

DOI: 10.20135/j.issn.1006-8147.2025.06.0551

论著

# 心脏康复对脑卒中患者心功能与运动功能影响的研究

邓伟丽<sup>1</sup>, 黄传<sup>1</sup>, 万春晓<sup>1,2</sup>

(1.天津医科大学总医院康复医学科,天津 300052;2.天津医科大学康复医学院,天津 300070)

**摘要** 目的:探究心脏康复干预对脑卒中患者心功能和运动功能的影响。方法:选取2022年4月至2023年9月就诊于天津医科大学总医院康复医学科的68例脑卒中患者,随机分为对照组( $n=33$ )和干预组( $n=35$ )。两组患者均给予常规药物治疗并进行14d常规康复治疗。干预组患者增加心脏康复干预。检测并比较两组患者在治疗前、后严重障碍侧肢体运动功能:简化Fugl-Meyer评分(FMA);运动耐量及心功能:无氧阈(AT)、峰值摄氧量( $VO_{2peak}$ )、公斤摄氧量( $VO_{2peak/kg}$ )、代谢当量(METs)、氧脉搏( $VO_2/HR_{max}$ )、作功率( $VO_2/WR$  slope);气体交换功能:潮气末二氧化碳分压( $PetCO_2$ )、二氧化碳通气当量( $VE/VCO_2$ )、二氧化碳通气当量斜率( $VE/VCO_2$  slope);骨骼肌功能:心肺运动试验时间(T)、最大心率( $HR_{max}$ )、最大功率( $P_{max}$ )及日常生活活动能力(ADL)的改善情况。结果:与对照组相比,干预组AT、 $VO_{2peak}$ 、 $VO_2/WR$  slope、 $PetCO_2$ 、T、FMA、ADL、 $VO_{2peak/kg}$ 、METs、 $VO_2/HR_{max}$ 、 $P_{max}$ 均明显升高( $t=-2.808$ 、 $-3.253$ 、 $-4.590$ 、 $-3.352$ 、 $-1.561$ 、 $-2.095$ 、 $-2.042$ ;  $z=-2.679$ 、 $-2.587$ 、 $-2.725$ 、 $-1.993$ ,均 $P<0.05$ ),  $VE/VCO_2$ 、 $VE/VCO_2$  slope显著降低( $t=2.530$ 、 $3.034$ ,均 $P<0.05$ )。结论:心脏康复干预可以更好地促进脑卒中患者心功能及运动功能的恢复。

**关键词** 脑卒中;心肺功能;心脏康复

中图分类号 R493

文献标志码 A

文章编号 1006-8147(2025)06-0551-05

## Effects of cardiac rehabilitation interventions on cardiac and motor function in stroke patients

DENG Weili<sup>1</sup>, HUANG Chuan<sup>1</sup>, WAN Chunxiao<sup>1,2</sup>

(1. Department of Rehabilitation Medicine, The General Hospital, Tianjin Medical University, Tianjin 300052, China; 2. Department of Rehabilitation Medicine, Tianjin Medical University, Tianjin 300070, China)

