



儿童青少年中高强度身体活动时长特征及其与体质健康关系探究

马晓凯¹, 朱政^{1,2,3}, 孙晨⁴, 赵胜¹, 曹振波^{1,2,3*}

(1. 上海体育学院, 上海 200438; 2. 上海市运动与代谢健康前沿科学研究基地(培育), 上海 200438;

3. 上海市学生体质健康研究中心, 上海 200438; 4. 贵州省公路局, 贵州 贵阳 550009)

摘要:目的:探讨儿童青少年中高强度身体活动(MVPA)构成时长特征及其与体质健康间的关系。方法:在上海市3个区招募四年级和八年级学生各360名,根据《国家学生体质健康标准(2014年修订)》要求对儿童青少年进行身体形态及素质测评,使用三轴加速度传感器测量其身体活动水平,统计不同时长的MVPA时间(零星:0<单次MVPA<5 min;短时:5≤单次MVPA<10 min;中长时:单次MVPA≥10 min)。有效样本为每天佩戴加速度传感器10 h以上,每周佩戴至少4天(3个工作日,1个周末日)。结果:共407名9~14岁儿童青少年符合数据纳入标准,其中男生185名(占45.5%),四年级学生223名(占54.8%),BMI中位数18.6 kg/m²(16.4, 21.0),达到平均每天60 min及以上MVPA的人数比例为6.6%。儿童青少年MVPA构成中,零星MVPA占比最大(占59.9%);男生中长时MVPA占比(占24.4%)显著高于女生(占12.3%)($P<0.05$),而零星和短时MVPA占比趋势则相反($P<0.05$, $P=0.033$);四年级学生零星MVPA占比(65.4%)显著高于八年级学生(占比51.1%)($P<0.05$),而短时和中长时MVPA占比趋势则相反($P<0.05$, $P<0.05$)。调整性别、年龄、BMI、年级和有效佩戴时间混杂变量后二分类逻辑回归结果显示,零星MVPA与体质健康标准达优良级呈正关联,每增加1 min/天,体质健康标准达优良级与未达优良级人数比值比(OR)提高8%(95% CI:4%, 13%);四年级学生中,总MVPA、零星MVPA和短时MVPA与体质健康标准达优良级均呈正关联;八年级学生中,仅零星MVPA与体质健康标准达优良率呈正关联。结论:儿童青少年总MVPA达到国际推荐量的比例极低;零星MVPA是儿童青少年MVPA的主要构成成分,其水平与体质健康标准达优良级呈显著正关联。建议应充分考虑儿童青少年身体活动特点、性别学段差异特征,制定个性化、有针对性的儿童青少年身体活动促进方案。

关键词:儿童;青少年;中高强度身体活动;体质健康

中图分类号:G804.49

文献标识码:A

身体活动是健康促进的重要途径,身体活动不足与多种非传染性慢性疾病显著相关(Bull et al., 2020)。儿童青少年处于身心发展的重要时期,养成良好的身体活动习惯将终身受益(Tammelin et al., 2014)。2020年世界卫生组织(World Health Organization, WHO)公布数据指出,全球81%的儿童青少年未达到身体活动推荐量,形势十分严峻(Bull et al., 2020);我国也有约60%的儿童青少年未达推荐量要求(朱政, 2021)。包括《中国儿童青少年身体活动指南》在内的多部身体活动指南均强调儿童青少年要增加身体活动、减少久坐行为(Tremblay et al., 2016; 张云婷等, 2017; Piercy et al., 2018; Gibson-Moore, 2019)。相比于成年人,儿童青少年身体活动具有短时性、间歇性等特点(全明辉等, 2020b; Sanders et al., 2014)。现有儿童青少年身体活动调查研究主要关注在不同强度身体活动组成及其评价方面,进一步充分了解儿童青少年身体活动行为特性、构成特征,在精准干预、改善其身体活动

水平以及促进健康发展上具有重要应用价值。

在成年人运动建议方面, Saint-Maurice等(2018)指出, MVPA水平与全因死亡率负相关且独立于MVPA的积累形式。2018—2020年,美国、英国和WHO陆续发布的新版身体活动指南中均取消了单次活动至少10 min的要求(Piercy et al., 2018; Gibson-Moore, 2019; Bull et al., 2020)。由于儿童青少年处于生长发育阶段的特点,成年人的研究结论并不适合直接套用到儿童青少年群体。近年来,依据单次活动持续时间长短将儿童青少年中高强

收稿日期: 2021-04-12; 修订日期: 2022-03-22

基金项目: 国家重点研发计划(2020YFC2007005);上海市哲学社会科学规划课题(2020ETY003)。

第一作者简介: 马晓凯(1991-),男,硕士,主要研究方向为身体活动/营养与健康促进, E-mail: maxkchn@163.com。

*通信作者简介: 曹振波(1971-),男,教授,博士,博士研究生导师,主要研究方向为身体活动/营养与健康促进, E-mail: caozhenbo@sus.edu.cn。

度身体活动(moderate-to-vigorous physical activity, MVPA)进行时长分类,探究各时长分类MVPA与体质及健康相关指标之间关系的研究刚刚起步,由于研究数量有限尚未得出明确结论。Mark等(2009)发现,儿童青少年参与单次持续时间更长的MVPA在肥胖状态控制上效果更好。Tarp等(2018)指出,MVPA总时长是代谢疾病风险因素主要影响因素,而非单次MVPA时长。Marin-Puyalto等(2019)研究表明,剧烈身体活动(vigorous physical activity, VPA)频率和单次时长与股骨颈的骨密度正相关。全明辉等(2020a)探究了学龄前儿童身体活动簇集特征及其与体质健康关系,研究结果显示,MVPA总累计时间比累计方式的影响程度更大,但目前鲜见关于学龄儿童青少年的相关研究。

