

•运动人体科学•

学龄儿童学习日、周末久坐积累模式与体质健康关系

崔爱君^{1, 2}, 王丽娟¹, 郑南¹, 陈欢¹, 李婷¹, 叶建波²

(1.上海体育大学 体育教育学院, 上海 200438; 2.福田中学, 广东 深圳 518033)

摘要:探讨学龄儿童学习日、周末久坐积累模式特征及其与体质健康之间的关系。选取长沙市550名小学生, 使用加速度传感器测量并计算不同类型的单次久坐和间断时长, 依据《国家学生体质健康标准(2014年修订)》对学龄儿童进行体质健康测评, 采用二分类逻辑回归、两分段回归方法, 分析学习日、周末久坐积累模式与学龄儿童体质健康的关系。结果: (1)学龄儿童学习日及周末的久坐积累模式均呈“碎片化”特征, 学习日更偏向于长时性久坐与MVPA间断, 周末则更倾向于短时性久坐与LPA间断。(2)学龄儿童学习日久坐总时长($OR=1.011$, 95%CI: 1.007~1.015, $P<0.001$)、单次 ≥ 30 min久坐($OR=1.016$, 95%CI: 1.008~1.024, $P<0.001$)为具体体质健康的风险因素, ≥ 5 min MVPA间断($OR=0.962$, 95%CI: 0.941~0.983, $P<0.001$)则为保护因素; 周末仅久坐总时长($OR=1.004$, 95%CI: 1.001~1.007, $P=0.007$)为体质健康的风险因素。(3)学习日单次 ≥ 5 min MVPA间断与体质健康之间存在非线性关系($P=0.005$)。当 ≥ 5 min MVPA时长 ≤ 36.6 min/天时, 每增加1 min/天, 体质健康未达标优良的比率降低5.6%($OR=0.944$, 95%CI: 0.921~0.967, $P=0.005$); 而当 ≥ 5 min MVPA时长 >36.6 min/天时, 每增加1 min/天, 体质健康未达标优良的比率无显著变化($OR=1.032$, 95%CI: 0.981~1.085, $P=0.221$)。结论: 学习日限制学龄儿童久坐总时长的同时也应将单次久坐时长限制在30 min之内, 鼓励单次持续5 min以上的MVPA并每天达到36.6 min, 而周末干预重点在于限制久坐总时长。

关键词:久坐行为; 久坐积累模式; 学龄儿童; 体质健康

中图分类号: G804.2 文献标志码: A 文章编号: 1006-7116(2026)01-0144-09

Relationship between sedentary accumulation pattern on weekdays and weekends and physical health in preschool children

CUI Ajun^{1,2}, WANG Lijuan¹, ZHENG Nan¹, CHEN Huan¹, LI Ting¹, YE Jianbo²

(1.School of Physical Education, Shanghai University of Sport, Shanghai 200438, China;

2.Shenzhen Futian High School, Shenzhen 518033, China)

Abstract: To explore the characteristics of sedentary accumulation pattern on weekdays and weekends in preschool children and their relationships with physical health. A total of 550 primary school students from Changsha were selected, and using accelerometers to measure and calculate different types of sedentary bouts and break of different intensities. According to the requirements of the “National Students’ Physical Health Standards (Revised in 2014)”, the physical health of children was assessed. A binary Logistic regression and segment regression analysis were examined the relationships of accumulation pattern on weekdays and weekends, and children’s physical health. Results: (1) The sedentary accumulation pattern on weekdays and weekends for preschool children both exhibited a fragmented characteristic. On weekdays, longer sedentary periods and MVPA break were more common, while on weekends, shorter sedentary periods and LPA break were more frequent. (2) On weekdays and for preschool children, the total sedentary time ($OR=1.0111$, 95% CI: 1.007-1.015, $P < 0.001$) and sedentary bout ≥ 30 minutes

收稿日期: 2025-03-19

基金项目: 国家重点开发计划“社会治理与智慧社会科技支撑”重点专项项目(2023YFC3305800)。

作者简介: 崔爱君(2000-), 女, 硕士研究生, 研究方向: 儿童青少年身体活动。E-mail: 1635970074@qq.com 通信作者: 王丽娟

(OR=1.016, 95% CI: 1.008-1.024, $P < 0.001$) were identified as risk factors for physical fitness, while ≥ 5 min MVPA (OR=0.962, 95% CI: 0.941-0.983, $P < 0.001$) was a protective factor. On weekends, only total sedentary time (OR=1.004, 95% CI: 1.001-1.007, $P = 0.007$) was a risk factor for physical health. (3) Non-linear relationship between ≥ 5 min MVPA break and physical fitness on weekdays ($P = 0.005$). When the ≥ 5 min MVPA was ≤ 36.6 minutes per day, each additional minute per day decreased the rate of good-excellent physical health by 5.6% (OR=0.944, 95% CI: 0.921-0.967, $P = 0.005$). However, when the ≥ 5 min MVPA > 36.6 minutes per day, each additional minute per day did not significantly affect the rate of good-excellent physical health (OR=1.032, 95% CI: 0.981-1.085, $P = 0.221$). Conclusion: On weekdays, except for limiting total sedentary time, sedentary bouts should be restricted to no more than 30 minutes, while encouraging sustained ≥ 5 min MVPA break to reach a daily total of 36.6 minutes, and on weekends, the focus should be on limiting total sedentary time.

