

· 临床研究 ·

电动辅助康复训练对慢性心力衰竭患者心功能的影响

朱宏宇 胡安祥 周传骥 韩金国 胡伟 司福中 杨国梁

【摘要】目的 观察电动辅助康复训练对慢性心力衰竭(CHF)患者心功能的影响。**方法** 将 60 例 CHF 患者随机分为治疗组及对照组,2 组患者均给予常规药物治疗,治疗组在此基础上采用电动辅助训练装置进行心脏功能康复训练。于治疗前、治疗 3 个月后进行 2 组患者心功能进行评定,评定指标包括:美国纽约心脏病协会(NYHA)心脏功能分级、左心室射血分数(LVEF)、左室舒张末期径(LVEDD)、血浆 B 型脑利钠肽(BNP)水平、6 min 步行距离等。**结果** 2 组患者分别经 3 个月治疗后,发现其各项心功能指标均较治疗前明显好转;且以治疗组患者的改善幅度相对较显著,与对照组间差异均具有统计学意义($P < 0.01$ 或 0.05)。**结论** 在常规药物干预基础上采用电动辅助训练装置对 CHF 患者进行心脏功能康复训练,能进一步提高 CHF 患者心功能,改善其运动耐力,且治疗过程中患者依从性较好,安全性较高。

【关键词】 电动辅助训练; 慢性心力衰竭; 心脏功能

Electronically aided rehabilitation exercise to improve the cardiac function of patients with chronic heart failure ZHU Hong-yu*, HU An-xiang, ZHOU Chuan-ji, HAN Jin-guo, HU Wei, SI Fu-zhong, YANG Guo-liang.

*Vasculocardiology Department, Traditional Chinese Medicine Hospital of Tengzhou City, Tengzhou 277500, China

【Abstract】 Objective To study the effect of assistive functional rehabilitation exercise on cardiac functioning of patients with chronic heart failure (CHF). **Methods** Sixty CHF patients were divided randomly into a treatment group (the rehabilitation group) and a control group, with 30 in each group. All the patients were administered routine therapy. In the treatment group, the patients were administered rehabilitation exercises with the assistance of a electric equipment made by the authors, daily for 5 days a week for a total of 3 months. The New York Heart Association (NYHA) cardiac function grading, the left ventricular ejection fraction (LVEF), the left ventricular end diastolic diameter (LVEDD) and the brain natriuretic peptide (BNP) level in plasma as well as the 6 min walking range were observed in both groups before and after treatment. **Results** After 3-months of treatment, the NYHA grading, LVEF, LVEDD, BNP level in plasma and 6 min walking range were all significantly improved in both groups when compared with those before the treatment, with the treatment group improved to a significantly larger extent than the control group ($p < 0.05$). **Conclusion** Assistive rehabilitation exercise in addition to the routine therapy can significantly help improve the cardiac function in CHF patients.

【Key words】 Assistive exercise; Chronic heart failure; Cardiac function

慢性心力衰竭(chronic heart failure, CHF)是心血管疾病终末阶段,其发病率及死亡率近年来呈明显上升趋势,已成为全球 65 岁以上老年患者住院的首位原因,是目前亟待解决的严重医学问题之一^[1]。采用药物干预能在一定程度上缓解或控制 CHF 患者病情发展,但疗效仍不够理想;为进一步提高 CHF 患者心功能,减少病残率、降低死亡率,促其早日回归家庭及社会,有越来越多的学者建议在 CHF 患者病情稳定时尽早介入康复干预。本研究联合采用药物及电动辅助训练装置治疗 CHF 患者,发现临床疗效显著,患者心功

