

# 我国中小学生超重、肥胖检出率变化趋势的拓扑学特征

汪志胜<sup>1, 2</sup>, 郑滔<sup>1</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:** 引入韦伯-费希纳定律、时间自相似和 Sigma 算法对 2010 和 2014 两年全国 7~18 岁学生超重、肥胖检出率的调研数据进行再分析。结果发现: (1) 从 2010 到 2014 年, 我国 7~18 岁学生超重、肥胖检出率在性别上无拓扑差异, 即中小学男女生的超重、肥胖检出率均呈自限性过程; (2) 从 2010 到 2014 年, 我国 7~18 岁学生超重、肥胖检出率在城乡上有拓扑差异, 主要表现为乡村好于城市; (3) 从 2010 到 2014 年, 我国 7~18 岁学生超重、肥胖检出率在时间上产生了拓扑相变, 主要表现为城市男生的超重检出率和城市女生的超重、肥胖检出率均呈上升趋势, 而城市男生和乡村男女生的肥胖检出率均维持不变。结果表明当前我国城乡中小学生群体中只有城市女生肥胖检出率呈持续上升趋势。

**关键词:** 超重肥胖; 韦伯-费希纳定律; 自限性过程; 第一性原理; Sigma 算法; 中小学生学习分类号: G804.2 文献标志码: A 文章编号: 1006-7116(2020)01-0139-06

## Topological characteristics of the trend of changing of the overweight and obesity detection rates among elementary and middle school students in China

WANG Zhi-sheng<sup>1, 2</sup>, ZHENG Tao<sup>1</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 the Weber-Fechner law, time self-similarity and sigma algorithm, the authors reanalyzed the survey data of the overweight and obesity detection rates among students aged 7-18 in China in 2010 and 2014, and revealed the following findings: 1) from 2010 to 2014, the overweight and obesity detection rates among students aged 7-18 in China had no topological difference in terms of gender, i.e. the overweight and obesity detection rates among elementary and middle school students presented a self-limiting process; 2) from 2010 to 2014, the overweight and obesity detection rates among students aged 7-18 in China had topological differences in terms of city and countryside, mainly showing that countryside's were better than city's; 3) from 2010 to 2014, the overweight and obesity detection rates among students aged 7-18 in China produced topological changes in terms of time, mainly showing that the overweight detection rate of urban male students and the overweight and obesity detection rates of urban female students presented an increasing trend, while the obesity detection rates of urban male students and rural male and female students maintained unchanged. The findings indicated that among the groups of urban and rural elementary and middle school students in China nowadays, only the obesity detection rate of urban female students presented a constantly increasing trend.

**Key words:** overweight and obesity; Weber-Fechner law; self-limiting process; first principle; sigma algorithm; elementary and middle school students

收稿日期: 2019-03-08

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”(2017YFB04038000)。

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

肥胖是危害儿童青少年健康的一类慢性代谢性疾病<sup>[1]</sup>,目前在世界范围内已成为影响儿童青少年健康最重要的公共卫生问题之一<sup>[2]</sup>。超重、肥胖不但影响儿童青少年生长发育和他们机体多个系统的健康,还增加他们成年期慢性病的发病风险<sup>[1]</sup>。既往分析表明,与 2010 年相比,当前我国 7~18 岁中小学生肥胖检出率呈持续上升趋势<sup>[1, 3]</sup>,其中男生肥胖检出率高于女生<sup>[4]</sup>,城市肥胖检出率高于乡村<sup>[1]</sup>。该结论主要是从中小学生肥胖检出率的现状评价和中小学生肥胖检出率的差异程度两方面总结发现的。可惜的是,传统数理统计方法以客观参数肥胖检出率的差值大小作为实际肥胖检出率之间的比较结果无法表征 Weber-Fechner 定律(韦伯-费希纳定律)<sup>[5]</sup>中客观参数与其主观感觉量之间的关联性<sup>[6]</sup>。所谓“部分之和等于整体”,就是将我国 7~18 岁中小学生分成 7~12、13~15 和 16~18 岁 3 类学生群体<sup>[3]</sup>,这种以年龄段之和代表中小学生整体的分析方法过于粗略,容易忽视中小学生整体人群中同龄学生个体之间的差异,更易掩盖一些高危学生人群的特征。而“人比人”,就是将男生与女生、城市与乡村进行一一比对,这种将两类不同属性的样本人群进行比较根本无法实现公正客观地判别不同性别、城乡之间的真实差距。

