

• 临床研究 •

1985—2019 年 8 次中国儿童青少年体质健康 监测的爆发力素质研究及长期发展预测

张帅¹, 李成跃¹, 李卫民^{1,2}

1. 新疆师范大学体育学院, 新疆维吾尔自治区 乌鲁木齐 830054; 2. 华东师范大学体育与健康学院

摘要: **目的** 调查 1985—2019 年中国 7~18 岁儿童青少年爆发力素质的长期趋势, 预测 2029 年爆发力素质发展状况, 对未来体质健康政策的制定提供参考。**方法** 选取 1985—2019 年全国学生体质健康调研中 7~18 岁中国汉族儿童青少年立定跳远测试结果的均值、标准差和样本量数据, 通过 t 检验、 χ^2 检验、发展增量和增速进行描述性、推断性分析, 用时间序列分析法预测 2029 年爆发力均值。**结果** 34 年间, 7~18 岁儿童青少年立定跳远成绩总体水平呈下降趋势。7~18 岁城市男生的成绩累积下降 2.24cm, 增长环比为 -1.77%, 7~18 岁城市女生的成绩累积下降 0.86cm, 环比为 -1.12%。7~18 岁乡村男生成绩累积下降了 10.83cm, 环比为 -2.39%, 下降幅度较大; 7~18 岁乡村女生的成绩累积下降了 10.54cm, 环比为 -2.84%。预测结果显示 2029 年时, 中国 7~18 岁城乡男女生的爆发力素质总体水平均提高。**结论** 1985—2019 年中国儿童和青少年的爆发力素质总体水平呈下降趋势, 但近年下降速度减缓, 预计 2029 年时将会提高。

关键词: 爆发力素质; 体质监测; 时间序列; 儿童青少年

中图分类号: R179 文献标识码: A 文章编号: 1008-6579(2025)05-0565-06 doi:10.11852/zgetbjzz2024-0601

Quality of power for monitoring the physical fitness of Chinese children and adolescents based on 8 studies from 1985 to 2019 and long-term development forecasts

ZHANG Shuai¹, LI Chengyue¹, LI Weimin^{1,2}

1. Institute of Physical Education, Xinjiang Normal University, Urumqi, Xinjiang 830054, China;

2. School of Physical Education and Health Care, East China Normal University

Corresponding author: LI Weiming, E-mail: liweimingll1@126.com

Abstract: **Objective** To investigate the long-term trend of explosive power among Chinese children and adolescents aged 7 to 18 years from 1985 to 2019, predict the status of explosive power in 2029, so as to provide reference for the formulation of future physical health policies. **Methods** The mean, standard deviation, and sample size data of standing long jump test results for Han Chinese children and adolescents aged 7 to 18 years from the national student physical health surveys conducted between 1985 and 2019 were selected. Descriptive and inferential analysis were conducted using t tests, χ^2 tests, development increments, and growth rates. Time series analysis was used to predict the mean explosive power in 2029. **Results** Over the 34-year period, the overall standing long jump performance of children and adolescents aged 7 to 18 years showed a declining trend. The cumulative decline for urban boys aged 7 to 18 years was 2.24 cm, with a chain growth rate of -1.77%; and for urban girls, the cumulative decline was 0.86cm, with a chain growth rate of -1.12%. For rural boys aged 7 to 18 years, the cumulative decline was 10.83 cm, with a chain growth rate of -2.39%, indicating a relatively large decline; for rural girls aged 7 to 18 years, the cumulative decline was 10.54 cm, with a chain growth rate of -2.84%. The prediction results showed that by 2029, the overall level of explosive strength among Chinese children and adolescents aged 7 to 18 years, both urban and rural, would increase. **Conclusion** The overall level of explosive power among Chinese children and adolescents declined from 1985 to 2019 but the rate of decline has slowed in recent years, and it is projected to increase by 2029.

Keywords: explosive power; physical fitness monitoring; time series; children and adolescents

身体素质包括柔韧性、力量、爆发力、敏捷和速度等^[1-2]。其中, 下肢力量是衡量爆发力的指标, 而

立定跳远是最简便、最有效的爆发力测试方法^[3]。以往的研究表明 1985—2014 年间, 我国儿童青少年

作者简介: 张帅(1998—), 男, 硕士学位, 主要研究方向为儿童青少年体质健康。

通信作者: 李卫民, E-mail: liweimingll1@126.com

爆发力持续下降^[4],党的十八届五中全会提出了“健康中国 2030”规划,要将“全民健康”作为建设“健康中国”的根本目的,在此背景下,儿童青少年爆发力持续下降的趋势应当引起重视。为此,本文通过 1985—2019 年全国学生体质健康调研数据,对我国儿童青少年爆发力素质发展趋势进行分析,为相关政策和干预措施的制定提供参考。

1 资料和方法

1.1 数据来源 数据来源于 1985—2019 年全国学生体质健康调研中 7~18 岁中国汉族儿童青少年立定跳远测试数据^[5-12]。以班级为单位,采用多阶段分层整群抽样方法,各调查年份的抽样与评估方法保持一致。历次调查样本量见表 1。调查对象排除标准:能从事各项体育锻炼活动发育健全、身体健康的学生。凡心、肝、脾、肾等主要脏器有病者,身体残缺、畸形者,急性病患者均排除。调查数据均由全国学生体质与健康调研组统一录入,采取双录入方法,并由计算机自行校对,以便及时发现和改正录入错误,且数据录入的出错率控制在 5/10⁴ 以下。

