

高中生身体质量指数与身体素质相关性研究

马宇驰, 王 凯*

江苏师范大学体育学院, 江苏 徐州

收稿日期: 2023年5月5日; 录用日期: 2023年6月5日; 发布日期: 2023年6月13日

摘 要

目的: 分析高中生身体质量指数与身体素质之间的相关性。方法: 以山东省某高中为抽样单位, 共抽取在校学生1085人, 分别测量男女学生BMI与身体素质相关指标。结果: 有60.2%的学生BMI处于正常范围, 其中男生50 m跑、1000 m跑与BMI之间存在正相关, 女生800 m跑与BMI之间存在正相关; 男生立定跳远、引体向上与BMI之间存在负相关, 女生立定跳远、仰卧起坐与BMI之间存在负相关。结论: BMI与高中生各项身体素质指标具有相关性, 且低体重组及正常组学生的身体素质优于超重组、肥胖组。

关键词

身体质量指数, 身体素质, 高中生, 相关性

Study on the Relationship between Body Mass Index and Physical Fitness in High School Students

Yuchi Ma, Kai Wang*

School of Physical Education, Jiangsu Normal University, Xuzhou Jiangsu

Received: May 5th, 2023; accepted: Jun. 5th, 2023; published: Jun. 13th, 2023

Abstract

Objective: To analyze the correlation between body mass index and physical quality of high school students. **Methods:** Taking a high school in Shandong Province as a sampling unit, a total of 1085 students were selected to measure the BMI and physical fitness of male and female students. Re-

*通讯作者。

sults: 60.2% of the students' BMI was in the normal range, among which there was a positive correlation between male students' 50 m and 1000 m running and BMI, and there was a positive correlation between female students' 800 m running and BMI; there is a negative correlation between BMI and standing long jump, pull-up for boys, while there is a negative correlation between standing long jump, sit-ups and BMI for girls. Conclusion: BMI is correlated with various physical quality indexes of high school students, and the physical quality of students in low body weight group and normal group is better than that in super weight group and obese group.

Keywords

Body Mass Index (BMI), Physical Fitness, Senior High School Student, Correlation

Copyright © 2023 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

由于社会、经济及科学技术的发展,使得人们生活水平提高,以及生活方式和生活习惯的改变,导致我国的青少年肥胖发生率快速增加,并且已成为一个严峻的社会健康问题[1]。

高中阶段学生正处于生长发育的高峰期,身心都处在发展的重要阶段。同时,又肩负着繁重的学习任务 and 升学压力,长时间久坐少动、营养过剩导致高中生超重和肥胖的发生率增长。高中生是建设祖国的后备力量,他们体质健康状况不仅影响其自身的学习和生活,还会影响整个社会的进步发展。

身体素质是指人体的基本活动能力,是人体各器官系统的机能在肌肉工作中的反映。良好的身体素质,是学生学习与生活的基础[2]。国外一项研究表明,肌肉力量和耐力的增加可能会降低肥胖风险,良好的身体素质可能是疾病风险的可靠预测因素,并有助于预防青少年超重和肥胖[3]。

身体质量指数(body mass index, BMI),又叫做体质指数。是根据身高、体重经公式计算,反映人体体重与身高的关系,同时也反映了脂肪在人体内的堆积情况,具有简单性和实用性的特点[4]。可用于评估青少年超重和肥胖,BMI异常可能会对人体的健康水平产生负面影响[5]。

本文通过对高中生的抽样调查,探讨了该群体身体质量指数与身体素质之间的关系,为提高高中生的身体素质与体质健康提供参考。

2. 对象与方法

2.1. 对象

本研究采用整群抽样法,以山东省某高中为抽样单位,抽取男生 574 名,女生 511 名的体质测试成绩为研究对象,剔除可疑数据,缺失数据采用均数替代的方法进行补充,并根据不同性别进行分析。