能及运动耐力均获得明显改善。现报道如下。

对象与方法

一、病例选择与分组

共选取 2007 年 6 月至 2009 年 6 月间在我院治疗的 CHF 患者 60 例,根据病史、查体、心电图、X 线、彩色多普勒超声心动图及实验室检查确诊,患者入选标准如下:①基础疾病(包括冠心病、高血压病等)均已得到良好控制;②美国纽约心脏病协会(New York Heart Association, NYHA)心脏功能分级为 II ~ III 级;③超声心动图检查左室射血分数(left ventricular ejection fraction, LVEF) $\leq 45\%$;④病情稳定,已给予标准抗心衰药物治疗;⑤同意参加本研究并签署知情同意书。患者剔除标准包括:①合并肝、肾功能不全;②有

DOI:10.3760/cma.j.issn.0254-1424.2010.11.013

作者单位:277500 滕州,山东省滕州市中医医院(朱宏宇、韩金国、胡伟、司福中、杨国梁);山东省滕州市中心人民医院(胡安祥);山东省滕州市妇幼保健院(周传骥)

未被控制的严重心律失常、糖尿病、高血压病或不稳定型心绞痛等;③已知或怀疑患有慢性阻塞性肺疾病、肺动脉高压、重度主动脉瓣病变;④合并急性心肌炎、心内膜炎、心包炎等;⑤患有主动脉夹层、Marfan 综合征、周围神经病变、恶性肿瘤或脑血管畸形等;⑥既往有痴呆、癫痫病史;存在四肢瘫、其它残疾或畸形等。采用随机数字表法将上述患者分为治疗组及对照组,每组 30 例,2 组患者一般情况及病情详见表 1,表中数据经统计学比较,发现组间差异均无统计学意义 ($P > 0.05$),具有可比性。

表 1 2 组患者一般情况及病情比较

组别	例数	性别(例)		年龄 (岁, $\bar{x} \pm s$)	并发症(例)			心功能 分级
		男	女		冠心病	高血压	冠心病合并高血压	
治疗组	30	19	11	62.2 $\pm$ 6.6	12	10	8	2.37 $\pm$ 0.49
对照组	30	18	12	61.6 $\pm$ 6.7	13	9	8	2.33 $\pm$ 0.48

注:高血压指高血压型心脏病

二、治疗方法

2 组患者均给予常规治疗,包括降压、抗心力衰竭药物治疗等,如采用血管紧张素转换酶抑制剂(angiotension converting enzyme inhibitors, ACEI)或血管紧张素受体拮抗剂(缬沙坦)加利尿剂(呋塞米、螺内酯)等,酌情给予 β 受体阻断剂,患者有心房颤动时加用地高辛,急性左心衰竭时静脉泵入硝普钠和/或多巴胺;同时对 2 组患者进行健康知识指导,如改变不良生活方式(包括戒烟、限酒、减肥等)、坚持低盐低脂饮食以及日常膳食营养搭配等,帮助患者积极减轻精神压力、促其保持乐观心态。

治疗组患者待病情稳定后给予心脏功能康复训练,采用我院自行设计的电动辅助训练装置(专利发明号:201010149214.7,详见图 1)。该装置在患者力量不足时能通过弹力绳拉起适当重量的沙袋,沙袋在下落过程中可带动患者肢体或躯干做不同方向的往复运动。初始训练时通过电动辅助动力装置帮助患者进行被动运动训练;当患者力量恢复到一定程度后,让患者进行辅助动力下的主动运动(即在电动助力基础上患者再适度用力)、主动运动(完全依赖患者自身力量进行训练)、并逐渐过渡到对抗电动阻力或悬吊沙袋重力的抗阻训练。具体训练内容包括:(1)大肌群收缩配合呼吸训练,根据患者心衰程度及身体状况依次按以下体位进行训练。仰卧位:①屈伸髋膝运动,先活动四肢远端关节热身运动 5 min,然后将患者双下肢置于运动支架上,利用电动悬吊装置牵拉患者双侧踝部至适当方向及高度,并将膝关节固定于弹力绳上,调整电动辅助动力及悬吊力量,使患者双下肢能轻松进行髋、膝屈伸运动,在屈髋时吸气、伸髋时呼气;②腰部