1.2 统计方法 立定跳远测结果均采用 $\bar{x} \pm s$ 表示,使用 χ^2 检验分析不同年份同一年龄组不同性别

的构成比,使用时间序列模型(auto regressive integrated moving average, ARIMA)对 7~18 岁儿童青少年 2029 年的爆发力素质指标(立定跳远成绩)进行预测,同时计算各性别、年龄组爆发力素质的年增长环比和累计增长环比。此外,计算均方误差(mean squared error, MSE),以检验 ARIMA 模型对 7~18 岁儿童青少年立定跳远成绩预测的准确性, MSE 计算公式如下:

$$MSE = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (y_i - \hat{y}_i)^2$$

使用 R4.3.0 软件建立 ARIMA 模型,其余统计分析通过 Excel 2016 和 SPSS 25.0 进行。图形使用 GraphPad Prism 9.3.1 软件绘制。

2 结果

2.1 抽样基本情况 本次研究共纳入 5 次全国学生体质健康调研中 1 278 016 名 7~18 岁儿童青少年进行分析,其中,男女生分别为 640 857 名、637 159 名,占比分别为 50.14 %、49.86 %;各年份不同性别构成比差异无统计学意义($\chi^2 = 2.022, P > 0.05$),不同年份中男女生比例变化不大,各年份性别构成相似。见表 1。

表 1 1985—2019 年中国不同地区汉族 7~18 岁儿童青少年年龄和性别分布情况(人)

Tab. 1 Age and sex distribution of Han Chinese children and adolescents aged 7 to 18 years in different regions of China, 1985—2019 (n)

年龄 (岁)	城市男生					城市女生					χ^2 值	P 值	乡村男生					乡村女生					χ^2 值	P 值
	1985	1995	2005	2014	2019	1985	1995	2005	2014	2019			1985	1995	2005	2014	2019	1985	1995	2005	2014	2019		
	年	年	年	年	年	年	年	年	年	年			年	年	年	年	年	年	年	年	年	年		
7	8 560	4 394	4 927	4 460	4 513	8 559	4 374	4 855	4 476	4 362	2.201	0.699	8 546	4 345	4 810	4 480	4 505	8 538	4 334	4 761	4 450	4 492	0.157	0.997
8	8 561	4 397	4 928	4 483	4 500	8 561	4 402	4 861	4 484	4 413	0.902	0.924	8 558	4 341	4 787	4 438	4 417	8 560	4 350	4 743	4 440	4 381	0.276	0.991
9	8 557	4 392	4 939	4 472	4 548	8 561	4 401	4 891	4 489	4 449	1.111	0.892	8 556	4 347	4 813	4 483	4 456	8 561	4 331	4 751	4 487	4 344	1.247	0.510
10	8 557	4 386	4 915	4 481	4 401	8 559	4 402	4 931	4 481	4 443	0.147	0.997	8 560	4 353	4 957	4 485	4 438	8 561	4 354	4 825	4 475	4 559	2.552	0.465
11	8 561	4 393	5 047	4 483	4 507	8 559	4 410	4 894	4 471	4 427	2.136	0.711	8 561	4 352	4 814	4 491	4 353	8 559	4 343	4 814	4 460	4 465	1.321	0.542
12	8 558	4 394	4 915	4 474	4 493	8 557	4 394	4 782	4 473	4 428	1.550	0.818	8 561	4 336	4 799	4 473	4 353	8 562	4 349	4 742	4 470	4 428	1.223	1.010
13	8 558	4 392	4 913	4 481	4 428	8 558	4 395	4 921	4 491	4 410	0.055	1.000	8 557	4 345	4 763	4 482	4 323	8 557	4 307	4 818	4 481	4 391	0.298	1.000
14	8 560	4 403	4 849	4 475	4 502	8 561	4 383	4 844	4 478	4 434	0.419	0.981	8 559	4 343	4 811	4 484	4 308	8 556	4 342	4 753	4 477	4 314	2.015	0.144
15	8 556	4 402	4 978	4 467	4 387	8 556	4 392	4 919	4 475	4 444	0.738	0.947	8 559	4 344	4 950	4 490	4 431	8 558	4 337	4 873	4 483	4 395	1.268	0.563
16	8 559	4 342	4 885	4 471	4 431	8 557	4 394	4 910	4 475	4 310	2.017	0.733	8 557	4 337	4 907	4 483	4 384	8 557	4 270	4 824	4 467	4 331	0.144	0.905
17	8 532	4 394	4 916	4 488	4 432	8 537	4 401	4 849	4 479	4 285	2.120	0.714	8 560	4 334	4 868	4 481	4 289	8 556	4 277	4 853	4 488	4 351	0.490	0.469
18	8 324	4 334	4 969	4 281	4 199	8 159	4 365	5 025	4 283	3 865	1.924	0.114	8 523	4 319	5 137	4 290	4 150	8 437	4 239	5 129	4 255	4 107	2.191	0.091
合计	102 443	52 623	59 181	53 516	53 341	102 284	52 713	58 682	53 555	52 270	3.204	0.229	102 657	52 096	58 416	53 560	52 407	102 562	51 833	57 886	53 433	52 558	2.022	0.336

2.2 爆发力总体水平分析 1985—2019 年,男女生爆发力素质的总体水平呈下降趋势,只有在 2005 年后,有小幅上升,而后 2014 年时开始不断下降,直至 2019 年时,爆发力素质下降的趋势变缓。见表 2、图 1。

2.3 爆发力素质的长期趋势分析 34 年间,7~18 岁儿童青少年爆发力素质(立定跳远成绩)总体水平

呈下降趋势。7~18 岁城市男生成绩累积下降 2.24cm,增长环比为-1.77 %。7~18 岁城市女生成绩累积下降 0.86cm,环比为-1.12 %。7~18 岁乡村男生成绩累积下降 10.83cm,环比为-2.39 %,下降幅度较大;7~18 岁乡村女生的成绩累积下降 10.54cm,环比为-2.84 %。见表 3。

