

不同体力活动水平 50—59 岁女性递增负荷运动中呼吸机能比较研究

张翌华, 陈乐琴

(山西师范大学 体育学院, 山西 临汾 041000)

摘要:目的: 探讨不同体力活动对呼吸机能的影响, 为确定能有效提高呼吸机能水平的体力活动量提供参考依据。方法: 以 50 名不同体力活动水平 50—59 岁女性为研究对象, 根据国际体力活动问卷将其分为低、中、高体力活动组, 并进行逐级递增负荷运动, 记录各级负荷的摄氧量 (VO_2)、二氧化碳输出量 (VCO_2)、潮气量 (VT)、通气量 (VE) 及呼吸商 (RQ)。结果: 安静状态高体力活动组和低体力活动组摄氧量、二氧化碳输出量、潮气量、通气量和呼吸商均存在显著性差异; 递增负荷运动过程中, 高体力活动组和低体力活动组呼吸机能各指标也存在显著性差异; 低体力活动组与中等体力活动组呼吸机能各指标不存在显著性差异。结论: 不同体力活动对呼吸机能有影响且体力活动量必须 $\geq 3\ 000$ MET-minutes/week 才能有效提高和维持呼吸机能水平。

关键词: 不同体力活动水平; 递增负荷; 呼吸机能

中图分类号: G804.2

文献标志码: A

文章编号: 1008-3596 (2016) 01-0046-07

随着社会的发展和科技的进步, 人们的生活水平不断提高, 越来越多的人处于静坐少动的生活方式之中, 因此体力活动 (Physical Activity, PA) 不足已经成为 21 世纪最大的公共健康问题^[1]。体力活动不足会影响到身体的各种机能。体力活动与健康关系的研究结果显示, 体力活动与心血管疾病、代谢性疾病、骨骼肌异常、某些肿瘤等慢性疾病存在密切关系^[2]。然而呼吸系统的衰退也是影响人们健康与寿命的重要因素。有研究表明, 适度的有氧运动能够改善呼吸功能^[3]。也有研究表明, 体力活动与呼吸机能具有高度相关性^[4]。

本研究旨在发现不同体力活动水平 50—59 岁女性递增负荷运动中呼吸机能的变化, 探讨不同体力活动水平对呼吸系统的影响是否有差异, 为确定能有效提高呼吸机能水平的体力活动量提供参考依据, 预防呼吸疾病的发生。

1 研究对象与方法

1.1 研究对象

本研究采用国际体力活动问卷以及自设问卷 (包括调查对象的人口特征、健康状况等) 对 53 名受试者进行筛选, 最终确定 50 名受试者, 符合无严重心血管疾病、无肺脏和代谢性疾病、无肢体残疾以及无运动禁忌症的要求。研究对象基本情况见表 1。

将受试者的体力活动情况对照体力活动 MET 赋值 (表 2), 并按国际体力活动问卷计算公式进行计算: 体力活动 (MET-minutes/week) = 体力活动强度 MET 值 $\times$ 体力活动时间 (分钟) / 天 $\times$ 活动天数。计算结果依据体力活动量分级标准 (表 3) 将受试者体力活动水平进行等级划分, 低体力活动 16 人、中等体力活动 17 人和高体力活动水平 17 人。

收稿日期: 2015-08-23

基金项目: 2012 年度山西省高校哲学社会科学研究一般项目 (2012228)

作者简介: 张翌华 (1992—), 女, 山西临汾人, 硕士, 研究方向为体质测量与评价。

表 1 受试者基本情况一览表

体力活动水平	人数	身高/cm	体重/kg	BMI
低体力活动	16	156.93±4.21	60.55±8.88	24.67±4.29
中等体力活动	17	157.78±6.06	62.55±8.52	25.15±3.42
高体力活动	17	158.25±6.18	61.67±10.84	24.62±3.98

表 2 各种体力活动 MET 赋值表^[5]

体力活动类别	体力活动强度	MET 值
工作有关的体力活动	轻微	2.3
	步行	3.3
	中等	4.0
	大强度	8.0
交通行程有关的体力活动	乘坐机动车	1.5
	步行	3.3
	骑自行车	6.0
	轻微	2.5
家务有关的体力活动	中等(屋内)	3.0
	中等(院子里)	4.0
	大强度(院子里)	5.5
	步行	3.3
休闲时间的体力活动	中等	4.0
	大强度	8.0