**Abstract Objective:** To investigate the impact of cardiac rehabilitation intervention on cardiac function and motor function in stroke patients. **Methods:** Sixty-eight stroke patients admitted to the Department of Rehabilitation Medicine, the General Hospital, Tianjin Medical University from April 2022 to September 2023 were randomly divided into control group ( $n=33$ ) and intervention group ( $n=35$ ). Both groups received conventional drug therapy and 14 days of routine rehabilitation, while the intervention group received additional cardiac rehabilitation. Severe-impairment-side limb motor function (Simplified Fugl-Meyer Assessment, FMA), exercise tolerance and cardiac function (anaerobic threshold, AT; peak oxygen uptake,  $VO_{2peak}$ ; oxygen consumption per kilogram body weight,  $VO_{2peak/kg}$ ; metabolic equivalents, METs; oxygen pulse,  $VO_2/HR_{max}$ ; oxygen-work rate,  $VO_2/WR$  slope), gas exchange function (end-tidal carbon dioxide partial pressure,  $PetCO_2$ ; Ventilatory equivalent for carbon dioxide,  $VE/VCO_2$ ; Equivalent slope of carbon dioxide,  $VE/VCO_2$  slope), skeletal muscle function (cardiopulmonary exercise test time, T; maximum heart rate,  $HR_{max}$ ; maximum power,  $P_{max}$ ), and activities of daily living (ADL) of two groups of patients were detected and compared before and after treatment. **Results:** Compared to the control group, the intervention group showed significant improvements in AT,  $VO_{2peak}$ ,  $VO_2/WR$  slope,  $PetCO_2$ , T, FMA, ADL,  $VO_{2peak/kg}$ , METs,  $VO_2/HR_{max}$  and  $P_{max}$  ( $t=-2.808$ ,  $-3.253$ ,  $-4.590$ ,  $-3.352$ ,  $-1.561$ ,  $-2.095$ ,  $-2.042$ ;  $z=-2.679$ ,  $-2.587$ ,  $-2.725$ ,  $-1.993$ , all  $P<0.05$ ), while  $VE/VCO_2$  and  $VE/VCO_2$  slope were significantly decreased ( $t=2.530$ ,  $3.034$ , both  $P<0.05$ ). **Conclusion:** Cardiac rehabilitation intervention can more effectively enhance cardiac function and motor recovery in stroke patients.

**Key words** stroke; cardiopulmonary function; cardiac rehabilitation

脑卒中作为全球范围内死亡率较高的疾病之一,其临床管理面临新的挑战。随着神经危重症治疗技术的进步,虽然脑卒中患者在急性期的死亡率下降,但致残率显著升高<sup>[1]</sup>。脑卒中不仅直接影响患者的神经系统功能,还通过神经内分泌调节异常及

自主神经功能紊乱而显著增加继发性心血管疾病的风险,如原发性高血压、冠状动脉硬化性心脏病和慢性心力衰竭等。研究表明,与同龄、同性别健康人相比,脑卒中患者的心肺功能下降,其峰值摄氧量可下降25%~45%<sup>[2]</sup>。脑卒中后患者同时存在心功

基金项目 天津市医学重点学科(专科)建设项目(TJYXZDXK-3-014C);天津市卫生健康科技项目(TJWJ2023QN008)

作者简介 邓伟丽(1987-),女,主管治疗师,硕士在读,研究方向:康复医学与理疗学;通信作者:万春晓,E-mail:rehabteamofwan@163.com。

能下降和运动功能障碍的交互影响<sup>[3]</sup>。

心脏康复可能通过提升心输出量、改善脑血流灌注促进神经修复<sup>[4]</sup>。因此,卒中后的心脏康复成为改善患者生活质量、预防心血管事件发生的重要环节。近年来,随着心脏康复临床实践证据的不断积累,临床心血管危重症相关指南和专家共识的相继颁布,心脏康复的实施更加安全有效<sup>[5-7]</sup>。研究证实系统化心脏康复可有效降低心血管疾病患者的死亡率、心血管事件再住院率,改善患者功能状态<sup>[8-9]</sup>。将脑卒中患者纳入以运动为基础的心脏康复项目的可行性研究,发现心脏康复对脑卒中患者的恢复具有积极意义<sup>[10-11]</sup>。尽管心脏康复在全球范围内已被广泛认可并应用于临床实践,但国内心脏康复尤其是针对脑卒中患者的心脏康复服务尚未得到充分发展。

本研究对脑卒中患者在常规治疗的基础上联合科学的心脏康复干预,旨在观察该综合方案对患者运动功能和心功能的影响,评估心脏康复在脑卒中患者整体康复中的临床价值。

## 1 对象与方法

1.1 研究对象 选取2022年4月至2023年9月就诊于天津医科大学总医院康复医学科的68例脑卒中患者,按照随机数字表法分成两组,对照组33例,干预组35例,其中对照组有2例患者临时出院未完成试验。完成试验的患者中男性46例,女性20例,年龄24~80岁;脑梗死34例,脑出血32例,本研究经过天津医科大学总医院伦理委员会审查并批准(伦理号:IRB2021-YX-015-01)。

纳入标准:(1)康复医学科脑卒中患者。(2)年龄在24~80岁。(3)生命体征监测均平稳。(4)坐位平衡达到1级及以上者。(5)无其他严重骨折后遗症。(6)对研究配合。

