

全国学生体质与健康的拓扑再分析

汪志胜¹, 刘承宜², 魏源¹

(1.广州体育学院 运动技战术诊断与机能评定国家体育总局重点实验室, 广东 广州 510500;
2.华南师范大学 体育科学学院 激光运动医学实验室, 广东 广州 510006)

摘 要: 引入自相似和定量差异对 2010 和 2014 两年的全国 7~19 岁学生体质与健康调研数据进行再分析。结果发现: (1)2014 年与 2010 年比较, 我国同龄小学生体质健康水平, 女生上升, 男生下降; 同龄中学生的体质健康水平, 女生下降, 男生上升; 同龄大学生的体质健康水平, 男女生均相当。(2)2014 年与 2010 年比较, 我国女生在 7~10、13 和 15 岁时的体质健康水平明显提高, 男生在 7~11、13~15 岁时的体质健康水平也明显提高。研究结果不支持学生体质健康状况下降的传统结论。

关 键 词: 体质健康; 青少年; 自相似指数; 拓扑再分析

中图分类号: G807 文献标志码: A 文章编号: 1006-7116(2018)04-0073-06

A topological reanalysis of the physical quality and health of students in China

WANG Zhi-sheng¹, LIU Cheng-yi², WEI Yuan¹

(1.Key Laboratory of Diagnostic and Functional Evaluation of Sports Technology and General Administration of Sport, Guangzhou Sport University, Guangzhou 510500, China; 2.Laboratory of Laser Sports Medicine, School of Physical Education, South China Normal University, Guangzhou 510006, China)

Abstract: By introducing self similarity and qualitative difference, the authors reanalyzed the survey data about the physical quality and health of students aged 7-19 in China in such two years as 2010 and 2014, and revealed the following findings: 1) from 2010 to 2014, in terms of the physical quality and health level of elementary school students of the same ages in China, the girl students' increased, while the boy students' decreased; in terms of the physical quality and health level of university students of the same ages, the boy students' and girl students' were both equivalent; 2) from 2010 to 2014, the physical quality and health level of girl students at the ages of 7-10, 13 and 15 in China increased significantly, the physical quality and health level of boy students at the ages of 7-11 and 13-15 increased significantly as well. The said findings did not support such a traditional conclusion as that student physical quality and health declined.

Key words: physical quality and health; teenager; self similarity exponent; topological reanalysis

建国至今, 党和国家几代领导人一直非常重视我国学生的体质与健康。教育部从 1985 年正式开始进行全国学生体质与健康调研工作, 相关测试指标包括身体形态、身体机能和身体素质等共 24 项^[1]。2014 年国民体质监测工作的总结发现, 当前我国学生体质与健康存在的主要问题是大学生身体素质呈下降趋势, 各年龄段学生肥胖检出率呈上升趋势^[2]。同时, 部分省市

也发表了类似的结果^[3-7], 这些结果引起了各相关部门的重视。

健康状况下降的结论基于传统的健康观念^[8]。传统的健康观念基于内稳态, 要求各项测试指标都处于健康常模的正常范围。遗憾的是, 基于传统健康观念的体检并不能降低死亡率^[8]。刘承宜等^[9]引入功能内稳态概念, 用系统的观点研究健康状况, 发现健康就是保

收稿日期: 2017-09-08

基金项目: 国家重点研发计划项目(2017YFB0403800); 2018 年度广东大学生科技创新培育专项资金项目(pdjhb20180288)。

作者简介: 汪志胜(1993-), 男, 硕士研究生, 研究方向: 青少年体质健康与学校体育。E-mail: 100149112@qq.com 通讯作者: 刘承宜教授

持自己不变的能力。时间自相似是一个模式不随时间尺度的改变而改变^[10], 可以用来描述各项测试指标构成的数据空间随时间的变化, 引入系统观念研究身体素质的变化。借鉴分形物理学的自相似原理^[10], 华南师范大学建立了定量差异统计^[11-13]和拓扑学方法^[14]。本研究应用拓扑学方法研究 2010 和 2014 两年的全国 7~19 岁学生国民体质监测结果, 发现从 2010 到 2014 年青少年的体质健康状况得到不同程度的改善。