掌握儿童青少年身体活动规律及特点是精准干预的必要前提,但目前该方面研究鲜有报道,缺乏相关科学数据。因此,本研究使用客观测量工具测量四年级和八年级学生身体活动水平,旨在探究儿童青少年MVPA构成时长特征及其与体质健康间的关系。

1 研究对象与方法

1.1 研究对象

本研究在上海市静安区、嘉定区和青浦区3个区,采取整群招募方式,每个区分别招募四年级和八年级学生各120名(男女生各半),所有学生均身体健康且无任何肢体障碍及运动禁忌症,经学生家长/监护人同意并签署知情同意后参与本研究。

1.2 体质健康测试

按照国家学生体质测试规范要求,采用相应测试设备,对受试者进行身体形态及素质测试,测试项目包括:身高、体重、肺活量、50 m跑、坐位体前屈、立定跳远、引体向上(男)/1 min仰卧起坐(女)、1 000 m跑(男)/800 m跑(女)。采用《国家学生体质健康标准(2014年修订)》对指标测试结果进行计算、评价,总体评价分为优秀、良好、及格和不及格4个等级,具体参数及操作方法参见引用资料(中华人民共和国教育部,2014;Zhu et al.,2017)。

1.3 身体活动水平测量

采用ActiGraph GT3X+三轴加速度传感器(Fort Walton Beach,美国)测量受试者身体活动水平。要求受试者将加速度传感器佩戴在右侧髋部,连续佩戴7天(除洗澡、游泳、睡觉外需一直佩戴)。受试者当日佩戴10 h以上为有效佩戴日,有效佩戴日在4天及以上(至少包括工作日3天和周末1天)为有效测试样本。采样间隔为60 s,连续60 min的为零数据(允许中间有2 min以内的非零数值)判定为未佩戴(Steene-Johannessen et al.,2020)。采用Evenson等(2008)建立的加速度传感器切点对研究对象的久坐行为与身体活动进行划分:久坐行为(0~100 counts/min),轻度

度身体活动(101~2 295 counts/min)、中等强度身体活动(2 296~4 011 counts/min)、高强度身体活动($\geq 4 012$ counts/min)。

单次MVPA时长分类标准(Willis et al.,2015)为:零星:0<单次MVPA<5 min;短时:5 \leq 单次MVPA<10 min;中长时:单次MVPA ≥ 10 min。分类MVPA统计规则为:需满足起止时段内MVPA时间达80%及以上,若连续5 min未达MVPA水平,则该次MVPA在满足切点值的最后1 min处终止,统计时间并分类,按照公式:(零星/短时/中长时)MVPA(min/天)=有效佩戴期间总(零星/短时/中长时)MVPA(min)/有效佩戴天数,计算对应分类MVPA水平。并将不同持续时长MVPA按照四分位分组(Q1~Q4组),Q1组为该类MVPA累计时间最少,Q4为累计时间最多。因存在某些受试者部分有效佩戴日中,无(短时/中长时)MVPA,出现中长时MVPA每天平均时间小于10 min的情况及短时和中长时MVPA根据水平分为Q1至Q4组时“水平时间”小于“分类时长(5 min/10 min)”的情况。

1.4 统计分析

采用SPSS 24软件进行数据统计分析。符合正态分布的数据采用平均值 \pm 标准差($M\pm SD$)表示,非正态分布数据采用中位数(四分位距)表示。分别采用独立样本 t 检验、曼惠特尼 U 检验对正态和非正态分布指标数据进行差异性检验,采用卡方检验分析体质健康标准达标优良率、MVPA国际推荐量达标率的性别、年级差异。采用二分类逻辑回归分析不同持续时长分类MVPA水平与体质健康的关系,并均纳入性别、年龄、BMI、年级和有效佩戴时间等混杂变量进行调整分析。显著性水平设定为 $P<0.05$ 。

2 研究结果

2.1 受试者基本信息

本研究共招募720名儿童青少年,其中313名因不满足有效数据条件被排除,共407名儿童青少年数据纳入结果分析,其中男生185名(占45.5%),四年级223名(占54.8%)。总体上,除体质总分女生优于男生,其他指标男生均高于女生($P<0.05$)。但年级亚组分析结果显示,只有八年级男、女生在身高、体重、BMI方面存在显著性差异($P<0.05$),而四年级学生无性别差异。除MVPA水平,受试者其他指标均存在年级差异($P<0.05$)。总体上,儿童青少年达到平均每天60 min及以上MVPA推荐量的比例为6.6%,其中男生(占12.4%)明显高于女生(占1.8%)($P<0.05$),而学段之间没有显著性差异(四年级5.4%,八年级8.2%, $P=0.264$);儿童青少年体质健康优良率为29.7%,其中四年级学生的比例(占36.3%)显著高于八年级学生(占21.7%, $P=0.001$),而没有性别差异(男生占27.0%,女生占32.0%, $P=0.276$;表1)。

