

中国儿童青少年体力活动现状的 Meta 分析

张翌华, 张柳, 李红娟

北京体育大学运动人体科学学院/运动与体质健康教育部重点实验室, 北京 100084

【摘要】 目的 系统评价近 10 年内应用加速度计客观测量的中国儿童青少年中高强度体力活动 (moderate-to-vigorous physical activity, MVPA) 水平及静态行为 (sedentary behavior, SB), 为中国儿童青少年体力活动干预及公共卫生决策提供可靠的基线数据。**方法** 通过 Web of Science、SPORTDiscus、中国知网数据库检索 2009 年 1 月 1 日至 2019 年 2 月 28 日中国儿童青少年体力活动及静态行为相关的文献。依据基于 PICOS 原则制定的文献纳入和排除标准严格筛选文献。采用基于 STROBE 声明修订的文献质量评价表对文献质量进行评价。提取 MVPA、SB 时间等数据资料并应用 CMA V2 软件进行 Meta 分析。**结果** 共 16 篇文献 (2012—2019 年) 进入 Meta 分析, 样本量范围为 96~2 163。Meta 分析结果表明, 中国儿童青少年日均 MVPA 时间为 37.66 min/d, SB 时间为 539.61 min/d; 男生 MVPA 高于女生 ($P<0.01$); 上学日的 MVPA、SB 均高于周末 (P 值均 <0.05)。**结论** 中国儿童青少年中高强度体力活动不足, 静态行为较多; 女孩中高强度体力活动尤其不足, 上学日的中高强度体力活动时间及静态行为时间均高于周末日。

【关键词】 运动活动; Meta 分析; 综述文献 (主题); 儿童; 青少年

【中图分类号】 G 804.49 G 353.11 **【文献标识码】** A **【文章编号】** 1000-9817(2020)02-0173-06

A Meta-analysis of physical activity among Chinese children and adolescents with accelerometer data/ZHANG Zhaohua, ZHANG Liu, LI Hongjuan. Department of Sports Science, Beijing Sport University, Beijing(100084), China

【Abstract】 Objective To provide baseline data for the development of physical activity and health promotion strategies and public health policy among Chinese children and adolescents by systematically evaluating accelerometer-measured moderate-to-vigorous physical activity (MVPA) and sedentary behavior (SB). **Methods** The study search was carried out using China National Knowledge Infrastructure, SPORTDiscus with Full Text, and Web of Science, including studies that published from January 1, 2009 to February 28, 2019. The studies were selected by inclusion (based on PICOS principles) and exclusion criteria, and were assessed through quality assessment items based on revised STROBE statement. The information about MVPA and SB were extracted, and Comprehensive Meta-analysis Software (CMA V2) was used to pool the findings from the included studies into a Meta-analysis. **Results** Sixteen studies published from 2012 to 2019 were included the Meta-analysis. Sample sizes of eligible studies ranged from 96 to 2 163 participants. Meta-analysis found that Chinese children and adolescents separately spent 37.66 min/day, 539.61 min/d in MVPA and SB. Boys were more likely to have higher level of MVPA in minutes compared to the girls' ($P<0.01$). Children and adolescents spent more time in MVPA on weekdays than weekends ($P<0.05$), and also spent more SB on weekdays than weekends ($P<0.05$). **Conclusion** Chinese children and adolescents are physically inactive and live a sedentary lifestyle in general, especially among girls. MVPA and SB time among children and adolescents spent on weekdays are higher than weekends.

【Key words】 Physical activity; Meta-analysis; Review literature as topic; Child; Adolescent

规律的体力活动 (physical activity, PA) 是降低发病及死亡风险的关键健康行为之一^[1]。促进体力活动参与, 尤其是中高强度体力活动 (moderate-to-vigorous physical activity, MVPA) 能增强儿童青少年体质, 提高运动能力, 降低肥胖、抑郁及焦虑等风险^[2-4]。儿童青少年时期高水平的体力活动会对成年时期体力

活动产生积极影响, 与成年时期慢性疾病风险降低密切相关^[5]。此外, 越来越多的研究也表明, 静态行为 (sedentary behavior, SB) 具有独立于体力活动不足的健康危害^[4]。长时间的静态行为可能会导致体质下降、肥胖和心血管疾病风险增加^[2,6], 甚至会影响心理健康状况^[7]。因此, 增加中高强度体力活动或减少静态行为时间均能改善儿童青少年健康状况。

儿童青少年体力活动与静态行为评估是制定儿童青少年体力活动与健康促进策略的重要基础和前提。目前, 体力活动与静态行为评估方法主要包括主观自我报告和客观测量 2 种方法。基于大样本人群的儿童青少年体力活动调查常采用自我报告方式^[8-9],

