

# 运动康复治疗对射血分数保存心力衰竭患者运动耐力、舒张功能和生活质量的影响

丁立群<sup>1</sup> 张云梅<sup>1</sup> 张进<sup>1</sup> 壮可<sup>1</sup> 范洁<sup>1</sup> 杨洁琼<sup>1</sup>

**[摘要]** **目的:**探讨运动康复治疗对射血分数保存心力衰竭(心衰)患者运动耐力、舒张功能和生活质量的影响。**方法:**入选了100例NYHA心功能Ⅱ~Ⅲ级,左室射血分数(LVEF)保存心衰患者,在药物治疗基础上,根据患者意愿分为运动康复组和对照组。运动康复组采用踏车运动康复,训练强度为基线水平症状限制性心肺运动试验测得的峰值氧耗量(peak VO<sub>2</sub>)50%~80%。每周运动3次,每次40 min。在基线及12周随访结束时通过心肺运动试验测 peak VO<sub>2</sub>,二氧化碳通气当量斜率(VE/VCO<sub>2</sub> slop),无氧阈氧耗量(VO<sub>2</sub> AT),最大运动功率和最大运动时间;超声心动图仪检测并计算舒张早期二尖瓣血流速度与舒张早期二尖瓣环运动速度比(E/e'),左房容积指数(LAVI),左室肌重量指数(LVMI),LVEF;测试6 min步行距离;测血浆N端B型脑钠肽前体(NT-proBNP);通过明尼苏达心衰生活质量问卷表(MLWHFQ)评估生活质量。并对上述指标进行组内及组间比较。**结果:**运动康复组及对对照组随访12周后 peak VO<sub>2</sub>、VO<sub>2</sub> AT、最大运动功率、最大运动时间及6 min步行距离均较前增加(P<0.05);VE/VCO<sub>2</sub> slop、E/e'、LAVI及MLWHFQ总分均较前下降(P<0.05),但运动康复组优于对照组(P<0.05)。LVMI、LVEF及NT-proBNP组内比较及组间比较差异无统计学意义(P>0.05)。**结论:**运动康复治疗改善了LVEF保存心衰患者的运动耐力、左室舒张功能及生活质量。

**[关键词]** 运动康复;射血分数保存心力衰竭;运动耐力;左室舒张功能;生活质量

doi:10.13201/j.issn.1001-1439.2017.09.008

**[中图分类号]** R541.6 **[文献标志码]** A

## Effects of exercise training on exercise capacity, diastolic function and quality of life in patients with heart failure and preserved ejection fraction

DING Liqun ZHANG Yunmei ZHANG Jin ZHUANG Ke FAN Jie YANG Jieqiong  
(Department of Cardiology, the First People's Hospital of Yunnan Province, Kunming, 650032, China)

Corresponding author: DING Liqun, E-mail: dingliqunkm@sina.com

**Abstract Objective:** To evaluate the effects of exercise training (ET) on exercise capacity, diastolic function and quality of life (QoL) in patients with heart failure and preserved ejection fraction (HFpEF). **Method:** A total of 100 patients with HFpEF were assigned to exercise training (ET) group (n=42) and control group (n=58) according to the willingness of patients. Patients in ET participated in supervised endurance exercise training program for 12 weeks. Training intensity was tailored individually 50% to 80% of peak oxygen uptake (peak VO<sub>2</sub>) during baseline cardiopulmonary exercise testing (CPET). Patients in ET exercised 3 times a week and for 40 minutes each. Measurements were performed before and after 12-week study period. The variables of peak VO<sub>2</sub>, VE/VCO<sub>2</sub> slop, anaerobic threshold (VO<sub>2</sub> AT), maximum workload and maximum exercise time were measured by CPEX. The variables of E/e', left ventricular mass index (LVMI), left ventricular ejection fraction (LVEF), and left atrial volume index (LAVI) was performed by echocardiography. Blood samples were taken for measurement of N-terminal pro-B-type natriuretic peptide (NT-proBNP). Patients underwent 6-min walk test, and QoL was assessed by the Minnesota Living With Heart Failure Questionnaire (MLWHFQ). **Result:** After following 12 weeks, peak VO<sub>2</sub>, VO<sub>2</sub> AT, maximum workload, maximum exercise time and 6-min walk distance increased significantly; and VE/VCO<sub>2</sub> slop, E/e', LAVI and MLWHFQ decreased significantly in both groups, but the changes of these variables were even more in ET group than in control group. However, The change of LVMI, LVEF and NT-proBNP was not significant between ET group and control group after following 12 week. **Conclusion:** Exercise training improves exercise capacity, diastolic function and quality of life in patients with HFpEF.