为此,本研究引入 Weber-Fechner 定律<sup>[5]</sup>、时间自相似<sup>[7]</sup>和 Sigma 算法<sup>[8]</sup>对 2010 和 2014 两年全国 7~18 岁学生超重、肥胖检出率的调研数据<sup>[1, 3]</sup>进行再分析,旨在从第一性原理探讨和分析当前我国中小学生超重、肥胖检出率的变化趋势,为我国各相关部门防控儿童青少年肥胖的发生率提供科学依据。

## 1 研究对象与方法

### 1.1 研究对象

对 2010 和 2014 两年全国 7~18 岁城乡学生超重、肥胖检出率的调研数据<sup>[1, 3]</sup>进行再分析。两年均采用随机整群抽样方法抽取全国各省市 7~18 岁中小学生(西藏除外),身高、体重由我国各省检测队专人专项,按照《全国学生体质与健康调研检测细则》实施,使用同型号器械,在当地 5~8 月测量;体质量指数(body mass index, BMI)指标根据公式(体重/身高<sup>2</sup>(kg/m<sup>2</sup>))计算后按中国儿童肥胖工作组(WGOC)推荐的《中国学龄儿童青少年超重和肥胖分类标准》进行筛选出超重、肥胖的学生人群,再按性别-年龄组计算出最终的超重、肥胖检出率的学生人群<sup>[1, 3]</sup>。

### 1.2 研究方法

引入 Weber-Fechner 定律<sup>[5]</sup>、时间自相似<sup>[7]</sup>和 Sigma 算法<sup>[8]</sup>对调研报告的检出率<sup>[1, 3]</sup>进行再分析。所谓 Weber-Fechner 定律<sup>[5]</sup>,即客观参数  $X$  及其主观参数  $S$

满足对数关系( $c$  和  $a$  均为常数):

$$S = c \log_a X \quad (1)$$

选择黄金分割常数  $\tau$ <sup>[9]</sup>作为(1)式中对数的底  $a$  (logarithm to base  $\tau$ ,  $\text{lt}$ ),从而得出黄金对数:

$$\text{lt}x = \log_{\tau} x = \lg x / \lg \tau \Leftrightarrow \tau^{\text{lt}x} = x,$$

$$\tau = (\sqrt{5} - 1) / 2 \approx 0.618 \quad (2)$$

在(2)式的基础上发现新的自然常数  $\sigma$ 求黄金对数后仍保持自身不变,即  $\sigma$ 是自相似常数<sup>[10]</sup>。其公式为:

$$\sigma = \text{lt} \sigma \approx 0.710\ 439\ 287\ 156\ 503 \quad (3)$$

并在(2)式的基础上发现了定量表征起止参数之间的过程对数关系:

$$I_x(1,2) = \log_{\tau}(x_2/x_1), \tau = (\sqrt{5} - 1) / 2 \approx 0.618 \quad (4)$$

该过程对数的绝对值称为起止参数的定量差异(quantitative difference, QD)<sup>[11]</sup>。

用(4)式结合(3)式  $\sigma$ 计算得出 11 个特征常数<sup>[10, 12]</sup>,将现实中的所有功能分成 4 大项群水平,精准用于判断分析数据组之间的 QD 大小。QD 有 3 个功能阈值( $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\gamma$ )<sup>[12]</sup>。其具体阈值(保留小数点后 3 位)<sup>[12]</sup>如下:

细胞或分子水平(cellular or molecular level): (0.268、0.805、1.221)

组织或器官水平(tissue or organic level): (0.161、0.472、0.805)

整体水平(body or global level): (0.101、0.268、0.472)

高级整体水平(advanced body or global level): (0.013、0.019、0.029) (5)

为了表征两个客观参数之间的主观差值  $\Delta S$ ,可以用 Weber-Fechner 定律<sup>[5]</sup>定量表征其差异的实际值大小:

$$\Delta S = S_2 - S_1 = c \log_a (X_2 / X_1) \quad (6)$$

由(6)可知,比较两个主观参数  $S_2$  和  $S_1$  的差值大小实际上对应的是在计算客观参数  $X_2$  和  $X_1$  的比值关系,而并非两个客观参数的相减。从而引入(4)式<sup>[11]</sup>定量计算该两个客观参数的差值大小。计算出 QD 值后,通过 Weber 阈值<sup>[13]</sup>的大小定量判断两个参数之间的过程是否存在差异。若小于 Weber 阈值  $\alpha$  就不存在差异或存在一个常数,若大于 Weber 阈值  $\alpha$  就存在差异。大于 Weber 阈值  $\alpha$  时虽存在差异,但是否具有显著性或非常显著性差异还需依赖于功能剂量曲线<sup>[9]</sup>中 QD 的其它两个功能阈值  $\beta$  和  $\gamma$ <sup>[12]</sup>来精准界定。

基于 Noether 定律中提出的守恒量原理,发现了

生物守恒定律,并进一步推算出基于 QD 的功能守恒量,其包括守恒的一致性和守恒的连续性。应用于分析数据组时,若一组数据由  $n$  个从大到小排序后的参数构成  $\{a_i\}$ ,可以计算它们的平均值,用  $\bar{a}$  表示。如果其中每个参数与  $\bar{a}$  的 QD 小于各个参数  $\beta$  中最大的  $\beta$ ,而且所有 QD 的平均值小于各个参数  $\beta$  中最小的  $\beta$ ,则满足守恒的一致性;如果相继两个参数的 QD 小于两个参数  $\beta$  中较大的  $\beta$ ,而且所有 QD 的平均值小于各个参数  $\beta$  中最小的  $\beta$ ,则满足守恒的连续性。其公式为:

$$\begin{aligned} |l(a_i, \bar{a})| < \beta_{\max} & \quad |l(a_i, a_{i+1})| < \beta_{\max(i, i+1)} \\ |l(a_i, \bar{a})| < \beta_{\min} & \quad \text{and} \quad |l(a_i, a_{i+1})| < \beta_{\min} \end{aligned}$$

守恒的一致                      守恒的连续性                      (7)

对于两组参数  $\{Y_i\}$  和  $\{X_i\}$ ,  $a_i = Y_i/X_i$ 。如果根据(1)至(7)式可以得出  $\{a_i\}$  满足守恒,则得到一阶自相似算法(first-order self-similarity algorithm, FOSSA),其公式为:

$$\begin{aligned} \Delta S = S_Y - S_X = \text{clt}(Y/X) \Rightarrow Y = aX \\ Y/X = \tau^{\Delta S/c} = a \end{aligned} \quad (8)$$

由式(1)可以进一步推算出高阶自相似算法(high-order self-similarity algorithm, HOSSA),其原理为数据组的比值  $l$  满足一个常数关系。其公式为:

$$\begin{aligned} l = S_{Y/a}/S_X = \text{lt}(Y/a)/\text{lt}X \Rightarrow Y = aX^l \\ \text{lt}(Y/a)/\text{lt}X = \log_X(Y/a) = l \Rightarrow Y/a = X^l \end{aligned} \quad (9)$$