背伸运动,患者双膝关节屈曲至竖立位,将腰部抬起,脊柱背伸,抬起时收腹吸气,放松时呼气,当患者力量不足以完成该动作时,可调整电动悬吊装置适当牵拉其腰部,年老体弱患者进行该训练时腰部可不抬离床面;③肩关节运动,保持患者双肘关节伸直,双手臂由身体两侧向头顶方向做往复运动,并注意配合呼吸动作,上举时吸气,反之呼气。坐位:①脊柱侧弯及环转运动,训练时调整悬吊装置牵拉患者一侧或双侧上肢,并在水平方向向后牵拉患者腹部,同时配合节律呼吸动作,即用力时吸气、放松时呼气;②扩胸运动,扩胸时吸气,反之呼气。站位:对于体力较好的患者可逐渐增加慢走或慢跑训练,使用无助力跑步器,注意随步伐节奏配合呼吸运动。(2)逆腹式呼吸训练:指导患者吸气时腹部自然内收,呼气时腹部自然外鼓,吸气过程应尽量缓慢,以避免过度换气。以上各项训练均持续 5 ~ 10 min,每天至少训练 30 min,每周训练 5 d,训练 12 周为 1 个疗程。

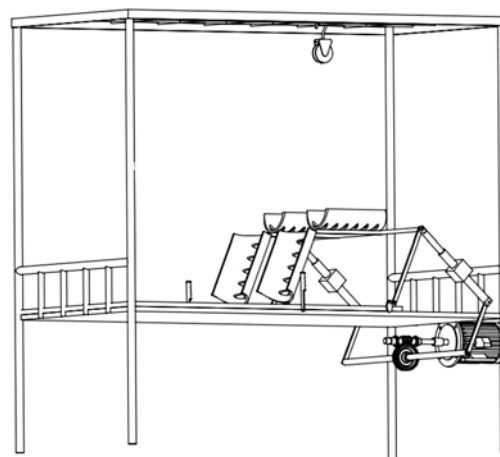


图 1 电动辅助训练装置示意图

治疗组患者在进行上述训练时,初始阶段先以被动运动为主,待适应后再逐渐进行助力或抗阻运动,要求患者用力时注意吸气而不要憋气。训练过程中须密切监测患者各项指标,包括面色、出汗、血压、心率、心率血压乘积、血氧饱和度、心律失常、心电图 ST 段变化以及主观劳累分级(rating of perceived exertion, RPE)等。运动量及运动频率要循序渐进,如患者训练后出现肌肉及关节酸痛(次日不能缓解)、恶心、呕吐、失眠、心率 > 100 次/min 或呼吸 > 30 次/min 且持续 10 min 以上则需要降低运动强度。在开始训练 2 周内,患者运动强度宜控制在靶心率 $[(200 - \text{年龄}) \times (55\% \sim 65\%)]$ 水平,并结合 RPE 分级及有无心电图 ST 段改变等随时调整运动强度;以后若患者耐受情况改善,可将靶心率逐渐提高至 $[(200 - \text{年龄}) \times (70\% \sim 80\%)]$,RPE 提高到 13 ~ 15 级水平。

三、心功能评定

所有患者分别于入选时及治疗 3 个月后各抽取清晨空腹静脉血 3 ml, 加入到含乙二胺四乙酸 (3 mg/ml) 的真空静脉采血管内摇匀, 于 4 ℃ 环境下离心 15 min (转速为 2000 转/min), 取血浆置于 -70 ℃ 冰箱内待测。血浆脑利钠肽 (brain natriuretic peptide, BNP) 检测试剂盒由美国 ARD 公司提供, 采用 Elisa 法检测 BNP 水平; 同期进行 6 min 步行距离测试、NYHA 心脏功能评级; 采用心脏彩色多普勒诊断仪检查各组患者 LVEF 及左室舒张末期内径 (left ventricular end-diastolic diameter, LVEDD)。

