

心肺运动试验下定制个体化康复运动方案对慢性心力衰竭患者心功能和预后的影响

武会志¹ 于海侠² 高玉军³ 周景霞¹ 赵益树¹

河北省承德市中心医院¹重症医学二病区,²急诊科,³放射科,河北承德 067000

通信作者:高玉军, Email: gaoyujuncd@163.com

【摘要】目的 根据心肺运动试验(CPET)结果定制个体化康复运动方案对慢性心力衰竭(CHF)患者心功能及预后的影响。**方法** 选择2020年2月至2021年9月承德市中心医院收治的52例CHF患者作为研究对象。将患者按随机对照原则分为观察组和对照组,每组26例。对照组给予不包括运动的康复治疗;观察组给予基于CPET指导下的常规康复治疗及高强度康复运动方案,以无氧阈以上 $\Delta 50\%$ 功率为运动强度,运动时间为30 min/d,每周4 d,干预周期12周。于干预前及干预12周后测定CPET功能指标及血清脑钠肽(BNP)、左室舒张期末内径(LVEDD)、左室射血分数(LVEF)、6 min步行距离(6MWD)等;采用明尼苏达CHF生活质量问卷(LiHFe)评价患者生活质量,随访1年内再入院率及心源性死亡情况,采用单因和多因素Logistic回归分析影响CHF患者再入院的因素。**结果** ①心肺功能指标:对照组干预前后CPET功能指标无氧阈、峰值摄氧量、峰值氧脉搏比较差异均无统计学意义,观察组干预后CPET功能指标均较干预前明显升高,且干预后观察组上述指标均明显高于对照组〔无氧阈($\text{mL}\cdot\text{min}^{-1}\cdot\text{kg}^{-1}$): 10.77 ± 1.40 比 9.59 ± 1.11 ,无氧阈(%ped): 78.95 ± 11.39 比 70.09 ± 6.48 ,峰值摄氧量($\text{mL}\cdot\text{min}^{-1}\cdot\text{kg}^{-1}$): 15.63 ± 1.36 比 14.27 ± 1.72 ,峰值摄氧量(%ped): 72.42 ± 6.91 比 63.41 ± 7.31 ,峰值氧脉搏($\text{mL}/\text{次}$): 11.38 ± 1.29 比 9.05 ± 1.64 ,峰值氧脉搏(%ped): 90.23 ± 10.16 比 80.53 ± 6.73 ,均 $P<0.05$]。②血清指标、心功能指标、运动能力指标、生活质量评价:两组干预前血清指标BNP、心功能指标LVEDD、LVEF、运动能力指标6MWD和生活质量LiHFe评分比较差异均无统计学意义,干预后BNP、LiHFe评分均较干预前明显降低,LVEF和6MWD均较干预前升高,且观察组上述指标的变化较对照组更显著〔BNP(ng/L): 313.25 ± 77.91 比 445.89 ± 110.67 ,LVEF: 0.41 ± 0.08 比 0.37 ± 0.06 ,6MWD(m): 495.62 ± 91.35 比 416.04 ± 65.29 ,LiHFe评分(分): 23.27 ± 6.02 比 29.50 ± 4.61 ,均 $P<0.05$]。③预后随访:观察组1年内再入院率明显低于对照组(23.08%比53.85%),两组心源性病死率比较差异无统计学意义。④Logistic单因素分析显示,高脂血症、美国纽约心脏病学会(NYHA)分级、BNP和康复运动法是影响CHF患者预后的因素〔优势比(OR)和95%可信区间(95%CI)分别为0.098(0.019~0.494)、0.069(0.016~0.294)、1.018(1.007~1.029)、3.889(1.178~12.841),均 $P<0.05$];多因素分析显示,在矫正其他因素后,高脂血症、NYHA分级、BNP是影响CHF患者预后的危险因素〔OR和95%CI分别为0.068(0.007~0.687)、0.048(0.005~0.415)、1.016(1.002~1.030),均 $P<0.05$],使用康复运动疗法是影响CHF患者预后的保护因素〔OR和95%CI为11.179(1.135~10.124), $P<0.05$ 〕。受试者工作特征曲线(ROC曲线)分析显示,高脂血症、NYHA分级、BNP、康复运动疗法和联合检测对患者预后均有预测价值(均 $P<0.05$),以联合检测的预测价值最高,ROC曲线下面积(AUC)=0.984, $P=0.000$ 。**结论** CPET指导下制定高强度个体化心脏运动康复方案可帮助改善CHF患者的心肺功能状态、心功能及生活质量,对于提高CHF患者远期预后具有较大益处,且具有较高的安全性。

【关键词】 慢性心力衰竭; 康复运动; 心肺运动试验; 预后

基金项目: 河北省承德市科技研究与发展计划(201706A025)