表1 受试者基本信息

Table 1 Basic Information of Participants

指标	全体			四年级			八年级		
	总	男	女	总	男	女	总	男	女
人数	407	185	222	223	99	124	184	86	98
身高	147.1	147.4	147.1	139.2	139.9	139.1	163.0	166.5	160.0
/cm	(139.0, 162.4)	(139.0, 166.0)	(138.1, 159.0)*	(135.5, 143.4)	(135.6, 143.0)	(135.5, 144.5)	(158.0, 168.0)†	(162.9, 170.0)†	(155.0, 164.1)**
体重	41.8	44.0	41.0	34.0	35.0	33.8	52.0	57.8	49.7
/kg	(33.0, 51.5)	(33.6, 57.1)	(32.5, 49.7)*	(28.7, 40.1)	(28.6, 41.0)	(28.8, 39.0)	(46.1, 60.3)†	(49.1, 64.6)†	(44.4, 55.5)**
BMI	18.6	19.1	18.2	17.2	17.7	17.1	19.6	20.4	17.5
/(kg·m ⁻²)	(16.4, 21.0)	(16.6, 21.8)	(16.4, 20.6)*	(15.5, 20.0)	(15.4, 20.6)	(15.6, 20.6)	(17.8, 22.8)†	(17.9, 23.6)†	(19.3, 21.0)**
总 MVPA	29.6	36.4	26.0	29.2	32.5	26.9	29.8	41.1	24.6
/(min·天 ⁻¹)	(21.7, 41.3)	(27.0, 49.1)	(19.2, 34.9)*	(22.2, 38.8)	(25.9, 42.3)	(20.2, 37.2)*	(21.6, 45.6)	(28.4, 53.6)†	(18.1, 32.3)*
零星 MVPA	16.6	18.2	14.9	19.1	19.7	17.7	14.5	16.3	12.5
/(min·天 ⁻¹)	(13.0, 20.9)	(14.9, 22.4)	(11.4, 19.8)*	(15.0, 23.7)	(16.5, 24.4)	(14.3, 22.6)*	(11.2, 17.7)†	(13.6, 19.4)†	(10.4, 15.5)**
短时 MVPA	6.5	7.0	6.2	5.7	6.4	5.1	7.5	8.1	7.1
/(min·天 ⁻¹)	(3.6, 10.0)	(4.2, 11.5)	(3.3, 9.1)*	(3.3, 9.1)	(3.6, 10.2)	(3.0, 8.3)*	(4.6, 11.6)†	(4.6, 12.9)†	(4.4, 10.7)†
中长时 MVPA	4.7	8.0	3.5	4.0	4.7	3.6	7.0	12.9	3.3
/(min·天 ⁻¹)	(1.6, 10.6)	(3.1, 18.3)	(0.0, 7.2)*	(0.0, 7.9)	(1.6, 9.5)	(0.0, 6.5)*	(1.9, 15.4)†	(7.0, 24.0)†	(0.0, 7.7)*
体质总分	75.8	73.8	77.2	76.4	75.7	77.3	73.7	67.4	76.7(69.4,
	(69.2, 80.5)	(64.2, 80.3)	(71.9, 80.8)*	(72.2, 81.2)	(71.1, 80.6)	(72.5, 80.6)	(63.7, 79.4)†	(60.6, 79.1)†	79.9)**

注:表中数据不符合正态,数据表示为中位数(四分位距);*表示组内,男、女生相较,存在显著差异, $P<0.05$;†表示八年级与四年级比较,存在显著差异, $P<0.05$;下同。

2.2 受试者 MVPA 的时长构成情况

总体上,不同持续时长 MVPA 占比存在显著的性别和年级差异($P<0.05$,表2),男生中长时 MVPA 占比(24.4%)显著高于女生(占12.3%)($P<0.05$),而零星和短时 MVPA 占比趋势则相反($P<0.05$, $P=0.033$);四年级学生零星 MVPA 占比(65.4%)显著高于八年级学生(占51.1%)($P<0.05$),而短时和中长时 MVPA 占比趋势则相反($P<0.05$,

$P<0.05$)。同时不同年级中,各持续时长 MVPA 构成情况的性别差异趋势不同,四年级学生仅零星 MVPA 占比存在显著性别差异,男生零星 MVPA 占比(62.7%)明显低于女生(占67.0%)($P=0.044$);而八年级学生中,各持续时长 MVPA 占比均存在显著性别差异($P<0.05$),男生中长时 MVPA 占比(33.7%)显著高于女生(占12.0%)($P<0.05$),而零星和短时 MVPA 占比趋势则相反($P<0.05$, $P<0.05$)。

表2 受试者不同持续时长 MVPA 占比

Table 2 Bouts Characteristics of MVPA

百分比/%	全体			四年级			八年级		
	总	男	女	总	男	女	总	男	女
零星 MVPA	59.9	55.3	63.7	65.4	62.7	67.0	51.1	44.6	58.3
	(45.7, 70.7)	(39.5, 67.0)	(49.7, 74.7)*	(55.8, 75.8)	(53.0, 74.6)	(58.0, 77.4)*	(33.5, 63.7)†	(30.2, 56.0)†	(39.5, 68.5)**
短时 MVPA	20.5	19.5	21.7	19.0	19.9	18.6	24.0	19.1	29.4
	(14.8, 29.3)	(14.3, 27.0)	(14.9, 30.9)*	(13.6, 25.3)	(13.6, 26.3)	(13.6, 25.3)	(15.5, 33.1)†	(15.1, 27.8)	(19.0, 36.9)**
中长时 MVPA	16.3	24.4	12.3	12.7	14.0	12.5	24.2	33.7	12.0
	(5.8, 29.8)	(10.4, 37.7)	(0.0, 22.1)*	(0.0, 22.1)	(5.4, 25.7)	(0.0, 19.8)	(10.0, 37.4)†	(22.1, 47.1)†	(0.0, 25.1)*

2.3 不同时长 MVPA 与体质健康关系

调整性别、年龄、BMI、年级和有效佩戴时间等混杂因素后二分类逻辑回归结果显示,各分类 MVPA 水平最高的 Q4 组与 Q1 组的体质健康标准达优良级与未达优良级人数比值比(odd ratio, OR)分别为:总 MVPA, 2.71(95% CI: 1.30, 5.65)、零星 MVPA, 3.98(95% CI: 1.80, 8.82)和短时 MVPA, 2.10(95% CI: 1.03, 4.27),趋势检验均 $P<0.05$;此外,总