【基金项目】 国家社会科学基金教育学重点课题项目 (ALA190015)。

【作者简介】 张翌华 (1992—), 女, 山西临汾人, 在读博士, 主要研究方向为儿童青少年体力活动促进。

【通讯作者】 李红娟, E-mail: janerobin@126.com。

DOI: 10.16835/j.cnki.1000-9817.2020.02.004

但有研究表明,自我报告数据的可靠性与稳定性较差,可能高估体力活动水平^[10]。客观测量方法是精准有效测量日常体力活动的重要方法。加速度计作为一种客观测量工具,已逐渐成为体力活动与静态行为测量中常用的工具。国内越来越多的体力活动研究也采用较为准确的客观测量工具——加速度计,但由于受到各种因素限制,多数研究为小样本研究,并且各研究中儿童青少年体力活动及静态行为时间不尽相同,很难有效反映中国儿童青少年体力活动水平。因此,本文采用描述性研究的 Meta 分析,系统分析近 10 年内采用加速度计测量的中国儿童青少年的体力活动及静态行为数据,准确了解我国儿童青少年的体力活动水平及静态行为现状,为制定我国儿童青少年体力活动与健康干预项目及公共卫生决策提供基线数据。

1 资料来源与方法

本研究中 Meta 分析严格遵循 PRISMA 系统综述指导原则^[11]。

1.1 文献检索策略 通过 Web of Science、SPORTDiscus、中国知网数据库检索儿童青少年体力活动相关文献。中文检索词: (“体力活动”或“身体活动”或“静态行为”或“久坐行为”) AND (“儿童”或“青少年”或“学生”或“初中生”或“高中生”)。英文检索词: (‘physical activ*’ OR ‘exercise’ OR ‘sedentary behavior’) AND (‘children’ OR ‘adolesc*’ OR ‘teen*’ OR ‘youth’ OR ‘primary school students’ OR ‘high school student’) AND (‘China’ OR ‘Chinese’)。采用主题词+关键词的检索方式对各数据库 2009 年 1 月 1 日至 2019 年 2 月 28 日的文献进行检索,同时追踪纳入研究的参考文献,扩大文献数量。

1.2 文献纳入与排除标准 基于 Meta 分析文献选取的 PICOS 原则^[11],制订文献纳入标准和排除标准。纳入标准为(1)研究对象:中国大陆儿童青少年(7~18 岁或一至十二年级);(2)干预/暴露: MVPA、SB;(3)比较:比较不同年龄、性别和时段差异;(4)结果:加速度计测量每天的 MVPA 和 SB 时间;(5)研究设计:横断面研究或追踪研究(中、英文)。此外,若文献样本来源相同,仅纳入样本量最多的文献。

排除标准:(1)仅调查某时段的 MVPA 或 SB(如体育课);(2)会议摘要或综述;(3)应用问卷或计步器等非加速度计测量工具评估的 MVPA 或 SB。

1.3 文献筛选与资料提取 文献筛选:依据检索策略进行数据库检索,然后由 2 位研究员根据纳入标准对标题和摘要进行初步筛选,不符合的文献予以排除;然后下载全文,再次筛选。对 2 位研究员的筛选结果进行对比,若出现不一致,协商或请教第三人。

使用 Excel 提取文献资料信息,包括作者、调查地区和出版年份、受试者信息(样本量、性别、年龄等)、MVPA 或 SB 测量方案和工具、MVPA 或 SB 切点值、MVPA 和 SB 时间等。

1.4 文献质量评价 目前国内外无统一的调查研究文献质量评价标准,因此本研究参考规范调查研究的 STROBE 声明^[12],制定文献质量评价标准。本研究中文献质量评价包括 5 个条目:研究设计为横断面或纵向研究;研究对象是否符合年龄范围;是否报告每天的 MVPA 或 SB 时间;是否有 MVPA 或 SB 的切点值;是否有 MVPA 或 SB 的详细测试方案。根据各条目,符合记 1 分,不符合记 0 分,得分范围为 0~5 分,3~5 分可纳入 Meta 分析,排除≤2 分的文献。

1.5 统计分析 应用 CMA V2(Comprehensive Meta-Analysis V2)软件进行 Meta 分析,计算合并效应值及其 95%CI。采用 Q 检验和 I^2 检验评价异质性,若 $P < 0.05$ 且 $I^2 > 50\%$,表明存在异质性,采用随机效应模型;反之,则采用固定效应模型。按性别、年龄或年级、时段进行亚组分析。采用 Begg's 秩相关法检验发表性偏倚,若 $P > 0.05$,表示不存在发表偏倚,反之则存在发表偏倚。