DOI: 10.3969/j.issn.1008-9691.2023.05.008

Effects of personalized rehabilitation exercise program customized under cardiopulmonary exercise test on cardiac function and prognosis of patients with chronic heart failure

Wu Huizhi¹, Yu Haixia², Gao Yujun³, Zhou Jingxia¹, Zhao Yishu¹

¹Department of Second Ward of Intensive Care Medicine, ²Department of Emergency, ³Department of Radiology, Chengde Central Hospital, Chengde 067000, Hebei, China

Corresponding author: Gao Yujun, Email: gaoyujuncd@163.com

【Abstract】Objective To evaluate the impact of customized rehabilitation exercise plans based on the results of cardiopulmonary exercise test (CPET) on cardiac function and prognosis in patients with chronic heart failure (CHF). **Methods** A total of 52 CHF patients admitted to Chengde Central Hospital from February 2020 to September 2021 were selected as the study subjects, and the patients were divided into observation group and control group according to the principle of randomized controlled study, with 26 cases in each group. The control group received rehabilitation treatment excluding exercise. The observation group was given routine rehabilitation treatment and high-intensity rehabilitation exercise plans based on CPET guidance. Above anaerobic threshold $\Delta 50\%$ power was exercise intensity, exercise time was 30 minutes/day, 4 days/week, and intervention period was 12 weeks. Before

and 12 weeks after intervention, CPET functional indicators, serum brain natriuretic peptide (BNP), left ventricular ejection fraction (LVEF), left ventricular end-diastolic diameter (LVEDD), and 6-minute walking distance (6MWD) were measured. The Minnesota CHF quality of life questionnaire (LiHFe) was used to evaluate patient's quality of life, readmission rate and cardiogenic mortality within 1 year of follow-up, and univariate and multivariate Logistic regression analysis was used to analyze factors affecting readmission of CHF patients. **Results** ① Cardiopulmonary function indicators: there was no statistically significant difference in the anaerobic threshold, peak oxygen uptake, and peak oxygen pulse of CPET functional indicators before and after intervention in the control group, after intervention, the CPET functional indicators in the observation group were significantly higher than those before intervention, and the above indexes in the observation group were significantly higher than those of the control group [anaerobic threshold ($\text{mL} \cdot \text{min}^{-1} \cdot \text{kg}^{-1}$): 10.77 ± 1.40 vs. 9.59 ± 1.11 , anaerobic threshold (%ped): 78.95 ± 11.39 vs. 70.09 ± 6.48 , peak oxygen uptake ($\text{mL} \cdot \text{min}^{-1} \cdot \text{kg}^{-1}$): 15.63 ± 1.36 vs. 14.27 ± 1.72 , peak oxygen uptake (%ped): 72.42 ± 6.91 vs. 63.41 ± 7.31 , peak oxygen pulse (mL/order): 11.38 ± 1.29 vs. 9.05 ± 1.64 , peak oxygen pulse (%ped): 90.23 ± 10.16 vs. 80.53 ± 6.73 , all $P < 0.05$]. ② Serum indicators, cardiac function indicators, exercise ability indicators, and quality of life evaluation: there was no statistically significant difference in serum indicators BNP, cardiac function indicators LVEDD, LVEF, exercise ability indicators 6MWD, and quality of life LiHFe scores between the two groups before intervention. After intervention, BNP and LiHFe scores were significantly reduced compared with before intervention, while LVEF and 6MWD were both increased compared with before intervention, and the changes of the above indexes in the observation group were more significant than those in the control group [BNP (ng/L): 313.25 ± 77.91 vs. 445.89 ± 110.67 , LVEF: 0.41 ± 0.08 vs. 0.37 ± 0.06 , 6MWD (m): 495.62 ± 91.35 vs. 416.04 ± 65.29 , LiHFe score: 23.27 ± 6.02 vs. 29.50 ± 4.61 , all $P < 0.05$]. ③ Prognostic follow-up: the readmission rate within 1 year in the observation group was significantly lower than that in the control group (23.08% vs. 53.85%), and there was no statistically significant difference in the mortality rate of cardiogenic diseases between the two groups. ④ Logistic univariate analysis showed that hyperlipidemia, New York Heart Association (NYHA) grading, BNP, and rehabilitation exercise were factors that affect the prognosis of CHF patients [odds ratio (OR) and 95% confidence interval (95%CI) were 0.098 (0.019–0.494), 0.069 (0.016–0.294), 1.018 (1.007–1.029), and 3.889 (1.178–12.841), respectively, all $P < 0.05$]. Multivariate analysis showed that after adjusting for other factors, hyperlipidemia, NYHA grading, and BNP were risk factors affecting the prognosis of CHF patients (OR and 95%CI were 0.068 (0.007–0.687), 0.048 (0.005–0.415), 1.016 (1.002–1.030), respectively, with $P < 0.05$), the use of rehabilitation exercise therapy was a protective factor affecting the prognosis of CHF patients [OR and 95%CI were 11.179 (1.135–10.124), $P < 0.05$]. Receiver operator characteristic curve (ROC curve) analysis showed that hyperlipidemia, NYHA grading, BNP, rehabilitation exercise therapy, and combined testing all had predictive value for the patient's prognosis (all $P < 0.05$), and the prediction value of joint detection was the highest, with the area under the ROC curve (AUC) = 0.984 and $P = 0.000$. **Conclusion** Developing a high-intensity individualized cardiac exercise rehabilitation plan under the guidance of CPET can help improve the cardiopulmonary function, cardiac function, and quality of life of CHF patients, which is of great benefit for improving the long-term prognosis of CHF patients and has high safety.

