

体育课不同持续性运动时间和强度对初中生体成分的影响

武海潭¹, 季浏²

1. 上海师范大学体育学院, 上海 200234; 2. 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

【摘要】 目的 探究体育课不同运动强度和持续性运动时间对初中生体成分的影响, 为初中生体育课有效运动负荷的安排提供参考依据。**方法** 上海市某中学共 6 个班级 226 名学生参与实验干预。在 3×40 min/周、共 8 周的体育课中, 各班级分别嵌入 15、10 或 5 min 的大强度或中等强度持续性运动。**结果** 学生体质量指数(BMI)和腰臀比(WHR)呈现不同的变化幅度, 前后测和班级间差异均无统计学意义。在体脂肪量(SFV)上, 实验 6 班学生前后测差异有统计学意义($P=0.01$); 在去脂体重(FFM)上, 实验 2 班、3 班、4 班、5 班和 6 班学生前后测差异均有统计学意义; 在体脂肪率(PBF)和去脂体重百分比(PFFM)上, 各班级学生间差异无统计学意义, 但呈现出不同的变化幅度; 在肌肉量(LMM)上, 实验 2 班、4 班、5 班和 6 班学生前后测差异均有统计学意义(P 值均 <0.05); 在肌肉量百分比(PLMM)上, 实验 1 班、4 班和 6 班学生前后测差异均有统计学意义(P 值均 <0.05)。**结论** 体育课 10 min 以上持续性大强度运动和 15 min 持续性中等强度运动可以提高学生 PFFM, 降低学生 PBF; 体育课 5 min 以上持续性大强度运动和 15 min 持续性中等强度运动可以提高学生 PLMM。

【关键词】 体育运动; 时间; 身体成分; 生长和发育; 学生

【中图分类号】 G 806 R 179 **【文献标识码】** A **【文章编号】** 1000-9817(2017)07-1055-04

Impact of exercise duration and intensity during physical education class on body composition among junior high school students/WU Haitan*, JI Liu.* College of Physical Education, Shanghai Normal University, Shanghai(200234), China

【Abstract】 Objective To examine the effects of exercise duration and intensity on body composition among junior high school students, and to provide scientific basis for arranging the effective amount of exercise for junior high school students. **Methods** A total of 226 students from 6 classes participated this experimental trial. Different duration×intensity exercise elements were introduced into physical education class (40 min 3 times a week for 8 weeks), including 15, 10 or 5 minutes vigorous and moderate exercise. **Results** The results showed no significant differences in the body mass index and waist-hip ratio pre- and post-experimental trial. Significant difference in somatic fat volume was only observed in group 6; for the fat free mass index, significant differences were found in group 2, group 3, group 4, group 5, group 6. The difference of PBF and PFFM was not statistically significant in each class students. For the lean muscle mass index, significant changes were observed in the experimental group 2, group 4, group 5 and group 6 ($P<0.05$). There was significant differences in percentage of lean muscle mass index for experiment group 1, group 4, group 6 ($P<0.05$). **Conclusion** Vigorous exercise for 10 min and moderate exercise for 15 min can increase percentage of fat free mass and decrease percentage of body fat. Vigorous exercise for 10 to 15 min and moderate exercise for 15 min during physical education class can help increase percentage of lean muscle mass.

【Key words】 Sports; Time; Body composition Growth and development; Students

目前, 青少年儿童健康状况下降已成为一个重大的公众健康问题^[1]。美国 2~19 岁青少年 31.7% 超重, 16.9% 肥胖^[2]。加拿大 2~17 岁青少年儿童中超过 25% 身体肥胖或超重^[3], 且自 1981 年开始呈现出体质量指数 (body mass index, BMI) 逐年增加 0.1 kg/m² 的

趋势^[4]。瑞典 10 岁儿童的肥胖率在过去的二十多年中翻了近 4 倍, 超重翻了 2 倍多。丹麦儿童肥胖率自二战以来上升了 20 多倍^[5]。儿童肥胖与成人肥胖具有密切关系^[6]。全球青少年儿童 (5~17 岁) 中, 每 10 人中就有 1 人属于超重肥胖; 超重肥胖者共有 1.55 亿, 其中肥胖少年儿童有 3 000 万~4 500 万^[7], 而学生体力活动下降是一个重要的影响因素。

