DOI: 10.16835/j.cnki.1000-9817.2025267

· 生长发育与健康监测 ·

中国汉族 7~18 岁学生 2000—2019 年肺活量体重指数变化及未来趋势预测

周运[1,2],张偲莹[1],钟玉梅[1],唐丽君[1],李文革[1],吴修龙[1,2]

1.安徽医科大学公共卫生学院儿少卫生与妇幼保健学系,合肥 230032;2.出生人口健康教育部重点实验室

【摘要】 目的 探讨 2000—2019 年中国 7~18 岁汉族学生肺活量体重指数(FWI)的长期趋势并预测未来 10 年变化,为制定针对性的健康干预措施和学校卫生政策提供科学依据。**方法** 基于 2000—2019 年 5 次全国学生体质与健康调研数据,分别纳入 216 500,233 565,215 267,214 256,212 632 名 7~18 岁汉族学生。分析学生 FWI 长期趋势,使用灰色模型 GM(1,1)预测未来 10 年的变化,并按照性别、年龄和城乡进行亚组分析。**结果** 2000,2005,2010,2014,2019 年中国 7~18 岁汉族学生 FWI 水平分别为(55.30±11.47)(47.43±11.92)(48.11±12.46)(48.75±12.81)(50.93±13.11)mL/kg。中国汉族学生 2000—2019 年 FWI 呈先降后升趋势,2006 年左右降至最低点(约 47.03 mL/kg),预测 2029 年恢复至 52.88 mL/kg。2000—2019 年男生各年及总体 FWI 水平均高于女生(t=72.58~304.66),且在 2000—2005 年的降低幅度(13.1%)小于女生(15.4%);但男女差距逐渐缩小,预测 2029 年缩至 5.36 mL/kg。FWI 随着年龄增加而增高,其中 2014 年 7~9 岁至 16~18 岁年龄组间增加最多(8.62 mL/kg)。2014 年前城市男生 FWI 水平稍低于乡村男生,随后差异缩小,预计到 2029 年城乡男生 FWI 水平相近;城市女生 FWI 普遍高于乡村女生,且城乡差距有增大趋势,预计 2029 年 13~15 岁组城乡女生相差最大(7.74 mL/kg)。**结论** 2000—2019 年中国汉族学生 FWI 呈先降后升趋势,存在性别、年龄和城乡差异。需要加强对乡村女生呼吸健康状况的关注,采取有效措施缩小城乡差距。

【关键词】 肺活量体重指数;模型,统计学;学生;生长和发育

【中图分类号】 R 179 R 322.3^{+5} Q983$^{+.23}$ **【文献标识码】** A **【文章编号】** 1000-9817(2025)09-1312-06

Change of forced vital capacity-to-weight index and future trend forecasting among Chinese Han students aged 7-18 during 2000-2019

ZHOU Yun, ZHANG Siying, ZHONG Yumei, TANG Lijun, LI Wenge, WU Xiulong

Department of Maternal, Child and Adolescent Health, School of Public Health, Anhui Medical University, Hefei 230032, *Anhui Province, China*

【Abstract】 Objective To explore the long-term trend of forced vital capacity-to-weight index (FWI) among Chinese Han students aged 7-18 from 2000 to 2019, and to predict its changes over the next decade, so as to provide scientific evidences for targeted health interventions and school health policies. **Methods** Based on the data of the five Chinese National Surveys on Students' Constitution and Health conducted from 2000 to 2019, a total of 216 500, 233 565, 215 267, 214 256 and 212 632 Han students aged 7-18 were included, respectively. The long-term trend of FWI among students was analyzed, and the GM (1, 1) grey model was used to predict FWI changes over the next decade. Subgroup analyses were conducted by sex, age, and urban-rural residence. **Results** The FWI levels of Chinese Han students aged 7-18 were (55.30±11.47) (47.43±11.92) (48.11±12.46) (48.75±12.81) (50.93±13.11) mL/kg in 2000, 2005, 2010, 2014, and 2019, respectively. The FWI of Chinese Han students showed a decreasing-then-increasing trend from 2000 to 2019, reaching the lowest point of approximately 47.03 mL/kg around 2006, and was projected to recover to 52.88 mL/kg by 2029. Boys had higher FWI for each year and the total level than girls from 2000 to 2019(t=72.58-304.66), and the decline between 2000 and 2005 was smaller in boys (13.1%) than in girls (15.4%). However, the gender gap gradually narrowed and was projected to reduce to 5.36 mL/kg by 2029. FWI increased with age, with the largest difference observed in 2014 between the 7-9 and 16-18 age groups (8.62 mL/kg). Before 2014, urban boys had slightly lower FWI than rural boys; the gap narrowed thereafter, and their FWI levels were expected to become similar by 2029. Urban girls generally had higher FWI than rural girls, and the urban-rural gap showed an increasing trend. By 2029, the largest difference was projected to occur in the 13-15 age group, reaching 7.74 mL/kg. **Conclusions** The FWI of Chinese Han students showed a trend of initial decline followed by a gradual increase from 2000 to 2019, with notable differences across sex, age, and urban-rural residence. Greater attention should be paid to the respiratory health of rural girls, and effective measures should be taken to reduce urban-rural disparities.

