

## · 护理与康复 ·

# 心脏康复运动训练持续时间对介入治疗后冠心病患者心肺功能、运动能力及内皮细胞功能的影响研究

刘顺民<sup>1</sup>, 王顺楷<sup>1</sup>, 徐顺霖<sup>2</sup>

**【摘要】 目的** 探讨心脏康复运动训练持续时间对介入治疗后冠心病患者心肺功能、运动能力及内皮细胞功能的影响。**方法** 选取2017年1月—2018年4月新疆医科大学第二附属医院收治的介入治疗后冠心病患者90例,采用随机数字表法分为A、B、C3组,每组30例。3组患者均在常规治疗基础上进行心脏康复运动训练,A、B、C组患者心脏康复运动训练时间分别为2、4、6个月。比较3组患者训练前后心肺功能指标〔包括最大摄氧量( $VO_2\max$ )、最大心率(HR $\max$ )及左心室射血分数(LVEF)〕、运动能力指标〔运动耐量和6分钟步行距离(6MWT)〕及实验室检查指标〔包括内皮祖细胞(EPCs)占有核细胞百分比及血清转化生长因子 $\beta$ 1(TGF- $\beta$ 1)、脑钠肽(BNP)、肿瘤坏死因子 $\alpha$ (TNF- $\alpha$ )、C反应蛋白(CRP)〕。**结果** (1)训练前3组患者 $VO_2\max$ 、HR $\max$ 及LVEF比较,差异无统计学意义( $P>0.05$ )。训练后B、C组患者 $VO_2\max$ 、LVEF高于A组,HR $\max$ 低于A组( $P<0.05$ );C组患者 $VO_2\max$ 、LVEF高于B组,HR $\max$ 低于B组( $P<0.05$ )。(2)训练前3组患者运动耐量、6MWT比较,差异无统计学意义( $P>0.05$ )。训练后B、C组患者运动耐量大于A组,6MWT长于A组( $P<0.05$ );C组患者运动耐量大于B组,6MWT长于B组( $P<0.05$ )。(3)3组患者训练前EPCs占有核细胞的百分比、TGF- $\beta$ 1、BNP、TNF- $\alpha$ 、CRP及训练后BNP、TNF- $\alpha$ 、CRP比较,差异无统计学意义( $P>0.05$ );训练后B、C组患者EPCs占有核细胞的百分比、TGF- $\beta$ 1高于A组,C组患者EPCs占有核细胞的百分比、TGF- $\beta$ 1高于B组( $P<0.05$ )。**结论** 与短期心脏康复运动训练相比,长期心脏康复运动训练能更有效地改善介入治疗后冠心病患者心肺功能及内皮细胞功能,提高患者运动能力。

**【关键词】** 冠心病;心脏康复;运动训练;心肺功能;运动能力;内皮细胞功能

**【中图分类号】** R 541.4 **【文献标识码】** A DOI: 10.3969/j.issn.1008-5971.2019.02.026

刘顺民, 王顺楷, 徐顺霖. 心脏康复运动训练持续时间对介入治疗后冠心病患者心肺功能、运动能力及内皮细胞功能的影响研究[J]. 实用心脑血管病杂志, 2019, 27(2): 108-111. [www.syxnf.net]

LIU S M, WANG S K, XU S L. Impact of duration of cardiac rehabilitation exercise training on cardiopulmonary function, motor ability and endothelial cell function in postoperative coronary heart disease patients treated by interventional therapy [J]. Practical Journal of Cardiac Cerebral Pneumal and Vascular Disease, 2019, 27(2): 108-111.

**Impact of Duration of Cardiac Rehabilitation Exercise Training on Cardiopulmonary Function, Motor Ability and Endothelial Cell Function in Postoperative Coronary Heart Disease Patients Treated by Interventional Therapy** LIU Shunmin<sup>1</sup>, WANG Shunkai<sup>1</sup>, XU Shunlin<sup>2</sup>

