

# 住院期康复治疗对心脏外科手术后患者运动能力的影响

刘华 刘遂心

**【摘要】 目的** 探讨住院期心脏康复对心脏外科手术后患者运动能力的影响。**方法** 纳入符合标准的心脏瓣膜病和冠心病患者 42 例,按随机数字表法分成康复组(22 例)和对照组(20 例)。对照组在常规治疗的基础上,予以术前教育和术前呼吸指导;康复组在对照组的基础上,行住院期心脏康复治疗。2 组干预前后均行 2 min 踏步试验(2-MST)及左室射血分数(LVEF)测定,观察 2 组患者的住院时间。出院 1 个月后电话随访,用退伍军人特定活动问卷(VSAQ)估测 2 组患者出院 1 个月后的运动能力。**结果** 干预后,2 组患者左室射血分数分别为(53.73±9.29)%和(56.25±11.01)%,组间差异无统计学意义( $P>0.05$ )。康复组出院时 2 min 踏步次数[(79.41±10.99)次]明显高于对照组[(71.25±14.21)次],差异有统计学意义( $P<0.05$ );出院 1 个月后康复组的运动能力 METs(5.77±1.46)也显著高于对照组(4.75±1.34) METs,组间差异有统计学意义( $P<0.05$ )。出院时 2 min 踏步次数与入院时 2 min 踏步次数呈正相关( $r=0.869, P<0.01$ ),出院 1 个月后运动能力与入院时 2 min 踏步次数呈正相关( $r=0.752, P<0.01$ )。康复组的住院时间[(15.59±3.08)d]较对照组显著缩短[(18.45±3.63)d],差异有统计学意义( $P<0.01$ )。**结论** 住院期心脏康复可以明显改善心脏外科手术后患者的运动能力,缩短住院时间;2 min 踏步试验方法简单且实用,可用于心脏外科手术后患者早期运动能力评估。

**【关键词】** 心脏外科手术; 心脏康复; 运动能力; 踏步试验

**基金项目:**湖南省发展和改革委员会科研项目(20121521)

**In-hospital cardiac rehabilitation improves exercise capacity after cardiac surgery** Liu Hua\*, Liu Suixin.

\* Department of Rehabilitation, Xiangya Hospital of Central-South University, Changsha 410008, China

Corresponding author: Liu Suixin, Email: 2278359828@qq.com

**【Abstract】 Objective** To explore the effect of an in-hospital cardiac rehabilitation program on exercise capacity after cardiac surgery. **Methods** Forty-two patients with valvular heart disease or coronary heart disease were recruited and randomly divided into a rehabilitation group ( $n=22$ ) and a control group ( $n=20$ ). Both groups were given preoperative education and breathing guidance on the basis of conventional clinical treatment, but the rehabilitation group was also provided with in-hospital cardiac rehabilitation after the operation. The two-minute stepping test (2-MST) and the left ventricular ejection fraction test (LVEF) were performed before and after the intervention for both groups. Their hospital stays were also compared. One month after discharge, the exercise capacity of both groups was followed-up by telephone using the Veterans-specific Activity Questionnaire (VSAQ). **Results** After the intervention, there was no significant difference in average LVEF between the two groups (53.73±9.29% and 56.25±11.01% respectively). The average 2-MST stepping frequency of the rehabilitation group was significantly greater than the control group (79.41±10.99 times and 71.25±14.21 times respectively,  $P<0.05$ ). One month after discharge, the exercise capacity of the rehabilitation group was also significantly higher than the control group for (5.77±1.46 METs versus 4.75±1.34 METs,  $P<0.05$ ). Stepping frequency at discharge and exercise capacity at one month after discharge were both positively correlated to 2-MST stepping frequency at admission ( $r=0.869, P<0.01$ ;  $r=0.752, P<0.01$ ). The average hospital stay of the rehabilitation group was significantly shorter (by about 3 days) than the control group (15.59±3.08 days versus 18.45±3.63 days,  $P<0.01$ ). **Conclusions** In-hospital cardiac rehabilitation can significantly improve exercise capacity after cardiac surgery and reduce the length of hospital stays. The 2-minute step test is a simple and practical way to assess the exercise capacity of patients early after cardiac surgery.