排除标准:(1)双上肢均有严重痉挛或受限或疼痛。(2)有严重认知障碍不能配合者。(3)不稳定性高血压。(4)气切未封堵。(5)服用 $\beta$ 受体阻滞剂药物者。(6)严重心肺功能障碍者。(7)肿瘤患者。

## 1.2 方法

1.2.1 治疗方法 对照组均给予常规的药物进行治疗并进行14 d常规康复训练。干预组在对照组治疗的基础上给予14 d的心脏康复训练,由心脏康复治疗师进行指导并训练,该试验中设定的目标心率为最大心率的55%~65%,训练内容包括呼吸训练、肢体运动训练、功率自行车训练,训练前进行预热活动,训练结束后进行整理活动。(1)呼吸训练:主要采用腹式呼吸训练,患者取坐位处于舒适放松姿式,经

鼻腔缓慢深吸气后,将嘴如吹口哨样缓慢呼气,每组进行5~10个呼吸,每次2组,每天2次。(2)肢体运动训练:运动前治疗师对患者进行牵伸、柔韧性活动,双上肢主动抗阻训练(若患侧存在运动障碍,只健侧进行),手举系有0.5 kg的平衡棍,每组15~20个,每次2组,每天1次;核心肌群训练,配合呼吸辅助下进行双桥活动,嘱患者深吸气抬起腰部,呼吸放松,每组10~15个,每次2组,每天1次;双下肢卧位下蹬自行车动作(若患侧存在运动障碍,健侧进行规范活动,患侧活动时仅进行绷紧动作),每组10~15个,每次2组,每天1次。(3)功率自行车训练:上午进行下肢功率自行车训练,功率为5 W,转速为30 r/min,每次15 min;下午进行上肢功率自行车训练,功率为5 W,转速为35 r/min,每次15 min。

1.2.2 心肺运动试验(CPET) CPET是评估心功能的金标准,方案有跑步机、自行车、踏步或手臂测力仪,多种干预方案可覆盖脑卒中病程的大部分阶段<sup>[12]</sup>。本研究用意大利科迈公司生产的Quark PFT4 ergo心肺训练测试仪进行心肺功能各项指标检测,检测前关于试验过程和注意事项以及可能存在的风险对患者进行详细讲解。试验方法为:患者上肢摇车,首先配戴好检测设备,休息2 min,热身运动2 min(热身功率为5 W),运动过程中功率每12 s增加1 W,热身+运动整个过程中转速为40~60 r/min,达到阈值1 min或心率达最大心率的75%或收缩压高于220 mmHg(1 mmHg=0.133 kPa)和(或)舒张压>110 mmHg或患者诉不能坚持,即进行恢复运动。恢复过程中功率为0,转速提示20~30 r/min,患者心率和血压恢复到休息时数值即结束。

## 1.3 观察指标与效果评估

1.3.1 运动耐量及心功能指标 无氧阈(AT)、峰值摄氧量( $VO_{2peak}$ )、公斤摄氧量( $VO_{2peak}/kg$ )、代谢当量(METs)、氧脉搏( $VO_2/HR_{max}$ )、作功效率( $VO_2/WR$  slope)。

1.3.2 气体交换指标 潮气末二氧化碳分压( $P_{et}CO_2$ )、二氧化碳通气当量( $VE/VCO_2$ )、二氧化碳通气当量斜率( $VE/VCO_2$  slope)。

1.3.3 骨骼肌功能指标 试验运动时间(T)、最大心率( $HR_{max}$ )、最大功率( $P_{max}$ )。

1.3.4 严重功能障碍侧运动功能指标 应用简化Fugl-Meyer评定量表(FMA)评估严重功能障碍侧肢体运动功能。

1.3.5 日常生活活动能力(ADL) 应用改良Barthel指数量表(MBI)评定患者的日常生活活动能力。

## 1.4 研究结局

1.4.1 主要研究结局 (1)心功能为干预14 d后 $VO_{2peak}$ 较基线的变化。(2)运动功能为严重功能障碍侧FMA从基线到干预结束的改善幅度。(3)生存质量和独立性为干预14 d后ADL较基线的变化。