1 研究方法

传统统计方法可以告知两组数据的定性差异, 而无法得出它们的定量差异^[11-13]。刘承宜等引入定量差异 (quantitative difference, QD) 定量表征了生物学差异^[11-13]。对于一个输入信号, 生物系统响应的只是它变化前后的比值^[15-16]。对于一个参数 χ 表征的过程, 终点 χ_2 和起点 χ_1 的比值取对数所得 $l_\chi(1, 2)$ 称为过程对数 (process logarithm, PL), 其绝对值定义为起止点的 QD:

$$l_x(1,2) = \log_\tau(x_2/x_1), \tau = (\sqrt{5}-1)/2 \approx 0.618$$

一个功能包含 3 个功能阈值, 分别为 α 、 β 、 γ ($\alpha < \beta < \gamma$)^[11-13]。阈值 α 称为 Weber 阈值。一个参数两个取值的 QD 低于 Weber 阈值称为完全没有 QD。阈值 β 和 γ 被称为功能显著性阈值, 表示为 (β, γ) 。维持功能稳定的负反馈机制称为功能内稳态 (FSH, function-specific homeostasis)^[17]。远离或处于 FSH 的功能称为失调或正则功能。失调功能两个取值的 QD 等于或大于 γ 或 β 称为非常显著性或显著性 QD。正则功能任何两个取值的 QD 都小于 β 。不同水平的功能阈值分别为整体水平 (0.101, 0.268, 0.472)、组织器官水平 (0.161, 0.472, 0.805) 和细胞分子水平或神经心理水平 (0.268, 0.805, 1.221), 对应的显著性阈值分别为 (0.268, 0.472)、(0.472, 0.805) 和 (0.805, 1.221)^[13]。教育部所公布的体质健康参数中安静脉搏、收缩压、舒张压和肺活量 4 个参数属于组织器官水平的功能, 身体质量指数 (body mass index, BMI)、胸围、50 m 跑、握力、立定跳远、肌力、耐力跑和坐位体前屈 8 个参数属于整体水平的功能。

自相似是分形的形成机制^[10], 其不仅可以表征两个参数的互动, 还可以表征两个参数空间的拓扑关系。所谓自相似, 就是一个模式不随着空间或时间尺度的改变而改变。在数学领域中, 自相似可用两个参数的幂函数来表示, 即两个参数各自的比值满足幂函数的关系, 其幂指数称为自相似指数 (self-similarity exponent, SSE)^[14]:

$$y_2/y_1 = (\chi_2/\chi_1)^{\text{SSE}(1,2)} \Leftrightarrow \text{SSE}(1,2) = l_y(1,2)/l_\chi(1,2)$$

一个过程是由 N 个子过程构成:

$$\text{SSE}(1, i) = l_y(1, i)/l_\chi(1, i), \quad i=2, 3, \dots, N$$

连续两个 SSE 的 QD 称为 QD_{SSE} :

$$\text{QD}_{\text{SSE}}(i, i+1) = \left| \frac{\text{SSE}(1, i) + \text{SSE}(1, i+1)}{2} \ln \frac{\text{SSE}(1, i)}{\text{SSE}(1, i+1)} \right|,$$

$$i=2, \dots, N-1$$

QD_{SSE} 与 QD 的功能阈值一样。若两个参数分别属于两类功能, 选择其中功能阈值较大的那个 (α 、 β 、 γ)。若一个参数的 PL 绝对值小于 Weber 阈值 α , 而另一个参数的 PL 绝对值大于等于功能显著性阈值 β , 这样的 SSE 数目称为具有显著性 Weber 的 SSE 数目 (NSW, number of SSEs of significant Weber)。扣除 PL 绝对值小于 Weber 阈值 α 对应的 SSE, 剩余 SSE 可以求一个平均值 $\overline{\text{SSE}}$, 并计算这个平均值与每个 SSE 的 QD_{SSE} :

$$\text{QD}_{\text{SSE}}(i) = \left| \frac{\text{SSE}(1, i) + \overline{\text{SSE}}}{2} \ln \frac{\text{SSE}(1, i)}{\overline{\text{SSE}}} \right|,$$

$$i=2, 3, \dots, N$$

将引起 QD_{SSE} 或 QD_{NSW} 大于或等于相应的功能显

著性阈值 β 的 SSE 数目称为显著性 SSE 数目 (number of significant SSEs, NSS)。扣除 NSS 得到最后的 $\overline{\text{SSE}}$ 。不同的 PL 相除方法可以得到两套 $\overline{\text{SSE}}$, 选择 $\overline{\text{SSE}}$ 较大的那一套方法, 最后的 $\overline{\text{SSE}}$ 一般是大于 1 的。NSW 与 NSS 的和称为拓扑数, 拓扑数为零表示 SSE 守恒^[14]。拓扑数越大, 两个原始参数的相关性越低^[14, 18]。