这里的  $l$  又称为自相似指数(self-similar exponent, SSE)。

综上,通过 Weber-Fechner 定律<sup>[5]</sup>推算出差值是一个常数即满足 FOSSA,比值是一个常数即满足 HOSSA。只要任一计算结果满足 FOSSA 或 HOSSA,即均表征参数空间的客观参数求对数后主观参数的比值小于 Weber 阈值  $a^{[8]}$ 。无论是 FOSSA 还是 HOSSA,计算公式的第一性原理均源自于 Weber-Fechner 定律,而判断其比值守恒的第一性原理源自于分形物理学的自相似原理<sup>[4]</sup>。在此基础上,发现了时间自相似<sup>[7]</sup>可以精准定量评价一个人的健康状况。换句话说,时间自相似可以精准定量判断数据组之间的 SSE 是否满足守恒或一个常数关系。

如果数据组参数空间之间不满足 FOSSA 或 HOSSA 时,则需要 Sigma 算法进行进一步拓扑相变计算,找出具有显著性或非常显著性的拓扑差异(topological difference, TD)并排除它后即满足局部自相

似算法(local self-similarity algorithm, LSSA)。其算法的计算步骤及公式与文献[6-8]一致。此外,还引入了拓扑学方法<sup>[7, 12]</sup>中的直接自相似算法(direct self-similarity algorithms, DSSA),该算法是继 FOSSA 和 HOSSA 后的升级算法。数据组的参数空间均不满足 FOSSA 或 HOSSA 时,但满足 DSSA 则表征参数空间仍无 TD,即表征参数空间呈自相似或自限性过程。如果参数空间有 TD,则表征参数空间的守恒量受到破坏,即参数空间呈非自限性过程。其中 TD 的总目数越多,表征数据组之间的相关性越低<sup>[7]</sup>。

我国 7~18 岁学生的超重、肥胖检出率可以整合成一个完整的中小學生群体超重、肥胖检出率参数空间。依托文献[7]界定出儿童青少年超重、肥胖检出率阈值属于整体水平。在进行 FOSSA、HOSSA 和 DSSA 时,首先一一计算出两组数据参数空间中各参数均值后并将其作为标准组,然后将该两组参数空间一一与均值的参数空间进行比较分析,只要有任一结果满足 FOSSA、HOSSA 或 DSSA,即表征该两组参数空间呈自相似或自限性过程。若计算结果未出现任一满足 FOSSA、HOSSA 或 DSSA 时,则需 Sigma 算法<sup>[6, 8]</sup>中 LSSA 进行两组参数空间与均值参数空间的拓扑相变计算,定量找出具有显著性或非常显著性的 TD。分析中小學生超重、肥胖检出率在性别上的差异时,本研究引入时间自相似<sup>[7]</sup>中健康是使学生体质健康参数随着时间的变化而保持不变的原理进行比较分析,也就是将男女学生的超重、肥胖率分别与其自身对比。若参数空间无 TD 即男女生水平相当或男女生不存在性别差异,若参数空间有 TD 则进一步分析 TD 水平高低后再判断男女学生在性别上的真实差异程度。当然,城乡和时间上的差异程度分析模式也一样。对拓扑参数赋值并计算其拓扑总得分的原则:与 2010 年相比,2014 年各年龄 7~18 岁中小學生超重、肥胖率上升为“-1”分,下降为“+1”分,无 TD 为“+0”分。

本研究分析了 2010 和 2014 两年全国 7~18 岁学生超重、肥胖检出率在性别、城乡和时间上发生变化的拓扑学特征。参数空间无 TD 或呈自限性过程,则应用 FOSSA、HOSSA 或 DSSA<sup>[7, 12]</sup>计算;参数空间有 TD,则应用 Sigma 算法<sup>[6, 8]</sup>中的 LSSA 计算。

## 2 结果与分析

### 2.1 我国中小學生超重、肥胖检出率在性别差异上变化的拓扑学特征

从 2010 到 2014 年,中小學生男女生(7~18 岁)超重、肥胖检出率的参数空间均无 TD。显然,从 2010 到 2014 年,我国中小學生男女生超重、肥胖检出率的参数空间