1. Department of Cardiology, the Second Affiliated Hospital of Xinjiang Medical University, Urumqi 830063, China

2. Department of Rehabilitation, the Third Hospital of Peking University, Beijing 100191, China

Corresponding author: XU Shunlin, E-mail: xslsyy@163.com

**【Abstract】 Objective** To explore the impact of duration of cardiac rehabilitation exercise training on cardiopulmonary function, motor ability and endothelial cell function in postoperative coronary heart disease patients treated by interventional therapy. **Methods** A total of 90 coronary heart disease patients underwent interventional therapy were selected in the Second Affiliated Hospital of Xinjiang Medical University from January 2017 to April 2018, and they were divided into groups A, B and C according to random number table, with 30 cases in each group. Patients in the three groups received cardiac rehabilitation exercise training on the basis of routine treatment, thereinto duration of cardiac rehabilitation exercise training in groups A, B and C was 2, 4 and 6 months, respectively. Index of cardiopulmonary function ( $VO_2\max$ , HR $\max$  and LVEF) and motor ability (including exercise tolerance and 6-minute walking distance), and laboratory examination results (including percentage of EPCs in nuclear cells, serum levels of TGF- $\beta$ 1, BNP, TNF- $\alpha$  and CRP) were compared in the three groups before and after training. **Results** (1) There were no statistically significant difference in  $VO_2\max$ , HR $\max$  or

基金项目: 新疆维吾尔自治区自然科学基金资助项目 (2016D01C210)

1.830063 新疆维吾尔自治区乌鲁木齐市, 新疆医科大学第二附属医院心内科 2.100191 北京市, 北京大学第三医院康复科

通信作者: 徐顺霖, E-mail: xslsyy@163.com

LVEF in the three groups before training ( $P>0.05$ ). After training,  $VO_2\max$  and LVEF in groups B and C were statistically significantly higher than those in A group, while HRmax in groups B and C was statistically significantly lower than that in A group, respectively ( $P<0.05$ );  $VO_2\max$  and LVEF in C group were statistically significantly higher than those in B group, while HRmax was statistically significantly lower than that in B group ( $P<0.05$ ). (2) There was no statistically significant difference in exercise tolerance or 6-minute walking distance in the three groups before training ( $P>0.05$ ). After training, exercise tolerance in groups B and C was statistically significantly greater than that in A group, respectively, meanwhile 6-minute walking distance in groups B and C was statistically significantly longer than that in A group ( $P<0.05$ ); exercise tolerance in C group was statistically significantly greater than that in B group, meanwhile 6-minute walking distance in C group was statistically significantly longer than that in B group ( $P<0.05$ ). (3) There was no statistically significant difference in percentage of EPCs in nuclear cells, serum level of TGF- $\beta$  1, BNP, TNF- $\alpha$  or CRP before training, or serum level of BNP, TNF- $\alpha$  or CRP after training in the three groups ( $P>0.05$ ); after training, percentage of EPCs in nuclear cells and serum TGF- $\beta$  1 level in groups B and C were statistically significantly higher than those in A group, meanwhile percentage of EPCs and serum TGF- $\beta$  1 level in C group were statistically significantly higher than those in B group ( $P<0.05$ ). **Conclusion**

Compared with short-term cardiac rehabilitation exercise training, long-term cardiac rehabilitation exercise training can more effectively improve the cardiopulmonary function, endothelial cell function and motor ability in postoperative coronary heart disease patients treated by interventional therapy.

**【Key words】** Coronary heart disease; Cardiac rehabilitation; Exercise training; Cardiopulmonary function; Exercise ability; Endothelial cell function

近年来随着居民生活水平提高及生活方式改变,心血管疾病已成为威胁我国居民健康的首要疾病。既往研究表明,心脏康复可降低心血管疾病发病率、病死率及住院率,提高患者生活质量及改善患者心理健康,已成为心血管疾病治疗体系的重要组成部分,但我国相关医务人员对其认知还存在很多不足<sup>[1]</sup>。既往研究表明,运动训练可促使血液循环中内皮祖细胞(EPCs)增殖及转化生长因子 $\beta$ (transforming growth factor beta, TGF- $\beta$ )表达<sup>[2]</sup>。杜焱等<sup>[3]</sup>研究表明,中等强度有氧+阻抗混合模式训练能有效改善经皮冠状动脉介入治疗后患者的心功能及运动耐力。但目前有关心脏康复运动训练时间对心血管疾病患者的影响鲜有报道。本研究旨在分析心脏康复运动训练持续时间对介入治疗后冠心病患者心肺功能、运动能力及内皮细胞功能的影响,现报道如下。