【Keywords】 Forced vital capacity-to-weight index; Models, statistical; Students; Growth and development

【基金项目】 国家自然科学基金项目(82204072);安徽高校自然科学研究项目(KJ2021A0229)

【作者简介】 周运(1998-),男,安徽合肥人,在读硕士,主要研究方向为呼吸系统疾病流行病学。

【通信作者】 吴修龙,E-mail:wuxiulong6@126.com

肺活量体重指数(forced vital capacity-to-weight index, FWI)是评估人体呼吸功能的重要指标,其综合考虑肺活量(forced vital capacity, FVC)和体重两种因素[1]。FVC 对身体有重要影响,包括提供充足氧气供应、增强心肺功能、改善身体耐力[2]。当体内脂肪积累尚未达到较高水平时,脂肪主要囤积于皮肤下方,内脏的脂肪沉积相对较少[3]。此时,体重上升对 FVC 的正面影响超过了内脏脂肪所造成的负面影响[4]。在过去的几十年中,随着人们生活方式的改变,许多国家青少年 FWI 呈下降趋势[5],引发了人们对青少年呼吸系统健康状况的担忧。灰色预测模型是一种基于灰色系统理论的预测方法,其通过对部分已知信息的生成、开发,提取有价值的信息,实现对系统运行行为、演化规律的正确描述和有效监控[6]。灰色预测模型 GM(1,1)通常是将研究的系列数据作为一个时间序列进行处理分析[7],由于不容易受样本量大小和资料分布规律的影响,适应性较强,已被广泛用于多种疾病的预测[8-12]。本研究通过分析 2000—2019 年中国汉族 7~18 岁学生 FWI,并基于灰色模型预测其未来 10 年的变化趋势,以期为制定针对性的健康干预措施和学校卫生政策提供科学依据。

1　资料来源与方法

1.1　资料来源　本研究数据来源于 2000,2005,2010,2014,2019 年共 5 次全国学生体质与健康调研[13-17]资料。该调研为横断面调查,研究抽取全国 30 个省(自治区、直辖市)汉族 7~18 岁学生(不包括中国香港、澳门、台湾和西藏自治区)资料。调研地区按社会经济水平分为 3 个片区,片区内采用分层整群随机抽样方法,先根据城、乡分层抽取学校,再以年级分层,随机选取 2~3 个班级[18],以教学班为单位选取学生。全国不同省份、城乡、性别和年龄段学生样本量基本一致[19]。本研究选择 5 次调查中省份、性别、城乡和 FWI 数据完整的研究对象,分别纳入 216 500,233 565,215 267,214 256 和 212 632 名学生。本研究共纳入 1 092 220 名学生,包括男生 547 066 名,其中城市男生 274 641 名,乡村男生 272 425 名;女生 545 154 名,其中城市女生 273 154 名,乡村女生 272 000 名。被调查学生本人及法定监护人同意参加本次调查,北京大学医学部医学研究伦理委员会审查通过调查方案(No. IRB00001052-19095)。

1.2　FWI 评估　根据全国学生体质与健康调研工作手册的标准[13-17],FVC 和体重的测量工作均由经过专业培训的人员完成。测量 FVC 时,受试者处于平静站立位,进行 1~2 次较平日深一些的呼吸动作后,更深地吸一口气,直至不能吸入时,嘴贴合吹管,屏住气快速呼出至不能再呼为止,肺功能仪记录吹出的气体量。每名参与者进行 3 次 FVC 测试,时间间隔 15 s,取最大值作为测量结果。测量体重时,杠杆秤放在平坦地面,调整 0 点至刻度尺水平位,受试者赤足、身着短袖和短裤,站在秤台中央。读数以 kg 为单位,精确到小数点后 1 位。FWI=FVC(mL)/体重(kg)[20]。

1.3　质量控制　研究中使用的肺功能仪、体重秤在测量前均进行校准,放在平坦的桌面或者地面上,测量现场保持良好通风、无干扰,确保测试条件。测量 FVC 时,避免呼气过程中吸气或者用鼻呼气。所有的测量工作均由经过专业培训的人员完成,全国、省、市、县各级监督人员对整个调研过程进行严格的质量控制,确保测量操作规范。数据录入后由双人交叉核对并进行异常值检测,对缺失值或极端值进行核查或剔除,确保数据有效。