Schmidt 等^[8] 研究发现, 10 min 以上身体运动对身体有氧适能发展具有积极的效果。2007 年美国运动医学会和心脏学会在大量既往研究的基础上发布的最新运动指南明确指出, 每次运动的持续时间为 10

【基金项目】 国家社会科学基金青年项目 (15CTY013); 上海师范大学人文社会科学项目 (A-0230-16-001010)。

【作者简介】 武海潭 (1985-), 男, 山东泰安人, 博士, 讲师, 主要研究方向为体育课程与教学与儿童青少年健康。

DOI: 10.16835/j.cnki.1000-9817.2017.07.028

min^[9]。每天相同运动时间下,持续性运动比间歇性运动对减少体脂百分比具有更好效果^[10-13]。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^[14]。Atlantis 等^[15]研究指出,每周 155~180 min 的中、大强度体力活动能够有效降低超重或肥胖少年儿童身体脂肪含量。

体育课作为青少年儿童参与体力活动的主要时段,对学生健康促进具有积极作用。学校体育课体力活动减少已成为导致学生体力活动水平下降的重要因素^[16]。而大强度运动可能是更加有效地减肥方法^[17]。本研究基于体育课不同持续性运动时间和运动强度进行实验研究,为对体育课有效运动负荷的安排提供参考。

1 对象与方法

1.1 对象 方便选取上海市初中预备年级 6 个班级共 226 名学生,其中实验 1 班 38 名(男生 19 名,女生 19 名),年龄为(11.31±0.48)岁;实验 2 班 38 名(男生 21 名,女生 17 名),年龄为(11.75±0.44)岁;实验 3 班 39 名(男生 24 名,女生 15 名),年龄为(11.72±0.61)岁;实验 4 班 38 名(男生 22 名,女生 16 名),年龄为(11.58±0.60)岁;实验 5 班 36 名(男生 20 名,女生 16 名),年龄为(11.47±0.51)岁;实验 6 班 37 名(男生 19 名,女生 18 名),年龄为(11.57±0.56)岁。实验前告知学生及家长,获得同意,并询问学生既往病史、医疗检查、身体状况,排除运动中存在的潜在风险。

1.2 方法 采用 SUUNTO 遥测心率仪进行整节课实时监测,与授课教师及时沟通,以控制实验误差。将各个班级被试按照性别、身高、体质量分组,每次课前从不同组中随机选取 5 名被试(2 男 3 女或 3 男 2 女),要求各个班级被试在身高、体质量、年龄、性别上具有相似性,确定每名施测学生。6 个实验班级体育课由具有二十多年教学经验的体育教师担任,并由助理教师协助完成。

每节课包括 3 个部分:准备部分(5 min 热身)、基本部分(30 min 传授和/或复习技能)和结束部分(5 min 放松练习)。体育课干预在基本部分中实施,分别融入中等强度或大强度 5, 10, 15 min 的持续性体力活动,中等强度心率为(130~160)次/min,大强度心率为(160~190)次/min。准备部分和结束部分不进行干预和控制。本研究中体育课外 2 次活动课,均按照活动计划由体育教师组织进行统一实施,控制无关变量的影响。

6 个班级在教学基本部分分别嵌入如下设计:实

验 1 班, 15 min 大强度持续运动;实验 2 班, 15 min 中等强度持续性运动;实验 3 班, 10 min 大强度持续性运动;实验 4 班, 10 min 中等强度持续性运动;实验 5 班, 5 min 大强度持续性运动;实验 6 班, 5 min 中等强度持续性运动。教学安排由研究小组进行预实验实施后确定,实验干预起止时间为 2013 年 10—12 月,每周 3 次,共干预 8 周。监测人员进行实时监控并做好记录,助理教师协助。

测试仪器为体重计(中国)、皮尺(德国)、杰文 ioi353 体成分分析仪(韩国)。测量指标包括体质量指数(body mass index, BMI)、腰臀比(waist-to-hip ratio, WHR)、体脂肪量(somatic fat volume, SFV)、体脂肪率(percentage of body fat, PBF)、去脂体质量(fat free mass, FFM)、去脂体质量百分比(percentage of fat free mass, PFFM)、肌肉量(lean muscle mass, LMM)和肌肉量百分比(percentage of lean muscle mass, PLMM)。