2.2. 方法

2.2.1. 身体形态测量

测量方法根据《国家学生体质健康标准(2014年修订)》要求进行,以 cm、kg 为单位。通过测试所得身高、体重数据计算出 BMI,公式为: $BMI = \text{体重(kg)} / \text{身高(m)}^2$ 。分类标准以中华人民共和国卫生行业标准筛查消瘦[6]、超重、肥胖[7]。

2.2.2. 身体素质测试

1) 立定跳远。测试前充分热身, 两脚自然开立立于起跳线后, 脚尖不许踩线和过线。起跳时充分预摆后双脚原地同时全力向前方跳跃, 测量起跳线后缘至最近触地点的垂直距离, 成绩以 cm (厘米) 为单位, 不计小数, 测试 3 次, 取最好成绩。

2) 坐位体前屈。采用体前屈测试仪进行测试, 学生坐在垫子上, 双腿伸直, 脚尖分开踩在测试计挡板上。双手并拢, 掌心向下, 上体前屈, 用中指尖慢慢推游标向前, 直到不能前伸。成绩以 cm (厘米) 为单位, 精确至 0.1 cm, 测试 2 次, 取最好成绩。

3) 50 m 跑。5 人为一组, 采用站立式起跑, 听到“跑”的口令后, 快速跑向终点, 以 s (秒) 为单位记录成绩, 精确至 0.1 s, 按非 0 进 1 原则进位。测试 2 次, 取最好成绩。

4) 引体向上。跳起双手正握单杠, 握距与肩同宽, 身体静止后, 双臂用力向上引体, 下颌超过横杠后还原开始状态为完成 1 次。反复做到力竭, 测 1 次。

5) 一分钟仰卧起坐。测试前要求屈膝仰卧, 双腿成 90°, 双手手指交叉于脑后, 肩胛触垫。开始后, 学生双手抱头用力收腹使躯干完成坐起动作, 两肘关节触及或超过双膝并还原即为完成 1 次。记录 1 分钟内完成的次数, 期间允许停顿休息。

6) 1000 m 跑/800m 跑。10 人为一组, 采用站立式起跑, 听到“跑”的口令后, 立即起跑, 当跑完全程, 躯干达终点线垂直面时停表。测试 1 次, 以 s (秒) 为单位记录成绩。

2.3. 数理统计法

将测试所得数据录入 Microsoft Excel 2019, 对数据进行筛选和整理, 处理好的数据导入 SPSS 25.0 统计软件, 进行数据分析。所有数据以均数 \pm 标准差 ($\bar{X} \pm S$) 表示。采用 Pearson 相关性检验, 对 BMI 与各项身体素质之间的相关性进行检验。不同 BMI 组间差异比较采用单因素方差分析, 使用 LSD 进行多重事后比较组内之间差异。以 $p < 0.05$ 为差异有统计学意义。

3. 研究结果

3.1. 高中生 BMI 分布特征

由表 1 可以看出, 该校学生体重正常者占绝大多数。BMI 正常的人数为 653 人, 占样本总数的 60.2%。低体重组为 169 人, 占样本总数的 15.6%。但是超重、肥胖人数分别为 153 人、110 人。男生超重肥胖率达到 27.7%, 女生超重肥胖率达到 20.3%。男生超重、肥胖比例高于女生, 而女生低体重组比例高于男生。

Table 1. BMI grouping of students of different genders

表 1. 不同性别学生 BMI 分布

	低体重	正常	超重	肥胖	N
男	99 (17.2%)	316 (55.1%)	87 (15.2%)	72 (12.5%)	574
女	70 (13.7%)	337 (66%)	66 (12.9%)	38 (7.4%)	511
合计	169 (15.6%)	653 (60.2%)	153 (14.1%)	110 (10.1%)	1085

3.2. 高中生 BMI 对身体素质的影响

50 米跑: 结合表 2、表 3 可知, 男女高中生 50 米跑的总成绩均与 BMI 呈正相关关系。其中男生 $R = 0.387$, $p < 0.01$, 女生 $R = 0.251$, $p < 0.01$, 可见 BMI 对速度素质的影响男生要大于女生。从分组成绩