2 结果

2.1 文献筛选结果 共检索到中国儿童青少年体力活动及静态行为相关的文献 4 755 篇。剔除重复文献并筛查题目和摘要后,初步获得文献 215 篇。阅读全文,根据文献纳入和排除标准剔除不符合纳入标准的 199 篇文献后,获得相关文献 16 篇。最终共有 16 篇文献纳入 Meta 分析。文献筛选流程见图 1。

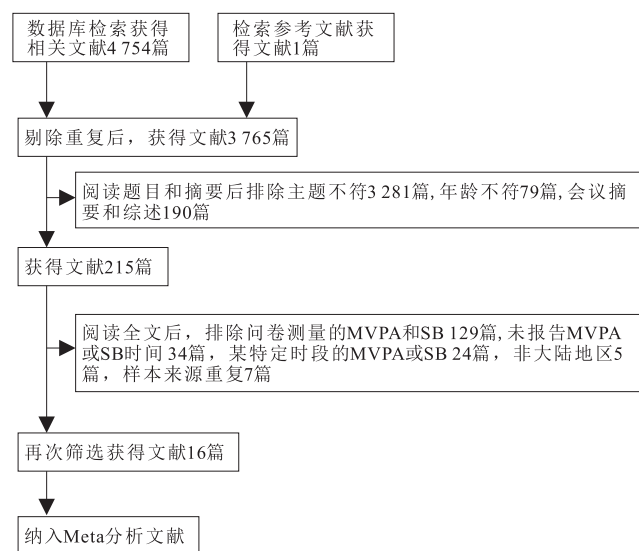


图 1 文献筛选流程

2.2 纳入文献特征 纳入的 16 篇文献(2012—2019 年发表),其样本量范围为 96~2 163,调查地区包括北

京、上海、天津、南京、南通、青海和沈阳,此外有 1 项研究调查了 11 个省的 9~17 岁人群的体力活动。有 4 篇为追踪研究,12 篇为横断面研究。所有文献中体力活动或静态行为均采用加速度计(Actigraph, FL)测量。16 篇文献中,10 篇调查了中高强度体力活动时间和静态行为时间,5 篇仅调查了中高强度体力活动时

间,1 篇文献仅调查了静态行为时间。纳入文献采用的体力活动和静态行为切点值包括:Evenson 切点值^[13]($n=8$)、中国儿童青少年切点值^[14]($n=4$)、Welk 切点值^[15]($n=2$)和其他的切点值($n=2$)。此外,根据文献质量评价标准,16 篇文献的得分均在在 3~5 分。纳入文献基本特征见表 1~2。