1.4　统计学方法　采用 SPSS 22.0 软件进行数据统计分析,计量资料满足正态分布,以($\bar{x}\pm s$)表示。使用单因素方差分析检验同一年份不同年龄组之间 FWI 水平差异,使用独立样本 t 检验对不同年份、不同性别之间 FWI 水平进行分析,检验水准 $\alpha=0.05$。采用 Python 3.12 软件构建灰色预测模型 GM(1,1),基于 2000—2019 年中国汉族学生的 FWI 数据,预测 2019—2029 年的 FWI。灰色模型通过累加生成序列,构建一阶微分方程,并利用最小二乘法估计模型参数(发展系数 a 和灰色作用量 b),进而建立预测模型。GM(1,1)模型的核心在于通过对累加序列的微分方程求解,得到系统的未来发展趋势[21],使用 Stata 18.0 软件对不同年份 FWI 数据基于潜增长曲线模型进行轨迹拟合。

2　结果

2.1　中国汉族学生 FWI 水平　2000—2005 年中国 7~18 岁汉族学生 FWI 水平从(55.30±11.47)mL/kg 降至(47.43±11.92)mL/kg,至最低点后开始逐年回升,到 2019 年升至(50.93±13.11)mL/kg。2005 与 2019 年相比,中国 7~18 岁汉族学生 FWI 差异有统计学意义(t=116.13,P<0.01);其中城市女生 FWI 增长最多,共增长(4.69±0.98)mL/kg;乡村男生增长最少,共增长(1.89±1.17)mL/kg。2000—2019 年中国 7~18 岁汉族学生各年及总体 FWI 水平男生均高于女生(t 值分别为156.50,159.40,131.21,127.42,72.58,304.66),城市女生均高于乡村女生(t 值分别为 7.12,3.30,6.59,13.64,14.08,20.34),差异均有统计学意义(P 值均<0.01)。城乡男生虽 FWI 差距逐渐缩小,除 2014 年(t=0.85,P>0.05)外,差异均有统计学意义(t 值分别为-13.74,-18.40,-8.85,4.16,-15.19,P 值均<0.01)。按照年龄分组的结

果显示,2000—2019 年不同年龄组间 FWI 水平差异均有统计学意义(P 值均<0.01)。见表 1,2。

表 1 中国城乡不同性别 7~18 岁汉族学生各年份 FWI 水平($\bar{x}\pm s$,mL/kg)

Table 1 FWI level of Chinese Han students aged 7 to 18 years by urban-rural residence and sex in different years($\bar{x}\pm s$, mL/kg)

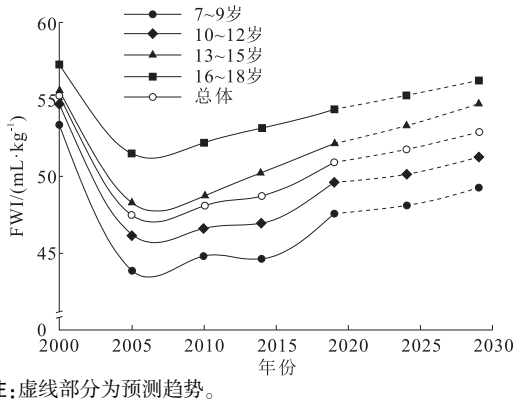
城乡	性别	2000 年		2005 年		2010 年		2014 年		2019 年		总体	
		人数	FWI	人数	FWI	人数	FWI	人数	FWI	人数	FWI	人数	FWI
城市	男	54 387	58.63±12.04	59 081	50.70±12.58	53 822	51.30±13.00	53 575	52.31±13.68	53 776	54.28±13.94	274 641	53.44±13.05
	女	54 394	51.65±10.98	58 510	43.61±11.64	53 740	44.82±11.95	53 618	45.72±12.32	52 892	48.30±12.62	273 154	46.82±11.90
乡村	男	53 833	59.62±11.66	58 277	52.04±12.37	53 840	52.00±12.94	53 596	52.24±13.31	52 879	53.93±13.54	272 425	53.97±12.76
	女	53 886	51.17±11.20	57 697	43.39±11.08	53 865	44.34±11.95	53 467	44.71±11.90	53 085	47.22±12.35	272 000	46.17±11.70
合计		216 500	55.30±11.47	233 565	47.43±11.92	215 267	48.11±12.46	214 256	48.75±12.81	212 632	50.93±13.11	1 092 220	50.10±12.35

表 2 中国 7~18 岁不同性别与年龄组汉族学生各年份 FWI 水平比较($\bar{x}\pm s$,mL/kg)

Table 2 FWI level of Chinese Han students aged 7 to 18 years by sex and age in different years($\bar{x}\pm s$, mL/kg)