1.4.2 次要研究结局 (1)干预14 d后心肺功能指标变动水平:AT、 $VO_{2peak}/kg$ 、METs、 $VO_2/HR_{max}$ 、 $VO_2/WR$  slope、 $PetCO_2$ 、 $VE/VCO_2$ 、 $VE/VCO_2$  slope。(2)干预14 d后骨骼肌功能指标变动水平:T、 $HR_{max}$ 、 $P_{max}$ 。

1.5 统计学处理 本研究中所有数据用统计软件SPSS22.0进行处理。符合正态分布的计量资料以 $\bar{x}\pm s$ 表示。定量资料经Shapiro-Wilks检验后,符合正态分布的数据,组间比较采用独立样本 $t$ 检验进行分析,组内比较采用配对样本 $t$ 检验进行分析。数据不满足正态性时,采用非参数检验进行分析。定性资料采用卡方检验进行分析。 $P<0.05$ 为差异具有统计学意义。

## 2 结果

2.1 两组基本信息比较 两组在性别、年龄、体重指数(BMI)等差异均无统计学意义(均 $P>0.05$ ),见

表1。

表1 两组患者基本信息比较( $\bar{x}\pm s$ )

Tab.1 Comparison of basic information between two groups of patients ( $\bar{x}\pm s$ )

指标	对照组( $n=31$ )	干预组( $n=35$ )	$t/z$	$P$
性别(男/女)	19/12	27/8	1.956	0.162
年龄(岁)	54.81±15.232	57±13.983	-0.610	0.544
BMI	23.91±4.130	24.34±3.839	-0.442	0.660

注: BMI: 体重指数

2.2 运动耐量及心脏功能指标比较 与0 d相比,干预组患者14 d后 $VO_{2peak}/kg$ 、METs、 $VO_2/HR_{max}$ 均显著升高(均 $P<0.05$ ),对照组未出现显著变化。14 d后干预组较对照组在AT、 $VO_{2peak}$ 、 $VO_{2peak}/kg$ 、METs、 $VO_2/WR$  slope、 $VO_2/HR_{max}$ 值显著升高(均 $P<0.05$ ),见表2。

2.3 气体交换指标比较 14 d后干预组较对照组 $PetCO_2$ 显著升高( $P<0.01$ ), $VE/VO_2$  slope、 $VE/VCO_2$ 显著下降(均 $P<0.05$ ),见表3。

2.4 骨骼肌功能指标比较 与0 d相比,干预组14 d后T升高( $P<0.05$ )。14 d后干预组 $P_{max}$ 较对照组显

表2 两组患者运动耐量及心脏功能指标比较( $\bar{x}\pm s$ )

Tab.2 Comparison of exercise tolerance and cardiac function indicators between two groups of patients ( $\bar{x}\pm s$ )

指标	时间(d)	对照组( $n=31$ )	干预组( $n=35$ )	$t/z$	$P$
AT(mL/min)	0	587.57±151.38	676.74±164.30	-1.930	0.060
	14	632.09±190.86	794.42±218.19	-2.808	0.007
$VO_{2peak}$ (mL/min)	0	606.65±149.10	630.58±138.71	-1.674	0.099
	14	680.06±205.45	777.94±223.83	-3.253	0.002
$VO_{2peak}/kg$ [mL/(kg·min <sup>-1</sup> )]	0	8.87±2.17	9.29±2.28	-1.266	0.206
	14	9.76±2.69	11.26±3.19*	-2.679	0.007
METs	0	2.55±0.61	2.79±0.77	-1.171	0.242
	14	2.66±0.66	3.23±0.92*	-2.587	0.01
$VO_2/HR_{max}$ (mL/beat)	0	5.86±1.32	6.71±2.11	-1.363	0.173
	14	6.28±1.47	7.75±2.56*	-2.725	0.006
$VO_2/WR$ slope(mL/min/W)	0	9.17±4.20	9.98±3.28	-0.877	0.384
	14	8.15±3.25	11.89±3.34	-4.590	0.000

