



体育课不同累积中-大强度 体力活动时间对初中生健康体 适能及情绪状态影响的实验研究

The Experimental Study about Impact of Different Accumulation Moderate to Vigorous Intensity Physical Activity Time in Physical Education Class on Health-related Physical Fitness and Emotional State of Junior High School Students

武海潭^{1,2}, 季 浏¹
WU Hai-tan^{1,2}, JI Liu¹

摘 要:以初一年级 5 个班级 145 名学生为研究对象,采用 $5 \times 2 \times 2$ 的 3 因素实验设计,根据体育课不同累积中-大强度体力活动时间的实验实施方案,共进行 8 周实验干预。研究结果显示,体育课中累积 MVPA 时间增加有助于提高课堂运动负荷,且促进课堂运动负荷维持在较为稳定区间;体育课不同累积 MVPA 时间增加对身体成分和肌肉力量改善具有促进作用,60% 累积 MVPA 运动时间对肌肉耐力改善显著好于对照班,50% 以上累积 MVPA 运动时间显著改善心肺耐力,不同累积 MVPA 时间对柔韧性改善无显著性影响;体育课累积 MVPA 时间占课堂时间 40% 以上对学生情绪状态改善具有促进作用,其中,40% 以上累积 MVPA 时间对学生疲劳情绪状态改善效果显著好于对照班学生,60% 累积 MVPA 时间对女生精力情绪状态改善效果非常显著好于对照班女生。

关键词:中-大强度体力活动;初中生;健康体适能;情绪状态;体育课

Abstract: The objects of the study were the 145 students of five classes in the Grade 1, the study adopted $5 \times 2 \times 2$ three factors experimental design to confirm the experimental scheme of different accumulation moderate to vigorous intensity physical activity time into physical education, all the experiments were lasted for eight weeks. The results showed that different accumulation moderate to vigorous intensity physical activity time can effectively improve classroom exercise load, and promote to maintain classroom exercise at a relatively stable load range. Physical different accumulated MVPA time increased to improve body composition and muscle strength has a role in promoting the 60% cumulative MVPA exercise time on muscle endurance improvement was significantly better than the control class, accumulated MVPA exercise time more than 50% significantly improved cardiorespiratory endurance, different accumulated MVPA time no significant improvement in impact on flexibility. Physical accumulated MVPA time accounted for more than 40 percent of class time for students to improve emotional state has a role in promoting, in which more than 40% cumulative MVPA time for students to improve the effect of the emotional state of fatigue was significantly better than the control classes of students, 60% of female students accumulated MVPA time effort improve emotional state is very significantly better than the control class female students.

Key words: moderate to vigorous intensity physical activity; junior high school students; health-related physical fitness; emotional state; physical education class

中图分类号:G804.8 文献标识码:A

1 前言

初中生正处于生长发育的关键时期,参与体力活动对其健康成长具有重要作用,而体力活动不足(Physical Inactivity, PI)将成为 21 世纪最大的公共卫生问题^[12]。研究发现,体力活动不足的行为方式易在少年儿童时期形成,且

持续到成年期,易形成久坐的生活方式并影响健康^[28]。学生每周 5 日都在学校度过,体育课是其参与体力活动的主要时段。而达成健身效果不可忽视的一个重要影响因素是运动负荷,即体育课应达到何种运动负荷才能有效地促进学生健康发展?

当前研究表明,青少年参与中-大强度体力活动(Moderate to vigorous intensity physical activity, MVPA)可以改善心血管健康^[11,21,29,35]、降低 BMI 指数^[24]。多项研究对学生每日体力活动提供的推荐时间有 30 min^[27]或 60 min^[16,36,42],并未形成统一认识。然而,学生参加户外休息和体育活动的机会很容易被剥夺^[15],相关研究也显示,少年儿童每天 MVPA 时间并未达到 30 min 的最小推荐量^[23]。青少年体力活动水平的缺失已影响他们健康身体的形成^[14,22],学校对改善学生体力活动水平也逐步重视^[13,33],但体育课中学生 MVPA 水平仍较低^[18,19]。

如何让学生获得适宜的体力活动量,对处于义务教育阶段的学生而言,以学校为基础的体力活动干预措施比其他干预措施固有的优势在于,体育课提供活动场地和时间,这是一种制度化的保证,能惠及到更多学生,研究也表明以学校为基础的干预可以促进学生 MVPA 水平提高^[17,26]。MVPA 已被广泛认为是促进学生健康体能发展的价值阈值,以往研究中由于技术手段的限制不能准确调控学生价值阈区间的运动时间,但也指出在价值阈内运动时间多一点,学生获得锻炼的价值就会大一点^[3],结果虽然没有量化但也提供了一种参考。那么,体育课需要价值阈内多少时间的运动才能保证学生健康发展的需要,目前并未给出准确的参考^[7]。

本研究在以往研究的基础上,对体育课不同累积 MVPA 时间进行调控,探究对初中生健康体能及情绪状态影响的效果。本研究提出以下 3 点假设:1)体育课不同累积 MVPA 时间对各班级间运动负荷产生不同效果。2)体育课不同累积 MVPA 时间对学生健康体能发展影响不同。3)体育课不同累积 MVPA 时间对学生情绪状态改善影响不同。本研究力图通过实验研究来论证上述 3 点假设。

2 实验方法

2.1 实验对象

研究被试为上海市 X 中学初一年级学生,随机选取 5 个平行班,4 个班级作为实验班级,1 个班级作为对照班级,询问学生既往病史、医疗检查、身体状况,排除运动中存在的潜在风险。共有受试对象 145 人(男 78 人,女 67 人,表 1)。本研究中对所有学生进行前测、中测、后测,为了研究的准确性,所有学生都将在各项指标进行 3 次测试,若有学生其中某项指标 1 次及以上缺测,则该学生在该指标的其他成绩将被剔除。

2.2 实验设计

本研究根据国内、外研究现状,基于实验对象特点,运动强度界定为:小强度心率为小于 130 次/min,中等强度心率为 130~160 次/min,大强度心率为 160~190 次/min。针对学生心率在 130~190 次/min 运动通过 SUNNTO 遥测心率仪进行实时监控,采用观察法对学生课

堂运动时间通过秒表进行记录,根据实验要求达到规定中-大强度运动时间。

表 1 本研究实验对象基本情况一览表

Table 1 Sampling Distribution

	n	年龄(岁)	身高(cm)	体重(kg)
实验 1 班	28	12.43±0.57	155.18±6.92	48.24±9.06
实验 2 班	29	12.33±0.56	158.50±7.97	49.62±15.98
实验 3 班	29	12.31±0.54	153.75±4.72	43.30±7.98
实验 4 班	30	12.59±0.50	155.42±7.33	42.41±9.48
对照班	29	12.36±0.49	156.16±7.32	47.02±12.47

实验干预周期为 8 周,共进行 3 次测量,分别为前测(运动前)、中测(实验第 4 周)、后测(实验第 8 周)对学生健康体能及情绪状态指标进行测量,干预频率为每周 3 节体育课,每节课 40 min。心理量表测量时间为学生大活动课前统一安排 15 min 时间进行问卷填写,每个班级有一位教师进行指导,问卷进行现场发放和回收。

实验设计为 $5 \times 2 \times 2$ 的 3 因素实验设计。3 因素为:1)A 因素,包括不同 MVPA 累积时间,实验研究共进行 8 周干预,选取初一年级 5 个平行班,每节体育课学生 MVPA 累积时间占体育课总时间分别为:30%(±3%),40%(±3%),50%(±3%)和 60%(±3%)[即一节 40 min 体育课中,学生参与中-大强度体力活动累积时间为 12 min(±1.2 min),16 min(±1.2 min),20 min(±1.2 min),24 min(±1.2 min)和对照班不进行干预];2)B 因素,即性别因素,分为男生、女生;3)C 因素,即时间因素,分为中测进步幅度、后测进步幅度。

实验班级设计如下:

实验 1 班: MVPA 累积时间占体育课总时间 30%(误差控制在±3%);实验 2 班: MVPA 累积时间占体育课总时间 40%(误差控制在±3%);实验 3 班: MVPA 累积时间占体育课总时间 50%(误差控制在±3%);实验 4 班: MVPA 累积时间占体育课总时间 60%(误差控制在±3%);对照班:进行常规体育课教学,每节课练习密度控制在 30%~40%之间^[5],不进行专门性干预。

2.3 测试指标

健康体能指标测量为身体成分测试指标包括体质指数(BMI)、体脂百分比(PBF)和腰臀比(WHR);肌肉力

收稿日期:2014-10-14; 修订日期:2014-12-20

基金项目:青少年 POWER 工程协同创新中心项目(44801400)。

作者简介:武海潭(1985-),男,山东泰安人,讲师,博士,主要研究方向为学校体育,Tel:(021)64322311,E-mail:whaitan@163.com;季浏(1961-),男,江苏泰兴人,教授,博士,博士研究生导师,主要研究方向为体育课程与教学,Tel:(021)54342612,E-mail:lji@tyxx.ecnu.edu.cn。

作者单位:1. 华东师范大学 体育与健康学院“青少年健康评价与运动干预”教育部重点实验室,上海 200241;2. 上海师范大学 体育学院,上海 200234

1. East China Normal University, Shanghai 200241, China;
2. Shanghai Normal University, Shanghai 200234, China.

量测试指标包括立定跳远、握力;肌肉耐力指标为1 min 仰卧起坐;柔韧度测试指标为坐位体前屈;心肺耐力测试指标包括用力肺活量(FVC)、最大随意通气量(MVV)、男子1 000 m 和女子 800 m 跑。情绪状态测量采用心境状态量

表(Profile of Mood States),是美国学者麦克奈尔等人编制的一种心境状态自评量表,并由祝蓓里教授 1994 年进行了修订,称为简式 POMS 量表。

2.4 主要测试仪器

表 2 本研究主要测试仪器一览表

Table 2 The main Test Instruments

	目的	产地
SUNNTO 遥测心率仪	监控课堂受试对象实时心率,监控运动强度	芬兰产
MINATO 肺活量仪器	测试受试对象肺活量	日本产
杰文 ioi353 人体成分分析仪	测量受试对象体脂百分比	韩国产
加速度计 Actigraph GT3X+	监测受试对象运动强度和能量消耗	美国产
握力测量仪	测量受试对象握力	中国产
坐位体前屈测量仪	测量受试对象坐位体前屈	中国产
秒表	记录时间	中国产
皮尺	测量腰围、臀围	德国产

2.5 数理统计与分析

采用 SPSS 16.0 对数据进行管理和统计分析。

3 研究结果

3.1 实验监测结果

将各个班级实验对象按照身高、体重、性别进行分组,尽量避免由于被试间差异引起的测量误差,每次体育课前从不同组别中挑选 5 名实验对象(2 男、3 女或 3 男、2 女),要求各个班级实验对象在身高、体重、年龄、性别上具有相似性,每次施测前将被试身高、体重、年龄、性别等个人信息及体育课授课时段信息提前录入到加速度计(Actigraph GT3X+),同时将 SUNNTO 心率带与加速度计进行编码,确定每位施测学生。运用 SUNNTO 遥测心率仪对体育课进行实时监控,同时监测体育课整体运动负荷,被试体育课监测指标包括:体育课平均心率、平均能量消耗、平均梅脱值(图 1、图 2、图 3)。

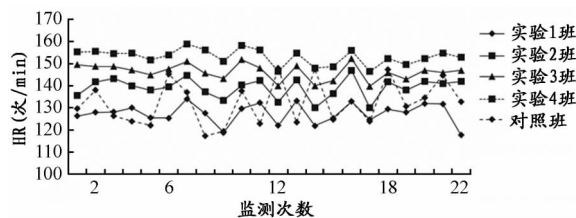


图 1 本研究体育课平均心率折线图

Figure 1. The Average Heart Rate in PE Class

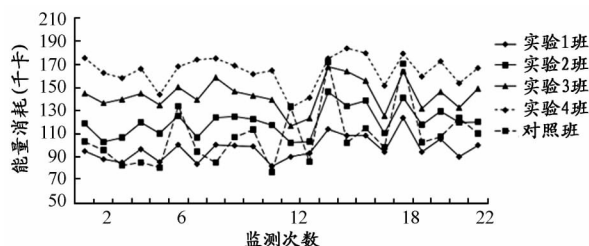


图 2 本研究体育课平均能量消耗折线图

Figure 2. The Average Energy Consumption in PE Class

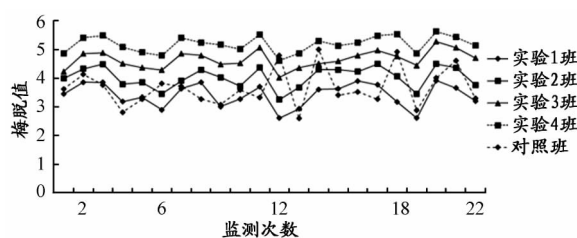


图 3 本研究体育课平均梅脱值折线图

Figure 3. The Average Metabolic

Equivalent of Energy in PE Class

结果显示,实验 1 班、2 班、3 班、4 班学生心率的波动区间较为平稳,体育课的平均心率为实验 1 班<实验 2 班<实验 3 班<实验 4 班,相比而言,对照班学生心率波动较大(图 1)。学生能量消耗、梅脱值与心率指标具有相同趋势(图 2、图 3)。

各班级间学生在心率、能量消耗和梅脱值之间方差分析显示,均具有非常显著性差异(心率: $F=71.747, P=0.000$,能量消耗: $F=63.001, P=0.000$,梅脱值: $F=61.480, P=0.000$)。通过单因素多重比较发现,实验 2 班、3 班、4 班学生心率、能量消耗、梅脱值 3 个指标均与对照班学生具有非常显著性差异。实验 1 班与对照班在心率指标上具有非常显著性差异,在能量消耗上具有显著性差异,在梅脱值上无显著性差异。实验 1 班、2 班、3 班、4 班学生在心率、能量消耗和梅脱值上均具有非常显著性差异(表 3)。

3.2 不同累积 MVPA 时间对初中生健康体适能影响的相关结果

依据实验设计以“班级”、“性别”和“时间”为实验处理因子,对 5 个班级所有学生健康体适能测试指标进步幅度(进步幅度是时间上的进步状况,包括进步幅度 1 和进步幅度 2;进步幅度 1=中测-前测,进步幅度 2=后测-前测)进行 $5 \times 2 \times 2$ 的 3 因素方差分析。

表 3 本研究心率、能量消耗、梅脱值的均值、标准差及单因素多重比较情况一览表
Table 3 The Mean,Standard Deviation and the Single Factor Multiple Comparison
of Heart Rate,Energy Expenditure and Metabolic Equivalent of Energy

	实验班级				
	实验 1 班	实验 2 班	实验 3 班	实验 4 班	对照班
心率	127.50±4.55 ^{aa}	139.07±4.54 ^{aaabbb}	146.30±3.68 ^{aaabbbccc}	153.10±3.55 ^{aaabbbccddd}	132.30±9.81
能耗	97.27±10.34 ^a	120.20±12.48 ^{abbb}	143.52±13.43 ^{aaabbbccc}	164.36±13.30 ^{aaabbbccddd}	108.23±25.85
梅脱值	3.41±0.41	4.02±0.37 ^{aaabbb}	4.65±0.31 ^{aaabbbccc}	5.18±0.28 ^{aaabbbccddd}	3.66±0.78

注:a 代表与对照班相比 $P<0.05$,aa 代表 $P<0.01$,aaa 代表 $P<0.001$;bbb 代表与实验 1 班相比 $P<0.001$;ccc 代表与实验 2 班相比 $P<0.001$;ddd 代表与实验 3 班相比 $P<0.001$ 。