表 1 纳入横断面研究文献基本特征

第一作者	发表年份	调查城市	样本量	年龄或年级	测试工具	测试方案	切点值	MVPA 均值/ ($\text{min} \cdot \text{d}^{-1}$)	SB 均值/ ($\text{min} \cdot \text{d}^{-1}$)	质量评分
Nie ^[16]	2019	青海	397	四至十二年级	ActiGraph GT3X accelerometer	采样间隔 5 s,每天佩戴 24 h,共佩戴 7 d	MVPA $\geq$ 2 296 cpm	62.3 $\pm$ 21.7	-	3
王超 ^[17]	2018	北京	329	12~14 岁	ActiGraph GT3X + accelerometer	采样间隔 5 s,上学日佩戴 10 h/d,周末佩戴 8 h/d,共佩戴 7 d	MVPA $\geq$ 2 800 cpm	40.0 $\pm$ 17.2	-	3
孙晨 ^[18]	2018	上海	536	四、八年级	ActiGraph GT3X accelerometer	采样间隔 10 s,每天佩戴 $\geq$ 8 h,共佩戴 7 d	MVPA $\geq$ 2 296 cpm	四年级:男(37.4 $\pm$ 11.3),女(28.5 $\pm$ 6.5); 八年级:男(35.1 $\pm$ 5.4),女(27.8 $\pm$ 6.2)	-	3
李超 ^[19]	2018	北京	153	12~14 岁	ActiGraph GT3X + accelerometer	每天佩戴 $\geq$ 10 h,共佩戴 7 d	MVPA $\geq$ 2 296 cpm	42.7 $\pm$ 17.2	-	3
Silva ^[20]	2018	天津	463	9~11 岁	ActiGraph GT3X + accelerometer	每天佩戴 $\geq$ 10 h,共佩戴 7 d	MVPA $\geq$ 2 296 cpm, SB $\leq$ 100 cpm	45.2 $\pm$ 15.9	564.7 $\pm$ 67.7	4
朱超慧 ^[21]	2017	上海	134	六至八年级	ActiGraph GT3X accelerometer	采样间隔 60 s,共佩戴 7 d	SB $\leq$ 100 cpm, MVPA $\geq$ 2 800 cpm	23.5 $\pm$ 12.1	572.1 $\pm$ 95.2	4
张海平 ^[22]	2016	沈阳	147	12~14 岁	ActiGraph GT3X accelerometer	采样间隔 10 s,共佩戴 7 d	SB<1METS, MVPA $\geq$ 3METS	-	调查男、女生在上 学日和周末的 SB	3
李晓彤 ^[23]	2016	北京	288	12~14 岁	ActiGraph GT3X + accelerometer	每天佩戴 $>$ 10 h,共佩戴 7 d	SB $\leq$ 100 cpm, MVPA $\geq$ 2 296 cpm	44.8 $\pm$ 16.8	660.5 $\pm$ 75.6	4
Wang ^[24]	2016	上海	612	五至八年级	ActiGraph GT3X accelerometer	采样间隔 30 s,每天佩戴 $>$ 10 h	MVPA $\geq$ 2 800 cpm	22.0 $\pm$ 14.5	-	3
李松骏 ^[25]	2013	南通	286	11.7~17.8 岁	ActiGraph GT3X accelerometer	每天佩戴 $>$ 8 h,共佩戴 7 d	SB<100 cpm, MVPA $\geq$ 1 952 cpm	男(45.8 $\pm$ 19.6), 女(31.5 $\pm$ 15.5)	男(624.0 $\pm$ 102.0), 女(678.0 $\pm$ 78.0)	4
Wang ^[26]	2013	11 城市	2 163	9~17 岁	ActiGraph GT3X 或 GT3X accelerometer	采样间隔 60 s,每天佩戴 $>$ 10 h,共佩戴 7 d	SB $\leq$ 100 cpm, MVPA $\geq$ 2 800 cpm	28.3 $\pm$ 17.7	521.5 $\pm$ 110.0	5
付强 ^[27]	2012	南京	228	7~10 岁	ActiGraph GT3X accelerometer	采样间隔 60 s,共佩戴 7 d	SB $\leq$ 100 cpm, MVPA $\geq$ 2 172 cpm	男(48.0 $\pm$ 20.4), 女(40.1 $\pm$ 16.0)	男(565.6 $\pm$ 61.3), 女(539.6 $\pm$ 87.5)	4

表 2 纳入追踪研究文献基本特征

第一作者	发表年份	调查城市	基线年龄或年级	样本量			测试方案及工具	切点值/cpm	结果	质量评分
				基线	追踪 1 年后	追踪 2 年后				
方慧 ^[28]	2018	上海	(4.6 $\pm$ 0.5)岁	127	-	127	ActiGraph GT3X + accelerometer 采样间隔 10 s,每天佩戴 $>$ 8 h,共佩戴 7 d	SB $\leq$ 100, MVPA $\geq$ 2 296	由于基线儿童年龄不符合,因此排除基线结果 追踪 2 年后分别报告男生、女生在上 学日和周末的 MVPA 和 SB	5
孙蕾 ^[29]	2017	南通	四、七、十年级	479	467	455	ActiGraph GT3X accelerometer 采样间隔 60 s,每天佩戴 $>$ 8 h,共佩戴 7 d	SB $\leq$ 100, MVPA $\geq$ 2 296	分别报告小学、初中、高中的男、女生在基线、追踪 1 年、2 年后的 MV-PA 和 SB	5
祝芳芳 ^[30]	2015	上海	七年级	158	158	-	ActiGraph GT3X accelerometer 每天佩戴 $>$ 8 h,共佩戴 7 d	SB $\leq$ 100, MVPA $\geq$ 2 296	分别报告青少年在基线及追踪 1 年后的 MVPA 和 SB	4
王哲 ^[31]	2013	南京	一至三年级	96	96	96	ActiGraph GT3X accelerometer 采样间隔 60 s,每天佩戴 $>$ 10 h,共佩戴 7 d	SB $\leq$ 100, MVPA $\geq$ 2 172	分别报告小学男、女生在基线、追踪 1 年、2 年后上学日和周末的 MVPA 和 SB	5

2.3 Meta 分析结果

2.3.1 中国儿童青少年中高强度体力活动和静坐行为 Meta 分析 分别对中国儿童青少年的 MVPA 和 SB 进行异质性检验,结果发现 2 个结果变量均有异质性($P<0.01$, $I^2>50\%$)。因此均采用随机效应模型进行合并分析。结果表明,中国儿童青少年 MVPA 时间为