注: AT: 无氧阈;  $VO_{2peak}$ : 峰值摄氧量;  $VO_{2peak}/kg$ : 公斤摄氧量; METs: 代谢当量;  $VO_2/HR_{max}$ : 氧脉搏;  $VO_2/WR$  slope: 作功效率; 与0 d相比, \* $P<0.05$

表3 两组患者气体交换指标比较( $\bar{x}\pm s$ )

Tab.3 Comparison of gas exchange indices between the two groups of patients ( $\bar{x}\pm s$ )

指标	时间(d)	对照组( $n=31$ )	干预组( $n=35$ )	$t/z$	$P$
$PetCO_2$ (mmHg)	0	31.61±3.95	33.03±4.95	-1.273	0.207
	14	30.84±3.10	33.97±4.31	-3.352	0.001
$VE/VCO_2$	0	36.40±4.76	35.44±7.55	-1.619	0.105
	14	36.16±3.50	33.68±4.34	2.530	0.014
$VE/VCO_2$ slope	0	35.57±6.00	32.86±9.07	-0.877	0.384
	14	36.02±4.84	32.74±3.92	3.034	0.003

注:  $PetCO_2$ : 潮气末二氧化碳分压;  $VE/VCO_2$ : 二氧化碳通气当量;  $VE/VCO_2$  slope: 二氧化碳通气当量斜率; 1 mmHg = 0.133 kPa

著升高( $P<0.05$ ),见表4。

2.5 严重功能障碍侧运动功能指标比较 与0 d相比,两组患者14 d后FMA评分均显著升高(均 $P<0.01$ )。14 d后干预组较对照组FMA显著升高( $P<$

0.05),见表5。

2.6 日常生活活动能力比较 与0 d相比,两组14 d后ADL评分均显著升高(均 $P<0.05$ )。14 d后干预组较对照组ADL显著升高( $P<0.05$ ),见表6。

表4 两组患者骨骼肌功能指标比较( $\bar{x}\pm s$ )

Tab.4 Comparison of skeletal muscle functional indices between the two groups of patients ( $\bar{x}\pm s$ )

指标	时间(d)	对照组(n=31)	干预组(n=35)	t/z	P
T(min)	0	4.23±1.59	4.40±1.49	-0.797	0.425
	14	4.45±1.65	5.07±1.57*	-1.561	0.123
HR <sub>max</sub> (次/min)	0	104.17±22.13	104.83±15.08	-0.025	0.980
	14	105.23±20.29	108.20±15.83	-0.667	0.507
P <sub>max</sub> (W)	0	25.81±7.86	27.00±8.15	-0.775	0.438
	14	26.94±8.43	30.43±8.17	-1.993	0.046

注:T:心肺运动试验运动时间;HR<sub>max</sub>:最大心率;P<sub>max</sub>:最大功率;与0 d相比,\* $P<0.05$

表5 两组患者肢体运动功能评分的比较( $\bar{x}\pm s$ )

Tab.5 Comparison of limb motor function scores between the two groups of patients ( $\bar{x}\pm s$ )

指标	时间(d)	对照组(n=31)	干预组(n=35)	t/z	P
FMA	0	19.90±16.179	16.60±8.510	-0.045	0.964
	14	29.07±17.513*	37.34±14.574*	-2.095	0.040

注:FMA:简化Fugl-Meyer评定法;与0 d相比,\* $P<0.01$

表6 两组患者ADL评分的比较( $\bar{x}\pm s$ )

Tab.6 Comparison of ADL scores between the two groups of patients ( $\bar{x}\pm s$ )

指标	时间(d)	对照组(n=31)	干预组(n=35)	t/z	P
MBI	0	29.35±19.82	36.47±20.17	-1.432	0.157
	14	40.34±18.42*	50.81±21.06*	-2.042	0.046

注:MBI:改良Barthel指数;ADL:日常生活活动能力;与0 d相比,\* $P<0.05$

### 3 讨论

随着医疗技术的快速发展,心脏康复已成为卒中临床实践的重要组成部分。未合并心血管疾病的初发脑卒中患者心肺功能出现下降现象,其原因因为中枢神经系统损伤所致的中枢驱动能力下降以及外周机制如肌纤维肌型改变等导致的心肺功能下降。Mayer等<sup>[13]</sup>研究显示,重症患者在入院7 d股直肌的横截面积可减少18.5%。当脑卒中患者合并心功能减退时,骨骼肌失用性萎缩将更加严重<sup>[14]</sup>。本研究两组患者的基线心功能指标普遍偏低,符合脑卒中后患者心脏泵血功能下降,导致外周组织灌注不足,进而加重骨骼肌废用性萎缩,活动减少又可引起心功能继续下降的病理特征。