**[Key words]** Cardiac surgery; Cardiac rehabilitation; Exercise capacity; Step test

**Fund program:** Research Projects of the Hunan Development and Reform Commission (grant 20121521)

住院期心脏康复(I期康复)对于心脏外科手术患者是安全有效的,它能提高患者术后心肺功能和运动能力,改善术后生活质量,从而促进患者术后快速恢复,缩短住院时间<sup>[1-3]</sup>。目前国内有关心脏外科手术患者的住院期康复研究相对较少,康复程序有待完善,对心脏外科手术患者早期运动能力评估也很少。本研究对住院期心脏外科手术患者进行心脏康复治疗,并采用 2 min 踏步试验(2-minute step test, 2-MST)及退伍军人特定活动调查问卷(veterans specific activity questionnaire, VSAQ)对患者的运动能力进行评估,观察康复治疗对患者运动能力及住院时间的影响,旨在为住院期心脏康复提供临床依据。

## 资料与方法

### 一、一般资料及分组

入选标准:①按照 2014 年美国心脏协会(American Heart Association, AHA)或美国心脏病学会(American College of Cardiology, ACC)心脏瓣膜病管理指南<sup>[4]</sup>及 2012 年美国心脏病学会基金会(American College of Cardiology Foundation, ACCF)或美国心血管造影和介入学会(Society for Cardiovascular Angiography and Interventions, SCAI)或美国胸外科医师学会(Society of Thoracic Surgeons, STS)或美国胸外科协会(American Association for Thoracic Surgery, AATS)或 AHA 或美国核心脏病学学会(American Society of Nuclear Cardiology, ASNC)或美国心力衰竭协会(Heart Failure Society of America, HFSA)或计算机断层扫描学会(Society of Cardiovascular Computed Tomography, SCCT)冠状动脉血运重建术应用标准<sup>[5]</sup>,诊断为心脏瓣膜病、冠心病,并有心脏瓣膜置换术、冠脉搭桥术指征,拟行心脏瓣膜置换术、冠脉搭桥术,并在术后明确诊断;②患者及家属接受并配合心脏康复治疗;③签署知情同意书。

排除标准:①术后生命体征不平稳,血流动力学不稳定;②未控制的心力衰竭;③术后新发有心绞痛;④

严重的心律失常(快速房颤、重度传导阻滞、严重室性心律失常等);⑤近期脑血管意外、体循环或肺循环栓塞;⑥急性全身性疾病,体温超过 38.5℃;⑦精神疾病史,认知功能不正常;⑧患者不能配合心脏康复治疗<sup>[6-7]</sup>。

选取 2014 年 6 月至 2015 年 3 月中南大学湘雅医院心脏外科收治且符合上述标准拟行瓣膜置换术的心脏瓣膜病患者或拟行冠脉搭桥术的冠心病患者共 42 例,按随机数字表法分为康复组(22 例)和对照组(20 例)。2 组患者的性别、年龄、病例类型、体力活动水平(本实验体力活动水平采用 Schnohr 等<sup>[8]</sup>对体力活动水平的分级:①低水平,从事轻微体力活动(如走路或骑自行车)每周小于 2 h;②中等水平,轻微体力活动每周 2~4 h;③高等水平,轻微体力活动每周超过 4 h 或以任何频次从事更有精力的活动)以及是否体外循环和合并症情况等一般临床资料经统计学分析比较,差异均无统计学意义( $P>0.05$ ),具有可比性。详见表 1。

### 二、治疗方法

2 组患者在常规临床治疗的基础上,给予术前教育和术前呼吸指导;康复组在此基础上进行住院期心脏康复治疗。康复治疗干预在术后 24~48 h 开始进行,如果病情不稳定,延迟至术后 3~5 d 后酌情进行。在康复医师和康复治疗师的指导下,康复组患者每日完成 1~2 次康复治疗,并根据指导自行完成 3~4 次训练,干预时间为 5~7 d。

#### (一)术前教育和术前呼吸指导

术前教育主要包括心血管危险因素的教育和管理、心脏外科手术相关问题介绍、术后自我管理(包括术后伤口保护、营养指导、睡眠指导)、精神和心理支持、生存教育等。术前呼吸指导主要教会患者或家属如何进行深呼吸、腹式呼吸训练以及拍背、咳嗽、排痰训练。