【Key words】 Chronic heart failure; Rehabilitation exercise; Cardiopulmonary exercise test; Prognosis

Fund program: Chengde City Science and Technology Research and Development Plan of Hebei Province (201706A025)

DOI: 10.3969/j.issn.1008-9691.2023.05.008

现有流行病学调查显示,慢性心力衰竭(chronic heart failure, CHF)在我国的发病率约为 0.9%,且呈逐年增加趋势,是器质性心脏病的终末阶段,主要症状为运动时自觉乏力、上腹胀满、喘憋等,最终可影响患者的运动能力及预后情况^[1-3]。目前我国心脏疾病治疗指南将心脏康复作为二级预防内容,其中心脏的运动康复是其关键。有研究显示,心脏康复运动对于 CHF 患者运动耐力的改善、病死率的降低、疾病预后和生活质量的提高效果显著^[4-5]。尽管目前已有许多研究者指出,心脏运动康复对于改善 CHF 的病情及预后有明显作用,但由于缺乏系统的运动康复方案,且忽略了不同病情患者的个体化干预,患者依从性较差,且有一定不良风险,应用效果不佳^[6]。对于 CHF 患者来说,进行康复心脏运动首先需定量评估患者的运动耐量,再根据患者现有症状及运动耐力个体化制定康复处方并逐步辅

助恢复心肺功能。心肺运动试验(cardiopulmonary exercise test, CPET)是评估运动耐力及心肺储备功能的手段,在负荷递增的运动过程中分析患者的心肺功能指标,为制定安全有效的个体化运动康复方案提供理论基础^[7-8]。本研究基于研究对象的 CPET 检查结果制定个体化康复运动方案,并分析其对患者心功能、运动耐力、生活质量及远期预后的影响,旨在为 CHF 的二级预防和预后改善提供基础。

1 资料与方法

1.1 研究对象:选择 2020 年 2 月至 2021 年 9 月本院收治的 52 例 CHF 患者作为研究对象。

1.1.1 纳入标准:① 美国纽约心脏病学会(New York Heart Association, NYHA)心功能分级 II ~ III 级;② 心脏彩色超声提示存在左室扩大,左室射血分数(left ventricular ejection fraction, LVEF) < 0.45;③ 无精神疾病或阿尔茨海默病,依从性及认知功能

良好；④ 患者自愿签署对本研究知情同意书。

1.1.2 排除标准：① 存在慢性阻塞性肺疾病；② 合并恶性心律失常、急性冠脉综合征、严重心脏瓣膜疾病、急性心脏病变等；③ 存在肢体功能障碍等影响康复运动效果的疾病；④ 失联或因其他原因中途退出试验。52 例患者无退出。

1.1.3 伦理学：本研究符合医学伦理学标准，并经本院科研部门批准(审批号：20171114)，对患者采取的治疗或检测均获得患者或家属的知情同意。

1.2 研究分组及一般资料：按随机单盲原则将患者分为观察组及对照组，每组 26 例。患者入院后均进行综合评估，向患者明确说明本研究所涉及的康复运动方案过程。两组患者性别、年龄、体质量指数 (body mass index, BMI)、病程、合并症(高血压、糖尿病、高脂血症)、吸烟、心功能分级、用药情况等一般资料比较差异均无统计学意义(均 $P > 0.05$ ；表 1)。

1.3 康复方案

1.3.1 对照组：入院后进行一般资料、基础疾病、合并疾病、心血管症状、心血管疾病危险因素和临床常规用药情况等的相关评估，基于评估结果给予包括心理、不良行为控制、药物和营养支持等相关康复方案，主要包括：① 向患者和家属宣教 CHF 的相关基础知识、临床干预手段及现阶段临床干预可达到的疗效；② 根据患者病情合理用药，指导适当饮食；③ 要求患者戒烟戒酒及纠正可导致心血管危险因素的相关不健康行为。