1.3 统计分析 所有数据采用 SPSS 22.0 进行处理。对体成分指标进行描述性统计($\bar{x}\pm s$),对所有变量采用配对样本 *t* 检验、协方差和方差分析进行组间比较,以 $P<0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

由表 1 可见,实验前,各班学生在 WHR, SFV, PBF, PFFM 和 PLMM 指标上差异均无统计学意义(P 值均 >0.05);实验后,学生 BMI 和 WHR 与实验前差异均无统计学意义(P 值均 >0.05)。协方差和方差分析显示,前后测相比,实验 1 班、2 班和 3 班学生 BMI 和 WHR 下降;实验 4 班学生 WHR 下降, BMI 基本维持不变;实验 5 班和 6 班学生 BMI 和 WHR 提高。配对样本 *t* 检验显示,各班级学生 PBF 和 PFFM 前后测相比差异均无统计学意义。实验后 SFV 指标,实验 1 班、2 班、3 班、4 班和 5 班与实验前差异均无统计学意义,实验 6 班学生与实验前差异有统计学意义($P=0.01$)。FFM 指标,实验 2 班、3 班、4 班、5 班和 6 班学生与实验前差异均有统计学意义(P 值均 <0.05),实验 1 班学生与实验前差异无统计学意义。

在肌肉量指标上,PLMM 实验前后相比,实验 2 班、4 班、5 班和 6 班学生差异有统计学意义(P 值均 <0.05),实验 3 班和 1 班学生差异均无统计学意义。PLMM 实验前后相比,实验 1 班、4 班和 6 班差异有统计学意义(P 值均 <0.05),其中实验 1 班和 3 班学生提高,实验 4 班和 6 班学生下降,实验项目基本不变。多重比较显示,实验后 PLMM,实验 6 班与 1 班学生差异有统计学意义($P=0.049$)。

表 1 不同持续性运动时间和强度干预前后各班学生体成分测量指标比较 ($\bar{x}\pm s$)

实验前后	班级	人数	统计值	身高/cm	体质量/ kg	BMI/ (kg·m ⁻²)	WHR	SFV/kg	PBF/%	FFM/kg	PFFM/%	LMM/kg	PLMM/%
实验前	1班	38		149.5±6.9	36.5±8.6	16.2±3.0	0.8±0.1	5.7±2.7	14.4±4.1	32.2±6.1	85.7±4.2	30.0±5.7	79.8±4.0
	2班	38		150.1±6.4	40.6±10.6	17.9±4.1	0.8±0.1	6.5±4.7	14.5±7.4	34.6±6.6	85.4±7.5	32.2±6.2	79.5±7.2
	3班	39		150.0±8.4	41.5±10.5	18.2±3.5	0.8±0.1	6.7±4.9	14.2±8.2	36.1±6.6	85.8±8.1	33.5±6.3	79.7±7.6
	4班	38		151.2±9.0	40.8±11.3	17.6±3.3	0.8±0.1	6.2±4.3	13.9±5.6	35.1±7.8	86.1±5.6	32.7±7.2	80.3±5.6
	5班	36		152.6±6.1	43.1±12.9	18.3±4.5	0.8±0.1	7.6±6.3	15.0±8.5	37.2±7.5	84.9±8.5	34.6±6.8	79.1±8.4
	6班	37		154.7±5.4	46.0±10.2	19.1±3.8	0.8±0.1	8.6±5.2	16.8±7.8	38.5±5.8	83.2±7.8	35.8±5.3	77.5±7.8
				F 值	2.772	3.051	2.520	0.773	1.603	0.747	3.403	0.763	3.353
			P 值	0.019	0.011	0.030	0.570	0.161	0.589	0.006	0.577	0.006	0.650
实验后	1班	38		151.7±7.1	37.4±8.3	16.1±2.8	0.8±0.1	5.6±2.5	14.3±3.8	32.4±5.9	85.5±3.7	30.4±5.4	80.5±4.3 *
	2班	38		152.7±6.6	41.8±10.9	17.8±4.1	0.8±0.1	6.6±4.7	14.4±7.3	35.1±6.9 **	85.6±7.3	32.6±6.3 **	79.5±7.2
	3班	39		152.6±8.8	42.8±10.9	18.2±3.5	0.8±0.1	6.7±4.9	14.1±8.1	36.2±6.6 *	85.9±8.1	33.7±6.0	79.8±8.0
	4班	38		153.2±9.1	41.9±11.6	17.6±3.3	0.8±0.1	6.3±4.3	13.9±5.5	35.6±7.8 **	86.1±5.5	33.1±7.2 **	80.0±5.4 *
	5班	36		154.7±6.1	44.2±12.8	18.3±4.3	0.8±0.1	7.7±6.2	15.0±8.5	37.7±7.1 **	84.9±8.4	35.2±6.4 **	79.1±8.7
	6班	37		156.8±5.8	47.3±10.3	19.1±3.7	0.8±0.1	8.6±5.2 *	16.8±7.8	39.2±5.6 **	83.2±7.8	36.3±5.1 *	77.1±7.6 **
				F 值	2.314	3.323	2.825	0.380	1.708	0.818	4.051	0.829	3.889
			P 值	0.045	0.006	0.017	0.862	0.134	0.538	0.002	0.530	0.002	0.424

