

广州市小学生体力活动和静态行为与 20 m 往返跑的关联

赖丽娟¹, 蔡莉¹, 曾霞¹, 吕雅杰¹, 谈蔚清², 陈亚军¹

1. 中山大学公共卫生学院妇幼卫生学系, 广东 广州 510080; 2. 广州市中小学卫生健康促进中心

【摘要】 目的 探讨体力活动和静态行为的独立和联合作用与儿童 20 m 往返跑(20 m SRT)的关系,为促进儿童心肺耐力的提高提供科学依据。**方法** 采用分层整群随机抽样方法,于 2017 年抽取广州市城区 1 所小学共 1 144 名 6~12 岁儿童完成问卷调查和 20 m SRT 测试。利用问卷收集体力活动、静态行为时间,20 m SRT 测试成绩按年龄和性别计算标准 Z 分。根据不同体力活动和静态行为水平,将研究对象分成 6 组。采用多重线性回归和 Logistic 回归分别分析体力活动和静态行为的独立和联合作用与 20 m SRT 的关系。**结果** 中高强度体力活动 ≥ 60 min/d 的比例为 43.1%,静态行为为高水平的比例为 35.4%。体力活动水平低和静态行为水平较高与 20 m SRT 成绩呈独立负相关(β 值分别为 -2.99, -1.75, P 值均 <0.05)。与体力活动水平高且静态行为水平较低者相比,体力活动水平低组或静态行为水平较高组 20 m SRT 为低等级的风险均增加(P 值均 <0.05),并且随着体力活动水平的降低和静态行为水平的升高,风险逐渐增加($P_{趋势}<0.05$)。**结论** 体力活动和静态行为与儿童 20 m SRT 成绩独立相关,且体力活动水平的下降和高水平静态行为的联合趋势作用与 20 m SRT 成绩较差的风险增加存在剂量-反应关系。

【关键词】 体育运动;行为;身体耐力;儿童

【中图分类号】 G 822 G 804.49 **【文献标识码】** A **【文章编号】** 1000-9817(2019)12-1771-04

Association of physical activity and sedentary behavior with 20 m shuttle run test performance among children/LAI Lijuan^{*}, CAI Li, ZENG Xia, LYU Yajie, TAN Weiqing, CHEN Yajun.^{*} Department of Maternal and Child Health, School of Public Health, Sun Yat-sen University, Guangzhou(510080), China

【Abstract】 Objective To investigate the independent and joint associations of physical activity and sedentary behavior with 20 m shuttle run test (20 m SRT) performance among children. **Methods** Using cluster random sampling method, a total of 1 144 children aged 6-12 years from 1 urban primary school in Guangzhou were selected and completed the questionnaire survey, physical examination, and 20 m SRT. Physical activity and sedentary behavior were collected through questionnaire. Poor performance on 20 m SRT run test was defined as standard Z score ≤ 0 , which was calculated according to gender, age-specific mean and standard deviation. Based on moderate-to-vigorous physical activity (MVPA) (≥ 60 min/d, $30- < 60$ min/d, or < 30 min/d) and sedentary behavior levels (cut-off point: the gender, age-specific 50th percentile value), all participants were divided into six subgroups. Multiple linear regression and Logistic regression were used to analyze the independent and joint associations of physical activity and sedentary behavior with 20 m SRT performance, respectively. **Results** Low level of physical activity ($\beta = -2.99$, $P < 0.05$) and high sedentary behavior ($\beta = -1.75$, $P < 0.05$) were independently correlated with lower 20 m SRT performance. Compared with the reference group (MVPA ≥ 60 min/d and low sedentary behavior), the risk for low performance on 20 m SRT was higher in those with MVPA < 30 min/d, or those with high sedentary behavior. The risk for poor performance on 20 m SRT was gradually elevated with decreased physical activity levels in combination with higher level of sedentary behavior($P < 0.05$). **Conclusion** Physical activity and sedentary behavior were independently related to 20 m SRT performance among children. There is a clear dose-response association, with elevated risks for poor performance on 20 m SRT with decreased physical activity levels in combination with higher level of sedentary behavior.