1.3.2 观察组：在对照组基础上根据 CPET 结果给予高强度个体化的康复运动方案，具体措施如下。

1.3.2.1 CPET 试验及数据分析：采用美国 Jeager 公司生产的 MasterSreen 型心肺运动系统一体机，按照连续递增功率方案进行 CPET。患者取坐位测定

静态肺功能，然后运用功率自行车完成血氧饱和度、无创血压、心电图、气体交换、肺功能等相关指标测定。运动状态下心功能测定方法：嘱患者处于安静状态休息放松 3 min，然后进行 3 min 以 60 r/min 的速率无负荷热身，根据患者性别、年龄及身体功能状态设定个体化递增功率自行车的速度，功率范围 10 ~ 30 W/min，在 6 ~ 10 min 内让患者达到自身症状限制级运动，最后保持 5 ~ 10 min 最大极限运动功率，持续观察并记录患者心率、峰值血压等相关参数^[9]。然后根据临床试验 CPET 数据分析解读标准化原则进行数据分析。

1.3.2.2 个体化运动康复处方制定：在进行康复治疗前评估患者一般状态，包括基础疾病、合并症、危险因素及用药情况等，根据 CPET 数据制定康复方案，运动主要采用功率自行车进行，50% 功率 = [(极限运动功率 - 功率递增速度 × 0.75) + (无氧阈功率 - 功率递增速度 × 0.75)]/2，运动时间 30 min。初始阶段以 40% 最大运动负荷量，然后逐渐递增，极限状态下不超过负荷量的 60%，运动前 10 min 进行拉伸活动，运动后进行 10 min 的缓慢拉伸或有氧运动等，运动频率为每周 4 d，每日 1 次，运动周期 3 个月，运动过程中出现胸闷、憋气、心悸、恶心、大汗、共济失调、心律失常等异常时立即终止锻炼，若患者出现症状频发且进行性加重时，须立即前往医院就诊，根据患者耐受情况调整运动方案，若有必要立即停止运动康复治疗并退出研究。

1.4 观察指标及方法：于干预前及干预 3 个月后测定两组患者心功能、CPET 功能指标、运动能力、生活质量，随访 1 年后患者再住院率及死亡情况。

1.4.1 心肺功能指标测定：采用 CPET 进行评价，计算各参数及实测值与预估值的百分比(%pred)。

表 1 不同康复方案两组 CHF 患者一般资料比较

组别	例数 (例)	性别(例)		年龄 (岁, $\bar{x} \pm s$)	BMI ($\text{kg}/\text{m}^2, \bar{x} \pm s$)	病程 (年, $\bar{x} \pm s$)	合并症[例(%)]		
		男性	女性				高血压	糖尿病	高脂血症
观察组	26	16	10	63.04 ± 10.36	22.63 ± 2.79	10.96 ± 2.97	12 (46.15)	12 (46.15)	17 (65.38)
对照组	26	18	8	60.73 ± 9.49	23.22 ± 2.95	9.73 ± 2.05	17 (65.38)	13 (50.00)	16 (61.54)
χ^2/t 值		0.340		0.837	0.734	1.738	1.949	0.077	0.083
P 值		>0.050		>0.050	>0.050	>0.050	>0.050	>0.050	>0.050
组别	例数 (例)	吸烟 [例(%)]	NYHA [例(%)]		用药情况[例(%)]				
			I 级	III 级	β 受体阻滞剂	利尿剂	地高辛	ACEI (ARB)	
观察组	26	16 (61.54)	14 (53.85)	12 (46.15)	20 (76.92)	15 (57.69)	6 (23.08)	22 (84.62)	
对照组	26	15 (57.69)	12 (46.15)	14 (53.85)	19 (73.05)	17 (65.38)	5 (19.23)	20 (76.91)	
χ^2 值		0.080	0.549		0.103	0.325	0.115	0.495	
P 值		>0.050	>0.050		>0.050	>0.050	>0.050	>0.050	

注：对照组行常规康复方案，观察组根据 CPET 结果给予个体化康复方案

1.4.2 血清指标测定:于干预前后采集两组患者静脉血,分离血清,采用酶联免疫吸附试验(enzyme-linked immunosorbent assay, ELISA)测定两组患者血清脑钠肽(brain natriuretic peptide, BNP)水平,试剂盒购自美国 ADL 公司,严格按试剂盒说明书操作。

1.4.3 心功能指标测定:采用 HPSONOS5500 型彩色多普勒超声心动图测定心功能,并计算左室舒张期末内径(left ventricular end-diastolic volume, LVEDD)、LVEF 等。

1.4.4 运动能力指标:采用 6 min 步行试验进行评估,嘱患者站在起步线上,尽自己体能往返行走,计算患者 6 min 步行距离(6-minute walking distance, 6MWD)。

1.4.5 生活质量情况:采用明尼苏达 CHF 生活质量问卷(Minnesota CHF quality of life questionnaire, LiHFe)^[7]调查表进行调查,该问卷由 21 个问题组成,包括情绪、体力、社会、经济等方面项目,每个条目采用 0~5 分 6 级评分法,分值越高表示患者的生活质量越差。