注:实验前后比较, * $P<0.05$, ** $P<0.01$ 。

3 讨论

体育课融入不同持续性运动时间和强度对改善学生 BMI 和 WHR 具有不同作用效果。相关研究表明,长时间中等强度有氧运动对脂肪动员程度较强,是适合减肥的运动强度^[18]。也有研究显示,即使是中等强度的健步走有氧运动,也可改善身体成分^[19]。较大强度有氧运动能够降低体质量和体脂百分比^[20],最大心率强度的 60% 的长时间有氧运动与力量练习结合是最佳的减脂方法^[21]。本研究显示,体育课融入持续性 15 min 中等强度或大强度运动对改善学生 BMI 和 WHR 具有积极作用。体育课中、大强度体力活动时间增加对学生身体成分改善起促进作用^[22]。在中等强度以上运动中,持续性 10 min 以上运动是持续性 10 min 以下运动降低 BMI 效果的近 4 倍,降低腰围效果的近 3 倍^[23]。

有研究表明,体内脂肪氧化分解是一系列酶促反应,氧化分解脂肪酶的活性在运动开始后 20 min 逐渐上升^[24],随着运动时间的延长,脂肪供能比例也不断提高。有氧运动通过逆转肌细胞胰岛素受体结合力下降,改善胰岛素敏感性,增加能量消耗促进体内脂肪含量减少^[25]。持续性运动主要采用全身性练习,可以有效增加运动中脂肪的利用^[26]。

本研究也得到相似结论,体育课中持续性运动对学生减脂具有较好作用,大强度运动对学生减肥效果更好。可能是体育课总时间相对固定,大强度运动具有更好的时间效益。大强度运动还有额外效益,在以 73% VO_{2max} 强度运动 40 min 后,过量氧耗持续至少 14 h,额外多消耗 190 kcal (1 kcal=4.2 kJ) 的能量^[20]。此外,大强度运动与能量消耗相同的中等强度相比,在减少心血管疾病风险方面效果更好^[27]。因此,建议在体育课教学中持续性中等强度和大强度练习可以进

行科学合理的实施。

人体 I 型肌纤维百分比与 BMI 呈负相关^[28-30]。正常体重学生比超重、肥胖和较轻体重学生在俯卧撑、仰卧起坐方面的成绩明显好^[31]。由于脂肪组织中脂肪细胞的增加导致骨骼肌中收缩蛋白表达降低,包括肌球蛋白重链 (myosin heavy chain, MHC)^[32]。体育课融入持续性 10 和 15 min 大强度运动对改善学生肌肉力量和肌肉耐力具有促进作用^[33]。可能促进实验 1 班和 3 班学生 PBF 出现下降,而 PLMM 出现升高。青少年正处于生长发育的关键时期,青少年低肌肉量可能有高代谢综合征的风险^[34],肌肉力量的改善受肌肉量的影响^[35]。