来看, 男生 50 米跑成绩均值大小排序为: 肥胖组 > 超重组 > 正常组 > 低体重组。其中低体重组与超重组、低体重组与肥胖组、正常组与超重组、正常组与肥胖组、超重组与肥胖组存在显著性差异。女生 50 米跑成绩均值大小排序为: 肥胖组 > 超重组 > 低体重组 > 正常组。其中低体重组与超重组、低体重组与肥胖组、正常组与超重组、正常组与肥胖组、超重组与肥胖组存在显著性差异。说明 BMI 过高会对高中生速度素质产生较大影响, 体重偏低不会对成绩产生影响。

Table 2. Correlation between different BMI and physical fitness of boys and comparison of indicators
表 2. 不同 BMI 与男生身体素质的相关性和指标的比较

项目	R	p	总体	低体重	正常	超重	肥胖
50 m	0.387**	0.000	8.2 ± 1.1	7.8 ± 0.8	8.0 ± 1.0 ^{#&}	8.5 ± 1.1 ^{*&}	9.1 ± 1.3 [*]
1000 m	0.402**	0.000	308.2 ± 60.1	284.8 ± 50	299 ± 54.6 ^{*#&}	321 ± 58 ^{*&}	265.3 ± 65.8 [*]
引体向上	-0.302**	0.000	2.6 ± 3.7	4.1 ± 4.2	3 ± 4 ^{*#&}	1.7 ± 2.7 ^{*&}	0.4 ± 1.1 [*]
坐位体前屈	-0.056	0.181	5.2 ± 6.9	4.9 ± 6.6	5.6 ± 6.6	4.5 ± 7.9	4.2 ± 7.2
立定跳远	-0.234**	0.000	194.8 ± 37.6	208.2 ± 30.7	196.6 ± 38.9 ^{*#&}	186.1 ± 37.1 [*]	178.7 ± 33.9 [*]

注: *表示与低体重组相比, $p < 0.05$; #表示与超重组相比, $p < 0.05$; &表示与肥胖组相比, $p < 0.05$ 。

Table 3. Correlation between different BMI and physical fitness in girls and comparison of indicators
表 3. 不同 BMI 与女生身体素质的相关性和指标的比较

项目	R	p	总体	低体重	正常	超重	肥胖
50 m	0.251**	0.000	9.1 ± 0.8	9 ± 0.8	9 ± 0.7 ^{#&}	9.3 ± 0.9 ^{*&}	9.7 ± 0.8 [*]
1000 m	0.269**	0.000	265.5 ± 42.7	261.9 ± 40	259.7 ± 39.4 ^{#&}	278.6 ± 44.1 ^{*&}	300.4 ± 53 [*]
引体向上	-0.246**	0.000	28.4 ± 7.5	29.4 ± 7	29.4 ± 7 ^{#&}	25.9 ± 7.9 ^{*&}	22.1 ± 7.5 [*]
坐位体前屈	-0.026	0.565	11.9 ± 7	9.6 ± 7.3	12.6 ± 7.1 [*]	11.5 ± 6.2	10.4 ± 5.9
立定跳远	-0.110 [*]	0.013	167.2 ± 30.3	169.4 ± 32.1	169.3 ± 31 [#]	159 ± 27 [*]	159.5 ± 22

注: *表示与低体重组相比, $p < 0.05$; #表示与超重组相比, $p < 0.05$; &表示与肥胖组相比, $p < 0.05$ 。

1000 米/800 米跑: 结合表 2、表 3 可知, 男女高中生耐力跑的总成绩均与 BMI 呈正相关关系。其中男生 $R = 0.402$, $p < 0.01$, 女生 $R = 0.269$, $p < 0.01$, BMI 的影响上男生要大于女生。从分组成绩来看, 男生 1000 米成绩均值大小排序为: 肥胖组 > 超重组 > 低体重组 > 正常组。其中低体重组与正常组、低体重组与超重组、低体重组与肥胖组、正常组与超重组、正常组与肥胖组、超重组与肥胖组存在显著性差异。女生 800 米成绩均值大小排序为: 肥胖组 > 超重组 > 低体重组 > 正常组。其中低体重组与超重组、低体重组与肥胖组、正常组与超重组、正常组与肥胖组、超重组与肥胖组存在显著性差异。男女两组间最好成绩均为正常组, 说明 BMI 过高会对高中生耐力素质产生较大影响, 体重偏低不会对成绩产生影响。