性别与年龄	选项	统计值	2000 年		2005 年		2010 年		2014 年		2019 年		总体	
			人数	FWI	人数	FWI	人数	FWI	人数	FWI	人数	FWI	人数	FWI
性别	男		108 220	59.13±11.85	117 358	51.37±12.48	107 662	51.65±12.97	107 171	52.28±13.50	106 655	54.11±13.74	547 066	53.71±12.91
	女		108 280	51.41±11.09	116 207	43.50±11.36	107 605	44.58±11.95	107 085	45.22±12.11	105 977	47.76±24.97	545 154	46.50±11.80
		t 值		156.50		159.40		131.21		127.42		72.58		304.66
		P 值		<0.01		<0.01		<0.01		<0.01		<0.01		<0.01
年龄/岁	7~9		54 105	53.38±12.93	57 453	43.83±12.60	53 804	44.84±13.28	53 658	44.57±13.48	53 877	47.60±13.99	272 897	46.84±13.26
	10~12		54 307	54.72±12.27	58 324	46.17±12.56	53 894	46.65±13.10	53 747	46.94±13.42	53 921	49.64±13.70	274 193	48.82±13.01
	13~15		53 930	55.59±11.94	58 436	48.26±12.80	53 860	48.76±13.09	53 841	50.27±13.54	53 295	52.15±13.50	273 362	51.01±12.97
	16~18		54 158	57.33±12.10	59 352	51.51±13.20	53 709	52.23±13.25	53 010	53.19±13.57	51 539	54.40±13.65	271 768	53.73±13.15
		F 值		977.90		3 397.25		3 117.37		4 173.97		2 458.73		13 906.13
		P 值		<0.01		<0.01		<0.01		<0.01		<0.01		<0.01

2.2 中国汉族学生 FWI 的长期趋势 2000—2019 年中国 7~18 岁汉族学生 FWI 水平呈先降后升变化,其中 2000—2005 年中国汉族学生 FWI 水平降低,约在 2006 年降到最低值(约 47.03 mL/kg)后整体呈上升趋势,预测到 2029 年时 FWI 水平恢复至 52.88 mL/kg。按照年龄分组结果显示,2000—2019 年中国 7~18 岁汉族学生 FWI 随着年龄的增加而升高,在 7~9,10~12,13~15,16~18 岁 4 个年龄组的变化趋势与总人群类似;其中 13~15 岁组 2005—2019 年间 FWI 水平增长最多(3.89 mL/kg),预测到 2029 年增长 6.45 mL/kg;16~18 岁组增长最少(2.89 mL/kg),预测到 2029 年增长 4.79 mL/kg。见图 1。

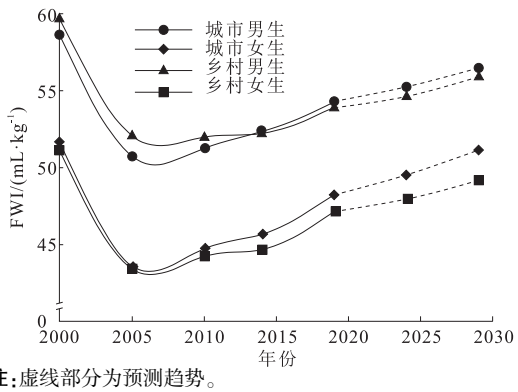


注:虚线部分为预测趋势。

图 1 中国 7~18 岁不同年龄汉族学生 2000—2029 年 FWI 水平及变化趋势

Figure 1 FWI level and trend of change of age among Han students aged 7 to 18 years in China from 2000 to 2029

2.3 中国汉族学生城乡、性别和年龄别 FWI 差异的变化趋势 按照城乡和性别分组结果显示,城市和乡村男女学生 FWI 水平在 2000—2019 年呈先降后升变化,但是在 2000—2005 年的女生 FWI 降低幅度(15.4%)大于男生(13.1%),随后女生年均 FWI 增加幅度(0.36%)大于男生(0.32%)。各年份中,无论是城市还是乡村,男生的 FWI 水平均高于女生,2000,2005,2010,2014,2019 年的差距分别为 7.72,7.87,7.07,7.06,6.35 mL/kg,预测到 2029 年差距为 5.36 mL/kg,男女差距有缩小的趋势。见图 2。



