

## Sigma 算法在广东省大学生体质分析中的应用

汪志胜<sup>1,2</sup>, 刘承宜<sup>1</sup>

(1.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;

2.美年大健康 广州美年健康富海门诊部有限公司, 广东 广州 510620)

**摘 要:** 引入 Sigma 算法对 1995—2014 年广东省大学生体质健康调研数据进行分析。结果发现: (1)从 1995 到 2010 年, 广东省男大学生体质健康水平从非自限性过程建立为自限性过程, 而广东省女大学生体质健康水平呈时间自相似, 但广东省男女大学生体质健康水平从 2010 到 2014 年均出现下降; (2)从 1995 到 2014 年, 广东省大学生体质健康水平不存在城乡、年级、性别差异。结果表明, 大学生体质健康水平在时间上形成差异的原因主要与学校教育改革有关。

**关键词:** 体质健康; 大学生; 时间自相似; Sigma 算法; 广东省

中图分类号: G807.4 文献标志码: A 文章编号: 1006-7116(2019)04-0110-06

### Application of Sigma algorithm in Guangdong university student fitness analysis

WANG Zhi-sheng<sup>1,2</sup>, LIU Cheng-yi<sup>1</sup>

(1.Laboratory of Laser Sports Medicine, School of Physical Education, South China Normal University, Guangzhou 510006, China; 2.Health 100, Guangzhou Meinian Health Fuhai Clinic Limited Company, Guangzhou 510620, China)

**Abstract:** By introducing sigma algorithm, the authors reanalyzed Guangdong university student physical health survey data collected between 1995 and 2014, and revealed the following findings: 1) from 1995 to 2010, Guangdong male university student physical health level established a self-limiting process from a non-self-limiting process, while Guangdong female university student physical health level showed time self-similarity, but Guangdong male and female university student physical health levels decreased from 2010 to 2014; 2) from 1995 to 2014, Guangdong university student physical health levels had no city, class and gender differences. The research findings indicated that the reason for Guangdong university physical health levels to form differences in terms of time was mainly related to school education reform.

**Key words:** physical health; university student; time self similarity; sigma algorithm; Guangdong

学生体质健康调研是及时了解学生体质健康状况的一项重要举措, 同时也是开展学校体育卫生工作和有效增进学生体质健康水平的重要依据<sup>[1]</sup>。目前, 对我国学生体质健康的研究主要是从学生体质健康现状评价和学生体质健康差异程度两方面进行<sup>[2]</sup>。遗憾的是, 现状评价研究采用的是传统统计方法, 差异程度研究采用的是传统统计方法和“人比人”的观念。将所研究的学生体质健康水平与全国学生体质健康平均水平进行比较是根本无法实现公正客观地评价所研究的学

生体质健康真实水平。传统统计方法以国家规定的学生各项体质测试成绩指标的健康范围为基础, 单一地分析学生各单项体质测试成绩指标, 而无法实现分析学生各单项体质测试成绩指标整合在一起的学生体质健康水平指标<sup>[4]</sup>。

学生体质健康水平可以通过时间自相似来精准定量评价<sup>[4]</sup>。所谓时间自相似, 就是学生体质健康水平不随时间尺度的变化而变化, 其是一种自限性过程<sup>[4-6]</sup>。前文发现的拓扑学方法是利用此原理而形成的一种处理

收稿日期: 2018-10-21

基金项目: 国家重点研发计划“战略性先进电子材料”重点专项 2017 年度项目“LED 用于健康与医疗的机理、方法、设备与应用研究”(2017YFB0403800)。

作者简介: 汪志胜(1993-), 男, 硕士, 研究方向: 国民健康体质及健康体检的大数据统计与 Sigma 算法分析。E-mail: 100149112@qq.com