表 3 总体体力活动量分级标准

体力活动量等级	体力活动量
不足	每周 5 天或更长时间步行、中等和大强度体力活动总量<600 MET-minutes/week
中等水平	每周 5 天或更长时间步行、中等和大强度体力活动总量 600≤X<3 000 MET-minutes/week
高水平	每周 5 天或更长时间步行、中等和大强度体力活动总量≥3 000 MET-minutes/week

注: 本表引自《国际体力活动问卷计算手册》体力活动分级标准部分。

1.2 研究方法

1.2.1 问卷调查法

采用国际体力活动问卷 (IPAQ)^[5] 和自设问卷, 问卷信度通过重复填写问卷确定, 根据问卷将受试者体力活动量进行分级。

1.2.2 实验法

1.2.2.1 主要测试仪器

体成分仪 (Body-pass); 功率自行车 (型号: Custo-Med 3000); 气体分析仪 (运动心肺机能测试仪 K4b2)

1.2.2.2 主要测试指标

本研究的测试指标为: 身高、体重、BMI、摄氧量 (VO₂)、二氧化碳输出量 (VCO₂)、潮气量 (VT)、通气量 (VE) 和呼吸商 (RQ)。

1.2.2.3 运动负荷测试

受试者采用 Custo-Med 3000 型功率自行车, 以 60 rpm 骑蹬进行逐级递增负荷运动测试。具体负荷安排见表 4。

表 4 运动负荷安排一览表

级数	负荷/W	运动时间/min
1	25	2
2	50	2
3	75	2
4	100	2
5	125	2
6	150	2

本实验采取逐级递增负荷试验, 受试者年龄较大, 因此采用限制性运动负荷试验终止的标准: ①血压异常: ≥200/110 mmHg 或者舒张压下降 20 mm 以上; ②心率达到预计最大心率; ③受试者提出停止测试; ④受试者主观感受 (RPE) ≥17; ⑤不能维持所要求的速度 10 s。出现上述任一情况时, 立即停止测试。安静时呼吸机能的相关指标和心率为在功率自行车上静坐 1 min 的测试值。

实验前及实验过程中的注意事项: 向受试者介绍实验过程和相关注意事项, 征得同意并在知情同意书上签字; 测试前 48 小时不得参加剧烈运动、不吸烟、不喝酒、不喝咖啡, 保证正常饮食, 未服任何治疗药物; 实验前熟悉实验程序。

1.2.3 数据分析法

实验所得数据采用 SPSS17.0 统计软件进行处理, 结果用平均数±标准差表示。不同体力活动组间各个呼吸机能指标均数比较采用独立样本 T 检验。显著性差异取 P<0.05, 非常显著性差异取 P<0.01。

2 结果

2.1 受试者体力活动的基本情况

由表 5 可知, 高体力活动组与低体力活动组每周活动量之间呈现显著性差异 (P<0.01), 高体力活动组与中等体力活动组每周活动量之间也呈现显著性差异 (P<0.05)。而且中等体力

活动组每周的活动量是高体力活动组每周活动量的二分之一,低体力活动组每周体力活动量是中等体力活动组每周活动量的三分之一。具体情况见表5。

表5 受试者体力活动基本情况一览表

体力活动水平	人数	活动量
低体力活动	16	451.05±136.29 ^{#*}
中等体力活动	17	1 772.50±749.11 [△]
高体力活动	17	4 194.39±1 099.93

注:*表示低和中等体力活动活动组相比 $P<0.05$;#表示低和高体力活动组相比 $P<0.05$;△表示中等和高体力活动组相比 $P<0.05$ 。下表同。

2.2 呼吸机能指标测试情况

2.2.1 不同体力活动组摄氧量的比较

表6显示的是不同体力活动组在递增负荷运

动中摄氧量情况。在递增负荷运动中高体力活动组与低体力活动组、中等体力活动组摄氧量均存在显著性差异($P<0.05$),低体力活动组与中等体力活动组摄氧量不存在显著性差异($P>0.05$);安静状态下低体力活动组与中等体力活动组摄氧量存在显著性差异($P<0.05$)。

从图1可看出,高体力活动组摄氧量明显高于低体力活动组和中等体力活动组;低体力活动组和中等体力活动组摄氧量趋近于同一直线,0—50 W时低体力活动组和中等体力活动组的增长幅度较大,50—100 W时低体力活动组和中等体力活动组的增长幅度减小;三组摄氧量随运动负荷的增加而增加,呈匀速增长趋势且没有明显的起伏变化。