坐位体前屈: 结合表 2、表 3 可知, 男女高中生 BMI 与坐位体前屈成绩之间无显著性相关关系。其中男生 $R = -0.056$, $p < 0.385$, 女生 $R = -0.026$, $p < 0.565$, 可见, 高中生 BMI 对柔韧性的并无明显的影响。但从分组成绩来看, 男生坐位体前屈成绩均值大小排序为: 正常组 > 超重组 > 低体重组 > 肥胖组。四组之间, 均不存在显著性差异。女生坐位体前屈成绩均值大小排序为: 正常组 > 超重组 > 肥胖组 > 低体重组。其中低体重组与正常组存在显著性差异。男女生成绩最好的都是正常组, 虽然与 BMI 无相关性,

但处于肥胖组的学生依然成绩最差。

立定跳远: 结合表 2、表 3 可知, 男女高中生立定跳远的总体成绩均与 BMI 呈负相关关系。其中男生 $R = -0.234$, $p < 0.01$, 女生 $R = -0.110$, $p < 0.05$, BMI 的影响上男女生之间相差不大。从分组成绩来看, 男生立定跳远成绩均值大小排序为: 低体重组 > 正常组 > 超重组 > 肥胖组。其中低体重组与正常组、低体重组与超重组、低体重组与肥胖组、正常组与超重组、正常组与肥胖组存在显著性差异。女生立定跳远成绩均值大小排序为: 低体重组 > 正常组 > 肥胖组 > 超重组。其中低体重组与超重组、正常组与超重组存在显著性差异。低体重组与正常组成绩要好于超重与肥胖组, 说明 BMI 过高会对高中生下肢力量产生较大影响。

引体向上/仰卧起坐: 结合表 2、表 3 可知, 男生引体向上与女生仰卧起坐的总体成绩均与 BMI 呈负相关关系。其中男生 $R = -0.302$, $p < 0.01$, 女生 $R = -0.246$, $p < 0.01$ 。从分组成绩来看, 男生引体向上均值大小排序为: 低体重组 > 正常组 > 超重组 > 肥胖组。其中低体重组与正常组、低体重组与超重组、低体重组与肥胖组、正常组与超重组、正常组与肥胖组、超重组与肥胖组存在显著性差异。前两组的成绩要好于后两组, 说明 BMI 过高会对男生上肢力量产生较大影响。女生仰卧起坐均值大小排序为: 低体重组 > 正常组 > 超重组 > 肥胖组。其中低体重组与超重组、低体重组与肥胖组、正常组与超重组、正常组与肥胖组、超重组与肥胖组存在显著性差异。同男生情况相似, 说明 BMI 过高会对女生腹部力量产生较大影响。

4. 分析讨论

本研究的目的是探讨 BMI 与高中生身体素质之间的关系。研究发现是 BMI 和身体素质存在关系。BMI 正常的学生能够较 BMI 过高或过低的学生, 表现出更好的身体素质。高中阶段属青春期中后期, 各种功能和器官发育趋进于成年人。因此, 脂肪过多堆积而导致体重过高和营养不良等导致的体重过低对身体负面影响逐渐显现。Malina 等人[8]的研究表明, 肥胖对美国儿童和青少年的身体运动能力有负面影响, 包括跳远、跳高和短跑。另一项研究报道, 中国正常体重儿童青少年心肺耐力功能优于体重不足、超重和肥胖儿童青少年[9]。