青少年体质健康参数可以构成参数空间, 参数数值对比值的 PL 可以定量表征这个参数空间的拓扑特性^[14]。体质健康参数用各项体质指标均值来表示, 2010 和 2014 两年参数空间的拓扑差异可以用 SSE 的守恒性来表征。计算 SSE 前, 需要选择标准组。将标准组参数空间中的参数数值从大到小排列, 然后计算每个参数数值与该参数空间所有参数数值平均值的 PL, 其中最大参数和最小参数与平均值的 PL 分别记为 PL_{max} 与 PL_{min} 。若 PL_{max} 与 PL_{min} 两者的绝对值相当, 则称为正则化集合 (normalized data set, NDS)。若 PL_{max} 与 PL_{min} 两者的绝对值相差较大, 则其中较大的 PL 绝对值所对应的参数数值称为偏离参数。需将各组的偏离参数缩小或放大同样的倍数, 然后重新按照标准组排序形成 NDS, 这个处理数据过程称为正则化。按照 NDS 计算 SSE 的方法分为最小 SSE 和最大 SSE 两类。最小 SSE 法是计算各个参数数值与最小参数的 PL, 最大 SSE 法是计算各个参数与最大参数的 PL。同样用 NSS、NSW 表征两组数据的拓扑差异。引起拓扑差异的原始

参数称为拓扑参数。拓扑差异(0, 0)表示两个参数空间自相似,而体质健康水平保持不变。同样是分析2010与2014年全国学生体质健康指标参数的4年同龄拓扑差异(four-year topological difference of the same years old, FTY),标准组的选择会影响研究结果。以2010和2014年为标准组所得到的FTY分别表示为FTY10和FTY14。此外,还对2010与2014年全国学生各体质健康指标参数的4年成长拓扑差异(four-year topological difference in development, FTD)进行分析,标准组的选择仍会影响研究结果。因而以2010和2014年为标准组所得到的FTD分别表示为FTD10和FTD14。

同龄拓扑差异或成长拓扑差异越大,体质健康水平相差越大,到底是上升还是下降依赖于拓扑参数的变化,因此可以对拓扑参数的变化进行赋值来计算总得分。对拓扑参数进行赋值的原則基于《国家学生体质健康标准》(简称《标准》),将体质与健康指标向好的差异记为“+1”分(如:A. BMI、安静脉搏、收缩压、舒张压的平均值随年龄增长而下降且保证其在正常值范围内;B. 胸围、肺活量、握力、立定跳远、肌力、坐位体前屈的平均值随年龄增长而上升;C. 50 m跑、耐力跑的时间平均值随年龄的增长而下降)。反之,将体质与健康指标向差的差异记为“-1”分(如:A. BMI、安静脉搏、收缩压、舒张压的平均值随年龄增长而上升;B. 胸围、肺活量、握力、立定跳远、肌力、坐位体前屈的平均值随年龄增长而下降;C. 50 m跑、耐力跑的时间平均值随年龄增长而上升),而体质与健康指标水平相当的记为“0”分(如:各体质指标的平均值随年龄增长而保持不变)。这样可以通过比较赋值的总分来研究和判断2010和2014两年的体质健康状况。FTY10与FTD10、FTY14与FTD14没有差异,表示2010与2014两年的体质健康状况相当。FTY10和FTD10没有FTY14和FTD14好,表示2014年的体质健康状况比2010年好。

2 结果及分析

本研究分析了全国学生体质与健康参数^[2, 19]2010与2014两年的同龄拓扑差异和增加4岁的成长拓扑差异。

1) 同龄拓扑差异。

2010与2014年全国学生体质与健康同龄拓扑差异结果见表1~3。

女生小学组(7~12岁)。从FTY10到FTY14,拓扑总数从0增加为2。FTY10的拓扑参数为0,各体质与健康指标呈现自相似。而FTY14的拓扑参数为胸围,从2010到2014年10和11岁时均出现胸围上升,这是更加健康的表现。通过赋值得分并计算其总分得出,

