

# 天津初中生体力活动与体脂肪指标的相关性

刘洲, 王剑, 张晓丹

天津体育学院体育教育与教育科学学院, 天津 301617

**【摘要】 目的** 探讨青春期学生体力活动与体脂肪指标的相关性, 为改善国内青少年超重肥胖现象以及为干预策略的制定提供理论依据。**方法** 在天津市实验中学、天津市四十一中学、天津师范大学附属中学招募 366 名初中生, 采用 ActiGraPh-GT3X 加速度计采集 7 d 日常体力活动数据, 采用 InBody 520 人体成分分析仪测量身体成分, 采用 Pearson 偏相关分析体力活动水平与体脂肪指标之间的相关性。**结果** 男、女生年龄、体质量指数(BMI)、腰围身高比、脂肪含量差异均无统计学意义( $P$  值均 $>0.05$ ), 男生体脂百分比低于女生( $t=-4.73, P<0.01$ ); 不同性别学生轻体力活动(light physical activity, LPA)时间差异无统计学意义( $P>0.05$ ), 男生中等强度体力活动(moderate physical activity, MPA)、中高强度体力活动(moderate-to-vigorous physical activity, MVPA)、高强度体力活动(vigorous physical activity, VPA)时间均高于女生, 久坐时间低于女生( $t$  值分别为 2.64, 3.23, 4.24, -2.85,  $P$  值均 $<0.01$ ); 男、女生超重组和肥胖组 LPA, MPA, MVPA, VPA 时间均低于正常组, 但久坐时间高于正常组( $F$  值分别为 14.63, 15.54,  $P$  值均 $<0.05$ )。男、女生腰围身高比、脂肪含量、体脂百分比与久坐时间均呈正相关, 与 LPA, MPA, MVPA 时间均呈负相关( $P$  值均 $<0.05$ )。**结论** 男生体脂百分比低于女生且体力活动水平更高, 正常体重青少年比超重、肥胖青少年体力活动水平更高。长期坚持一定的体力活动并适当减少久坐时间, 对于青少年有效控制体重、预防慢性疾病有着至关重要的作用。

**【关键词】** 青春期; 运动活动; 体脂肪率; 学生

**【中图分类号】** G 804 G 807 **【文献标识码】** A **【文章编号】** 1000-9817(2019)08-1190-04

**Optimal relationship between physical activity and body fat indexes during puberty/LIU Zhou, WANG Jian, ZHANG Xiaodan.**  
*School of Physical Education and Education Science, Tianjin University of Sport, Tianjin (301617), China*

**【Abstract】 Objective** To explore the optimal correlation between physical activity and body fat indexes during pubertal transition, and to provide a reference for reducing obesity of adolescents and making the interventional measures. **Methods** A total of 366 junior high school students were recruited. ActiGraPh-GT3X accelerometer was used to collect daily physical activity data for 7 days. InBody 520 was used to assess body composition. Pearson partial correlation was used to analyze the correlation between physical activity level and body composition. Curve fitting was used to construct the optimal model of physical activity and body fat index. **Results** There was no gender difference in waist height ratio and fat mass between boys and girls( $P>0.05$ ), and the percentage of body fat in boys was significantly lower than that in girls( $t=-4.73, P<0.01$ ). There was no gender difference in light physical activity (LPA) time between boys and girls ( $P>0.05$ ). The time of moderate physical activity (MPA), moderate-to-vigorous physical activity (MVPA) and vigorous physical activity (VPA) in boys was significantly higher than that in girls ( $P<0.01$ ). The sedentary time in boys was significantly lower than that in girls ( $t=2.64, 3.23, 4.24, -2.85, P<0.01$ ). For overweight and obese group, less time was spent in LPA, MPA, MVPA and VPA compared with normal group, while more time spent in sedentary time. Waist height ratio, fat mass and body fat percentage among male and female adolescents were positively correlated with sedentary time ( $F=14.63, 15.54, P<0.01$ ), while negatively correlated with LPA, MPA and MVPA time ( $P<0.05$ ). **Conclusion** The body fat percentage was higher in boys than in girls, and the level of physical activity was even higher in boys than in girls. The adolescents of normal weight has got a higher level of physical activity than over weight or obese adolescents. Long-term adherence to certain physical activities and appropriate reduction of sedentary time are of vital importance for teenagers to effectively control their weight and prevent chronic diseases.

