

耐力运动训练对射血分数保留型心衰患者 峰值氧耗量和舒张功能的影响

邱志超, 陈珏通, 张建勇, 文彩虹, 邢哲, 刘桂斌, 曾凡超, 钟志雄, 袁玉琴
韶关市第一人民医院心血管内科, 广东 韶关 512000

【摘要】 目的 探讨耐力运动训练对射血分数保留型心衰(HFpEF)患者峰值氧耗量(Peak VO_2)和舒张功能的影响。方法 选择2019年1月至2020年12月韶关市第一人民医院心血管内科诊治的70例HFpEF患者为研究对象,根据随机数表法将患者分为耐力运动训练组(试验组, $n=35$)和常规治疗组(对照组, $n=35$),干预时间均为3个月,比较两组患者干预前后心肺运动试验中的Peak VO_2 、无氧阈值(VO_2AT)、分钟通气量与二氧化碳排出量斜率(VE/VCO_2 slope)、6 min步行距离以及超声心动图指标[包括二尖瓣充盈早期峰值速度与二尖瓣环舒张早期速度比值(E/e')、二尖瓣环舒张早期速度(e')和左心房容量指数(LAVI)]。结果 干预后,试验组患者的Peak VO_2 、 VO_2AT 和6 min步行距离分别为 (18.6 ± 5.5) mL/(min·kg)、 (12.8 ± 3.5) mL/(min·kg)、 (567.6 ± 81.7) m,明显高于干预前的 (16.4 ± 4.8) mL/(min·kg)、 (10.3 ± 3.0) mL/(min·kg)、 (541.6 ± 83.2) m, VE/VCO_2 slope为 30.0 ± 4.6 ,明显低于干预前的 34.1 ± 5.4 ,而 E/e' 比值和LAVI分别为 10.5 ± 2.5 、 (24.5 ± 6.3) mL/m²,明显少于干预前的 12.8 ± 3.2 、 (27.8 ± 7.3) mL/m², e' 为 (6.3 ± 1.3) cm/s,明显高于干预前的 (5.4 ± 1.2) cm/s,且上述指标干预后观察组均明显优于对照组,差异均有统计学意义($P<0.05$);但对对照组患者的上述各项指标在随访后与干预前比较差异均无统计学意义($P>0.05$)。结论 耐力运动训练可增加HFpEF患者Peak VO_2 ,提高运动耐量并改善左室舒张功能,安全性和耐受性好。

【关键词】 射血分数;心力衰竭;耐力运动训练;峰值氧耗量;舒张功能

【中图分类号】 R541.6 **【文献标识码】** A **【文章编号】** 1003—6350(2021)14—1786—03

Effect of endurance exercise training on peak oxygen consumption and diastolic function in patients with heart failure and preserved ejection fraction. QIU Zhi-chao, CHEN Jue-tong, ZHANG Jian-yong, WEN Cai-hong, XING Zhe, LIU Gui-bin, ZENG Fan-chao, ZHONG Zhi-xiong, YUAN Yu-qin. Department of Cardiovascular Medicine, Shaoguan First People's Hospital, Shaoguan 512000, Guangdong

【Abstract】 Objective To investigate the effect of endurance exercise training on peak oxygen consumption (Peak VO_2) and diastolic function in patients with heart failure with preserved ejection fraction (HFpEF). **Methods** A total of 70 patients with compensatory HFpEF from January 2019 to December 2020 treated in Department of Cardiovascular Medicine, Shaoguan First People's Hospital were included in this study, and then they were randomly divided into a 3-month endurance exercise training group (experimental group, $n=35$) and a conventional treatment group (control group, $n=35$) according to random number table method. The intervention time was 3 months, and the peak VO_2 , VO_2AT , VE/VCO_2 slope of the two groups before and after the intervention were compared. The walking distance of 6 minutes, E/e' , e' and LAVI were compared. **Results** After intervention, peak VO_2 , VO_2AT , and 6-minute walk test were in the experimental group was (18.6 ± 5.5) mL/(min·kg), (12.8 ± 3.5) mL/(min·kg), (567 ± 81) m, as compared with (16.4 ± 4.8) mL/(min·kg), (10.3 ± 3.0) mL/(min·kg), (541 ± 83) m before intervention; Ve/VCO_2 slope was 30.0 ± 4.6 , which was lower than the baseline value 34.1 ± 5.4 ; the E/e' ratio and LAVI were 10.5 ± 2.5 and (24.5 ± 6.3) mL/m², which were lower than 12.8 ± 3.2 and (27.8 ± 7.3) mL/m² before intervention; e' was (6.3 ± 1.3) cm/s, which was higher than (5.4 ± 1.2) cm/s before intervention; the differences were all statistically significant ($P<0.05$). Besides, the above indexes in the observation group were significantly better than those in the control group, and the differences were statistically significant ($P<0.05$). However, in the control group, all the indicators were not statistically different as compared with those before intervention ($P>0.05$). All patients completed the training tasks safely. **Conclusion** Endurance exercise training can increase peak VO_2 , improve exercise endurance and improve left ventricular diastolic function in patients with HFpEF. It has good safety and tolerance, and it is worthy of clinical promotion.