**Key words** exercise training; heart failure with preserved ejection fraction; diastolic function; quality of life

<sup>1</sup>云南省第一人民医院心内科(昆明,650032)  
通信作者:丁立群,E-mail:dingliqunkm@sina.com

流行病学研究发现左室射血分数(LVEF)保存心力衰竭(心衰)患者的发病率明显增高,约占症状性心衰患者的50%,其病死率与射血分数降低患者相差无几<sup>[1-2]</sup>。然而到目前为止,对于射血分数保存心衰患者没有明确有效的药物治疗<sup>[3-4]</sup>。一些循证医学表明运动康复可降低慢性心衰患者的病死率,减少反复住院次数,改善患者的生活质量<sup>[5]</sup>。但这些研究主要是针对射血分数下降的心衰患者,对其保存的心衰患者研究较少。因此,本研究拟探讨有氧运动康复治疗对射血分数保存心衰患者心功能、运动耐力及生活质量的影响。

## 1 对象与方法

### 1.1 对象

选取2014-01-01—2016-08-30在我科住院治疗的慢性心衰患者100例,年龄35~75岁;男女比:56:44。满足射血分数保存心衰诊断标准<sup>[4]</sup>,纽约心功能分级(NYHA)Ⅱ~Ⅲ级,并经药物治疗病情稳定1个月以上。

结合患者意愿,分为有氧运动康复组(42例)及对照组(58例)。排除标准:3个月内的心肌梗死、致命性心律失常、急性心肌炎、梗阻性肥厚性心肌病、主动脉瓣狭窄、严重瓣膜性心脏病、未控制的高血压、心内或静脉血栓、严重肺部疾病及其他原因运动禁忌。2组患者的一般情况见表1。

### 1.2 方法

**1.2.1 心肺运动试验** 患者均采用瑞士席勒公司生产的心肺运动测试系统(SCHILLER-CS200),运动器械为功率自行车,采用递增功率运动方案,根据受试者的心肺功能状态以及日常活动能力选择适合的功率负荷,在医师的监督下进行症状限制性最大量心肺运动试验,鼓励患者运动到呼吸交换率(RER)>1.05。同步测定记录每次呼吸时的气体交换指标、心率、血压、心电图和血氧饱和度等。观察指标:峰值氧耗量(peak VO<sub>2</sub>),二氧化碳通气当量斜率(VE/VCO<sub>2</sub> slop),无氧阈氧耗量(VO<sub>2</sub>AT),最大运动功率和最大运动时间。

**1.2.2 超声心动图** 采用PHILIPS-EPZQ-7C超声心动图仪检测并计算舒张早期二尖瓣血流速度与舒张早期二尖瓣环运动速度比(E/e'),左房容积指数(LAVI),左室肌重量指数(LVMI),采用simpson法测左心室射血分数(LVEF)。