Keywords: sedentary behavior; sedentary accumulation pattern; preschool children; physical health

国内外大量流行病学研究证据表明久坐(sedentary behavior, SED)时间过长是儿童青少年体质健康的风险因素^[1-2]。为促进儿童健康成长, 2020年WHO颁发的《关于身体活动和久坐行为指南》^[3]及2021年我国发布的《中国人群身体活动指南》^[4]均建议儿童应该限制静坐少动的时间。随着研究的深入, 有学者发现, 除久坐总时长外, 久坐积累模式(单次久坐与久坐间断)是影响体质健康的另一重要因素^[5-6]。单次久坐是构成久坐总时长的单位, 而单次久坐被中高强度身体活动(moderate-to-vigorous physical activity, MVPA)或低强度身体活动(light physical activity, LPA)所间断, 从而形成久坐间断(即不同强度的身体活动)。不同久坐积累模式会导致程度不一的骨骼肌激活、能量代谢和血管内皮功能调节等, 从而产生显著不同的健康效应^[7-9]。但何种积累模式(即单次持续久坐多长时间、久坐间断多长时间、间断久坐的活动达到何种强度)最利于儿童的身心健康成长, 该问题亟待实证研究探索与分析。

近10年, 国外系列观察性研究针对儿童单次久坐时长、久坐间断次数与健康的关系进行分析^[5, 10-15]。Cliff等^[16]与 Verswijveren等^[17]分别总结12项和19项儿童青少年久坐积累模式与健康关系研究, 结果显示各项研究证据相互冲突且其指出受限于西方国家文化背景、学校作息制度及社会行为习惯, 相关证据难以直接迁移至别国儿童。因此, 亟需开展针对我国儿童的本土化研究。在我国目前仅有2项研究分析儿童青少年单次久坐时长与健康之间的关系。李晓彤等^[18]发现 ≥ 40 min久坐时间越长, 初中学生心肺耐力越低、肥胖率越高; 周誉等^[19]发现 ≥ 10 min久坐时长是高中生速度素质、下肢爆发力与心肺耐力的风险因素。然而, 其他单次久坐时长(如单次20 min或30 min久坐)、久坐间断时长以及间断久坐的活动强度与我国儿童健康之间的关系并未明晰, 并且学龄儿童学习日与周末的作息时间安排存在明显差异, 可能会对体质健康产生不同影响^[5, 13]。

由此, 本研究引入“时间维度”视角, 针对6~12岁学龄儿童, 以体质健康作为结局变量, 探讨学习日、周末久坐与久坐间断总时长、久坐积累模式(单次久坐时长及单次间断久坐的MVPA与LPA时长)特征及其与体质健康的关系, 为针对性制定儿童久坐行为干预措施、促进学龄儿童体质健康水平提供科学依据。

1 研究对象与方法

1.1 研究对象

本研究以学龄儿童学习日、周末久坐积累模式与体质健康关系作为研究对象, 采用方便抽样方法, 从湖南省长沙市招募6~12岁学龄儿童作为调查对象。考虑城乡差异, 本研究从该市抽取一个城区与一个郊区, 每个区抽取至少1所小学, 共计选取3所学校。从每所学校各年级(1~6年级)抽取1~2个班级, 共选取24个班级963名学生作为本研究的测试对象。排除患有慢性疾病(心血管、哮喘等)、肢体残疾、智力障碍的学生($n=12$)、未签知情同意书的学生($n=176$)、加速度传感器测量无效数据($n=202$)、未能参加体质测试及未完成基本信息问卷($n=23$)的学生, 最终550名学龄儿童作为有效样本纳入分析, 且纳入样本的人口统计学指标与排除样本并无显著差异。使用EPV(Events Per Variable)方法估算逻辑回归的最低样本量^[20], 本研究最低样本量为 $13 \times 10 \div 0.473 \approx 275$ 人。本研究获得上海体育大学科学研究院伦理委员会批准(伦理审批号: 102772023RT090)。

1.2 变量与测量

1) 久坐与久坐间断总时长。

本研究采用Actigraph wGT3X-BT型人体运动能耗监测仪(以下简称为加速度传感器)测量学生一周清醒时间内久坐与久坐间断时长。受试学生连续7天(包括5个上学日和2个周末)将加速度传感器佩戴在右侧髋关节处, 以60 s为采样间隔^[21]。除洗澡、游泳和睡

觉外,加速度传感器不能取下,调查人员每日走访学校监督学生加速度传感器的佩戴情况。测量结束后,使用Actilife 6.13.3软件对加速度传感器原始数据进行有效性筛选与分析。连续20 min加速度传感器计数为零为未佩戴时间^[22];学习日与周末每天佩戴加速度传感器时间分别不少于8 h与7 h则界定为有效日,周末有效日标准较低是由于学生通常在周末起床较晚,导致加速度传感器的佩戴时间更短^[23-24]。一周内包括4个或以上测量有效日(3个学习日+1个周末)的受试者为有效样本^[22, 25]。最后,基于Evenson等^[26]提出的儿童青少年身体活动强度界值对SED(0~100 counts/min)以及间断久坐的LPA(101~2 295 counts/min)、MPA(2 296~4 011 counts/min)、VPA($\geq 4 012$ counts/min)进行划分。

2)久坐积累模式。

久坐积累模式包括单次久坐与久坐间断。关于单次久坐的操作性定义过去一直存在争议。Altenburg等^[15]通过对容许误差为0 s、30 s和60 s时单次久坐行为与心血管健康指标的关系,严格界定一次性久坐行为的容许误差为0 s。同时,Tremblay等^[27]通过久坐行为研究网络的术语共识项目,也提出单次久坐的共识定义为“一段持续且不间断的久坐时间”。随后,该观点被广泛接受且此标准被大量研究所引用^[11, 24, 28]。本研究加速度传感器的采样间隔为60 s,因此,单次久坐时长及间断时长的最低阈值为1 min。综上所述,本研究中单次久坐定义为加速度传感器活动计数持续1 min及以上的 ≤ 100 cpm且无任何间断的行为,而久坐间断则界定为久坐过程中加速度传感器活动计数 > 100 cpm的持续1 min及以上的行为。根据强度差异,这些用于间断持续性久坐的身体活动可进一步分为低强度身体活动(LPA间断)和中高强度身体活动(MVPA间断)。

