

·临床研究·

脑卒中偏瘫患者心肺运动功能评估临床研究

徐 泉¹ 潘 钰^{1,2} 张啸飞¹ 杨晓辉¹ 萧演清¹ 吴 琼¹ 阎澍好¹ 杨 绯¹

摘要

目的:评估脑卒中后偏瘫患者心肺运动功能,了解偏瘫患者心肺功能储备能力,探寻脑卒中偏瘫患者有氧运动康复方案。

方法:选取11例脑卒中后偏瘫患者(实验组)和11例健康志愿者(对照组)进行心肺运动实验测试,比较两组受试对象心肺运动实验各指标差异。

结果:两组受试对象性别、年龄、体重指数等基础指标差异无显著性。实验组峰值摄氧量(13.1 ± 3.2 vs 22.3 ± 6.6 ml/kg/min)、无氧阈(11.2 ± 2.9 vs 15.5 ± 3.6 ml/kg/min)、能量代谢当量(3.7 ± 0.9 vs 6.4 ± 1.9)、峰值氧脉搏(7.7 ± 2.0 vs 11.2 ± 2.5 ml)、峰值呼吸交换率(0.98 ± 0.08 vs 1.15 ± 0.11)、峰值分钟通气量(30.9 ± 8.5 vs 55.7 ± 17.7 L/min)、峰值功率(72.5 ± 18.8 vs 118.8 ± 46.8 W)与最大心率(117.9 ± 14.7 vs 135.1 ± 20.4 bpm)明显低于对照组($P<0.05$),静息心率(81.6 ± 11.5 vs 72.5 ± 4.9 bpm)明显高于对照组($P<0.05$)。实验组静息血压与峰值血压与对照组比较无显著性差异($P>0.05$)。

结论:脑卒中偏瘫患者心肺运动功能明显低于健康人,心肺储备功能下降,脑卒中偏瘫患者的康复过程中有必要给予一定强度的有氧运动,以改善心肺运动功能,预防卒中再发和提高运动功能。

关键词 脑卒中;心肺运动试验;有氧运动

中图分类号:R743.3, R493 文献标识码:A 文章编号:1001-1242(2016)-12-1334-005

A clinical study on cardiopulmonary exercise testing in people with hemiplegia after stroke/XU Quan, PAN Yu, ZHANG Xiaofei, et al./Chinese Journal of Rehabilitation Medicine, 2016, 31(12): 1334—1338

Abstract

Objective: The aim of this study was to evaluate cardiorespiratory fitness and cardiopulmonary reserve function, establish aerobic exercise rehabilitation program in people with hemiplegia after stroke.

Method: Eleven individuals with hemiplegia after stroke (the observation group) and eleven healthy volunteers (age and gender-matched adults, the control group) were given cardiopulmonary exercise t-testing (CPET). We used independent *t* tests to determine the differences of the cardiopulmonary performance between two groups.

Result: No significant differences were found in age, gender and body mass index (BMI) between two groups. The observation group had significantly lower values ($P<0.05$) for peak oxygen uptake (VO_{2peak} , 13.1 ± 3.2 vs 22.3 ± 6.6 ml/kg/min), anaerobic threshold (AT, 11.2 ± 2.9 vs 15.5 ± 3.6 ml/kg/min), metabolic equivalent of energy (MET, 3.7 ± 0.9 vs 6.4 ± 1.9), peak oxygen pulse (VO_2/HR , 7.7 ± 2.0 vs 11.2 ± 2.5 ml), peak respiratory rate of exchange ($RER=VCO_2/VO_2$, 0.98 ± 0.08 vs 1.15 ± 0.11), minute ventilation (VE, 30.9 ± 8.5 vs 55.7 ± 17.7 L/min), peak power (WRpeak, 72.5 ± 18.8 vs 118.8 ± 46.8 W) and peak heart rate (HRpeak, 117.9 ± 14.7 vs 135.1 ± 20.4 bpm), when compared with the control group. The observation group had significantly higher values ($P<0.05$) for resting heart rate (HRrest, 81.6 ± 11.5 vs 72.5 ± 4.9 bpm) than the control group. There were no significant differences in resting blood pressure and peak blood pressure between two groups ($P>0.05$).