3.2.1 不同累积 MVPA 时间对初中生身体成分影响的相关结果

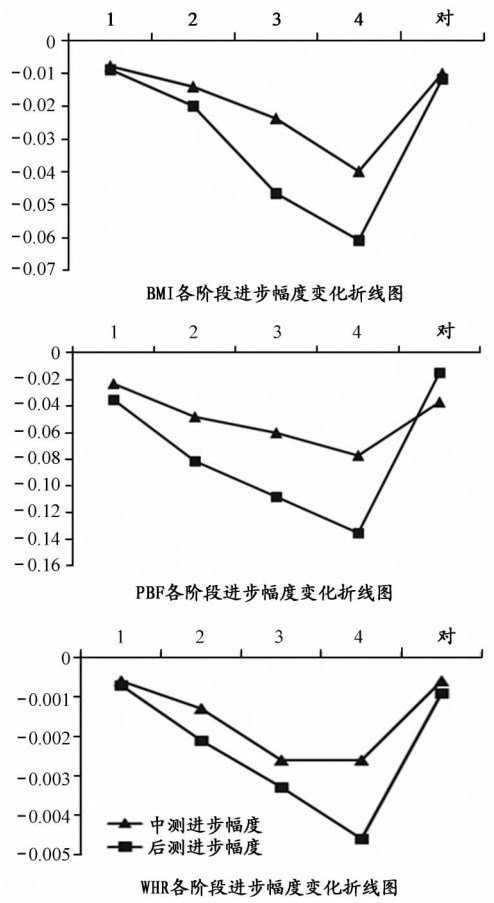


图 4 本研究各班级学生身体成分指标各阶段进步幅度变化折线图

Figure 4. The Variation Diagram of Progress Rate in Students' Body Composition of Various Class at Various Stages of Change of Each Class

通过中测、后测进步幅度可以看出,下降幅度为实验 4 班>实验 3 班>实验 2 班>对照班>实验 1 班,且呈现出下降趋势。体育课 MVPA 累积时间越高,对学生身体成分改变幅度越大,获得时间效益也最为突出(图 4)。不同累积 MVPA 时间干预结果显示,BMI 进步幅度(班级: $F=0.089, P=0.986$;性别: $F=0.002, P=0.962$;时间 $F=0.038, P=0.846$),PBF 进步幅度(班级: $F=0.071, P=$

0.991;性别: $F=0.000, P=0.989$;时间 $F=0.090, P=0.765$),WHR 进步幅度(班级: $F=0.305, P=0.875$;性别: $F=0.001, P=0.978$;时间 $F=0.127, P=0.721$)均不存在显著的“班级”、“性别”和“时间”主效应。

3.2.2 不同累积 MVPA 时间对初中生肌肉力量和肌肉耐力影响的相关结果

结果显示,握力体重指数进步幅度(班级: $F=0.486, P=0.746$;性别: $F=0.051, P=0.822$;时间 $F=0.293, P=0.588$),立定跳远进步幅度(班级: $F=0.998, P=0.409$;性别: $F=11.653, P=0.001$;时间 $F=1.055, P=0.305$),仰卧起坐进步幅度(班级: $F=6.315, P=0.000$;性别: $F=2.371, P=0.125$;时间 $F=2.591, P=0.109$)上仅在立定跳远进步幅度具有“性别”主效应,在仰卧起坐进步幅度上具有“班级”主效应。因此,仅对具有“班级”和“性别”主效应的因变量续后分析进行呈现。

各班级学生握力体重指数呈增长趋势。前、后测相比进步幅度为实验 4 班>实验 3 班>实验 2 班>对照班>实验 1 班,各班级学生间均无显著性差异。在时间维度上,前测与中测、前测与后测、中测与后测相比均无显著性差异(图 5)。

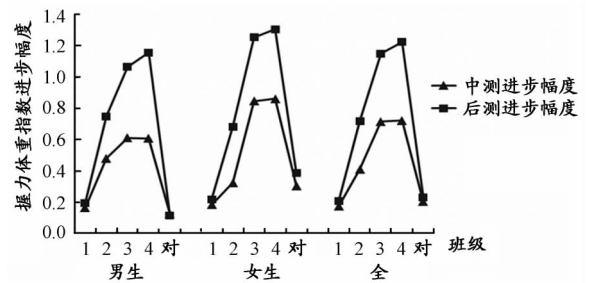


图 5 本研究各班级学生握力体重指数各阶段进步幅度变化折线图

Figure 5. The Variation Diagram of Progress Rate in Students' Body Mass Index of Various Class at Various Stages

结果显示,各班级学生中实验 3 班学生立定跳远进步幅度最大,不同性别方面,实验 4 班男生进步幅度最大,实验 3 班女生进步幅度最大,实验 3 班男生在中测进步幅度上与女生具有边缘显著($P=0.078$,图 6)。

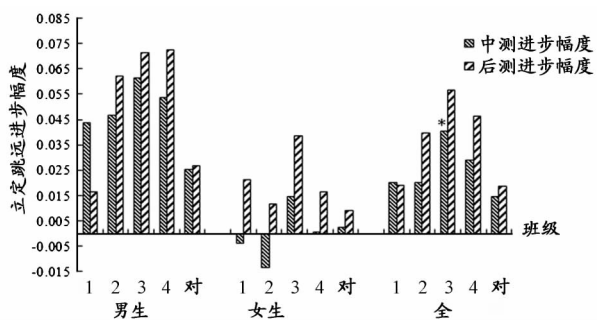


图6 本研究各班级学生立定跳远
各阶段进步幅度变化柱状图

Figure 6. The Variation Diagram of Progress

Rate in Students' Standing Long Jump

Results of Various Class at Various Stages

注: *表示男生、女生显著性检验 $P=0.078$ 。

结果表明,在中测进步幅度上,实验4班与对照班学生具有显著性差异($P=0.025<0.05$),实验4班学生与实验1班学生具有边缘显著($P=0.095$);在后测进步幅度上,实验4班学生与对照班学生具有非常显著性差异($P=0.000<0.001$),实验3班学生与对照班学生具有边缘显著($P=0.090$),实验4班学生与实验3班学生具有显著性差异($P=0.035<0.05$),实验4班学生与实验2班学生($P=0.006<0.01$)和实验1班学生($P=0.000<0.001$)具有非常显著性差异,实验3班学生与实验1班学生具有边缘显著($P=0.064$)。不同性别方面,在中测进步幅度上,实验4班女生与对照班女生具有显著性差异($P=0.047<0.05$),实验4班男生与实验1班男生具有边缘显著($P=0.085$);在后测进步幅度上,对照班女生与实验4班女生具有非常显著性差异($P=0.001<0.01$),对照班女生与实验3班女生具有边缘显著($P=0.083$),实验4班女生与实验2班女生具有非常显著性差异($P=0.006<0.01$),实验4班女生与实验1班女生具有显著性差异($P=0.011<0.05$),对照班男生与实验4班男生具有显著性差异($P=0.044<0.05$),实验4班男生与实验1班男生具有非常显著性差异($P=0.005<0.01$),实验2班男生与实验1班男生具有边缘显著($P=0.085$,图7)。

3.2.3 不同累积 MVPA 时间对初中生心肺耐力影响的相关结果

结果显示,学生在用力肺活量(Forced Vital Capacity, FVC)进步幅度(班级: $F=5.368, P=0.000$; 性别: $F=0.814, P=0.368$; 时间: $F=4.511, P=0.035$),最大随意通气量(Maximal Voluntary Ventilation, MVV)进步幅度(班级: $F=19.014, P=0.000$; 性别: $F=0.007, P=0.935$; 时间: $F=9.516, P=0.002$),耐力进步幅度(班级: $F=4.423, P=0.002$; 性别: $F=4.944, P=0.027$; 时间: $F=0.946, P=0.332$)方面, FVC 和 MVV 进步幅度上具有“班级”和“时间”主效应,在“性别”上无主效应;耐力进步幅度