借鉴过往同类研究的分类标准^[5, 13-14],本研究初步将单次久坐与久坐间断时长划分为1~4 min、5~9 min、10~19 min、20~29 min和 ≥ 30 min 5类。然后,对本研究样本的单次久坐持续时长与间断久坐的单次MVPA与LPA时长进行初步分析,发现受试者周末单次 ≥ 10 min MVPA、 ≥ 20 min LPA的频次仅为81与95次,样本量偏少可能造成检验效能不足,进而引发结果偏倚^[24]。因此,最终将间断久坐的MVPA划分为1~4 min、 ≥ 5 min,间断久坐的LPA划分为1~4 min、5~9 min与 ≥ 10 min,最后分别计算出学习日与周末受试者不同时长类型的单次久坐及间断久坐的MVPA、LPA的平均每天总时长。

3)体质健康测试。

依据我国《国家学生体质健康标准(2014年修订)》中规定的测试内容和项目对1~6年级学龄儿童体质健

康水平进行测量。体质健康测试指标包括体重指数(BMI)、肺活量、50 m跑、坐位体前屈、1 min跳绳、1 min仰卧起坐、50 m \times 8往返跑。随后,对指标测试结果进行计算评价,将总分的等级划分为: ≥ 90 分为优秀、80.0~89.9分为良好、60.0~79.9分为及格、 ≤ 59.9 分为不及格,总分达到80分及以上认定为体质达标优良。具体参数及操作方法参见引用资料^[29]。

4)协变量。

受试者的年龄、性别、父母受教育程度、家庭收入情况、居住区域、久坐时长、MVPA时长均会对体质健康水平产生影响,加速度传感器佩戴时长也会对久坐行为的测量产生影响。因此,本研究将上述变量作为协变量,在进行回归分析时予以控制。其中,年龄、性别、父母受教育程度、家庭收入情况通过问卷进行评价,1~3年级学龄儿童的问卷由家长填写,4~6年级学龄儿童由本人自我报告,久坐、MVPA及加速度传感器佩戴时长由加速度传感器进行测量。

1.3 数据统计

本研究运用SPSS 26.0和基于R语言的Empower Stats软件对数据进行分析。首先,采用卡方检验分析不同性别、学段、父母受教育程度、家庭年收入、居住区域学龄儿童的体质健康水平差异;采用均值(标准差)对久坐与间断总时长及久坐积累模式进行描述性分析,并采用配对样本t检验比较学习日、周末差异。为控制每天加速度传感器佩戴总时长的差异,将久坐及间断时长所占加速度传感器佩戴时长的比例作为主要评价指标。其次,采用二分类逻辑回归分析探究久坐与久坐间断总时长以及久坐积累模式与体质健康的关系。模型1未调整协变量,在模型2中调整性别、年龄、父母受教育程度、家庭年收入、居住区域、平均每天加速度传感器佩戴时长等协变量。最后,采用平滑曲线拟合检验久坐积累模式与体质健康之间是否存在非线性关系,并采用两分段回归分析提示两者之间的阈值效应。

2 结果与分析

2.1 学龄儿童基本情况及体质健康水平

共550名学龄儿童纳入最终统计分析,其中,男生296人(53.8%),女生254人(46.2%),受试者的平均年龄为(9.4 \pm 1.9)岁。体质健康总分均值为(80.4 \pm 14.5)分,达到优秀、良好、及格与不及格的人数与比例分别为116(21.1%)、144(26.2%)、254(46.2%)、36(6.5%),优良率为47.3%。体质健康优良人数比例在性别($\chi^2 = 11.654$, $P = 0.001$)、父母受教育程度($\chi^2 = 38.745$, $P < 0.001$)、家庭年收入($\chi^2 = 35.376$, $P < 0.001$)、城乡分布($\chi^2 = 4.045$,

$P=0.044$)方面存在显著差异。其中, 女生、父母受教育程度处于硕士及以上、家庭年收入处于30 000元及以上、居住于城区的儿童群体体质健康优良率更高, 而在学段上不存在显著差异($P>0.05$)。

2.2 学龄儿童久坐与久坐间断时长特征

学龄儿童学习日久坐与久坐间断总时长各占加速度传感器佩戴时长的50%, 周末久坐与久坐间断总时长分别占加速度传感器佩戴时长的49.0%与51.0%。学习日久坐总时长占比显著高于周末, 而间断总时长占比显著低于周末。学习日与周末的久坐积累方式相似, 单次久坐以1~19 min为主, 单次间断以1~9 min

LPA与1~4 min MVPA间断为主。通过比较学习日和周末的不同单次久坐时长与单次久坐间断时长占比, 本研究发现学龄儿童周末1~4 min、5~9 min久坐时长占比显著高于学习日, 而20~29 min、 ≥ 30 min久坐时长占比则显著低于学习日; 周末 ≥ 10 min LPA间断占比显著高于学习日, 而周末1~4 min LPA、1~4 min MVPA、 ≥ 5 min MVPA久坐间断时长占比显著低于学习日。学龄儿童学习日偏向于长时性久坐与MVPA间断, 周末更偏向于短时性久坐与LPA间断。久坐与久坐间断时长特征详见表1。