37.66 min/d(95%CI=34.86~40.46),SB 时间为539.61 min/d(95%CI=516.83~562.40),见表 3。

2.3.2 发表性偏倚 采用 Begg's 秩相关检验发表性偏倚。结果表明,中国儿童青少年 MVPA 及 SB 的 Kendall's tau 值分别为 0.15,-0.12, P 值均 >0.05 ,均不存在发表性偏倚。见表 3。

表 3 中国儿童青少年 MVPA 和 SB 异质性及发表偏倚

结局指标	文献数	样本量	效应量(95%CI)	标准误	异质性			发表偏倚检验	
					Q 值	P 值	I ² 值	Kendall's tau 值	P 值
MVPA	15	7 096	37.66(34.86~40.46)	1.43	2 914.04	<0.01	98.70%	0.15	0.18
SB	11	5 363	539.61(516.83~562.40)	11.62	3 074.56	<0.01	98.89%	-0.12	0.37

2.3.3 中国儿童青少年中高强度体力活动的亚组分析 结果表明,中国儿童青少年 MVPA 存在性别差异,男生 MVPA(43.78 min/d) 高于女生(34.44 min/d),差异有统计学意义($P<0.01$);中国儿童青少年上学日 MVPA(39.45 min/d) 高于周末(33.04 min/d),差

异有统计学意义($P<0.05$);中国 7~12 岁或一至六年级儿童 MVPA(37.62 min/d) 与 12~18 岁或七至十二年级青少年 MVPA(39.88 min/d) 之间的差异无统计学意义($P=0.41$)。见表 4。

表 4 中国儿童青少年 MVPA 亚组分析

调节变量	文献数量	样本量	MVPA(95%CI)/(min·d ⁻¹)	标准误	I ² 值/%	P 值
性别						
男	11	2 841	43.78(39.72~47.85)	2.07	98.16	<0.01
女	11	2 919	34.44(30.83~38.05)	1.84	98.51	
年龄或年级						
7~12 岁或一至六年级	6	2 549	37.62(33.59~41.66)	2.06	98.17	0.41
12~18 岁或七至十二年级	10	3 935	39.88(36.28~43.28)	1.84	98.65	
时段						
上学日	10	5 422	39.45(35.54~43.36)	1.99	98.84	0.02
周末	10	5 384	33.04(29.34~36.73)	1.89	98.99	

2.3.4 中国儿童青少年静态行为的亚组分析 结果表明,中国儿童青少年上学日的 SB(541.13 min/d) 高于周末(500.23 min/d),差异有统计学意义($P<0.05$);中国儿童青少年男生 SB(526.65 min/d) 低于

女生(554.46 min/d),差异无统计学意义($P>0.05$);中国儿童 SB(523.89 min/d) 低于青少年(553.51 min/d),差异无统计学意义($P>0.05$)。见表 5。

表 5 中国儿童青少年 SB 亚组分析

调节变量	文献数量	样本量	SB(95%CI)/(min·d ⁻¹)	标准误	I ² 值/%	P 值
性别						
男生	7	2 158	526.65(490.43~562.88)	18.48	98.76	0.36
女生	7	2 187	554.46(507.93~600.98)	23.74	99.35	
年龄或年级						
7~12 岁或一至六年级	5	2 112	523.89(499.91~547.87)	12.23	98.29	0.18
12~18 岁或七至十二年级	7	3 251	553.51(517.46~589.57)	18.40	99.10	
时段						
上学日	9	4 307	541.13(519.48~562.79)	11.05	97.99	0.01
周末	9	4 273	500.23(479.85~520.61)	10.40	96.06	

3 讨论

本研究结果表明,我国儿童青少年体力活动水平(37.66 min/d)未达到我国儿童青少年体力活动指南推荐的每天至少 60 min 中高强度体力活动的标准^[32]。澳大利亚儿童青少年中高强度体力活动时间约 36.6 min/d^[33],与本研究结果比较接近。但我国儿童青少年体力活动水平低于加拿大(59 min/d)^[34]、英国(60.5 min/d)^[35]及美国(48 min/d)^[36]。总体看来,我国儿童青少年体力活动水平低于欧美国家。我国儿童青少年静态行为时间为 539.61 min/d(约 9 h/d)。加拿大^[34]、欧洲 5 国^[37]、亚洲和英澳^[38]儿童青少年静态时间约为 500 min/d。本研究结果与来自全球的调查结果基本一致。由此可见,全球儿童青少年基本处于久坐少动的生活方式,即在清醒状态下,静坐时

间超过 8 h^[39]。

本研究结果提示我国儿童青少年体力活动不足及静态行为时间较长不仅会造成儿童青少年体质状况下滑,而且还预示着进入成年期后可能面临更多的健康风险,从而严重制约社会发展和人们健康水平提高。因此,探索切实可行的干预策略增加儿童青少年体力活动及减少静态行为是目前全社会亟待解决的健康问题。

