



短期力量练习对老年人肌肉力量 and 身体功能的影响

栗国军¹, 米靖²

摘要: 为了充分证实不同的力量练习计划对老年人体质健康影响的效果, 通过对比高速率的变阻训练(HV)、由慢到快速率的等阻训练(CT)以及高速率的变阻练习与身体功能练习相结合(CB)的 3 种不同的短期力量练习计划对老年人的肌肉功能和身体活动能力的影响进行了实证性研究。研究结果显示: 与控制组(CO)相比, HV 组、CT 组以及 CB 组的肌肉力量都有显著性的提高, 而 CO 的力量呈轻微的下降趋势; 每周两次的 HV 练习在提高力量和爆发性身体功能时, 要优于 CT 和 CB 组; 与 HV 和 CT 组相比, CB 组对增加老年人的力量也是有效的, 这个结果对于那些不愿意或不能频繁参加力量练习的老年人是一个重要提示。

关键词: 力量练习; 功能能力; 快速率; 肌肉功能

中图分类号: G804.6 文献标志码: A 文章编号: 1006-1207(2014)06-0059-05

Effects of Short-term Strength Training on the Muscle Strength and Physical Function of the Old People

LI Guojun, MI Jing

(Shanxi University, Taiyuan 030013, China)

Abstract: In order to fully confirm the effect of the different strength training programs on the physical fitness of the elderly, an empirical study was made on the effects of three short-term strength training programs on the muscle function and physical activity ability of the old people. Those programs are: high rate variable resistance training (HV), slow to fast rate resistance training (CT) and a combined exercise of high rate resistance training and physical function exercise (CB). The result shows that compared with the control group (CO), the muscle strength of HV, CT and CB improves significantly. And the strength of CO tends to decrease slightly. The HV exercise twice a week is better than CT and CB in the terms of improving strength and explosive body function. Compared to HV and CT, CB is effective in increasing the strength of the old people. This result is an important suggestion to those who are unwilling or unable to participate in strength exercise.

Key Words: strength training; functional ability; high rate; muscle function

在衰老过程中, 肌肉力量的丢失显著地影响着老年人的日常生活能力, 并有可能慢慢转变为不能自理的生活状态, 而力量练习能够提高老年人的肌肉功能已经得到了许多研究的证实^[1-3]。以往的研究主要来源于健身房, 力量练习计划采用由慢到快的动作速度, 负荷强度由中等到接近最大力量, 主要目的是增加肌肉的力量^[4-6]。近年来, 研究者开始采用高速率肌肉收缩形式进行老年人力量练习, 并证实可以显著增强老年人的肌肉功率, 提高身体活动的能力^[7-9]。

上述力量练习往往在健身房中进行, 然而, 在日常生活中, 由于交通、会员费和时间等因素, 绝大多数的老年人很少能每周 2 次有规律地进行健身馆为主的力量练习^[10]。作为一种选择, 对一些老年人来讲, 可能每周参加一次健身馆的力量训练和一次在家进行功能练习的计划更加方便和容易接受。而对于健身馆训练力量练习与类似于日常

生活的功能练习相结合对于老年人肌肉力量和功能能力影响的研究还没有见到。

因此, 本文设计了 8 周的高速率的变阻练习与身体功能练习相结合的力量练习计划(CB), 通过与高速率的变阻练习组(高速率组, HV)、动作速度由慢到快的等阻练习组(传统练习组, CT)和控制组(CO)的对比, 来评价哪一种训练计划对于老年人的肌肉功能和身体活动能力影响最佳。