表1 学龄儿童久坐与久坐间断时长特征

指标	N/A	M(SD)		<i>t</i>
		学习日	周末	
久坐总时长	min/天	413.8(87.1)	358.4(122.9)	N/A
	占比(%)	50.0(8.7)	49.0(12.8)	2.346 ¹⁾
1~4 min SED	min/天	132.9(26.6)	124.1(36.2)	N/A
	占比(%)	16.1(2.7)	17.0(3.5)	-6.031 ³⁾
5~9 min SED	min/天	98.3(19.7)	90.3(34.4)	N/A
	占比(%)	11.9(2.1)	12.3(4.0)	-2.621 ²⁾
10~19 min SED	min/天	102.8(34.6)	89.1(48.0)	N/A
	占比(%)	12.4(3.9)	12.2(6.2)	0.707
20~29 min SED	min/天	41.3(25.8)	29.9(29.3)	N/A
	占比(%)	5.0(3.0)	4.2(4.3)	4.566 ³⁾
≥ 30 min SED	min/天	38.4(42.8)	25.0(40.7)	N/A
	占比(%)	4.6(5.0)	3.2(5.1)	5.881 ³⁾
间断总时长	min/天	412.4(76.0)	372.1(116.9)	N/A
	占比(%)	50.0(8.7)	51.0(12.8)	-2.346 ¹⁾
1~4 min LPA	min/天	177.3(25.9)	153.7(37.9)	N/A
	占比(%)	21.5(2.5)	21.0(3.1)	3.023 ²⁾
5~9 min LPA	min/天	106.0(26.1)	95.0(37.9)	N/A
	占比(%)	12.8(3.0)	12.9(4.4)	-0.504
≥ 10 min LPA	min/天	77.2(38.1)	89.8(62.1)	N/A
	占比(%)	9.4(4.6)	12.4(8.4)	-9.496 ³⁾
1~4 min MVPA	min/天	36.1(12.6)	23.4(15.4)	N/A
	占比(%)	4.4(1.6)	3.3(2.1)	13.452 ³⁾
≥ 5 min MVPA	min/天	15.8(12.8)	10.2(13.4)	N/A
	占比(%)	1.9(1.7)	1.4(1.9)	7.106 ³⁾
加速度传感器佩戴时长	min/天	826.3(76.1)	730.5(144.8)	N/A

1) $P<0.05$, 2) $P<0.01$, 3) $P<0.001$; 占比(%)表示不同类型久坐与久坐间断时长占加速度传感器佩戴时长比重

2.3 学龄儿童久坐积累模式与体质健康的关系

学习日与周末的久坐总时长及单次久坐时长与体质健康的关系见表2。调整协变量后, 回归分析结果表明学习日($OR=1.011$, 95% CI: 1.007~1.015, $P<0.001$)与周末($OR=1.004$, 95% CI: 1.001~1.007, $P=0.007$)的久坐总时长与体质健康存在显著性相关, OR值均大于1, 表明学习日与周末的久坐总时长均为体质健康的风险因素。学习日单次 ≥ 30 min久坐时长($OR=1.016$, 95% CI: 1.008~1.024, $P<0.001$)与体质健康存在显著性相关, OR值大于1, 为体质健康的风险

因素。然而, 周末单次久坐与体质健康均无显著性相关。

学习日与周末的久坐间断总时长及单次不同强度间断时长与体质健康的关系见表3。学龄儿童学习日、周末的久坐间断总时长均与体质健康无显著性相关, 而关于单次间断时长, 学习日单次 ≥ 5 min MVPA间断时长($OR=0.962$, 95% CI: 0.941~0.983, $P<0.001$)与体质健康存在显著性相关, OR值小于1, 为体质健康的保护因素, 周末单次不同强度的间断时长与体质健康均无显著性相关。

表2 久坐总时长、单次久坐时长与体质健康的关系¹⁾

指标	学习日				周末			
	模型1		模型2		模型1		模型2	
	OR(95% CI)	P	OR(95% CI)	P	OR(95% CI)	P	OR(95% CI)	P
年龄			0.873(0.774, 0.984)	0.027			0.840(0.737, 0.957)	0.009
性别								
男生								
女生			0.559(0.320, 0.974)	0.040			0.339(0.198, 0.581)	<0.001
父母受教育程度								
小学及以下								
初中			1.029(0.295, 3.589)	0.964			0.356(0.071, 1.785)	0.209
高中或中专			0.904(0.260, 3.146)	0.874			0.305(0.061, 1.523)	0.148
本科或大专			0.485(0.140, 1.676)	0.253			0.168(0.034, 0.834)	0.029
硕士及以上			0.453(0.099, 2.065)	0.306			0.070(0.011, 0.441)	0.005
家庭年收入								
<9 000元/年								
9 000~30 000元/年			1.233(0.756, 2.011)	0.402			0.795(0.482, 1.311)	0.369
30 001~100 000元/年			0.522(0.304, 0.895)	0.018			0.348(0.199, 0.608)	<0.001
>100 000元/年			0.582(0.283, 1.194)	0.140			0.473(0.232, 0.963)	0.039
居住区域								
郊区								
城区			0.834(0.508, 1.371)	0.474			0.803(0.476, 1.354)	0.410
久坐总时长	1.003(1.001, 1.005)	0.002	1.011(1.007, 1.015)	<0.001	1.002(1.001, 1.004)	0.001	1.004(1.001, 1.007)	0.007
1~4 min SED	0.993(0.985, 1.001)	0.086	0.994(0.978, 1.010)	0.470	1.000(0.995, 1.005)	0.908	0.994(0.986, 1.001)	0.074
5~9 min SED	0.997(0.986, 1.007)	0.523	0.999(0.987, 1.010)	0.835	0.999(0.993, 1.005)	0.724	0.994(0.987, 1.002)	0.145
10~19 min SED	0.996(0.988, 1.003)	0.228	0.998(0.990, 1.007)	0.705	1.001(0.996, 1.005)	0.802	1.003(0.997, 1.009)	0.284
20~29 min SED	1.002(0.992, 1.012)	0.751	1.010(0.998, 1.022)	0.089	1.003(0.997, 1.010)	0.319	1.001(0.993, 1.009)	0.801
≥30 min SED	1.015(1.008, 1.021)	<0.001	1.016(1.008, 1.024)	<0.001	1.005(1.000, 1.010)	0.062	1.003(0.997, 1.010)	0.291