MVPA 和零星 MVPA 水平与体质健康标准达优良级呈正关联,总 MVPA、零星 MVPA 每增加 1 min/天,对应 OR 值分别提高 2% 和 8%(表3)。四年级学生中,调整混杂变量后结果显示,总 MVPA、零星 MVPA 和 中长时 MVPA 的 Q4 组与 Q1 组相比较对应的 OR 值分别为:6.14(95% CI: 2.23, 16.88), 3.31(95% CI: 1.24, 8.87), 2.91(95% CI: 1.16, 7.29),趋势检验均 $P<0.05$;同时,总 MVPA、零星 MVPA 和 短时 MVPA 水

平与体质健康标准达优良级呈正关联,每增加1 min/天,对应OR值分别提高4%、8%和9%(表4)。八年级学生中,调整混杂变量后结果显示,零星MVPA的Q4组与Q1组相比较的

OR值为6.65(95% CI: 1.57, 28.17),趋势检验P=0.004;同时,零星MVPA水平与体质健康标准达优良级呈正关联,每增加1 min/天,对应的OR值提高11%(表5)。

表3 受试者不同持续时长MVPA与体质健康关系研究
Table 3 The Association between Bouts of MVPA and Physical Fitness

n=407

指标	优良率/%	OR(95% CI)		
		模型1	模型2	
总 MVPA	Q1(3.0~21.7 min/天)	24.5	1.0(ref)	1.0(ref)
	Q2(21.8~29.6 min/天)	26.5	1.11(0.59, 2.08)	1.85(0.90, 3.81)
	Q3(29.6~41.3 min/天)	32.4	1.47(0.80, 2.72)	2.13(1.06, 4.30)
	Q4(41.3~116.0 min/天)	35.6	1.71(0.93, 3.13)	2.71(1.30, 5.65)
	趋势检验P值		0.054	0.008
	每增加1 min MVPA		1.01(1.00, 1.03)	1.02(1.01, 1.04)
零星 MVPA	Q1(2.1~13.0 min/天)	20.4	1.0(ref)	1.0(ref)
	Q2(13.1~16.6 min/天)	27.7	1.50(0.78, 2.86)	2.45(1.15, 5.22)
	Q3(16.7~20.9 min/天)	31.4	1.79(0.95, 3.37)	2.62(1.21, 5.68)
	Q4(21.0~40.7 min/天)	39.6	2.56(1.37, 4.78)	3.98(1.80, 8.82)
	趋势检验P值		0.003	0.001
	每增加1 min 零星 MVPA		1.06(1.03, 1.10)	1.08(1.04, 1.13)
短时 MVPA	Q1(0~3.6 min/天)	23.1	1.0(ref)	1.0(ref)
	Q2(3.7~6.5 min/天)	29.4	1.39(0.74, 2.59)	1.59(0.80, 3.18)
	Q3(6.6~9.9 min/天)	32.3	1.59(0.86, 2.96)	2.22(1.11, 4.43)
	Q4(10.0~26.5 min/天)	34.3	1.74(0.94, 3.21)	2.10(1.03, 4.27)
	趋势检验P值		0.07	0.024
	每增加1 min 短时 MVPA		1.03(0.98, 1.07)	1.03(0.99, 1.08)
中长时 MVPA	Q1(0~1.6 min/天)	26.7	1.0(ref)	1.0(ref)
	Q2(1.7~4.7 min/天)	29.0	1.12(0.61, 2.07)	1.39(0.71, 2.74)
	Q3(4.8~10.6 min/天)	35.6	1.52(0.84, 2.76)	2.13(1.09, 4.15)
	Q4(10.7~74.8 min/天)	27.7	1.06(0.57, 1.95)	1.70(0.82, 3.54)
	趋势检验P值		0.62	0.066
	每增加1 min 中长时 MVPA		1.01(0.99, 1.03)	1.02(0.99, 1.04)

注:ref表示对照组;括号内数字表示95% CI;模型1:无校正;模型2:校正性别、年龄、BMI、年级、有效佩戴时间;Q1~Q4各分组名称后标注的值范围为对应分组的指标的实际值范围,故会出现相邻区间值不连续的情况,因展示数据采用保留1位小数的形式,故会出现相邻区间值相同的情况;下同。

3 讨论

本研究发现,儿童青少年总MVPA达到国际推荐量的比例仅为6.6%,男生总MVPA水平高于女生,且八年级男生总MVPA高于四年级;零星MVPA是儿童青少年MVPA的主要构成成分,且女生零星MVPA占比大于男生,八年级不同持续时长MVPA占比均存在性别差异;零星MVPA水平与体质健康标准达优良级呈正关联,每增加1 min/天,对应OR值提高8%。

身体活动是促进儿童青少年身心健康发展的重要途径,其中MVPA水平尤为重要。本研究结果显示,四年级和八年级学生达到国际MVPA推荐量的比例非常低,仅为6.6%。这与Wang等(2013)和Nie等(2019)同样使用客观测量工具测评儿童青少年身体活动的研究结果一致,上述研究发现,儿童青少年MVPA推荐量达标率不足10%。2016—2018年全国儿童青少年体育健身活动调查数据显示,我国儿童青少年整体达到MVPA推荐量比例