表6 不同体力活动组摄氧量情况

ml/m

负荷/W	低体力活动组	中等体力活动组	高体力活动组
0	224.78±45.85 ^{#*}	314.84±92.73 [△]	487.21±132.17
25	673.21±76.33 [#]	706.08±160.95 [△]	851.60±114.36
50	981.34±127.02 [#]	973.56±93.48 [△]	1 128.23±112.13
75	1 156.70±192.15 [#]	1 240.76±159.26 [△]	1 410.68±155.61
100	1 467.56±178.12 [#]	1 424.97±218.86 [△]	1 680.35±161.32

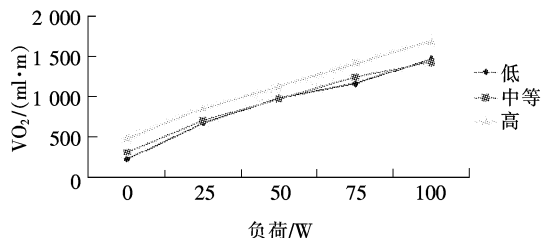


图1 不同体力活动水平摄氧量变化曲线图

2.2.2 不同体力活动组二氧化碳输出量的比较

表7显示的是不同体力活动组在递增负荷运动中二氧化碳输出量情况。安静状态高体力活动组与低体力活动组、中等体力活动组二氧化碳输出量均存在显著性差异($P<0.05$),低体力活动组与中等体力活动组也存在显著性差异($P<$

0.05);递增负荷运动中,负荷为25 W时高体力活动组与低体力活动组、中等体力活动组均存在显著性差异($P<0.05$),低体力活动组与中等体力活动组不存在显著性差异($P>0.05$);负荷为50 W和75 W时,高体力活动组与低体力活动组均存在显著性差异($P<0.05$),中等体力活动组与低和高体力活动组均无显著性差异($P>0.05$);负荷为100 W时,三组间均无显著性差异($P>0.05$)。

从图2可看出,高体力活动组二氧化碳输出量大于低体力活动组和中等体力活动组;低体力活动组和中等体力活动组趋近于同一直线;三组二氧化碳输出量随运动负荷的增加而增加,呈匀速增长趋势且没有明显的起伏变化。

表7 不同体力活动组二氧化碳输出量情况

ml/m

负荷/W	低体力活动组	中等体力活动组	高体力活动组
0	168.05±40.21 ^{#*}	244.29±62.80 [△]	345.00±114.65
25	518.01±70.09 [#]	539.21±128.41 [△]	642.59±107.49
50	816.61±108.18 [#]	831.81±90.78	895.75±114.71
75	1 095.95±180.97 [#]	1 164.68±153.81	1 276.14±221.96
100	1 484.70±243.18	1 462.14±221.00	1 600.96±235.86

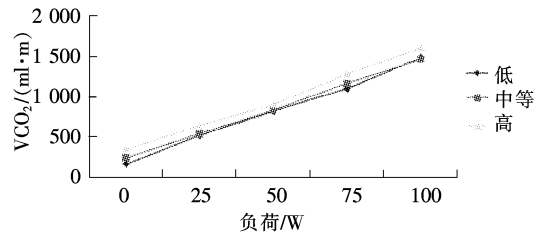


图 2 不同体力活动组二氧化碳输出量变化曲线图

2.2.3 不同体力活动组潮气量的比较

表 8 显示的是不同体力活动组在递增负荷运动中潮气量情况。安静状态高体力活动组与低体力活动组、中等体力活动组潮气量均存在显著性

差异 ($P<0.05$), 低体力活动组与中等体力活动组也存在显著性差异 ($P<0.05$); 递增负荷运动中, 高体力活动组与低体力活动组、中等体力活动组均存在显著性差异 ($P<0.05$), 低体力活动组与中等体力活动组不存在显著性差异 ($P>0.05$)。

从图 3 可明显看出, 高体力活动组潮气量高于低体力活动组和中等体力活动组; 低体力活动组和中等体力活动组趋近于同一直线, 且在 25 W 和 75 W 时两组潮气量最为接近; 三组潮气量随运动负荷的增加而增加, 呈匀速增长趋势且没有明显的起伏变化。