1 研究对象和方法

1.1 研究对象

本研究以北京市海淀区 60~69 岁老年人作为研究对象(见表 1~3)。

收稿日期: 2014-05-25

基金项目: 2010 年教育部高等学校博士学科点专项科研基金新教师类项目(20101112120006)。

第一作者简介: 栗国军, 男, 助教。研究方向: 竞技体育与运动训练。

作者单位: 1. 山西大学, 太原 030013; 2. 北京体育大学运动训练教研室, 北京 100084



表 1 实验对象身体形态的基本情况

Table I Basic Information of the Subjects' Body Shape

人数	年龄/岁	身高/cm	体重/kg	身体质量/(kg/m ²)
40	64.8±3.1	167.0±7.8	65.6±8.3	26.4±3.8

表 2 实验对象肌肉力量的基本情况

Table II Basic Information of the Subjects' Muscle Strength

卧推	坐姿下拉	臂弯举	坐姿腿屈	坐姿腿伸	坐姿肩
/kg	/kg	/kg	/kg	/kg	推举/kg
31.3±17.1	39.5±18.4	20.1±10.7	25.0±8.2	37.9±15.6	13.8±5.8

表 3 实验对象身体功能动作的基本情况

Table III Basic Information of the Subjects' Physical Function Movements

坐站	仰卧	爬楼	正常	快速	倒退	正常
实验/s	站立/s	梯/s	6m走/s	6m走/s	6m走/s	400m走/s
3.7±1.4	12.2±2.1	4.9±1.0	4.0±0.35	3.1±0.4	17.9±5.7	249.7±31.0

1.2 研究方法

1.2.1 文献资料法

通过查阅和检索各个期刊和网站收集相关资料,并对这些资料进行了分析整理,以了解与本文内容有关的资料,了解当前相关研究的现状,为本文提供借鉴和理论支持。

1.2.2 专家访谈法

咨询北京体育大学运动医学专家和力量训练专家进行面谈和电话访谈,了解力量练习设计的基本要素,掌握老年人体质特点的变化,提出合理的力量练习手段和方法,并向运动生理和运动生化专家,咨询关于实验设计、指标选择等方面的问题。

1.2.3 问卷调查法

采用调查问卷,了解老年人既往病史、锻炼等情况。

1.2.4 数理统计法

使用 EXCEL 对所发放的调查问卷和实验期间获得的数据进行处理。使用 SPSS 16.0 统计软件包进行数据分析,用方差分析对各组之间的基础值进行分析,用性别和实验前的基础值为协变量,对 8 周练习后的实验指标进行协方差分析。用卡方检验来检验各组之间男女比例之间的差异,运用方差分析来比较性别对实验结果的影响,用实验前后配对 T 检验来检验各组之间的不同。

1.2.5 实验法

1.2.5.1 实验对象的选取

随机抽取北京市海淀区 40 名 60~69 岁,要求有独立生活的能力的、愿意接受实验要求的健康老年人。排除的对象包括在过去的 6 个月里,每周至少进行一次力量练习;有严重的或晚期的疾病;过去 6 个月发生心肌梗塞的;不稳定的心血管或代谢性疾病;神经肌肉或骨骼肌肉的失调严重性的破坏了随意动作的;上、下肢截肢的;过去 3 个月上、下肢发生骨折的;现在有突出症状或痔疮的;有认知功能障碍的男性老年人,受试者并且要填写有关健康史的

问卷调查,同时要得到医师的体格检查。并随机分配到 HV、CT、CB 以及 CO 组,每组 10 名练习者。

1.2.5.2 实验的时间与地点

实验时间为 2010 年 4 月 15 日—2010 年 6 月 15 日,时间为 2 个月,实验地点在北京体育大学综合馆。

1.2.5.3 力量练习方案设计与实施

科学的力量练习方案对老年人的体质健康产生有效的影响,因此力量练习方案的设计包括以下几个方面。

(1)以全身性练习为主,主要选择的练习部位为臂部、肩部、胸部、背部、腰部、腿部 6 个主要部位。

(2)动作的练习形式采用渐进式等张收缩为主的动力性力量练习。

(3)运动的持续时间和频率:一般每次的训练课为 45~60 min,包括 10~15 min 的热身,20~30 min 的力量训练,5~10 min 的放松练习,每周训练 2 次,完成 16 次的训练课。

(4)动作的顺序:先是以大肌群、多关节为主的动作在先,然后是小肌群单关节的动作。

(5)为保证力量练习是循序渐进,运动负荷的增加为在原有重复次数增加 2 次,负荷强度增加 1 RM 的 5%,当重复次数可以增加 4 次时,负荷强度增加 1 RM 的 10%,当肌肉延迟性酸痛等级评价 ≥ 5 时,负荷的强度不再增加。