系统化心脏康复干预可通过多重机制改善上述问题。研究发现,对脑卒中患者进行心脏康复,可以增强其脑神经网络可塑性和神经生理重组,改善脑组织灌注<sup>[4]</sup>。心脏康复还可显著提高机体对运动的适应性,优化肌肉代谢和纤维结构,提高肌肉细胞的氧化酶活性,进而改善血液循环并提高患者的运动能力<sup>[15]</sup>。

在测试中实际达到的VO<sub>2peak</sub>和VO<sub>2peak</sub>/kg可有效评价患者训练后心肺耐力改善情况。VO<sub>2</sub>/WR slope可用于评价心脏功能及心肌缺血程度,研究表明,该指标在运动过程中出现下降,提示为心肌缺血导致的左室功能下降<sup>[16]</sup>。本研究中,14 d心脏康复干预后,干预组患者AT、VO<sub>2peak</sub>、VO<sub>2peak</sub>/kg、METs等指标均较对照组有显著改善,证实心脏康复能有效提高患者的运动耐量和心功能水平。这一发现与Grosman-Rimon等<sup>[17]</sup>的研究结果相似。

PetCO<sub>2</sub>及VE/VCO<sub>2</sub>可反映心血管和肺的通气-灌注的匹配情况,VE/VCO<sub>2</sub>slope更是心脏病患者病死率和住院率的独立预后指标<sup>[18]</sup>。本研究中,14 d心脏康复干预后,干预组患者的PetCO<sub>2</sub>、VE/VCO<sub>2</sub>及VE/VCO<sub>2</sub>slope显著改善,提示心脏康复能有效提高患者气体交换情况,这一结果与Nedeljkovic等<sup>[19]</sup>的研究结果相似。

骨骼肌功能是影响患者运动能力的关键因素。本研究采用心肺运动试验中的T、P<sub>max</sub>评估骨骼肌功能,结果显示干预组患者骨骼肌功能恢复显著优于对照组。这一发现支持心脏康复可通过多重机制改

善骨骼肌功能,包括:增强肌肉氧化代谢能力、改善肌肉微循环、延缓肌肉萎缩进程等<sup>[15]</sup>。

干预组运动功能、ADL 评估均明显改善,差异具有统计学意义,这一结果与研究不同运动干预对脑卒中患者生活质量的有效性恢复模式具有相似性<sup>[20]</sup>。两组患者在干预后 T、HR<sub>max</sub> 值均提高,但差异无统计学意义,可能与康复时间短或样本量少有关,后期可进行大样本研究。

综上所述,对脑卒中患者在常规康复的基础上增加心脏康复,可以更好地促进患者运动功能及心功能的恢复。本研究希望为更多的康复科脑卒中患者开展心脏康复提供可实施依据。未来还需进一步探索患者出院后仍坚持进行心脏康复干预的获益情况。