1.5 统计学分析:使用 SPSS 25.0 统计软件分析数据,符合正态分布的计量资料以均数 ± 标准差($\bar{x} \pm s$)表示,采用 *t* 检验;计数资料以例(率)表示,采用 χ^2 检验;采用 Logistic 回归分析影响 CHF 患者预后因素,多因素分析变量筛选采用条件向前法,选入 $P \leq 0.05$,剔除 $P > 0.10$ 的变量,检验水准 $\alpha = 0.05$,均为双侧检验。 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 运动安全性及耐受性观察:观察组患者均完成个体化高强度的运动康复训练,2 例患者在初次运动时对面罩难以适应导致运动中断,调整心态并另择时间后完成运动过程;2 例患者在初次运动后出现轻微头晕症状,休息 30 min 后缓解,后续运动过

程中未出现类似症状;患者运动过程中均未出现严重心律失常、晕厥、急性冠脉综合征等并发症。

2.2 两组患者干预前后 CPET 指标比较(表 2):干预前两组无氧阈、峰值摄氧量、峰值氧脉搏等比较差异均无统计学意义(均 $P > 0.05$),干预后观察组无氧阈、峰值摄氧量明显升高,对照组干预前后差异无统计学意义(均 $P > 0.05$);故干预后观察组各指标均明显高于对照组(均 $P < 0.05$)。

2.3 两组干预前后血清 BNP 水平的比较(表 3):干预前两组血清 BNP 比较差异无统计学意义($P > 0.05$),观察组干预后较干预前明显降低($P < 0.05$),对照组干预前后比较差异无统计学意义($P > 0.05$),故观察组干预后 BNP 明显低于对照组($P < 0.05$)。

组别	例数(例)	BNP (ng/L)	
		干预前	干预后
观察组	26	430.56 ± 136.17	313.25 ± 77.91 ^a
对照组	26	466.01 ± 71.87	445.89 ± 110.67
<i>t</i> 值		1.174	4.997
<i>P</i> 值		>0.050	<0.050

注:对照组行常规康复方案,观察组根据 CPET 结果给予个体化康复方案;与干预前比较,^a $P < 0.05$

2.4 两组患者干预前后心功能指标比较(表 4):干预前两组 LVEDD、LVEF 比较差异均无统计学意义(均 $P > 0.05$),观察组干预后 LVEF 较干预前明显提高($P < 0.05$),对照组干预前后 LVEF 比较差异无统计学意义(均 $P > 0.05$)。故观察组干预后 LVEF 明显高于对照组($P < 0.05$)。两组干预前后 LVEDD 比较差异均无统计学意义(均 $P > 0.05$)。

2.5 两组患者干预前后 6MWD、生活质量比较(表 5):两组干预前 6MWD、LiHFe 比较差异均无统

组别	例数(例)	无氧阈				峰值摄氧量	
		干预前($\text{mL} \cdot \text{min}^{-1} \cdot \text{kg}^{-1}$)	干预后($\text{mL} \cdot \text{min}^{-1} \cdot \text{kg}^{-1}$)	干预前(%ped)	干预后(%ped)	干预前($\text{mL} \cdot \text{min}^{-1} \cdot \text{kg}^{-1}$)	干预后($\text{mL} \cdot \text{min}^{-1} \cdot \text{kg}^{-1}$)
观察组	26	8.77 ± 1.08	10.77 ± 1.40 ^a	61.72 ± 7.03	78.95 ± 11.39 ^a	13.66 ± 1.58	15.63 ± 1.36 ^a
对照组	26	8.67 ± 0.87	9.59 ± 1.11	63.32 ± 6.45	70.09 ± 6.48	12.99 ± 1.32	14.27 ± 1.72
<i>t</i> 值		0.403	3.377	0.854	3.447	1.653	3.160
<i>P</i> 值		>0.050	<0.050	>0.050	<0.050	>0.050	<0.050

组别	例数(例)	峰值摄氧量		峰值氧脉搏			
		干预前(%ped)	干预后(%ped)	干预前(mL/次)	干预后(mL/次)	干预前(%ped)	干预后(%ped)
观察组	26	61.20 ± 8.46	72.42 ± 6.91 ^a	8.09 ± 1.68	11.38 ± 1.29 ^a	80.13 ± 7.77	90.23 ± 10.16 ^a
对照组	26	69.97 ± 11.70	63.41 ± 7.31	7.66 ± 1.68	9.05 ± 1.64	77.14 ± 5.51	80.53 ± 6.73
<i>t</i> 值		1.245	4.458	0.926	5.684	1.600	4.062
<i>P</i> 值		>0.050	<0.050	>0.050	<0.050	>0.050	<0.050