具有“班级”和“性别”主效应,在“时间”进步幅度上无主效应。耐力进步幅度上具有“性别”主效应可能是由于测试项目(男生 1 000 m,女生 800 m 跑)不同引起,因此,不进行续后分析。

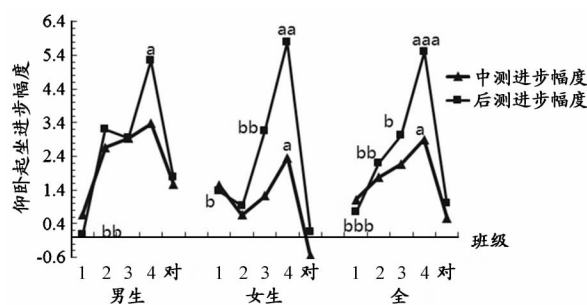


图7 本研究各班级学生仰卧起坐
各阶段进步幅度变化折线图

Figure 7. The Variation Diagram of Progress Rate in
Students' Sit-up Results of Various Class at Various Stages

注: a 表示与对照班相比显著性 $P<0.05$, aa 表示 $P<0.01$, aaa 表示 $P<0.001$; b 表示与实验4班相比显著性 $P<0.05$, bb 表示 $P<0.01$, bbb 表示 $P<0.001$ 。

通过对“时间”主效应进行分析发现,各指标均呈现出进步趋势, FVC 指标在实验3班和4班学生前测与后测均具有非常显著性差异; MVV 指标上各班级学生前测与后测具有非常显著性差异,前测与中测相比仅实验2班、3班和4班学生具有非常显著性差异;耐力进步幅度各班级学生在前测与中测具有显著性差异,实验2班、3班、4班和对照班学生前测与后测具有显著性差异。因此,仅对具有“班级”主效应的因变量进行续后分析呈现。

FVC 进步幅度“班级”主效应结果显示,中测进步幅度上,各班级学生间均无显著性差异;在后测进步幅度上,对照班学生与实验4班学生($P=0.000<0.001$)、实验3班学生($P=0.002<0.01$)具有非常显著性差异,实验4班学生与实验2班学生具有非常显著性差异($P=0.001<0.01$),实验3班学生与实验2班学生具有非常显著性差异($P=0.000<0.001$),实验3班学生与实验1班学生具有边缘显著($P=0.054$)。不同性别方面,在中测进步幅度上,各班级男生之间、女生之间均无显著性差异;在后测进步幅度上,对照班女生与实验4班女生具有非常显著性差异($P=0.001<0.01$),对照班女生与实验3班女生具有边缘显著($P=0.077$),实验4班女生与实验2班女生($P=0.037<0.05$)、实验1班女生($P=0.017<0.05$)具有显著性差异,实验4班女生与实验3班女生具有边缘显著($P=0.075$),对照班男生与实验3班男生($P=0.009<0.01$)、实验4班男生($P=0.002<0.01$)具有非常显著性差异,实验4班男生与实验2班男生($P=0.018<0.05$)、实验1班男生($P=0.013<0.05$)具有显著性差异,实验3班男生与实验1班男生($P=0.050$)、实验2班男生($P=$

0.068)具有边缘显著(图 8)。研究表明,体育课累积 MV-PA 时间达到每节课 50%以上对学生 FVC 水平提高具有积极作用。

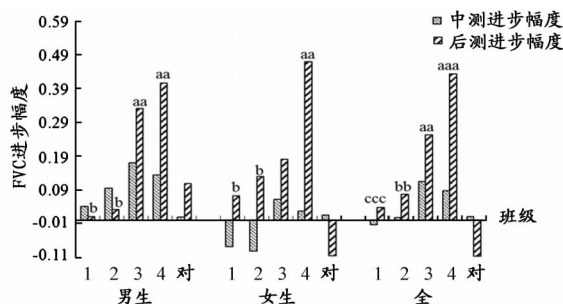


图 8 本研究各班级学生 FVC 各阶段进步幅度变化柱状图

Figure 8. The Variation Diagram of Progress Rate in Students' FVC of Various Class at Various Stages

注:aa 表示与对照班相比显著性 $P < 0.01$,aaa 表示 $P < 0.001$;b 表示与实验 4 班相比显著性 $P < 0.05$,bb 表示 $P < 0.01$;ccc 表示与实验 3 班相比显著性 $P < 0.001$ 。

结果显示,在中测进步幅度上,对照班学生与实验 4 班学生($P = 0.000 < 0.001$)、实验 3 班学生($P = 0.002 < 0.01$)具有非常显著性差异,实验 4 班学生与实验 2 班学生($P = 0.000 < 0.001$)、实验 1 班学生($P = 0.000 < 0.001$)具有非常显著性差异,实验 4 班学生与实验 3 班学生具有显著性差异($P = 0.041 < 0.05$),实验 3 班学生与实验 1 班学生具有非常显著性差异($P = 0.001 < 0.01$),实验 2 班学生与实验 1 班学生具有边缘显著($P = 0.059$);在后测进步幅度上,对照班学生与实验 4 班学生具有非常显著性差异($P = 0.000 < 0.001$),对照班学生与实验 3 班学生具有显著性差异($P = 0.016 < 0.05$),实验 4 班学生与实验 3 班学生具有显著性差异($P = 0.023 < 0.05$),实验 4 班学生与实验 2 班学生($P = 0.001 < 0.01$)、实验 1 班学生($P = 0.000 < 0.001$)具有非常显著性差异,实验 3 班学生与实验 1 班学生具有非常显著性差异($P = 0.004 < 0.01$),实验 2 班学生与实验 1 班学生具有边缘显著($P = 0.089$)。不同性别方面,在中测进步幅度上,对照班女生与实验 4 班女生具有非常显著性差异($P = 0.000 < 0.001$),实验 4 班女生与实验 3 班女生具有显著性差异($P = 0.021 < 0.05$),实验 4 班女生与实验 2 班女生($P = 0.001 < 0.01$)、实验 1 班女生($P = 0.000 < 0.001$)具有非常显著性差异,实验 3 班女生与实验 1 班女生具有边缘显著($P = 0.067$),对照班男生与实验 4 班男生具有非常显著性差异($P = 0.001 < 0.01$),对照班男生与实验 3 班男生具有显著性差异($P = 0.010 < 0.05$),实验 4 班男生与实验 1 班男生具有非常显著性差异($P = 0.001 < 0.01$),实验 3 班男生与实验 1 班男生具有非常显著性差异($P = 0.004 < 0.01$);在后测进步幅度上,对照班女生与实验 4 班女生具

有非常显著性差异($P = 0.000 < 0.001$),实验 4 班女生与实验 3 班女生具有显著性差异($P = 0.025 < 0.05$),实验 4 班女生与实验 2 班女生($P = 0.003 < 0.01$)、实验 1 班女生($P = 0.000 < 0.001$)具有非常显著性差异,对照班男生与实验 4 班男生具有非常显著性差异($P = 0.006 < 0.01$),实验 4 班男生与实验 1 班男生具有非常显著性差异($P = 0.001 < 0.01$),实验 3 班男生与实验 1 班男生具有显著性差异($P = 0.011 < 0.05$,图 9)。

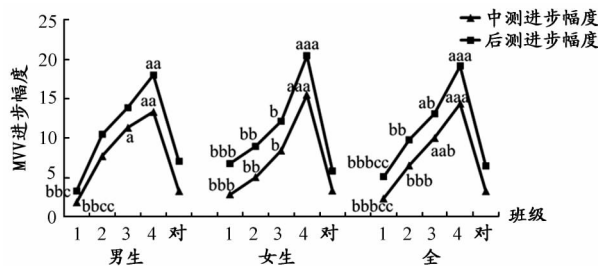


图 9 本研究各班级学生 MVV 各阶段进步幅度变化折线图

Figure 9. The Variation Diagram of Progress Rate in Students' MVV of Various Class at Various Stages