表 8 不同体力活动组潮气量情况 l/m

负荷/W	低体力活动组	中等体力活动组	高体力活动组
0	$0.38\pm0.06^{* \#}$	$0.52\pm0.03^{\Delta}$	0.72 ± 0.04
25	$0.82\pm0.12^{\#}$	$0.82\pm0.13^{\Delta}$	1.05 ± 0.19
50	$1.04\pm0.14^{\#}$	$1.09\pm0.17^{\Delta}$	1.25 ± 0.23
75	$1.28\pm0.18^{\#}$	$1.28\pm0.19^{\Delta}$	1.56 ± 0.25
100	$1.47\pm0.20^{\#}$	$1.51\pm0.25^{\Delta}$	1.78 ± 0.25

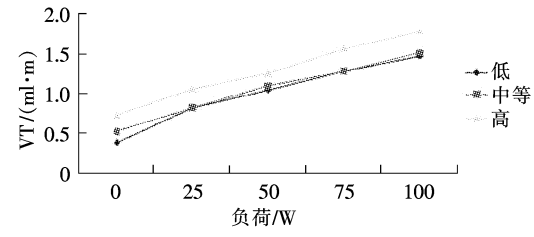


图 3 不同体力活动组潮气量变化趋势图

2.2.4 不同体力活动组通气量的比较

表 9 显示的是不同体力活动组在递增负荷运动中通气量情况。安静状态高体力活动组与低体力活动组、中等体力活动组通气量均存在显著性差异 ($P<0.05$), 低体力活动组与中等体力活

动组也存在显著性差异 ($P<0.05$); 递增运动负荷中, 负荷为 25 W 时高体力活动组与低体力活动组、中等体力活动组通气量均存在显著性差异 ($P<0.05$), 低体力活动组与中等体力活动组没有显著性差异 ($P>0.05$); 负荷为 50 W、75 W、100 W 时, 三组均不存在显著性差异 ($P>0.05$)。

从图 4 可看出, 0 W、25 W、75 W 时高体力活动组通气量高于低体力活动组和中等体力活动组; 50 W、100 W 时三组通气量最为接近, 且低体力活动组和中等体力活动组趋近于同一直线; 三组通气量随运动负荷的增加而增加, 呈匀速增长趋势且没有明显的起伏变化。

表 9 不同体力活动组通气量情况 l/m

负荷/W	低体力活动组	中等体力活动组	高体力活动组
0	$8.14\pm1.40^{* \#}$	$10.33\pm2.04^{\Delta}$	14.05 ± 3.32
25	$18.47\pm2.16^{\#}$	$19.46\pm3.85^{\Delta}$	22.84 ± 3.62
50	27.45 ± 3.42	27.56 ± 4.00	29.84 ± 4.43
75	37.37 ± 6.08	37.67 ± 6.53	41.95 ± 7.86
100	51.05 ± 9.83	53.1 ± 10.00	53.12 ± 12.06

2.2.5 不同体力活动组呼吸商的比较

表 10 显示的是不同体力活动组在递增负荷运动中呼吸商情况。安静状态和运动负荷为

50 W 时, 低体力活动组与高体力活动组存在显著性差异 ($P<0.05$), 高体力活动组与中等体力活动组无显著性差异 ($P>0.05$), 中等体力

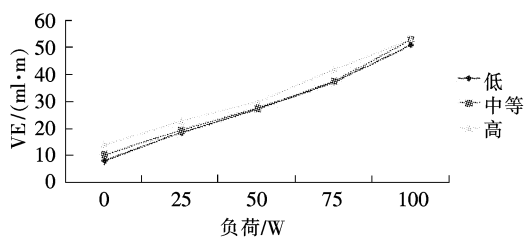


图4 不同体力活动组通气量变化趋势图

活动组与低体力活动组无显著性差异 ($P > 0.05$)；负荷为 25 W、75 W、100 W 时，三组

呼吸商均无显著性差异 ($P > 0.05$)。

从图 5 可看出，在 0—25 W 时，三组呼吸商趋近于同一直线，且增长幅度非常小；在 25—100 W 时，高体力活动组呼吸商大于低体力活动组和中等体力活动组，低体力活动组与中等体力活动组趋近于同一直线；三组呼吸商随运动负荷的增加而增加，从 0 W 到 25 W 负荷运动过程中呼吸商增长幅度非常小；从 25 W 到 100 W 负荷运动过程中增长幅度变大。因此，在递增运动负荷中呼吸商的变化特征为：缓慢上升—快速上升。

表 10 不同体力活动组呼吸商情况

负荷/W	低体力活动组	中等体力活动组	高体力活动组
0	$0.78 \pm 0.07^{\#}$	0.75 ± 0.05	0.73 ± 0.07
25	0.77 ± 0.08	0.77 ± 0.06	0.76 ± 0.08
50	$0.85 \pm 0.06^{\#}$	0.84 ± 0.07	0.80 ± 0.72
75	0.96 ± 0.08	0.94 ± 0.08	0.90 ± 0.08
100	1.03 ± 0.09	1.02 ± 0.12	0.95 ± 0.08