表 2 1985—2019 年全国 7~18 岁儿童青少年立定跳远距离 (cm, $\bar{x} \pm s$)

Tab. 2 Distance of standing long jump among children and adolescents aged 7 - 18 in China from 1985 to 2019 (cm, $\bar{x} \pm s$)

地 区 (岁)	年 龄	男 生					女 生				
		1985 年	1995 年	2005 年	2014 年	2019 年	1985 年	1995 年	2005 年	2014 年	2019 年
城 市	7	125.81±15.26	128.37±16.04	124.13±17.89	122.45±18.50	121.51±18.60	117.21±15.72	118.15±15.97	114.38±17.23	115.33±16.94	114.20±17.81
	8	136.10±15.17	139.35±16.16	135.74±17.46	132.70±18.82	131.87±19.10	127.33±15.38	128.27±16.06	126.10±17.04	124.75±17.57	124.11±17.70
	9	145.91±15.32	149.46±17.00	145.49±18.23	140.58±19.94	138.74±19.80	136.75±15.51	139.16±16.22	135.83±17.87	132.46±18.33	131.80±18.30
	10	154.53±15.55	158.57±17.14	153.00±19.01	147.43±20.23	146.48±21.71	144.64±16.00	148.16±17.07	142.45±18.51	140.35±19.41	139.70±20.15
	11	162.74±16.03	167.18±17.89	161.93±20.22	156.28±21.43	155.41±23.33	152.44±16.28	156.03±17.75	150.57±18.78	147.21±19.96	146.08±21.54
	12	169.91±17.18	177.88±20.33	171.79±22.47	168.22±24.36	166.87±27.12	157.21±17.21	162.34±17.93	154.50±19.28	152.02±20.63	149.11±22.07
	13	182.22±19.16	194.50±21.61	188.57±24.25	185.10±26.25	185.94±27.34	159.61±17.67	166.90±17.61	159.02±19.57	156.80±20.79	153.96±22.15
	14	194.54±20.87	207.79±21.68	201.78±25.10	198.94±26.81	199.37±28.09	160.90±18.25	168.10±18.13	159.71±19.24	159.59±20.64	156.65±22.18
	15	206.22±20.08	220.07±20.06	213.14±23.53	211.94±25.17	210.17±26.84	160.78±18.19	173.18±18.20	162.63±19.41	163.19±19.82	160.71±22.22
	16	214.98±19.13	226.43±19.21	221.15±22.01	219.43±24.27	216.47±26.24	161.50±18.42	172.96±17.19	166.63±18.34	164.93±19.61	162.23±20.74
	17	220.48±18.90	230.44±18.79	226.16±22.08	222.52±23.95	218.91±25.57	162.76±18.32	173.19±17.29	166.89±17.88	165.21±18.83	163.64±21.11
	18	224.04±19.35	232.12±18.87	227.25±20.91	223.89±24.11	218.55±25.81	163.10±18.57	173.21±17.75	167.01±18.16	164.50±19.16	162.88±20.94
乡 村	7	119.74±15.68	128.89±15.94	123.81±18.03	122.09±18.20	121.11±19.17	114.41±15.38	121.05±15.59	113.42±17.76	113.31±17.19	112.50±18.10
	8	128.31±16.27	139.57±16.53	135.76±17.67	133.55±18.44	131.30±19.85	122.40±15.50	129.80±15.77	125.84±17.20	124.02±17.83	121.75±18.54
	9	137.77±16.40	149.41±16.04	146.80±18.54	141.47±18.68	138.41±20.57	130.15±15.79	138.88±16.07	134.59±17.37	131.27±18.26	129.81±19.08
	10	146.10±16.60	157.97±16.44	155.55±18.17	149.36±19.64	147.04±21.63	137.61±16.02	148.17±16.07	143.41±17.98	139.44±18.69	137.98±20.30
	11	153.20±16.88	166.10±17.14	163.36±18.56	157.57±20.86	156.21±22.94	144.35±16.71	154.99±16.90	150.13±18.00	146.88±19.21	145.30±20.80
	12	160.02±18.02	175.91±19.13	172.08±20.47	170.67±23.50	168.50±25.80	149.67±17.21	161.24±17.35	155.13±18.70	152.64±20.03	149.31±21.29
	13	173.91±19.67	191.22±21.16	186.18±23.16	186.11±24.86	185.24±26.53	156.52±17.51	167.03±16.76	159.92±18.08	156.65±19.88	153.61±21.81
	14	184.81±21.50	202.43±21.66	199.16±24.18	198.86±24.96	198.92±27.09	158.58±18.02	168.69±17.03	161.72±18.04	159.44±19.25	156.82±21.48
	15	196.54±21.74	213.57±20.67	210.04±22.57	212.50±24.28	210.54±26.47	160.11±18.07	171.34±17.31	163.40±18.00	165.85±19.37	160.15±22.14
	16	207.22±20.65	222.82±19.24	220.53±21.18	220.44±23.51	217.11±26.11	161.33±17.93	172.32±17.77	166.20±17.70	167.08±19.49	162.34±21.60
	17	213.75±19.10	227.79±18.29	225.21±20.54	225.81±23.34	221.24±25.38	162.90±17.84	172.80±17.83	167.33±18.08	167.80±20.00	162.98±21.54
	18	217.41±19.14	230.16±18.77	228.50±20.25	227.78±23.28	221.84±25.11	163.47±17.80	173.01±17.56	168.27±17.57	167.83±20.43	162.93±20.31