通讯作者: 刘承宜教授

大数据的新型统计方法<sup>[4, 7]</sup>。拓扑学方法<sup>[4]</sup>实现了以系统的观念将学生各单项体质测试成绩指标构成参数空间进行自身比较,完美地呈现学生各单项体质测试成绩指标之间的联动性和互动性。由于该方法统计与分析较为复杂,刘承宜等<sup>[7]</sup>发现 Sigma 算法是该方法的升级算法,其中对于无拓扑差异参数空间的比较可以引入一阶自相似和高阶自相似进行简单且精确计算得出,而对于有拓扑差异参数空间的比较才引入拓扑学方法进行分析<sup>[4, 6]</sup>。相比前人研究<sup>[2]</sup>,利用 Sigma 算法可以实现以系统的观念从整体上定量探讨大学生体质健康水平的差异性,一方面将大学生各单项体质测试成绩指标进行整合分析,另一方面将大学生体质测试成绩指标与历史上自身体质测试成绩指标进行对比分析。显然,这对于探讨大学生体质健康水平的差异性具有科学性、普适性和现实性意义。因此,本研究应用 Sigma 算法分析 1995—2014 年连续 5 次的广东省大学生体质健康调研结果,进而从系统的观念上整体比较广东省大学生体质健康水平。

## 1 研究对象与方法

### 1.1 研究对象

对 1995—2014 年连续 5 次的广东省大学生体质健康调研数据<sup>[1, 8-11]</sup>进行再分析。采用 5 次调研结果中共有的大学生体质测试成绩指标:身体形态指标(身高、体重);身体机能指标(肺活量);身体素质指标包括 50 m 跑、立定跳远、坐位体前屈、肌力[引体向上(男)、1 min 仰卧起坐(女)]、耐力跑[1 000 m 跑(男)、800 m 跑(女)]。其中身高和体重通过计算公式<sup>[1, 8-11]</sup>得出身体质量指数(BMI)。

### 1.2 研究方法

引入定量差异统计<sup>[12-14]</sup>、自相似算法<sup>[5, 7]</sup>和拓扑学方法<sup>[4, 6]</sup>相结合的 Sigma 算法<sup>[7]</sup>对调研数据的均值<sup>[1, 8-11]</sup>进行再分析。自相似算法(self-similarity algorithm, SSA)<sup>[7]</sup>分为一阶自相似算法(first-order self-similarity algorithm, FOSSA)、高阶自相似算法(high-order self-similarity algorithm, HOSSA)和局部自相似算法(local self-similarity algorithm, LSSA),其第一原理源于自相似常数<sup>[4]</sup>。在进行数据组之间的比较分析时,先进行 FOSSA 和 HOSSA,再进行 LSSA。FOSSA 和 HOSSA 中只要有任意一种计算结果满足自相似,其数据组之间呈自相似,即数据组之间无拓扑差异(topological difference, TD)。计算 FOSSA 前,首先要进行数据组之间的数据齐性化(homogeneous data, HD)处理,用 A、B 两组参数空间中每一参数对应另一参数的比值的黄金对数大于 0 或小于 0 来表示,目的是将 A、B 两组

参数空间中每一一对应参数进行单位“量纲为一”处理,其公式为:

$$l_i(A, B) = It(x_i(A)/x_i(B)) > 0, \{r_i = x_i(A)/x_i(B), i = 1, 2, \dots, N\}$$

$$l_i(A, B) = It(x_i(A)/x_i(B)) < 0, \{r_i = x_i(A)/x_i(B), i = 1, 2, \dots, N\}$$

式中的  $l$  表示求两组数据的定量差异(QD),  $It$  表示求两组数据比值后的黄金对数,  $x$  表示两组数据中每一一对应参数的数值,  $r$  表示两组数据的比值,  $i$  表示数据组由  $N$  个参数组成。

接着,进行计算两组参数空间的 FOSSA。将 HD 得出的比值与其比值的平均值分别进行定量差异(quantitative difference, QD)计算<sup>[12]</sup>。QD 有 3 个功能阈值( $\alpha, \beta, \gamma$ )<sup>[12]</sup>。若两组参数空间呈自相似,比值与比值均值的 QD 小于两组参数空间中最大的  $\beta$ , 这个 QD 的平均值小于两组参数空间中最小的  $\beta$ ; 相继两个比值的 QD 小于相继两个参数的最大  $\beta$ , 这个 QD 的平均值小于两组参数空间中最小的  $\beta$ 。其公式为:

$$|l(r_i, \bar{r})| < \beta_{\max}, |\overline{l(r_i, \bar{r})}| < \beta_{\min} \quad (1)$$

$$|l(r_i, r_{i+1})| < \beta_{\max(i, i+1)}, |\overline{l(r_i, r_{i+1})}| < \beta_{\min} \quad (2)$$