本研究中,男生中高强度体力活动水平高于女生,与 Hallal 等^[1,40-41]的研究结果一致。其原因可能是男生和女生的生理和心理发育特点不同,以及男女生的社会角色不同,男生倾向于积极参与到运动中,而女生则倾向于选择静态性的活动方式。在生长发育阶段,合理的体力活动有助于儿童青少年的生长发

育水平,因此,在体力活动干预阶段应当高度关注女生体力活动不足这一现象,鼓励和引导女生积极参与到体力活动中。目前多数研究^[42-43]发现儿童的中高强度体力活动水平高于青少年,但本研究发现儿童阶段与青少年阶段的体力活动水平不存在差异,可能是尽管课业负担随年龄而不断加重导致静坐时间增加,但静坐时间增加并未对体力活动参与造成明显的影响。其次,本研究发现,儿童青少年上学日的中高强度体力活动水平高于周末。我国及加拿大等多数研究均支持该结论^[44-45]。儿童青少年上学日的中高强度体力活动水平更高可能是由于上学期间有结构性的体育课程,能够为儿童青少年提供参与中高强度体力活动的机会,促进儿童青少年体力活动水平的提高。另外,本研究结果也从另一个侧面反映当前我国儿童青少年家庭中的体力活动水平较低,父母对于儿童青少年体力活动促进不够重视,多数的家庭也未形成较好的家庭运动氛围。因此,制定体力活动家庭干预策略也是提高儿童青少年体力活动水平的重要环节。

本研究中,儿童青少年的静态行为时间没有性别差异。郭强等^[42,46-47]的研究结果与本研究结果一致。但也有其他研究发现,男生的 SB 时间少于女生^[48]。因此,目前有关儿童青少年静态行为是否存在性别差异的研究结果并不是完全一致。

我国儿童青少年的静态行为时间不存在年龄差异,但儿童的静态行为时间(523.89 min/d)低于青少年(553.51 min/d),与前人研究结论基本一致^[43,49]。可能随着年龄增长,所面临的升学压力较大,课业负担越来越重,青少年在学习上投入更多的时间,导致青少年时期的静态行为时间高于儿童时期。本研究结果还表明,我国儿童青少年上学日的静态行为时间高于周末,与其他多数研究结果^[43,45]一致。可能是上学期间儿童青少年有较长的常规课堂学习,放学后还要承担相应的课外作业及其他(如吃饭、阅读等)静态活动^[50]。

近年来,尽管国家政府出台了一系列政策措施(如阳光体育)来促进儿童青少年体力活动水平,但是我国儿童青少年体力活动仍然不足且静坐少动时间依旧过长,男生的体力活动水平高于女生,上学日的体力活动水平和静态行为均高于周末。因此,构建学校—社区—家庭“三位一体”的儿童青少年体力活动促进的干预模式是减少其静坐行为、促进儿童青少年积极参与体力活动的重要措施。

本研究也存在一定的不足之处:(1)纳入文献的数量有限,总体样本量较少;(2)尽管应用加速度计能准确评估我国儿童青少年体力活动和静态行为水平,但无法获得体力活动和静坐的行为特征;(3)纳入的

文献中所采用的体力活动水平和静态行为评估的切点值不同,可能会影响结果的评估;(4)本研究中体力活动及静态行为调查多来自于城市。因此,在未来研究中,为了更客观、更准确地了解我国儿童青少年体力活动与静态行为状况,应采用大样本量、多层面及体力活动行为调查与客观测试相结合等质量更高的调查研究。