**【Key words】** Puberty; Motor activity; Adiposity; Students

青春期是个体从儿童向成年逐渐过渡的时期, 是生长发育过程中一个极其重要的阶段。在该阶段, 身

体各种成分的含量均在增长, 身体成分变化作为青春期生长发育的内在反映, 是评价身体发育的良好指征<sup>[1]</sup>。国内外研究显示, 肥胖与体力活动密切相关, 低水平的体力活动及长时间久坐不动行为易导致超重或肥胖的发生<sup>[2-9]</sup>, 适当进行体力活动有助于改善青少年的身体成分<sup>[2-12]</sup>。本研究旨在探讨青春期体力活动与体脂肪指标的相关性, 为改善国内青少年超重及肥胖现象以及为干预策略的制定提供理论依据。

**【基金项目】** 中国大学生体协科研项目(201713512); 天津市高校人文社科项目(2017SK069)。

**【作者简介】** 刘洲(1995-), 男, 山东聊城人, 在读硕士, 主要研究方向为体质健康促进。

**【通讯作者】** 张晓丹, E-mail: zxd331@hotmail.com。

DOI: 10.16835/j.cnki.1000-9817.2019.08.019

1 对象与方法

1.1 对象 于 2018 年 6—9 月招募天津市实验中学、天津市四十一中学、天津师范大学附属中学初中生进行测试。纳入标准:(1)年龄 12~15 岁;(2)受试者自愿参与本研究并能够完成所有测试。排除标准:(1)存在严重生理缺陷及患有心血管疾病者;(2)由于个人原因未完成所有测试者。最终纳入 366 名学生,其中男生 174 名,女生 192 名。所有受试者及家长均签署知情同意书。本研究获得天津体育学院伦理委员会批准。

1.2 方法

1.2.1 身高、体重、腰围测量 采用国产 HF-300 系列身高-体重测试仪测量受试者的身高及体重。身高精确度为 0.1 cm,体重精确度为 0.1 kg。腰围测量部位在肋骨下缘和髂嵴顶部连线的中点,精确度为 0.1cm。根据身高体重计算体质量指数(BMI)[BMI=体重(kg)/身高<sup>2</sup>(m<sup>2</sup>)]。

1.2.2 体力活动及身体成分测量 于 2018 年 9 月 7—27 日,采用 ActiGraPh-GT3X 加速度计配合纸质版的 Bouchard 7 d 体力活动日记测量受试者 7 d 日常体力活动情况。测试前将受试者基本信息录入加速度计,并说明测试过程。要求将设备戴在右侧髂部,除洗澡和其他水上活动外其他时间必须佩戴,不可随意交换佩戴或摘下。加速度计有效记录所需体力活动时间至少 3 d,包括 2 个上学日和周末至少 1 d<sup>[13]</sup>。Evenson Children(2008)方程规定的体力活动界值点:久坐不动(sedentary,SD)为 0~100 counts/min,轻体力活动(light physical activity, LPA)为 101~2 295 counts/min,中等强度体力活动(moderate physi-

cal activity,MPA)为 2 296~4 011 counts/min,高强度体力活动(vigorous physical activity, VPA)为 ≥4 012 counts/min<sup>[14]</sup>。世界卫生组织体力活动指南建议每天从事≥60 min 的中高强度体力活动(moderate-to-vigorous physical activity,MVPA)<sup>[15]</sup>。于 2018 年 9 月 12—13 日、19—20 日、26—27 日,采用 InBody 520 人体成分分析仪对受试者进行身体成分测试。

