

# 不同有氧运动方式对健康人心肺适能影响的研究

陈庆庆<sup>1</sup>, 曹胜<sup>2</sup>, 金荣疆<sup>3</sup>

**【摘要】** 目的:本研究旨在比较两种不同有氧锻炼方式对健康人心肺适能水平的影响。方法:将32名健康受试者随机分到跑步平台组和楼梯机组各16名,2组受试者分别进行跑步机及楼梯机有氧锻炼,每次30min,每天1次,共5d。结果:锻炼后,楼梯机组第1秒用力呼气容积(FEV1)、FEV1/FVC、最大通气量(MVV)、呼气峰流速(PEF)以及6min步行距离(6MWD)均较锻炼前明显提高( $P<0.05$ ),用力肺活量(forced vital capacity,FVC)比较差异无统计学意义;跑步平台组锻炼后FVC、FEV1、FEV1/FVC、6MWD、PEF较锻炼前明显提高( $P<0.05$ ),MVV变化差异无统计学意义。锻炼后,楼梯机组 FEV1/FVC、MVV、6MWD、PEF 提高幅度明显优于跑步平台组( $P<0.05$ ),但 FVC、FEV1 的提高幅度差异无统计学意义。结论:楼梯机锻炼和跑步平台锻炼对健康人的心肺适能水平都有显著影响,但楼梯机锻炼对健康人的 MVV、FEV1/FVC、PEF 及 6MWD 的提高幅度更大,即楼梯机锻炼在短时间内对健康人的心肺适能水平影响更显著。

**【关键词】** 跑步平台;楼梯机;不同有氧锻炼方式;心肺适能

**【中图分类号】** R49    **【DOI】** 10.3870/zgkf.2015.03.015

**Effect of different aerobic exercise modes on cardiorespiratory fitness in healthy people** Chen Qingqing, Cao Sheng, Jin Rongjiang. Sichuan Vocational College of Nursing, Chengdu 610000, China

**【Abstract】 Objective:** To observe the effect of two different aerobic exercise modes (stair-machine exercise and treadmill exercise) on cardiorespiratory fitness in healthy people. **Methods:** Thirty-two healthy college students as subjects were divided into two groups randomly: walking group given walk exercise on treadmill ( $n=16$ ) and stair-climbing group given stair-climbing exercise on stair-machine ( $n=16$ ). The subjects from the walking group walked on the treadmill, 30 min per term, 5 terms per week, and 5 days in all. The subjects from stair-climbing group climbed stairs on the stair-machine with the same frequency as that in the walking group. **Results:** There were significant differences in MVV, FEV1, FEV1/FVC, PEF and 6MWD ( $P<0.05$ ), but no significant difference in FVC in stair-climbing group before and after exercise. There were significant differences ( $P<0.05$ ) in FVC, FEV1, FEV1/FVC, PEF and 6MWD, but no significant difference in MVV in walking group before and after exercise. There were significant differences ( $P<0.05$ ) in the range of increases of MVV, FEV1/FVC, PEF and 6MWD between two groups. **Conclusion:** Two aerobic exercise modes have significant effects on cardiorespiratory fitness, but stair-climbing exercise has better effects on range of increases of MVV, FEV1/FVC, PEF and 6MWD than treadmill exercise in healthy people in short exercise term.

**【Key words】** treadmill; stair machine; different aerobic exercise modes; cardiorespiratory fitness

心肺适能是指在持续体力活动过程中,循环和呼吸系统供氧的能力。良好的心肺适能水平不仅能保证人们能够维持长时间有效地工作,而且也是机体在工作后快速消除疲劳和有效恢复机能所必需的。研究证实,与其他危险因子发生风险相比,心肺适能低者心脑血管疾病发生风险更高<sup>[1]</sup>。心肺适能每提高一个水平,冠心病(Coronary Heart Disease, CHD)危险因子