为36.3%,男生(38.8%)高于女生(34.0%)(朱政,2021)。全国调研考虑调查样本量、可操作性等因素,采用主观测量方法-问卷调查法,主观测量方法普遍存在的回忆偏倚和报告偏倚可能是与上述采用客观测量工具的研究结果相差较大的主要原因(Durante et al., 1996)。同时,儿童青少年达到MVPA水平的学段变化特征未得到一致性结果,Wang等(2013)研究指出采用“中国儿童青少年身体活动切点”计算的结果为高年级学生MVPA更多;Nie等(2019)发现,随着学段升高,MVPA达标率呈下降趋势,但无统计学意义,而年龄与MVPA达标率呈显著弱负相关;本研究结果显示,八年级学生MVPA达标率高于四年级,但无统计学意义。考虑上述不一致情况可能是加速度传感器数据计算选择的切点原因(Wang et al., 2013)或同一学段内儿童青少年MVPA水平的变化导致(Nie et al., 2019)。

表4 四年级受试者不同持续时长 MVPA 与体质健康关系研究
Table 4 The Association between Bouts of MVPA and Physical Fitness in 4th Grade Students

n=223

指标		优良率/%	OR(95% CI)	
			模型 1	模型 2
总 MVPA	Q1(7.1~22.2 min/天)	26.8	1.0(ref)	1.0(ref)
	Q2(22.3~29.2 min/天)	28.6	1.09(0.48, 2.50)	2.72(0.98, 7.51)
	Q3(29.3~38.8 min/天)	41.1	1.91(0.86, 4.22)	4.17(1.57, 11.09)
	Q4(39.0~100.8 min/天)	49.1	2.64(1.19, 5.83)	6.14(2.23, 16.88)
	趋势检验 P 值		0.007	<0.001
	每增加 1 min MVPA		1.02(1.00, 1.04)	1.04(1.01, 1.06)
零星 MVPA	Q1(5.3~15.0 min/天)	33.3	1.0(ref)	1.0(ref)
	Q2(15.1~19.1 min/天)	33.3	1.00(0.46, 2.18)	2.45(0.92, 6.52)
	Q3(19.2~23.7 min/天)	39.3	1.29(0.60, 2.79)	2.91(1.10, 7.76)
	Q4(23.8~40.7 min/天)	39.6	1.31(0.60, 2.86)	3.31(1.24, 8.87)
	趋势检验 P 值		0.391	0.02
	每增加 1 min 零星 MVPA		1.03(0.99, 1.07)	1.08(1.03, 1.14)
短时 MVPA	Q1(0.0~3.3 min/天)	28.6	1.0(ref)	1.0(ref)
	Q2(3.3~5.7 min/天)	25.5	0.85(0.37, 1.98)	0.96(0.36, 2.53)
	Q3(5.7~9.1 min/天)	44.8	2.03(0.93, 4.42)	3.02(1.22, 7.49)
	Q4(9.2~26.5 min/天)	46.3	2.16(0.98, 4.74)	2.15(0.85, 5.48)
	趋势检验 P 值		0.013	0.019
	每增加 1 min 短时 MVPA		1.10(1.03, 1.17)	1.09(1.02, 1.18)
中长时 MVPA	Q1(0.0~0.0 min/天)	28.8	1.0(ref)	1.0(ref)
	Q2(1.4~4.0 min/天)	31.5	1.14(0.51, 2.54)	1.70(0.68, 4.25)
	Q3(4.1~7.9 min/天)	41.8	1.78(0.82, 3.86)	2.93(1.19, 7.23)
	Q4(8.0~38.3 min/天)	43.6	1.91(0.88, 4.15)	2.91(1.16, 7.29)
	趋势检验 P 值		0.057	0.011
	每增加 1 min 中长时 MVPA		1.03(0.99, 1.07)	1.04(1.00, 1.09)

探究儿童青少年身体活动与体质健康的剂量-效应关系是目前研究的热点,问题的突破有助于科学、量化、有效地指导儿童青少年参与身体活动,促进健康发展。在研究 MVPA 构成情况时,多将儿童青少年 MVPA 按单次持续时长分为零星($0 < \text{单次 MVPA} < 5 \text{ min}$)、短时($5 \leq \text{单次 MVPA} < 10 \text{ min}$)和中长时(单次 $\text{MVPA} \geq 10 \text{ min}$)或类似情况进行探究(Chinapaw et al., 2018; Holman et al., 2011; Mark et al., 2009; Tarp et al., 2018),与早年 WHO 单次 MVPA 要 10 min 以上(Organization, 2010)的建议相相应。本研究结果显示,零星 MVPA 是儿童青少年 MVPA 活动的主要组成部分,且 MVPA 构成存在性别差异,男生零星 MVPA 占比小于女生,而中长时 MVPA 占比高于女生,与前期研究结果相一致(Mark et al., 2009; Willis et al., 2015; Nettlefold et al., 2016)。同时本研究进一步发现,随着年级的升高, MVPA 构成变化趋势存在性别差异,男生零星 MVPA 显著减少且占比下降,中长时 MVPA 显著增加且占比提高,短时 MVPA 显著增加而占比没有改变;同样女生零星 MVPA 显著减少且占比下降,短时 MVPA 显著增加且占比提高,总 MVPA 及中长时 MVPA 随年级升高无显著变化。上述男、女生 MVPA 构成变化趋势不一致,可能

是由运动健身习惯发展的性别差异所引起(褚昕宇等, 2020)。提示在儿童青少年身体活动促进干预实施过程中,应充分考虑儿童青少年身体活动特点、性别差异及其随学段变化特征,而采用个性化、有针对性的干预策略。