4 参考文献

- [1] HALLAL P C, ANDERSEN L B, BULL F C, et al. Global physical activity levels: surveillance progress, pitfalls, and prospects [J]. *Lancet*, 2012, 380(9838): 247-257.
- [2] PRENTICE-DUNN H, PRENTICE-DUNN S. Physical activity, sedentary behavior, and childhood obesity: a review of cross-sectional studies [J]. *Psychol, Health Med*, 2012, 17(3): 255-273.
- [3] 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): S197-S239.
- [4] DONNELLY J E, HILLMAN C H, CASTELLI D, et al. Physical activity, fitness, cognitive function, and academic achievement in children: a systematic review [J]. *Med Sci Sports Exerc*, 2016, 48(6): 1197-1222.
- [5] BATISTA M B, ROMANZINI C L P, BARBOSA C C L, et al. Participation in sports in childhood and adolescence and physical activity in adulthood: a systematic review [J]. *J Sports Sci*, 2019, 37(19): 2253-2262.
- [6] TREMBLAY M S, LEBLANC A G, KHO M E, et al. Systematic review of sedentary behaviour and health indicators in school-aged children and youth [J]. *Int J Behav Nutr Phys Activ*, 2011, 8(1): 98.
- [7] HOARE E, MILTON K, FOSTER C, et al. The associations between sedentary behaviour and mental health among adolescents: a systematic review [J]. *Int J Behav Nutr Phys Activ*, 2016, 13(1): 108.
- [8] AUBERT S, BARNES J D, ABDETA C, et al. Global matrix 3.0 physical activity report card grades for children and youth: results and analysis from 49 countries [J]. *J Phys Activ Health*, 2018, 15(Suppl 2): S251-S273.
- [9] YANG L, YAN T, ZHEN-BO C, et al. Results from the China 2018 report card on physical activity for children and youth [J]. *J Exerc Sci Fitness*, 2019, 17(1): 3-7.
- [10] JANZ K F. Physical activity in epidemiology: moving from questionnaire to objective measurement [J]. *Br J Sports Med*, 2006, 40(3): 191-192.
- [11] MOHER D, LIBERATI A, TETZLAFF J, et al. Preferred reporting items for systematic reviews and meta-analyses: the PRISMA statement [J]. *Annals Int Med*, 2009, 151(4): 264.
- [12] VANDENBROUCKE J P, VON ELM E, ALTMAN D G, et al. Strengthening the Reporting of Observational Studies in Epidemiology (STROBE): explanation and elaboration [J]. *Epidemiology*, 2007, 18(6): 805-835.
- [13] 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.
- [14] ZHU Z, CHEN P, ZHUANG J. Intensity classification accuracy of ac-