1)模型1不纳入协变量,模型2调整年龄、性别、父母受教育程度、家庭年收入、居住区域、加速度传感器佩戴时长与平均每天MVPA时长

表3 间断总时长、单次不同强度间断时长与体质健康的关系¹⁾

指标	学习日				周末			
	模型1		模型2		模型1		模型2	
	OR(95% CI)	P	OR(95% CI)	P	OR(95% CI)	P	OR(95% CI)	P
年龄			0.900(0.800, 1.013)	0.080			0.844(0.745, 0.955)	0.007
性别								
男生								
女生			0.275(0.154, 0.492)	<0.001			0.395(0.232, 0.674)	0.001
父母受教育程度								
小学及以下								
初中			0.440(0.085, 2.264)	0.326			0.370(0.073, 1.866)	0.229
高中或中专			0.410(0.08, 2.096)	0.284			0.327(0.065, 1.643)	0.175
本科或大专			0.268(0.052, 1.378)	0.115			0.186(0.037, 0.929)	0.040
硕士及以上			0.112(0.017, 0.738)	0.023			0.054(0.008, 0.353)	0.002
家庭年收入								
<9 000元/年								
9 000~30 000元/年			1.041(0.633, 1.713)	0.873			0.711(0.436, 1.160)	0.172
30 001~100 000元/年			0.389(0.226, 0.668)	0.001			0.297(0.168, 0.523)	<0.001
>100 000元/年			0.502(0.246, 1.025)	0.058			0.478(0.238, 0.962)	0.039
居住区域								
郊区								
城区			1.158(0.688, 1.946)	0.581			1.251(0.744, 2.103)	0.399
久坐总时长	0.999(0.997, 1.001)	0.467	0.999(0.996, 1.002)	0.450	1.000(0.998, 1.001)	0.555	0.999(0.997, 1.000)	0.128
1~4 min SED	1.002(0.995, 1.010)	0.557	1.009(1.000, 1.018)	0.063	1.005(0.999, 1.011)	0.086	1.002(0.996, 1.009)	0.480
5~9 min SED	0.998(0.989, 1.008)	0.765	0.992(0.981, 1.004)	0.192	0.995(0.988, 1.002)	0.174	0.995(0.987, 1.003)	0.215
≥10 min LPA	0.995(0.989, 1.001)	0.091	0.993(0.987, 1.000)	0.051	1.000(0.997, 1.004)	0.968	0.997(0.993, 1.001)	0.173
1~4 min MVPA	1.006(0.987, 1.026)	0.534	0.987(0.964, 1.011)	0.289	0.992(0.976, 1.007)	0.302	0.982(0.964, 1.001)	0.060
≥5 min MVPA	0.968(0.950, 0.986)	0.001	0.962(0.941, 0.983)	<0.001	0.986(0.971, 1.002)	0.091	0.988(0.971, 1.006)	0.182

1)模型1不纳入协变量,模型2调整年龄、性别、父母受教育程度、家庭年收入、居住区域、加速度传感器佩戴时长与平均每天久坐总时长

2.4 学龄儿童久坐积累模式与体质健康的非线性关系

进一步分析有显著效应的变量(学习日久坐总时长、 ≥ 30 min 久坐时长、 ≥ 5 min MVPA 间断时长以及周末久坐总时长)与体质健康之间是否存在非线性关系, 分析结果表明, 仅学习日单次 ≥ 5 min MVPA 间断与体质健康之间存在非线性关系($P=0.005$), 其他变量与体质健康之间均未发现非线性关系。两分段回归分析

结果见表4, 当学习日 ≥ 5 min MVPA 时长 ≤ 36.6 min/天时, 每增加 1 min/天, 体质健康未达标优良的比率降低 5.6%(OR=0.944, 95%CI: 0.921~0.967, $P=0.005$); 而当 ≥ 5 min MVPA 时长 > 36.6 min/天时, 每增加 1 min/天, 体质健康未达标优良的比率无显著变化(OR=1.032, 95%CI: 0.981~1.085, $P=0.221$)。

表4 学习日 ≥ 5 min MVPA 间断时长与体质健康的阈值效应¹⁾

指标	模型 1		模型 2		
	OR(95%CI)	P	OR(95%CI)	P	
学习日 ≥ 5 min MVPA	≤ 36.6 min/天	0.971(0.953, 0.988)	0.001	0.944(0.921, 0.967)	0.005
	> 36.6 min/天	1.021(0.977, 1.066)	0.360	1.032(0.981, 1.085)	0.221
	对数似然比检验	0.066		0.005	

1)模型 1 不纳入协变量, 模型 2 调整年龄、性别、父母受教育程度、家庭年收入、居住区域、加速度传感器佩戴时长与平均每天久坐总时长

3 讨论

3.1 学龄儿童学习日、周末久坐积累模式特征

本研究结果表明, 长沙市学龄儿童久坐积累模式呈“碎片化”特征, 其中 1~19 min 久坐、1~4 min MVPA 间断以及 1~9 min LPA 间断是久坐与间断的主要组成部分, 这一特征与国外同类研究结果相似^[5, 14~15, 28]。此特征的形成可能与我国学龄儿童的学业压力、心理特征以及一次性久坐的操作性定义等因素有关。首先, 我国学龄儿童处于小学阶段, 学业压力相对较小, 并且体育课及课后体育社团的开展有效压缩久坐时长^[30]; 其次, 6~12 岁学龄儿童心理尚未成熟, 生性活泼好动, 即使课堂常规要求静坐不动, 但其仍可能通过改变坐姿、伸展身体或与同伴嬉闹等“小动作”间断持续久坐; 最后, 本研究运用容许误差为 0 的标准严格界定一次性久坐时长。因此, 相对于其他切点值(如允许存在 30 s 或 60 s 的容许误差)的测评结果, 本研究出现短时单次久坐(如 1~4 min 或 5~9 min)的几率更大^[13]。

进一步比较学习日与周末的久坐及间断总时长、久坐积累模式, 发现两者之间存在差异。其一, 学龄儿童学习日久坐总时长多于周末, 而间断总时长少于周末; 其二, 学龄儿童学习日持续性久坐和 MVPA 间断特征更为明显, 周末则更偏向于短时性久坐和 LPA 间断。究其原因, 一方面, 我国学龄儿童由于每天大部分时间在学校度过, 传统的“坐式”上课方式决定学生活动方式是以久坐为主; 而周末, 没有固定的学校课程安排, 并且“双减”政策实施以来, 对学科类校外培训行为进行严格规范与限制, 从而减少周末的“强制性”久坐时间^[31]。因此, 相较于周末学龄儿童在学习日久坐总时间更长, 出现长时性久坐的可能性