1.2.3 肥胖指标的评估 采用《学龄儿童青少年超重与肥胖筛查》<sup>[16]</sup>界定超重、肥胖。采用腰围身高比作为中心性肥胖的评价指标,腰围身高比临界值≥0.5 与身心代谢风险密切相关<sup>[17]</sup>。

1.3 统计分析 采用 SPSS 22.0 软件对数据进行统计学处理。采用 Kolmogorov-Smirnov 检验男、女生各项指标是否服从正态分布,若数据符合正态分布,采用独立样本 *t* 检验分析各指标的性别差异;若不服从正态分布,采用 Wilcoxon 秩和检验进行性别间比较。采用单因素方差分析青少年不同肥胖程度,不同体力活动水平之间的差异性。受试者体力活动与其身体成分之间的相关性分析,采用 Pearson 偏相关分析受试者体力活动与身体成分的相关性。检验水准 α=0.05。

2 结果

2.1 基本情况 男、女生年龄、BMI、腰围身高比和脂肪含量差异均无统计学意义(*P* 值均>0.05)。女生身高、体重、腰围、去脂体重低于男生,但体脂百分比高于男生(*P* 值均<0.01)。366 名被试中有 9.3%(34 名)属于超重,7.7%(28 名)属于肥胖。21.9%(80/366)的学生腰围身高比大于 0.5。见表 1。

表 1 不同性别学生基本情况比较(̄x±s)

| 性别         | 人数  | 年龄/岁     | 身高/cm     | 体重/kg     | BMI/<br>(kg·m <sup>-2</sup> ) | 腰围/cm     | 腰围身高比   | 脂肪含量/kg  | 体脂<br>百分比/% | 去脂体重/kg  |
|------------|-----|----------|-----------|-----------|-------------------------------|-----------|---------|----------|-------------|----------|
| 男          | 174 | 13.2±1.1 | 165.5±9.5 | 59.8±10.8 | 23.6±5.5                      | 75.5±14.2 | 0.5±0.1 | 14.2±2.4 | 21.7±3.5    | 45.6±9.2 |
| 女          | 192 | 13.0±0.8 | 158.2±5.8 | 51.4±9.8  | 23.4±5.6                      | 69.3±8.7  | 0.4±0.1 | 15.1±2.6 | 28.3±3.9    | 36.2±4.2 |
| 合计         | 366 | 13.1±1.0 | 161.7±8.6 | 55.4±10.3 | 23.5±5.5                      | 72.3±12.0 | 0.5±0.1 | 14.7±2.5 | 25.2±3.7    | 40.7±6.5 |
| <i>t</i> 值 |     | 1.70     | 6.15      | 4.05      | 1.81                          | 3.53      | 1.80    | -0.72    | -4.73       | 8.68     |
| <i>P</i> 值 |     | 0.09     | 0.00      | 0.00      | 0.07                          | 0.00      | 0.07    | 0.48     | 0.00        | 0.00     |

2.2 不同性别学生体力活动情况比较 被试学生中只有 26.2%(96 名)每天从事≥60min 的 MVPA。不同性别学生加速度计佩戴时间、LPA 时间差异均无统计学意义(*P* 值均>0.05),但女生 MPA,MVPA,VPA,总

PA 活动量及总能量消耗均低于男生(*P* 值均<0.01)。男、女生平均久坐时间为(568.0±90.2)min,占佩戴加速度计总时间的 66.4%。其中,女生久坐时间高于男生(*P*<0.01)。见表 2。

