

康复运动对冠心病患者心脏自主神经功能的影响*

李淑荣¹ 刘 洵^{1,2} 陈彦平¹ 林青华¹ 谭思洁¹ 王一春¹ 刘博森¹

摘要

目的:探讨有氧运动对冠心病患者心脏自主神经功能的影响。

方法:18例女性冠心病患者(实验组),14例女性非冠心病患者(对照组)为本研究的受试者,在康复程序前、后,对她们进行了运动前(安静时)和运动后的心率变异性(HRV)指标的测定,其中包括极低频功率(VLF)、低频功率(LF)、高频功率(HF)、总功率(TP)和低频/高频比值(LF/HF)。

结果:①与对照组相比,实验组康复程序前安静时VLF、LF、HF和TP均显著降低,而LF/HF显著增高($P < 0.01$),运动后也有相似的趋势。②与康复程序前相比,12周心脏康复程序后,实验组安静时VLF、LF、HF和TP均有显著增高,LF/HF有所降低($P < 0.01$ 和 $P < 0.05$);运动后HF显著增高,LF/HF显著降低($P < 0.05$)。③与安静时相比,康复程序前实验组递增负荷运动后心率变异性指标均无显著性改变;康复程序后实验组递增负荷运动后VLF、LF、TP和LF/HF均有显著降低($P < 0.01$ 和 $P < 0.05$);对照组递增负荷运动后VLF、LF、HF和TP均有显著降低($P < 0.01$ 和 $P < 0.05$),LF/HF有显著增高($P < 0.01$)。

结论:12周运动心脏康复程序不仅可以提高冠心病患者安静时自主神经的调节功能,而且对改善一次急性运动后自主神经的均衡性也有积极作用。

关键词 冠心病患者;运动康复程序;心率变异性;自主神经功能

中图分类号:R493 文献标识码:A 文章编号:1001-1242(2014)-07-619-05

Effects of exercise-based rehabilitation on cardiac autonomic functions of coronary heart disease patients/
LI Shurong, LIU Xun, CHEN Yanping, et al.//Chinese Journal of Rehabilitation Medicine, 2014, 29(7):
619—623

Abstract

Objective: To examine the effects of exercise-based rehabilitation on cardiac autonomic functions of coronary heart disease patients.

Method: Eighteen female coronary heart disease patients (experimental group) and fourteen female non-coronary heart disease patients (control group) were recruited as subjects in the study. Then heart rate variability (HRV) measured before and after exercise, including very low frequency power (VLF), low frequency power (LF), high frequency power (HF), total power (TP) and the ratio of power in low/high frequency (LF/HF), were obtained both pre and post a 12-week exercise based rehabilitation program.

Result: ① Compared with the control group, the experimental group showed significant lower values in terms of VLF, LF, HF and TP, and higher value for LF/HF measured before exercise ($P < 0.01$). ② Compared with pre program, values of VLF, LF, HF and TP measured before exercise and HF also measured after exercise were significantly higher in the experimental group post program ($P < 0.01$ and $P < 0.05$), but the LF/HF showed significant lower values measured both before and after exercise ($P < 0.05$). ③ Compared with before exercise, non-significant changes were observed in the heart rate variability measured after exercise for the experimental group pre program, but significant decreases occurred after exercise for values of VLF, LF, TP and LF/HF.

DOI:10.3969/j.issn.1001-1242.2014.07.006

*基金项目:国家科技支撑计划项目(2012BAK21803)

1 天津体育学院健康与运动科学系,天津,300381; 2 通讯作者

作者简介:李淑荣,女,硕士研究生; 收稿日期:2013-07-19

HF post program ($P < 0.01$ and $P < 0.05$). The control group showed significant decreases for values of VLF, LF, HF and TP after exercise, but LF/HF increased significantly ($P < 0.01$ and $P < 0.05$).

Conclusion: Autonomic nervous functions both at rest and after a bout of exercise can be improved in coronary heart disease patients through a 12-week exercise based rehabilitation program.