## 1 资料与方法

**1.1 纳入与排除标准** 纳入标准:(1)纽约心脏病协会(NYHA)分级 I ~ III 级;(2)40岁 $\leq$ 年龄 $<70$ 岁;(3)近3个月内行介入治疗;(4)无血流动力学紊乱;(5)依从性良好。排除标准:(1)合并严重心肺功能不全及重症疾病者;(2)合并严重肢体关节疾病而影响运动康复训练者;(3)合并严重感染性疾病及恶性肿瘤者;(4)伴有未控制的严重合并症者。

**1.2 一般资料** 选取2017年1月—2018年4月新疆医科大学第二附属医院收治的介入治疗后冠心病患者90例,均符合第8版《内科学》<sup>[4]</sup>中冠心病的诊断标准,并经冠状动脉造影确诊。采用随机数字表法将所有患者分为A、B、C3组,每组30例。3组患者性别、年龄、病程、体质指数(BMI)、吸烟率、饮酒率、糖尿病发生率、高脂血症发生率、高血压发生率及NYHA分级比较,差异无统计学意义( $P>0.05$ ,见表1),具有可比性。本研究经新疆医科大学第二附属医院医学伦理委员会审核批准,所有患者知情并签署知情同意书。

**1.3 治疗方法** 3组患者均在常规治疗基础上进行心脏康复运动训练,A、B、C组患者心脏康复运动训练时间分别为2、4、6个月。训练期间应有专门人员实时监控患者心率和血压,根据运动时心率和自我感觉疲劳程度<sup>[5]</sup>调整运动强度,避免出现不适。

**1.3.1 常规治疗** 常规治疗包括抗血小板抑制剂、 $\beta$ -受体阻滞剂、血管紧张素转换酶抑制剂、他汀类药物等常规药物治疗,针对合并症进行治疗及戒烟戒酒、合理膳食。

**1.3.2 心脏康复运动训练** 选择中等强度有氧训练+阻抗训练,具体如下:(1)有氧训练:行心肺运动试验(cardiopulmonary exercise testing, CPET)<sup>[6]</sup>检测患者心肺功能,评估患者可耐受的最大有氧运动负荷量,以评估结果的40%~60%为运

表1 3组患者一般资料比较  
Table 1 Comparison of general information in the three groups

组别	例数	性别 (男/女)	年龄 ( $\bar{x}\pm s$ , 岁)	病程 ( $\bar{x}\pm s$ , 月)	BMI ( $\bar{x}\pm s$ , kg/m <sup>2</sup> )	吸烟 [n(%)]	饮酒 [n(%)]	糖尿病 [n(%)]	高脂血症 [n(%)]	高血压 [n(%)]	NYHA 分级(例)		
											I级	II级	III级
A组	30	19/11	55.6 $\pm$ 12.3	10.7 $\pm$ 3.6	22.7 $\pm$ 1.5	18(60.0)	9(30.0)	4(13.3)	11(36.7)	19(63.3)	6	19	5
B组	30	18/12	56.3 $\pm$ 11.8	11.3 $\pm$ 3.4	22.5 $\pm$ 1.6	19(63.3)	9(30.0)	5(16.7)	10(33.3)	20(66.7)	7	19	4
C组	30	20/10	56.5 $\pm$ 12.7	11.9 $\pm$ 2.8	22.6 $\pm$ 1.8	17(56.7)	8(26.7)	4(13.3)	12(40.0)	18(60.0)	5	21	4
检验统计量值		0.040	0.275 <sup>a</sup>	0.181 <sup>a</sup>	0.149 <sup>a</sup>	0.076	0.075	0.055	0.053	0.040	0.039 <sup>b</sup>		
P值		0.872	0.128	0.195	0.235	0.464	0.469	0.638	0.667	0.873	0.901		

注: BMI= 体质指数, NYHA= 纽约心脏病协会; <sup>a</sup> 为 F 值, <sup>b</sup> 为  $\chi^2$  值, 余检验统计量值为  $\chi^2$  值