50 米跑是反映身体速度素质的指标, 同时也是考察腿部肌肉爆发力的测试项目。目前的结果显示, 该成绩与 BMI 呈正相关关系, 随 BMI 增加而增加。但低体重组成绩较正常组差, 分析可能是较低的 BMI 意味着学生的肌肉质量较低, 肌肉的横断面较小, 这可能会影响速度。而 BMI 较高的学生, 体内脂肪含量较高, 皮下脂肪厚, 大部分脂肪储存在臀部和腿部[10], 使肌肉收缩时产生摩擦, 降低了肌肉收缩的速度和爆发力[11]。同时, 运动时需要克服对应体重作用力, 这也会导致 50 米跑的成绩下降。从性别上来看, 生理上男生肌肉含量要高于女生。男生速度素质受 BMI 影响要大于女生, 这与 Santos 等人[12]的研究结果一致。

耐力跑主要反映学生心肺耐力水平, 本研究结果显示, 男女生耐力跑成绩与 BMI 呈正相关关系, 随 BMI 增加而增加。超重与肥胖学生的耐力素质较差, 与唐冕[13]对维族学生的调查结果一致, 男女超重组耐力跑平均成绩, 均低于偏瘦组与正常组。在四个 BMI 分组中, 低体重学生的表现优于肥胖超重学生, 因为低体重学生体内脂肪含量低, 跑动中负担小, 从而有助于耐力跑。而与正常体重的学生相比, 超重和肥胖体内脂肪过多, 负担过重, 会降低身体的肌肉耐力和有氧能力。Tartaruga 等人[14]研究发现, 大多数青少年长跑能力不足与自身处于肥胖有关, 主要原因在于过高的体重会导致呼吸功能下降, 影响心肺耐力, 降低个体运动能力和有氧代谢能力。郑冬华等人[15]通过比较中日 7~18 岁儿童青少年 BMI 与心肺耐力的相关性, 发现处于不正常的 BMI 是影响儿童青少年心肺耐力的重要影响因素。此外, 超重和肥胖使学生失去自信和参加体育锻炼的动力, 导致心肺耐力素质比同龄人差。因此, 肥胖程度越严重, 心

肺耐力水平越差。

坐位体前屈是评价柔韧性的指标,反映学生静止状态下腰部、髋关节和躯干的活动幅度。本研究表明,BMI与坐位体前屈的成绩之间并未发现显著相关关系。与之前的研究结果一致[16],可能是与其他身体素质相比,这项测试是通过坐姿进行的,身体无需克服自身的重力,受BMI的影响较小。从分组成绩上看,肥胖学生依然受到影响,成绩最差,可能是体内高脂肪含量阻碍了柔韧素质的发展。国外研究同样也发现,一项巴西的研究发现儿童腹部肥胖可能会影响下背部和腘绳肌的灵活性,并阻碍躯干达到极端伸展位置[17]。但本研究发现,低体重学生坐位体前屈的成绩比正常体重的学生差,原因可能是青春期对灵活性的抑制[18]。不同性别之间,女生成绩要好于男生可能因为女生的腰部脂肪通常比男生少,所以她们有更大的伸展灵活性。

立定跳远是测试学生下肢爆发力的指标。本结果显示,该成绩与BMI呈负相关关系,与林梦娴的研究结果一致,立定跳远成绩最好的是体质量正常组,超重或肥胖组成绩最差[19]。跳跃距离随BMI增加而缩小。正常组和低体重的学生在下肢爆发力方面明显优于超重与肥胖学生。肥胖学生比其他三个组的学生表现出的成绩更差。可能是因为,受到体脂的影响BMI较高的学生,跳跃时要比其他学生克服更多的自身体重,对相对力量要求较高[20]。故成绩最好是低体重组,其自重较小。

仰卧起坐是肌肉力量和耐力的评价指标。本研究表明,女生仰卧起坐的成绩与BMI值呈负相关关系,与其他BMI组相比,肥胖组女高中生在仰卧起坐方面的表现最差。这可能是由于腰腹部脂肪较高,肌肉质量较低。测试中还需要克服部分自身重力,体重较高者缺乏优势。体脂含量较高,腹部脂肪增多,降低了肌肉收缩的速度和爆发力,使动作的灵活性和协调性受到影响[21]。体重不足的学生仰卧起坐表现不佳的原因可能是其肌肉质量差,面积小导致的[22]。较多脂肪量不利于仰卧起坐等运动,可能是因为脂肪过多增加机体克服重力做功,耗能增加[23]。