注:对照组行常规康复方案,观察组根据 CPET 结果给予个体化康复方案;与干预前比较,^a $P < 0.05$

计学意义(均 $P > 0.05$), 观察组干预后 6MWD 较干预前明显增加, LiHFe 评分均较干预前明显降低, 对照组干预前后比较差异无统计学意义(均 $P > 0.05$), 故干预后观察组 6MWD 较对照组明显延长, LiHFe 评分较对照组明显降低(均 $P < 0.05$)。

组别	例数 (例)	LVEDD(mm)		LVEF	
		干预前	干预后	干预前	干预后
观察组	26	57.30±6.96	56.61±5.24	0.33±0.05	0.41±0.08 ^a
对照组	26	57.56±8.65	57.93±7.44	0.34±0.86	0.37±0.06
t 值		0.120	0.737	0.792	2.197
P 值		>0.050	>0.050	>0.050	<0.050

注: 对照组行常规康复方案, 观察组根据 CPET 结果给予个体化康复方案; 与干预前比较, ^a $P < 0.05$

组别	例数 (例)	6MWD(m)		LiHFe 评分(分)	
		干预前	干预后	干预前	干预后
观察组	26	374.31±70.83	495.62±91.35 ^a	34.35±7.56	23.27±6.02 ^a
对照组	26	398.15±89.71	416.04±65.29	35.35±4.19	29.50±4.61
t 值		1.064	3.614	0.590	4.193
P 值		>0.050	<0.050	>0.050	<0.050

注: 对照组行常规康复方案, 观察组根据 CPET 结果给予个体化康复方案; 与干预前比较, ^a $P < 0.05$

2.6 两组患者远期随访情况(表 6): 观察组 1 年内再入院率明显低于对照组($P < 0.05$); 两组病死率比较差异无统计学意义($P > 0.05$)。

组别	例数 (例)	再入院率 [% (例)]	心源性病死率 [% (例)]
观察组	26	23.08 (6)	3.85 (1)
对照组	26	53.85 (14)	11.54 (3)
χ^2 值		5.200	Fisher
P 值		<0.050	>0.050

注: 对照组行常规康复方案, 观察组根据 CPET 结果给予个体化康复方案

2.7 影响 CHF 患者预后的因素分析(表 7~8; 图 1): 以患者再入院作为因变量, 以临床参数(性别、年龄、合并症、病程、血清 BNP、心功能、用药情况、是否给予运动康复训练等)作为自变量进行 Logistic 单因素及多因素分析, 结果显示, 高脂血症、NYHA 分级、BNP 及康复运动疗法均是影响 CHF 患者预后的因素(均 $P < 0.05$); 多因素分析显示, 在矫正其他因素后, 高脂血症、NYHA 分级、BNP 是均影响 CHF 患者预后的危险因素, 使用康复运动疗法是影响 CHF 患者预后的保护因素(均 $P < 0.05$)。受试者工作特

征曲线(receiver operator characteristic curve, ROC 曲线)分析显示, 高脂血症、NYHA 分级、BNP、康复运动疗法对患者预后均有预测价值(均 $P < 0.05$)。

指标	单因素分析			多因素分析		
	OR 值	95%CI	P 值	OR 值	95%CI	P 值
高脂血症	0.098	0.019 ~ 0.494	0.024	0.068	0.007 ~ 0.687	0.023
NYHA 分级	0.069	0.016 ~ 0.294	0.019	0.048	0.005 ~ 0.415	0.006
血清 BNP	1.018	1.007 ~ 1.029	0.031	1.016	1.002 ~ 1.030	0.022
康复运动疗法	3.889	1.178 ~ 12.841	0.037	11.179	1.135 ~ 10.124	0.039

注: OR 为优势比, 95%CI 为 95% 可信区间

指标	AUC	最佳截断值	敏感度 (%)	特异度 (%)	阳性预测价值 (%)	阴性预测价值 (%)	P 值
高脂血症	0.716		90.0	53.1	65.7	84.1	0.009
NYHA 分级	0.784		85.0	71.9	75.2	82.7	0.001
血清 BNP	0.842	460.395	85.0	78.1	79.5	83.9	0.000
康复运动疗法	0.663		62.5	0.7	67.6	65.1	0.050
联合预测	0.948		85.0	96.9	96.5	86.6	0.000