【Key words】 Sports; Behavior; Physical endurance; Child

心肺耐力综合反映人体摄取、转运和利用氧的能

力,牵涉全身多器官、多组织的功能,是儿童青少年体质健康的重要维度^[1]。研究表明,在心肺耐力的非遗传影响因素中,体力活动和静态行为是 2 个重要的可改变因素^[2]。体力活动是指因骨骼肌收缩导致能量消耗增加的身体活动,体力活动不足(未达到 WHO 推荐的 60 min/d 中高强度体力活动)的儿童心肺耐力水平更低^[3],而增加体力活动尤其是中高强度体力活动

【基金项目】 国家自然科学基金项目(81673193)。

【作者简介】 赖丽娟(1993-),女,江西吉安人,在读硕士,主要研究方向为儿童体力活动和体质健康。

【通讯作者】 陈亚军, E-mail: chenyj68@mail.sysu.edu.cn。

DOI: 10.16835/j.cnki.1000-9817.2019.12.003

的干预可显著改善心肺耐力^[4]。静态行为指在清醒状态下,任何能量消耗 ≤ 1.5 代谢当量的躺、坐或斜倚姿势的行为^[5],通常与儿童心肺耐力呈负相关^[6]。虽然国内外已有研究探讨体力活动不足和静态行为过多对儿童心肺耐力的独立影响,但结论不一致^[7-10],且较少关注两者的联合作用。基于 20 m 往返跑(20 m SRT)与心肺耐力最常用指标(最大摄氧量)相关性较高且趣味性和安全性更好^[11],本研究利用广州市城区小学生队列研究的问卷调查、20 m SRT 测试的基线数据,探讨 6~12 岁儿童体力活动和静态行为的独立和联合作用与 20 m SRT 的关系,为促进儿童心肺耐力提供科学依据。

1 对象与方法

1.1 对象 数据来源于广州市儿童体力活动和静态行为对心血管风险因素及执行功能影响研究^[12]的基线调查,调查时间为 2017 年 3—12 月。按照分层随机整群抽样的方法,首先从广州市 11 个行政区按照中心城区和周边城区分层,随机抽取 3 个中心城区和 2 个周边城区;其次,在 5 个城区中分别随机抽取 1 所小学,再从 5 所小学中随机抽取 1 所学校,该校一至六年级共 1 843 名学生参与调查,其中 1 429 名同意参与本研究。排除体力活动或静态行为变量信息缺失(244 名)、未完成 20 m SRT 测试者(54 名),最终分析有效样本 1 144 名,有效率为 80.1%,其中男生 593 名,女生 551 名。年龄 6~12 岁,平均 (9.0 ± 1.8) 岁。本研究已通过中山大学伦理学审批(批号:L2016-010),所有参与调查和测试的学生及其家长均已签署知情同意书。

1.2 方法

1.2.1 问卷设计及基本内容 采用《广州市中小学生学习健康监测调查问卷》获取学生的基本信息(性别、年龄、父母文化程度、家庭人均月收入等),过去 7 d 高强度体力活动、中强度体力活动的天数和时长,过去 7 d 平均每天放学后做作业、看电视、用电脑或玩电子游戏、往返学校乘车的时长。问卷信效度检验显示,体力活动和静态行为时间的重测信度为 0.46~0.64,效度为 0.43~0.60。中高强度体力活动为高强度体力活动和中强度体力活动之和,静态行为为上述静态行为时间总和。按中高强度体力活动 ≥ 60 、30~<60 和<30 min/d 将体力活动划分为高、中(一般)、低 3 个水平;以参加调查学生人群的总静态时间中位数为界值,将调查对象分为静态行为高水平和低水平;依据

不同体力活动和静态行为水平,交叉组合形成 6 组,分别为体力活动水平高且静态行为水平低组(A 组),体力活动水平一般且静态行为水平低组(B 组),体力活动水平低且静态行为水平低组(C 组),体力活动水平高且静态行为水平高组(D 组),体力活动水平一般且静态行为水平高组(E 组),体力活动水平低且静态行为水平高组(F 组)。

1.2.2 问卷调查和体格检查 由项目负责老师向班主任介绍项目和问卷填写方法后,以班级为单位,由班主任邀请家长参与调查,并将问卷发放给学生。问卷由学生和家长协同填写,于发放 3 d 内统一回收。利用学生的常规体格检查,专业体检人员使用规范化工具测量身高和体重,并计算体质量指数(body mass index, BMI)=体重(kg)/身高²(m²)。

1.2.3 20 m SRT 测试 测试者热身后站在相隔 20 m 的 2 条横线中的其中 1 条,按音乐节奏以每分钟为 1 级的速度进行由慢到快的往返跑,初始级速度为 8.0 km/h,第 2 级为 9.0 km/h,随后每增加 1 级跑速加快 0.5 km/h。当测试者经鼓励后连续 2 次未能在音乐响起前到达端线,或因疲劳而中途停止跑步,则测试终止。记录往返跑的总次数,按此次调查样本不同性别、年龄的均值和标准差进行标准化,并计算 Z 分=(测量值-均值)/标准差。为便于 20 m SRT 成绩评价,将 20 m SRT 成绩划分为高、低 2 个等级,即 Z ≤ 0 分为低等级, Z>0 分为高等级。