#### (二)住院期心脏康复治疗

住院期心脏康复治疗程序包括呼吸治疗、个体化按摩及运动干预,具体方法如下。

表 1 2 组患者的一般临床资料

组别	例数	性别(例)		平均年龄 (岁, $\bar{x}\pm s$ )	病例类型(例)		体力活动水平(例)			体外循环(例)		合并症(例)	
		男	女		瓣膜病 (换瓣)	冠心病 (搭桥)	低	中	高	是	否	高血压	糖尿病
康复组	22	12	10	52.05±13.22	15	7	11	7	4	4	18	9	3
对照组	20	11	9	54.15±10.06	14	6	9	8	3	4	16	6	2

1. 呼吸治疗: 术后早期阶段以气道廓清技术为主, 术后晚期阶段以肺复张、呼吸操训练为主, 其中气道廓清技术主要包括自主引流、主动循环呼吸技术。针对不同的患者可以选择不同的呼吸治疗方法并随时进行调整, 以达到最佳效果。术后呼吸训练要注意保护伤口, 防止伤口剧烈疼痛或裂开。

2. 个体化按摩疗法: 针对每个患者的具体情况选择个体化按摩, 主要针对患者的颈部、肩部、腰背部, 尤其是肩胛骨之间, 给予按摩。常用的按摩技术包括: ①神经肌肉技术, 包括斜方肌和菱形肌上部触发点的放松; ②肩胛带的肌筋膜和结缔组织放松技术; ③颈部疼痛触发点的放松。

3. 运动干预治疗: 在严密的心电监护下循序渐进地进行运动干预治疗。

具体运动程序<sup>[6]</sup>按如下步骤进行: ①第 1 步, 床上被动运动、床上主动运动(包括踝泵训练、弹力带抗阻)、床上坐起; ②第 2 步, 床边坐位、椅子坐位、床旁行走; ③第 3 步, 床旁站立热身, 走廊行走 3~5 min, 2~3 次/天; ④第 4 步, 站立热身, 走廊行走 5~10 min, 3~5 次/天, 上下 1~2 层楼梯。运动强度的判断以静息心率增加 <20 次/分、自觉疲劳程度评估(Borg 评分)<sup>[6]</sup> <12 分为宜。运动过程中注意患者心率、心电图变化及自我感觉; 主动抗阻运动时, 嘱患者不要憋气, 避免 Valsalva 动作。

### 三、观察指标

分别于干预前和干预后, 对 2 组患者的左室射血分数(left ventricular ejection fraction, LVEF)<sup>[9]</sup> 和 2-MST<sup>[10]</sup> 进行测定, 计算 2 组患者的平均住院时间; 并于患者出院 1 个月后进行电话随访, 采用 VSAQ<sup>[11-12]</sup> 对 2 组患者的运动能力进行评估。

1. LVEF 测定: 采用 Philips IE33 心脏彩超仪经胸取胸骨旁左心室长轴切面, 分别测量左室收缩末期内径和左室舒张末期内径, 采用 Simpson 双平面法描记左室舒张末容积和收缩末容积, 求得每搏心输出量再除以左室舒张末容积即可获得左室射血分数<sup>[13]</sup>。

2. 2-MST 测定: 心电监护下嘱患者 2 min 内尽可能多的原地踏步, 每次踏步时膝关节高于髌前上嵴-髌骨连线中点高度, 双侧完成计 1 次, 记录患者 2 min 内完成达标踏步的次数<sup>[10]</sup>。在踏步过程中注意观察患者心率、心电图变化及自我感觉。

3. VSAQ 运动能力评估: 首先通过 VSAQ 问卷随访获得 2 组患者运动能力的代谢当量(metabolic equivalents, METs)值[1MET=耗氧量 3.5 ml/(kg·min)], 再根据患者的年龄和所获得的问卷 METs 值, 对问卷 METs 值进行年龄校正, 即按公式(1)估测出患者运动能力的 METs 值<sup>[11-12]</sup>:

$$\text{METs 值} = 4.7 + 0.97 \times (\text{问卷 METs 值}) - 0.06 \times (\text{患者年龄}) \quad (1)$$