更大。另一方面, 学龄儿童学习日在校内需参与结构化、有组织的体育课、大课间活动, 活动内容以跑步、球类运动、跳绳等 MVPA 活动为主; 而周末学生自主选择活动方式, 缺乏监督和强制性要求, 间断久坐的活动强度选择则取决于自我意愿, 多数学龄儿童更倾向于选择简单、安全以及更易开展的 LPA 活动, 如通过站立、休闲散步、上下楼梯等运动间断久坐^[32~34], 因而导致其在学习日倾向于 MVPA 间断, 而周末则呈现出 LPA 间断特点。

3.2 学龄儿童体质健康的社会人口学特征

学龄儿童体质健康受到个体生物学因素(如年龄、性别)、家庭环境因素(如家庭经济状况、父母教育水平)和社会环境因素(如地理位置、居住区域)的综合影响。在个体层面, 本研究发现女生体质健康水平显著优于男生, 女生青春期启动时间平均比男生早两年左右, 其骨骼肌肉、神经及代谢系统发育更成熟^[35], 在体质测试中优势明显。在家庭环境层面, 本研究发现家庭年收入及父母受教育程度更高的儿童, 体质健康水平更优。一方面, 经济条件优越的家庭能够为儿童提供营养均衡的膳食, 并配备多样化的运动器材, 为其创造更多运动参与机会, 有助于全面提升身体素质。另一方面, 高学历父母往往具备更系统的健康知识储备或更强的健康监测与管理意识, 可帮助儿童养成健康行为, 从而提升其体质健康水平^[36]。在社会环境层面, 本研究发现城区儿童体质健康状况优于郊区。城区通常拥有更完善的体育基础设施、便利的运动场所、专业的体育师资以及规范的体育课程体系, 课外体育培训资源也更为丰富, 这些条件能够系统性地促进儿童的运动技能与健康素养^[37]。综上, 学龄儿童体质健

康受多因素综合影响,应重点关注体质健康弱势群体,采取针对性干预措施促进其体质健康均衡发展。

3.3 学龄儿童学习日、周末久坐积累模式对体质健康的影响

大量流行病学研究表明长时间久坐会对人体带来明显的危害^[38-39],本研究也发现学习日久坐总时长是学龄儿童体质健康的风险因素。关于单次久坐时长,本研究发现学习日单次 ≥ 30 min 久坐会降低学龄儿童体质健康优良比率,而 1~29 min 久坐与体质健康无显著性关联。国外同类研究也发现单次持续久坐时间越长,儿童的健康指标如肥胖^[5,10]、血管健康^[40]、心肺适应^[41]、心脏代谢指标^[12-13]以及身体素质^[42]的不良风险随之增高,但各研究中不利于健康的单次久坐时长区间并不一致。Saunders 等^[14]发现 10~14 min 久坐时长会提升加拿大儿童空腹血糖、BMI 的水平, Lätt 等^[13]发现捷克儿童 15~29 min 久坐时长会增加其肥胖风险, Cliff 等^[12]则发现单次 ≥ 30 min 久坐提高美国儿童心脏代谢风险。研究结果的差异可能与不同文化和教育背景下儿童作息安排及日常活动特征不同有关,还可能受各研究中不同的单次久坐时长区间的划分标准以及不同容忍值设定的影响^[15]。

关于学习日的久坐间断,本研究发现其总时长与体质健康之间无显著关系。久坐间断总时长本质上即身体活动总时长,一天身体活动大部分时间是由 LPA 构成的,如本研究中每天 LPA 时长占到身体活动总时长的 89.1%。许多国内外研究证据均显示 LPA 强度过低,难以对儿童体质健康产生显著影响^[43-44],因此每天间断久坐的总时长对于儿童体质健康的影响有限。针对久坐间断的另一重要发现是,单次 ≥ 5 min MVPA 间断为体质健康的保护因素,但单次 1~4 min MVPA 以及持续不同时间(1~4、5~9、 ≥ 10 min)的 LPA 间断均与体质健康无显著相关,此结果则强调为促进体质健康发展,间断久坐的活动强度与时长均十分重要。在不同强度身体活动中, MVPA 是促进儿童体质健康发展的最佳强度,此观点在身体活动流行病学研究领域中已基本达到共识^[45-46]。而关于单次久坐间断的持续时长,本研究发现通过单次持续 5 min 或以上的 MVPA 间断久坐是促进体质健康的关键,并且,此种时长类型的 MVPA 间断与体质健康的关系存在阈值效应,即单次 ≥ 5 min 的 MVPA 时长积累至 36.6 min/天,能达到最佳的体质健康效应。

与学习日类似,周末久坐总时长是体质健康的风险因素,而久坐间断总时长与体质健康无显著相关。因此,无论是学习日或周末,限制久坐总时长对于保持学龄儿童体质健康至关重要。然而,现行国内外儿

童青少年身体活动指南仅提出“限制久坐时间”以及“每天视屏时间累计少于 2 小时”的建议^[3-4],对于每天久坐应限制在多长时间内并未提出相应的推荐量。未来需积累更多相关研究证据,为明确学龄儿童每天久坐的合理时长提供参考。此外,不同于学习日,周末久坐积累模式均与体质健康无显著性相关。这可能与周末儿童持续性久坐以及 MVPA 时长均较短有关,时间过短可能会削弱其显著性效应,导致其对体质健康的影响并不明显。但基于此研究结果,对于我国学龄儿童而言,应强调在周末限制久坐总时长,而非调整久坐积累模式。未来研究可通过分组干预,探讨儿童不同久坐积累模式对体质健康的因果影响,进而对此结果予以验证。