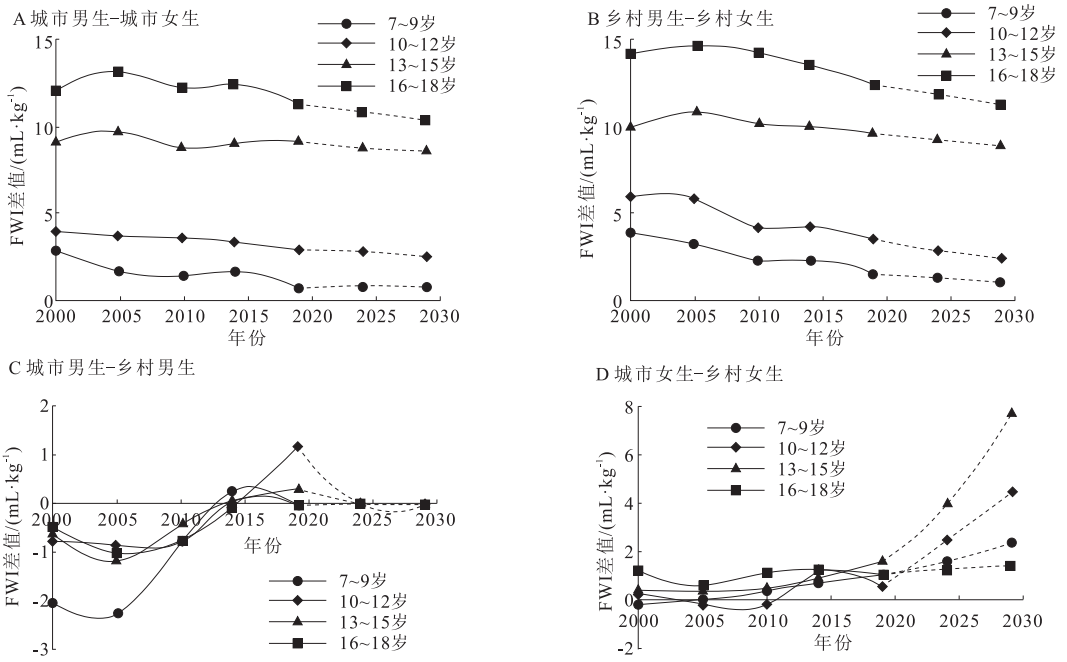
注:虚线部分为预测趋势。

图 2 中国 7~18 岁汉族学生 2000—2029 年城乡和性别 FWI 及变化趋势

Figure 2 FWI and trend of change of urban-rural and sex among Chinese Han students aged 7 to 18 years from 2000 to 2029

在城市学生中,7~9,10~12,13~15,16~18 岁 4 个年龄组的男女差距分别从 2000 年的 2.83,3.95,9.10 和 12.07 mL/kg 降低到 2029 年的 0.73,2.52,8.60 和

10.39 mL/kg;在乡村学生中也观察到相同的趋势。在城市与乡村的比较中,2014 年前城市男生 FWI 水平低于乡村男生,而 2014—2019 年城市男生 FWI 水平更高,预测到 2029 年城乡男生 FWI 水平相近;城市女生 FWI 高于乡村女生,预测到 2029 年时城乡差距进一步扩大,特别在 10~12 和 13~15 岁组,城市女生分别比乡村女生高 4.46 和 7.74 mL/kg。见图 3。



注:虚线部分为预测趋势。

图 3　中国汉族学生 2000—2029 年年龄别 FWI 城乡和性别差异及变化趋势

Figure 3　Differences and trend of change of urban-rural and sex in FWI among Chinese Han students from 2000 to 2029, by age group

3　讨论

本研究预测结果显示,2019—2029 年不同年龄组和地区汉族男女学生 FWI 水平均呈上升趋势,且增加幅度类似;但城乡女生的 FWI 水平差异有扩大趋势,特别在 13~15 岁组。2000—2029 年中国汉族学生 FWI 呈先降后升变化。长期以来,由于饮食和生活方式变化以及学业压力等因素,较高比例的中国学生处于肥胖和体力活动不足的状态[22-23]。为此,中国政府出台了一系列政策来改善儿童青少年体力活动水平和健康状况[24]。此外,自 2007 年以来,中国空气质量得到持续改善[25],细颗粒物($PM_{2.5}$)和二氧化硫等主要空气污染物浓度在 2013—2020 年均大幅度降低[26-27]。以上因素共同作用,可能使得 FWI 水平呈现在 2006 年左右降至最低后逐年回升的变化趋势。

FWI 在城市和乡村学生间存在一定的差异。城市女生的 FWI 高于乡村女生,可能与城市女生在饮食、体育教育和健康意识等方面具有优势有关。城市女生蛋白质、维生素和矿物质等摄入较多,以上营养素有助于促进肺部功能的发育和提高 FVC,而农村地区由于资源限制,此类营养摄入不够均衡导致 FVC 相对较低[28]。城市女生的生活环境和教育资源相对丰富,有更多的机会接触和参与运动,城市女生的家长和教育工作者也更注重其身体健康和体育发展,从而促进了 FWI 的提高[29]。2014 年以前城市男生的 FWI 低于农村男生。这种差异可能与多个因素有关,包括空气质量、生活方式、饮食结构和营养状况等。城市男生由于生活节奏紧张和视屏时间较长,往往缺乏时间进行户外活动和运动锻炼,长期缺乏运动对肺部功能的发育和健康均有不利影响[30-31];相比之下,农村男生可能经常进行农田劳作、户外运动等,有助于增强肺功能以及提高心肺耐力[32]。因此,农村男生 FWI 可能相对较高。此外,城市男生经常面临学习压力和快节奏的生活,饮食往往偏向高糖、高油、高盐等不健康食物[33],这些食物可能导致肥胖和营养不良,进而影响 FWI;而农村男生相对饮食更加健康,从而对 FWI 有一定的正向影响。在 2024 年以后,男生 FWI 的城乡差异不再显著,提示城乡男生的饮食、生活方式和体力活动趋向一致。