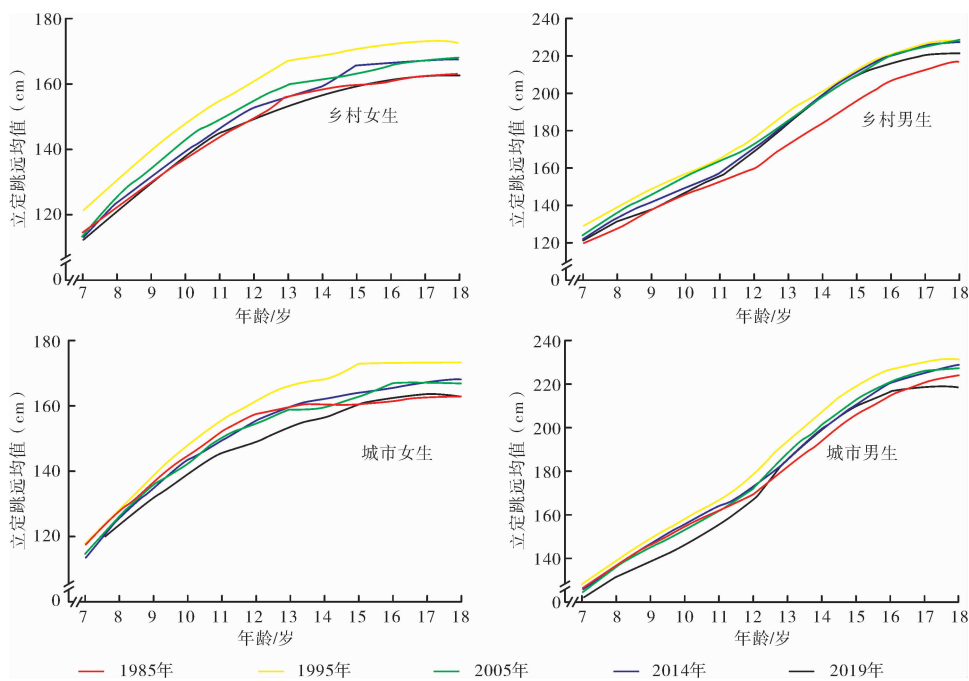


图 1 1985—2019 年中国 7~18 岁儿童青少年爆发力的变化趋势

Fig. 1 Trends in explosive power among Chinese children and adolescents aged 7 to 18 from 1985 to 2019

2.4 预测 使用时间序列模型对 2029 年 7~18 岁城乡男女生爆发力素质(立定跳远成绩)进行预测,结果显示除 14、15 岁乡村男生外,其余各年龄组城
乡男女生爆发力素质均提高或与 2019 年时持平,其中,乡村男女生爆发力素质的增长幅度要高于城市男女生,城市男女生爆发力素质的增长均发生在 12 岁

表 3 1985—2019 年中国不同地区 7~18 岁儿童青少年立定跳远均值年增长量和年增长环比对比

Tab. 3 Comparison of annual growth volume and annual growth chain of the mean value of standing long jump of children and youth aged 7 - 18 years old in different regions of China, 1985—2019