“从集现象”下降更多,即心肺适能水平更能降低 CHD 单一或从集危险因子<sup>[2]</sup>。故良好的心肺适能水平可降低心肺系统疾病的发生率,促进和/或维持健康<sup>[3]</sup>。而良好的心肺适能水平离不开规律、适量的有氧锻炼,有氧锻炼方式众多,步行与登楼梯运动简便、易行且操作技术简单,在我国国民生活中易推广。本研究通过观察跑步平台与楼梯机不同有氧锻炼方式对心肺适能水平的影响,比较这两种有氧锻炼方式哪一种能在短时间锻炼周期内对心肺适能水平影响更显著,旨在为患者或健康人推荐一种能在短时间内较快提高心肺适能水平的有氧锻炼方式,以促进健康效应最大化。

收稿日期:2015-01-05

作者单位:1. 四川护理职业学院,成都 610000;2. 黔东南民族职业技术学院,成都 610000;3. 成都中医药大学,成都 610000

作者简介:陈庆庆(1986-),女,硕士,主要从事康复医学与理疗学方面研究。

通讯作者:金荣疆,341765713@qq.com

## 1 资料与方法

**1.1 一般资料** 受试者来源于四川大学华西医院康复医学科实习的医学生,32名(男女各16名)符合纳入标准的健康受试者,在签署知情同意书后,随机分到跑步平台组和楼梯机组各16名。纳入标准:非专业运动员,或过去2年无规律运动史;年龄在18~25岁之间的健康人;无吸烟史;已签署知情同意书。排除患有心血管、呼吸系统、肌肉骨骼系统疾病、肿瘤以及其他慢性病等的非健康人群及精神病患者。研究过程中2组各脱落1例,实际各组各完成15例。楼梯机组:男7例,女8例;年龄( $21.67 \pm 0.58$ )岁;体质量( $57.80 \pm 2.04$ )kg;身高( $165.73 \pm 2.52$ )cm。跑步平台组:男8例,女7例;年龄( $21.60 \pm 0.43$ )岁;体质量( $58.67 \pm 2.20$ )kg;身高( $165.00 \pm 2.39$ )cm。2组受试者年龄、身高、体质量、等一般资料比较均差异无统计学意义。

**1.2 方法** 楼梯机组:受试者在四川大学华西医院康复医学科提供的美国产 Stairmaster-5540-32 楼梯机上做登楼梯锻炼,运动强度控制在运动心率为(55%—65%) $\times$ 最大心率(最大心率=220—年龄)<sup>[4]</sup>,即受试者在锻炼过程中,戴上指脉氧测试器监测心率,使心率在试验设定的强度范围内波动,整个试验周期为5d,每天1次,每次30min,末次试验结束后,休息30min。跑步平台组:受试者在四川大学华西医院提供的日本产L7跑步机上做步行锻炼,运动强度,锻炼周期、频率、时间以及测试指标均同楼梯机组。采用美国运动医学学会(America School of Sports Medicine, ACSM)推荐的运动试验终止标准<sup>[5]</sup>:①出现心绞痛或类似心绞痛的症状;②无论是否增加运动负荷,收缩压较基线血压下降 $>10$ mmHg;③血压过度升高:收缩压 $>250$ mmHg或舒张压 $>115$ mmHg;④呼吸短促、哮鸣音、下肢痉挛或跛行;⑤低灌注体征:轻度头痛、意识不清、共济失调、脸色苍白、发绀、恶心、皮肤湿冷;⑥心率不随运动强度增加而增加;⑦心律显著改变;⑧受试者口头或身体出现极度疲劳,要求停止;⑨测试设备故障。

**1.3 评定标准** 采用日本 Minato AS-407 肺功能测试仪测定用力肺活量(forced vital capacity, FVC)、最大通气量(maximal voluntary ventilation, MVV),第1秒用力呼气容积(forced expiratory volume in one second, FEV1), FEV1/FVC(%), 呼气峰流速(peak expiratory flow, PEF)。采用6min步行距离(six-minute walk distance, 6MWD)评定步行能力:选取一段长度至少为30m的平直而安静的走廊,测定患者6min内行走的距离。

**1.4 统计学方法** 采用SPSS 19.0软件进行统计分析,计量资料用 $\bar{x} \pm s$ 表示,正态分布的用t检验,不符合正态分布的采用非参数检验。以 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