表 2 不同性别学生每天体力活动及能量消耗情况比较(̄x±s)

| 性别         | 人数  | 佩戴时间/<br>min | 久坐时间/<br>min | LPA 时间/<br>min | MPA 时间/<br>min | VPA 时间/<br>min | MVPA 时间/<br>min | 总 PA 活动量<br>/counts·d <sup>-1</sup> | 总能量消耗/<br>kcal |
|------------|-----|--------------|--------------|----------------|----------------|----------------|-----------------|-------------------------------------|----------------|
| 男          | 174 | 849.4±71.1   | 548.4±88.1   | 238.6±38.6     | 51.4±9.6       | 4.9±1.2        | 56.2±13.2       | 273 846.1±48 456.8                  | 2 486.5±404.4  |
| 女          | 192 | 859.8±68.1   | 585.8±88.9   | 226.7±35.7     | 43.7±8.4       | 2.4±0.5        | 46.1±10.9       | 223 604.0±35 875.5                  | 2 079.3±218.6  |
| 合计         | 366 | 854.9±69.5   | 568.0±90.2   | 232.4±37.1     | 47.3±9.1       | 3.6±0.8        | 50.9±12.1       | 247 489.6±41 862.5                  | 2 272.9±379.2  |
| <i>t</i> 值 |     | -1.01        | -2.85        | 1.18           | 2.64           | 4.24           | 3.23            | 4.36                                | 8.35           |
| <i>P</i> 值 |     | 0.31         | 0.00         | 0.24           | 0.00           | 0.00           | 0.00            | 0.00                                | 0.00           |

注:1 kcal=4.18 kJ。

2.3 不同肥胖程度学生体力活动情况比较 超重和肥胖组中,不同性别学生 LPA,MPA,MVPA,VPA 时间差异均无统计学意义( $P$  值均 $>0.05$ )。正常组女生 LPA,MPA,MVPA,VPA 时间均低于男生,但久坐时间高于男生( $P$  值均 $<0.05$ )。

男生超重组和肥胖组 LPA,MPA,MVPA,VPA 时间低于正常组,但久坐时间高于正常组( $P$  值均 $<0.05$ )。女生超重组和肥胖组 LPA,MPA,MVPA 时间低于正常组,但久坐时间高于正常组( $P$  值均 $<0.01$ );VPA 差异无统计学意义( $P>0.05$ )。见表 3。

表 3 不同肥胖程度受试者每天体力活动时间比较/(min, $\bar{x}\pm s$ )

| 性别 | 肥胖程度 | 人数  | 统计值   | 久坐                               | LPA                            | MPA                          | VPA                         | MVPA                          |
|----|------|-----|-------|----------------------------------|--------------------------------|------------------------------|-----------------------------|-------------------------------|
| 男  | 正常   | 136 |       | 522.1 $\pm$ 83.7                 | 259.6 $\pm$ 48.8               | 58.4 $\pm$ 8.6               | 5.9 $\pm$ 0.8               | 64.3 $\pm$ 14.9               |
|    | 超重   | 18  |       | 608.7 $\pm$ 69.5 <sup>#</sup>    | 187.6 $\pm$ 33.5 <sup>##</sup> | 34.2 $\pm$ 6.7 <sup>##</sup> | 2.4 $\pm$ 0.5 <sup>##</sup> | 38.6 $\pm$ 8.8 <sup>##</sup>  |
|    | 肥胖   | 20  |       | 612.3 $\pm$ 61.1 <sup>##</sup>   | 191.8 $\pm$ 39.4 <sup>##</sup> | 36.1 $\pm$ 7.9 <sup>##</sup> | 2.4 $\pm$ 0.5 <sup>##</sup> | 36.6 $\pm$ 7.8 <sup>##</sup>  |
|    |      |     | $F$ 值 | 14.63                            | 13.50                          | 11.42                        | 4.00                        | 12.77                         |
|    |      |     | $P$ 值 | 0.00                             | 0.00                           | 0.00                         | 0.22                        | 0.00                          |
| 女  | 正常   | 167 |       | 564.6 $\pm$ 77.8 <sup>**</sup>   | 236.5 $\pm$ 47.6 <sup>*</sup>  | 46.2 $\pm$ 8.5 <sup>**</sup> | 5.6 $\pm$ 0.7 <sup>**</sup> | 48.7 $\pm$ 11.7 <sup>**</sup> |
|    | 超重   | 16  |       | 697.9 $\pm$ 54.5 <sup>**##</sup> | 180.1 $\pm$ 32.4 <sup>##</sup> | 31.2 $\pm$ 6.3 <sup>##</sup> | 1.6 $\pm$ 0.2               | 32.8 $\pm$ 7.3 <sup>##</sup>  |
|    | 肥胖   | 9   |       | 705.9 $\pm$ 36.7 <sup>**##</sup> | 157.5 $\pm$ 16.3 <sup>##</sup> | 27.2 $\pm$ 5.4 <sup>##</sup> | 1.4 $\pm$ 0.2               | 28.4 $\pm$ 5.8 <sup>##</sup>  |
|    |      |     | $F$ 值 | 15.54                            | 6.41                           | 5.30                         | 2.51                        | 5.73                          |
|    |      |     | $P$ 值 | 0.00                             | 0.00                           | 0.01                         | 0.09                        | 0.00                          |