Conclusion: These results suggest that cardiorespiratory fitness and cardiopulmonary reserve function in people

DOI:10.3969/j.issn.1001-1242.2016.12.008

1 清华大学附属北京清华长庚医院,北京,102218; 2 通讯作者

作者简介:徐泉,男,硕士,主治医师; 收稿日期:2016-04-08

with hemiplegia after stroke was lower than those of the healthy people. Aerobic exercise in stroke was beneficial for improving cardiovascular health, reducing cardiac risk and improving physical performance in rehabilitation program.

Author's address Beijing Tsinghua Changgung Hospital, Tsinghua University, 102218

Key word stroke; cardiopulmonary exercise testing; aerobic exercise

全球每年脑卒中发病人数将近150万人,年龄超过65岁的人群中会有35%发生脑卒中,大约1/3的患者遗留功能障碍^[1]。我国心脑血管病患者同样处于持续上升阶段,估计心脑血管病患者2.9亿,其中脑卒中至少700万^[2]。脑卒中后引起诸多功能障碍,常见的有偏瘫、平衡障碍、肌肉无力、感觉障碍、认知障碍等^[3],其中偏瘫是其最普遍的症状,引起活动受限,社会参与不能完成,健康水平显著下降^[4]。偏瘫后有氧代谢能力和行走能力显著下降,这可能会进一步影响其呼吸功能及糖脂代谢能力,形成恶性循环^[5]。活动的减少又会进一步增加心脑血管危险因素^[6]。本研究评估脑卒中后偏瘫患者心肺运动功能,了解偏瘫患者心肺功能储备能力,探寻脑卒中偏瘫患者有氧运动康复方案。

1 资料与方法

1.1 一般资料

本研究为回顾性现况研究,实验组病例为2014年12月—2016年2月北京清华长庚医院康复医学科住院或门诊脑卒中偏瘫患者(11例)。对照组为社区居民,控制性别、年龄与实验组相匹配(11例)。

纳入标准:①符合1995年全国第四届脑血管病学术会议标准,第一诊断为初发脑卒中(脑梗死或脑出血),经CT或MR确诊;②年龄18—85岁,意识清醒,能正常合作者;③均为单侧偏瘫;④生命体征平稳,能够耐受心肺运动测试者;⑤无脑外伤史,无脑炎、结核性脑膜炎等脑实质及中枢神经受累史;⑥患者具有小学及以上的文化水平,对研究人员的观察和评价具有良好的依从性;⑦经患者或家属同意并签署知情同意书。

排除标准:①符合纳入标准但未签知情同意书的患者;②进展型脑卒中;③短暂性的脑缺血发作;④认知功能障碍或有精神症状者、痴呆及各种失语症,不能配合完成康复训练的患者;⑤瘫痪侧肢体有严重痉挛或关节活动范围严重受限的患者;⑥有严

重感染或严重并发症(心、肺、肝、肾)者。

1.2 心肺运动实验

采用肺功能测试系统(型号:MasterScreen, GareFusion Germany 234 GmbH)对所有参与者进行心肺运动测试,在静息状态下测定受试者的全套肺功能之后,继之在连续动态监测记录进出气流、氧气和二氧化碳测定,全导联心电图、袖带无创血压、脉搏氧饱和度,从静息状态($\geq 3\text{min}$),无功率负荷热身运动($\geq 3\text{min}$),根据性别、年龄、身高、体重、功能状态等选择10—50W/min的功率递增速率进行症状限制性最大负荷运动至运动受限,并继续记录 $\geq 5\text{min}$ 的恢复情况。

受试者坐在四肢联动全身功能康复系统上,接好面罩、呼出气采集管、心电图、袖带血压、红外血氧饱和度监测仪后,休息2min,进行运动,采用症状自限性运动方案,运动至受试者最大耐受量。运动过程中,受试者的呼出气通过一根呼出气采集管连接至分析仪,通过breath—by—breath方式测定摄氧量(VO_2)和二氧化碳排出量(VCO_2),并实时监测心电图和经皮血氧饱和度。每隔2—3min测定1次血压,以保证运动安全。判断受试者是否达到其最大运动负荷主要根据:症状限制性,即经最大努力也不能维持在全身功能康复系统80步/分以上。实验室备有氧气、除颤器、急救药品等。