Author's address Department of Health and Movement Science, Tianjin University of Sport, Tianjin, 300381

Key word coronary heart disease patient; exercise-based rehabilitation program; heart rate variability; autonomic nervous function

心脏受心交感神经与心迷走神经的双重支配,两者相互抑制、相互协调共同维持自主神经调节的动态平衡与心脏功能的稳定。心脏自主神经功能的评价可借助于心率变异性(heart rate variability, HRV)这一指标来完成。心率变异性是逐次窦性心搏间期之间的微小差异,产生于自主神经系统对窦房结自律性的调节。心率变异性的测定具有无创、重复性好、易操作等优点,目前已被广泛的应用于临床实践中^[1-2]。

冠心病患者不但有心肌缺血症状,而且自主神经调节功能亦有受损,其表现为交感神经过度活跃,迷走神经兴奋性降低^[3]。目前已知,有氧运动可降低冠心病风险、提高患者的心脏负荷能力^[4-5],但在运动改善自主神经调节功能方面,针对冠心病患者的报道则不多见。本研究拟通过对运动康复程序前、后心率变异性指标的测定,探讨有氧运动对冠心病患者心脏自主神经功能的影响。

1 对象与方法

1.1 受试者

18例由天津市三甲医院确诊的女性冠心病患者构成本研究的实验组,她们均处于冠心病的稳定期。非冠心病患者女性14例为对照组。受试者的一般情况见表1。

在实验前,详细向受试者说明了本研究的目的、内容和程序后,他们自愿签字同意参加实验。

表1 受试者一般情况 ($\bar{x} \pm s$)

组别	年龄 (岁)	身高 (cm)	体重 (kg)	康复程序前 运动时间(min)	康复程序后 运动时间(min)
实验组	66.7±7.9	162.1±6.5	65.5±7.5	9.6±1.9 ^②	12.8±2.3 ^①
对照组	63.9±7.1	160.4±7.2	64.6±6.2	13.7±1.1	-

①实验组康复前后比较 $P < 0.05$; ②实验组与对照组比较 $P < 0.01$

1.2 仪器

德国 Cosmos Pulsar 4.0 活动跑台、Oxycon Champion 心肺功能测定仪,美国 Mortara 12 导联心电图仪,芬兰 Polar 表(RS800CX)及 Polar Pro-Trainer 5TM 心率变异性自动分析软件。

1.3 实验方法

1.3.1 递增负荷运动实验:全部受试者在活动跑台上依改良布鲁斯跑台方案进行递增负荷运动实验。实验中受试者带有12导联的心电监测,每一级负荷最后1min测定心率、血压和主观用力感觉(ratings of perceived exertion, RPE),并由整合代谢分析中提取每30s时的摄氧量和肺通气量,打印机每3min打印一次心电图,其中包括心率和ST段的变化,测试者记录运动时间^[6]。

1.3.2 实验控制:递增负荷运动实验的终止标准依美国运动医学学会指南(American College of Sports Medicine Guidelines)^[7],其中包括下列症状:出现不正常的心电图、达到个人年龄预测最大心率、出现不正常血压、RPE达到17、呼吸商>1.15等。在实验进行中,测试者不断询问受试者的感觉,并在实验前已明确告诉受试者即使没有上述任何迹象出现,他们仍可在任何时候要求停止运动。

1.3.3 运动康复程序:根据运动实验结果为冠心病患者制定了个体化的运动处方。据此他们在康复中心进行了每周3次,每次40min,为期12周的运动康复程序,其形式包括蹬固定自行车、活动跑台上走跑、踏步机上蹬踏、划船器上臂腿练习、太极拳运动及健步走等。康复程序结束时全部冠心病患者再次进行了递增负荷运动实验,其测试指标及实验控制与康复程序前相同。对照组不参加锻炼,只进行一次递增负荷运动实验。

1.3.4 心率变异性指标的测定:利用Polar表提取受试者运动前安静坐位5 min和运动后恢复期5 min

R-R间期数据,然后将其导入心率变异性自动分析软件,经过快速傅立叶转换法,将连续R-R数据转化成以频率为横坐标(Hz),功率能量(ms^2)为纵坐标的心率功率谱。频域指标包括:极低频功率(VLF, 0.003—0.04Hz)、低频功率(LF, 0.04—0.15Hz)、高频功率(HF, 0.15—0.4Hz)、总功率(TP, 0—0.4Hz)和低高频比值(LF/HF)。各指标的功率能量取自然对数(ln)表示。