#### 参考文献:

- [1] GBD 2019 Stroke Collaborators. Global, regional, and national burden of stroke and its risk factors, 1990–2019: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2019[J]. *Lancet Neurol*, 2021,20(10):795–820.
- [2] DA SILVA RODRIGUES J C, LUVIZUTTO G J, DA COSTA R D M, et al. Influence of an exercise program on cardiac remodeling and functional capacity in patients with stroke (CRONuS trial): study protocol for a randomized controlled trial[J]. *Trials*, 2019,20(1):298.
- [3] SAUNDERS D H, MEAD G E, FITZSIMONS C, et al. Interventions for reducing sedentary behavior in people with stroke[J]. *Cochrane Database Syst Rev*, 2021,6(6):Cd012996.
- [4] CUCCURULLO S J, FLEMING T K, PETROSYAN H, et al. Mechanisms and benefits of cardiac rehabilitation in individuals with stroke: emerging role of its impact on improving cardiovascular and neurovascular health[J]. *Front Cardiovasc Med*, 2024,11:1376616.
- [5] FORDYCE C B, KATZ J N, ALVIAR C L, et al. Prevention of complications in the Cardiac Intensive Care Unit: a scientific statement from the American Heart Association[J]. *Circulation*, 2020,142(22):e379–e406.
- [6] PEDRETTI R F E, ILIOU M C, ISRAEL C W, et al. Comprehensive multicomponent cardiac rehabilitation in cardiac implantable electronic devices recipients: a consensus document from the European Association of Preventive Cardiology (EAPC; secondary prevention and rehabilitation section) and European Heart Rhythm Association (EHRA)[J]. *Europace*, 2021,23(9):1336–1337.
- [7] 赵璇,王媛媛.重症心脏病患者的心脏康复[J].*中国实用内科杂志*,2022,42(5):358–362.
- [8] SOLA M, THOMPSON A D, COE A B, et al. Utilization of cardiac rehabilitation among cardiac intensive care unit survivors[J]. *Am J Cardiol*, 2019,124(9):1478–1483.
- [9] SHAH N P, ABUHANIYEH A, AHMED H. Cardiac rehabilitation: current review of the literature and its role in patients with heart failure[J]. *Curr Treat Options Cardiovasc Med*, 2018,20(2):12.
- [10] CUCCURULLO S J, FLEMING T K, PETROSYAN H. Integrating cardiac rehabilitation in stroke recovery[J]. *Phys Med Rehabil Clin N Am*, 2024,35(2):353–368.
- [11] REGAN E W, HANDLERY R, STEWART J C, et al. Integrating survivors of stroke into exercise-based cardiac rehabilitation improves endurance and functional strength[J]. *J Am Heart Assoc*, 2021,10(3):e017907.
- [12] VAN DE PORT I G, KWAKKEL G, WITTINK H. Systematic review of cardiopulmonary exercise testing post stroke: are we adhering to practice recommendations? [J]. *J Rehabil Med*, 2015,47(10):881–900.
- [13] MAYER K P, THOMPSON BASTIN M L, MONTGOMERY – YATES A A, et al. Acute skeletal muscle wasting and dysfunction predict physical disability at hospital discharge in patients with critical illness[J]. *Crit Care*, 2020,24(1):637.
- [14] PENNA L G, PINHEIRO J P, RAMALHO S H R, et al. Effects of aerobic physical exercise on neuroplasticity after stroke: systematic review[J]. *Arq Neuropsiquiatr*, 2021,79(9):832–843.
- [15] WOODRUFFE S, NEUBECK L, CLARK R A, et al. Australian Cardiovascular Health and Rehabilitation Association (ACRA) core components of cardiovascular disease secondary prevention and cardiac rehabilitation 2014[J]. *Heart Lung Circ*, 2015,24(5):430–441.
- [16] STICKLAND M K, NEDER J A, GUENETTE J A, et al. Using cardiopulmonary exercise testing to understand dyspnea and exercise intolerance in respiratory disease[J]. *Chest*, 2022,161(6):1505–1516.
- [17] GROSMAN–RIMON L, LALONDE S D, SIEH N, et al. Exercise rehabilitation in ventricular assist device recipients: a meta-analysis of effects on physiological and clinical outcomes[J]. *Heart Fail Rev*, 2019,24(1):55–67.
- [18] LEWTHWAITE H, BENEDETTI A, STICKLAND M K, et al. Normative peak cardiopulmonary exercise test responses in Canadian adults aged ≥40 years[J]. *Chest*, 2020,158(6):2532–2545.
- [19] NEDELJKOVIC I, BANOVIC M, STEPANOVIC J, et al. The combined exercise stress echocardiography and cardiopulmonary exercise test for identification of masked heart failure with preserved ejection fraction in patients with hypertension[J]. *Eur J Prev Cardiol*, 2016,23(1):71–77.
- [20] JIANG L, DING H, MA Q, et al. Comparing the effectiveness of different exercise interventions on quality of life in stroke patients: a randomized controlled network meta-analysis[J]. *BMC Neurol*, 2025,25(1):24.

(2025-03-09 收稿)