以上  $\{r_i, i = 1, 2, \dots, N\}$

式中的  $r$  表示两组数据的比值,  $l$  表示  $r$  与  $\bar{r}$  之间的 QD,  $r_i$  表示  $r$  是由  $N$  个参数构成,  $r_{i+1}$  表示与  $r_i$  相邻的比值。

如果 FOSSA 不满足自相似,则需计算 HOSSA。HOSSA 需引入第 3 组数据 C 来进行计算,将数据组 C 除以 A 数据组和 B 数据组分别得到单位“量纲为一”后的 A 数据组和 B 数据组,每个参数空间用两个参数比值的过程对数定量表征两个参数的拓扑关系,两个参数空间对应过程对数相除得到自相似指数,将公式(1)和公式(2)中的比值  $r$  均换成自相似指数,满足相应的条件即表征 HOSSA 呈自相似。

$$l_i(A, B) = It(x_i(A)/x_i(B)) > 0, \{r_i = x_i(j)/x_i(C), i = 1, 2, \dots, N; j = A, B\}$$

$$l_i(A, B) = It(x_i(A)/x_i(B)) < 0, \{r_i = x_i(C)/x_i(j), i = 1, 2, \dots, N; j = A, B\}$$

式中  $l$  表示求两组数据的定量差异(QD),  $It$  表示求两组数据比值后的黄金对数,  $x$  表示两组数据中每一一对应参数的数值,  $r$  表示两组数据的比值,  $i$  表示数据组由  $N$  个参数组成,  $j$  表示 3 组数据中任意两组数据,  $C$  表示第 3 组数据。

如果数据组空间在进行 FOSSA 和 HOSSA 时均未有一种结果满足自相似,则需要进行 LSSA。LSSA 是为了找出参数空间中有 TD 的参数并排除它,从而满足自相似。LSSA 的计算步骤及公式与前文的拓扑学方法<sup>[4, 15]</sup>一致。

大学生各项体质测试成绩可以构成大学生体质健

康水平的参数空间<sup>[4]</sup>。在进行 FOSSA、HOSSA 和 LSSA 时,标准组的选择会影响研究结果。进行 FOSSA 时均以相邻的两组参数空间一一比较。进行 HOSSA、LSSA 时均以相继三组数据为一组,选择其中一组数据为标准组一一比较;若只有两组数据,则选择该两组数据的均值为标准组一一比较。参数空间呈自相似,体质健康水平维持不变;参数空间不呈自相似,体质健康水平存在 TD。TD 是向好的还是向差的趋势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其拓扑总得分。对拓扑参数进行赋值的原則参照前文<sup>[4]</sup>。在研究数据组之间的 TD 时,优先选择拓扑总数目(NSS+NSW)<sup>[4]</sup>最少的进行最后的拓扑总得分计算。这样可以通过拓扑总得分来研究和判断大学生体质健康水平不呈自相似的 TD 水平。综上,数据组进行 FOSSA 或 HOSSA 后,有出现数据组呈自相似即表征数据组不随时间尺度的变化而变化,其实是一种自限性过程,也说明数据组之间无 TD,即数据组之间的相关性越高。数据组进行 LSSA 后,有数据组出现 TD 即表征数据组之间呈非自限性过程,若排除拓扑参数即满足自相似,说明拓扑参数是干预该数据组的重要原因,拓扑参数越多,即数据之间的相关性越低<sup>[4, 6-7]</sup>。所