3.4 对于学龄儿童学习日、周末久坐干预的启示

基于学龄儿童学习日、周末久坐积累特征及与体质健康关系的差异,应制定有针对性的久坐干预措施。首先,限制学龄儿童学习日的单次久坐时长在 30 min 内。建议相关教育部门综合考量现行教育制度、课程设置、课堂时间安排等多方面因素,在确保教育质量的前提下,探索调整小学课程作息安排的可行性。教师可结合授课内容,通过提问、游戏等方式让学生身体离开座位间断久坐;家长也应在课余时间监督及鼓励孩子在长时间久坐学习后积极站立或进行身体活动。其次,鼓励学龄儿童参与持续 5 min MVPA 间断。学校应在安排校内体育课和大课间时适当考虑单次活动的持续时长,在确保安全的前提下允许并鼓励学生在课间参与 MVPA 活动,如持续性的快步走、爬楼梯或基于身体活动的游戏,积累单次 5 min 以上 MVPA 并达到 36.6 min。最后,周末需更多关注学龄儿童久坐总时长,家长可通过安排户外活动替代屏幕行为、课外补习等久坐行为,同时赋予孩子自主分配时间的权利,以激发其减少久坐和参与活动的积极性。

3.5 研究局限性

本研究首次运用加速度传感器测量分析学龄儿童学习日、周末久坐积累模式与体质健康的关系,但仍存在以下局限:(1)仅探讨单次久坐、久坐间断以及间断久坐的活动强度与健康之间的独立关系,未来研究可运用聚类分析方法了解两者的综合效应;(2)为横断面研究,难以推断因果,后续还需开展干预研究,探索不同久坐积累模式对体质健康的影响效果;(3)加速度传感器无法精准辨识身体姿势,未来相关研究可结合活动姿态记录仪 ActivPAL,提高数据测量的准确性;(4)仅采用长沙市样本,未来研究可通过纳入更广泛地区样本作进一步验证。

参考文献:

- [1] 高雅楠, 杨亚, 韩晓伟, 等. 儿童青少年身体活动和久坐少动行为与体质健康关系的研究[J]. 北京体育大学学报, 2024, 47(3): 22-39.
- [2] TUCKER J S, MARTIN S, JACKSON A W, et al. Relations between sedentary behavior and FITNESSGRAM healthy fitness zone achievement and physical activity[J]. *J Phys Act Health*, 2014, 11(5): 1006-1011.
- [3] BULL F C, AL-ANSARI S S, BIDDLE S, et al. World Health Organization 2020 guidelines on physical activity and sedentary behaviour[J]. *Br J Sports Med*, 2020, 54(24): 1451-1462.
- [4] 赵文华, 李可基, 王玉英, 等. 中国人群身体活动指南(2021)[J]. 中国公共卫生, 2022, 38(2): 129-130.
- [5] CARSON V, STONE M, FAULKNER G. Patterns of sedentary behavior and weight status among children[J]. *Pediatr Exerc Sci*, 2014, 26(1): 95-102.
- [6] CHINAPAW M J, DE NIET M, VERLOIGNE M, et al. From sedentary time to sedentary patterns: Accelerometer data reduction decisions in youth[J]. *PLoS One*, 2014, 9(11): e111205.
- [7] 高莹, 李青阳, 王健. 久坐间断的生理学基础及干预效应[J]. 中国公共卫生, 2022, 38(12): 1623-1629.
- [8] 马生霞, 曹振波. 久坐行为间断干预对血糖、胰岛素和血脂影响的系统综述与 Meta 分析[J]. 中国体育科技, 2018, 54(4): 75-91.
- [9] BELCHER BR, BERRIGAN D, PAPACHRISTOPOULOU A, et al. Effects of interrupting children's sedentary behaviors with activity on metabolic function: A randomized trial[J]. *J Clin Endocrinol Metab*, 2015, 100(10): 3735-3743.
- [10] SANTOS D A, MAGALHAES J P, JUDICE P B, et al. Fitness mediates activity and sedentary patterns associations with adiposity in youth[J]. *Med Sci Sports Exerc*, 2019, 51(2): 323-329.
- [11] WERNECK A O, SILVA E C A, BUENO M R O, et al. Association between objectively measured sedentary behavior patterns and obesity among brazilian adolescents[J]. *Pediatr Exerc Sci*, 2019, 31(1): 37-41.
- [12] CLIFF D P, JONES R A, BURROWS T L, et al. Volumes and bouts of sedentary behavior and physical activity: Associations with cardiometabolic health in obese children[J]. *Obesity (Silver Spring)*, 2014, 22(5): E112-E118.
- [13] Lätt E, MAESTU J, JURIMAE J. Associations of accumulated time in bouts of sedentary behavior and moderate-to-vigorous physical activity with cardiometabolic health in 10- to 13-year-old boys[J]. *J Phys Activ Health*, 2018, 16(1): 52-59.
- [14] SAUNDERS T J, TREMBLAY M S, MATHIEU M E, et al. Associations of sedentary behavior, sedentary bouts and breaks in sedentary time with cardiometabolic risk in children with a family history of obesity[J]. *PLoS One*, 2013, 8(11): e79143.
- [15] ALtenburg T M, DE NIET M, VERLOIGNE M, et al. Occurrence and duration of various operational definitions of sedentary bouts and cross-sectional associations with cardiometabolic health indicators: The ENERGY-project[J]. *Prev Med*, 2015, 71(2): 101-106.
- [16] CLIFF D P, HESKETH K D, VELLA S A, et al. Objectively measured sedentary behaviour and health and development in children and adolescents: Systematic review and meta-analysis[J]. *Obes Rev*, 2016, 17(4): 330-344.
- [17] VERSWIJVEREN S, LAMB K E, BELL L A, et al. Associations between activity patterns and cardio-metabolic risk factors in children and adolescents: A systematic review[J]. *PLoS One*, 2018, 13(8): e0201947.
- [18] 李晓彤, 李新, 王艳, 等. 12~14岁少年体力活动、心肺耐力与肥胖三者关系[J]. 中国运动医学杂志, 2016, 35(10): 930-939+971.
- [19] 周誉, 冯强. 北京市西城区高一学生静坐少动行为研究[J]. 中国运动医学杂志, 2018, 37(10): 833-838.
- [20] 高永祥, 张晋昕. Logistic 回归分析的样本量确定[J]. 循证医学, 2018, 18(2): 3.
- [21] ALtenburg T M, WANG X, VAN EKRIS E, et al. The consequences of using different epoch lengths on the classification of accelerometer based sedentary behaviour and physical activity[J]. *PLoS One*, 2021, 16(7): e0254721.
- [22] CAIN K L, SALLIS J F, CONWAY T L, et al. Using accelerometers in youth physical activity studies: A review of methods[J]. *Journal of Physical Activity & Health*, 2013, 10(3): 437-450.
- [23] ARUNDELL L, SALMON J, KOORTS H, et al. Exploring when and how adolescents sit: Cross-sectional analysis of activPAL-measured patterns of daily sitting time, bouts and breaks[J]. *BMC Public Health*, 2019, 19(1): 653.
- [24] VERSWIJVEREN S, LAMB K E, TIMPERIO A, et al. Cross-sectional associations of total daily volume and activity patterns across the activity spectrum with cardiometabolic risk factors in children and adolescents[J]. *Int*

