compared with one month after training, the expression levels of IL-18, IL-1 β , NF- κ B, and NLRP3 decreased in both groups after three months of training ($P<0.05$); compared with those in control group at the same time, the expression levels of IL-18, IL-1 β , NF- κ B, and NLRP3 decreased in the experimental group after one month and three months of training. Compared with before those training, both groups showed an increase in 6MWT after one month and three months of training ($P<0.05$), and a decrease in MIDAS score ($P<0.05$); compared with one month after training, both groups showed an increase in 6MWT ($P<0.05$) and a decrease in MIDAS score ($P<0.05$) after three months of training; compared with those in the control group at the same time, the experimental group showed an increase in 6MWT and a decrease in MIDAS score after one and three months of training ($P<0.05$). **Conclusion** The novel ERAS-based cardiac rehabilitation training can regulate heart failure markers, antioxidant capacity, and inflammation levels in AMI patients after PCI, which helps improve cardiac function, enhance exercise endurance, and reduce the risk of adverse cardiac events.

KEY WORDS acute myocardial infarction; enhanced recovery after surgery; cardiac rehabilitation training; percutaneous coronary intervention; cardiac function; exercise endurance

DOI:10.3724/SP.J.1329.2026.01007