1.3 质量控制 问卷发放前统一由项目负责老师亲自讲解问卷调查的目的和意义,以及问卷填写规则和发放、回收的时间安排。由经统一培训调查员进行 20 m SRT 现场测试,并确定质量控制员,负责现场及调查全过程的质量控制。

1.4 统计分析 使用 EpiData 3.1 进行数据双录入,采用 SPSS 26.0 对数据进行整理和统计分析。采用多重线性回归和 Logistic 回归分别探讨体力活动和静态行为的独立和联合作用与 20 m SRT 的关联,多因素模型均调整性别、年龄、BMI、父母文化程度和家庭人均月收入。检验水准 $\alpha=0.05$ 。

2 结果

2.1 基本情况 如表 1 所示,1 144 名学生中,总体中高强度体力活动 ≥ 60 min/d 的比例为 43.1%,静态行为为高水平的比例为 35.4%,20 m SRT 平均成绩为 (28.4 ± 13.0) 次,低等级的比例为 43.9%。

表 1 不同性别学生体力活动静态行为时间和 20 m 往返跑成绩 ($\bar{x}\pm s$)

性别	人数	体力活动时间/(min·d ⁻¹)			静态行为时间/(min·d ⁻¹)				20 m SRT	
		高强度	中强度	中高强度	做作业	看电视	用电脑/玩电子游戏	往返交通	静态行为总时长	/次
男	593	33.8±35.1	35.3±41.5	69.1±64.1	107.2±52.0	33.2±37.3	19.6±28.7	16.7±18.0	176.7±80.9	31.0±14.5
女	551	25.7±29.3	32.8±36.6	58.5±55.8	101.2±46.3	32.2±37.0	16.8±25.3	17.8±18.0	168.0±73.4	25.6±10.5
合计	1 144	29.9±32.6	34.1±39.2	64.0±60.4	104.3±49.4	32.7±37.1	18.2±27.1	17.2±18.0	172.5±77.5	28.4±13.0

2.2 体力活动、静态行为水平与 20 m SRT 成绩的独立关联 对比多个线性回归模型结果发现,在调整性别、年龄、BMI、父母文化程度和家庭人均月收入后,与体力活动水平高组相比,体力活动水平低组的

20 m SRT成绩降低($\beta=-3.05$),进一步调整静态行为水平后关联未发现改变($\beta=-2.99$)。静态行为高水平与 20 m SRT 相关($\beta=-1.83$),增加调整体力活动水平关联性未发现改变($\beta=-1.75$)。见表 2。

表 2 小学生体力活动和静态行为的独立作用与 20 m SRT 成绩关联的多重线性回归分析 ($n=1\,144$)

自变量		模型 1		模型 2		模型 3	
		β 值(β 值 95%CI)	P 值	β 值(β 值 95%CI)	P 值	β 值(β 值 95%CI)	P 值
体力活动	高水平	1.00		1.00		1.00	
	一般水平	-2.60(-4.44~-0.75)	0.01	-1.29(-2.84~0.25)	0.10	-1.33(-2.87~0.21)	0.09
	低水平	-7.33(-9.04~-5.61)	<0.01	-3.05(-4.53~-1.57)	<0.01	-2.99(-4.47~-1.51)	<0.01
静态行为	低水平	1.00		1.00		1.00	
	高水平	-1.86(-3.44~-0.28)	0.02	-1.83(-3.13~-0.53)	0.01	-1.75(-3.04~-0.45)	0.01

注:模型 1 未进行调整,模型 2 调整了性别、年龄、BMI、父母文化程度和家庭人均月收入,模型 3 在模型 2 的基础上调整了总静态时间水平或体力活动达标情况。

2.3 体力活动和静态行为的联合作用与 20 m SRT 等级的关系 以 20 m SRT 的等级水平为因变量(高等级=0,低等级=1),Logistic 回归分析结果显示,相比于 A 组,C 组以及 D,E,F 组 20 m SRT 为低等级的风险均增加(OR 值分别为 1.83,1.73,2.07,2.56, P 值均<0.05)。并且二元 Logistic 回归结果表明,随着体力活动水平的降低和静态行为水平升高,风险逐渐增加($P_{趋势}<0.05$)。

3 讨论

本研究发现,体力活动和静态行为与儿童 20 m SRT呈独立相关。相比于体力活动水平高且静态行为水平较低者,体力活动水平低或静态行为水平较高者 20 m SRT 成绩较差的风险均增加,并且随着体力活动水平的降低和静态行为水平升高,风险逐渐增加,存在剂量-反应关系。提示体力活动水平越低且静态行为水平较高的儿童具有更高的危险性。