注:与男生相比,\* $P<0.05$ ,\*\* $P<0.01$ ;与正常体重相比,## $P<0.05$ ,### $P<0.01$ 。

2.4 不同强度体力活动与体脂肪指标的相关性 男生腰围身高比、脂肪含量、体脂百分比与久坐时间均呈正相关,与 LPA,MPA,MVPA,VPA 时间均呈负相关( $P$  值均 $<0.01$ )。女生腰围身高比、脂肪含量、体脂百

分比与久坐时间呈正相关,与 LPA,MPA,MVPA 时间呈负相关( $P$  值均 $<0.05$ );与 VPA 时间的相关无统计学意义( $P>0.05$ )。见表 4。

表 4 不同强度体力活动和体脂肪指标的相关分析( $r$  值)

| 性别               | 身体成分  | 久坐时间              | LPA 时间             | MPA 时间             | VPA 时间             | MVPA 时间            |
|------------------|-------|-------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|
| 男<br>( $n=174$ ) | 腰围身高比 | 0.5 <sup>**</sup> | -0.5 <sup>**</sup> | -0.5 <sup>**</sup> | -0.3 <sup>**</sup> | -0.5 <sup>**</sup> |
|                  | 脂肪含量  | 0.5 <sup>**</sup> | -0.4 <sup>**</sup> | -0.5 <sup>**</sup> | -0.3 <sup>**</sup> | -0.5 <sup>**</sup> |
|                  | 体脂百分比 | 0.5 <sup>**</sup> | -0.4 <sup>**</sup> | -0.5 <sup>**</sup> | -0.3 <sup>**</sup> | -0.6 <sup>**</sup> |
| 女<br>( $n=192$ ) | 腰围身高比 | 0.3 <sup>**</sup> | -0.2 <sup>*</sup>  | -0.3 <sup>*</sup>  | -0.1               | -0.3 <sup>**</sup> |
|                  | 脂肪含量  | 0.4 <sup>**</sup> | -0.2 <sup>*</sup>  | -0.3 <sup>**</sup> | -0.1               | -0.3 <sup>**</sup> |
|                  | 体脂百分比 | 0.3 <sup>**</sup> | -0.2 <sup>*</sup>  | -0.3 <sup>**</sup> | -0.1               | -0.3 <sup>**</sup> |

注:\* $P<0.05$ ,\*\* $P<0.01$ 。

3 讨论

本研究对天津市 366 名初中生身体成分进行测量及统计发现,9.3%的学生属于超重,7.7%属于肥胖,说明本研究中青少年超重、肥胖发生率较高。腰围身高比是判断中心性肥胖的重要指标,本研究中大约 21.9%的受试者腰围身高比大于 0.5,表明青少年具有患心血管病的风险,如未能采取有效的干预措施,可能会造成家庭及社会的负担。