本研究结果还显示,男生 FWI 高于女生。主要可能是由于男女之间生理构造、运动习惯和生长发育的差异。不同年龄段的汉族学生 FWI 也存在差异且随年龄增加而扩大。由于伴随年龄增长,男女生理和体型出现变化, FWI 同时出现增加,但是增加的幅度并不一致。对于男生,随着年龄的增长,FWI 呈现一定的提高,可能与男生的生长发育和逐渐增加的体育活动有关。男生在青春期有更明显的身体变化和运动需求,适当的体育

锻炼可以增强呼吸肌的力量和耐力,增加肺部弹性,从而提高 FVC,因此 FWI 随年龄增长而提高[34-35]。对于女生,虽然青春期发动时间早于男生,但是在身高和 FVC 增加的同时也伴随着脂肪堆积和体重增加,在 FVC 和体重两个因素的共同作用下,FWI 水平仍然低于男生,且在低年龄组男女 FWI 差异最小。随着年龄增加,男生逐渐进入青春期,身高和 FVC 进入突增高峰,且男生青春期结束时间晚于女生,其 FVC 在青春期增加幅度大于女生,这也有助于解释男女 FWI 差异幅度在16~18 岁年龄组高于其他年龄组。

本研究的局限性:研究基于人群统计汇总数据进行分析,可能与使用个体水平数据的分析结果不完全相同,但两者的趋势大致相同。

利益冲突声明 所有作者声明无利益冲突。

参考文献

[1] 范明宽, 杨雷, 胡长虎. 某高职医学生体质指数与肺活量体重指数相关分析[J]. 职业卫生与病伤, 2021,36(3):164-166,172.
FAN M K, YANG L, HU C H. Body mass index and vital capacity weight index of medical students in a vocational college[J]. Occup Health Damage, 2021,36(3):164-166,172.(in Chinese)

[2] 万华喆. 江西省儿童青少年体质、青春发育及一般自我效能地域差异性研究[D]. 南昌:江西师范大学, 2015.
WAN H Z. A study on regional differences of physical fitness, youth development and general self-efficacy of children and adolescents in Jiangxi Province[D]. Nanchang:Jiangxi Normal University, 2015.(in Chinese)

[3] WU T, SANTOS S, QUEZADA-PINEDO H G, et al. Body composition and respiratory outcomes in children:a population-based prospective cohort study[J]. Thorax, 2024,79(5):448-456.

[4] 舒文博. 在校大学生肺活量体重指数与脂肪分布的相关性分析:以广西医科大学为例[D]. 南宁:广西医科大学, 2021.
SHU W B. Correlation analysis of vital capacity index and fat distribution in college students:taking Guangxi Medical University as an example[D]. Nanning:Guangxi Medical University, 2021.(in Chinese)

[5] MASANOVIC B, GARDASEVIC J, MARQUES A, et al. Trends in physical fitness among school-aged children and adolescents:a systematic review[J]. Front Pediatr, 2020,8:627529.

[6] 崔立志. 灰色预测技术及其应用研究[D]. 南京:南京航空航天大学, 2010.
CUI L Z. Grey forecast technology and its application research[D]. Nanjing:Nanjing University of Aeronautics and Astronautics, 2010.(in Chinese)

[7] 查淑玲, 屈改珠, 王璇. 基于灰色模型的西安市人口数量预测分析[J]. 首都师范大学学报(自然科学版), 2023,44(6):16-19.
ZHA S L, QU G Z, WANG X. Population prediction analysis of Xi'an based on grey model[J]. J Cap Norm Univ (Nat Sci Ed), 2023,44(6):16-19.(in Chinese)

[8] 张亚慧, 张荣, 贾素红, 等. 灰色模型 GM(1,1)和残差自回归模型在中国孕产妇死亡率预测中的应用[J]. 中国妇幼保健, 2023,38(10):1747-1752.
ZHANG Y H, ZHANG R, JIA S H, et al. Application of grey model (1,1) and autoregressive error model in predicting maternal mortality rate in China[J]. Matern Child Health Care China, 2023,38(10):1747-1752.(in Chinese)

[9] 周浩, 刘文利, 于丽娅, 等. 2014—2019 年辽宁省朝阳市城市居民肝癌死亡率年度趋势分析及灰色模型预测[J]. 现代预防医学, 2021,48(7):1293-1297.
ZHOU H, LIU W L, YU L Y, et al. Annual trend analysis and grey model prediction of liver cancer mortality among urban residents in Chaoyang City, Liaoning, 2014-2019[J]. Mod Prev Med, 2021,48(7):1293-1297.(in Chinese)