本研究表明,体力活动和静态行为与儿童心肺耐力独立相关,可能和两者对健康效应的不同影响机制有关,与部分研究一致^[7-8]。有学者指出,静态行为带来的健康影响并不等同于体力活动不足,也不是中高强度体力活动的反方向效果,而有独特的特征^[13]。Steven 等^[14]2012 年提出的模型认为,静态行为能迅速激发强烈的细胞和分子信号,从而引发相关的生理反应。有研究表明,静态行为可导致线粒体浓度快速降低^[15],肌肉萎缩而力量下降^[16],卧床 3 周可诱导一系列生理反应,包括神经-激素变化、体液平衡失调、最

大摄氧量降低等^[17],均会导致心肺耐力水平的下降。而体力活动不足直接引起骨骼肌和全身能量的消耗减少,引发血液动力学适应性改变的进展较缓慢^[18]。然而,与一些客观测量体力活动和静态行为的研究结果不一致。一项丹麦的研究发现,在调整中高强度体力活动时,静态行为与三、四年级学生的心肺耐力无关^[19];另一项在英国男性足球运动员中进行的研究表明,体力活动和静态行为与儿童心肺耐力相关但不相互独立^[10]。存在差异的原因可能和样本人群特征及测量方法有关。有研究指出,客观测量工具如加速度计等在评价静态行为时容易将站立和某些局部运动(如佩戴腕式加速度计时的骑行、臀式加速度计的手部重量锻炼活动等)错误分类为静坐时间^[20],可能会高估静态行为水平而低估与心肺耐力的关联。

国外已有研究在成人和儿童中观察到体力活动和静态行为对多种健康结局的联合作用。Kozey 等^[21]对比 57 名超重/肥胖成年人进行体力活动和静态行为干预的单独和联合效应,发现联合干预引起单独干预时未表现的代谢标志物改善,提示减少静态行为和增加身体活动水平可能存在有益的协同效应。Ekelund 等^[22]的 Meta 分析发现,随着静态行为增加以及活动水平的下降,成人的全因死亡风险几乎呈曲线增加。Santos 等^[8]研究发现,相比于体力活动不达标且静态行为水平高的儿童,体力活动达标且静态水平低者心肺耐力健康的可能性增加 81%。Marques 等^[23]研究表明,体力活动达标且静态行为水平低者体质综合得分高的可能性是体力活动不达标且静态水平高者的

1.38 倍。本研究拓展了以往的儿童研究结果,观察到体力活动不足和静态水平高的联合作用与心肺耐力密切相关,并且随着体力活动的降低,风险逐渐增加,呈现剂量-反应关系。可能因为静态行为过多和体力活动不足均可直接引起骨骼肌收缩活动减少,并随静坐少动的程度上升而加重,导致能量需求驱动不足。有研究表明,未经训练者的心肺耐力受骨骼肌对线粒体中氧气的需求限制,尽管氧气供应充足^[24]。另一方面,静态行为(尤其是看电视)还与零食等高能量食物摄入过多有关^[25],能量摄入增加而消耗减少,增加肥胖和胰岛素抵抗的风险,影响葡萄糖运转能力,进而导致心肺耐力受限于能量供应不足^[18]。然而,由于本研究为横断面研究,无法进行因果推断。未来需要更多的纵向研究追踪体力活动不足和静态行为过多对儿童心肺耐力的联合效应,并阐明其内在的生物学机制。