(6)所有指标的测试在实验开始两个星期之前进行。

(7)所有练习课之间的间歇时间为 48 h,受试者每组 5 个人进行搭档,所有的练习过程中都有指导员进行监督,确保力量练习是循序渐进的,并正确的完成动作。

(8)力量练习的间歇时间:HV 与 CB 组组间间歇时间为 1 min~1 min30 s;CT 组组间间歇时间为 30 s~1 min。

(9)主要采用的力量练习动作:卧推、坐姿下拉、臂弯曲、坐姿推肩、腿屈和腿伸展,训练分成两个阶段:2 周的调整和 6 周的训练。

第一阶段调整:在接受训练之前受试者有两周的肌肉适应和熟悉技术动作,在第一周的期间,受试者完成 65% 强度 8 次重复的练习,3 组练习,6 个动作,第二周练习者强度增加到 70% 的强度,在调整期后 HV 组和 CT 组每周进行两次的练习。而 CB 组接受每周一次力量练习和一次功能性的练习,功能性的调整期间受试者完成 3 组 10 次重复的 6 个练习的 5 个,并且 3 组 5 次重复的爬楼梯的练习。在调整时间中所有的力量练习动作以向心和离心收缩之间间隔接近 3 s,慢速和控制性的来完成。为了不影响 CO 的正常生活,在实验期间坚持原来的生活方式,控制组在 8 周后将选择 3 组中对老年人肌肉力量和身体功能能力影响最优的一种方法进行练习。

第二阶段训练:HV 组和 CB 组接受高速率的变阻力量练习,目的是增加肌肉的功率,明确地说是,受试者完成最大力量的 45%、60%、75%3 组 8 次重复的练习。相似的计划以前已经在老年人中应用,在向心收缩阶段受试者可能爆发性用力,在离心阶段的时间大概 3 s,在 CT 组中运用等阻的力量练习,一次最大力量的 75%3 组重复的次数



是 8 次,动作速度是 3 s 的向心收缩和 3 s 的离心收缩。

1.2.5.4 功能性练习方案设计与实施

CB 组进行每周一次的功能性练习,主要选择的练习类似于日常生活中可以在家庭的环境下完成,但本研究是在体育馆中来进行的,选择的练习如下。

(1)健身球蹲:受试者把一个健身球(练习的瑞士球)放于墙上,用后背贴于球上,把手放在臀部,身体与球沿着墙向下滚,躯干保持垂直于地面,达到最大蹲的深度时,再返回到起始的位置。

(2)坐站实验:受试者坐在一把坚硬的椅子上,高度大约是 43 cm。手放于胸前交叉,当完全站立起来的时候返回到坐的姿势时,为一次重复。

(3)爬楼梯:受试者爬上和爬下两层的阶梯,每层 9 个阶梯,每阶梯为 15 cm,一次跨越一个阶梯。

(4)小腿升:脚放于球上,双手呈支撑的状态,受试者慢慢地抬起一条腿,达到最大幅度,膝关节可以轻微的弯曲,然后返回到起始的位置。

(5)椅子挺身:在一个高 40 cm 的椅子上,双手抓住扶手,呈仰卧的姿势,手臂慢慢地地下压,使手臂呈屈的状态,然后伸展手臂,在运动中,受试者使脚保持在一起并且放于地面。

(6)侧向肩部练习:受试者开始时坐在椅子上,手臂放于体侧,保持肘关节轻微的弯曲,受试者逐渐地从侧面升高他们的手臂,当达到与肩部的高度时,然后返回到起始的位置。

CB 组的所有受试者接受每一个练习动作重复 3 组,每组重复 10 次,除了爬楼梯是每次重复 5 次,每次完成两层的楼梯。在调节期间,功能性练习的所有动作以中等速度练习来完成,在练习阶段,每组中每次重复,在安全性的情况下,尽可能爆发性的完成这些练习,第一组和第三组的动作速度以中等速度持续 3 s 的向心收缩和离心收缩进行。