1.4 统计学分析

结果用平均数和标准差来表示。数据处理组内利用配对样本t检验,组间采用方差分析对各指标进行比较。样本差异显著性检验选用0.05水平。

2 结果

2.1 实验组和对照组安静时和运动后极低频功率、低频功率和高频功率的测定结果

2.1.1 与对照组相比:实验组康复程序前、后安静时的VLF、LF、HF和TP均有显著降低($P < 0.01$ 和 $P < 0.05$),LF/HF有显著增加($P < 0.05$);递增负荷运动后的VLF、LF、HF和TP也均有显著降低($P < 0.01$ 和 $P < 0.05$)。

2.1.2 与康复程序前相比:实验组康复程序后安静时VLF、LF、HF和TP均有显著增加($P < 0.01$ 和 $P < 0.05$);递增负荷运动后HF有显著增加($P < 0.05$),LF/HF有显著降低($P < 0.05$)。

2.1.3 与安静时相比:实验组在康复程序前的递增负荷运动后心率变异性指标均无显著改变,在康复程序后的递增负荷运动后VLF、LF、TP和LF/HF均有显著降低($P < 0.01$ 和 $P < 0.05$);对照组递增负荷运动后VLF、LF、HF和TP均有显著降低($P < 0.01$ 和 $P < 0.05$),LF/HF有显著增加($P < 0.01$)。见表2。

2.2 实验组和对照组安静时和运动后总功率和低高频比值的测定结果

2.2.1 与对照组相比:实验组康复程序前安静时TP有显著降低($P < 0.01$),LF/HF有显著增高($P < 0.01$),递增负荷运动后TP有显著降低($P < 0.05$),LF/HF无显著性差异;康复程序后安静时TP有显著降低($P < 0.05$),LF/HF有显著增高($P < 0.01$),递增负荷运动后TP有显著降低($P < 0.05$),LF/HF无显著改变。

2.2.2 与康复程序前相比:实验组康复程序后安静时TP有显著增加($P < 0.05$),LF/HF有所下降但未达到显著性水平;递增负荷运动后TP无显著变化,LF/HF有显著降低($P < 0.05$)。

2.2.3 与安静时相比:实验组在康复程序前的递增负荷运动后TP及LF/HF均无显著性改变,在康复程序后的递增负荷运动后TP及LF/HF均有显著降低($P < 0.01$ 和 $P < 0.05$);对照组递增负荷运动后TP有显著降低($P < 0.01$),LF/HF有显著增高($P < 0.01$)。见表3。

表2 极低频功率、低频功率和高频功率 ($\bar{x} \pm s, ms^2$)

组别	lnVLF		lnLF		lnHF	
	安静时	运动后	安静时	运动后	安静时	运动后
实验组康复程序前	6.36±0.66 ^③	6.09±0.81 ^③	4.95±0.73 ^④	5.00±0.76 ^④	4.14±0.75 ^④	4.15±0.77 ^④
实验组康复程序后	6.57±0.36 ^{②④}	6.13±0.38 ^{⑥③}	5.40±0.52 ^{②④}	4.96±0.53 ^{⑥④}	4.68±0.61 ^{①③}	4.68±0.68 ^{①③}
对照组	6.96±0.45	6.65±0.65 ^⑤	6.01±0.23	5.73±0.47 ^⑤	5.97±0.63	5.18±0.49 ^⑥

实验组康复前后比较:① $P < 0.05$,② $P < 0.01$;与对照组比较:③ $P < 0.05$,④ $P < 0.01$;同组间安静时与运动后比较:⑤ $P < 0.05$,⑥ $P < 0.01$

表3 总功率和低高频比值 ($\bar{x} \pm s$)

	lnTP		lnLF/lnHF	
	安静时	运动后	安静时	运动后
实验组				
康复程序前	6.69±0.63 ^③	6.57±0.66 ^②	5.41±0.75 ^③	5.46±0.52
康复程序后	6.99±0.31 ^{①③}	6.61±0.38 ^{⑤③}	5.37±0.38 ^③	4.95±0.61 ^{④①}
对照组	7.57±0.33	7.16±0.54 ^⑤	4.64±0.52	5.15±0.41 ^⑤