4 参考文献

- [1] 尹小俊.心肺耐力是儿童青少年体质健康的重要维度[J].中国学校卫生,2017,38(12):1761-1764.
- [2] DE ANDRADE G E, AUGUSTO S S D, GIMENES N H. Prevalence and factors associated with low aerobic performance levels in adolescents: a systematic review[J]. Curr Pediatr Rev, 2015, 11(1): 56-70.
- [3] BAI Y, CHEN S, LAURSON K R, et al. The associations of youth physical activity and screen time with fatness and fitness: the 2012 NHANES national youth fitness survey[J]. PLoS One, 2016, 11(1): e148038.
- [4] POZUELO-CARRASCOSA D P, GARCIA-HERMOSO A, ALVAREZ-BUENO C, et al. Effectiveness of school-based physical activity programmes on cardiorespiratory fitness in children: a meta-analysis of randomised controlled trials[J]. Br J Sports Med, 2018, 52(19): 1234-1240.
- [5] Sedentary Behaviour Research Network. Letter to the editor; standardized use of the terms "sedentary" and "sedentary behaviours" [J]. Appl Physiol Nutr Metab, 2012, 37(3): 540-542.
- [6] VAN EKRIS E, ALTENBURG T M, SINGH A S, et al. An evidence-update on the prospective relationship between childhood sedentary behaviour and biomedical health indicators: a systematic review and meta-analysis[J]. Obes Rev, 2016, 17(9): 833-849.
- [7] 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.
- [8] SANTOS R, MOTA J, OKELY A D, et al. The independent associations of sedentary behaviour and physical activity on cardiorespiratory fitness[J]. Br J Sports Med, 2014, 48(20): 1508-1512.
- [9] 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.
- [10] FENTON S A, DUDA J L, BARRETT T. Inter-participant variability in daily physical activity and sedentary time among male youth sport footballers: independent associations with indicators of adiposity and cardiorespiratory fitness[J]. J Sports Sci, 2016, 34(3): 239-251.
- [11] MOREIRA C, SANTOS R, RUIZ J R, et al. Comparison of different VO₂ (2max) equations in the ability to discriminate the metabolic risk in Portuguese adolescents[J]. J Sci Med Sport, 2011, 14(1): 79-84.
- [12] LV Y, CAI L, GUI Z, et al. Effects of physical activity and sedentary behaviour on cardiometabolic risk factors and cognitive function in children: protocol for a cohort study [J]. BMJ Open, 2019, 9(10): e30322.
- [13] van der PLOEG H P, HILLSDON M. Is sedentary behaviour just physical inactivity by another name? [J]. Int J Behav Nutr Phys Act, 2017, 14(1): 142.
- [14] BOUCHARD C, BLAIR S N, HASKELL W L. Physical activity and health[M]. 2nd ed. Champaign, IL: Human Kinetics, 2012: 107-112.
- [15] MORRISON P R, MONTGOMERY J A, WONG T S, et al. Cytochrome c protein-synthesis rates and mRNA contents during atrophy and recovery in skeletal muscle[J]. Biochem J, 1987, 241(1): 257-263.
- [16] THOMASON D B, BOOTH F W. Atrophy of the soleus muscle by hindlimb unweighting[J]. J Appl Physiol, 1990, 68(1): 1-12.
- [17] MCGUIRE D K, LEVINE B D, WILLIAMSON J W, et al. A 30-year follow-up of the dallas bedrest and training study: II. Effect of age on cardiovascular adaptation to exercise training [J]. Circulation, 2001, 104(12): 1358-1366.
- [18] BOOTH F W, ROBERTS C K, THYFAULT J P, et al. Role of inactivity in chronic diseases: evolutionary insight and pathophysiological mechanisms[J]. Physiol Rev, 2017, 97(4): 1351-1402.
- [19] HJORTH M F, CHAPUT J P, MICHAELSEN K, et al. Seasonal variation in objectively measured physical activity, sedentary time, cardiorespiratory fitness and sleep duration among 8-11 year-old Danish children: a repeated-measures study[J]. BMC Public Health, 2013, 13(1): 808.
- [20] KIM Y, LEE J M, PETERS B P, et al. Examination of different accelerometer cut-points for assessing sedentary behaviors in children[J]. PLoS One, 2014, 9(4): e90630.
- [21] KOZEY K S, LYDEN K, STAUDENMAYER J, et al. The independent and combined effects of exercise training and reducing sedentary behavior on cardiometabolic risk factors[J]. Appl Physiol Nutr Metab, 2014, 39(7): 770-780.
- [22] EKELUND U, STEENE-JOHANNESSEN J, BROWN W J, et al. Does physical activity attenuate, or even eliminate, the detrimental association of sitting time with mortality? A harmonised meta-analysis of data from more than 1 million men and women [J]. Lancet, 2016, 388(10051): 1302-1310.
- [23] MARQUES A, SANTOS R, EKELUND U, et al. Association between physical activity, sedentary time, and healthy fitness in youth[J]. Med Sci Sports Exerc, 2015, 47(3): 575-580.
- [24] GIFFORD J R, GARTEN R S, NELSON A D, et al. Symmorphosis and skeletal muscle VO₂ max: in vivo and in vitro measures reveal differing constraints in the exercise-trained and untrained human[J]. J Physiol, 2016, 594(6): 1741-1751.
- [25] HOBBS M, PEARSON N, FOSTER P J, et al. Sedentary behaviour and diet across the lifespan: an updated systematic review[J]. Br J Sports Med, 2015, 49(18): 1179-1188.

收稿日期: 2019-09-30; 修回日期: 2019-11-21