引体向上是以自身上肢力量克服自身体重的测试。反映的是男生的上肢肌肉力量和耐力。男生引体向上的成绩与BMI值呈负相关关系,主要影响因素是上肢相对力量及耐力和体重。结果上看男生引体向上成绩普遍不佳,分析原因可能是超重肥胖学生平时不注重锻炼,导致上肢力量较差,体重较轻学生克服的阻力要小,说明相对力量越大的学生在引体向上的项目上具有优势。肥胖超重男生的相对肌肉力量差于其他体重正常和偏轻的男生。控制体重,发展主要肌群的绝对力量和耐力素质能够有效提高引体向上成绩[24]。

综上所述,BMI处于异常,无论低体重还是超重、肥胖都会对身体素质带来不利影响。超重、肥胖会使男、女生的有氧耐力、速度素质、下肢相对与爆发力及男生的上肢肌肉相对力量、女生的腹部肌肉耐力素质降低。同时,BMI较低也会对学生有氧耐力与速度素质产生影响。

本研究存在一些局限性。首先,总体样本量较少,仅限山东省,未来应扩大调查范围。其次,没有测量体脂百分比,肌肉质量等,可能很难全面阐明BMI对身体素质的影响。最后,本研究采用横断面研究,因此不能保证因果关系。建议未来的研究更多采用纵向研究,以了解高中生身体素质与超重/肥胖的因果关系。

5. 研究结论

该校男、女学生BMI处于正常范围的比例分别为55.1%,66%。表明大部分学生的体重都能维持在正常水平内。值得注意的是,超重、肥胖率分别为27.7%,20.3%。高中生BMI与50 m跑,800 m/1000m跑呈正相关关系,BMI越大,用时越多,成绩越差。与仰卧起坐/引体向上,立定跳远呈负相关关系,BMI越大,成绩越差。与坐位体前屈无相关关系。以BMI为基准分组,体重正常的学生身体素质最好,体重肥胖的学生身体素质最差,低体重组与超重组在二者之间。