动训练强度；运动形式包括踏板运动、跑步机快走、功率自行车训练；运动目标为心率达到最大心率（HR<sub>max</sub>）的60%~75%，耗氧量达到最大摄氧量（VO<sub>2max</sub>）的40%~70%。训练开始前预热5~10 min，然后持续训练30~40 min，2次/周。

（2）阻抗训练：选择拉伸弹力带，通过分级运动试验和最大负荷量测试（1RM）<sup>[7]</sup>评估患者可耐受最大阻抗运动负荷量，选择合适张力的弹力带。开始阶段：运动强度<30% 1RM，拉伸5~10次/组，1~3组/单元，2单元/周；提高阶段：运动强度为30%~50% 1RM，拉伸12~13次/组，1组/单元，2单元/周；逐步增加训练量，以拉伸10~15次/组且无腹肌紧张为运动目标。

#### 1.4 观察指标

1.4.1 心肺功能指标 采用CPET（意大利COSME公司生产，型号：K4b2）检测3组患者训练前后VO<sub>2max</sub>、HR<sub>max</sub>；采用多普勒超声仪（荷兰飞利浦公司生产，型号：EPIQ7C）检测两组患者训练前后左心室射血分数（LVEF）。

1.4.2 运动能力指标 采用CPET检测两组患者训练前后运动耐力，单位为代谢当量（metabolic equivalent, METs）；训练前后检测两组患者6分钟步行距离（6MWT）。

1.4.3 实验室检查指标 分别于训练前后抽取两组患者空腹外周静脉血4 ml，取1 ml全血抗凝，加入抗体孵育和裂解红细胞后，1 200 r/min离心5 min（离心半径12.5 cm），分离血清，采用流式细胞术检测EPCs占有核细胞的百分比，CD<sub>34</sub><sup>+</sup>/KDR<sup>+</sup>双标记阳性细胞为EPCs。另取3 ml外周血，3 000 r/min离心10 min（离心半径15 cm），留取血清，采用酶联免疫吸附试验检测血清TGF-β1、脑钠肽（BNP）、肿瘤坏死因子α（TNF-α），采用免疫比浊法检测血清C反应蛋白（CRP），严格按照试剂盒说明书进行操作。

1.5 统计学方法 应用SPSS 22.0统计学软件进行数据处理，计量资料以（ $\bar{x} \pm s$ ）表示，多组间比较采用单因素方差分析，组间两两比较采用 $q$ 检验；计数资料分析采用 $\chi^2$ 检验；等级资料分析采用秩和检验。以 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

## 2 结果

2.1 心肺功能指标 训练前3组患者VO<sub>2max</sub>、HR<sub>max</sub>及LVEF比较，差异无统计学意义（ $P > 0.05$ ）。训练后3组患者VO<sub>2max</sub>、HR<sub>max</sub>及LVEF比较，差异有统计学意义（ $P < 0.05$ ），B、C组患者VO<sub>2max</sub>、LVEF高于A组，HR<sub>max</sub>低于A组，差异有统计学意义（ $P < 0.05$ ）；C组患者VO<sub>2max</sub>、LVEF高于B组，HR<sub>max</sub>低于B组，差异有统计学意义（ $P < 0.05$ ，见表2）。

2.2 3组患者训练前后运动能力指标比较 训练前3组患者运动耐力、6MWD比较，差异无统计学意义（ $P > 0.05$ ）。训练后3组患者运动耐力、6MWD比较，差异有统计学意义（ $P < 0.05$ ）；B、C组患者运动耐力大于A组，6MWD长于A组，差异有统计学意义（ $P < 0.05$ ）；C组患者运动耐力大于B组，6MWD长于B组，差异有统计学意义（ $P < 0.05$ ，见表3）。

2.3 实验室检查指标 3组患者训练前EPCs占有核细胞的百分比、TGF-β1、BNP、TNF-α、CRP及训练后BNP、TNF-α、CRP比较，差异无统计学意义（ $P > 0.05$ ）；3组患者训练后EPCs占有核细胞的百分比、TGF-β1比较，差异有统计学意义（ $P < 0.05$ ）；B、C组患者EPCs占有核细胞的百分比、TGF-β1高于A组，C组患者EPCs占有核细胞的百分