FTY14得分要高于FTY10,说明FTY14比FTY10更好,也就是2014年的体质健康状况比2010年好。

男生小学组(7~12岁)。从FTY10到FTY14,拓扑总数从9增加为18。FTY10的拓扑参数分别为BMI、坐位体前屈、肺活量和握力。从2010到2014年,8、9和11岁时均出现BMI下降,10和12岁时均出现坐位体前屈上升,11和12岁时均出现肺活量和握力下降。FTY14的拓扑参数分别为BMI、坐位体前屈、50 m跑、安静脉搏、胸围、肺活量、握力、收缩压和耐力跑。从2010到2014年,7~11岁时均出现BMI上升,7岁时出现坐位体前屈下降,10岁时出现50 m跑、安静脉搏下降和胸围上升,11岁时出现肺活量、握力、收缩压、胸围上升和耐力跑、50 m跑下降,12岁时出现坐位体前屈下降和握力、肺活量上升。通过赋值得分并计算其总分得出,FTY10得分要高于FTY14。显然,FTY10比FTY14更好,也就是2010年的体质健康状况比2014年好。

表1 2014年与2010年全国女生体质与健康同龄拓扑差异¹⁾

组别	年龄/岁	FTY10		FTY14	
		NSS 数目	NSW 数目	NSS 数目	NSW 数目
小学组	7	0	0	0	0
	8	0	0	0	0
	9	0	0	0	0
	10	0	0	1	0
	11	0	0	1	0
	12	0	0	0	0
中学组	13	2	0	1	0
	14	2	1	1	1
	15	2	0	2	0
	16	2	0	2	0
	17	2	0	2	0
	18	1	0	1	0
大学组	19	2	0	2	0

1)NSS 代表显著性 SSE 数目; NSW 代表具有显著性 Weber 的 SSE 数目; FTY 代表4年同龄拓扑差异

表2 2014年与2010年全国男生体质与健康的同龄拓扑差异¹⁾

组别	年龄/岁	FTY10		FTY14	
		NSS 数目	NSW 数目	NSS 数目	NSW 数目
小学组	7	0	0	2	0
	8	1	0	1	0
	9	1	0	1	0
	10	0	1	4	0
	11	3	0	6	1
	12	2	1	2	1
中学组	13	4	2	3	1
	14	5	0	3	0
	15	5	0	1	1
	16	3	0	2	1
	17	2	0	1	1
	18	0	1	1	1
大学组	19	0	0	0	0

1)NSS 代表显著性 SSE 数目; NSW 代表具有显著性 Weber 的 SSE 数目; FTY 代表四年同龄拓扑差异

表3 FTY14 与 FTY10 全国学生体质与健康赋值总分比较

组别	女生		男生	
	FTY10	FTY14	FTY10	FTY14
小学组	0	2	5	0
中学组	3	-3	0	2
大学组	0	0	0	0

注: FTY 代表 4 年同龄拓扑差异

女生中学组(13~18 岁)。从 FTY10 到 FTY14, 拓扑总数从 12 减少为 10。FTY10 的拓扑参数分别为握力、BMI、耐力跑、50 m 跑和肌力。从 2010 到 2014 年, 13 岁时出现握力和 BMI 下降, 14 岁时出现耐力跑、50 m 跑上升和握力相当, 15 岁时出现耐力跑和握力上升, 16 和 17 岁时均出现耐力跑下降, 16~18 岁时均出现握力上升。FTY14 的拓扑参数分别为握力、肌力和耐力跑。从 2010 到 2014 年, 13 岁时出现握力上升, 14 岁时出现耐力跑下降和握力相当, 15 岁时出现耐力跑和握力下降, 16 和 17 岁时均出现耐力跑上升, 16~18 岁时均出现握力下降。通过赋值得分并计算其总分得出, FTY10 得分要高于 FTY14, 因此 FTY10 要比 FTY14 更好, 也就是 2010 年的体质健康状况比 2014 年好。