**1.2.3 生活质量评估** 通过明尼苏达心衰生活质量问卷表(MLWHFQ)评估心衰患者症状、体征、情感、工作及生活方式<sup>[6]</sup>。

**1.2.4 其他检查** 6 min步行试验,心电图、血常规、血生化及N端B型脑钠肽前体(NT-proBNP)。

**1.2.5 运动处方** 运动康复组采用踏车运动康复,训练强度为基线水平症状限制性心肺运动试验

测得的peak VO<sub>2</sub> 50%~80%。训练开始2周运动强度为50%~60% peak VO<sub>2</sub>,接下来的10周,如患者能耐受,尽可能使运动强度达到70%~80% peak VO<sub>2</sub>。每周运动3次,每次40 min,其中热身1 min,接着在5 min内逐渐增加运动功率到达目标功率后平稳维持目标功率30 min,然后在2 min内运动功率逐渐降至0,最后空踩2 min后结束运动康复。在运动过程中及运动结束后10 min持续心电图监护,观察心率、ST-T改变及有无心律失常,每2 min测血压1次。对照组:建议患者除了常规日常活动外,根据患者自身情况尽可能每天快步走30 min。

所有患者在入组前及12周随访期结束时均行症状限制性心肺运动试验、超声心动图、生活质量评估、6 min步行试验,NT-proBNP检查。所有患者在12周的观察期内继续服用药物治疗。

### 1.3 统计学处理

应用SPSS13.0统计软件进行分析,正态分布的计量资料采用均数±标准差,组内比较采用配对t检验,组间比较采用方差分析;计数资料用例(%)表示,率的比较采用χ<sup>2</sup>检验。以P<0.05为差异有统计学意义。

## 2 结果

### 2.1 基线资料

2组年龄、性别、体质指数(BMI)、心率、血压、NYHA、并发症及药物治疗等基线资料差异均无统计学意义,具有可比性。见表1。

表1 2组基线资料比较

指标	运动康复组 (42例)	对照组 (58例)	P
男性	23(54.7)	33(56.9)	0.75
年龄/岁	62±8	64±5	0.50
BMI/(kg·m <sup>-2</sup> )	25±6	25±4	0.91
心率/(次·min <sup>-1</sup> )	68±14	66±10	0.86
SBP/mmHg <sup>△</sup>	136±16	137±18	0.94
DBP/mmHg	78±12	76±14	0.53
NYHA Ⅱ/Ⅲ/例	17/25	23/35	0.25
并发症			
糖尿病	12(28.6)	16(27.5)	0.62
高血压	24(57.1)	34(58.6)	0.89
冠心病	19(45.2)	26(44.8)	0.92
药物治疗			
ACEI/ARB	42(100)	58(100)	—
β受体阻滞剂	42(100)	58(100)	—
利尿剂	34(80.9)	46(79.3)	0.97

<sup>△</sup>1 mmHg=0.133 kPa。SBP:收缩压;DBP:舒张压;ACEI:血管紧张素转换酶抑制剂;ARB:血管紧张素Ⅱ受体拮抗剂。

## 2.2 基线水平及随访 12 周后心肺运动试验及超声心动图指标的变化

2 组随访 12 周后 Peak VO<sub>2</sub>、VO<sub>2</sub>AT、最大运动功率及最大运动时间均较前增加; VE/VCO<sub>2</sub> slop、E/e' 及 LAVI 较前下降, 提示对照组和运动康复组运动耐力及左室舒张功能较前改善, 但运动康复组优于对照组。LVMI 及 LVEF 组内及组间比较差异无统计学意义。见表 2。

## 2.3 基线水平及随访 12 周后 6min 步行试验、生活质量评分(QoL)及 NT-proBNP 指标变化

2 组随访 12 周后 6 min 步行距离均较前增加, MLWHFQ 总分较前减少, 提示 2 组患者的运动耐力较前增加, 生活质量较前改善, 但规律的有氧运动康复组优于对照组。NT-proBNP 略高于正常值, 但组内及组间比较差异均无统计学意义。见表 3。

表 2 基线水平及 12 周后心肺运动试验及超声心动图指标

Table 2 Cardiopulmonary exercise testing and echocardiographic data at baseline and after 12 weeks  $\bar{x} \pm s$