四、统计学分析

本研究所得计量资料以 ($\bar{x} \pm s$) 表示, 采用 SPSS 17.0 版统计学软件包进行数据分析, 组间及组内比较选用 *t* 检验, $P < 0.05$ 表示差异具有统计学意义。

结 果

2 组患者在 3 个月治疗期间, 治疗组及对照组分别有 2 例和 3 例患者失访。入选时对 2 组患者 LVEF、6 min 步行距离、NYHA 分级、LVEDD 及 BNP 水平进行比较, 发现组间差异均无统计学意义 ($P > 0.05$); 经 3 个月治疗后, 发现 2 组患者上述各项指标均较治疗前明显好转 ($P < 0.05$ 或 0.01), 并且以治疗组患者的改善幅度相对较显著, 如治疗组患者治疗后 LVEF、6 min 步行距离、NYHA 分级、LVEDD 及 BNP 水平均明显优于对照组, 组间差异均具有统计学意义 ($P < 0.05$ 或 0.01), 具体数据详见表 2。

讨 论

CHF 的发生及发展是一个受多因素影响的复杂过程。过去临床普遍认为, 体力活动可加速左心室功能不全发展进程^[2], 建议 CHF 患者尽量避免剧烈运动以保护心脏功能^[3]。目前已有研究表明, 在控制心血管疾病危险因素以后, 有规律地逐渐增加体力活动能降低心血管疾病死亡率^[4]; 运动锻炼对心血管系统的直接及间接作用均能增加心功能储备, 降低心脏事件

发生率^[5]。对于稳定的 NYHA 分级为 II ~ III 级的患者, 规律运动训练能促使其症状及生活质量均得到明显改善^[6]。有学者发现, 运动训练可抑制神经激素激活及减缓心室重构进程^[7]; 同时还有研究指出, 运动训练能减轻 CHF 患者临床症状, 提高运动功能及促进生活质量改善^[8-10], 并且认为运动训练与药物干预具有协同功效, 可作为 ACEI 及 β 受体阻滞剂的有效补充^[11]。

CHF 患者大多表现为乏力及呼吸困难, 其主要原因是由于心脏泵血量减少导致动脉系统缺血及静脉系统瘀血所致, 部分呼吸困难的 CHF 患者常伴有呼吸肌功能异常; 而针对呼吸肌进行锻炼能增强肌肉力量及改善呼吸功能, 缓解患者呼吸困难程度, 还可使胸腔负压增大, 促进静脉回流, 减轻静脉瘀血程度等。已有研究发现, 运动训练可改善 CHF 患者冠状动脉阻力血管内皮功能, 上调一氧化氮合酶基因表达, 促进一氧化氮合成, 从而提高冠状动脉流速^[12], 增强心脏输出功能; 另外规律运动训练还可降低机体交感神经及肾素-血管紧张素-醛固酮系统活性, 刺激血管内皮舒张因子合成, 从而降低外周血管阻力, 减轻心脏负荷, 提高心脏功能^[13-14]。

基于上述背景, 本研究治疗组患者在常规药物治疗基础上辅以心脏功能康复训练, 经 3 个月训练后, 发现该组患者各项心功能指标均较治疗前及对照组明显改善, 其中以 BNP 水平下降幅度尤为显著 ($P < 0.01$)。BNP 是一种心脏神经激素, 也是反映心脏功能的高敏感性及其特异性指标之一^[15]。有研究表明, 左室功能不全患者 BNP 水平与心功能 NYHA 分级以及预后存在显著相关性, 是评估 CHF 患者预后的重要标志物之一^[16-17], 如 BNP 水平越高, 则患者心功能分级及预后越差。6 min 步行距离也是评价 CHF 患者心脏功能、临床疗效及预后的重要参考数据之一, 对 CHF 发生率及死亡率有较好的预测价值^[18]。陈协兴等^[19]发现 CHF 患者 6 min 步行距离较健康人显著下降, 血清 BNP 水平则明显升高, 认为 6 min 步行距离及 BNP 均可作为评价 CHF 患者心功能的客观指标。本研究