本研究发现,除低强度体力活动外,其他强度体力活动均存在性别差异。男生 MPA,MVPA,VPA 时间高于女生,但久坐时间低于女生<sup>[13]</sup>。男女平均久坐时间占佩戴加速度计总时间的 66.4%,说明本研究中青少年的体力活动总体呈现久坐少动特征。本研究受试群体中男、女生日累计 MVPA 时间分别为(56.2 $\pm$ 13.2)(46.1 $\pm$ 10.9) min。虽然均高于我国青少年男、女生日累计 MVPA 的平均数(27,24 min<sup>[18]</sup>),但在

60 min及以上的人群比例仅为 26%,仍低于美国青少年人群<sup>[19]</sup>。说明本研究中绝大多数青少年日累计 MVPA 时间并不满足世界卫生组织关于该年龄段的推荐量。体力活动对心血管健康益处是多方面的,与长期不运动相比,在中高等强度体力活动水平下发生重大心血管疾病风险较低<sup>[20-21]</sup>。

已有研究证实肥胖与体力活动密切相关,青少年体力活动水平越高,体脂状况越好。较低水平的体力活动以及长时间的久坐不动行为会导致肥胖,而适当进行体力活动有助于减少体内脂肪堆积,改善青少年身体成分<sup>[4,6-9-10,21-22]</sup>。本研究中超重组和肥胖组学生 LPA,MPA,MVPA,VPA 时间均低于正常组,但久坐时间高于正常组,推测超重、肥胖学生可能需要更长时间、更高强度的体力活动才能起到降低肥胖率的效果。说明久坐时间对肥胖的影响同样重要。

已有研究证实久坐(如写作业、看电视和玩游戏

等)不利于身体健康<sup>[23]</sup>,青少年在看电视上花费的时间与肥胖密切相关<sup>[24]</sup>。与国内外相关研究成果相似,腰围身高比、体脂百分比、脂肪含量与不同强度体力活动时间呈负相关,与久坐时间呈正相关<sup>[8,25]</sup>。但本研究女生体脂肪指标与 VPA 时间不存在相关性,可能是由于其 VPA 时间较少造成的。国内外诸多研究已经证实,对于不同年龄的青少年而言,花费更多时间进行体力活动可能比久坐更有益于健康,特别是参与中等强度及以上的体力活动更有利于改善青少年的肥胖状况<sup>[8,21,26]</sup>。

综上所述,青春期是身体发育的关键时期,也是培养良好生活行为,打造健康身体基础的关键时期。建议青少年积极从事体力活动并适当减少久坐时间,有效控制脂肪堆积,促进身体健康。