注:a 表示与对照班相比显著性 $P < 0.05$,aa 表示 $P < 0.01$,aaa 表示 $P < 0.001$;b 表示与实验 4 班相比显著性 $P < 0.05$,bb 表示 $P < 0.01$,bbb 表示 $P < 0.001$;c 表示与实验 3 班相比显著性 $P < 0.05$,cc 表示 $P < 0.01$ 。

结果表明,在中测进步幅度上,实验 4 班学生与实验 1 班学生具有显著性差异($P = 0.046 < 0.05$);在后测进步幅度上,对照班学生与实验 4 班学生具有非常显著性差异($P = 0.006 < 0.01$),对照班学生与实验 3 班学生具有显著性差异($P = 0.031 < 0.05$),实验 4 班学生与实验 1 班学生具有非常显著性差异($P = 0.002 < 0.01$),实验 3 班学生与实验 1 班学生具有显著性差异($P = 0.015 < 0.05$)。不同性别方面,在中测进步幅度上,实验 4 班女生与实验 1 班女生具有边缘显著($P = 0.095$),对照班男生与实验 4 班男生具有边缘显著($P = 0.085$);在后测进步幅度上,对照班女生与实验 4 班女生具有非常显著性差异($P = 0.002 < 0.01$),对照班女生与实验 3 班女生具有显著性差异($P = 0.018 < 0.05$),实验 4 班女生与实验 2 班女生具有显著性差异($P = 0.014 < 0.05$),实验 4 班女生与实验 1 班女生具有非常显著性差异($P = 0.006 < 0.01$),实验 3 班女生与实验 1 班女生具有显著性差异($P = 0.035 < 0.05$),实验 4 班男生与实验 1 班男生具有显著性差异($P = 0.031 < 0.05$),实验 3 班男生与实验 1 班男生具有边缘显著($P = 0.057$)。研究结果表明,实验 3 班和 4 班女生耐力改善效果显著好于对照班级女生(图 10)。

3.2.4 不同累积 MVPA 时间对初中生柔韧度指标影响的相关结果

干预结果显示,学生在坐位体前屈进步幅度上(班级:

$F=0.605, P=0.659$, 性别: $F=0.074, P=0.786$, 时间: $F=1.799, P=0.181$) 无“班级”、“性别”和“时间”主效应。各班级学生坐位体前屈呈现出进步幅度, 但中测进步幅度好于后测进步幅度(图 11)。

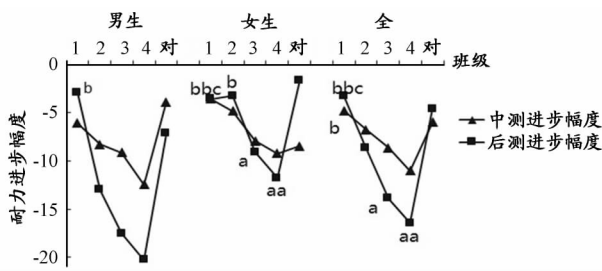


图 10 本研究各班级学生耐力水平各阶段进步幅度变化折线图
Figure 10. The Variation Diagram of Progress Rate in Students' Endurance Level of Various Class at Various Stages

注: a 表示与对照班相比显著性 $P<0.05$, aa 表示 $P<0.01$; b 表示与实验 4 班相比显著性 $P<0.05$, bb 表示 $P<0.01$; c 表示与实验 3 班相比显著性 $P<0.05$ 。

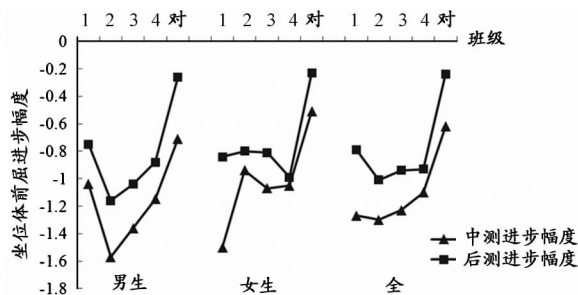


图 11 本研究各班级学生坐位体前屈各阶段进步幅度变化折线图
Figure 11. The Variation Diagram of Progress Rate in Students' Sit and Reach of Various Class at Various Stages

3.3 不同累积 MVPA 时间对初中生情绪状态影响的相关结果

依据实验设计以“班级”、“性别”和“时间”为实验处理因子, 对 5 个班级所有学生情绪状态进步幅度(进步幅度是时间上的进步状况, 包括进步幅度 1 和进步幅度 2; 进步幅度 1=中测-前测, 进步幅度 2=后测-前测)进行 $5 \times 2 \times 2$ 的 3 因素方差分析。

干预结果显示, 学生在紧张、愤怒、慌乱、自尊情绪状态和总体心境困扰(TMD)进步幅度上无“班级”、“性别”和“时间”主效应; 在疲劳($F=4.107, P=0.003$)、抑郁($F=4.104, P=0.003$)、精力($F=5.345, P=0.000$)情绪状态进步幅度上具有“班级”主效应。

通过对“时间”主效应进行分析发现, 精力情绪状态呈增长趋势, TMD 呈下降趋势; 试验班级学生在精力情绪状态前、后测相比均具有显著性差异, 对照班无显著性差异;

各班级学生 TMD 前、后测相比均具有显著性差异。因此, 仅对“班级”主效应进行续后分析。

疲劳情绪状态在“班级”主效应上, 中测进步幅度显示, 对照班学生与实验 3 班学生具有显著性差异($P=0.035<0.05$); 在后测进步幅度上, 对照班学生与实验 4 班($P=0.020<0.05$)、3 班($P=0.020<0.05$)、2 班($P=0.038<0.05$)学生具有显著性差异, 实验 4 班学生与实验 1 班学生具有显著性差异($P=0.021<0.05$), 实验 3 班学生与实验 1 班学生具有显著性差异($P=0.021<0.05$, 图 12)。

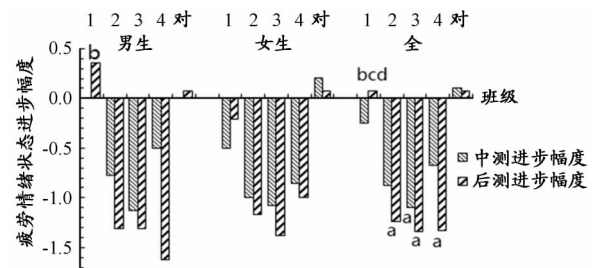


图 12 本研究各班级学生疲劳情绪各阶段进步幅度变化柱状图
Figure 12. The Variation Diagram of Progress Rate in Students' Fatigue Emotional of Various Class at Various Stages

注: a 表示与对照班相比显著性 $P<0.05$; b 表示与实验 4 班相比显著性 $P<0.05$; c 表示与实验 3 班相比显著性 $P<0.05$; d 表示与实验 2 班相比显著性 $P<0.05$ 。

抑郁情绪状态在“班级”主效应上, 中测进步幅度显示, 实验 3 班与对照班($P=0.030<0.05$)相比具有显著性差异, 实验 2 班与对照班($P=0.001<0.01$)、实验 1 班($P=0.002<0.01$)相比具有非常显著性差异、与实验 4 班相比($P=0.027<0.05$)具有显著性差异; 实验 4 班女生与实验 3 班女生($P=0.036<0.05$)、实验 2 班女生($P=0.016<0.05$)相比具有显著性差异; 实验 4 班男生与对照班男生($P=0.014<0.05$)、实验 1 班男生($P=0.010<0.05$)相比具有显著性差异, 实验 3 班男生与实验 1 班男生相比($P=0.046<0.05$)具有显著性差异, 实验 2 班男生与对照班男生($P=0.002<0.01$)、实验 1 班男生($P=0.002<0.01$)相比具有非常显著性差异。后测进步幅度显示, 实验 4 班与实验 2 班相比($P=0.035<0.05$)具有显著性差异; 实验 2 班男生与实验 1 班男生相比($P=0.038<0.05$)具有显著性差异(图 13)。