男生中学组(13~18 岁)。从 FTY10 到 FTY14, 拓扑总数从 22 减少为 16。FTY10 的拓扑参数分别为肌力、50 m 跑、坐位体前屈、肺活量、安静脉搏、胸围和舒张压。从 2010 到 2014 年, 13 岁时出现肌力、50 m 跑、坐位体前屈上升和肺活量下降, 14 岁时出现肺活量、安静脉搏、舒张压、胸围下降和 50 m 跑相当, 15 岁时出现肺活量、胸围、安静脉搏、舒张压下降和 50 m 跑上升, 16 岁时出现坐位体前屈、肌力上升和肺活量下降, 17 岁时出现肌力上升和 50 m 跑相当, 18 岁时出现肌力上升。FTY14 的拓扑参数分别为肺活量、收缩压、胸围、50 m 跑、肌力和坐位体前屈。从 2010 到 2014 年, 13 岁时出现肺活量、收缩压、胸围上升和 50 m 跑下降, 14 岁时出现肺活量、收缩压上升和 50 m 跑相当, 15 岁时出现肺活量上升和肌力下降, 16 岁时出现坐位体前屈、肌力下降和肺活量上升, 17 岁时出现胸围上升和 50 m 跑相当, 18 岁时出现胸围和 50 m 跑上升。通过赋值得分并计算其总分得出, FTY14 得分要高于 FTY10, 说明 FTY14 要比 FTY10 更好, 也就是 2014 年的体质健康状况比 2010 年好。

女生大学组(19 岁)。从 FTY10 到 FTY14, 拓扑总数均为 2, FTY10 的拓扑参数分别为握力和耐力跑。从 2010 到 2014 年, 19 岁时出现握力和耐力跑上升。FTY14 的拓扑参数分别为握力和耐力跑。从 2010 到

2014 年, 19 岁时出现握力和耐力跑下降。通过赋值得分并计算其总分得出, FTY10 得分与 FTY14 相当, 即 FTY10 与 FTY14 水平相当, 也就是 2010 与 2014 两年的体质健康状况相当。

男生大学组(19 岁)。从 FTY10 到 FTY14, 拓扑总数均为 0, 各体质与健康指标呈现自相似。通过赋值得分并计算其总分得出, FTY10 得分与 FTY14 相当, 即 FTY10 与 FTY14 水平相当, 也就是 2010 与 2014 两年的体质健康状况相当。

综上所述, 从 FTY10 到 FTY14, 我国小学组女生的 FTY14 要好于 FTY10, 而男生的 FTY10 要好于 FTY14; 中学组女生的 FTY10 要好于 FTY14, 而男生的 FTY14 要好于 FTY10; 大学组男、女生的 FTY10 均与 FTY14 水平相当。因此, 从 2010 到 2014 年我国同龄小学生的体质健康总体水平, 女生上升, 男生下降; 同龄中学生的体质健康总体水平, 女生下降, 男生上升; 同龄大学生的体质健康总体水平, 男女生均相当。

2) 成长拓扑差异。

体质健康数据随成长的变化称为成长拓扑差异。从 2010 到 2014 年全国学生体质与健康成长拓扑差异结果见表 4~6。通过对表 4 和表 5 的成长拓扑差异中产生的拓扑参数进行赋值并计算其总得分(见表 6)。从 FTD10 到 FTD14, 我国女生在 7~11、8~12、9~13、10~14、13~17 岁和 15~19 岁时, FTD14 的得分均要高于 FTD10, 从而得出 FTD14 均要好于 FTD10; 而我国男生在 7~11、8~12、9~13、10~14、11~15、13~17、14~18 和 15~19 岁时, FTD14 的得分均要高于 FTD10, 从而得出 FTD14 均要好于 FTD10。因此, 从成长方面看, 从 2010 到 2014 年我国女生在 7~10、13 和 15 岁时的体质健康总体水平变得更健康, 而男生在 7~11、13~15 岁时的体质健康总体水平变得更健康。

表 4 从 2010 到 2014 年全国男生体质与健康的成长拓扑差异^①

年龄/岁	FTY10		FTY14	
	SSE 数目	NSW 数目	SSE 数目	NSW 数目
7~11	14	2	5	0
8~12	8	1	7	0
9~13	10	2	12	2
10~14	9	6	12	3
11~15	17	2	10	3
12~16	13	1	5	2
13~17	11	0	7	0
14~18	4	0	1	2
15~19	2	1	3	1
总和	88	15	62	13

①NSS 代表显著性 SSE 数目; NSW 代表具有显著性 Weber 的 SSE 数目; FTD 代表四年成长拓扑差异

表5 从2010到2014年全国男生体质与健康的成长拓扑差异¹⁾

年龄/岁	FTY10		FTY14	
	SSE 数目	NSW 数目	SSE 数目	NSW 数目
7~11	11	0	6	0
8~12	12	0	8	0
9~13	8	0	8	1
10~14	8	0	7	0
11~15	8	0	5	1
12~16	7	0	5	1
13~17	3	4	3	1
14~18	1	1	1	1
15~19	3	0	3	0
总和	61	5	45	4