#### 4 参考文献

- [1] 张晓丹.围青春时期体脂百分比与 BMI 最佳关系及增龄消长规律研究[J].中国体育科技, 2012,48(6):117-122.
- [2] GARCÍA-HERMOSO A, SAAVEDRA J M, RAMÍREZ-VÉLEZ R, et al. Reallocating sedentary time to moderate-to-vigorous physical activity but not to light-intensity physical activity is effective to reduce adiposity among youths: a systematic review and meta-analysis[J]. *Obes Rev*, 2017, 18(9):1088-1095.
- [3] TREMBLAY M S, COLLEY R C, SAUNDERS T J, et al. Physiological and health implications of a sedentary lifestyle[J]. *Appl Physiol Nutr Metab*, 2010, 35(6):725-740.
- [4] GRAF C, BENEKE R, BLOCH W, et al. Recommendations for promoting physical activity for children and adolescents in Germany. A consensus statement[J]. *Obes Facts*, 2014, 7(3):178-190.
- [5] 李红娟.重视儿童青少年体力活动促进[J].中国学校卫生, 2017, 38(7):961-963.
- [6] HJORTH M F, CHAPUT J P, RITZ C, et al. Fatness predicts decreased physical activity and increased sedentary time, but not vice versa: support from a longitudinal study in 8-to 11-year-old children[J]. *Int J Obes (Lond)*, 2014, 38(7):959-965.
- [7] SCHWARZFISCHER P, GRUSZFELD D, SOCHA P, et al. Longitudinal analysis of physical activity, sedentary behaviour and anthropometric measures from ages 6 to 11 years [J]. *Int J Behav Nutr Phys Act*, 2018, 15(1):126-134.
- [8] RISO E M, KULL M, MOOSES K, et al. Physical activity, sedentary time and sleep duration: associations with body composition in 10-12-year-old Estonian schoolchildren[J]. *BMC Public Health*, 2018, 18(1):496-502.
- [9] FATIMA Y, DOI S A, MAMUN A A. Longitudinal impact of sleep on overweight and obesity in children and adolescents: a systematic review and bias-adjusted meta-analysis[J]. *Obes Rev*, 2015, 16(2):137-149.
- [10] 李新,李晓彤,王正珍,等.不同运动量对少年心肺耐力和身体成分影响的干预研究[J].中国体育科技, 2017, 53(5):110-116.
- [11] 邹志春,陈佩杰.青少年体质、体力活动与心血管疾病发生风险之关系[J].上海体育学院学报, 2010, 34(6):50-54.
- [12] 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.
- [13] LAGUNA M, RUIZ J R, GALLARDO C, et al. Obesity and physical activity patterns in children and adolescents[J]. *J Paediatr Child Health*, 2013, 49(11):942-949.
- [14] 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.
- [15] WHO. Global recommendations on physical activity for health[M]. Switzerland: World Health Organization, 2010:18-21.
- [16] 季成叶,马冠生,张琳,等.学龄儿童青少年超重与肥胖筛查 WST 586—2018[EB/OL]. [2018-08-01]. <http://www.nhce.gov.cn/ewebeditor/uploadlife/2018/03/20180330094031236.pdf>.
- [17] KEEFER D J, CAPUTO J L, TSEH W. Waist-to-height ratio and body mass index as indicators of cardiovascular risk in youth[J]. *J Sch Health*, 2013, 83(11):805-809.
- [18] 何晓龙,庄洁,朱政,等.影响儿童青少年中高强度体力活动的建成环境因素:基于 GIS 客观测量的研究[J].体育与科学, 2017, 38(1):101-110, 151.
- [19] TROIANO R P, BERRIGAN D, DODD K W, et al. Physical activity in the united states measured by accelerometer[J]. *Med Sci Sports Exerc*, 2008, 40(1):181-188.
- [20] PANDEY A, SALAHUDDIN U, GARG S, et al. Continuous dose-response association between sedentary time and risk for cardiovascular disease: a meta-analysis[J]. *JAMA Cardiol*, 2016, 1(5):575-583.
- [21] TJØNN A E, LUND NILSEN T I, SLØRDRAHL S A, et al. The association of metabolic clustering and physical activity with cardiovascular mortality: the HUNT study in Norway[J]. *J Epidemiol Comm Health*, 2010, 64(8):690-695.
- [22] RICHMOND R C, DAVEY S G, MCMAHON G, et al. Assessing causality in the association between child adiposity and physical activity levels: a mendelian randomization analysis[J]. *PLoS Med*, 2014, 11(3):e1001618.
- [23] 李培红,吕燕,王梅.北京市儿童青少年静坐行为现状[J].中国学校卫生, 2016, 37(10):1476-1479.
- [24] LEBLANC A G, KATZMARZYK P T, BARREIRA T V, et al. Correlates of total sedentary time and screen time in 9-11 year-old children around the world: the international study of childhood obesity, lifestyle and the environment[J]. *PLoS One*, 2015, 10(6):1371-1390.
- [25] 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.
- [26] 关尚一,朱为模.青少年心血管代谢性健康风险与身体活动的剂量效应[J].体育学刊, 2013, 20(6):120-125.

收稿日期:2019-05-10;修回日期:2019-05-30