指标	运动康复组(42 例)		对照组(58 例)	
	基线	12 周后	基线	12 周后
Peak VO <sub>2</sub> /(ml·min <sup>-1</sup> ·kg <sup>-1</sup> )	16.7±4.5	19.6±5.1 <sup>1)2)</sup>	16.4±4.1	18.2±4.8 <sup>1)</sup>
VO <sub>2</sub> AT/(ml·min <sup>-1</sup> ·kg <sup>-1</sup> )	10.5±3.8	13.7±3.2 <sup>1)2)</sup>	10.4±2.6	11.9±3.4 <sup>1)</sup>
VE/VCO <sub>2</sub> slop	34.0±5.7	30.0±4.9 <sup>1)2)</sup>	34.0±4.6	32.0±5.0 <sup>1)</sup>
最大运动功率/W	110.0±32.0	136.0±38.0 <sup>1)2)</sup>	112.0±36.0	124.0±43.0 <sup>1)</sup>
最大运动时间/s	528.0±109.0	605.0±146.0 <sup>1)2)</sup>	530.0±120.0	570.0±158.0 <sup>1)</sup>
E/e'	14.6±3.5	10.6±3.2 <sup>1)2)</sup>	14.4±3.8	12.9±2.6 <sup>1)</sup>
LAVI/(ml·m <sup>-2</sup> )	33.9±7.4	28.4±6.3 <sup>1)2)</sup>	34.2±8.1	31.5±8.5 <sup>1)</sup>
LVMI/(mg·m <sup>-2</sup> )	124.0±36.0	126.0±37.0	130.0±38.0	132.0±26.0
LVEF/%	62.0±8.0	64.0±6.0	65.0±9.0	65.0±8.0

与同组基线水平比较,<sup>1)</sup> P<0.05; 与对照组同期比较,<sup>2)</sup> P<0.05。

表 3 基线及随访 12 周后 6 min 步行试验、QoL 及 NT-proBNP 指标

Table 3 6 min walk distance, QoL and NT-proBNP data at baseline and after 12 weeks  $\bar{x} \pm s$

指标	运动康复组(42 例)		对照组(58 例)	
	基线	12 周后	基线	12 周后
6 min 步行距离/m	425±72	456±83 <sup>1)2)</sup>	400±86	424±74 <sup>1)</sup>
MLWHFQ 总分	46±18	24±12 <sup>1)2)</sup>	44±15	34±17 <sup>1)</sup>
NT-proBNP/(ng·ml <sup>-1</sup> )	287±59	275±64	290±68	282±70

MLWHFQ: 明尼苏达心衰生活质量问卷表; 12 周前后组内指标比较,<sup>1)</sup> P<0.05; 与对照组比较,<sup>2)</sup> P<0.05。

## 2.4 随访

所有患者在随访 12 周内无死亡及再次住院。运动康复组 42 例患者均安全地按计划完成了训练任务。

## 3 讨论

国际上慢性心衰运动康复始于 20 世纪 70 年代末, 一定量的循证医学证据证明了其安全性和有效性。但这些研究主要针对 LVEF 降低的慢性心衰患者。最近发表的一项荟萃分析<sup>[7]</sup>, 入组了 33 项运动康复试验的 4 740 例患者中, 绝大多数是射血分数降低的慢性心衰患者。通过 1 年以上的随访发现, 运动康复有降低这些患者病死率的趋势。与对照组比较, 运动康复组降低了全因住院率及心衰住院率, 并改善了患者生活质量。并且在 LVEF 降低的慢性心衰患者运动康复研究发现, 运动康复改善了舒张期左室壁僵硬<sup>[8]</sup>。但运动康复对 LVEF 保留的慢性心衰患者的研究目前较少。鉴

于此, 本研究入组了 100 例 LVEF 保留的慢性心衰患者, 评估规律的有氧运动康复对其运动耐力、生活质量及左室舒张功能的影响。随访 12 周后发现, 在药物治疗基础上, 运动康复组及对照组的运动耐力、左室舒张功能及生活质量均较前有所改善, 但运动康复组改善优于对照组。对照组运动耐力、左室舒张功能及生活质量的改善可能与本研究根据心衰指南, 建议患者除了常规日常活动外, 根据患者自身情况尽可能每天快步走 30 min 有关。