【Key words】 Ejection fraction; Heart failure; Endurance exercise training; Peak oxygen consumption; Diastolic function

基金项目:2021年广东省韶关市卫生健康科研计划项目(编号:Y21030)

通讯作者:陈珏通, E-mail:chengdocer@163.com

流行病学数据表明,射血分数保留型心力衰竭(HFpEF)占心力衰竭患者的50%以上,且与射血分数降低型心力衰竭(HFrEF)发病率和死亡率类似^[1]。HFpEF的主要特征是劳力性呼吸困难,运动耐量降低,生活质量下降^[2]。心力衰竭患者运动耐量下降可以通过心肺运动试验的峰值氧耗量(Peak VO₂)降低来衡量,该方法准确有效并且可重复性好^[3]。有研究表明耐力运动训练(ET)可提高HFpEF患者心肺运动试验中Peak VO₂和运动耐力,并降低发病率^[4]。国外一些临床研究显示ET可以显著改善已知与HFpEF密切相关的疾病(如内皮功能障碍、全身炎症、代谢综合征)^[5]。此外,一些研究数据表明ET可以缓解年龄相关的舒张功能下降^[6]。然而,目前国内关于ET对HFpEF患者的峰值氧耗量和舒张功能的影响的研究报道不多。本研究拟探讨耐力运动训练是否能增加HFpEF患者Peak VO₂及其对舒张功能的影响。

1 资料与方法

1.1 一般资料 选取2019年1月至2020年12月韶关市第一人民医院诊治的70例HFpEF患者为研究对象。纳入标准:①符合射血分数保留型心衰诊断标准^[7];②左心室射血分数>50%。排除标准:①合并心脏瓣膜疾病、急性心肌梗塞、不稳定型心绞痛、持续性心房颤动、大量心包积液、肺动脉高压及心肌病患者;②合并肝功能障碍、严重感染、自身免疫性疾病、恶性肿瘤的患者;③患者有运动测试或训练的禁忌证。根据随机数表法将患者分为耐力运动训练组(试验组)和常规治疗组(对照组),每组35例,试验组患者中男性15例,女性20例;年龄51~78岁,平均(65.8±7.4)岁;心功能NYHA分级包括Ⅱ级28例,Ⅲ级7例。对照组患者中男性14例,女性21例;年龄51~74岁,平均(64.9±8.2)岁;心功能NYHA分级包括Ⅱ级29例,Ⅲ级6例。两组患者的一般资料比较差异均无统计学意义($P>0.05$),具有可比性。本研究经医院医学伦理委员会审核批准,患者或家属知情并签署知情同意书。

1.2 耐力运动训练 试验组患者在门诊进行康复治疗,在医师的监督下通过Ergoline踏车进行耐力运动训练。训练强度根据患者日常活动能力以及自身心肺功能选择适合的功率。在第1个月内,进行了强度和持续时间(20~40 min)增加的有氧耐力训练(2次/周)。目

标心率是基线Peak VO₂的50%~60%。从第2个月开始,每周训练频率增加(3次/周),训练强度增加到目标心率达到基线Peak VO₂的70%。记录血压,心率以及训练强度和出勤率等安全参数,总训练时间为3个月。对照组患者常规治疗及随访,继续并维持其日常活动,每两周进行随访,询问期间有无不适症状并提醒下次随访。两组患者干预时间均为3个月。

1.3 观察指标 (1)心肺功能:两组患者均于干预前后,使用德国格莱特公司Bodyplethysmograph心肺运动测试系统评估心肺功能^[8],记录Peak VO₂、无氧阈值(VO₂AT)、每分钟通气量与二氧化碳排出量斜率(VE/VCO₂ slop)。(2)活动耐量:行6 min步行试验,评估两组患者的活动耐量;(3)心脏彩超舒张功能:使用Philip EPIQ5经胸超声心动图仪评估舒张功能,记录超声心动图指标,如二尖瓣充盈早期峰值速度与二尖瓣环舒张早期速度比值(E/e')、二尖瓣环舒张早期速度(e')、左心房容量指数(LAVI)。(4)安全性指标:比较两组患者在干预期内的急性心衰加重、不良心血管事件等的发生情况。