4. 平均住院时间: 记录每个患者的住院时间(天数), 然后分别求得两组患者的平均住院时间。

### 四、统计学方法

使用 SPSS 17.0 版统计软件对所有数据进行统计学分析处理, 计量资料比较采用 *t* 检验, 计数资料比较采用  $\chi^2$  检验, 等级资料比较采用秩和检验。将 2 组患者的数据合并后, 对出院时 2-MST 次数、出院 1 个月后运动能力均与入院时 2-MST 次数进行直线相关性分析,  $P < 0.05$  认为差异有统计学意义。

## 结 果

### 一、干预后 2 组患者 LVEF 及 2-MST 次数的变化

干预前, 2 组患者的 LVEF 和 2-MST 次数组间比较, 差异均无统计学意义( $P > 0.05$ )。干预后, 2 组患者的 LVEF 与组内干预前比较, 差异亦无统计学意义( $P > 0.05$ ), 且康复组患者干预后的 LVEF 值与对照组干预后比较, 差异亦无统计学意义( $P > 0.05$ )。干预后, 对照组 2-MST 检测的踏步次数较组内干预前明显减少( $P < 0.01$ ), 而康复组 2-MST 检测的踏步次数较组内干预前减少不明显( $P > 0.05$ ), 且康复组干预后的踏步次数明显高于对照组干预后, 且组间差异有统计学意义( $P < 0.05$ )。详见表 2。

表 2 2 组患者干预前、后的 LVEF 和 2-MST 次数比较( $\bar{x} \pm s$ )

组别	例数	LVEF (%)		2-MST 踏步次数(次)	
		干预前	干预后	干预前	干预后
对照组	20	55.95±13.00	56.25±11.01	83.05±17.43	71.25±14.21 <sup>a</sup>
康复组	22	54.55±12.65	53.73±9.29	81.00±15.61	79.41±10.99 <sup>b</sup>

注: 与组内干预前比较, <sup>a</sup> $P < 0.01$ ; 与对照组干预后比较, <sup>b</sup> $P < 0.05$

### 二、2 组患者出院 1 个月后 VSAQ 估测的运动能力比较

与对照组比较, 康复组患者出院 1 个月后(随访) VSAQ 估测运动能力的 METs 值为(5.77±1.46) MET, 明显高于对照组[(4.75±1.34) MET], 组间差异有统计学意义( $P < 0.05$ )。

### 三、2 组患者平均住院时间比较

康复组和对照组患者的平均住院时间分别为(15.59±3.08)天和(18.45±3.63)天, 康复组短于对照组, 且差异有统计学意义( $P < 0.01$ )。

### 四、相关性分析

干预后, 2 组患者的 2-MST 踏步次数与干预前 2-MST 的踏步次数呈正相关( $r = 0.869$ ,  $P < 0.01$ ), 详见图 1; 出院 1 个月后 2 组患者的运动能力与干预前 2-MST 次数呈正相关( $r = 0.752$ ,  $P < 0.01$ ), 详见图 2。