精力情绪状态在“班级”主效应上, 中测进步幅度上, 实验 4 班学生与对照班学生($P=0.004<0.01$)、实验 1 班学生($P=0.009<0.01$)具有非常显著性差异, 与实验 2 班学生($P=0.014<0.05$)具有显著性差异; 实验 4 班女生与对照班女生($P=0.002<0.01$)、实验 3 班女生($P=0.002<0.01$)、实验 2 班女生($P=0.006<0.01$)具有非常显著性差异, 与实验 1 班女生($P=0.050$)具有边缘显

著;实验 3 班男生与实验 1 班男生($P=0.025<0.05$)具有显著性差异。后测进步幅度上,实验 4 班学生与对照班学生($P=0.005<0.01$)具有非常显著性差异;实验 4 班女生与对照班女生($P=0.001<0.01$)、实验 3 班女生($P=0.003<0.01$)和实验 2 班女生($P=0.001<0.01$)具有非常显著性差异,与实验 1 班女生($P=0.018<0.05$)具有显著性差异(图 14)。

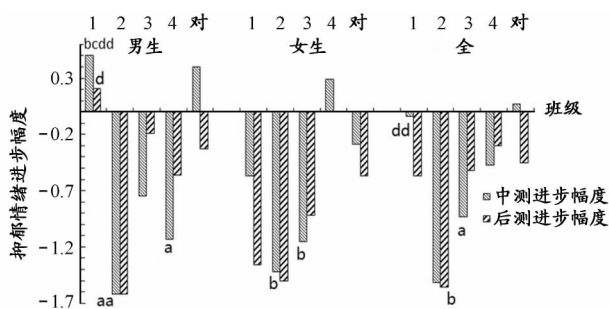


图 13 本研究各班级学生抑郁情绪
各阶段进步幅度变化柱状图

Figure 13. The Variation Diagram of
Progress Rate in Students' Depressed

Emotional of Various Class at Various Stages

注:a表示与对照班相比显著性 $P<0.05$,aa表示 $P<0.01$;b表示与实验4班相比显著性 $P<0.05$;c表示与实验3班相比显著性 $P<0.05$;d表示与实验2班相比显著性 $P<0.05$,dd表示 $P<0.01$ 。

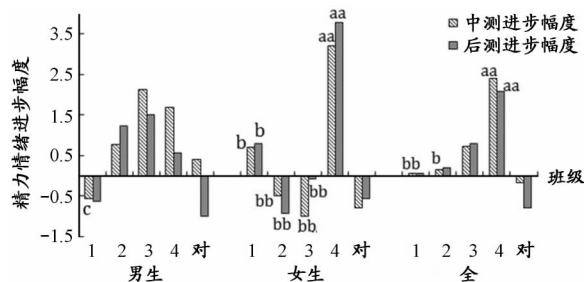


图 14 本研究各班级学生精力情绪
各阶段进步幅度变化柱状图

Figure 14. The Variation Diagram of Progress Rate in

Students' Energy Emotional of Various Class at Various Stages

注:a表示与对照班相比显著性 $P<0.05$,aa表示 $P<0.01$;b表示与实验4班相比显著性 $P<0.05$,bb表示 $P<0.01$;c表示与实验3班相比 $P<0.05$ 。

4 分析与讨论

4.1 不同累积 MVPA 时间对初中生体育课运动负荷监测结果的分析

通过运用 SUUNTO 遥测心率仪器和加速度计 (Actigraph GT3X+) 对学生体育课运动负荷监测,结果显示,实验 1 班、2 班、3 班、4 班学生运动负荷较为稳定,基本维持在一定区间范围,对照班学生运动负荷波动较大。实验班运动负荷显示:实验 4 班>实验 3 班>实验 2 班>实验 1

班。各班级学生在心率、能量消耗均具有非常显著性差异,在梅脱值指标上,除实验 1 班和对照班无显著性差异外,其他班级间均具有非常显著性差异。因此,本研究结果支持假设一,即体育课不同累积 MVPA 时间对各班级间运动负荷产生不同效果。

4.2 不同累积 MVPA 时间对初中生健康体适能影响的分析

4.2.1 不同累积 MVPA 时间对初中生体成分的影响

身体质量指数 (BMI)、体脂肪百分比 (PBF) 和腰臀比 (WHR) 3 个指标,不存在显著性差异,通过中测、后测进步幅度可以看出,下降幅度为实验 4 班>实验 3 班>实验 2 班>对照班>实验 1 班,且呈现出下降趋势。体育课 MVPA 累积时间越高对学生身体成分改变的幅度越大。Ness 等 (2007) 研究也发现,11 岁男生每天增加 15 min MVPA,脂肪含量的标准差分数可下降 0.25 个单位,11 岁女生每天增加 15 min MVPA,脂肪含量标准差可以下降 0.15 个单位^[30]。也有研究表明,60%~75% $\dot{V}O_2 \max$ 强度运动 30 min 是消耗脂肪的最佳方式^[32],指出 MVPA 时间增加对人体身体成分改善具有促进作用。青少年代谢综合征风险随 MVPA 时间的增加呈下降趋势,每天 15 min MVPA 是每天 1 min MVPA 患代谢综合征危险比的 0.68 倍,且运动时间增加危险率也随之降低^[1]。长期有氧运动能降低体脂百分比、腰臀比,也可从根本上解决由肥胖引起的糖尿病^[20]。Atlantis 等 (2006) 研究指出,每周 155~180 min MVPA 能够有效地降低超重或肥胖少年儿童身体脂肪含量^[10]。

本研究针对学生身体成分改善未得到显著性结果,可能原因是,一方面,由于干预时间较短,短期内难以出现较为明显的效果;另一方面,被试学生身体形态普遍较好,超重肥胖学生个例较少。但研究结果表明,体育课 MVPA 时间增加对学生身体成分改善起促进作用。

4.2.2 不同累积 MVPA 时间对初中生肌肉力量和肌肉耐力的影响

研究显示,MVPA 累积时间达到 40% 以上班级学生肌肉力量和耐力在时间维度上呈进步趋势。握力体重指数和仰卧起坐在后测进步幅度为:实验 4 班>实验 3 班>实验 2 班>对照班>实验 1 班。立定跳远后测进步幅度为:实验 3 班>实验 4 班>实验 2 班>实验 1 班>对照班。表明 MVPA 累积时间达到 40% 以上学生肌肉力量和肌肉耐力进步幅度大于对照班学生。

在握力体重指数和立定跳远成绩上,各班级学生间无显著性差异。性别主效应上,仅立定跳远指标在中测进步幅度上,男生好于女生具有边缘显著性,其它指标均无男女进步幅度上差异。仰卧起坐指数在后测进步幅度上,实验 4 班学生与对照班、实验 1 班、实验 2 班学生具有非常显著性差异,与实验 3 班学生具有显著性差异。研究表

明, MVPA 累积时间达到体育课总时间 60% 对学生仰卧起坐提高效果显著好于其他班级。

研究表明, MVPA 累积时间达到 60% 对学生肌肉耐力提高具有促进作用。随着运动负荷的增加, 机体产生适应性变化, 体育课运动负荷的增加有利于学生肌肉力量和肌肉耐力的改善。

《ACSM 运动测试与运动处方指南》(第九版) 2013 年最新研究成果: 鼓励进行 MVPA, 运动开始阶段宜采用中等强度 ($40\% \sim 60\% \dot{V}O_2 R$ 或 HRR), 最终将尽可能进行大强度 ($\geq 60\% \dot{V}O_2 R$ 或 HRR), 并无上限限制^[9], 这也表明大强度练习的安全性。针对少年儿童的体力活动也给出了很多健身指导, 强调每周至少进行 3 次较大强度运动^[39]。本研究也表明, 每周 3 次体育课保持 40% 以上 MVPA 累积时间可以促进学生肌肉力量和肌肉耐力呈增加态势。以学校为基础的体力活动具有很多优点, 包括增加身体运动和提高体适能 (United Health Foundation, 2009)^[40], 每周 3 次较大强度的体力活动建议可以在课堂上进行贯彻。