1.3 观察指标

实验组与对照组进行心肺运动测试,分别测量峰值摄氧量(peak oxygen uptake, $\text{VO}_{2\text{peak}}$)、无氧阈(anaerobic threshold, AT)、能量代谢当量(metabolic equivalent of energy, MET)、峰值氧脉搏(peak oxygen pulse, VO_2/HR)、峰值呼吸交换率(peak respiratory rate of exchange, $\text{RER}=\text{VCO}_2/\text{VO}_2$)、峰值分钟通气量(minute ventilation, VE)、峰值功率(peak power, WR_{peak})、最大心率(peak heart rate, HR_{peak})、静息心率(resting heart rate, HR_{rest})、静息血压、峰值血压。

1.4 统计学分析

应用SPSS 17.0软件进行统计学分析。连续变量按照均数、标准差、中位数、95%可信区间进行描述性分析。两组资料进行独立样本*t*检验。

2 结果

两组参与者均完成了心肺运动实验,在递增负荷运动试验测试过程中,没有发生任何心血管不良事件。

2.1 两组受试者基础指标比较

两组受试者性别、年龄、体重指数无显著性差异($P>0.05$)。见表1。

2.2 两组受试者心肺运动实验结果

实验组峰值摄氧量、无氧阈、能量代谢当量、峰值氧脉搏、峰值呼吸交换率、峰值分钟通气量、最大心率与峰值功率明显低于对照组($P<0.05$),静息心率明显高于对照组($P<0.05$)。实验组静息血压与峰值血压较对照组无显著性差异($P>0.05$)。见表2。

表1 两组参与者一般情况

指标	实验组(n=11)	对照组(n=11)	P值
年龄(岁)	63.2±9.6	62.2±13.9	1.0
性别(男:女)	8:3	8:3	
BMI(kg/m ²)	23.9±1.2	23.8±2.5	0.859
病程(d)	114.6±81.1		
脑出血(例)	1		
脑梗死(例)	10		
Fugl-Meyer评分	28.0±15.8		

表2 两组参与者心肺运动实验结果 ($\bar{x}\pm s, n=11$)

指标	实验组	对照组	P值
VO ₂ peak(ml/kg/min)	13.1±3.2	22.3±6.6	0.000
VO ₂ AT(ml/kg/min)	11.2±2.9	15.5±3.6	0.006
METpeak	3.7±0.9	6.4±1.9	0.000
VEpeak(L/min)	30.9±8.5	55.7±17.7	0.001
HRpeak(bpm)	117.9±14.7	135.1±20.4	0.035
HRrest(bpm)	81.6±11.5	72.5±4.9	0.030
WRpeak(w)	72.5±18.8	118.8±46.8	0.009
VO ₂ /HRpeak(ml)	7.7±2.0	11.2±2.5	0.001
RERpeak	0.98±0.08	1.15±0.11	0.001
收缩压 rest(mmHg)	132.5±25.4	121.4±19.6	0.262
舒张压 rest(mmHg)	79.4±7.8	75.2±11.0	0.331
收缩压 peak(mmHg)	164.4±18.2	166.2±20.6	0.829
舒张压 peak(mmHg)	86.8±5.4	84.3±13.5	0.571

3 讨论

最大摄氧量是指人体在极量运动时的最大摄氧能力,它代表了人体供氧能力的极限水平,是机体有

氧代谢能力的最佳指数,并且是心肺健康的金标准。实际上临床早期出现的无法忍受的症状限制了最大运动,所以在实际临床中,尽管峰值摄氧量和最大摄氧量的生理意义并不一样,但经常两者互换使用^[7]。本研究中实验组VO₂peak为(13.1±3.2)ml/kg/min,比对照组低41%,表明偏瘫患者心肺储备功能明显下降。无氧阈AT值是指人体在递增工作强度时,由有氧代谢供能开始转换成无氧代谢供能的临界点,实验组无氧阈值AT值为(11.2±2.9)ml/kg/min,比对照组低28%,可以推断偏瘫患者运动耐力和机体利用氧能力是降低的。实验组峰值能量代谢当量MET值为(3.7±0.9),比对照组低42%,峰值心率为(117.9±14.7)bpm,比对照组低13%,静息心率为(81.6±11.5)bpm,比对照组高13%,峰值氧脉搏为(7.7±2.0)ml,比对照组低31%,表明偏瘫患者心脏功能较正常人是明显下降的。实验组中峰值分钟通气量为(30.9±8.5)L/min,比对照组低45%,表明偏瘫患者肺通气功能下降。实验组峰值功率(72.5±18.8)w,比对照组低39%,偏瘫患者由于心肺功能的下降,做功能力随之减弱。实验组吸交换率(0.98±0.08),比对照组低15%,表明偏瘫患者达到极量运动状态的能力较正常人也是下降的。