1.2.5.5 主要测试指标

(1)测试指标主要有身高、体重、肌肉功能和身体功能性能力,对受试者实验前的基础数据和 8 周后的实验数据进行收集。

(2)身高和体重运用身高仪和电子秤进行测量,肌肉质量指数运用体重(kg)除以身高(m)的平方进行计算。

(3)肌肉力量的测试:通过等张收缩仪器来测量上下肢的动力性最大力量。在轻微的热身、拉伸后,受试者开始用轻负荷练习,每组重复 10 次,然后测试开始的重量接近受试者的最大力量。再不断重复性的增加运动负荷,直到受试者不能完成规定的重复次数为止。在接受最大力量的测试中,为了避免肌肉的疲劳,设置每次增加的重量,以至于在 3~5 次能够测量出肌肉的最大力量。

(4)身体功能性能力测试:受试者将接受 6 个身体功能能力的测试,包括仰卧站立、6 m 倒退走、正常和快速 6 m 走、坐站实验、爬楼梯、400 m 走。所有的测试模仿日常生活任务,受试者在保证安全的情况下,尽可能快地完成这些测试(除去正常 6 m 走实验)。400 m 步行测试一次,所有的其他测试重复完成 3 次,取最好的成绩进行分析。

2 研究结果

在实验过程中,HV 组、CT 组和 CB 组里各有一个受试者退出了实验,但都参加了实验后的测试。其中两个人是在医师的建议下退出实验的,在本研究中没有人为训练量和练习的强度而放弃。在实验前,各组受试者之间在身高、体重、肌肉力量和身体功能上没有显著性不同(表 4),所有的受试者都完成了 8 周 16 次课的练习。

表 4 实验前受试者各测试指标的基础数据(N=10)

Table IV Basic Data of the Test Indices of the Subjects before the Experiment

	HV	CT	CB	CO
年龄/岁	65.5±3.5	65.2±3.0	64.1±3.1	64.3±2.7
身高/cm	164.1±7.9	167.9±7.5	167.0±8.2	168.8±7.6
体重/kg	65.7±8.9	67.5±6.5	63.8±10.0	65.5±7.7
身体质量/(kg/m)	27.1±4.2	27.2±3.6	26.0±3.9	25.4±3.6
卧推/千克	30.1±16.3	30.4±14.5	32.4±19.3	32.3±18.2
坐姿下拉/kg	35.2±14.3	43.3±15.6	38.1±20.2	41.5±23.6
臂弯举/kg	19.6±10.3	19.9±9.2	19.9±12.3	20.8±10.8
坐姿腿屈/kg	21.7±6.4	27.0±8.2	25.9±9.2	25.5±8.9
坐姿腿伸/kg	35.1±10.6	36.7±20.5	39.5±9.4	40.3±22.0
坐姿肩推举/kg	12.7±6.3	14.5±5.5	13.7±4.6	14.3±6.7
仰卧站立/s	3.3±0.8	3.8±2.0	4.0±1.4	3.5±1.3
爬楼梯/s	4.8±0.7	4.8±0.9	5.0±1.1	4.9±1.2
正常6m走/s	3.9±0.4	4.0±0.5	4.1±0.2	4.0±0.3
快速6m走/s	3.1±0.5	3.1±0.4	3.2±0.4	3.1±0.4
倒退6m走/s	19.1±6.0	18.0±5.8	15.9±4.8	18.7±6.4
坐站实验/s	11.9±2.0	12.1±2.3	12.6±2.0	12.0±1.9
400m走/s	259.9±21.6	245.7±28.0	246.1±40.4	247.1±33.9

注:HV 是快速变阻练习组,CT 是传统练习组,CB 是每周一次的快速变阻练习和一次的身体功能性练习,CO 是控制组。

关于性别方面,各组之间男女比例没有显著性不同($\chi^2=0.765$)。然而,性别×各组之间和性别×重复次数之间对腿屈($P=0.005$ 和 $P=0.004$)和腿伸(两个测试 $P<0.001$)有交互作用,同样,性别×重复次数对坐站实验($P<0.007$)也有交互作用。