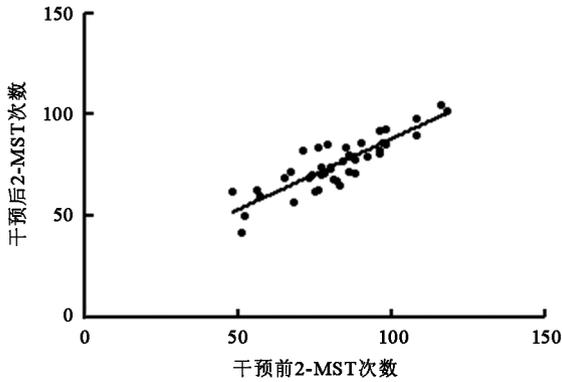


图 1 干预后 2-MST 次数与干预前 2-MST 次数散点图

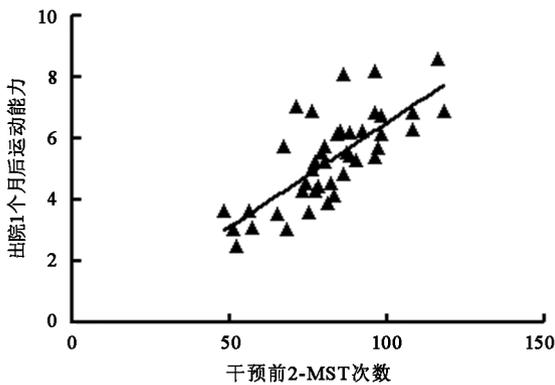


图 2 出院 1 个月后运动能力与干预前 2-MST 次数散点图

### 讨 论

运动能力降低是心血管疾病患者,尤其是心脏外科术后患者常见的临床表现,运动能力低下的患者临床预后不良;心脏康复能够提高心血管病患者的运动能力,改善患者预后<sup>[1]</sup>。目前运动能力的评估方法包括仪器法和徒手法,前者主要有心肺运动负荷试验,其测得的峰值氧耗是公认的评价运动能力的金指标,但对于体能较差和心脏外科手术后的患者难以实施;后者主要有 6 min 步行试验(6-minute walk test, 6-MWT)和 2-MST<sup>[10]</sup>。有研究证实,6-MWT 与心肺运动负荷试验测得的峰值耗氧呈正相关<sup>[14]</sup>;2-MST 与 6-MWT 呈正相关,且与运动负荷试验测得的峰值耗氧、运动能力呈正相关,其对患者体能的要求低于 6-MWT,能够用于患者体能无法完成 6-MWT 的患者<sup>[15-18]</sup>。本研究纳入的心脏外科术后早期患者,病情较重,体能较差,无法顺利完成心肺运动负荷试验或 6-MWT,故采用相对体能要求较低的 2-MST 对心脏外科手术后住院期的患者进行评估,比较住院期康复治疗对患者术后运动能力的影响。结果显示,康复组患者出院时的 2-MST 踏步次数明显高于对照组 ( $P < 0.05$ ),这说明住院期心脏康复可以明显提高心脏外科术后患者的运动能力,且 2-MST 方法简单实用,适用于心脏外科手术后患者早期运动能力评估。

LVEF 是临床评价心功能的常用指标,而 2-MST 是对心、肺、骨骼肌三者功能的综合评价,与峰值氧耗呈正相关,能较全面地反映患者的运动能力。20 世纪 80 年代后期,心脏病学家就认识到,生理评估(如峰值氧耗、代谢当量)较经典的心力衰竭危险因素[包括纽约心脏病协会(New York Heart Association, NYHA)分级和 LVEF 等]更敏感、更早出现变化,是较可靠的独立预测预后指标<sup>[19-23]</sup>。本研究康复组出院时的 LVEF 与对照组相比差异无统计学意义 ( $P > 0.05$ ),而 2-MST 踏步次数明显高于对照组,提示 2-MST 可能较 LVEF 更为敏感和更早出现变化,亦提示临床上不仅要重视患者的心功能指标,还应关注患者的运动能力。有研究证实,外科手术患者术前的运动能力可作为术后恢复的独立预测因子;术前运动能力高的患者,术后运动能力恢复较快;术前运动能力低下的患者,术后运动能力相对恢复较慢;术前的运动训练能明显提高患者术后的运动能力,有助于患者术后恢复,减少术后并发症、缩短住院时间、减少术后短期病死率<sup>[24-26]</sup>。本研究患者出院时的 2-MST 踏步次数与入院时 2-MST 的踏步次数呈正相关,出院后 1 个月后运动能力与入院时 2-MST 踏步次数呈正相关,提示对择期心脏外科手术患者进行术前运动训练,提高术前运动能力,可以提高患者术后运动能力,促进患者术后快速恢复。

此外,VSAQ 问卷法也是临床常用的评估运动能力的方法之一,其特点是简单方便、易于使用、节约时间及费用、避免运动负荷试验的相关风险,能够电话随访进行。有研究证实,VSAQ 问卷法可用于评估心血管疾病患者的运动能力,其结果与运动负荷试验测得的峰值氧耗及运动能力具有相关性<sup>[27-28]</sup>。本研究采用 VSAQ 问卷法电话随访对患者出院 1 个月后的运动能力进行评估;与对照组比较,康复组患者出院 1 个月后(随访)VSAQ 估测运动能力的 METs 值为  $(5.77 \pm 1.46)$  MET,明显高于对照组 [ $(4.75 \pm 1.34)$  MET],且组间差异有统计学意义 ( $P < 0.05$ );康复组的住院时间亦较对照组明显缩短 ( $P < 0.01$ )。进一步说明住院期心脏康复可以明显提高心脏外科术后患者运动能力,促进患者术后快速恢复,缩短住院时间。