表 2 治疗前、后 2 组患者各项心功能指标比较 ($\bar{x} \pm s$)

组 别	例数	NYHA 分级 (级)	BNP 水平 (ng/L)	LVEDD (mm)	LVEF (%)	6 min 步行距离 (m)
治疗组						
治疗前	30	2.37 ± 0.49	665.57 ± 62.11	62.03 ± 5.20	35.90 ± 3.46	358.57 ± 37.18
治疗后	28	1.68 ± 0.77 ^{bc}	511.61 ± 191.24 ^{bd}	59.54 ± 6.13 ^{bc}	42.18 ± 8.49 ^{bd}	424.18 ± 106.25 ^{bc}
对照组						
治疗前	30	2.33 ± 0.48	659.90 ± 49.41	61.97 ± 4.75	36.40 ± 2.70	358.43 ± 32.67
治疗后	27	2.04 ± 0.71 ^a	608.70 ± 142.83 ^a	60.89 ± 5.81 ^a	38.15 ± 5.68 ^a	379.48 ± 60.50 ^a

注: 与治疗前比较, ^a $P < 0.05$, ^b $P < 0.01$; 与对照组治疗后比较, ^c $P < 0.05$, ^d $P < 0.01$

结果表明,2 组患者经治疗后其 BNP 水平明显降低,6 min 步行距离显著增加,并且以治疗组的改善幅度尤为显著,提示治疗组患者心功能得到显著改善。

本研究治疗组患者在心脏康复训练过程中均未发生严重心脏事件,表明采用电动辅助训练装置进行心脏康复训练安全、有效。由于 CHF 患者运动耐力受限,本研究对每位患者进行个体化康复训练,训练强度循序渐进(如由被动运动、辅助主动运动、主动运动逐渐过渡到抗阻运动),患者治疗依从性均较好。目前临床上心脏功能康复训练还没有固定的成熟训练方案可供参考,本研究通过电动辅助训练装置让 CHF 患者在仰卧位、坐位及站立位情况下进行大肌群收缩及呼吸功能训练,在起始训练阶段,由于 CHF 患者心功能及体力均较差,电动辅助训练装置可给予辅助动力,使患者在不费力情况下进行肢体被动运动,有助于患者形成固定的运动方式和习惯;待患者心功能及运动耐力改善后,逐渐借助辅助动力进行训练,到后期阶段则指导患者对抗电动阻力或重力进行抗阻训练。在治疗过程中发现,阻力大小是抗阻训练的关键,如阻力太小达不到运动负荷量、效果不佳,阻力过大则可能造成 CHF 患者肌肉等长收缩,对心脏功能康复不利,甚至导致肌肉受伤。本研究所用训练装置能确保患者肢体运动方向与机械运动方向一致,并且弹力绳或支架还具有缓冲功能,可随时调整阻力大小,不易造成肌肉等长收缩,从而保证患者抗阻训练得以顺利实施。通过对 CHF 患者大肌群进行节律性收缩训练,可产生肌肉泵效应,从而加速血液循环及减轻淤血程度,有利于心脏功能改善。另外由于 CHF 患者通常伴有呼吸肌功能异常,本研究同时对 CHF 患者进行逆腹式呼吸训练,不仅能增强患者肋间肌、膈肌及腹肌功能,还能促进腹腔血液回流,有助于改善呼吸功能。值得注意的是,CHF 患者在心脏康复训练过程中,要求其呼吸运动与肌肉收缩尽量保持固定节律,促其养成用力时吸气的习惯,纠正用力时憋气,以免增加心脏负荷及缺氧程度。

综上所述,本研究结果表明,在常规药物治疗基础上通过电动辅助训练装置对 CHF 患者进行心脏功能康复训练,能进一步改善患者心功能及运动耐力,延缓 CHF 病情发展,并且治疗过程中患者依从性较好,治疗安全性较高,对促进患者早日回归家庭及社会具有重要意义。