注: AUC 为 ROC 曲线下面积; 空白代表无此项

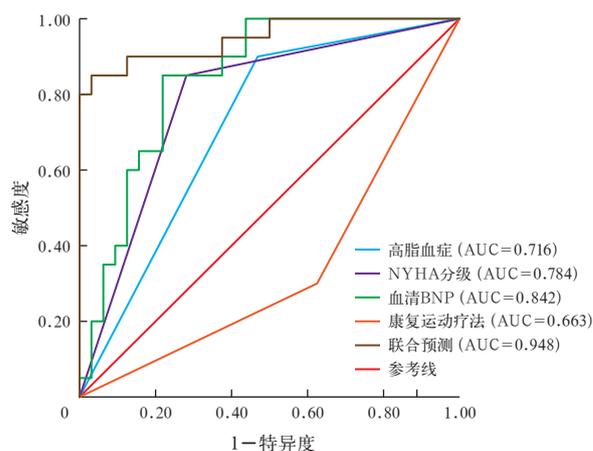


图 1 影响康复运动疗法 CHF 患者预后的 ROC 曲线

3 讨论

既往有研究者认为 CHF 患者为避免活动过度加重心脏负荷而需卧床休息, 但却忽略了长期过度限制活动会引起机体自身运动耐力降低、血液黏稠度增高等, 影响患者疾病预后和身体健康^[10-12]。国内外研究显示, 心脏康复运动特别是高强度运动对于改善 CHF 患者心肺功能及预后有显著的效果, 但由于患者及其家属对 CHF 和心脏康复运动的认知度低, 加之缺乏针对性指南指导; 运动强度调节不当亦可增加不良事件发生的风险, 使得临床医师不得不慎重考虑^[13-14]。通过评估疾病症状制定适宜患者的个体化运动康复计划, 同时须增加患者对康

复运动于疾病预后影响的认知度,或许可辅助心脏运动康复安全、有序实施。CPET 通过测定肺通气量及心脏代谢等多系统相关指标评估患者的运动耐力,根据心脏储备功能及运动耐力为患者制定运动康复方案^[15]。本研究根据 CPET 测试相关指标结果为患者制定心脏运动康复方案,患者均能顺利完成,无严重并发症出现,提示基于 CPET 制定个体化心脏运动康复方案安全性较高。

本研究结果显示,观察组患者各 CPET 测定的心肺功能指标均显著提高,较对照组效果更好;另外观察组心功能指标、6MWD 等运动功能指标的改善程度明显优于对照组,提示在 CPET 指导下进行的运动康复方案可改善患者运动能力及心肺功能,对于心功能的恢复也有一定益处。目前国内外已有研究证实了心脏康复运动对 CHF 患者心功能、运动功能的影响,结果显示,CHF 患者的峰值摄氧量可通过持续 12 个月以 60% 峰值摄氧量运动强度的心脏运动康复进行改善^[16];除近期干预效果外,本研究也对两种干预下患者远期预后情况进行分析,结果显示,观察组治疗后 1 年内再入院率较低,提示该干预方案对于远期预后的提高也有一定帮助。影响 CHF 患者预后的因素较多,现有研究表明,CHF 患者合并症、心功能、 β 受体阻滞剂和利尿剂的使用均与预后密切相关^[17-18],本研究对 CHF 患者再入院的影响因素进行分析显示,在矫正其他影响因素的前提下,使用 CPET 指导的高强度负荷心脏运动患者再入院率较采用常规干预方案明显提高,提示 CPET 指导下的高强度负荷心脏运动是 CHF 患者的保护因素。运动康复训练所引发的生理生化反应较复杂,其改善 CHF 患者病情和预后的机制也尚未完全阐释清楚,目前认为可能与提高运动耐力、降低交感神经兴奋性、改善血管内皮功能、增强骨骼肌肌力和耐力等作用有关,进而提高患者心排量,改善心功能和生活质量及远期预后^[19-20]。

综上所述,在 CPET 指导下制定高强度个体化心脏运动康复方案可帮助改善 CHF 患者的心肺功能状态和生活质量,对提高 CHF 患者远期预后有较大益处,且有较高安全性。本研究的远期效果仅进行随访,在出院至随访过程中患者的运动情况、强度未进行详细收集和评价,导致远期效果可能出现偏倚;且样本量较少,未来有待进一步对患者出院后的运动情况进行统计,增加样本量分析其效果。