年龄 (岁)	年份	城市男生					城市女生					乡村男生					乡村女生					
		1985	1995	2005	2014	2019	1985	1995	2005	2014	2019	1985	1995	2005	2014	2019	1985	1995	2005	2014	2019	
7	增长量	逐期	—	-4.24	-1.68	-0.94	-0.94	—	-3.77	-2.81	-1.13	-1.13	—	-5.08	-1.72	-0.98	-0.98	—	-7.63	-0.11	-0.81	-0.81
	(cm)	累计	—	-1.68	-3.36	-4.30	-5.24	—	-2.83	-1.40	-3.01	-4.14	—	4.07	2.35	1.37	0.39	—	-0.99	-1.1	-1.91	-2.72
	增长速度	环比	—	-3.30	-1.35	-0.77	-0.77	—	-3.19	-1.55	-0.98	-0.98	—	-3.94	-1.39	-0.80	-0.80	—	-6.30	-0.10	-0.71	-0.71
	(%)	累计	—	-1.27	-2.63	-3.39	-4.16	—	-2.39	-0.12	-2.54	-3.52	—	3.70	2.31	1.51	0.70	—	-0.50	-0.60	-1.32	-2.03
8	增长量	逐期	—	-3.61	-3.04	-0.83	-0.83	—	-2.17	-1.31	-0.64	-0.64	—	-3.81	-2.21	-2.25	-2.25	—	-3.96	-1.82	-2.27	-2.27
	(cm)	累计	—	-0.36	-3.4	-4.23	-5.06	—	-1.23	-0.08	-3.22	-3.86	—	7.45	5.24	2.99	0.74	—	3.44	1.62	-0.65	-2.92
	增长速度	环比	—	-2.59	-2.24	-0.63	-0.63	—	-1.69	-0.60	-0.51	-0.51	—	-2.73	-1.63	-1.68	-1.68	—	-3.05	-1.45	-1.83	-1.83
	(%)	累计	—	-0.20	-2.44	-3.07	-3.69	—	-0.99	0.56	-2.58	-3.09	—	6.05	4.42	2.74	1.05	—	3.00	1.55	-0.28	-2.11
9	增长量	逐期	—	-3.97	-4.91	-1.84	-1.84	—	-3.33	2.41	-0.66	-0.66	—	-2.61	-5.33	-3.06	-3.06	—	-4.29	-3.32	-1.46	-1.46
	(cm)	累计	—	-0.42	-5.33	-7.17	-9.01	—	-0.92	0.34	-4.95	-5.61	—	9.03	3.70	0.64	-2.42	—	4.44	1.12	-0.34	-1.8
	增长速度	环比	—	-2.66	-3.37	-1.31	-1.31	—	-2.39	1.96	-0.50	-0.50	—	-1.75	-3.63	-2.16	-2.16	—	-3.09	-2.47	-1.11	-1.11
	(%)	累计	—	-0.23	-3.60	-4.91	-6.22	—	-0.63	-1.70	-3.61	-4.11	—	6.70	3.07	0.91	-1.25	—	3.62	1.15	0.04	-1.07
10	增长量	逐期	—	-5.57	-5.57	-0.95	-0.95	—	-5.71	3.43	-0.65	-0.65	—	-2.42	-6.19	-2.32	-2.32	—	-4.76	-3.97	-1.46	-1.46
	(cm)	累计	—	-1.53	-7.10	-8.05	-9.00	—	-2.19	-1.02	-4.94	-5.59	—	9.45	3.26	0.94	-1.38	—	5.80	1.83	0.37	-1.09
	增长速度	环比	—	-3.51	-3.64	-0.64	-0.64	—	-3.85	2.42	-0.46	-0.46	—	-1.53	-3.98	-1.55	-1.55	—	-3.21	-2.77	-1.05	-1.05
	(%)	累计	—	-0.90	-4.54	-5.19	-5.83	—	-1.42	-1.68	-3.36	-3.82	—	6.59	2.61	1.06	-0.50	—	4.46	1.69	0.64	-0.40
11	增长量	逐期	—	-5.25	-5.65	-0.87	-0.87	—	-5.46	2.45	-1.13	-1.13	—	-2.74	-5.79	-1.36	-1.36	—	-4.86	-3.25	-1.58	-1.58
	(cm)	累计	—	-0.81	-6.46	-7.33	-8.20	—	-1.87	-1.01	-6.36	-7.49	—	10.16	4.37	3.01	1.65	—	5.78	2.53	0.95	-0.63
	增长速度	环比	—	-3.14	-3.49	-0.56	-0.56	—	-3.50	1.77	-0.77	-0.77	—	-1.65	-3.54	-0.86	-0.86	—	-3.14	-2.16	-1.08	-1.08
	(%)	累计	—	-0.41	-3.90	-4.46	-5.01	—	-1.14	-2.51	-4.14	-4.91	—	6.77	3.23	2.36	1.50	—	4.23	2.07	0.99	-0.08
12	增长量	逐期	—	-6.09	-3.57	-1.35	-1.35	—	-7.84	1.4	-2.91	-2.91	—	-3.83	-1.41	-2.17	-2.17	—	-6.11	-2.49	-3.33	-3.33
	(cm)	累计	—	1.88	-1.69	-3.04	-4.39	—	-2.71	-1.50	-8.1	-11.01	—	12.06	10.65	8.48	6.31	—	5.46	2.97	-0.36	-3.69
	增长速度	环比	—	-3.42	-2.08	-0.80	-0.80	—	-4.83	1.12	-1.91	-1.91	—	-2.18	-0.82	-1.27	-1.27	—	-3.79	-1.61	-2.18	-2.18