4.2.3 体育课不同累积 MVPA 时间对初中生心肺适能影响的分析

在用力肺活量 (FVC, L) 指标上, 实验前、后测相比实验 1 班、2 班、3 班和 4 班学生均出现增高趋势, 对照班学生出现下降趋势, 但并无男、女之间差异。在后测进步幅度上, 实验 3 班、4 班男生与对照班男生具有非常显著性差异, 实验 4 班男生与实验 2 班男生具有显著性差异。实验 4 班女生在后测进步幅度上与对照班女生具有非常显著性差异, 与实验 1 班、2 班女生具有显著性差异。表明累积 MVPA 占体育课时 50% 以上对学生 FVC 改善显著好于对照班学生, 累积 MVPA 时间占体育课 40% 以上可以显著改善女生 FVC。

在每分通气量 (MVV, L) 指标后测进步幅度上为: 实验 4 班 > 实验 3 班 > 实验 2 班 > 对照班 > 实验 1 班。实验 4 班男生与对照班和实验 1 班男生具有显著性差异, 实验 3 班与实验 1 班男生具有显著性差异; 实验 4 班女生与对照班、实验 1 班、实验 2 班女生具有非常显著性差异, 与实验 3 班女生具有显著性差异; 各班级无男、女之间显著性差异。虽然实验 3 班、2 班与对照班并无显著性差异, 但其增加幅度都超过对照班, 说明每节课 MVPA 时间达到 40% 以上对学生 MVV 提高具有促进作用, 且随着运动负荷的增加而呈不断上升趋势。前、后测相比, 仅实验 1 班男生无显著性差异, 其他班级学生均具有显著性差异。研究结果显示, 累积 MVPA 时间占体育课 50% 以上对学生 MVV 提高显著好于对照班学生。

在耐力指标 (男 1 000 m, 女 800 m 跑) 后测进步幅度上, 实验 4 班 > 实验 3 班 > 实验 2 班 > 对照班 > 实验 1 班, 实验 4 班男生与实验 1 班男生具有显著性差异, 实验 4

班女生与对照班女生具有非常显著性差异, 实验 3 班女生与对照班女生具有显著性差异, 实验 4 班女生与实验 1 班、2 班女生具有显著性差异。实验 2 班和实验 3 班学生与对照班学生之间无显著性差异, 但其耐力指数进步幅度都大于对照班, 而实验 1 班则小于对照班, 表明体育课 MVPA 时间达到 40% 以上对学生耐力水平提高具有积极促进作用, 每节课 MVPA 时间达到 30% 则导致学生耐力进步幅度较小, 但也有所提高, 这可能是由于学生生长发育本身带来的运动能力增加, 而辅以有效地练习可以使学生运动能力提高得到更为显著性效果。研究表明, 累积 MVPA 时间占体育课 50% 以上对学生耐力水平提高显著好于对照班学生。

美国在 2010 年健康人全面健身国家健康指南中就明确提出^[41], 学校学生体育课 MVPA 运动时间至少要达到一节课的 50%, 并建议每天安排一节体育课。本研究结果也得出相似结论, 学生 MVPA 累积运动时间达到 50% 以上对学生心肺功能提高显著好于对照班学生。

4.2.4 不同累积 MVPA 时间对初中生柔韧度影响的分析

各班级学生柔韧度实验前、后测相比, 无班级差异、性别差异和时间差异。说明体育课不同累积 MVPA 时间对学生坐位体前屈改善效果上并无显著性影响, 坐位体前屈是身体柔韧度有效反映指标之一, 而柔韧度提高可能与练习内容和拉伸方式具有较大相关性, 运动负荷对其影响则相对较小。

4.3 不同累积 MVPA 时间对初中生情绪状态影响的分析

本研究结果显示, 在紧张、愤怒、抑郁、慌乱、自尊和总体心境困扰 (TMD) 上与对照班学生均无显著性差异。在疲劳情绪状态上, 体育课累积 MVPA 占体育课时 40% 以上对学生疲劳情绪状态改善效果显著好于对照班; 在精力情绪状态上, 体育课累积 MVPA 时间达到体育课总时间 60% 对女生精力情绪状态改善效果非常显著的好于对照班女生。

由于情绪获得具有短暂性和波动性, 并且情绪效益在一次练习后持续时间仅为 2~4 h^[31], 因此, 本研究并未对学生各分量表情绪状态产生显著影响, 仅在精力和疲劳情绪上与对照班学生具有显著性差异。相关研究表明, 情绪对学生体适能水平产生影响, 对学生进行愉快情绪诱导后其体适能水平要明显好于悲伤情绪诱导组和无情绪诱导组^[6]。良好的情绪状态, 有助于促进个体对活动的内部动机, 提高个体的活动效率 (刘微娜, 季浏, 2009)^[4], 这也可能进一步促进体适能水平提高, 同时, 学生情绪状态的改变可能与其生理指标的变化有关, 规律性的运动能够促进大脑分泌“快乐激素”——内啡肽 (endorphin)^[38], 在内源性阿片肽介导运动可改善不良情绪状态^[34]。30 min 以上和中等强度以上运动可以促进内啡肽的产生, 有氧运动比无

氧运动更容易促进内啡肽产生^[2]。也有研究发现,有氧练习干预后在焦虑、紧张、抑郁、自信、压力情绪状态上均无显著差异^[25],这可能与每次干预时间有关。相关研究表明,在 45 min 课程中(3 次/周,干预 3 个月)安排 17.5 min 中等强度(最大心率的 60%~80%)进行干预,对产后女性由情绪不良状态改善为无情绪不良状态^[8]。Thayer 等研究发现,进行 5~10 min 的练习也会导致积极的情绪变化^[37],这也为体育课堂教学进一步优化提供参考,使得体育课在改善学生情绪状态上能够起到积极作用。

5 结论与建议

5.1 结论

1. 体育课中累积 MVPA 时间增加有助于提高课堂运动负荷,且促进课堂运动负荷维持在较为稳定区间。

2. 体育课不同累积 MVPA 时间增加对身体成分和肌肉力量改善具有促进作用,60% 累积 MVPA 运动时间对肌肉耐力改善显著好于对照班,50% 以上累积 MVPA 运动时间显著改善心肺耐力,不同累积 MVPA 时间对柔韧性改善无显著性影响。

3. 体育课累积 MVPA 时间占课堂时间 40% 以上对学生情绪状态改善具有促进作用,其中,40% 以上累积 MVPA 时间对学生疲劳情绪状态改善效果显著好于对照班学生,60% 累积 MVPA 时间对女生精力情绪状态改善效果非常显著好于对照班女生。

5.2 建议

1. 体育课程教学中应关注学生体力活动时间,促进学生中-大强度体力活动达到体育课总时间 50% 以上。教学中要“精讲、多练”,促进学生的“练”。关注运动质量,减少课程中低效运动时间,提高中-大强度运动时间比例,控制好大强度运动时间。

2. 根据学生对运动负荷适应情况可逐渐增加运动负荷,让学生不断获得持续的运动刺激。体育课教学中应适当安排一些补充性练习或专门性体能练习,促进学生健康体能的全面发展。

3. 关注学生情绪状态改善,教学中促进学生累积 MVPA 时间达到 40% 和 50% 的课程时间。同时,采用多种组织形式和教学方法让学生产生良好的心理效益。

参考文献:

- [1] 关尚一,朱为模. 身体活动与青少年代谢综合征风险的“剂量-效应”关系[J]. 西安体育学院学报,2013,30(2):211-216.
- [2] 孔维民. 论运动对于心理健康的中介机制及治疗方略[J]. 安徽师范大学学报(自然科学版),2013,36(4):400-403.
- [3] 李黔,兰陵. 试探健身运动负荷价值阈[J]. 武汉体育学院学报,1993,(03):95-96.
- [4] 刘微娜,季浏, Watson II Jack C. 体育运动领域流畅状态的研究进展[J]. 体育科学,2009,29(11):72-78.