实验组康复前后比较① $P < 0.05$;实验组与对照组比较② $P < 0.05$,③ $P < 0.01$;同组间安静时与运动后比较④ $P < 0.05$,⑤ $P < 0.01$ 。

3 讨论

支配心脏的自主神经主要是交感神经和迷走神经,它们相互拮抗和相互协调,维持着自主神经系统的动态平衡,从而使机体能够适应各种变化。心率变异性可被用来评价心脏自主神经支配的反应和波动。其中,HF是反映快速变化的参数,与副交感神经的活动有关,因为迷走神经支配心脏活动的潜伏期较短,HF增高,迷走神经活性增强。LF反映的是

交感和迷走神经的共同作用,有研究显示,心绞痛患者心肌缺血时 LF 增高, HF 降低,表明此时他们的交感神经活性增强,迷走神经活性降低^[8]。VLF 可能与血管活动控制、温度控制和肾素-血管紧张素系统的调节有关^[9]。LF/HF 可以反映交感神经和迷走神经的均衡性,二者相差过大则表示自主神经调节失衡。TP 代表一定时间内心率变异性的总和^[10],随年龄增长,心率变异性(HRV)呈下降的趋势。当有多支冠状动脉病变时,在迷走神经受损的同时,交感神经也会受损,其时 TP 将有所降低。

急性心肌梗死发生后患者机体的自主神经功能会受到损害,其中以交感神经活性增强,迷走神经活性降低为主要表现,交感神经与迷走神经活动的均衡性有所改变^[11-12]。Dovgalevskil 等^[13]对同一心功能分级的冠心病患者进行心率变异性分析后发现,冠状动脉狭窄程度越严重,心率变异性越低。Klinger 等^[14]报道急性心肌梗死后心率变异性降低的患者猝死率显著增高。随后国内外许多研究均显示心率变异性的降低与严重室性心律失常、心源性猝死、心功能不全有关^[15-16]。

有研究显示,从事规律的中、高强度的有氧运动(每周3次,持续12—16周)可改善个体的自主神经均衡性^[17]。

本研究中与对照组相比,实验组康复程序前安静时 TP、VLF、LF 和 HF 均显著降低,而 LF/HF 显著增高,运动后也有相似的趋势,表明冠心病患者的自主神经功能降低,但迷走神经下降得更多。迷走神经功能的下降独立于其他心血管疾病危险因素的出现,如果自主神经系统长期处于不平衡的状态,冠心病的发病率和病死率将会有所增加^[18]。

与康复程序前相比,12周心脏康复程序后,实验组安静时 TP、VLF、LF 和 HF 均有显著增高,LF/HF 有所降低,尽管未达到显著性水平;运动后 HF 显著增高,LF/HF 显著降低。这说明康复程序后患者的整体心率变异性增高,而迷走神经活动增加多于交感神经活动,二者达到一个更高的平衡状态。Kligfield 等^[19]也提出坚持运动可增强患者心迷走神经的兴奋性。出现这些变化的原因可能与自主神经系统的循环血流增加有关^[20]。

本研究还观察了冠心病患者康复程序前、后,一

次递增负荷运动后恢复期的心率变异性。康复程序前,与安静时相比,递增负荷运动后 HRV 指标均无显著性变化;而12周康复程序后,与安静时相比,冠心病患者递增负荷运动后 TP、VLF、LF 和 LF/HF 均有显著降低, HF 无显著变化(可能与迷走神经受损后对运动刺激产生的反应较低有关),表明12周康复程序后冠心病患者递增负荷运动后交感神经兴奋性降低。其他学者也有相似的报道^[21]。与康复程序前递增负荷运动后相比,12周康复程序后,递增负荷运动后 TP、VLF 和 LF 无显著性变化,而 HF 显著升高,LF/HF 显著降低。迷走神经活性提高,可以使血清乙酰胆碱酯酶活性上升,促使血管内皮细胞合成和释放血管活性物质调节血管舒缩,从而扩张冠状动脉,增加冠状动脉血流量,降低血压,对心血管系统产生保护作用^[22]。