心肺运动试验是运动试验的一种形式, 能客观定量评价心脏的储备功能和运动耐力。对于心衰患者, 心肺运动试验可用于判断心衰的严重程度、运动耐力、治疗效果评价及帮助判断患者的预后。其常用指标包括: peak VO<sub>2</sub>、VO<sub>2</sub>AT、VE/VCO<sub>2</sub> slop。peak VO<sub>2</sub> 指最大症状限制性心肺运动试验中所测得的最大耗氧量, 与心功能循环状态密切相关, 是评估心衰患者预后的重要指标。最近的研究

表明,根据 peak  $VO_2$  对 LVEF 降低及保留的心衰患者进行 Weber 分级(A、B、C、D 分别对应峰值氧耗量  $> 20$ 、 $16 \sim 20$ 、 $10 \sim 16$ 、 $< 10 \text{ ml} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$ ),3 年无心脏移植及无心脏循环辅助支持的生存率分别是 97%、93%、83% 和 64%<sup>[9]</sup>。 $VO_2AT$  指当运动负荷增加到一定量后,组织对氧的需求超过循环所能提供的供氧量,标志着无氧代谢的开始,此值越低说明心功能越差。由于  $VO_2AT$  所代表的是亚极量运动负荷,不受患者主观因素的影响,因此把  $VO_2AT$  和 peak  $VO_2$  结合在一起判断慢性心衰患者的运动耐力是科学及合理的<sup>[5]</sup>。二氧化碳通气当量斜率反映通气效率。心衰患者由于通气-灌注失衡、生理无效腔增加、及缺氧和(或)高碳酸血症刺激下过度通气导致  $CO_2$  分压降低等因素影响下,使  $VE/VCO_2$  斜率增加。 $VE/VCO_2$  斜率增加是心衰患者事件发生的强有力的预测因子<sup>[10-12]</sup>,尤其是  $VE/VCO_2$  斜率  $> 45$  时,LVEF 降低及保留的心衰患者 2 年无心脏事件生存率只有 44.2%<sup>[10]</sup>。

本研究通过心肺运动试验对 LVEF 保留的心衰患者进行运动耐力及心功能的评估,发现运动康复组经过 12 周的有氧运动康复后,peak  $VO_2$ 、 $VO_2AT$  及最大运动功率和最大运动时间较对照组增加,而  $VE/VCO_2$  slop 较对照组下降。6 min 步行试验结果也显示,运动康复组 6 min 步行距离较对照组明显增加。提示规律的有氧运动康复改善了 LVEF 保留心衰患者的心功能,提高了运动耐力,有助于改善患者预后。

LVEF 保留心衰的病理生理学特点是左室舒张功能下降。超声心动图指标  $E/e'$ 、LAVI 能精确地评估左室舒张功能。当左室舒张功能下降时, $E/e'$  和 LAVI 增加。而且有研究表明, $E/e'$  和 LAVI 增加和 LVEF 保留的心衰患者运动耐力和生活质量下降密切相关<sup>[13]</sup>。因此,反映左室舒张功能下降的  $E/e'$  和 LAVI 能否改善是 LVEF 保留心衰患者的治疗靶点。本研究发现,通过规律的有氧运动康复,运动康复组患者的  $E/e'$  和 LAVI 较对照组明显下降,提示通过有氧运动康复,左室舒张功能得到明显改善。