	(%)	累计	—	1.27	-0.81	-1.61	-2.42	—	-1.57	-2.81	-5.09	-7.00	—	7.75	6.93	5.66	4.39	—	3.94	2.34	0.15	-2.03
13	增长量	逐期	—	-5.93	-3.47	0.84	0.84	—	-7.88	-1.40	-2.84	-2.84	—	-5.04	-0.07	-0.87	-0.87	—	-7.11	-3.27	-3.04	-3.04
	(cm)	累计	—	6.35	2.88	3.72	4.56	—	-0.59	-1.55	-5.65	-8.49	—	12.27	12.2	11.33	10.46	—	3.40	0.13	-2.91	-5.95
	增长速度	环比	—	-3.05	-1.84	0.45	0.45	—	-4.72	-0.12	-1.81	-1.81	—	-2.64	-0.04	-0.47	-0.47	—	-4.26	-2.04	-1.94	-1.94
	(%)	累计	—	3.69	1.85	2.30	2.76	—	-0.15	-1.31	-3.36	-5.17	—	7.31	7.28	6.81	6.34	—	2.45	0.41	-1.53	-3.47
14	增长量	逐期	—	-6.01	-2.84	0.43	0.43	—	-8.39	-0.08	-2.94	-2.94	—	-3.27	-0.30	0.06	0.06	—	-6.97	-2.28	-2.62	-2.62
	(cm)	累计	—	7.24	4.40	4.83	5.26	—	-1.19	-0.60	-4.25	-7.19	—	14.35	14.05	14.11	14.17	—	3.14	0.86	-1.76	-4.38
	增长速度	环比	—	-2.89	-1.41	0.22	0.22	—	-4.99	0.56	-1.84	-1.84	—	-1.62	-0.15	0.03	0.03	—	-4.13	-1.41	-1.64	-1.64
	(%)	累计	—	3.92	2.51	2.73	2.94	—	-0.52	2.41	-2.44	-4.28	—	7.91	7.76	7.79	7.82	—	2.25	0.84	-0.80	-2.45
15	增长量	逐期	—	-6.93	-1.20	-1.77	-1.77	—	-10.55	0.34	-2.48	-2.48	—	-3.53	2.46	-1.96	-1.96	—	-7.94	2.45	-5.70	-5.70
	(cm)	累计	—	6.92	5.72	3.95	2.18	—	1.85	1.96	-0.07	-2.55	—	13.50	15.96	14.00	12.04	—	3.29	5.74	0.04	-5.66
	增长速度	环比	—	-3.15	-0.56	-0.84	-0.84	—	-6.09	-1.70	-1.52	-1.52	—	-1.65	1.17	-0.92	-0.92	—	-4.63	1.50	-3.44	-3.44
	(%)	累计	—	3.57	3.01	2.17	1.34	—	1.62	3.43	0.44	-1.08	—	7.01	8.18	7.26	6.33	—	2.38	3.88	0.44	-3.00
16	增长量	逐期	—	-5.28	-1.72	-2.96	-2.96	—	-6.33	-1.02	-2.70	-2.70	—	-2.29	-0.09	-3.33	-3.33	—	-6.12	0.88	-4.74	-4.74
	(cm)	累计	—	6.17	4.45	1.49	-1.47	—	5.13	2.42	0.73	-1.97	—	13.31	13.22	9.89	6.56	—	4.87	5.75	1.01	-3.73
	增长速度	环比	—	-2.33	-0.78	-1.35	-1.35	—	-3.66	-1.68	-1.64	-1.64	—	-1.03	-0.04	-1.51	-1.51	—	-3.55	0.53	-2.84	-2.84
	(%)	累计	—	3.00	2.22	0.87	-0.48	—	3.44	2.45	0.78	-0.85	—	6.50	6.46	4.95	3.44	—	3.26	3.79	0.95	-1.89
17	增长量	逐期	—	-4.28	-3.64	-3.61	-3.61	—	-6.30	-1.01	-1.57	-1.57	—	-2.58	0.60	-4.57	-4.57	—	-5.47	0.47	-4.82	-4.82
	(cm)	累计	—	5.68	2.04	-1.57	-5.18	—	4.13	1.77	0.88	-0.69	—	11.46	12.06	7.49	2.92	—	4.43	4.90	0.08	-4.74
	增长速度	环比	—	-1.86	-1.61	-1.62	-1.62	—	-3.64	-2.51	-0.95	-0.95	—	-1.13	0.27	-2.02	-2.02	—	-3.17	0.28	-2.87	-2.87
	(%)	累计	—	2.66	1.05	-0.57	-2.19	—	2.77	1.4	0.82	-0.13	—	5.44	5.70	3.68	1.66	—	2.91	3.20	0.32	-2.55
18	增长量	逐期	—	-4.87	-3.36	-5.34	-5.34	—	-6.20	-1.50	-1.62	-1.62	—	-1.66	-0.72	-5.94	-5.94	—	-4.74	-0.44	-4.90	-4.90
	(cm)	累计	—	3.21	-0.15	-5.49	-10.83	—	3.91	1.12	-0.22	-1.84	—	10.91	10.19	4.25	-1.69	—	4.80	4.36	-0.54	-5.44
	增长速度	环比	—	-2.10	-1.48	-2.39	-2.39	—	-3.58	-2.81	-0.98	-0.98	—	-0.72	-0.32	-2.61	-2.61	—	-2.74	-0.26	-2.92	-2.92
	(%)	累计	—	1.51	0.03	-2.35	-4.74	—	2.62	-1.40	0.13	-0.85	—	5.14	4.82	2.22	-0.39	—	3.10	2.84	-0.08	-3.00