- celerometer-measured physical activities in Chinese children and youth [J]. *Res Q Exerc Sport*, 2013, 84(Suppl 2): S4-S11.
- [15] WELK G J. Principles of design and analyses for the calibration of accelerometer-based activity monitors [J]. *Med Sci Sports Exerc*, 2005, 37(Suppl 11): S501-S511.
 - [16] NIE M J, FAN C Q, SUN R Z, et al. 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*, 2019, 16(5): 686.
 - [17] 王超, 贺刚, 陈晓红. 健身场所空间特征与青少年身体活动的关系: 基于 GIS 与加速度计的实证研究 [J]. *上海体育学院学报*, 2018, 42(3): 36-43.
 - [18] 孙晨. 上海市中小學生身体活动水平及与体质健康的关系研究 [D]. 上海: 上海体育学院, 2018.
 - [19] 李超. 12~14 岁青少年体力活动与动作能力发展关系的研究 [D]. 北京: 北京体育大学, 2018.
 - [20] SILVA D A S, CHAPUT J P, KATZMARZYK P T, et al. Physical education classes, physical activity, and sedentary behavior in children [J]. *Med Sci Sports Exerc*, 2018, 50(5): 995-1004.
 - [21] 朱超慧. 上海市风华初级中学学生在不同时间段体力活动的差异分析 [D]. 上海: 上海体育学院, 2017.
 - [22] 张海平, 刘兴, 吴翊馨, 等. 12~14 岁中学生日常体力活动状况及健身跑对其心肺耐力影响的研究 [J]. *沈阳体育学院学报*, 2016, 35(1): 93-96.
 - [23] 李晓彤, 李新, 王艳, 等. 12~14 岁青少年体力活动、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.
 - [24] WANG L, QI J. Association between family structure and physical activity of Chinese adolescents [J]. *Biomed Res Int*, 2016, 2016: 4278682.
 - [25] 李松骏. 用加速度传感器对中学生体力活动及相关因素的分析研究 [D]. 南京: 南京体育学院, 2013.
 - [26] WANG C, CHEN P, ZHUANG J. A national survey of physical activity and sedentary behavior of Chinese city children and youth using accelerometers [J]. *Res Q Exerc Sport*, 2013, 84(Suppl 2): S12-S28.
 - [27] 付强. 7~10 岁小学生体力活动现状及相关影响因素研究 [D]. 苏州: 苏州大学, 2012.
 - [28] 方慧, 全明辉, 周悦, 等. 儿童体力活动变化趋势特征及其对体能影响的追踪研究 [J]. *体育科学*, 2018, 38(6): 44-52.
 - [29] 孙蕃. 基于加速度传感器技术的中小學生体力活动三年跟踪研究 [D]. 南京: 南京体育学院, 2017.
 - [30] 祝芳芳. 初中生体力活动和体质状况的跟踪研究 [D]. 南京: 南京体育学院, 2015.
 - [31] 王哲. 南京市建邺区部分小学生体力活动状况研究 [D]. 南京: 南京体育学院, 2013.
 - [32] 张云婷, 马生霞, 陈畅, 等. 中国儿童青少年体力活动指南 [J]. *中国循证儿科杂志*, 2017, 12(6): 401-409.
 - [33] TELFORD R M, TELFORD R D, CUNNINGHAM R B, et al. Longitudinal patterns of physical activity in children aged 8 to 12 years: the LOOK study [J]. *Int J Behav Nutr Phys Activ*, 2013, 10(1): 81.
 - [34] LAROUCHE R, GARRIGUET D, GUNNELL K E, et al. Outdoor time, physical activity, sedentary time, and health indicators at ages 7 to 14: 2012/2013 Canadian health measures survey [J]. *Health Rep*, 2016, 27(9): 3-13.
 - [35] COOPER A R, JAGO R, SOUTHWARD E F, et al. Active travel and physical activity across the school transition: the peach project [J]. *Med Sci Sports Exerc*, 2012, 44(10): 1890-1897.
 - [36] TROST S G, MCCOY T A, VANDER VEUR S S, et al. Physical activity patterns of inner-city elementary schoolchildren [J]. *Med Sci Sports Exerc*, 2013, 45(3): 470-474.
 - [37] VERLOIGNE M, VAN LIPPEVELDE W, MAES L, et al. Levels of physical activity and sedentary time among 10- to 12-year-old boys and girls across 5 European countries using accelerometers: an observational study within the ENERGY-project [J]. *Int J Behav Nutr Phys Activ*, 2012, 9(1): 34.
 - [38] STRUGNELL C, RENZAHO A M N, RIDLEY K, et al. Physical activity and sedentary behaviour among Asian and Anglo-Australian adolescents [J]. *Health Prom J Austr*, 2015, 26(2): 105-114.
 - [39] INOUE M, ISO H, YAMAMOTO S, et al. Daily total physical activity level and premature death in men and women: results from a large-scale population-based cohort study in Japan (JPHC study) [J]. *Annals Epidemiol*, 2008, 18(7): 522-530.
 - [40] DE MORAES A C F, GUERRA P H, MENEZES P R. The worldwide prevalence of insufficient physical activity in adolescents: a systematic review [J]. *Nutr Hospital*, 2013, 28(3): 575-584.
 - [41] COOPER A R, GOODMAN A, PAGE A S, et al. Objectively measured physical activity and sedentary time in youth: the International children's accelerometry database (ICAD) [J]. *Int J Behav Nutr Phys Activ*, 2015, 12(1): 113.
 - [42] 郭强, 汪晓赞, 蒋健保. 我国儿童青少年身体活动与久坐行为模式特征的研究 [J]. *体育科学*, 2017, 37(7): 17-29.
 - [43] ORTEGA F B, KONSTABEL K, PASQUALI E, et al. Objectively measured physical activity and sedentary time during childhood, adolescence and young adulthood: a cohort study [J]. *PLoS One*, 2013, 8(4): e60871.
 - [44] 郭海军, 袁帆, 栾德春, 等. 我国 4 城市中小學生身体活动及睡眠状况调查 [J]. *中国健康教育*, 2016, 32(2): 107-110, 115.
 - [45] COMTE M, HOBIN E, MAJUMDAR S R, et al. Patterns of weekday and weekend physical activity in youth in 2 Canadian provinces [J]. *Appl Physiol Nutr Metab*, 2013, 38(2): 115-119.
 - [46] 贾小芳, 王惠君, 王丹彤, 等. 中国 12 省市儿童青少年身体活动和静坐行为分析 [J]. *卫生研究*, 2016, 45(3): 394-397.
 - [47] BAILEY D P, FAIRCLOUGH S J, SAVORY L A, et al. Accelerometry-assessed sedentary behaviour and physical activity levels during the segmented school day in 10-14-year-old children: the HAPPY study [J]. *Eur J Pediatr*, 2012, 171(12): 1805-1813.
 - [48] DA COSTA B G G, DA SILVA K S, BANDEIRA A S, et al. Pattern of sedentary behavior in different periods of school time of Brazilian adolescents [J]. *J Sch Health*, 2019, 89(2): 99-105.
 - [49] DA COSTA B G G, DA SILVA K S, GEORGE A M, et al. Sedentary behavior during school-time: Sociodemographic, weight status, physical education class, and school performance correlates in Brazilian schoolchildren [J]. *J Sci Med Sport*, 2017, 20(1): 70-74.
 - [50] 郭强. 中国儿童青少年身体活动水平及其影响因素的研究 [D]. 上海: 华东师范大学, 2016.

收稿日期: 2019-12-17