本研究体育课融入中等强度 15 min 持续性运动对改善学生 LMM 具有积极作用。要想动员人体主要肌肉参与运动,每次运动的时间至少要保持 20 min 以上^[36]。有学者认为,负荷量大小可用“最高重复次数”(RM)来表示,强度与 RM 具有相关性,采用不同的 RM 进行训练,可产生不同的训练效果^[37]。多次重复练习对学生上肢力量和局部肌肉耐力效果更明显^[38]。体育课中融入持续性大强度体力活动安排比持续性中等强度体力活动安排具有更好的灵活性,即适时融入大强度持续性体力活动具有更好的时间效益。

4 参考文献

- [1] REILLY J J, METHVEN E, MCDOWELL Z C, et al. Health consequences of obesity[J]. Arch Dis Child, 2003, 88(9): 748-752.
- [2] MCAULEY E. Physical activity and psychological outcomes//BOUCHARD C, SHEPHARD R J, STEPHENS R J, et al. Physical activity, fitness and health: the consensus knowledge [M]. Champaign (IL): Human Kinetics, 1994: 551-568.
- [3] SHIELDS M. Overweight and obesity among children and youth[J].

- Health Rep, 2006, 17(3): 27-42.
- [4] TREMBLAY M S, WILLMS J D. Secular trends in the body mass index of Canadian children[J]. CMAJ, 2001, 164(11): 970.
- [5] HEITMANN B L, KOPLAN J, LISSNER L. Childhood obesity: successes and failures of preventive interventions[J]. Nutr Rev, 2009, 67(Suppl 1): S89-S93.
- [6] WHITAKER R C, WRICHT J A, PEPE M S, et al. Predicting obesity in youth adulthood from childhood and parental obesity[J]. N Engl J Med, 1997, 337(13): 869-873.
- [7] 中国学生营养与健康促进会. 中国儿童少年营养与健康报告 2009: 关注儿童肥胖, 远离慢性疾病[M]. 北京: 中国人口出版社, 2009: 3.
- [8] SCHMIDT W D, BIWER C J, KALSCHUEER L K. Effects of long versus short bout exercise on fitness and weight loss in overweight females[J]. J Am Coll Nutr, 2001, 20(5): 494-501.
- [9] HASKELL W L, LEE I M, PATE R R, et al. Physical activity and public health: updated recommendation for adults from the American College of Sports Medicine and the American Heart Association[J]. Circulation, 2007, 116(9): 1081-1093.
- [10] CATENACCI V A, GRUNWALD G K, INGBRIGTSEN J P, et al. Physical activity patterns using accelerometry in the national weight control registry[J]. Obesity, 2010, 19(6): 1163-1170.
- [11] OSEI-TUTU K B, CAMPAGNA P D. The effects of short-vs. long-bout exercise on mood, VO_{2max} , and percent body fat[J]. Prev Med, 2005, 40(1): 92-98.
- [12] DONNELLY J E, JACOBSEN D, SNYDER H K, et al. The effects of 18 months of intermittent vs continuous exercise on aerobic capacity, body weight and composition, and metabolic fitness in previously sedentary, moderately obese females[J]. Int J Obes Relat Metabol Disord, 2000, 24(5): 566-567.
- [13] MARK A E, JANSSEN I. Influence of bouts of physical activity on overweight in youth[J]. Am J Prev Med, 2009, 36(5): 416-421.
- [14] GORDON B, BENSON A, BIRD S, et al. Resistance training improves metabolic health in type 2 diabetes: a systematic review[J]. Diab Res Clin Pract, 2009, 83(2): 157-175.
- [15] 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.
- [16] WHO. WHO launches annual move for health day as global initiative to promote benefits of physical activity[J]. Saudi Med J, 2003, 24(10): 1157-1158.