以后,而乡村男女生则从 7~18 岁均增长,只有少部分年龄组与 2019 年持平或下降。见表 4。从均方误差(MSE)值可判断时间序列模型的预测误差及准确性,所有预测模型在各年龄段的 MSE 值均相同,且 MSE 值均在合理范围内,预测误差稳定且控制在较小的范围内,说明时间序列模型对不同地区不同年龄儿童青少年爆发力素质的预测值较

准确。

3 讨 论

3.1 男女生爆发力素质总体趋势 本文对 1985—2019 年中国 7~18 岁儿童青少年爆发力素质的长期趋势进行分析,34 年间,中国 7~18 岁儿童青少年爆发力素质总体水平呈下降趋势,直至 2019 年时

表 4 中国 7~18 岁儿童青少年立定跳远年增长环比模型参数估计及立定跳远均值预测

Tab. 4 Model parameter estimation and mean prediction of standing long jump for Chinese children aged 7 - 18 years

地区	年龄 (岁)	男生							女生						
		ARIMA	Box-Ljung	2019	2029	95%CI	MSE	ARIMA	Box-Ljung	2019	2029	95%CI	MSE		
		模型	test P 值	均值	预测值			模型	test P 值	均值	预测值				
城市	7	(1,1,2)	0.25	121.50	122.26 ↑	117.49~127.02	3.55	(1,1,2)	0.22	114.20	116.10 ↑	112.50~119.69	4.34		
	8	(1,1,2)	0.09	131.80	131.80—	127.24~136.35	3.55	(1,1,2)	0.20	124.10	124.42 ↑	121.60~127.24	4.34		
	9	(1,1,2)	0.04	138.70	138.70—	131.11~146.28	3.55	(1,1,2)	0.10	131.80	131.83 ↑	127.56~136.11	4.34		
	10	(1,1,2)	0.04	146.40	146.40—	136.66~156.13	3.55	(1,1,2)	0.11	139.00	139.16 ↑	131.91~146.41	4.34		
	11	(1,1,2)	0.03	155.40	155.40—	146.63~164.16	3.55	(1,1,2)	0.03	146.00	146.00—	141.36~150.63	4.34		
	12	(1,1,2)	0.16	166.80	166.80—	155.64~177.95	3.55	(1,1,2)	0.05	149.10	149.10—	140.09~158.10	4.34		
	13	(1,1,2)	0.54	185.90	188.43 ↑	180.22~196.64	3.55	(1,1,2)	0.07	153.90	153.90—	147.32~160.47	4.34		
	14	(1,1,2)	0.53	199.30	201.61 ↑	193.05~210.15	3.55	(1,1,2)	0.12	156.60	156.60—	150.05~163.14	4.34		
	15	(1,1,2)	0.44	210.10	213.28 ↑	204.39~222.18	3.55	(1,1,2)	0.28	160.70	164.74 ↑	155.60~173.86	4.34		
	16	(1,1,2)	0.43	216.40	221.06 ↑	212.26~229.86	3.55	(1,1,2)	0.26	162.30	166.51 ↑	158.34~174.68	4.34		
	17	(1,1,2)	0.21	218.90	218.90—	211.04~226.75	3.55	(1,1,2)	0.23	163.60	167.32 ↑	159.46~175.10	4.34		
	18	(1,1,2)	0.25	218.50	218.50—	206.27~230.72	3.55	(1,1,2)	0.21	162.80	162.80—	155.14~170.45	4.34		
	乡村	7	(1,1,2)	0.71	121.10	124.61 ↑	117.33~131.87	14.37	(1,1,2)	0.15	112.50	112.50—	106.16~118.83	10.58	
		8	(1,1,2)	0.74	131.30	135.42 ↑	126.87~143.96	14.37	(1,1,2)	0.40	121.70	126.04 ↑	119.15~132.93	10.58	
		9	(1,1,2)	0.38	138.40	144.58 ↑	134.58~154.58	14.37	(1,1,2)	0.31	129.80	129.80—	122.17~137.42	10.58	
		10	(1,1,2)	0.32	147.00	153.24 ↑	142.55~163.92	14.37	(1,1,2)	0.27	137.90	137.90—	126.13~149.66	10.58	
		11	(1,1,2)	0.42	156.20	161.16 ↑	150.76~171.56	14.37	(1,1,2)	0.28	145.30	149.81 ↑	141.15~158.45	10.58	
		12	(1,1,2)	0.84	168.50	171.11 ↑	160.34~181.88	14.37	(1,1,2)	0.31	149.30	149.30—	139.86~158.73	10.58	
13		(1,1,2)	0.79	185.20	185.79 ↑	174.78~196.80	14.37	(1,1,2)	0.13	153.60	153.60—	144.54~162.65	10.58		
14		(1,1,2)	0.68	198.90	197.89 ↓	186.27~209.52	14.37	(1,1,2)	0.16	156.80	156.80—	148.58~165.02	10.58		
15		(1,1,2)	0.57	210.50	209.64 ↓	197.79~221.49	14.37	(1,1,2)	0.62	160.10	164.89 ↑	156.57~173.21	10.58		
16		(1,1,2)	0.39	217.10	218.98 ↑	207.48~230.49	14.37	(1,1,2)	0.47	162.30	166.64 ↑	158.6~174.672	10.58		
17		(1,1,2)	0.45	221.20	223.91 ↑	213.73~234.08	14.37	(1,1,2)	0.45	162.90	167.76 ↑	160.00~175.51	10.58		
18		(1,1,2)	0.68	221.80	226.59 ↑	216.87~236.32	14.37	(1,1,2)	0.39	162.90	167.87 ↑	160.41~175.32	10.58		

注:ARIMA 模型包含 3 个参数(p,d,q),是一个差分自回归移动平均模型,其中 AR 表示自回归,P 是自回归的阶数;MA 表示移动平均,q 是移动平均项数,d 是时间序列变为平稳时所需要做的差分次数。“↑”表示立定跳远预测值增长,“—”表示预测的立定跳远预测值与现阶段均值持平,“↓”表示立定跳远预测值下降;MSE 为均方误差。

下降速度逐渐变缓。从不同阶段来看,男女生爆发力素质的上升和下降趋势发生的时期基本一致,1985—1995 年是男女生爆发力持续增长期,1995—2005 年爆发力开始逐渐下降,2005 年后开始缓慢上升,直至 2014—2019 年间,始终处于下降趋势,但下降速度较缓慢。爆发力水平下降是一个全球性问题^[13-14],有研究表明 1985—2003 年间,人类下肢爆发力平均每年增长 0.03%,20 世纪 50 年代至 80 年代时,是爆发力增长的高峰期,而后在 20 世纪 90 年代前后,开始下降^[15]。已有的研究表明身体素质(包括爆发力)与体重状况、心理健康、学业成绩等呈正相关关系^[16-17],其中,肥胖对爆发力的影响最为显著,相关研究表明肥胖对 6~14 岁的儿童和青少年爆发力水平具有显著的负面影响^[18],体重增加导致下肢肌肉需要克服更大的重量,从而影响爆发力水平。

3.2 男女生爆发力素质的预测结果 预测结果显示,2029 年中国 7~18 岁儿童青少年爆发力素质总体水平呈上升趋势,这可能与国家层面对于儿童青少年体质健康重视程度加深有关,在 2019 年时,国家出台《健康中国行动(2019—2030 年)》,其中就明确提出把学生体质健康状况纳入对学校的绩效考

核,结合学生年龄特点,以多种方式对学生健康知识进行考试考查,将体育纳入高中学业水平测试^[19];最近的研究显示近 10 年中国儿童和青少年超重肥胖率增长速度放缓或略有下降^[20],这也从侧面说明了未来爆发力素质的发展呈上升趋势。

从预测结果来看,不同性别、城乡的儿童青少年爆发力的变化也存在差异,城乡男女生中,乡村男生的爆发力预测值上升最明显,而大部分年龄组城市男女生爆发力的预测值与现有水平持平;同时,乡村男生和城市男生的爆发力预测值总体增长水平要高于城市女生、乡村女生;这可能与生长发育的差异有关,相比农村男女生,城市男女生在生长发育方面具有较大的经济优势,有利于其下肢肌肉的发育以及身高的增长,从而具有更强的爆发力,这说明相比于城市男女生,乡村男女生爆发力素质增长的潜力更大,在预测结果中,也能看出乡村儿童青少年爆发力的预测值总体增长水平要优于城市儿童青少年。相关研究也发现儿童青少年爆发力素质增长的性别差异^[21];男生爆发力优于女生,成人男性在力量以及爆发力方面优于成人女性是一个共识,但对于 7~18 岁儿童青少年来说,爆发力间的差异还需进一步解释,儿童青少年爆发力的性别差异可能是由于一