综上所述,12周运动心脏康复程序不仅可以提高冠心病患者安静时自主神经的调节功能,而且对改善一次急性运动后自主神经的均衡性也有积极作用。

参考文献

- [1] Copie X, Lamason D, Svlador M, et al. Heart rate variability before ventricular arrhythmias in patients with coronary artery disease and an implantable cardioverter defibrillator [J]. *Ann Noninvasive Electrocardiol*, 2003, 8(3):179—184.
- [2] McMillan DE. Interpreting heart rate variability sleep/wake patterns in cardiac patients[J]. *J Cardiovasc Nurs*, 2002, 17(1): 69—81.
- [3] Sandercock GR, Grocott-Mason R, Brodie DA. Changes in short-term measures of heart rate variability after eight weeks of cardiac rehabilitation[J]. *Clin Auton Res*, 2007, 17(1):39—45.
- [4] 刘洵, Brodie DA, 冯晟, 等. 高血压、高胆固醇和吸烟对心脏康复早期心梗后患者运动负荷能力的影响[J]. *中国康复医学杂志*, 2011, 26(5):433—437.
- [5] Stewart KJ, Bacher AC, Turner KL, et al. Effect of exercise on blood pressure in older persons: a randomized controlled trial[J]. *Arch Intern Med*, 2005, 165(7): 756—762.
- [6] 刘洵, Brodie DA, 周凤, 等. 肥胖对心梗后患者峰值有氧工作能力的影响[J]. *中国康复医学杂志*, 2011, 26(9):814—817.
- [7] Whaley MH, Brubaker PH, Otto RM. ACSMs Guideline for exercise testing and prescription[M]. 6th Ed. Philadelphia: Lippinott Williams & Wilkions, 2000:106.
- [8] 曲秀芬, 继树彦, 黄永麟, 等. 冠心病心肌缺血发作时心率变异性变化[J]. *中国心脏起搏与电生理杂志*, 1994, 8(2): 59—61.
- [9] Accurso V, Shamsuzzaman AS, Somers VK. Rhythms, rhymes and reasons-spectral oscillations in neural cardiovascular control[J]. *Auton Neurosci*, 2001, 90(1-2): 41—46.

- [10] Aubert AE, Seps B, Beckers F. Heart rate variability in Athletes[J]. Sports Med, 2003, 33(12): 889—919.
- [11] Gomis P, Caminal P, Vallverdú M, et al. Assessment of autonomic control of the heart during transient myocardial ischemia[J]. J Electrocardiol, 2012, 45(1): 82—89.
- [12] Takei Y, Tomiyama H, Tanaka N, et al. Close relationship between sympathetic activation and coronary microvascular dysfunction during acute hyperglycemia in subjects with atherosclerotic risk factors[J]. Circ J, 2007, 71(2):202—206.
- [13] Dovgalevskil Pla, Rybak OK, Furman NV. Relationship between parameters of heart rate variability angiographical severity of coronary atherosclerosis and functional class of angina in patients with ischemic heart disease[J]. Kardiologia, 2002, 42(9):17—20.
- [14] Kleiger RE, Miller JP, Bigger JT Jr, et al. Decreased heart rate variability and its association with increased mortality after acute myocardial infarction[J]. Am J Cardiol, 1987, 59(8):256—262.
- [15] Dekker JM, Crow RS, Folsom AR, et al. Low heart rate variability in a 2-minute rhythm strip predicts risk of coronary heart disease and mortality from several causes: the ARIC study. Atherosclerosis Risk in Communities[J]. Circulation, 2000, 102(11):1239—1244.
- [16] 董鲁燕,张梅.急性心肌梗死心率变异与预后及临床关系[J].临床心电学杂志,2003,12(4):232—234.
- [17] Melanson EL, Freedson PS. The effect of endurance training on resting heart rate variability in sedentary adult males [J]. Eur J Appl Physiol, 2001, 85(5): 442—449.
- [18] Thayer JF, Lane RD. The role of vagal function in the risk for cardiovascular disease and mortality[J]. Biol Psychol, 2007, 74(2): 224—242.
- [19] Kligfield P, McCormick A, Chai A. Effect of age and gender on heart rate recovery after submaximal exercise during cardiac rehabilitation in patients with angina pectoris, recent acute myocardial infarction, or coronary bypass surgery[J]. Am J Cardiol, 2003, 92(5): 600—603.
- [20] Shin S, Bai SJ, Rha KH, et al. The effects of combined epidural and general anesthesia on the autonomic nervous system and bioavailability of nitric oxide in patients undergoing laparoscopic pelvic surgery[J]. Surg Endosc, 2013, 27(3): 918—926.
- [21] Daniłowicz-Szymanowicz L, Figura-Chmielewska M, Ratkowski W, et al. Effect of various forms of physical training on the autonomic nervous system activity in patients with acute myocardial infarction[J]. Kardiol Pol, 2013, 71(6): 558—565.
- [22] 臧伟进,孙蕾,于晓江.迷走神经功能调节与心肌缺血保护[J].生理学报,2008, 60(4): 443—452.