参 考 文 献

- [1] 杨跃进. 心力衰竭预后的预测因素. 中华心血管病杂志, 2002, 30: 637-639.
- [2] Oh BH, Ono S, Rockmen HA, et al. Myocardial hypertrophy in the ischemic zone induced by exercise in rats after coronary reperfusion. *Circulation*, 1993, 87: 598-607.
- [3] McDonald CD, Burch GE, Walsh JJ. Prolonged bed rest in the treatment of idiopathic cardiomyopathy. *AM J Med*, 1972, 52: 41-50.
- [4] Blair SB, Kampert JB, Kohl HW, et al. Influences of cardiorespiratory fitness and other precursors on cardiovascular disease and all-cause mortality in men and women. *JAMA*, 1996, 276: 205-210.
- [5] Spathard RJ, Balady GJ. Exercise as cardiovascular therapy. *Circulation*, 1999, 99: 963-972.
- [6] Piepoli MF, Davos C, Francis DP, et al. Exercise training meta-analysis of trials in patients with CHF. *BMJ*, 2004, 328: 189.
- [7] Kiilavuori K, Toivonen L, Naveri H, et al. Reversal of autonomic derangements by physical training in chronic heart failure assessed by heart rate variability. *Eur Heart J*, 1995, 16: 490-495.
- [8] European Heart Failure Training Group. Experience from controlled trials of physical training in chronic heart failure. Protocol and patient factors in effectiveness in the improvement in exercise tolerance. *Eur Heart J*, 1998, 19: 466-475.
- [9] Belardinelli R, Georgios DG. Randomized, controlled trial of long-term moderate exercise training in chronic heart failure: effects on functional capacity, quality of life, and clinical outcome. *Circulation*, 1999, 99: 1173-1182.
- [10] Giannuzzi P, Temporelli PL, Corra U, et al. Antiremodeling effect of long-term exercise training in patients with stable chronic heart failure: results of the exercise in left ventricular dysfunction and chronic heart failure trial. *Circulation*, 2003, 108: 554-559.
- [11] Piepoli MF, Flather M, Coats AJ. Overview of studies of exercise training in chronic heart failure: the need for a prospective randomized multicentre European trial. *Eur Heart J*, 1998, 19: 830-841.
- [12] 彭雯, 张秀娥, 成蓓. 运动训练对慢性心力衰竭患者内皮炎性相关因子的影响. 中华物理医学与康复杂志, 2005, 27: 100-102.
- [13] 叶光福, 赵超, 徐蕾, 等. CHF 患者耐量运动训练后体内神经激素的变化. 中华老年心脑血管杂志, 2000, 2: 240-242.
- [14] Linke A, Schoene N, Gielen S, et al. Endothelial dysfunction in patients with chronic heart failure: systemic effects of lower-limb exercise training. *J Am Coll Cardiol*, 2001, 37: 392-397.
- [15] Boriani G, Regoli F, Saporito D, et al. Neurohormones and inflammatory mediators in patients with heart failure undergoing cardiac resynchronization therapy: time courses and prediction of response. *Peptides*, 2006, 37: 1776-1786.
- [16] McDonagh TA, Robb SD, Murdoch DR, et al. Biochemical detection of left ventricular systolic dysfunction. *Lancet*, 1998, 351: 9-13.
- [17] Sun T, Wang L, Zhang Y. Prognostic value of B-type natriuretic peptide in patients with acute coronary syndromes. *Arch Med Res*, 2006, 37: 502-505.
- [18] Bittner V, Weiner DH, Yusuf S, et al. Prediction of mortality and morbidity with a 6-minute walk test in patients with left ventricular dysfunction. *JAMA*, 1993, 270: 1702-1707.
- [19] 陈协兴, 洪华山, 陈良龙, 等. 慢性心力衰竭患者 6 min 步行试验与血清脑利钠肽水平的临床研究. 中国临床药理学与治疗学, 2004, 9: 561-564.

(修回日期: 2010-09-20)

(本文编辑: 易 浩)