些生物学因素^[22],青春期的男女生生长发育的速度不同可能导致骨骼肌的发育出现差异,使男生在爆发力方面表现更加优异。同时,一些环境因素也可能导致性别差异,如社会观念,或缺乏运动兴趣等都会导致男女生间身体素质的差异^[23]。

本研究基于 1985—2019 年中国 7~18 岁儿童青少年的立定跳远测试数据,对中国 7~18 岁儿童青少年的爆发力素质的长期趋势进行分析,同时使用时间序列模型对未来中国 7~18 岁儿童青少年的爆发力素质指标进行预测,预测结果显示未来中国 7~18 岁儿童青少年的爆发力素质总体水平呈上升趋势。但本研究依然存在不足之处:首先,本研究所使用的数据来自于中国学生体质健康监测报告,属于横断面数据,具有一定的局限性;未来的研究可使用纵向追踪的数据对中国 7~18 岁儿童青少年爆发力素质的发展趋势、变化规律以及影响因素进行分析。其次,本研究在使用时间序列模型对 7~18 岁儿童青少年的爆发力素质进行预测时,只纳入了爆发力相关指标进行预测,忽视了外部因素对未来 7~18 岁儿童青少年爆发力素质发展的影响,使预测结果可能存在一定偏差,未来的研究可以纳入相关的影响因素进行分析,使预测结果更加稳定、准确。

参考文献

- [1] Fühner T, Kliegl R, Granacher U. An update on secular trends in physical fitness of children and adolescents from 1972 to 2015: A systematic review[J]. *Sports Med*, 2021, 51(2):303-320.
- [2] Tomkinson GR, Carver KD, Atkinson F, et al. European normative values for physical fitness in children and adolescents aged 9-17 years: Results from 2 779 165 eurofit performances representing 30 countries[J]. *Br J Sports Med*, 2018, 52(22):1445-1456.
- [3] Artero EG, España-Romero V, Castro-Piñero J. Criterion-related validity of field-based muscular fitness tests in youth[J]. *J Sports Med Phys Fitness*, 2012, 52(3):263-272.
- [4] 吴键,袁圣敏. 1985—2014 年全国学生身体机能和身体素质动态分析[J]. *北京体育大学学报*, 2019, 42(6):23-32.
Wu J, Yuan SM. Dynamic analysis of national student physical function and fitness from 1985 to 2014[J]. *Journal of Beijing Sport University*, 2019, 42(6):23-32. (in Chinese)
- [5] 中国学生体质与健康调研组. 1985 年中国学生体质与健康研究[M]. 北京:人民教育出版社,1987:4-6.
- [6] 中国学生体质与健康调研组. 1991 年中国学生体质与健康监测报告[M]. 北京:北京科学技术出版社,1995:32-39.
- [7] 中华人民共和国国家教育委员会等中国学生体质与健康调研组. 中国学生体质与健康调研报告-1995 年[M]. 长春:吉林科学技术出版社,1996:3-4.
- [8] 中国学生体质与健康调研组. 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.
- [9] 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.
- [10] 中国学生体质与健康调研组. 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.
- [11] 中国学生体质与健康调研组. 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.
- [12] 中国学生体质与健康调研组. 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.
- [13] Moliner-Urdiales D, Ruiz JR, Ortega FB, et al. Secular trends in health-related physical fitness in Spanish adolescents: The AVENA and HELENA studies[J]. *J Sci Med Sport*, 2010, 13(6):584-588.
- [14] Albon HM, Hamlin MJ, Ross JJ. Secular trends and distributional changes in health and fitness performance variables of 10-14-year-old children in New Zealand between 1991 and 2003[J]. *Br J Sports Med*, 2010, 44(4):263-269.
- [15] Tomkinson GR. Global changes in anaerobic fitness test performance of children and adolescents (1958—2003) [J]. *Scand J Med Sci Sports*, 2007, 17(5):497-507.
- [16] Visier-Alfonso ME, Sánchez-López M, Álvarez-Bueno C et al. Mediators between physical activity and academic achievement: A systematic review[J]. *Scand J Med Sci Sports*, 2022, 32(3):452-464.
- [17] Zhang Y, Liu S, Li Y, et al. The relationships between weight status and physical fitness among Chinese children and youth[J]. *Res Q Exerc Sport*, 2019, 90(2):113-122.
- [18] Armstrong MEG, Lambert MI, Lambert EV. Relationships between different nutritional anthropometric statuses and health-related fitness of South African primary school children[J]. *Ann Hum Biol*, 2017, 44(3):208-213.
- [19] 中华人民共和国中央人民政府. 学生体质健康状况将纳入学校绩效考核[EB/OL]. (2019-7-15)[2024-11-7]. https://www.gov.cn/zhengce/2019-07/15/content_5409825.htm.
- [20] Dong Y, Liu WZ, 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.
- [21] Lang JJ, Tremblay MS, Ortega FB, et al. Review of criterion-referenced standards for cardiorespiratory fitness: What percentage of 1 142 026 international children and youth are apparently healthy[J]. *Br J Sports Med*, 2019, 53(15):953-958.
- [22] Tambalis KD, Panagiotakos DB, Psarra G, et al. Physical fitness normative values for 6-18-year-old Greek boys and girls, using the empirical distribution and the lambda, mu, and sigma statistical method[J]. *Eur J Sport Sci*, 2016, 16(6):736-746.
- [23] Santos R, Mota J, Santos DA, et al. Physical fitness percentiles for Portuguese children and adolescents aged 10-18 years[J]. *J Sports Sci*, 2014, 32(16):1510-1518.

收稿日期:2024-06-20 修回日期:2024-10-21 本文编辑:王悦