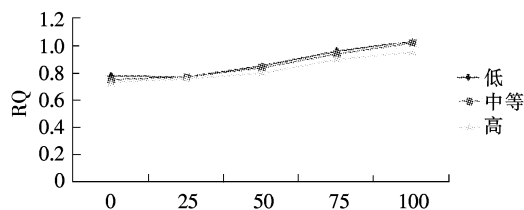


图5 不同体力活动组呼吸商变化趋势图

3 分析与讨论

3.1 中年女性体力活动现状分析

目前，有关体力活动的测量方法^[6]有许多，主要有：行为观察法——适用于较短时间的小样本研究，但研究费用高、耗时长；双标水法——被称为“金标准”，测量精确可靠，但成本高，不适用于大规模人群的测量；心率监测仪；运动传感器——便于携带，测试结果比较真实可靠；问卷法——包括国际体力活动问卷（IPAQ）、全球体力活动问卷（GPAQ）以及根据研究目的自制的体力活动问卷等，测量成本低，可用于大规模人群测量，但其可靠性受实验对象的主观影响。

在有关体力活动现状调查研究中，张增娜^[7]调查江苏省成年人人体力活动现状后发现女性在 40 岁之后，与工作和交通有关的体力活动量减

少，休闲体力活动和与家务有关的体力活动量增加，并且 50 岁后高体力活动的人数是中等体力活动人数的 2 倍，低体力活动的人数特别少。本研究采用目前使用最广泛的国际体力活动问卷来调查 50—59 岁女性的体力活动量，调查结果显示，达到高体力活动水平的人数大于总人数的 1/2，中等体力活动的人数接近总体的 1/2，低体力活动的人数比例很小。并且大多数受试者每周都进行有规律的体育锻炼。与上述研究结果一致。本研究结果中处于中等偏高体力活动水平人数较多的原因主要有：①国际体力活动问卷的填写可能受受试者主观判断的影响，过高估计自身体力活动量，导致问卷赋值可能出现一定偏差；②社会经济迅速发展，居民收入增加，越来越多的人有更多的时间进行体育锻炼，以提高生活质量、保持身体健康；③本研究选取受试者采用的方法是自愿报名参加，从个人主观意愿看，其主动性和积极性要好于分层整群抽样的人群。

3.2 不同体力活动组呼吸机能指标的分析

大量的研究结果已经证明，体力活动水平与健康具有高度相关关系。Jerry Morris^[8]在体力活动不足与慢性疾病风险高度相关性的研究发现，同一趟车上的驾驶员比售票员的腰围更粗，并且死于心脏疾病的风险更大；孙威等^[9]对 16

周太极拳和快走锻炼对老年人呼吸机能影响的研究发现,太极拳和快走锻炼在锻炼阶段均能提高老年女性的呼吸机能,停练后太极拳锻炼者呼吸机能的维持效果好于快走锻炼者。这说明体育锻炼与健康关系密切,体育锻炼能够提高呼吸机能水平,并且要长期坚持体育锻炼才能够达到维持的效果。但是对于有效提高呼吸机能的运动量并没有给出参考的标准。

体力活动水平与呼吸机能之间有着密切的关系。摄氧量、二氧化碳输出量、呼吸商均反映的是机体的代谢程度;潮气量、通气量则是反映肺功能的指标;本研究中,安静状态高体力活动组和低体力活动组摄氧量、二氧化碳输出量、潮气量、通气量和呼吸商均存在显著性差异,递增负荷运动中高体力活动组和低体力活动组呼吸机能各指标也存在显著性差异,说明大体力活动量对于提高呼吸机能好于小体力活动量,低体力活动组与中等体力活动组呼吸机能各指标不存在显著性差异,说明中、低水平的体力活动对呼吸机能的影响效果一致。在递增负荷运动中,高体力活动组各呼吸机能指标均优于低体力活动组,这是由于:第一,从生理机能方面来看,适当的体力活动能够增加呼吸肌力量,扩大胸廓,改善肺的弹性,从而增大肺活量;第二,适当的体力活动可以改善肺泡内的血液循环,提高肺泡通气量,增加肺的通气效率,减少肺泡无效腔;第三,适当的体力活动能够增加肺通气和心输出量,对通气/血流比值影响不大,但能加强换气功能,提高机体对氧的摄取量;第四,适当的体力活动可以改善循环系统和呼吸系统,提高机体的适应能力,提高氧的运输能力以及氧的利用率。因此,活动量必须 $\geq 3\,000$ MET-minutes/week才能有效提高和维持呼吸机能水平。