## 2 结果

锻炼后,楼梯机组 FEV1、FEV1/FVC、MVV、6MWD、PEF 均较锻炼前明显提高( $P < 0.05$ ),FVC 差异无统计学意义;跑步平台组锻炼后 FVC、FEV1、FEV1/FVC、6MWD、PEF 较锻炼前明显提高( $P < 0.05$ ),MVV 变化差异无统计学意义。锻炼后,楼梯机组 FEV1/FVC、MVV、6MWD、PEF 提高幅度明显优于跑步平台组( $P < 0.05$ ),但 FVC、FEV1 的提高幅度差异无统计学意义,见表1。

表1 2组 FVC、FEV1、FEV1/FVC、MVV、PEF、6MWD 锻炼前后比较  
 $\bar{x} \pm s$

项目	楼梯机组(n=15)		跑步平台组(n=15)	
	锻炼前	锻炼后	锻炼前	锻炼后
FVC(L)	$3.62 \pm 0.22$	$3.65 \pm 0.20$	$3.71 \pm 0.20$	$3.80 \pm 0.22^a$
FEV1(L)	$3.26 \pm 0.19$	$3.35 \pm 0.19^a$	$3.34 \pm 0.17$	$3.44 \pm 0.19^a$
FEV1/FVC(%)	$89.80 \pm 0.73$	$92.73 \pm 0.75^{ab}$	$90.27 \pm 0.57$	$90.87 \pm 0.67^a$
MVV(L)	$132.27 \pm 7.14$	$144.53 \pm 6.49^{ab}$	$134.53 \pm 8.05$	$140.27 \pm 8.26$
PEF(L)	$476.00 \pm 24.43$	$527.33 \pm 25.88^{ab}$	$449.33 \pm 26.73$	$470.0 \pm 28.37^a$
6MWD(m)	$599.40 \pm 15.12$	$634.20 \pm 16.67^{ab}$	$591.13 \pm 14.92$	$604.9 \pm 15.35^a$

与锻炼前比较,<sup>a</sup>  $P < 0.05$ ;与跑步平台组比较,<sup>b</sup>  $P < 0.05$

## 3 讨论

有氧锻炼对人体心肺体适能各方面的益处已经被越来越多的循证数据支持和推荐。但是如何为健康人或患者制定安全、有效的有氧运动处方,仍然存在很多争议。有氧运动处方的制定包括运动强度、运动频率、运动时间和运动方式。国内外已对运动的强度、时间和频率做了大量的研究,而对于运动方式的比较,目前还没有太多的研究。

本研究结果显示,跑步平台与楼梯机锻炼在短时间内都能提高健康人心肺适能水平,这是由于有氧锻炼过程中,呼吸加深加快,增加每次气体交换量,减少呼气末肺容量和肺泡生理无效腔,改善肺部所有区域的灌注情况<sup>[6-9]</sup>,从而改善肺的弹性回缩力和小气道的通畅,增加肺泡通气量。有学者研究证实,有氧锻炼能使肺泡生理死腔与潮气量的比率下降静息时0.25~0.35的5%~20%<sup>[10]</sup>,可见有氧锻炼能减少肺泡生理死腔<sup>[11]</sup>;有氧锻炼可引起肌肉线粒体数量和体积增加、肌浆中的能量释放酶和电子传递能力增加,并增加了肌肉的血液循环和氧化代谢,从而提高呼吸肌的肌力和耐力<sup>[12]</sup>,改善呼吸功能和呼吸系统的功能储备能力。有氧锻炼提高物质代谢能力,改善机体各器官和

组织血液和氧的供给,促进机体血液回流,循环血量增加,使容量负荷加大,从而提高了心肌的舒缩幅度,增加心输出流量和血管的收缩、舒张功能,增强了心肌的舒缩功能,有效提高心脏的功能储备能力,故2组锻炼前后6MWD都提高且有统计学意义。