[10] 文静, 殷成宇, 廖国伟, 等. 应用 GM(1,1)灰色模型预测全国甲状腺癌发病趋势[J]. 现代肿瘤医学, 2022,30(5):899-902.
WEN J, YIN C Y, LIAO G W, et al. Application of GM(1,1) model in predicting the incidence trend of thyroid cancer in China[J]. J Mod Oncol, 2022,30(5):899-902.(in Chinese)

[11] 寻鲁宁, 王冲, 沈成凤, 等. 1990—2019 年中国结直肠癌发病趋势分析及预测模型比较[J]. 中国肿瘤, 2023, 32(4):279-286.
XUN L N, WANG C, SHEN C F, et al. Prediction of colorectal cancer incidence in China with three different models based on trends from 1990 to 2019[J]. China Cancer, 2023,32(4):279-286.(in Chinese)

[12] 蔡红霞, 刘潇霞, 张文彬. 2011—2016 年中国恶性肿瘤发病和死亡趋势分析及 GM(1,1)模型预测[J]. 现代肿瘤医学, 2023,31(5):931-936.
CAI H X, LIU X X, ZHANG W B. Trend analysis and GM(1,1) model prediction of the cancer incidence and mortality in China from 2011 to 2016[J]. J Mod Oncol, 2023,31(5):931-936.(in Chinese)

[13] 中国学生体质与健康研究组. 2000 年中国学生体质与健康调研报告[M]. 北京:高等教育出版社, 2002:3-4.
Research Group on Physical Fitness and Health of Chinese School Students. Report on the physical fitness and health surveillance of Chinese school students in 2000[M]. Beijing:Higher Education Press, 2002:3-4.(in Chinese)

[14] 中国学生体质与健康调研组. 2005 年中国学生体质与健康调研报告[M]. 北京:高等教育出版社, 2007:8-9.
Research Group on Physical Fitness and Health of Chinese School Students. Report on the physical fitness and health surveillance of Chinese school students in 2005[M]. Beijing:Higher Education Press, 2007:8-9.(in Chinese)

[15] 中国学生体质与健康研究组. 2010 年中国学生体质与健康调研报告[M]. 北京:高等教育出版社, 2012:4-5.
Research Group on Physical Fitness and Health of Chinese School Students. Report on the physical fitness and health surveillance of Chinese school students in 2010[M]. Beijing:Higher Education Press, 2012:4-5.(in Chinese)

[16] 中国学生体质与健康研究组. 2014 年中国学生体质与健康调研报告[M]. 北京:高等教育出版社, 2016:4-5.
Research Group on Physical Fitness and Health of Chinese School Students. Report on the physical fitness and health surveillance of Chinese school students in 2014[M]. Beijing:Higher Education Press, 2016:4-5.(in Chinese)

[17] 中国学生体质与健康研究组. 2019 年中国学生体质与健康调研报告[M]. 北京:高等教育出版社, 2021:4-5.

Research Group on Physical Fitness and Health of Chinese School Students. Report on the physical fitness and health surveillance of Chinese school students in 2019[M]. Beijing: Higher Education Press, 2021:4-5.(in Chinese)

[18] JI C Y, CHEN T J, Working Group on Obesity in China. Empirical changes in the prevalence of overweight and obesity among Chinese students from 1985 to 2010 and corresponding preventive strategies[J]. Biomed Environ Sci, 2013,26(1):1-12.

[19] DONG Y H, LAU P W C, DONG B, et al. Trends in physical fitness growth, and nutritional status of Chinese children and adolescents: a retrospective analysis of 1.5 million students from six successive national surveys between 1985 and 2014[J]. Lancet Child Adolesc Health, 2019,3(12):871-880.

[20] KIM S A, LIM K, LEE J K, et al. Metabolically healthy obesity and the risk of all-cause and cardiovascular disease mortality in a Korean population: a prospective cohort study[J]. BMJ Open, 2021,11(9):e049063.

[21] 宋源龙, 杨弋星, 董顺雨, 等. 1990—2019 年中国伤害疾病负担变化趋势及预测[J]. 现代预防医学, 2024,51(8):1377-1383,1419.
SONG Y L, YANG Y X, DONG S Y, et al. Trends and predictions of the burden of three types of injury diseases, China, 1990-2019[J]. Mod Prev Med, 2024,51(8):1377-1383,1419.(in Chinese)

[22] FORNO E, HAN Y Y, MULLEN J, et al. Overweight, obesity, and lung function in children and adults: a Meta-analysis[J]. J Allergy Clin Immunol Pract, 2018,6(2):570-581.e10.

[23] YE H, ULLAH R, WANG J B, et al. Trends of obesity and overweight among children and adolescents in China[J]. World J Pediatr, 2023,19(Suppl 3):627529.