- [5] 四川省教委等. 高校体育[M]. 成都:四川大学出版社,1993:49-51.
- [6] 王芳,马天龙,杨文华,等. 不同情绪状态对自我效能和体能发挥的影响[J]. 北京体育大学学报,2007,30(9):1204-1205,1208.
- [7] 许良. 我国学生体能发展趋势及其干预措施[J]. 体育学刊,2009,16(9):63-67.
- [8] 朱晓娜,黄艳. 不同负荷有氧健身操对产后女性心肺功能的影响[J]. 北京体育大学学报,2012,35(7):58-61.
- [9] AMERICAN COLLEGE OF SPORTS MEDICINE. ACSM's Guidelines for Exercise Testing and Prescription[M]. 9th ed. Philadelphia:Lippincott Williams Wilkins,2013.
- [10] ATLANTIS E, BARNES E H, SINGH M A. Efficacy of exercise for treating overweight in children and adolescents:a systematic review[J]. Int J Obes (Lond),2006,30(7):1027-1040.
- [11] BARREIRA T V, HARRINGTON D M, KATZMARZYK P T. Cardiovascular health metrics and accelerometer-measured physical activity levels:National health and nutrition examination survey,2003-2006[J]. Mayo Clin Proceed,2014,89(1):81-86.
- [12] BLAIR S N. Physical inactivity:the biggest public health problem of the 21st century[J]. Br J Sports Med,2009,43(1):1-2.
- [13] COX M, SCHOFIELD G, KOLT G S. Responsibility for children's physical activity:parental,child,and teacher perspectives[J]. J Sci Med Sport,2010,13(1):46-52.
- [14] CRAWFORD D. The Future of Sport in Australia[M]. Canberra:Commonwealth of Australia,2009.
- [15] DALE D, CORBIN C B, DALE K S. Restricting opportunities to be active during school time;do children compensate by increasing physical activity levels after school? [J]. Res Q Exe Sport,2000,71(3):240-248.
- [16] DEPARTMENT OF HEALTH, PHYSICAL ACTIVITY, HEALTH IMPROVEMENT AND PREVENTION. At least five a week:Evidence of the impact of physical activity and its relationship to health:A report from the chief medical officer [R]. London:Department of Health,Physical Activity,Health Improvement and Prevention,2004.
- [17] DUDLEY D, OKELY A, PEARSON P, et al. A systematic review of the effectiveness of physical education and school sport interventions targeting physical activity, movement skills and enjoyment of physical activity[J]. Eur Phys Edu,2011,17(3):353-378.
- [18] FAIRCLOUGH S J, STRATTON G. A review of physical activity levels during elementary school physical education[J]. J Teach Phys Edu,2006,25(2):239-257.
- [19] FAIRCLOUGH S, STRATTON G. Physical activity levels in middle and high school physical education:a review[J]. Pediatr Exe Sci,2005,17:217-236.
- [20] GORDON B, BENSON A, BIRD S, et al. Resistance training improves metabolic health in type 2 diabetes:a systematic review[J]. Diabetes Res Clin Pract,2009,83(2):157-175.

- [21] HAMER M, STAMATAKIS E. Physical activity and mortality in men and women with diagnosed cardiovascular disease[J]. J Cardiopul Rehabil Prev, 2009, 16: 156-160.
- [22] HARDY L L, KING L, ESPINEL P. NSW Schools Physical Activity and Nutrition Survey (SPANS): Full Report[R]. Sydney: NSW Ministry of Health, 2010: 4-5.
- [23] JAGO R, ANDERSON C, BARANOWSKI T. Adolescent patterns of physical activity: Differences by gender, day and time of day[J]. Am J Prev Med, 2005, 28: 447-452.
- [24] JAGO R, BARANOWSKI T, BARANOWSKI J C, *et al.* BMI from 3-6 y of age is predicted by TV viewing and physical activity, not diet[J]. Int J Obes Relat Metab Disord, 2005, 29: 557-564.
- [25] KING A C, TAYLOR C B, HASKELL W L, *et al.* Influence of regular aerobic exercise on psychological health: A randomized, controlled trial of health middle aged adults[J]. Health Psychol, 1989, 8(3): 305-324.
- [26] KRIEMLER S, MEYER U, MARTIN E, *et al.* Effect of school-based interventions on physical activity and fitness in children and adolescents: a review of reviews and systematic update[J]. Br J Sports Med, 2011, 45: 923-930.
- [27] MANLEY A F. Physical Activity and Health[R]. Pittsburgh: U. S. Department of Health and Human Services, Centers for Disease Control and Prevention, National Center for Chronic Disease Prevention and Health Promotion & The President's Council on Physical Fitness and Sports, 1996: 10-11.
- [28] MORROW J, JACKSON A, Gregory P V. Physical Activity Promotion and School Physical Education's[M]. Washington, DC: President's Council on Physical Fitness and Sports Research Digest, 1999.
- [29] MOHOLDT T, WISLOFF U, NILSEN T, *et al.* Physical activity and mortality in men and women with coronary heart disease: a prospective population-based cohort study in Norway (the HUNT study)[J]. Eur J Cardiovasc Prev Rehabil, 2008, 15(6): 639-645.
- [30] NESS A R, LEARY S D, MATTOCKS C, *et al.* Objectively measured physical activity and fat mass in a large cohort of children[J]. PLoS Med, 2007, 4(3): 476-484.
- [31] RAGLIN J S. Anxiolytic Effects of Physical Activity. In W. P. Morgan(Ed), Physical Activity and Mental Health[M]. Washington, DC: Taylor and Francis, 1997: 107-126.
- [32] ROMIJN J A, COYLE E F, SIDOSSIS L S, *et al.* Regulation of endogenous fat and carbohydrate metabolism in relation to exercise intensity and duration[J]. Am J Physiol, 1993, 265: 380-391.
- [33] SALMON J, BOOTH M L, PHONGSAVAN P, *et al.* Promoting physical activity participation among children and adolescents[J]. Epidemiol, 2007, 29(1): 144-159.
- [34] SCHWARZ Z. Changes in β -endorphin levels in response to aerobic and anaerobic exercise[J]. Sports Med, 1992, (13): 25-36.
- [35] SMITH S C, ALLEN J, BLAIR S N, *et al.* AHA/ACC guidelines for secondary prevention for patients with coronary and other atherosclerotic vascular disease: 2006 update[J]. J Am Coll Cardiol, 2006, 47(10): 2130-2139.
- [36] STRONG W B, MALINA R M, BLIMKIE C J, *et al.* Evidence based physical activity for school-age youth[J]. J Pediatr, 2005, 146(6): 732-737.
- [37] THAYER R E, NEWMAN J R, MCCLAIN T M. Self-regulation of mood: Strategies for changing a bad mood, raising energy, and reducing tension[J]. J Personal Soc Psychol, 1994, 67(5): 910-925.
- [38] THOREN P, FLORAS J S, HOFFMANN P, *et al.* Endorphins and exercise physiological mechanisms and clinical implications[J]. Med Sci Sports Exe, 1990, 22(4): 417-428.
- [39] TREMBLAY M S, WARBURTON D E, JANSSEN I, *et al.* New Canadian physical activity guidelines[J]. Appl Physiol Nutr Metab, 2011, 36(1): 36-58.
- [40] UNITED HEALTH FOUNDATION, AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION, AND PARTNERSHIP FOR PREVENTION. America's Health Rankings[M]. Minnetonka: United Health Foundation, 2009.
- [41] US DEPARTMENT OF HEALTH AND HUMAN SERVICES. Healthy People 2010[R]. Washington, DC: US Department of Health and Human Services, 2000.
- [42] WORLD HEALTH ORGANIZATION. Global recommendations on physical activity for health[R]. Geneva: WHO Press, 2010.