本研究结果显示,四年级学生体质健康标准达标优良率为 36.3%,高于八年级(21.7%),结果与《中国儿童青少年体育发展报告(2018)》相一致(王立伟等, 2020)。但与 2019 年发布的《健康中国行动(2019—2030 年)》中提出的我国中小学生国家学生体质健康标准达标优良率在 2022 年达到 50% 以上的目标还有差距。儿童青少年体质健康发展任务艰巨,构建科学、高效、全面的运动促进策略成为迫切需要。本研究发现,总 MVPA 及不同持续时长 MVPA 水平与体质健康标准达优良级的关系存在年级差异,在四年级学生中,总 MVPA、零星 MVPA 和短时 MVPA 每增加 1 min/天,对应 OR 值显著提高,中长时 MVPA 每增加 1 min/天,对应 OR 提高 4%($P=0.064$);在八年级学生中,仅零星 MVPA 水平与体质健康标准达优良级的关系呈正关联,每增加 1 min/天,对应 OR 值提高 11%。本研究为通过 MVPA 构成层面探究其与体质健康关系的研究,鲜有同类研究可对比分析。前期有研究显示,总 MVPA

水平与心肺适能弱相关(Martínez-Gómez et al., 2009; Ávila-García et al., 2020)或体适能无显著相关(Joensuu et al., 2021),与本研究中八年级学生情况相似。但零星MVPA水平与体质健康标准达优良级的正关联关系,提示应进一步考虑MVPA构成及不同持续时长MVPA效用的区别。不同持续时长MVPA与儿童青少年体质健康标准达标水平的关联状况不同。四年级学生中,零星MVPA和短时MVPA均与体质健康标准达优良级呈正关联,且后者每增加1 min/天,OR值提升比例更大;只有零星MVPA在四年

级和八年级均与体质健康标准达优良级呈正关联,同时在八年级学生中零星MVPA每增加1 min/天体质健康标准达优良级的OR值提升比例更大。综上,本研究建议社会各方除了要重视青少年组织化、长时间的运动锻炼,以帮助达到每天1 h MVPA的儿童青少年身体活动推荐量,也要注重从零星MVPA水平着手,使学生真正意识到“动起来”是增强体质健康的有效途径且是奠定其基础的重要一步,鼓励学生充分利用零碎时间进行身体活动。

表5 八年级受试者不同持续时长MVPA与体质健康关系研究
Table 5 The Association between Bouts of MVPA and Physical Fitness in 8th Grade Students n=184

指标	优良率/%	OR(95% CI)		
		模型1	模型2	
总 MVPA	Q1(3.0~21.6 min/天)	23.9	1.0(ref)	1.0(ref)
	Q2(21.7~29.8 min/天)	17.4	0.67(0.24, 1.86)	0.84(0.29, 2.48)
	Q3(29.9~45.0 min/天)	23.9	1.00(0.38, 2.61)	1.03(0.36, 2.93)
	Q4(45.9~116.0 min/天)	21.7	0.88(0.33, 2.34)	0.86(0.27, 2.72)
	趋势检验P值		1.00	0.890
	每增加1 min MVPA		1.01(0.99, 1.03)	1.01(0.99, 1.03)
零星 MVPA	Q1(2.1~11.2 min/天)	6.5	1.0(ref)	1.0(ref)
	Q2(11.3~14.5 min/天)	18.8	3.31(0.84, 13.10)	4.07(0.97, 17.04)
	Q3(14.7~17.6 min/天)	36.4	8.19(2.18, 30.72)	11.40(2.78, 46.86)
	Q4(17.7~35.7 min/天)	26.1	5.06(1.32, 19.37)	6.65(1.57, 28.17)
	趋势检验P值		0.006	0.004
	每增加1 min 零星MVPA		1.08(1.01, 1.15)	1.11(1.03, 1.19)
短时 MVPA	Q1(0.0~4.6 min/天)	23.9	1.0(ref)	1.0(ref)
	Q2(4.7~7.5 min/天)	23.4	0.97(0.37, 2.53)	0.85(0.31, 2.33)
	Q3(7.6~11.3 min/天)	24.4	1.03(0.39, 2.69)	1.31(0.47, 3.64)
	Q4(11.7~24.8 min/天)	15.2	0.57(0.20, 1.64)	0.57(0.19, 1.71)
	趋势检验P值		0.356	0.504
	每增加1 min 短时MVPA		0.98(0.91, 1.05)	0.98(0.91, 1.06)
中长时 MVPA	Q1(0.0~1.8 min/天)	26.1	1.0(ref)	1.0(ref)
	Q2(2.0~7.0 min/天)	23.4	0.87(0.34, 2.22)	0.87(0.32, 2.35)
	Q3(7.2~15.4 min/天)	13.3	0.44(0.15, 1.29)	0.42(0.13, 1.41)
	Q4(15.4~74.8 min/天)	23.9	0.89(0.35, 2.29)	0.65(0.20, 2.07)
	趋势检验P值		0.546	0.328
	每增加1 min 中长时MVPA		1.01(0.98, 1.04)	1.01(0.98, 1.04)

本研究存在以下局限:研究对象年龄较单一,研究结果对其他年龄群体是否适用仍需进一步验证;研究属横断面研究,仍需开展干预研究进一步探明不同持续时长分类MVPA对体质健康的影响效果,为科学、精准干预方案制定提供扎实理论依据。

4 结论

上海市四年级和八年级学生MVPA达到国际推荐量的比例极低;零星MVPA是儿童青少年MVPA的主要构成成分,且女生零星MVPA占比大于男生;不同时长分类

MVPA与体质健康关系存在学段差异,其中零星MVPA水平与体质健康标准达优良级均呈显著正关联关系。建议应充分考虑儿童青少年身体活动特点、性别学段差异特征,制定个性化、有针对性的儿童青少年身体活动促进方案。

参考文献:

褚昕宇, 肖焕禹, 2020. 青少年体育锻炼习惯养成影响因素的模型构建与分析[J]. 体育学刊, 27(3): 116-123.
全明辉, 方春意, 周悦, 等, 2020a. 学龄前儿童不同簇集特征体力

- 活动与体质健康的剂量-效应关系研究[J]. 体育科学, 40(3): 39-45.
- 全明辉, 徐畅, 周悦, 等, 2020b. 基于加速度传感器的学龄前儿童体力活动簇集特征研究[J]. 上海体育学院学报, 44(2): 33-38, 86.
- 王立伟, 曹卫东, 朱英, 等, 2020. 中国青少年体育发展报告: 2018 [C]//: 社会科学文献出版社
- 张云婷, 马生霞, 陈畅, 等, 2017. 中国儿童青少年身体活动指南 [J]. 中国循证儿科杂志, 12(6): 401-409.
- 中华人民共和国教育部, 2014. 教育部关于印发《国家学生体质健康标准(2014年修订)》的通知 [EB/OL]. [2021-05-28]. http://www.moe.gov.cn/s78/A17/twys_left/moe_938/moe_792/s3273/201407/t20140708_171692.html.
- 朱政, 2021. 中国 9-17 岁儿童青少年身体活动与体质健康的流行病学研究[D]. 上海体育学院.
- ÁVILA-GARCÍA M, BAENA-OGALLA N, HUERTAS-DELGADO F J, et al., 2020. The relationship between physical activity levels, cardiorespiratory fitness and academic achievement school-age children from Southern Spain[J]. Sustainability, 12: 3459.
- BULL F C, AL-ANSARI S S, BIDDLE S, et al., 2020. World Health Organization 2020 guidelines on physical activity and sedentary behaviour[J]. Br J Sports Med, 54(24): 1451-1462.
- CHINAPAW M, KLAKK H, MOLLER N C, et al., 2018. Total volume versus bouts: Prospective relationship of physical activity and sedentary time with cardiometabolic risk in children [J]. Int J Obes (Lond), 42(10): 1733-1742.
- DURANTE R, AINSWORTH B E, 1996. The recall of physical activity: Using a cognitive model of the question-answering process[J]. Med Sci Sport Exerc, 28(10): 1282-1291.
- EVENSON K R, CATELLIER D J, GILL K, et al., 2008. Calibration of two objective measures of physical activity for children[J]. J Sport Sci, 26(14): 1557-1565.
- GIBSON-MOORE H, 2019. UK Chief Medical Officers' physical activity guidelines 2019: What's new and how can we get people more active? [J] Nut Bull, 44(4): 320-328.
- HOLMAN R M, CARSON V, JANSSEN I, 2011. Does the fractionalization of daily physical activity (sporadic vs. bouts) impact cardiometabolic risk factors in children and youth? [J] PLoS One, 6(10): e25733.
- JOENSUU L, KUJALA U M, KANKAANP A, et al., 2021. Physical fitness development in relation to changes in body composition and physical activity in adolescence [J]. Scand J Med Sci Sport, 31(2): 456-464.
- MARIN-PUYALTO J, MAESTU J, GOMEZ-CABELLO A, et al., 2019. Frequency and duration of vigorous physical activity bouts are associated with adolescent boys' bone mineral status: A cross-sectional study[J]. Bone, 120: 141-147.
- MARK A E, JANSSEN I, 2009. Influence of bouts of physical activity on overweight in youth [J]. Am J Prev Med, 36(5): 416-421.
- MARTÍNEZ-GÓMEZ D, EISENMANN J C, MOYA J M, et al., 2009. The role of physical activity and fitness on the metabolic syndrome in adolescents: Effect of different scores. The AFINOS Study[J]. J Physiol Biochem, 65(3): 277-289.
- NETTLEFOLD L, NAYLOR P J, WARBURTON D E, et al., 2016. The influence of epoch length on physical activity patterns varies by child's activity level [J]. Res Q Exerc Sport, 87(1): 110-123.
- NIE M J, FAN C Q, SUN R Z, et al., 2019. Accelerometer-measured physical activity in children and adolescents at altitudes over 3500 meters: A cross-sectional study in Tibet [J]. Int J Environ Res Public Health, 16(5): 686.
- ORGANIZATION W H, 2010. Global recommendations on physical activity for health[EB/OL]. [2021-05-28]. <https://apps.who.int/iris/handle/10665/44399>.
- PIERCY K L, TROIANO R P, BALLARD R M, et al., 2018. The physical activity guidelines for Americans [J]. Jama, 320(19): 2020-2028.
- SAINT-MAURICE P F, TROIANO R P, MATTHEWS C E, et al., 2018. Moderate-to-vigorous physical activity and all-cause mortality: Do bouts matter? [J] J Am Heart Asso, 7(6): e007678.
- SANDERS T, CLIFF D P, LONSDALE C, 2014. Measuring adolescent boys' physical activity: Bout length and the influence of accelerometer epoch length [J]. PLoS One, 9(3): e92040.
- STEENE-JOHANNESSEN J, HANSEN B H, DALENE K E, et al., 2020. Variations in accelerometry measured physical activity and sedentary time across Europe-harmonized analyses of 47, 497 children and adolescents[J]. Int J Behav Nutr Physical Activity, 17(1): 38.
- TAMMELIN R, YANG X, LESKINEN E, et al., 2014. Tracking of physical activity from early childhood through youth into adulthood [J]. Med Sci Sports Exerc, 46(5): 955-962.
- TARP J, CHILD A, WHITE T, et al., 2018. Physical activity intensity, bout-duration, and cardiometabolic risk markers in children and adolescents[J]. Int J Obes (Lond), 42(9): 1639-1650.
- TREMBLAY M S, CARSON V, CHAPUT J-P, et al., 2016. Canadian 24-Hour Movement Guidelines for children and youth: An integration of physical activity, sedentary behaviour, and sleep [J]. Appl Physiol Nutr Metab, 41(6 Suppl 3): S311-S327.
- WANG C, CHEN P, ZHUANG J, 2013. A national survey of physical activity and sedentary behavior of Chinese city children and youth using accelerometers [J]. Res Q Exerc Sport, 84 (Suppl 2): S12-S28.
- WILLIS E A, PTOMEY L T, SZABO-REED A N, et al., 2015. Length of moderate-to-vigorous physical activity bouts and cardio-metabolic risk factors in elementary school children[J]. Prev Med, 73: 76-80.
- ZHU Z, YANG Y, KONG Z, et al., 2017. Prevalence of physical fitness in Chinese school-aged children: Findings from the 2016 Physical Activity and Fitness in China-The Youth Study [J]. J Sport Health Sci, 6(4): 395-403.