1.4 统计学方法 应用SPSS17.0统计软件进行数据分析,计量资料以均数±标准差($\bar{x}\pm s$)表示,组间均数比较采用 t 检验,计数资料比较采用 χ^2 检验,均以 $P<0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 两组患者干预前后的心肺运动试验指标和6 min步行距离比较 干预前,两组患者的Peak VO₂、VO₂AT、VE/VCO₂ slop和6 min步行距离比较差异均无统计学意义($P>0.05$);干预后,试验组患者的Peak VO₂、VO₂AT和6 min步行距离较明显增高,VE/VCO₂ slop较基线下降,且均明显优于对照组,差异均有统计学意义($P<0.05$);而对对照组的上述各项指标与干预前比较差异均无统计学意义($P>0.05$),见表1。

2.2 两组患者干预前后的心脏彩超舒张功能比较 干预前,两组患者心脏彩超指标E/e'比值、e'和LAVI比较差异均无统计学意义($P>0.05$)。干预后,试验组E/e'比值和LAVI明显减少,e'较增加,且观察组均明显优于对照组,差异均有统计学意义($P<0.05$),而对对照组E/e'比值、e'和LAVI与干预前比较差异均无统计学意义($P>0.05$),见表2。

表1 两组患者干预前后的心肺运动试验指标和6 min步行距离比较($\bar{x}\pm s$)

组别	例数	Peak VO ₂ [mL/(min·kg)]		VO ₂ AT [mL/(min·kg)]		VE/VCO ₂ slop		6 min步行距离(m)	
		干预前	干预后	干预前	干预后	干预前	干预后	干预前	干预后
试验组	35	16.4±4.8	18.6±5.5 ^a	10.3±3.0	12.8±3.5 ^a	34.1±5.4	30.0±4.6 ^a	541.6±83.2	567.6±81.7 ^a
对照组	35	16.7±4.9	16.2±6.1	10.2±2.6	10.0±3.1	34.0±5.6	33.0±5.1	538.5±82.5	540.6±48.1
t 值		0.112	2.553	0.048	2.349	0.132	2.584	0.322	2.592
P 值		>0.05	<0.05	>0.05	<0.05	>0.05	<0.05	>0.05	<0.05

注:与本组干预前比较,^a $P<0.05$ 。

表 2 两组患者干预前后的心脏彩超舒张功能比较($\bar{x}\pm s$)

组别	例数	E/e' 比值		e' (cm/s)		LAVI (mL/m ²)	
		干预前	干预后	干预前	干预后	干预前	干预后
试验组	35	12.8±3.2	10.5±2.5 ^a	5.4±1.2	6.3±1.3 ^a	27.8±7.3	24.5±6.3 ^a
对照组	35	13.5±4.6	14.1±3.9	5.8±1.5	5.5±1.3	28.1±8.4	28.3±6.2
t 值		0.749	4.293	0.873	2.998	0.123	2.120
P 值		>0.05	<0.05	>0.05	<0.05	>0.05	<0.05

注:与本组干预前比较,^aP<0.05。

2.3 两组患者的安全性比较 两组患者干预期间内均无急性心衰加重入院,无不良心血管事件发生。试验组患者有 2 例发生一过性呼吸困难,5 例发生轻度骨骼肌不适。所有患者均安全完成训练任务。

3 讨论

运动耐量减低在慢性 HFpEF 患者中十分常见,但是其病理生理学机制和治疗方法尚无统一认识^[8-9]。心肺运动试验可以判断心衰的严重程度、评估活动耐量及预测临床预后。Peak VO₂是指最大症状限制性心肺运动试验中所测得的最大耗氧量,是评估心力衰竭患者预后的重要指标^[10]。VO₂AT 标志着无氧代谢的开始,越低说明心功能越差。心衰患者常常过度通气,导致 CO₂分压降低,使 VE/VCO₂斜率增加。VE/VCO₂斜率增加是心衰患者事件发生的可靠预测因子^[11]。本研究探讨了耐力运动训练对 HFpEF 患者峰值氧耗量和舒张功能的影响,发现试验组经过 3 个月耐力运动训练后,Peak VO₂、VO₂AT 较对照组增加,而 VE/VCO₂ slop 较对照组下降。6 min 步行试验结果也显示,试验组 6 min 步行距离较对照组明显增加;两组患者干预期间内均无急性心衰加重入院,无不良心血管事件发生。这一结果提示 3 个月的耐力运动训练是一种安全有效且耐受良好的运动治疗措施,能够增加 HFpEF 患者峰值氧耗量及 6 min 步行距离,提高运动耐量,改善了患者预后。