谓拓扑参数,就是在运用 Sigma 算法进行计算数据组之间的自相似性(自限性过程)时,有部分参数破坏了该数据组之间的互动性和联动性,其阈值较大而使得自相似指数<sup>[4]</sup>处于非守恒状态,该参数被称为拓扑参数,也叫做生物标志物,其对应于传统统计方法中具有显著性差异或非常显著性差异的参数( $P < 0.05$  或  $P < 0.01$ )。

## 2 结果与分析

本研究分析了 1995—2014 年连续 5 次的广东省大学生体质健康参数<sup>[1, 8-11]</sup>在时间、城乡、年级和性别上的 TD。参数空间无 TD,则应用 Sigma 算法<sup>[7]</sup>中的 FOSSA 或 HOSSA 计算。参数空间有 TD,则应用拓扑学方法<sup>[4, 6]</sup>进行 LSSA 计算。

### 2.1 大学生体质健康水平在时间上的自相似和 TD

男大学生(19~22 岁):从 1995 到 2014 年,只有 2005—2010 年的体质健康水平的参数空间呈时间自相似,即 2005 年的体质健康水平与 2010 年水平相当(见表 1)。

女大学生(19~22 岁):从 1995 到 2014 年,1995—2010 年的体质健康水平的参数空间呈时间自相似,即从 1995 到 2010 年的体质健康水平呈维持不变的趋势(见表 1)。

表 1 1995—2014 年广东省大学生体质健康水平的自相似性分析结果

比较组	男		女	
	FOSSA	HOSSA	FOSSA	HOSSA
1995 年与 2000 年	—	—	—	√
2000 年与 2005 年	—	—	√	—
2005 年与 2010 年	√	—	√	—
2010 年与 2014 年	—	—	—	—

男大学生(19~22 岁):从 1995 到 2014 年,1995—2000、2000—2005 和 2010—2014 年的体质健康水平的参数空间均出现 TD。其主要表现为:从 1995 到 2000 年,拓扑参数空间的拓扑总数为 2,其拓扑参数变化为坐位体前屈、肌力下降;从 2000 到 2005 年,拓扑参数空间的拓扑总数为 1,其拓扑参数变化为肌

力下降;从 2010 到 2014 年,拓扑参数空间的拓扑总数为 2,其拓扑参数变化为肌力下降(见表 2)。

女大学生(19~22 岁):从 1995 到 2014 年,只有 2010—2014 年的体质健康水平的参数空间均出现 TD。其主要表现为:从 2010 到 2014 年,拓扑参数空间的拓扑总数为 2,其拓扑参数变化为坐位体前屈下降(见表 2)。

表 2 1995—2014 年广东省大学生体质健康水平的 TD 分析结果<sup>1)</sup>

标准组	比较组	男		女	
		NSS 数目	NSW 数目	NSS 数目	NSW 数目
2014 年	1995 年与 2000 年	1	1	—	—
1995 年	2000 年与 2005 年	1	0	—	—
2000 年	2005 年与 2010 年	—	—	—	—
2005 年	2010 年与 2014 年	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

对表1和表2中的拓扑参数进行赋值并计算其拓扑总得分后得出表3,再对表3中的拓扑总得分进行比较后发现,男大学生(19~22岁)的1995年体质健康水平好于2000年、2000年的体质健康水平好于2005年、2005年的体质健康水平与2010年水平相当、2010年的体质健康水平好于2014年,即从1995到2010年体质健康水平从非自相似性过程发展为自相似性过

程,也就是说从1995到2010年体质健康水平从非自限性过程建立为自限性过程,但从2010到2014年出现体质下降(见表3)。

女大学生(19~22岁)从1995到2010年的体质健康水平呈连续15年的维持不变,但2010年的体质健康水平好于2014年,即从1995到2010年体质健康水平未发生变化,但从2010到2014年出现体质下降(见表3)。

表3 1995—2014年广东省大学生体质健康水平在时间上的TD及其拓扑总得分比较结果 分

比较组	1995年与2000年		2000年与2005年		2005年与2010年		2010年与2014年	
	1995年	2000年	2000年	2005年	2005年	2010年	2010年	2014年
男	2	-2	1	-1	0	0	1	-1
女	0	0	0	0	0	0	1	-1