综上所述,住院期心脏康复可以明显改善心脏外科术后患者的运动能力,缩短住院时间,是心脏外科手术后患者快速恢复的有效手段和重要环节,值得临床推广和应用;而 2 min 踏步试验方法简单且实用,可用于心脏外科手术后患者早期运动能力的评估。

### 参 考 文 献

[1] Hsu CJ, Chen SY, Su S, et al. The effect of early cardiac rehabilitation on health-related quality of life among heart transplant recipients and

- patients with coronary artery bypass graft surgery [J]. *Transplantation Proceedings*, 2011, 43 (7) : 2714-2717. DOI: 10.1016/j.transproceed.2011.04.025.
- [2] Shepherd C W, While A E. Cardiac rehabilitation and quality of life: a systematic review [J]. *Int J Nurs Stud*, 2012, 49 (6) : 755-771. DOI: 10.1016/j.ijnurstu.2011.11.019.
- [3] 高明宇, 孙雪岩. 冠状动脉移植术后心脏康复治疗的作用 [J]. *心血管康复医学杂志*, 2013, 22 (2) : 189-192. DOI: 10.3969/j.issn.1008-0074.2013.02.29.
- [4] Nishimura RA, Otto CM, Bonow RO, et al. 2014 AHA/ACC guideline for the management of patients with valvular heart disease: a report of the American College of Cardiology [Z]. *American Heart Association Task Force on Practice Guidelines*, 2014; 148, e1-e132. DOI: 10.1016/j.jtcvs.2014.05.014.
- [5] Patel MR, Dehmer GJ, Hirshfeld JW, et al. ACCF/SCAI/STS/ AATS/ AHA/ASNC/HFSA/SCCT 2012 appropriate use criteria for coronary revascularization focused update: a report of the American College of Cardiology Foundation Appropriate Use Criteria Task Force, Society for Cardiovascular Angiography and Interventions, Society of Thoracic Surgeons, American Association for Thoracic Surgery, American Heart Association, American Society of Nuclear Cardiology, and the Society of Cardiovascular Computed Tomography [J]. *J Thorac Cardiovasc Surg*, 2012, 143 (4) : 780-803. DOI: 10.1016/j.jtcvs.2012.01.061.
- [6] 中华医学会心血管病学分会, 中国康复医学会心血管病专业委员会, 中国老年学学会心脑血管病专业委员会. 冠心病康复与二级预防中国专家共识 [J]. *中华心血管病杂志*, 2013, 41 (4) : 267-275. DOI: 10.3760/cma.issn.0253-3758.2013.04.003.
- [7] American Association of Cardiovascular, Pulmonary Rehabilitation. *Guidelines for cardiac rehabilitation and secondary prevention programs* [M]. 5th ed. Champaign, IL: Human Kinetics Publishers, 2013; 323.
- [8] Schnohr P, Scharling H, Jensen JS. Changes in leisure-time physical activity and risk of death: an observational study of 7,000 men and women [J]. *Am J Epidemiol*, 2003, 158 (7) : 639-644. DOI: 10.1093/aje/kwg207.
- [9] 方显明, 林荣荣, 方兴, 等. 左室射血分数对心力衰竭的诊断价值研究 [J]. *中西医结合心脑血管病杂志*, 2015 (14) : 1593-1595. DOI: 10.3969/j.issn.1672-1349.2015.14.004.
- [10] Rikli R, Jones CJ. *Senior fitness test manual* [M]. 2nd ed. Champaign, IL: Human Kinetics Publishers, 2013; 176.
- [11] Myers J, Bader D, Madhavan R, et al. Validation of a specific activity questionnaire to estimate exercise tolerance in patients referred for exercise testing [J]. *Am Heart J*, 2001, 142 (6) : 1041-1046. DOI: 10.1067/mhj.2001.118740.
- [12] Myers J, Do D, Herbert W, et al. A nomogram to predict exercise capacity from a specific activity questionnaire and clinical data [J]. *Am J Cardiol*, 1994, 73 (8) : 591-596.
- [13] 丁磊, 范大立. 心脏影像学对左室射血分数的评估 [J]. *北京大学学报 (医学版)*, 2012, 44 (5) : 694-700. DOI: 10.3969/j.issn.1671-167X.2012.05.007.
- [14] Casillas JM, Hannequin A, Besson D, et al. Walking tests during the exercise training: specific use for the cardiac rehabilitation [J]. *Ann Phys Rehabil Med*, 2013, 56 (7-8) : 561-575. DOI: 10.1016/j.rehab.2013.09.003.