LVEF 保留的心衰患者除了运动耐力下降外,常常还伴有心理问题,抑郁症明显增加,使生活质量下降<sup>[14-15]</sup>。因此,对 LVEF 保留心衰患者的治疗除了改善运动耐力外,还需提高患者的生活质量。但目前只有少量研究探讨了运动康复对 LVEF 保留的心衰患者生活质量的影响。Nolte 等<sup>[15]</sup>的研究表明 LVEF 保留的心衰患者生活质量下降与运动耐力下降是密切相关的。当通过规律的有氧运动康复使  $E/e'$  及 peak  $VO_2$  改善后,生活质量评分当中关于精神心理和社会生活方面的

评分也显著改善。本研生活质量评估,通过 MLWHFQ 评估心衰患者症状、体征、情感、工作及生活方式。随访 12 周发现,运动康复组患者生活质量较对照组明显改善。可能是患者通过规律的有氧运动康复,心脏舒张功能得到改善,运动耐力增加,导致其对自身整体感觉好转,增强了患者战胜疾病的信心。

本研究在基线水平及 12 周随访结束时监测了血浆 NT-proBNP,其水平较正常值略有升高。康复运动组和对照组差异无统计学意义,有氧运动康复对其无影响。可能与本研究入选的心衰患者排除了严重的并发症且病情稳定有关;另外,NT-proBNP 水平的升高是和左室壁张力升高有关,而 LVEF 保存心衰患者可能因为左室壁的增厚缓解了左室壁的压力,使 NT-proBNP 水平升高不明显。

本研究患者在 12 周的随访期内无死亡及再次入院。运动康复组的 42 例患者均安全地完成了训练计划。患者依从性好,部分归因于入选运动康复组是结合了患者的意愿,同时也说明规律的有氧运动康复是安全有效的。

到目前为止,对 LVEF 保存心衰患者没有有效的药物治疗,而规律的有氧运动康复是一种充满希望的治疗方法。但如何采用最佳的运动模式、频度、强度及运动持续时间来提高运动耐力、减轻症状及改善患者预后,尚需要更多的研究来阐述。

#### 参考文献

- [1] OWAN T E, HODGE D O, HERGES R M, et al. Trends in prevalence and outcome of heart failure with preserved ejection fraction[J]. *N Engl J Med*, 2006, 355: 251-259.
- [2] BHATIA R S, TU J V, LEE D S, et al. Outcome of heart failure with preserved ejection fraction in a population-based study[J]. *N Engl J Med*, 2006, 355: 260-269.
- [3] PONIKOWSKI P, VOORS A A, ANKER S D, et al. 2016 ESC Guidelines for the diagnosis and treatment of acute and chronic heart failure: The Task Force for the diagnosis and treatment of acute and chronic heart failure of the European Society of Cardiology (ESC) Developed with the special contribution of the Heart Failure Association (HFA) of the ESC[J]. *Eur Heart J*, 2016, 37, 2129-2200.
- [4] YANCY C W, JESSUP M, BOZKURT B, et al. 2013 ACCF/AHA Guidelines for the management of heart failure: executive summary [J]. *Circulation*, 2013, 128: 1810-1852.
- [5] 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. 慢性稳定性心力衰竭运动康复中国专家共识[J]. *中华心血管病杂志*, 2014, 42(9): 714-720.

## 心肌病

抗心肌抗体在小儿病毒性心肌炎  
诊断中的价值及意义\*彭静<sup>1</sup> 张勇<sup>1</sup> 王瑞耕<sup>1</sup> 孙东明<sup>1</sup> 刘玲<sup>1</sup> 夏琨<sup>1</sup>  
龙元<sup>1</sup> 王丹丹<sup>1</sup> 蔡珊珊<sup>1</sup> 刘宁<sup>1</sup> 付佳<sup>1</sup>