比、TGF-β1高于B组，差异有统计学意义（ $P < 0.05$ ，见表4）。

表2 3组患者训练前后心肺功能指标比较（ $\bar{x} \pm s$ ）

Table 2 Comparison of index of cardiopulmonary function in the three groups before and after training

组别	例数	VO <sub>2max</sub> (ml/min)		HR <sub>max</sub> (次/min)		LVEF (%)	
		训练前	训练后	训练前	训练后	训练前	训练后
A组	30	892.5 ± 46.7	935.4 ± 50.6	97.4 ± 5.0	94.6 ± 4.7	29.7 ± 10.2	32.4 ± 10.3
B组	30	897.5 ± 44.3	972.6 ± 49.3 <sup>a</sup>	97.5 ± 5.1	92.4 ± 4.9 <sup>a</sup>	29.1 ± 10.7	35.6 ± 10.2 <sup>a</sup>
C组	30	889.7 ± 45.9	1 113.6 ± 48.1 <sup>ab</sup>	97.2 ± 4.9	90.2 ± 5.1 <sup>ab</sup>	29.5 ± 9.8	38.6 ± 10.4 <sup>ab</sup>
F值		0.151	13.672	0.149	6.186	0.155	7.753
P值		0.233	0.011	0.235	0.037	0.227	0.026

注：VO<sub>2max</sub>=最大摄氧量，HR<sub>max</sub>=最大心率，LVEF=左心室射血分数；与A组比较，<sup>a</sup> $P < 0.05$ ；与B组比较，<sup>b</sup> $P < 0.05$

表3 3组患者训练前后运动能力指标比较（ $\bar{x} \pm s$ ）

Table 3 Comparison of index of motor ability in the three groups before and after training

组别	例数	运动耐力 (METs)		6MWD (m)	
		训练前	训练后	训练前	训练后
A组	30	3.8 ± 0.2	4.1 ± 0.4	324.3 ± 22.6	375.6 ± 31.7
B组	30	3.8 ± 0.4	4.4 ± 0.4 <sup>a</sup>	325.6 ± 21.7	420.4 ± 33.2 <sup>a</sup>
C组	30	3.8 ± 0.3	4.8 ± 0.5 <sup>ab</sup>	323.8 ± 22.4	468.3 ± 32.5 <sup>ab</sup>
F值		0.144	7.681	0.146	14.672
P值		0.245	0.027	0.241	0.009

注：METs=代谢当量，6MWD=6分钟步行距离；与A组比较，<sup>a</sup> $P < 0.05$ ；与B组比较，<sup>b</sup> $P < 0.05$

## 3 讨论

冠心病是临床常见的心血管疾病，其发病率和病死率均较高，对人体健康危害较大。介入治疗是冠心病的主要治疗方法，但其并非是冠心病患者的治疗终点，介入治疗后患者还需长期预防再狭窄及心肌再缺血<sup>[8]</sup>。心脏康复指应用多种协同的、有目的的干预措施，使患者改善生活质量，回归正常社会生活，并预防心血管事件发生，较符合现代生物-心理-社会的医学模式。运动训练是心脏康复的重要组成部分，既往研究表明，有氧运动训练可改善老年冠心病慢性心力衰竭患者临床症状<sup>[9]</sup>；阻抗训练可有效促进患者血液循环，提高运动耐力<sup>[10]</sup>。本研究选择中等强度有氧训练+阻抗训练作为介入治疗后冠心病患者的心脏康复运动处方。

冠状动脉狭窄导致冠心病患者心肌供血不足，氧代谢能力下降，进而影响心肺功能及运动能力。VO<sub>2max</sub>是目前公认的评价心肺功能的金标准，可反映机体供氧能力的极限水平，其变化取决于心排血量和肺通气量；HR<sub>max</sub>为最大运动量时峰值心率；LVEF为重要的心肌泵功能指标，可反映左心功能。运动耐力是反映运动强度的常用指标<sup>[11]</sup>，6MWT能客观反映患者运动耐力<sup>[12]</sup>。本研究结果显示，训练后B、C组患者VO<sub>2max</sub>、LVEF高于A组，HR<sub>max</sub>低于A组，运动耐力大于A组，6MWD长于A组；C组患者VO<sub>2max</sub>、LVEF高于B组，HR<sub>max</sub>低于B组，运动耐力大于B组，6MWD长于B组，提示与短期心脏康复运动训练相比，长期心脏康复运动训练能