[24] 胡小琪, 陈超, 张梅. 中国儿童青少年肥胖防控策略与挑战[J]. 中华预防医学杂志, 2021,55(1):7-12.
HU X Q, CHEN C, ZHANG M. Strategies and challenges of obesity prevention and control among children and adolescents in China[J]. Chin J Prev Med, 2021,55(1):7-12.(in Chinese)

[25] 肖悦,田永中,许文轩,等.近 10 年中国空气质量时空分布特征[J]. 生态环境学报,2017,26(2):243-252.
XIAO Y, TIAN Y Z, XU W X, et al. Spatiotemporal pattern changes of air quality in China from 2005 to 2015[J]. Ecol Environ Sci, 2017,26(2):243-252.(in Chinese)

[26] WEI J, LI Z, CHEN X, et al. Separating daily 1 km $PM_{2.5}$ inorganic chemical composition in China since 2000 via deep learning integrating ground, satellite, and model data[J]. Environ Sci Technol, 2023,57(46):18282-18295.

[27] WEI J, LI Z, WANG J, et al. Ground-level gaseous pollutants (NO_2, SO_2, and CO) in China: daily seamless mapping and spatiotemporal variations[J]. Atmos Chem Phys, 2023,23(2):1511-1532.

[28] 沈续航, 苏时雨, 关静, 等. 城市与山村青少年肠道菌群及其代谢组学差异的研究[J]. 安徽医科大学学报, 2023,58(11):1952-1956.
SHEN X H, SU S Y, GUAN J, et al. Study on the difference of gut microbiota and metabolites between urban and rural adolescents[J]. Acta Univ Med Anhui, 2023,58(11):1952-1956.(in Chinese)

[29] 彭李奥, 柳鸣毅, 敬艳, 等. 中国儿童青少年身体活动的地区差异性[J]. 中国学校卫生, 2024,45(9):1290-1293,1299.
PENG L A, LIU M Y, JING Y, et al. Regional variations in physical activity among children and adolescents in China[J]. Chin J Sch Health, 2024,45(9):1290-1293,1299.(in Chinese)

[30] 高萌, 魏玉虾, 吕筠, 等. 中国成年人代谢异常相关的体质指数和腰围切点研究[J]. 中华流行病学杂志, 2019,40(12):1533-1540.
GAO M, WEI Y X, LÜ Y, et al. The cut-off points of body mass index and waist circumference for predicting metabolic risk factors in Chinese adults[J]. Chin J Epidemiol, 2019,40(12):1533-1540.(in Chinese)

[31] 伍晓艳, 陶舒曼, 张诗晨, 等. 中国 12 省份中小学生视屏时间及其影响因素分析[J]. 中华预防医学杂志, 2016,50(6):508-513.
WU X Y, TAO S M, ZHANG S C, et al. Analysis on risk factors of screen time among Chinese primary and middle school students in 12 provinces[J]. Chin J Prev Med, 2016,50(6):508-513.(in Chinese)

[32] 杜艳艳, 陈俊虎, 杨朔. 广州市番禺区某中学 2013—2015 年学生体质指数与肺活量体重指数分析[J]. 华南预防医学, 2017, 43(6):578-580.
DU Y Y, CHEN J H, YANG S. Analysis of body mass index and lung capacity body mass index of students in a middle school in Panyu District, Guangzhou City, from 2013 to 2015[J]. South Chin J Prev Med, 2017,43(6):578-580.(in Chinese)

[33] ZHANG H, SUN L, YU Y, et al. The associations between body composition and vital capacity index of medical students in Shenyang of China: a cross-sectional survey[J]. BMC Pulm Med, 2022,22(1):373.

[34] ZHANG F, BI C, YIN X, et al. Physical fitness reference standards for Chinese children and adolescents[J]. Sci Rep, 2021,11(1):4991.

[35] LIU J. Highlights of the 2018 Chinese hypertension guidelines[J]. Clin Hypertens, 2020,26(1):8.

收稿日期:2024-11-12　**修回日期**:2025-02-21　**本文编辑**:汤建军

欢迎订阅 2026 年度《中国学校卫生》杂志

《中国学校卫生》杂志创刊于 1980 年,系国家疾病预防控制局主管、中华预防医学会主办的学术类科技期刊,是指导我国学校卫生工作的专业性杂志。本刊为中国科学引文数据库(CSCD)来源期刊,北大中文核心期刊,中国科技论文统计源期刊,中国科技核心期刊,中国科协精品期刊,国家期刊方阵“双效期刊”,2017 年入选中国期刊协会《中小学图书馆馆配期刊》,被 Scopus 数据库、EBSCO 数据库、美国《化学文摘(CA)》、俄罗斯《文摘杂志(AJ)》、波兰《哥白尼索引(IC)》和 WHO 西太区医学索引(WPRIM)收录。先后多次被评为卫生部优秀期刊、安徽省优秀科技期刊和中华预防医学会系列杂志优秀期刊一等奖。订价 20 元/册,全年 12 期,订价为 240 元。欢迎到当地邮政局(所)订阅(邮发代号:26-48),或直接到《中国学校卫生》杂志社订阅。联系人:史宏,电话:0552-2054276,13956383697。