1)NSS 代表显著性 SSE 数目; NSW 代表具有显著性 Weber 的 SSE 数目; FTD 代表 4 年成长拓扑差异

表6 FTD14 与 FTD10 全国学生体质与健康成长赋值总分比较 分

年龄/岁	女生		男生	
	FTY10	FTY14	FTY10	FTY14
7~11	-4	2	-5	3
8~12	-4	3	-4	5
9~13	-2	1	-2	2
10~14	-1	0	-3	1
11~15	-1	-1	0	3

1)FTD 代表 4 年成长拓扑差异

3 讨论

各项体质健康参数都从各自侧面反映机体的体质健康状况, 它们相互关联且形成一个参数系统。传统统计方法是基于传统健康观念^[8]形成的一种处理数据的统计方法, 将本来就是一个系统的各个参数单独进行一一比较。遗憾的是, 传统统计方法无法预测黑天鹅事件^[9]。拓扑学方法^[13]是基于功能内稳态^[17]形成的一种处理大数据的新型统计方法, 其方法的一个最大优势是以系统观念从整体上综合分析各项体质健康参数构成的参数系统, 所以比传统方法更能体现机体的体质健康状况。这里以 2010 和 2014 年我国男女大学生(19 岁)体质健康状况的差异比较说明两种统计方法的区别。

在研究分析 2010 和 2014 年我国男女大学生(19 岁)体质健康状况中^[2, 20], 传统统计方法将 2010 和 2014 两年男大学生各项体质健康参数单独进行一一比较后发现有两个参数存在差异, 分别是立定跳远和耐力跑参数(2010 年立定跳远成绩均值为 226.9 cm, 耐力跑成绩均值为 255.1 s, 而 2014 年立定跳远成绩均值为 222.8 cm, 耐力跑成绩均值为 260.5 s), 即与 2010 年相比, 2014 年我国男大学生立定跳远成绩、耐力跑成绩均下降^[20]; 通过将 2010 和 2014 年女大学生各项体质

健康参数单独进行一一比较后发现有一个参数存在差异, 就是立定跳远参数(2010 年我国女大学生立定跳远成绩均值为 166.4 cm, 而 2014 年我国女大学生立定跳远成绩均值为 165.5 cm), 即与 2010 年相比, 2014 年我国女大学生立定跳远成绩下降^[20]。将传统统计方法得出的男女大学生发生差异的体质健康参数的变化趋势综合在一起体现了我国大学生身体素质继续呈下降的趋势^[2, 20]。然而, 拓扑学方法直接将我国男大学生的 BMI、胸围、安静脉搏、收缩压、舒张压、肺活量、50 m 跑、握力、肌力、立定跳远、耐力跑和坐位体前屈共 12 个参数放入系统中构成一个体质健康参数空间。我国男大学生体质健康参数空间在 2010 和 2014 两年没有拓扑差异, 即从 2010 到 2014 年我国男大学生体质健康参数空间呈时间自相似。从而得出, 2014 年我国男大学生体质健康总体水平与 2010 年水平相当, 且我国男大学生身体素质维持不变。

与此同时, 拓扑学方法也将我国女大学生的 BMI、胸围、安静脉搏、收缩压、舒张压、肺活量、50 m 跑、握力、肌力、立定跳远、耐力跑和坐位体前屈共 12 个参数放入系统中构成一个体质健康参数空间, 通过比较 2010 和 2014 年发现, 从 2010 到 2014 年, 我国女大学生体质健康参数空间在 2010 和 2014 两年存在拓扑差异, 分别为握力和耐力跑参数。以 2010 年为标准组时, 女大学生握力是向好的趋势、耐力跑是向差的趋势, 而以 2014 年为标准组时, 女大学生握力是向差的趋势、耐力跑是向好的趋势, 这样将 2010 和 2014 年标准组的拓扑参数变化趋势综合体现了 2010 年女大学生的握力、耐力跑变化与 2014 年女大学生产生协同变化, 2010 年女大学生握力向好的趋势弥补 2014 年女大学生握力向差的趋势, 2014 年女大学生耐力跑向好的趋势弥补 2010 年女大学生耐力跑向差的趋势, 即 2010 年女大学生的握力、耐力跑水平与 2014 年水平相当。因此, 2014 年我国女大学生体质健康总体水平与 2010 年水平相当, 即我国女大学生身体素质维持不变。拓扑学方法最终得出结论为, 从 2010 到 2014 年我国同龄男女大学生的体质健康总体水平相当, 且我国同龄男女大学生的身体素质均维持不变。可见, 传统统计方法通过单独分析大学生各项体质健康参数发现的差异与拓扑学方法通过系统的观念分析大学生各项体质健康参数发现的拓扑差异明显不同, 因而导致最后得出的结论不同。将大学生各项体质健康参数放入系统后进行拓扑学方法整体综合分析得出的结论在一定程度上支持了“阳光体育”, 而将大学生各项体质健康参数单独分析得出的结论^[2, 20]未能有效地支持“阳光体育”。