但楼梯机锻炼在短时间内对健康人的MVV、FEV1/FVC、PEF及6MWD的影响更显著。这是由于机体在楼梯机上做登楼梯运动相对跑步平台上的步行运动,既要克服动能又要克服重力势能而做功,故机体耗能相对步行较大,所以心血管以及呼吸系统做出协同的生理反应,以满足机体代谢率增加的需要,呼吸加深伴随胸膜腔内压降低引起静脉受压所形成的压差使静脉回流增多<sup>[13]</sup>,从而增加了心脏的每搏输出量。其次,在楼梯机上做登楼梯运动时,相对步行来讲,整个下肢肌群需要克服较大负荷,收缩以完成下肢的屈髋屈膝运动,故肌肉收缩,耗氧增大,同时,运动时,分布至肌肉的血流明显增多,而灌注内脏器官,如肾、肝、胃肠道的血流则相对减少<sup>[13]</sup>,使呼吸系统和心血管系统在单位时间内的做功增加。

综上所述,楼梯机锻炼和跑步平台锻炼对健康人的心肺适能水平都有显著影响,但楼梯机锻炼较跑步平台锻炼在短时间锻炼周期内对健康人的心肺适能水平影响更显著。

### 【参考文献】

- [1] Blair SN. Physical inactivity: The biggest public health problem of the 21st century[J]. Br J Sports Med, 2009, 43(1):1-2.
- [2] Ekblom-Bak E, Hellénius ML, Ekblom O, et al. Independent associations of physical activity and cardiovascular fitness with cardiovascular risk in adults[J]. Eur J Prev Cardiol, 2010, 17(2):175-180.
- [3] 陈庆庆,金荣疆,曹胜,等.步行与登楼梯不同有氧运动方式对健康体适能影响的研究进展[J].中国康复,2013,28(3):222-225.
- [4] 孙威,毛德伟,章岚,等.16周太极拳和快走锻炼对老年女性呼吸机能的影响[J].中国运动医学杂志,2012,31(8):669-672.
- [5] ACSMs Guidelines for Exercise Testing and Prescription 8th edition/ACSM [M]. USA: Lippincott William & Wilkins, 2010, 68-456.
- [6] Henke KG, Sharratt M, Pegelow D, et al. Regulation of end-expiratory lung volume during exercise[J]. J Appl Physiol, 1988, 64(1):135-146.
- [7] Olafsson S, Hyatt RE. Ventilatory mechanics and expiratory flow limitation during exercise in normal subjects [J]. J Clin Invest, 1969, 48(3):564-573.
- [8] Reeves JT, Dempsey JA, Grover RF. Pulmonary vascular physiology and pathophysiology[J]. New York: Marcel Dekker, 1990, 27(6):413-414.
- [9] Reuschlein PS, Reddan WG, Burpee JF, et al. The effect of physical training on the pulmonary diffusing capacity during submaximal work[J]. J Appl Physiol, 1968, 24(2):152-158.
- [10] Jones NL, McHardsy GJR, Naimark A, et al. Physiological dead space and alveolar-arterial gas pressure differences during exercise[J]. Clin Sci, 1966, 38(1):19-29.
- [11] West JB. Distribution of gas and blood in the normal lung [J]. Br Med Bull, 1963, 10(1):53-58.
- [12] 黄建华.台阶试验的应用及研究进展[J].浙江体育科学,2004,23(4):26-30.
- [13] Rowell LB. Human circulation regulation during physical stress[J]. New York: Oxford University Press, 1986(2):215-218.

### • 近期国外期刊文摘 •

### 神经的再生和重建

钙离子在正常的神经功能中起重要作用。研究显示,在神经挤压伤后的功能恢复与钙离子吸收相关,促进钙离子吸收可加速神经再生。本研究检测植入微型钙离子转运泵对损伤神经的作用。

16只健康SD大鼠,坐骨神经横断后立即修复。治疗组沿损伤神经植入渗透泵,向损伤部位持续衡量泵入钙离子。对照组横断坐骨神经并修复,不植入渗透泵。12周后对照两组大鼠电生理及组织学结果。

结果显示,实验组荧光强度(整个神经节段的钙离子量)明显强于对照组( $P<0.001$ )。实验组协同肌的动作电位( $P<0.001$ )、神经纤维数目( $P<0.001$ )较对照组也有明显增加。

结论:对损伤后的神经,钙离子泵入可有效促进神经再生及功能恢复。

(曲玉娟译)

Yan JG, Loguidice J, Davis J, et al. Calcitonin Pump Improves Nerve Regeneration after Transaction Injury and Repair[J]. Muscle Nerve, 2015, 51(2): 229-234.