(上接第 618 页)

和 SYP 的表达、干预突起的发生及形成及新突触连接形成机制来促进神经功能重塑的,但作用机制尚需进一步探讨。

参考文献

- [1] 瓮长水,潘小燕,王军,等.强制性使用运动疗法对亚急性期脑卒中患者上肢运动功能的影响[J].中国临床康复,2005,9(37):20—22.
- [2] 王文清,段一娜,王宏卫,等.强制性使用运动疗法对脑梗死患者上肢运动模式和手功能的影响[J].中国康复医学杂志,2008,23(3):228—231.
- [3] 张璇,胡长林.疏血通注射液对局灶性脑缺血大鼠的治疗作用[J].中国新药与临床,2005,24(5):341.
- [4] Bederson JB, Pitts LH, Tsuji M, et al. Rat middle cerebral artery occlusion: evaluation of the model and development of neurologic examination[J]. Stroke, 1986, 17:472—476.
- [5] 徐丽丽,姜贵云.强制性使用疗法在康复医学中的应用进展[J].中华物理与康复杂志,2013,35(6):501—504.
- [6] 张璇,张林亭.强制性使用运动疗法研究进展[J].中国实用神经疾病杂志,2012,15(3):95—96.
- [7] Laible M, Grleshammer S, Seidel G, et al. Association of activity changes in the primary sensory cortex with successful motor rehabilitation of the hand following stroke[J]. Neurorehabil Neural Repair, 2012, 26:881—888.
- [8] 马岱朝,陈卫银,李红刚.参芎滴丸对大鼠脑缺血再灌注后神经可塑性的影响[J].中成药,34(5):814—818.
- [9] 辛洪启,陈乃宏.突触素在神经元发育过程中的作用[J].国外医学·神经病学神经外科学分册, 2003, 30(3):253—256.
- [10] Ferreira A, Han HQ, Greengard P, et al. Suppression of synapsin II inhibits the formation and maintenance of synapses in hippocampal culture[J]. Proc Natl Acad Sci, 1995, 92(20):9225—9229.
- [11] Daly C, Sugimori M, Moreira JE, et al. Synaptophysin regulates clathrin-independent endocytosis of synaptic vesicles [J]. Proc Natl Acad Sci USA. 2000, 97(11):6120—6125.
- [12] Marin R, Williams A, Hale S, et al. The effect of voluntary exercise exposure on histological and neurobehavioral outcomes after ischemic brain injury in the rat[J]. Physiol Behav, 2003, 80(2-3):167—175.
- [13] 陈加俊,石岩殊,韩雪梅,等.大鼠脑梗死后突触素的变化及针刺的影响[J].中国老年学杂志,2004,24(4):333—335.
- [14] 丰岩清,郭云良,梁秀龄.脑缺血再灌注后突触素的表达及其与神经生长因子的关系[J].中国神经精神疾病杂志,2001,9(2):123—125.
- [15] 刘传玉,梅元武,张小乔.经颅磁刺激对局灶性脑缺血大鼠梗死周边区 GAP-43 和 Syp 表达的影响[J].卒中与神经疾病, 2006, 13(1):15—18.