2.1 实验前后肌肉力量的变化

经过 8 周的力量练习后,除了卧推,各组之间在所有练习的效果有显著性的差异(表 5)。与 CO 组相比,练习组中除了臂弯举仅在 CT 和 CB 组中显著性增加,其他 5 个练习动作的力量都有显著性的提高,在 HV 组中腿推举的力量增强了。另外,坐姿划船在 CB 组比在 HV 组中提高得快。6 个力量练习动作的肌肉力量平均在 HV 组增加了(22.0±12.5)%(平均数±标准差)、CT 组增加了(21.7±11.0)%和 CB 组增加了(26.1±14.4)%,而 CO 组却减少了(1.8±7.2)%。8 周的力量练习后,6 个练习动作的肌肉都有显著性的增加($P<0.01$,图 1)。



表 5 实验后受试者各测试指标的变化(N=10)

Table V Changes of the Test Indices of the Subjects after the Experiment

	HV (1)	CT (2)	CB (3)	CO (4)	P值	对比
卧推/ kg	33.2±0.7	34.2±0.8	34.1±0.9	31.3±0.8	0.053	1,2,3>4; 3>1
坐姿下拉/ kg	43.5±1.8	48.3±1.9	48.1±2.3	38.4±2.6	<0.001	2,3>4
臂弯举/ kg	23.7±1.0	24.9±1.0	26.8±1.2	19.8±1.0	<0.001	1>4
坐姿腿屈/ kg	31.1±1.1	30.4±1.1	30.1±1.3	23.5±1.1	0.002	1,2,3>4
坐姿腿伸/ kg	44.9±1.3	46.7±1.3	48.4±1.6	36.0±1.4	<0.001	1,2,3>4
坐姿肩推举/ kg	17.5±1.3	19.4±1.5	18.7±1.0	19.3±0.7	<0.001	
仰卧站立/ s	3.5±0.1	3.7±0.1	3.6±0.1	3.7±0.1	0.197	
爬楼梯/ s	4.5±0.1	4.7±0.1	4.8±0.1	5.0±0.1	0.041	
正常6m走/ s	3.8±0.1	4.0±0.1	3.9±0.1	4.0±0.1	0.547	
快速6m走/ s	2.9±0.1	2.9±0.1	2.9±0.1	3.2±0.1	0.017	
倒退6m走/ s	16.9±0.9	16.3±0.8	17.9±1.1	16.8±1.0	0.774	
坐站实验/ s	10.5±0.3	11.4±0.3	11.6±0.4	12.0±0.3	0.010	1>4
400m走/ s	242.8±7.1	248.4±7.3	227.7±8.7	254.2±7.6	0.137	

注:HV 是快速变阻练习组,CT 是传统练习组,CB 是每周一次的快速变阻练习和一次的身体功能性练习,CO 是控制组。

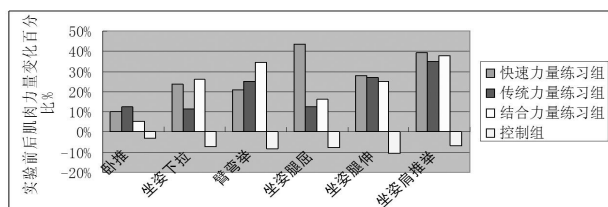


图 1 实验前后各组肌肉力量指标变化的情况

Figure 1 Changes of the Different Muscle Strength Indices before and after the Experiment

2.2 实验前后身体功能性能的变化

在身体功能练习后,各组之间只有坐站实验用时上显著性不同,HV 组优于 CO 组。对于快速 6 m 走和爬楼梯的测试,各组之间差异显著性不同($P=0.017$ 和 0.041)。练习对正常 6 m 走、6 m 倒退走、仰卧起立和 400 m 步行的影响不是十分的明显。

图 2 显示了各组之间 4 个步态测试的变化,只有在 CB 组中快速 6 m 走的用时显著性减少($P=0.003$),另外, CB 组中普通的 6 m 走接近显著性差异($P=0.014$),而 HV 组中快速走 6 m 也接近显著性不同($P=0.015$)。图 3 显示的是爬楼梯、仰卧起立、爬楼梯、坐站实验实验前后变化百分比,仅 HV 组在练习后爬楼梯的能力($P<0.001$)和坐站实验的能力($P=0.001$)显著性提高。