表4 3组患者训练前后实验室检查指标比较 ( $\bar{x} \pm s$ )  
Table 4 Comparison of laboratory examination results in the three groups before and after training

组别	例数	EPCs 占有核细胞的百分比 (%)		TGF- $\beta$ 1 ( $\mu$ g/L)		BNP (ng/L)		TNF- $\alpha$ (ng/L)		CRP (mg/L)	
		训练前	训练后	训练前	训练后	训练前	训练后	训练前	训练后	训练前	训练后
A组	30	0.027 $\pm$ 0.009	0.038 $\pm$ 0.011	17.4 $\pm$ 5.6	24.6 $\pm$ 4.3	613.4 $\pm$ 52.2	243.6 $\pm$ 37.4	11.47 $\pm$ 2.17	5.42 $\pm$ 1.18	7.45 $\pm$ 1.13	4.72 $\pm$ 0.07
B组	30	0.028 $\pm$ 0.007	0.051 $\pm$ 0.013 <sup>a</sup>	16.8 $\pm$ 6.1	31.4 $\pm$ 5.6 <sup>a</sup>	608.7 $\pm$ 51.8	232.2 $\pm$ 34.8	11.54 $\pm$ 2.23	4.77 $\pm$ 1.13	7.38 $\pm$ 1.07	4.25 $\pm$ 0.08
C组	30	0.028 $\pm$ 0.006	0.062 $\pm$ 0.015 <sup>ab</sup>	17.1 $\pm$ 5.9	38.2 $\pm$ 5.7 <sup>ab</sup>	611.5 $\pm$ 51.4	199.7 $\pm$ 35.9	11.51 $\pm$ 2.21	3.55 $\pm$ 1.08	7.42 $\pm$ 1.15	3.81 $\pm$ 0.06
F值		0.150	13.672	0.152	6.186	0.149	1.700	0.147	1.967	0.145	0.171
P值		0.234	0.011	0.232	0.037	0.236	0.207	0.238	0.179	0.242	0.207

注: EPCs=内皮祖细胞, TGF- $\beta$ 1=转化生长因子 $\beta$ 1, BNP=脑钠肽, TNF- $\alpha$ =肿瘤坏死因子 $\alpha$ , CRP=C反应蛋白; 与A组比较, <sup>a</sup> $P < 0.05$ ; 与B组比较, <sup>b</sup> $P < 0.05$

更有效地改善介入治疗后冠心病患者心肺功能, 提高患者运动能力。分析其原因可能如下: 运动训练增加了冠状动脉血流, 提高心肌收缩能力, 改善心肺功能, 长期运动训练有助于提高机体对运动的适应性, 不断提高运动能力; 另外, 长期运动训练还使心脏自主神经调节能力储备增大, 对运动的适应性增强, 故心率逐渐降低。

内皮功能损伤是冠心病的主要发病机制之一, EPCs是内皮细胞的前体细胞, 可参与内皮受损修复及血管新生<sup>[13]</sup>。TGF- $\beta$ 1与内皮细胞表达内皮型一氧化氮合酶(eNOS)关系密切, 而eNOS可维持内皮细胞稳态<sup>[14]</sup>; BNP在心肌缺血时其血浆浓度明显升高; TNF- $\alpha$ 可直接损伤内皮细胞, 导致动脉粥样硬化形成; CRP为高敏感性炎症标志物, 可促进内皮细胞凋亡。本研究结果显示, 训练后B、C组患者EPCs占有核细胞的百分比、TGF- $\beta$ 1高于A组, C组患者EPCs占有核细胞的百分比、TGF- $\beta$ 1高于B组, 提示与短期心脏康复运动训练相比, 长期心脏康复运动训练能更有效地改善介入治疗后冠心病患者内皮细胞功能, 分析其原因可能为运动训练可减轻心肌缺血导致的炎症反应、活化TGF- $\beta$ 1, 进而导致EPCs启动旁分泌效应<sup>[15]</sup>, 但具体机制尚未完全明确。本研究结果还表明, BNP、TNF- $\alpha$ 、CRP不受心脏康复运动训练时间的影响, 分析其原因可能与冠心病患者始终存在不同程度炎症反应、心肌缺血及长期药物治疗有关。