从实验数据结果以及图表来看,安静状态下,高体力活动组的摄氧量、二氧化碳输出量、潮气量、通气量均高于低体力活动组,说明高体力活动组的基础代谢高于低体力活动组,因为有规律的参加体育锻炼,能够使组织内的酶系统产生适应性变化,增强机体酶的活性,加速物质代谢和能量代谢,从而提高基础代谢水平。从图中可以发现,高、中、低体力活动组在递增负荷运动中,各项指标的变化趋势均没有差别,并且都

呈现线性增加,这不符合生理学的一般规律,造成这种现象的原因可能是:第一,受试者通过自己的主观判断来填写问卷可能会造成一定的误差;第二,通过收回的国际体力活动问卷来计算其活动量,由于换算标准不统一,可能造成一定的误差;第三,受试者每天的活动量达到了体力活动分组的标准,但是由于运动强度比较小,不足以增强呼吸机能;第四,在实验过程中,由于年龄以及其他原因,受试者没有达到力竭的状态。另外本文还存在许多缺陷,在以后研究中,将采用更科学、更准确的测量方法来计算体力活动量,以及更精确地控制实验过程,减少误差。

4 结论与建议

不同体力活动水平对于呼吸机能的影响不同,中等体力活动水平和低体力活动水平对于呼吸机能水平的影响基本一致;高体力活动水平对于呼吸机能水平的影响要好于中、低体力活动水平。因此,中年女性应该达到高体力活动水平即体力活动量应 $\geq 3\,000$ MET-minutes/week,才能有效提高和维持呼吸机能水平,预防呼吸疾病的发生。

参考文献:

- [1] Blair S N. Physical inactivity: the biggest public health problem of the 21st century[J]. Br J Sports Med, 2009, 43(1): 1-2.
- [2] 谌晓安,王人卫,白晋湘. 体力活动、体适能与健康促进研究进展[J]. 中国运动医学杂志, 2012, 31(4): 363-372.
- [3] 孙广民,刘宝梅,王金光,等. 有氧运动对老年女性呼吸循环系统的影响[J]. 临床军医杂志, 2007, 35(2): 187-189.
- [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] Mark T R, Ainsworth B E, Jacobs D R, et al. Validation of the Stanford 7-day recall to assess habitual physical activity[J]. Ann Epidemiol, 2001, 11(2): 145-153.
- [6] 李敬雯,任文君. 大学生体力活动测量方法综述[J]. 体育世界, 2014(1): 15-16.
- [7] 张增娜. 江苏省成年人体力活动现状与体质的相关研究[D]. 南京:南京体育学院, 2012.

- [8] Blair S N, Smith G D, Lee I M, et al. A tribute to Professor Jeremiah Morris; the man who invented the field of physical activity epidemiology[J]. *Ann Epidemiol*, 2011, 20: 651-60.
- [9] 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.

A Comparative Study on Respiratory Function in Incremental Exercise of Female Aging from Fifty to Fifty-nine with Different Levels of Physical Activity

ZHANG Zhao-Hua, CHEN Le-qin

(School of Physical Education, Shanxi Normal University, Linfen 041000, China)

Abstract: Objective: To investigate the effects of different physical activity on respiratory function, and provide a reference for determining the amount of physical activity which can improve respiratory function level. Methods: this study takes fifty women with different levels of physical activity aging from 50 to 59 as research object. According to the International Physical Activity Questionnaire they are divided into low, medium and high physical activity groups, and then incremental load exercises are carried out, all levels of VO_2 , VCO_2 , VT, VE and RQ are recorded. Results: in quiet state, between high and low physical activity groups, there are significant differences in VO_2 , VCO_2 , VT, VE and RQ, while in incremental load exercises, between high and low physical activity groups, each indicator of respiratory function also shows a significant difference. Between low and medium physical activity groups, each indicator of respiratory function does not show a significant difference. Conclusion: Respiratory function is impacted by different levels of physical activity and only when the amount of physical activity is $\geq 3\ 000$ MET-minutes/week, can the level of respiratory function be effectively improved and maintained.

Key words: different levels of physical activity; incremental load; respiratory function