**【摘要】** **目的:**分析病毒性心肌炎(VMC)患儿抗心肌抗体(AHA)的检测结果,明确AHA在小儿VMC诊断中的作用。**方法:**采用前瞻性分析方法,入选62例VMC患儿为VMC组,同期46例疑似VMC患儿为疑似VMC组,20名健康儿童设为对照组,采用酶联免疫吸附法对各组4种AHA[抗心肌线粒体ADP/ATP载体蛋白(ANT)抗体、抗 $\beta$ 1-受体抗体、抗M2胆碱能(M2)受体抗体、抗肌球蛋白重链(MHC)抗体]的结果进行分析和比较。**结果:**VMC组4种AHA的阳性率均高于对照组,差异有显著统计学意义( $P < 0.01$ ),疑似VMC组4种AHA的阳性率亦高于对照组,差异有统计学意义( $P < 0.05$ )。VMC组与疑似VMC组间差异有统计学意义( $P < 0.05$ )。抗ANT抗体、抗 $\beta$ 1-受体抗体、抗M2受体抗体、抗MHC抗体在VMC患儿中检测的灵敏度分别为91.9%、93.5%、90.3%、93.5%,特异度分别为85%、80%、85%、85%。11例暴发性心肌炎患儿4种AHA的阳性率分别为81.8%、90.9%、81.8%、81.8%。**结论:**AHA对小儿VMC的诊断具有较高的特异性和敏感性,检测结果与临床诊断高度一致,临床上可为VMC的诊断及免疫治疗提供依据。

**【关键词】** 抗心肌抗体;病毒性心肌炎;自身免疫;小儿

doi:10.13201/j.issn.1001-1439.2017.09.009

**【中图分类号】** R542.2 **【文献标志码】** A

\* 基金项目:武汉市卫生计生科研基金(No:WX17B08)

<sup>1</sup>华中科技大学同济医学院附属武汉儿童医院心内科(武汉,430016)  
通信作者:张勇,E-mail:1539210298@qq.com

- [6] RECTOR T S, KUBO S H, COHN J N, et al. Patients self-assessment of their congestive heart failure, part 2: content, reliability and validity of a new measure the Minnesota living with heart failure questionnaire [J]. Heart Failure, 1987; 198-190.
- [7] TAYLOR R S, SAGAR V A, DAVIES E J, et al. Exercise-based rehabilitation for heart failure [J]. Cochrane Database Syst Rev, 2014, 4: CD003331.
- [8] MALFATTO G, BRANZI G, OSCULATI G, et al. Improvement in left ventricular diastolic stiffness induced by physical training in patients with dilated cardiomyopathy [J]. J Card Fail, 2009, 15: 327-333.
- [9] RITT L E, MYERS J, STEIN R, et al. Additive prognostic value of a cardiopulmonary exercise test score in patients with heart failure and intermediate risk [J]. Int J Cardiol, 2015, 178: 262-264.
- [10] ARENA R, MYERS J, ABELLA J, et al. Development of a ventilatory classification system in patients with heart failure [J]. Circulation, 2007, 115: 2410-2417.
- [11] JAUSSAUD J, AIMABLE L, DOUARD H. The time for a new strong functional parameter in heart failure: the VE/VCO<sub>2</sub> slope [J]. Int J Cardiol, 2011, 147: 189-190.
- [12] CORNELIS J, TAEYMANS J, HENS W, et al. Prognostic respiratory parameters in heart failure patients with and without exercise oscillatory ventilation - a systematic review and descriptive meta-analysis [J]. Int J Cardiol, 2015, 182: 476-486.
- [13] EDELMANN F, GELBRICH G, DÜNGEN H D, et al. Exercise training improves exercise capacity and diastolic function in patients with heart failure with preserved ejection fraction [J]. JACC, 2011, 58, 1780-1791.
- [14] LEWIS E F, LAMAS G A, O'MEARA E, et al. CHARM Investigators: characterization of health-related quality of life in heart failure patients with preserved versus low ejection fraction in CHARM [J]. Eur J Heart Fail, 2007, 9: 83-91.
- [15] NOLTE K, HERRMANN-LINGEN C, WACHTER R, et al. Effects of exercise training on different quality of life dimensions in heart failure with preserved ejection fraction: the Ex-DHF-P trial [J]. Eur J Prev Cardiol, 2015, 22, 582-593.

(收稿日期:2017-03-03)