心肺运动实验是临床上全面整体地检查从静息状态到运动状态心肺代谢等整体功能的唯一手段^[8-9]。其临床适用范围非常广泛,包括对呼吸疾病、心血管疾病、代谢、血液及神经系统等疾病的诊断,疾病严重程度评估,治疗效果评估及疾病预后预测,客观定量的人体功能性评估和健康管理客观依据等^[10]。心肺运动实验在心脏疾病可用于诊断、预后的评估及治疗的有效性^[11],在慢性阻塞性肺疾病中评价心肺功能受限程度也有报道^[12]。心肺运动实验应用于亚急性期与恢复期脑卒中患者中已有报道,主要测试装置是减重跑步机和上肢功率自行车^[13-14]。Billinger SA等^[15]通过让患者分别使用下肢功率计和四肢联动进行最大努力的负荷递增心肺运动实验,通过比较两次试验的峰值摄氧量和峰值心率定量地评估四肢联动设备对中风后患者个性化运动测试的可行性与有效性。证实四肢联动是一种安全的、可行的和有效的测评中风患者峰值摄氧量的方法^[15]。Stoller O等^[16]研究证实,脑卒中患者应

用机器人负责下的跑步机装置进行心肺运动实验,实验结果可信度高,具有可重复性。脑卒中患者进行心肺运动测试越来越受到重视,美国心脏协会与美国卒中协会推荐脑卒中患者进行心肺运动试验测试其心肺运动功能状态,心肺运动试验过程应遵循现有的指南与标准^[17-18]。脑卒中患者心肺运动测试应用越来越多,但目前相关研究数据仍较少^[19]。脑卒中患者存在诸多问题,如偏瘫、肌肉无力、疲劳、平衡障碍、痉挛可能会对心肺运动测试产生影响^[20]。脑卒中患者进行心肺运动试验,有以下问题需要展开讨论,包括心肺运动测试设备,测试终止标准及心肺运动测试过程中的安全问题。跑步机与功率自行车是最常用的测试设备。应用跑步机需要具备较强的步行能力,也有研究配合使用减重装置可适用于步行能力差的患者^[21-22]。跑步机需要调动更多肌肉参与运动,克服更大的重力影响,因此与坐位装置相比较,所测得摄氧量较大^[23]。使用功率自行车可以减少脑卒中患者平衡障碍的影响,坐位装置对脑卒中后平衡和步态障碍的患者更加有用,但所测得峰值摄氧量较使用跑步机偏高。使用斜倚靠式装置对脑卒中患者更加方便^[24]。上肢功率自行车对脑卒中步行困难者会有帮助,但其调动小肌肉群,所测得峰值摄氧量比下肢踏车与跑步机小,还会引起血压明显升高,存在安全隐患。选择何种设备取决于测试的目的和脑卒中患者的状态,但测试与训练往往选择同一种设备^[25]。

心肺运动试验终止标准为达到极量运动,获得最大摄氧量,但多数人是有困难的。试验过程中常使用另一个标准,呼吸交换率达到1.0—1.15,峰值呼吸交换率超过1.10,即达到次级量运动^[26]。但脑卒中患者进行心肺运动试验时需要更加谨慎,对超过65岁的老年人群,呼吸交换率超过1.0提示达到极量运动水平,而脑卒中患者多数年龄偏高,因此大于65岁的脑卒中患者进行心肺运动试验时呼吸交换率超过1.0可以终止^[27]。多数脑卒中患者因为自身症状限制原因终止心肺运动试验,所以定义的终止标准不一定能够达到,指南推荐终止标准很难适应脑卒中患者^[28]。试验终止时应该同时满足呼吸交换率超过1.0与运动时间到达8—12min两项要求,并且在试验结果报告中需要说明终止原因,这样能

更好地解读试验结果。结果中还应该与正常范围对比,不同年龄参考范围也不同,性别差异对结果也会有影响^[29]。脑卒中患者进行心肺运动试验还需要注意试验开始前3个小时避免摄入食物、咖啡、酒精及烟草产品,进行试验时应穿戴宽松的衣服,合适的鞋子,试验前24小时尽量补充水分,告知试验人员目前所服用的基本药物。