## 2.2 大学生体质健康水平在城乡、年级、性别上的自相似和TD

男女大学生(19~22岁),从1995到2014年,城乡、年级之间的体质健康水平的参数空间均呈时间自相

似,即从1995到2014年,城乡、年级之间的拓扑参数空间无TD,大学生各单项体质健康指标呈自相似,这说明从1995到2014年体质健康水平不存在城乡、年级差异(见表4)。

表4 1995—2014年广东省大学生体质健康水平在城乡、年级、性别上的自相似性分析结果

比较组	男		女	
	FOSSA	HOSSA	FOSSA	HOSSA
城乡	√	—	√	—
年级	√	—	√	—
性别	—	—	—	—

对表4中男女大学生(19~22岁)在性别上不呈时间自相似的体质健康水平的参数空间进行LSSA分析后发现,性别之间的拓扑参数空间出现TD,拓扑总数为6,其拓扑参数变化为女大学生的肌力、BMI、坐位体前屈好于男大学生,男大学生的耐力跑、50m跑、立定跳远好于女大学生。通过赋值计算其拓扑总得分得出,男大学生的体质健康水平与女大学生水平相当。显然,大学生体质健康水平不存在性别之间的差异。因此,从1995到2014年大学生体质健康水平不存在性别上的差异(见表5)。

表5 1995—2014年广东省大学生体质健康水平在性别上的TD及其拓扑总得分比较结果<sup>1)</sup> 分

类别	男		女	
	(6, 0)	(6, 0)	(6, 0)	(6, 0)
拓扑数目(NSS数目, NSW数目)	0	0	0	0
拓扑总得分	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

## 3 讨论

### 3.1 常规数理统计方法与Sigma算法的区别及其应用案例解析

学生体质健康水平的系统定量分析事关当今国民

健康的国家大事,同样也有助于从本质上进一步完善我国国民体质监测系统。传统统计方法完全依靠常规数理统计方法单一地比较大学生各单项体质健康参数的数值大小,而Sigma算法实现了以系统的观念从整体上定量探讨大学生各单项体质健康参数在时间自相似上的比值大小。在现实统计学中,数值大小是数学、物理学的统计范畴,而比值大小是生物学的统计范畴。文献[4]的拓扑学方法<sup>[4, 6]</sup>正是应用生物学的统计学原理分析当前我国大学生体质健康状况,与传统统计方法得出的结论<sup>[1]</sup>形成鲜明对比。然而,Sigma算法是拓扑学方法的升级算法,一方面将大学生各单项体质测试成绩的参数进行整合分析,另一方面对大学生体质测试成绩的参数与历史自身体质测试成绩的参数进行对比分析,更加客观、精确且迅速地分析判断大学生体质健康水平。这里以1995—2014年广东省大学生(19~22岁)体质健康水平在时间上变化的差异比较说明两种统计方法的区别。

在分析1995—2014年广东省大学生(19~22岁)体质健康水平的时间变化中,常规数理统计方法<sup>[1]</sup>通过单独进行一一比较大学生各单项体质健康参数的数值大小得出,广东省男大学生的体质健康水平在1995—

2010 年连续 15 年呈下降趋势,而在 2010—2014 年得到改善;广东省女大学生的体质健康水平在 1995—2014 年连续 19 年呈下降趋势(见表 6)。然而, Sigma 算法通过将大学生各单项体质健康参数的数值构成参数空间,通过计算参数空间中各参数之间比值的关系后发现,广东省男大学生的体质健康水平在 2005—2010 年中学生各单项体质健康参数之间的比值小于 Weber 阈值  $a^{[4, 6, 14]}$ ,即广东省男大学生在 2005 年的

体质健康水平与 2010 年维持不变;广东省女大学生的体质健康水平在 1995—2010 年中学生各单项体质健康参数之间的比值均小于 Weber 阈值  $a^{[4, 6, 14]}$ ,即广东省女大学生在 1995—2010 年呈时间自相似(见表 1)。可见,常规数理统计方法<sup>[9]</sup>通过单独一一比较广东省大学生各单项体质测试成绩数值大小得出的结论与 Sigma 算法<sup>[7]</sup>通过整合广东省大学生各单项体质测试成绩数值进行比值关系比较得出的结论形成鲜明对比。