- [15] Alosco ML, Spitznagel MB, Raz N, et al. The 2-minute step test is independently associated with cognitive function in older adults with heart failure [J]. *Aging Clin Exp Res*, 2012, 24 (5) : 468-474. DOI: 10.3275/8186.
- [16] Pedrosa R, Holanda G. Correlation between the walk, 2-minute step and TUG tests among hypertensive older women [J]. *Revista Brasileira De Fisioterapia*, 2009, 13 (3) : 252-256. DOI: 10.1590/S1413-3552009005000030.
- [17] Baltzan M A, Kamel H, Alter A, et al. Pulmonary rehabilitation improves functional capacity in patients 80 years of age or older [J]. *Can Respir J*, 2004, 11 (6) : 407-413.
- [18] Garcia S, Alosco ML, Spitznagel MB, et al. Cardiovascular fitness associated with cognitive performance in heart failure patients enrolled in cardiac rehabilitation [J]. *BMC Cardiovasc Disord*, 2013, 13 (1) : 29. DOI: 10.1186/1471-2261-13-29.
- [19] Stelken AM, Younis LT, Jennison SH, et al. Prognostic value of cardiopulmonary exercise testing using percent achieved of predicted peak oxygen uptake for patients with ischemic and dilated cardiomyopathy [J]. *J Am Coll Cardiol*, 1996, 27 (2) : 345-352. DOI: 10.1016/0735-1097(95)00464-5.
- [20] Mancini DM, Eisen H, Kussmaul W, et al. Value of peak exercise oxygen consumption for optimal timing of cardiac transplantation in ambulatory patients with heart failure [J]. *Circulation*, 1991, 83 (3) : 778-786. DOI: 10.1161/01.CIR.83.3.778.
- [21] Likoff MJ, Chandler SL, Kay HR. Clinical determinants of mortality in chronic congestive heart failure secondary to idiopathic dilated or to ischemic cardiomyopathy [J]. *Am J Cardiol*, 1987, 59 (6) : 634-638.
- [22] Myers J, Gullestad L, Vagelos R, et al. Clinical, hemodynamic, and cardiopulmonary exercise test determinants of survival in patients referred for evaluation of heart failure [J]. *Ann Intern Med*, 1998, 129 (4) : 286-293. DOI: 10.7326/0003-4819-129-4-199808150-00004.
- [23] Itoh H, Taniguchi K, Koike A, et al. Evaluation of severity of heart failure using ventilatory gas analysis [J]. *Circulation*, 1990, 81 (1 Suppl) : I31-I37.
- [24] Dronkers JJ, Chorus AM, van Meeteren NL, et al. The association of pre-operative physical fitness and physical activity with outcome after scheduled major abdominal surgery [J]. *Anaesthesia*, 2013, 68 (1) : 67-73. DOI: 10.1111/anae.12066.
- [25] Ditmyer MM, Topp R, Pifer M. Prehabilitation in preparation for orthopaedic surgery [J]. *Orthop Nurs*, 2002, 21 (5) : 43-54.
- [26] Elings J, Hoogbeem TJ, Dronkers JJ, et al. Physical exercise therapy before and after major surgery: effective or not [J]. *Ned Tijdschr Geneesk*, 2015, 159: A7860.
- [27] Bader DS, McInnis KJ, Maguire TE, et al. Accuracy of a pretest questionnaire in exercise test protocol selection [J]. *Am J Cardiol*, 2000, 85 (6) : 767-770, A8-9.
- [28] Morris CK, Myers J, Froelicher VF, et al. Nomogram based on metabolic equivalents and age for assessing aerobic exercise capacity in men [J]. *J Am Coll Cardiol*, 1993, 22 (1) : 175-182.

(修回日期: 2016-03-23)

(本文编辑: 汪玲)