脑卒中患者由于运动功能障碍,峰值摄氧量会较正常人群降低,心肺运动功能显著下降。国外研究发现,脑卒中30天内峰值耗氧量会下降至10—17ml/kg/min^[30],6个月后不超过20ml/kg/min^[31],这要比与之年龄相匹配的水平低25%—45%^[32]。脑卒中患者 $\text{VO}_{2\text{peak}}$ 波动于 $(11.4\pm 3.7)\text{ml/kg/min}$ 至 $(17.3\pm 7.0)\text{ml/kg/min}$ ^[33],这与本研究结果相符。脑卒中患者使用心肺运动实验是可行的,并且能准确地测得其心肺运动水平,包括峰值摄氧量、无氧阈、峰值心率等重要指标,为其平时的运动提供客观的参数指导,建立精准的运动处方。这对于脑卒中二级预防具有重要意义。本研究结果证实,脑卒中偏瘫患者心肺运动功能明显低于健康人,心肺储备功能下降,脑卒中偏瘫患者的康复过程中有必要给予一定强度的有氧运动,以改善心肺运动功能,预防卒中再发和提高运动功能。本研究缺乏随机对照,样本量有限,我们将在下一步研究中进行较大样本的随机对照实验。

参考文献

- [1] Koivusalo M, Mackintosh M. The World Health Report 2007: A Safer Future: Global Public Health Security in the 21st Century[J]. Development and Change 2008, 39(6):1163—1169.
- [2] 王文,朱曼璐,王拥军,等.中国心血管病报告2012概要[J].中国循环杂志,2013,28(6):408—412.
- [3] Geneva, Switzerland, World Health Organization. International Classification of Functioning, Disability and Health (ICF). WHO; 2001.
- [4] Flansbjer UB, Downham D, Lexell J. Knee muscle strength, gait performance, and perceived participation after stroke[J]. Arch Phys Med Rehabil, 2006, 87(7):974—980.
- [5] Severinsen K, Jakobsen JK, Overgaard K, et al. Normalized muscle strength, aerobic capacity, and walking performance in chronic stroke: a population-based study on the potential for endurance and resistance training[J]. Arch Phys Med Rehabil, 2011, 92(10):1663—1668.
- [6] Pharr JR, Bungum T. Health disparities experienced by people with disabilities in the United States: a Behavioral Risk