综上所述, 与短期心脏康复运动训练相比, 长期心脏康复运动训练能更有效地改善介入治疗后冠心病患者心肺功能及内皮细胞功能, 提高患者运动能力, 对介入治疗后冠心病患者制定心脏康复运动处方具有一定参考价值。

#### 参考文献

- [1] 胡大一. 中国心脏康复的现状与发展思路[J]. 中国实用内科杂志, 2017, 37(7): 581-582.DOI: CNKI: SUN: SYNK.0.2017-07-001.
- [2] 夏文豪. 运动改善衰老内皮祖细胞功能活性的机制研究[J]. 中国运动医学杂志, 2016, 35(7): 632-636.
- [3] 杜烨, 刘斌. 抗阻训练和中等强度有氧运动对经皮冠状动脉介入治疗术后患者心功能及运动耐力的影响[J]. 中国老年学杂志, 2015, 35(17): 4931-4933.DOI: 10.3969/j.issn.1005-9202.2015.17.095.
- [4] 葛均波, 徐永健. 内科学[M]. 8版. 北京: 人民卫生出版社,

2013: 227-256.

- [5] BORG G A. Psychophysical bases of perceived exertion [J]. Med Sci Sports Exerc, 1982, 14(5): 377-381.DOI: 10.1249/00005768-198205000-00012.
- [6] MAIORANA A J, NAYLOR L H, EXTERKATE A, et al. The impact of exercise training on conduit artery wall thickness and remodeling in chronic heart failure patients [J]. Hypertension, 2011, 57(1): 56-62.DOI: 10.1161/HYPERTENSIONAHA.110.163022.
- [7] 封飞虎, 凌波. 运动生理学[M]. 武汉: 华中科技大学出版社, 2014.
- [8] 葛均波. 冠心病介入治疗的过去、现在和未来[J]. 遵义医学院学报, 2014, 37(1): 1-5.
- [9] 谢勇, 张丽华, 董能斌, 等. 有氧运动训练对老年冠心病慢性心力衰竭患者血清和肽素水平影响[J]. 心血管康复医学杂志, 2016, 25(6): 565-568.DOI: 10.3969/j.issn.1008-0074.2016.06.02.
- [10] 张绍华, 王玉龙, 张天奉, 等. 抗阻力训练对冠心病PCI术后病人运动耐量和生存质量的影响[J]. 中西医结合心脑血管病杂志, 2018, 16(11): 1553-1555.DOI: 10.12102/j.issn.1672-1349.2018.11.024.
- [11] 崔文欣. 心肺运动试验在心血管疾病诊疗中的临床应用[J]. 中国卫生标准管理, 2015, 16(20): 80-82.DOI: 10.3969/j.issn.1674-9316.2015.20.061.
- [12] 张振英, 孙兴国, 席家宁, 等. 心肺运动试验制定运动强度对慢性心力衰竭患者心脏运动康复治疗效果影响的临床研究[J]. 中国全科医学, 2016, 19(35): 4302-4309.DOI: 10.3969/j.issn.1007-9572.2016.35.004.
- [13] 顾钰霞, 刘乃丰. 内皮祖细胞在冠状动脉粥样硬化性心脏病中的作用研究进展[J]. 东南大学学报(医学版), 2014, 33(3): 354-358.DOI: 10.3969/j.issn.1671-6264.2014.03.023.
- [14] 黄波, 胡珺, 郑宏超. 冠心病患者血清TGF- $\beta$ 1与IGF-1的相关性[J]. 中国老年学杂志, 2014, 34(5): 1368-1369.DOI: 10.3969/j.issn.1005-9202.2014.05.100.
- [15] 黎叶飞, 盛臻强, 王毅, 等. 内皮祖细胞和胰岛素样生长因子-1联合移植治疗急性心肌梗死的实验研究[J]. 南通大学学报(医学版), 2016, 36(1): 29-32.

(收稿日期: 2018-12-25; 修回日期: 2019-02-20)

(本文编辑: 谢武英)