基金项目

江苏师范大学 2022 年研究生科研与实践创新计划校级项目, 项目编号: 2022XKT1078。

参考文献

- [1] 林延敏, 王吉林, 宝音巴图. 体质指数对山西省青少年身体素质的影响分析[J]. 体育科技, 2020, 41(3): 63-65.
- [2] 冯晓玲. 我国青少年身体素质下降的成因分析与对策研究[D]: [博士学位论文]. 北京: 北京体育大学, 2012.
- [3] de Lima, T.R., Martins, P.C., Moreno, Y.M.F., et al. (2022) Muscular Fitness and Cardiometabolic Variables in Children and Adolescents: A Systematic Review. *Sports Medicine*, **52**, 1555-1575. <https://doi.org/10.1007/s40279-021-01631-6>
- [4] 季成叶. 中国学生超重肥胖 BMI 筛查标准的应用[J]. 中国学校卫生, 2004(1): 125-128.
- [5] Bovet, P., Auguste, R. and Burdette, H. (2007) Strong Inverse Association between Physical Fitness and Overweight in Adolescents: A Large School-Based Survey. *International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity*, **4**, Article No. 24. <https://doi.org/10.1186/1479-5868-4-24>
- [6] WS/T 456-2014, 学龄儿童青少年营养不良筛查[EB/OL]. <https://hbba.sacinfo.org.cn/attachment/onlineRead/8dfa4f569546fee01d6148f9b3cb86d0>, 2014-06-20.
- [7] WS/T 586-2018, 学龄儿童青少年超重与肥胖筛查[EB/OL]. <https://hbba.sacinfo.org.cn/attachment/onlineRead/a5078dab6bfd5b6495cdcce69424bbdd128f380aa93c7dbe5c58c67d9d2075e>, 2014-02-23.
- [8] Malina, R.M., Katzmarzyk, P.T. and Siegel, S.R. (1998) Overnutrition, Undernutrition and the Body Mass Index: Implications for Strength and Motor Fitness. *Medicine and Sport Science*, **43**, 13-26. <https://doi.org/10.1159/000061743>
- [9] 李明, 尹小俭, 李玉强, 等. 中国汉族儿童青少年体质量指数与 20 m 往返跑的相关性[J]. 中国学校卫生, 2017, 38(12): 1773-1776.
- [10] Riddiford-Harland, D.L., Steele, J.R. and Baur, L.A. (2006) Upper and Lower Limb Functionality: Are These Compromised in Obese Children? *International Journal of Pediatric Obesity*, **1**, 42-49. <https://doi.org/10.1080/17477160600586606>
- [11] 邱烈峰, 肖爽. 大学生体质量指数(BMI)与身体机能和身体素质相关性的研究[J]. 吉林体育学院学报, 2014, 30(6): 69-73.
- [12] Santos, R., Mota, J., Santos, D.A., et al. (2014) Physical Fitness Percentiles for Portuguese Children and Adolescents Aged 10-18 Years. *Journal of Sports Sciences*, **32**, 1510-1518. <https://doi.org/10.1080/02640414.2014.906046>
- [13] 唐觅. 维吾尔族不同体质量指数等级中小学生身体素质比较[J]. 中国学校卫生, 2012, 33(6): 744-745.
- [14] Tartaruga, M.P., Brisswalter, J., Mota, C.B., et al. (2013) Mechanical Work and Long-Distance Performance Prediction: The Influence of Allometric Scaling. *Journal of Human Kinetics*, **38**, 73-82. <https://doi.org/10.2478/hukin-2013-0047>
- [15] 郑冬华, 毕存箭, 尹小俭, 等. 中国日本儿童青少年体质量指数与心肺耐力的关系[J]. 中国学校卫生, 2019, 40(11): 1620-1623+1628.
- [16] 王少春, 闻一平. 不同 BMI 等级大学生间身体素质的比较研究[J]. 中国体育科技, 2007(5): 72-74+93.
- [17] Casonatto, J., Fernandes, R.A., Batista, M.B., et al. (2016) Association between Health-Related Physical Fitness and Body Mass Index Status in Children. *Journal of Child Health Care*, **20**, 294-303. <https://doi.org/10.1177/1367493515598645>
- [18] Xu, Y., Mei, M., Wang, H., et al. (2020) Association between Weight Status and Physical Fitness in Chinese Mainland Children and Adolescents: A Cross-Sectional Study. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, **17**, 2468. <https://doi.org/10.3390/ijerph17072468>
- [19] 林梦娟, 聂四平. 2034 例大学生 BMI 与身体素质指标的相关性[J]. 贵州医科大学学报, 2020, 45(5): 569-572.
- [20] 赵邦为, 孔振兴, 李红娟. 儿童青少年身体成分与身体素质的关系[J]. 中国学校卫生, 2022, 43(1): 19-22+27.
- [21] 杜杰, 邬盛鑫, 杨忠. 北京海淀区中小學生 BMI 与素质指标相关性分析[J]. 中国学校卫生, 2011, 32(11): 1291-1292+1295.
- [22] Kim, K. and Lee, T. (2016) Comparison of Muscular Activities in the Abdomen and Lower Limbs While Performing Sit-Up and Leg-Raise. *Journal of Physical Therapy Science*, **28**, 491-494. <https://doi.org/10.1589/jpts.28.491>

- [23] 张占平, 边文洪, 胡桃. 不同体质健康水平的大学生身体成分特征分析[J]. 中国校外教育, 2012(36): 153-154.
- [24] 何素艳, 石岩. 我国男生引体向上“零”分探因: 基于三角互证的研究策略[J]. 武汉体育学院学报, 2019, 53(10): 81-87.