HFpEF 的病理生理特征是舒张障碍,超声心动图指标 e'、E/e' 比值和 LAVI 能准确评估左室舒张功能^[12]。二尖瓣瓣环速度 e' 与左心室顺应性以及跨瓣压力梯度有关。当存在心肌舒张障碍时,峰值跨瓣压力梯度减少,导致二尖瓣环速度减慢。而且有研究表明,E/e' 比值升高与 HFpEF 患者运动耐量和生活质量下降密切相关^[13]。本研究发现,试验组患者 e' 较对照组升高,E/e' 比值和 LAVI 较对照组明显下降,提示通过耐力运动训练,左室舒张功能得到明显改善。因此,本研究数据表明,对 HFpEF 患者进行耐力运动训练有可能改善舒张功能。

综上所述,HFpEF 患者发病率高,但有关其治疗的数据相对较少,而耐力运动训练是一种充满希望的运动治疗方法。将来还需要在范围更广泛的人群中研究 ET 的长期可行性和耐受性、最佳训练类型以及最佳训练频率和强度。

参考文献

- [1] DUNLAY SM, ROGER VL, REDFIELD MM. Epidemiology of heart failure with preserved ejection fraction [J]. Nat Rev Cardiol, 2017, 14(10): 591-602.
- [2] PANDEY A, PATEL KV, VADUGANATHAN M, et al. Physical activity, fitness, and obesity in heart failure with preserved ejection fraction [J]. JACC Heart Fail, 2018, 6(12): 975-982.
- [3] CORRÀ U, AGOSTONI PG, ANKER SD, et al. Role of cardiopulmonary exercise testing in clinical stratification in heart failure. A position paper from the Committee on Exercise Physiology and Training of the Heart Failure Association of the European Society of Cardiology [J]. Eur J Heart Fail, 2018, 20(1): 3-15.
- [4] O'CONNOR CM, WHELLAN DJ, LEE KL, et al. Efficacy and safety of exercise training in patients with chronic heart failure: HF-ACTION randomized controlled trial [J]. JAMA, 2009, 301(14): 1439-1450.
- [5] NOLTE K, SCHWARZ S, GELBRICH G, et al. Effects of long-term endurance and resistance training on diastolic function, exercise capacity, and quality of life in asymptomatic diastolic dysfunction vs. heart failure with preserved ejection fraction [J]. ESC Heart Fail, 2014, 1(1): 59-74.
- [6] EDELMANN F, BOBENKO A, GELBRICH G, et al. Exercise training in Diastolic Heart Failure (Ex-DHF): rationale and design of a multicentre, prospective, randomized, controlled, parallel group trial [J]. Eur J Heart Fail, 2017, 19(8): 1067-1074.
- [7] PONIKOWSKI P, VOORS AA, ANKER SD, 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(27): 2129-2200.
- [8] 卢文杰, 潘亮, 韩战营, 等. 运动训练对左室射血分数保留心力衰竭患者活动耐量及生活质量的影响[J]. 中华物理医学与康复杂志, 2018, 40(4): 267-271.
- [9] LAM CSP, VOORS AA, DE BOER RA, et al. Heart failure with preserved ejection fraction: from mechanisms to therapies [J]. Eur Heart J, 2018, 39(30): 2780-2792.
- [10] PALAU P, DOMINGUEZ E, NÚMEZ J. Clinical utility of cardiopulmonary exercise testing in patients with heart failure with preserved ejection fraction [J]. Eur J Heart Fail, 2018, 20(2): 409-410.
- [11] JAUSSAUD J, AIMABLE L, DOUARD H. The time for a new strong functional parameter in heart failure: the VE/VCO₂ slope [J]. Int J Cardiol, 2011, 147(2): 189-190.
- [12] NAGUEH SF. Non-invasive assessment of left ventricular filling pressure [J]. Eur J Heart Fail, 2018, 20(1): 38-48.
- [13] 丁立群, 张云梅, 张进, 等. 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[J]. 临床心血管病杂志, 2017, 33(9): 846-850.

(收稿日期:2021-03-01)