利益冲突 所有作者均声明不存在利益冲突

参考文献

- [1] Abdi A, Doulatyari PK, Mahmodi M, et al. Relationship of spiritual wellbeing with life expectancy and quality of life for patients living with heart failure [J]. *Int J Palliat Nurs*, 2022, 28 (6): 262-269. DOI: 10.12968/ijpn.2022.28.6.262.
- [2] 郭艺芳. 2022 年美国心力衰竭管理指南更新要点解读 [J]. *中国全科医学*, 2022, 25 (17): 2051-2054. DOI: 10.12114/j.issn.1007-9572.2022.0288.
- [3] 杨波, 张道亮, 周珺珍, 等. 保心合剂对慢性心力衰竭患者血浆脑钠肽及心功能的影响 [J]. *中国中西医结合急救杂志*, 2008, 15 (1): 34-36. DOI: 10.3321/j.issn:1008-9691.2008.01.010.
- [4] 王蕾, 范多娇, 孙鹏. 慢性心力衰竭病人限钠饮食执行情况与心脏康复的关系及影响因素分析 [J]. *中西医结合心脑血管病杂志*, 2022, 20 (24): 4556-4559. DOI: 10.12102/j.issn.1672-1349.2022.24.027.
- [5] 张玉侠. N 末端脑钠肽前体与心肌酶谱联合检测在心力衰竭诊断及预后分析中的应用 [J]. *实用检验医师杂志*, 2020, 12 (1): 22-25. DOI: 10.3969/j.issn.1674-7151.2020.01.008.
- [6] 孔令政, 贾永平. 冠心病病人经皮冠状动脉介入治疗后运动康复临床应用的研究进展 [J]. *中西医结合心脑血管病杂志*, 2023, 21 (1): 74-78. DOI: 10.12102/j.issn.1672-1349.2023.01.012.
- [7] Nakanishi M, Miura H, Irie Y, et al. Association of adherence to a 3 month cardiac rehabilitation with long-term clinical outcomes in heart failure patients [J]. *ESC Heart Fail*, 2022, 9 (2): 1424-1435. DOI: 10.1002/ehf2.13838.
- [8] Chrysohoou C. Cardiopulmonary exercise test: more than a simple exercise test, but cautious how to interpret [J]. *Hellenic J Cardiol*, 2021, 62 (2): 127-128. DOI: 10.1016/j.hjc.2021.03.012.
- [9] Geceite-Stonciene J, Burkauskas J, Burkauskas A, et al. Validation and psychometric properties of the Minnesota living with heart failure questionnaire in individuals with coronary artery disease in lithuania [J]. *Front Psychol*, 2022, 12: 771095. DOI: 10.3389/fpsyg.2021.771095.
- [10] 王华, 李莹莹. 2022 年 AHA/ACC/HFSA 心力衰竭管理指南解读——从新指南看心衰分类和诊断评估 [J]. *中国心血管病研究*, 2022, 20 (6): 481-486. DOI: 10.3969/j.issn.1672-5301.2022.06.001.
- [11] Sedlar N, Lainscak M, Farkas J. Self-care perception and behaviour in patients with heart failure: a qualitative and quantitative study [J]. *ESC Heart Fail*, 2021, 8 (3): 2079-2088. DOI: 10.1002/ehf2.13287.
- [12] 中华危重病急救医学杂志编辑委员会. 健康中国 2030 重症医学直面挑战责无旁贷——中国重症医学 40 年大事记 [J]. *中华危重病急救医学*, 2019, 31 (7): 793-800. DOI: 10.3760/cma.j.issn.2095-4352.2019.07.001.
- [13] 罗江安, 贺惠娟. 高强度间歇训练治疗心力衰竭的有效性及安全性的 Meta 分析 [J]. *实用心脑血管病杂志*, 2022, 30 (3): 78-82. DOI: 10.12114/j.issn.1008-5971.2022.00.054.
- [14] Edvinsson ML, Stenberg A, Åström-Olsson K. Improved outcome with standardized plan for clinical management of acute decompensated chronic heart failure [J]. *J Geriatr Cardiol*, 2019, 16 (1): 12-18. DOI: 10.11909/j.issn.1671-5411.2019.01.002.
- [15] 罗新林, 徐彦. 心肺运动试验在心力衰竭患者中的应用及进展 [J]. *岭南心血管病杂志*, 2021, 27 (1): 115-118. DOI: 10.3969/j.issn.1007-9688.2021.01.26.
- [16] Amir M, Kabo P, Mappangara I, et al. Peak oxygen uptake and metabolic equivalents explained by six-minute walk test: a prospective observational study in predicting heart failure patient readmission [J]. *Ann Med Surg* (Lond), 2022, 77: 103652. DOI: 10.1016/j.amsu.2022.103652.
- [17] 李伟东. NT-proBNP、红细胞分布宽度对老年急性心肌梗死后心力衰竭患者预后的评估价值分析 [J]. *广州医科大学学报*, 2022, 50 (5): 19-23, 33. DOI: 10.3969/j.issn.2095-9664.2022.05.04.
- [18] Gong JH, Waldréus N, Hu SL, et al. Thirst and factors associated with thirst in hospitalized patients with heart failure in China [J]. *Heart Lung*, 2022, 53: 83-88. DOI: 10.1016/j.hrtlng.2022.02.002.
- [19] 赵杰刚, 尤炎丽, 李春燕, 等. 基于合理行动理论的心脏康复教育模式对经皮冠状动脉介入治疗患者运动康复及心血管病危险因素的影响 [J]. *中国全科医学*, 2019, 22 (14): 1740-1745. DOI: 10.12114/j.issn.1007-9572.2018.00.422.
- [20] Dos Santos TD, Pereira SN, Portela LOC, et al. Influence of inspiratory muscle strength on exercisecapacity before and after cardiac rehabilitation [J]. *Int J Ther Rehabil*, 2021, 28 (2): 1-12. DOI: 10.12968/ijtr.2020.0027.

(收稿日期: 2023-04-12)

(责任编辑: 邸美仙)