- Factor Surveillance System study[J]. Glob J Health Sci, 2012, 4(6):99—108.
- [7] 车琳,王乐民.心肺运动试验的临床应用.中国康复医学会第七次全国老年医学与康复学术大会,2012,81—87.
- [8] 谭晓越,孙兴国.从心肺运动的应用价值看医学整体整合的需求[J].医学与哲学,2013,34(3):28—31.
- [9] Sun XG, Hansen JE, Stringer WW. Oxygen uptake efficiency plateau best predicts early death in heart failure[J]. Chest, 2012, 141(5):1284—1294.
- [10] asserman K, Hansen JE, Sue D, et al. Principles of Exercise Testing and Interpretation[M]. 5th ed. Philadelphia: Lippincott Williams and Wilkins, 2011:194—234.
- [11] Kurpesa M, Jerka K, Bortkiewicz A. Cardiopulmonary exercise testing--its application in cardiology and occupational medicine[J]. Med Pr, 2014, 65(5):665—674.
- [12] Ewert R, Gläser S, Winkler J, et al. Cardiopulmonary Exercise Testing (CPET) in severe COPD--a multicentre comparison of two test protocols[J]. Pneumologie, 2012, 66(7):402—407.
- [13] Lennon OC, Denis RS, Grace N, et al. Feasibility, criterion validity and retest reliability of exercise testing using the Astrand-rhyming test protocol with an adaptive ergometer in stroke patients[J]. Disabil Rehabil, 2012, 34(14):1149—1156.
- [14] Olivier C, Doré J, Blanchet S, et al. Maximal cardiorespiratory fitness testing in individuals with chronic stroke with cognitive impairment: practice test effects and test-retest reliability[J]. Arch Phys Med Rehabil, 2013, 94(11):2277—2282.
- [15] Billinger SA, Tseng BY, Kluding PM. Modified total-body recumbent stepper exercise test for assessing peak oxygen consumption in people with chronic stroke[J]. Phys Ther, 2008, 88(10):1188—1195.
- [16] Stoller O, de Bruin ED, Schindelholtz M, et al. Cardiopulmonary exercise testing early after stroke using feedback-controlled robotics-assisted treadmill exercise: test-retest reliability and repeatability[J]. J Neuroeng Rehabil, 2014, (11):145.
- [17] Billinger SA, Arena R, Bernhardt J, et al. Physical activity and exercise recommendations for stroke survivors: a statement for healthcare professionals from the American Heart Association/American Stroke Association[J]. Stroke, 2014, 45(8):2532—2553.
- [18] Jones LW, Eves ND, Haykowsky M, et al. Cardiorespiratory exercise testing in clinical oncology research: systematic review and practice recommendations[J]. Lancet Oncol, 2008, 9(8):757—765.
- [19] Gordon NF, Gulanick M, Costa F, et al. Physical activity and exercise recommendations for stroke survivors: an American Heart Association scientific statement from the Council on Clinical Cardiology, Subcommittee on Exercise, Cardiac Rehabilitation, and Prevention; the Council on Cardiovascular Nursing; the Council on Nutrition, Physical Activity, and Metabolism; and the Stroke Council[J]. Stroke, 2004, 35(5):1230—1240.
- [20] Eng JJ, Dawson AS, Chu KS. Submaximal exercise in persons with stroke: test-retest reliability and concurrent validity with maximal oxygen consumption[J]. Arch Phys Med Rehabil, 2004, 85(1):113—118.
- [21] Stoller O, Schindelholtz M, Bichsel L, et al. Feedback-controlled robotics-assisted treadmill exercise to assess and influence aerobic capacity early after stroke: a proof-of-concept study[J]. Disabil Rehabil Assist Technol, 2014, 9(4):271—278.
- [22] Mackay-Lyons M, McDonald A, Matheson J, et al. Dual effects of body-weight supported treadmill training on cardiovascular fitness and walking ability early after stroke: a randomized controlled trial[J]. Neurorehabil Neural Repair, 2013, 27(7):644—653.
- [23] Danielsson A, Sunnerhagen KS. Oxygen consumption during treadmill walking with and without body weight support in patients with hemiparesis after stroke and in healthy subjects[J]. Arch Phys Med Rehabil, 2000, 81(7):953—957.
- [24] American College of Sports Medicine (ACSM). ACSM's guidelines for exercise testing and prescription. 8th edn. In: Thompson W, Gordon N, Pescatello L, editors. Philadelphia: Wolters Kluwer, Lippincott Williams & Wilkins; 2010.
- [25] Ingrid G. L. van de Port, Gert Kwakkel, Harriet Wittink. J Rehabil Med. 2015; 47: 881—900.
- [26] Balady GJ, Arena R, Sietsema K, et al. Clinician's Guide to cardiopulmonary exercise testing in adults: a scientific statement from the American Heart Association[J]. Circulation, 2010, 122(2):191—225.
- [27] Edvardsen E, Hem E, Anderssen SA. End criteria for reaching maximal oxygen uptake must be strict and adjusted to sex and age: a cross-sectional study[J]. PLoS One, 2014, 9(1):e85276.
- [28] Brooks D, Tang A, Sibley KM, et al. Profile of patients at admission into an inpatient stroke rehabilitation programme: cardiorespiratory fitness and functional characteristics[J]. Physiother Can, 2008, 60(2):171—179.
- [29] Marzolini S, Oh P, McIlroy W, et al. The feasibility of cardiopulmonary exercise testing for prescribing exercise to people after stroke[J]. Stroke, 2012, 43(4):1075—1081.
- [30] Tang A, Sibley KM, Thomas SG, et al. Maximal exercise test results in subacute stroke[J]. Arch Phys Med Rehabil, 2006, 87(8):1100—1105.
- [31] Brooks D, Tang A, Sibley KM, et al. Profile of patients at admission into an inpatient stroke rehabilitation programme: cardiorespiratory fitness and functional characteristics[J]. Physiother Can, 2008, 60(2):171—179.
- [32] Ramas J, Courbon A, Roche F, et al. Effect of training programs and exercise in adult stroke patients: literature review[J]. Ann Readapt Med Phys, 2007, 50(6):438—444.
- [33] Baert I, Daly D, Dejaeger E, et al. Evolution of cardiorespiratory fitness after stroke: a 1-year follow-up study. Influence of prestroke patients' characteristics and stroke-related factors[J]. Arch Phys Med Rehabil, 2012, 93(4):669—676.