表 6 1995—2014 年广东省大学生体质健康水平的常规数理统计分析结果<sup>1)</sup>

参数	男				女			
	1995~2000	2000~2005	2005~2010	2010~2014	1995~2000	2000~2005	2005~2010	2010~2014
BMI	↓	↓	↑	↓	↓	↓	↑	↑
肺活量	↑	↑	↑	↓	↑	↓	↑	↓
50 m 跑	↑	↑	↓	↓	↑	↑	↑	↓
立定跳远	↓	↓	↑	↓	↓	↓	↑	↓
肌力	↓	↓	↓	↓	↓	↑	↓	↑
坐位体前屈	↓	↑	↓	↑	↓	↑	↑	↓
耐力跑	↑	↑	↑	↓	↑	↑	↑	↓
体质得分	-3	-1	-1	1	-3	-1	-1	-1
结论	1995 年>2000 年>2010 年, 2014 年>2010				1995 年>2000 年>2010 年>2014 年			

1)为了更为直观清晰地区分两种统计方法的差异性,从而使得体质得分赋值原则一致,但数理统计方法的分析思路不一致

### 3.2 大学生体质健康水平在时间上的差异

大学生体质健康水平可以通过时间自相似来精准定量评价<sup>[4]</sup>,在比较大学生体质健康参数空间时,若参数空间是自相似即参数空间呈自限性过程。从 1995 到 2014 年,共有 5 次广东省大学生体质健康调研工作<sup>[1, 8-11]</sup>,将 2014 年广东省大学生体质健康调研数据与之前 4 次调研数据进行自身跟踪对比分析,这在一定程度上能公正客观地评价和分析 2014 年广东省大学生体质健康水平的变化情况。男大学生体质健康水平在 1995 到 2010 年这 4 次调研结果中出现从非自限性过程建立为自限性过程,但在 2010 到 2014 年这 2 次调研结果中出现非自限性过程,即从 1995 到 2014 年,男大学生体质健康水平在 1995 到 2010 年呈逐渐好转趋势,而只有在 2010 到 2014 年出现下降的趋势,其表现为在身体素质方面的肌力下降。女大学生体质健康水平在 1995 到 2010 年 4 次调研结果中呈自限性过程,但在 2010 到 2014 年 2 次调研结果中出现非自限性过程,即从 1995 到 2014 年,女大学生体质健康水平只有在 2010 到 2014 年出现下降趋势,其主要表现为在身体素质方面的坐位体前屈下降。显然,从 2010 年到 2014 年,广东省男女大学生身体素质有所下滑<sup>[16]</sup>。我国在 1999 年发布的教育改革文件中,明确提出学校教育应将学生的德、智、体教育进行相互协调发展,从而全面落实并推进我国各省学生人口的

素质教育发展<sup>[16]</sup>。但随着教育体制的改革和推进加上人们思想认识的转变,广东省教育部门于 2011 年印发了《关于开展广东省教育综合改革试点的通知》<sup>[18]</sup>,该文件提到改革项目的重点领域大部分是与应试教育相关的改革,而未提到与体育教育相关的改革,使得智与体的教育发展相脱节。可见,从 2011 年后广东省教育部门对学校教育培养模式是重学生应试教育而轻学生体育教育,未能继续在学校教育改革和推进的道路上进行各环节的互相协调发展,从而导致应试教育的惯性弱化了学校教育对大学生人口身体素质的培养<sup>[16]</sup>,致使“阳光体育”未能植根于大学体育的实际课堂之中,这是造成广东省大学生身体素质出现下降的重要原因。与此同时,这也预示了广东省教育部门进行学校教育改革时应秉承 Aristotle 的“整体观”,将大学生的德、智、体进行综合考虑,实现三者彼此之间的完美互动,从而全面提升大学生人口身体素质,并从本质上贯彻落实十九大报告宗旨和推进实现广东省社会主义现代化建设进程。