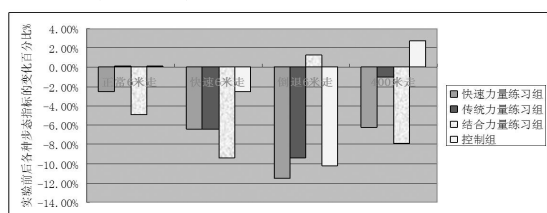


图 2 实验前后各种步态指标的变化情况

Figure 2 Changes of the Different Gait Indices before and after the Experiment

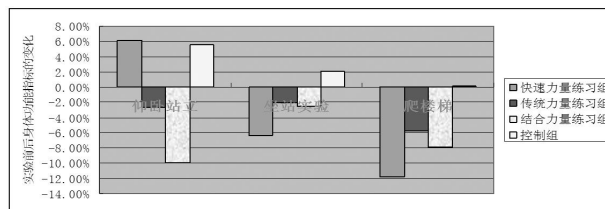


图 3 实验前后身体功能指标的变化情况

Figure 3 Changes of the Physical Function Indices before and after the Experiment

通过研究发现:CB 组与 HV、CT 组相比,在提高上、下肢的肌肉力量方面能达到一样好的效果。而与 HV、CT 组相比,CB 组中能有效地增加身体功能能力,但是在身体功能性能能力提高的同时伴随着肌肉力量适当增加。这一结果提示:对于那些不能或者不愿意出现在健身馆的老年人,一周一次的力量练习能有效地提高肌肉的力量,并且同时伴随着步行速度的提高。

本研究与以往研究最大的不同是练习负荷强度,本研究主要采用由低到高负荷强度的变阻练习以及中等负荷强度。以往的研究证实低强度的抗阻训练不能有效的提高身体功能能力,但低强度的抗阻练习可以提高肌肉的力量。在增加肌肉力量的研究与以往的研究结果相似,都能显著性增加肌肉的力量。肌肉力量的提高不仅使身体功能得到有限的提高,而且能增强个体能力的储备。

3 结论与建议

3.1 结论

3.1.1 与 CO 相比,3 组不同的短期力量练习计划都能显著性增加肌肉力量,而 CO 组的力量呈轻微的下降趋势。

3.1.2 各组之间的比较发现:仅有 HV 组表现出坐站实验中能力比控制组提高了;通过身体功能的测试评价发现,



各组之间,快速显著性的提高了快速 6 m 走和爬楼梯的速度,而 CT 组提高了快速 6 m 走,CB 组提高了平衡稳定能力。

3.1.3 HV 组在提高力量和爆发性身体功能能力时,要优于 CT、CB 组,但是对于其他的身体功能能力的提高具有一定的局限性。

3.1.4 与 HV、CT 组相比,CB 组能有效的增加老年人的肌肉力量,同时有显著性增加身体功能能力,这个结果对于那些不愿意或不能频繁参加力量练习的老年人是一个重要提示。

3.2 建议

3.2.1 对于一些不愿意或有条件限制的参加健身馆练习的老年人来说,可以每周参加一次的健身馆练习和以家庭为主的功能性练习。

3.2.2 在各组的练习负荷量与强度有时候没有按照计划中执行,所以研究没有达到非常理想的结果,在以后的研究中一定严格执行实验设计。

参考文献:

- [1] 杜朝辉.肌肉力量衰退与老年人的力量训练[J].重庆工商大学学报,2007, 24(3): 299-302.