- [17] TACANIAN J L, GALLWAY S D, HEIGENHAUSER G J, et al. Two weeks of high-intensity aerobic interval training increases the capacity for fat oxidation during exercise in women[J]. J Appl Phys, 2007, 102(4): 1439-1447.
- [18] 张坤, 王玉. 有氧运动减肥处方的研究进展[J]. 现代预防医学, 2009, 36(1): 110-111.
- [19] 刘一平, 刘丽霞, 韦立新. 运动干预对耐糖量减低患者血清抵抗素与胰岛素敏感性的影响[J]. 北京体育大学学报, 2007, 30(10): 1361-1363, 1377.
- [20] 张海峰. 较大强度及大强度间歇性运动在运动康复领域中的研究进展[J]. 北京体育大学学报, 2013, 36(8): 61-66.
- [21] 周全富. 运动减脂的生化分析和合理营养[J]. 西安体育学院学报, 2003, 20(6): 33-34, 41.
- [22] 武海潭, 季浏. 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[J]. 体育科学, 2015, 35(1): 13-23.
- [23] STRATH J S, HOLLEMAN R G, RONIS D L, et al. Objective Physical activity accumulation in bouts and nonbouts and relation to markers of obesity in US adults[J]. Prev Chron Dis, 2008, 5(4): 1-11.
- [24] 刘晓军. 运动减肥的生物化学机理[J]. 渭南师范学院学报, 2003, 18(5): 70-72.
- [25] 王小引, 傅兰英, 姬成茂. 有氧运动及综合减肥对超重和肥胖女生影响[J]. 中国公共卫生, 2006, 22(8): 904-905.
- [26] 杨锡让. 运动与身体成分: 运动控制肥胖机制及应用研究[M]. 北京: 北京体育大学出版社, 1998: 67-73.
- [27] KNAB A M, SHANELY R A, CORBIN K D, et al. A 45-minute vigorous exercise bout increases metabolic rate for 14 hours[J]. Med Sci Sports Exerc, 2011, 43(9): 1643-1648.
- [28] GASTER M, STAEHR P, BECK-NIELSEN H, et al. GLUT4 is reduced in slow muscle fibers of type 2 diabetic patients: is insulin resistance in type 2 diabetes a slow, type 1 fiber disease? [J]. Diabetes, 2001, 50(6): 1324-1329.
- [29] TANNER C J, BARAKAT H A, DOHM G L, et al. Muscle fiber type is associated with obesity and weight loss[J]. Am J Physiol Endocrinol Metab, 2002, 282(6): E1191-E1196.
- [30] HICKEY M S, CAREY J O, AZEVEDO J L, et al. Skeletal muscle fiber composition is related to adiposity and in vitro glucose transport rate in humans[J]. Am J Physiol, 1995, 268(1): E453-E457.
- [31] MAK K K, HO S Y, LO W S, et al. Health-related physical fitness and weight status in HongKong adolescents[J]. BMC Public Health, 2010, 10(1): 88.
- [32] PELLEGRINELLI V, ROUAULT C, RODRIGUEZ-CUENCA S, et al. Human adipocytes induce inflammation and atrophy in muscle cells during obesity[J]. Diabetes, 2015, 64(2): 3121-3134.
- [33] 武海潭. 体育课不同运动负荷组合方式对少年儿童健康体适能及情绪状态影响的实验研究[D]. 上海: 华东师范大学, 2014.
- [34] KIM J H, PARK Y S. Low muscle mass is associated with metabolic syndrome in Korean adolescents: the Korea National Health and Nutrition Examination Survey 2009-2011[J]. Nutr Res, 2016, 36(12): 1423-1428.
- [35] NISHITANI M, SHIMADA K, MASAKI M, et al. Effect of cardiac rehabilitation on muscle mass, muscle strength, and exercise tolerance in diabetic patients after coronary artery bypass grafting[J]. J Cardiol, 2013, 61(3): 216-221.
- [36] 邓树勋, 王健, 乔德才. 运动生理学[M]. 北京: 高等教育出版社, 2005: 478.
- [37] 杨锡让, 傅浩坚. 实用体育健康医学[M]. 北京: 北京体育大学出版社, 1995: 66-67.
- [38] FAIGENBAUM A D, LOUD R L, O'CONNELL J, et al. The effects of different resistance training protocols on upper-body strength and endurance development in children[J]. J Strength Condit Res, 2001, 15(4): 459-465.