- J Environ Res Public Health, 2020, 17(12): 4286.
- [25] Trost S G, Pate R R, Freedson P S, et al. Using objective physical activity measures with youth: How many days of monitoring are needed? [J]. Medicine and Science in Sports and Exercise, 2000, 32(2): 426-431.
- [26] EVENSON K R, CATELLIER D J, GILL K, et al. Calibration of two objective measures of physical activity for children [J]. J Sports Sci, 2008, 26(14): 1557-1565.
- [27] TREMBLAY M S, AUBERT S, BARNES J D, et al. Sedentary behavior research network (SBRN) - terminology consensus project process and outcome [J]. Int J Behav Nutr Phys Act, 2017, 14(1): 75.
- [28] VERLOIGNE M, RIDGERS N D, CHINAPAW M, et al. Patterns of objectively measured sedentary time in 10- to 12-year-old Belgian children: An observational study within the ENERGY-project [J]. BMC Pediatr, 2017, 17(1): 147.
- [29] 中华人民共和国教育部. 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]. (2014-07-07)[2025-02-28]. http://www.moe.gov.cn/s78/A17/twys_left/moe_938/moe_792/s3273/201407/t20140708_171692.html
- [30] 王彦欢, 李奕希, 张雨欣, 等. 上海市浦东新区学龄儿童体力活动现状 [J]. 中国学校卫生, 2019, 40(2): 292-295.
- [31] 李红娟, 张婷, 邹艳晖. “双减”政策的落实需要科学合理的 24 h 活动行为指导 [J]. 中国学校卫生, 2023, 44(1): 6-10.
- [32] 陈欢, 王丽娟, 梁果, 等. 上海市中小学生身体活动、久坐行为与 BMI 的等时替代关系 [J]. 首都体育学院学报, 2024, 36(1): 88-96.
- [33] BRAZENDALE K, BEETS M W, ARMSTRONG B, et al. Children's moderate-to-vigorous physical activity on weekdays versus weekend days: A multi-country analysis [J]. Int J Behav Nutr Phys Act, 2021, 18(1): 28.
- [34] VOLPATO L A, FERNANDES D Z, CORREA R C, et al. Light-intensity physical activity patterns and associated factors in adolescents [J]. Motriz: Revista de Educação Física, 2021, 27(1): e1021020172.
- [35] 邹志春, 陈佩杰, 庄洁. 上海城区 7~17 岁男女学生体质健康水平的比较研究 [J]. 北京体育大学学报, 2012, 35(5): 6.
- [36] 王芳, 周兴. 家庭因素对中国儿童健康的影响分析 [J]. 人口研究, 2012, 36(2): 10.
- [37] 桂祝, 孙振波. 民族地区青少年体质健康影响因素分析与干预措施——以贵州省为例 [J]. 广州体育学院学报, 2018, 38(3): 6.
- [38] SAUNDERS T J, CHAPUT J P, TREMBLAY M S. Sedentary behaviour as an emerging risk factor for cardiometabolic diseases in children and youth [J]. Can J Diabetes, 2014, 38(1): 53-61.
- [39] 陈畅, 张云婷, 马生霞, 等. 儿童青少年久坐行为与健康风险 [J]. 教育生物学杂志, 2018, 6(4): 207-212.
- [40] GABEL L, RIDGERS N D, DELLA GATTA P A, et al. Associations of sedentary time patterns and TV viewing time with inflammatory and endothelial function biomarkers in children [J]. Pediatr Obes, 2016, 11(3): 194-201.
- [41] LI M, YIN X, LI Y, et al. Associations between sedentary time and sedentary patterns and cardiorespiratory fitness in Chinese children and adolescents [J]. Children (Basel), 2022, 9(8): 1140.
- [42] JUDICE P B, SILVA A M, BERRIA J, et al. Sedentary patterns, physical activity and health-related physical fitness in youth: A cross-sectional study [J]. Int J Behav Nutr Phys Act, 2017, 14(1): 25.
- [43] 杨兴隆, 王丽娟, 陈欢, 等. 基于儿童体质健康的两种 24h 活动时间替代模式的实证比较 [J]. 体育科学, 2023, 43(9): 63-70.
- [44] AADLAND E, KVALHEIM O M, ANDERSSEN S A, et al. The multivariate physical activity signature associated with metabolic health in children [J]. Int J Behav Nutr Phys Act, 2018, 15(1): 77.
- [45] 梁果, 王丽娟, 陈欢, 等. 24h 活动时间分布及替代与儿童身体质量指数的关系研究: 基于成分分析模型 [J]. 体育科学, 2022, 42(3): 77-84.
- [46] POITRAS V J, GRAY C E, BORGHESE M M, et al. Systematic review of the relationships between objectively measured physical activity and health indicators in school-aged children and youth [J]. Appl Physiol Nutr Metab, 2016, 41(6 Suppl 3): S197-S239.