- [2] Davies ctm et al. (1986). Mechanical properties of young and elderly human muscle. *Acta Med Scand*, 711 (suppl): 219-226.
- [3] American College of Sports Medicine Position Stand.Exercises and Physical Activity for Older Adults,1988.
- [4] Hakkinen,K. and Pakarinen, A. (1993). Muscle strength and serum hormones in middle-aged and elderly men and women. *Acta. Physiol. Scand*, 148: 199-207.
- [5] Frontera WR et al. (1988). Strength conditioning in older men: Skeletal muscle hypertrophy and improved function.[J].*Appl Physiol*, 64:1038-1044.
- [6] 高炳宏.力量训练、有氧训练和二者的结合对不经常锻炼的老年人柔韧性的影响[J].体育科研,2003, 24(1):56-78.
- [7] 许浩,黄晖,等. 有氧运动与力量训练对中老年人体适能的影响[J].体育与科学 2009,30(3) ;63-70.
- [8] Vanderhoeck J, Coupland C, Parkhouse W S. (2000).Effects of 32 weeks of resistance training on strength and balance in older osteopenic/osteoporotic women[J].*Clin Exerc Physiol*, 2: 77-83 .
- [9] Rogers ME,Fernandes JE,Bohken RM. (2001). Training to reduce postural sway and increase functional reach in the elderly. [J].*Occup Rehabil*, 11(4):291-298.
- [10] Fiatarone A, O'Neill E F, Ryan N D. (1994). Exercise training and nutritional supplementation for physical frailty in very elderly people [J].*N Engl J Med*, 330:1769 - 1775.

(责任编辑:何聪)

(上接第 58 页)

- [13] Tieman, J.G. Peacock, L.J. Cureton, K.J. Dishman, R.K.(2001). Acoustic startle eyeblink response after acute exercise[J]. *International Journal of Neuroscience* 106 1-2:21-23.
- [14] King, J.A. Barkley, R.A. Barrett, S. (1998). Attentiondeficit hyperactivity disorder and the stress response[J].*Biological Psychiatry* 44(1):72-74.
- [15] Tantilto, M. Kesick, C.M. Hynd, G.W. Dishman, R.K.(2002). The effects of exercise on children with attention-deficit hyperactivity disorder[J].*Medicine & Science in Sports & Exercise* 34(2): 203-212.
- [16] Lang, P.J. Bradley, M.M.(2010). Emotion and the motivational brain [J].*Biological Psychology* 84(3):437-450.
- [17] Bradley, M.M. Lang, P.J.(2007).Emotion and motivation[J]. *Handbook of psychophysiology* 3:587-589
- [18] Pessoa, L. Adolphs, R.(2010). Emotion processing and the amygdala: from a'low road'to'many roads' of evaluating biological significance.[J]. *Nature Reviews Neuroscience* 11(11): 773-783.
- [19] Lang, P.J. Davis, M..(2006). Emotion, motivation, and the brain: reflex foundations in animal and human research[J]. *Progress in brain research* 156: 3-29.
- [20] Lang, P.J.Greenwald, M.K. Bradley, M.M. Hamm, A.O.(2007). Looking at pictures: Affective, facial, visceral, and behavioral reactions.[J]. *Psychophysiology* 30(3):261-273.
- [21] Phillips, MA Langley, RW Bradshaw, CM Szabadi, E.(2000). The effects of some antidepressant drugs on prepulse inhibition of the acoustic startle (eyeblink) response and the N1/P2 auditory evoked response in man[J]. *Journal of Psychopharmacology* 14(1): 40-45.
- [22] Fillingim, R.B.Roth, D.L. Cook, E.W. (1992). The effects of aerobic exercise on cardiovascular, facial EMG, and self-report responses to emotional imagery [J].*Psychosomatic Medicine* 54 (1):109-120.
- [23] Smith, J.C. O'Connor, P.J. (2003).Physical activity does not disturb the measurement of startle and corrugator responses during affective picture viewing [J]. *Biological psychology* 63:293-310
- [24] Smith, J.C. O Connor, P.J. Crabbe, J.B. Dishman, R.K. (2002). Emotional responsiveness after low-and moderate-intensity exercise and seated rest *Medicine and science in sports and exercise*[J]. 34(7):1158-1167.
- [25] Dillon, D.G. LaBar, K.S.(2005). Startle modulation during conscious emotion regulation is arousal-dependent[J]. *Behavioral Neuroscience* 119(4):1118.

(责任编辑:何聪)