参考文献:

- [1] 权威解读《2014年全国学生体质与健康调研结果》[EB/OL]. [2017-08-20]. <http://tv.people.com.cn/n/2015/1209/c14644-27904770.html>.
- [2] 国家体育总局. 2014年全国学生体质健康调研结果[J]. 中国学校卫生, 2015, 36(12): 4.
- [3] 苟明, 谈文建, 张亚妮, 等. 重庆市2000—2014年中小学生体质与健康状况动态分析[J]. 中国学校卫生, 2017, 38(3): 449-451.
- [4] 苟明, 曹型厚, 张亚妮, 等. 重庆市大学生2005—2014年体质健康状况动态分析[J]. 中国学校卫生, 2015, 36(12): 1818-1820.
- [5] 徐焰, 徐荣, 蒲毕文. 广东省青少年学生体质健康调研[J]. 体育学刊, 2015, 22(4): 95-98.
- [6] 李强, 蒋新国, 蒋辉. 广东省大学生体质健康现状分析[J]. 广州体育学院学报, 2017, 37(3): 5-9.
- [7] 朱小桢, 詹晓梅, 易文娟, 等. 江西省2010和2014年7~18岁学生体质状况比较[J]. 中国学校卫生, 2016, 37(7): 1051-1055.
- [8] KROGSBØLL L T, JØRGENSEN K J, GRØNHØJ Larsen C, et al. General health checks in adults for reducing morbidity and mortality from disease: Cochrane systematic review and meta-analysis[J]. BMJ, 2012, 345(20): 7191.
- [9] 刘承宜, 刘刚, 康琰琰. 系统体育学: 运动与健康[J]. 体育成人教育学刊, 2014, 30(6): 27-29.
- [10] MANDLEBROT B. The fractal geometry of nature[C]. San Francisco: Freeman, 1983.
- [11] 刘承宜, 胡少娟, 李晓云, 等. 定量差异及其在体育科学中的应用[J]. 体育学刊, 2016, 23(1): 11-17.
- [12] LIU T C, LIU G, HU S J, et al. Quantitative biology of exercise-induced signal transduction pathways[J]. Adv Exp Med Biol, 2017(977): 419-424.
- [13] 刘承宜, 朱玲, 李方晖, 等. 自相似常数和定量差异及其在体育科学中的应用[J]. 体育学刊, 2017, 24(6): 72-78.
- [14] 刘承宜, 杨罗丹, 吴冲云, 等. 慢性膝关节疼痛针刺治疗的表型组学再分析[J/OL]. 中国科技论文在线精品论文, 2017, 10(15): 1780-1785.
- [15] GOENTORO L, SHOVAL O, KIRSCHNER M W, et al. The incoherent feedforward loop can provide fold-change detection in gene regulation[J]. Mol Cell, 2009, 36(5): 894-899.
- [16] PRADEU T, JAEGER S, VIVIER E. The speed of change: towards a discontinuity theory of immunity?[J]. Nat Rev Imm-unol, 2013, 13(10): 764-9.
- [17] LIU T C Y, LIU L, CHEN J G, et al. Action-dependent photobiomodulation on health, suboptimal health and diseases[J]. Int J Photoenergy, 2014: 832706.
- [18] 刘承宜. 男女学生健康的拓扑等价性[C]//2017年中国生理学会运动生理学专业委员会会议暨“学生体质健康与运动生理学”学术研讨会论文集. 中国生理学会运动生理学专业委员会, 2017.
- [19] 2010年国民体质监测公报[EB/OL]. [2017-08-20]. <https://wenku.baidu.com/view/285c89ed19e8b8f67c1cb9e5.html>.
- [20] 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.