### 3.3 大学生体质健康水平在城乡、年级和性别上的差异

大学生各单项体质健康参数都从各自侧面反映大学生的体质健康水平,它们彼此互动形成一个参数空间<sup>[4]</sup>。有研究采用传统统计方法比较广东省大学生体质健康水平在城乡、年级和性别上的差异程度,从而得出广东省大学生体质健康水平存在城乡、年级和性别差异<sup>[2]</sup>。而引入 Sigma 算法对广东省大学生体质健康水

平进行城乡、年级、性别间的自相似和拓扑差异分析发现,广东省大学生体质健康水平从1995到2014年不存在城乡、年级和性别差异。两种统计方法出现这样的原因主要在于传统统计方法秉承单一思维进行单独一一比较分析大学生各单项体质健康指标参数,而Sigma算法是将大学生各单项体质健康指标参数整合在一起,秉承Aristotle“整体观”的思维进行系统整体分析<sup>[9]</sup>。需指出的是,前人在研究比较广东省男女大学生体质健康水平时,均是基于《国家学生体质健康标准》对男女大学生的原始体质测试成绩先赋分后再利用传统统计方法进行分析,得出男女大学生在肌力指标上存在项目成绩差异大而造成男大学生体质健康水平低于女大学生的传统结论<sup>[2-3]</sup>。出现这种现象的根本原因在于对男女大学生各单项体质测试成绩指标进行赋分的过程中,有部分男大学生肌力原始测试成绩未达到《国家学生体质健康标准》的最低分值而出现“零分”现象,从而使得男大学生的肌力总体得分与女大学生存在较大差异,导致男大学生体质健康水平低于女大学生<sup>[15]</sup>。然而,本研究应用Sigma算法将男女大学生各单项原始体质测试成绩均值进行整合分析得出,女大学生的肌力原始测试成绩均值虽比男大学生高,但放入体质健康参数系统中却发现男大学生部分体质测试项目成绩的均值弥补了这一差异,导致男女大学生体质健康水平相当,这与前期的研究结论<sup>[15]</sup>一致。因此,应用Sigma算法比较广东省男女大学生体质健康水平得出的结论有效说明了《国家学生体质健康标准》所规定的体质测试项目能够充分反映广东省男女大学生各自的体质健康水平,而传统统计方法得出的结论<sup>[2-3]</sup>未能有效说明这一点。

### 参考文献:

- [1] 广东省学生体质健康状况调研组. 广东省学生体质健康状况调研研究成果报告[M]. 广州: 广东高等教育出版社, 2003.
- [2] 李强, 蒋新国, 蒋辉. 广东省大学生体质健康的比较——基于基尼系数与因子分析的测算[J]. 体育学刊, 2017, 24(4): 106-110.
- [3] 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.
- [4] 汪志胜, 刘承宜, 魏源. 全国学生体质与健康的拓扑再分析[J]. 体育学刊, 2018, 25(4): 73-78.
- [5] MANDLEBROT B. The Fractal Geometry of Nature[C]. San Francisco: Freeman, 1983.
- [6] 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.
- [7] LIU T C, TANG X M, DUAN R, et al. The mitochondrial  $\text{Na}^+/\text{Ca}^{2+}$  exchanger is necessary but not sufficient for  $\text{Ca}^{2+}$  homeostasis and viability[J]. Adv Exp Med Biol, 2018, 1072: 281-285.
- [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.
- [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.
- [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.
- [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.
- [12] 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.
- [13] 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.
- [14] 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.
- [15] 汪志胜. 体力活动和身体自尊对大学生体质影响的拓扑分析——以广州市四所高校为例[D]. 广州: 广州体育学院, 2018.
- [16] 王晓峰, 王祥全. 大学生人口身体素质变动及其问题成因分析[J]. 人口学刊, 2018, 40(2): 86-95.
- [17] 森富. 广东省流动人口素质结构和年龄结构研究[J]. 南方经济, 2003(3): 34-36.
- [18] 广东启动140个教改试点项目[J]. 教育发展研究, 2011, 31(8): 23.