(下转封三)

Industrial Ecological Coverage and Consumption Scene Reform: Exploration and Thinking of Sports Consumption Upgrading in the Era of Internet of Things

LIU Donglei, CUI Lili*, SUN Jinhai, ZHU Qiying

Physical Education College, Shandong University, Jinan 250061, China

Abstract: Taking the wide application of internet of things technology as the background of the times, this paper focuses on the changes and opportunities brought by the change of industrial ecological coverage and consumption scene for sports consumption upgrading, and considers the feasibility and practice of sports consumption upgrading in China from both sides of supply and demand. The research shows that: 1) On the premise of the technical support of the internet of things, exploring the decentralization of the sports consumption industry chain and the optimization of organizational decision-making of rapid response, and building a three-dimensional industrial ecosystem based on the industrial ecological coverage logic within enterprises, inner-industries and inter-industries will become the prerequisite for promoting the upgrading of sports consumption in the era of the internet of things. It is the driving force to realize the balance between supply and demand structure of sports consumption; 2) the new logic of sports consumption with consumers as the center and scene as the means will become the lasting driving force for the scene development of sports consumption. Through the change of consumption scene, it will provide sports consumers with better solutions and value experience, and further optimize residents' awareness and expectation of sports consumption, which will become an important logical guidance to promote the upgrading of sports consumption in the era of internet of things.

Keywords: industrial ecology; consumption scene; the internet of things; sports consumption; consumption upgrading

(上接第49页)

Bout Characteristics of MVPA and its Relationship with Physical Fitness in Children and Adolescents

MA Xiaokai¹, ZHU Zheng^{1,2,3}, SUN Chen⁴, ZHAO Sheng¹, CAO Zhenbo^{1,2,3*}

1. Shanghai University of Sport, Shanghai 200438, China;

2. Shanghai Frontiers Science Research Base of Exercise and Metabolic Health, Shanghai 200438, China;

3. Shanghai Research Center for Physical Fitness and Health of Children and Adolescents, Shanghai 200438, China;

4. Guizhou Provincial Highway Bureau, Guiyang 550009, China

Abstract: Objective: To explore the bout characteristics of moderate-to-vigorous physical activity (MVPA) and its relationship with physical fitness in children and adolescents. Methods: A total of 360 4th and 8th grade students in three districts of Shanghai were recruited in this study. According to the requirements of the National Students' Physical Health Standards (Revised in 2014), the physical fitness of children and adolescents were assessed. Total MVPA, sporadic bouts (0~4 min) of MVPA, short bouts (5~9 min) of MVPA, and medium-to-long bouts (≥ 10 min) of MVPA were measured over 7 days by using accelerometers. The valid sample was set as wearing the accelerometer for at least 10 hours per day and at least 4 days per week (3 weekdays and 1 weekend day). Results: A total of 407 participants were included in statistical analysis (185 boys, 45.5%), and 223 of them were 4th grade students (54.8%). Their BMI median was 18.6 kg/m², and only 6.6% of them were meeting the international recommendations for MVPA. Sporadic-bouts MVPA accounted for the largest proportion (59.9%). Medium-to-long-bouts MVPA proportion in boys (24.4%) was significantly higher than that of girls (12.3%) ($P < 0.05$), while the proportion of MVPA in sporadic-bouts and short-bouts was opposite ($P < 0.05$, $P = 0.033$). Sporadic-bouts MVPA proportion in 4th grade students (65.4%) was significantly higher than that of 8th grade students (51.1%) ($P < 0.05$), while the proportion of short-and medium-to-long-bouts MVPA had opposite trend ($P < 0.05$). After adjusting for confounding factors (gender, age, BMI, grade and valid wearing time), the results of the binary logistic regression showed that there was a positive correlation between sporadic-bouts MVPA and good-excellent physical fitness standard. For every 1 min/day increase, the odds ratio (OR) was increased by 8% (95%CI: 4%, 13%) compared with the ratio of good-excellent physical fitness standard and not good-excellent physical health standard. In the 4th grade students, the total MVPA, sporadic-bouts MVPA and short-bouts MVPA were positively correlated with the good-excellent grade of physical fitness standard. Among 8th graders, only sporadic-bouts MVPA was positively correlated with the rate of good-excellent physical fitness standards. Conclusions: The proportion of children and adolescents meeting the international recommendations for MVPA is extremely low. Sporadic-bouts MVPA is the main component of MVPA in children and adolescents, which is positively correlated with physical fitness. It is suggested that the characteristics of physical activity of children and adolescents and the characteristics of gender differences should be fully considered, and personalized and targeted physical activity promotion programs should be formulated.

Keywords: children; adolescent; moderate-to-vigorous physical activity; physical fitness