均呈自限性过程,即从 2010 到 2014 年我国 7~18 岁学生超重、肥胖检出率在性别上是拓扑等价的(见表 1)。

表 1 2010—2014 年我国中小学生学习超重、肥胖检出率在性别差异上变化的自相似性分析结果<sup>1)</sup>

算法	男		女	
	超重	肥胖	超重	肥胖
FOSSA	—	—	√	—
HOSSA	√	—	—	√
DSSA	—	√	—	—
LSSA(NSS 数目, NSW 数目)	—	—	—	—

1)NSS 代表显著性 SSE 数目; NSW 代表具有显著性 Weber 的 SSE 数目

表 2 2010—2014 年我国中小学生学习超重、肥胖检出率在城乡差异上变化的自相似性分析结果<sup>1)</sup>

变量	算法	男		女	
		超重	肥胖	超重	肥胖
城市	FOSSA	—	—	—	—
	HOSSA	—	—	—	—
	DSSA	—	√	—	—
	LSSA(NSS 数目, NSW 数目)	(3, 0)	—	(12, 0)	(12, 1)
乡村	FOSSA	—	—	—	—
	HOSSA	√	√	√	√
	DSSA	—	—	—	—
	LSSA(NSS 数目, NSW 数目)	—	—	—	—

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 2 中的参数空间有 TD 和无 TD 进行赋值并计算其拓扑总得分后发现,从 2010 到 2014 年,我国乡村中小学男生超重检出率要好于城市中小学男生,而中小学男生肥胖检出率在城乡上水平相当。与此同时,从 2010 到 2014 年,我国乡村中小学女生超重、肥胖检出率均要明显好于城市中小学女生(见表 3)。

表 3 对表 2 中有 TD 和无 TD 的参数进行拓扑总得分比较结果

变量	男		女	
	超重	肥胖	超重	肥胖
城市	-2	0	-11	-7
乡村	0	0	0	0

表 4 2010—2014 年我国中小学生学习超重、肥胖检出率在时间上变化的自相似性分析结果<sup>1)</sup>

性别	算法	城市				乡村			
		2010 年 <sup>2)</sup>		2014 年 <sup>3)</sup>		2010 年 <sup>2)</sup>		2014 年 <sup>3)</sup>	
		超重	肥胖	超重	肥胖	超重	肥胖	超重	肥胖
男	FOSSA	—	—	—	—	—	—	—	—
	HOSSA	—	—	—	—	√	√	√	√
	DSSA	—	√	—	√	—	—	—	—
	LSSA(NSS 数目+NSW 数目)	3	—	3	—	—	—	—	—
女	FOSSA	—	—	—	—	—	—	—	—
	HOSSA	—	—	—	—	√	√	√	√
	DSSA	—	—	—	—	—	—	—	—
	LSSA(NSS 数目+NSW 数目)	12	13	12	13	—	—	—	—

1)NSS 代表显著性 SSE 数目; NSW 代表具有显著性 Weber 的 SSE 数目; 2)以 2014 年为标准组; 3)以 2010 年为标准组

## 2.2 我国中小学生学习超重、肥胖检出率在城乡差异上变化的拓扑学特征

从 2010 到 2014 年,我国 7~18 岁乡村男生超重检出率和城乡男生肥胖检出率的参数空间均无 TD,但城市男生超重检出率的参数空间有 TD,拓扑总数目为 3,其拓扑参数变化为 11 和 18 岁上升(见表 2)。

从 2010 到 2014 年,我国 7~18 岁乡村女生超重、肥胖检出率的参数空间均无 TD,但城市女生超重、肥胖检出率的参数空间均有 TD,拓扑总数目分别为 12 和 13,其拓扑参数变化分别为 15、12、8、7、11、17、14、16、9、10、18 岁上升和 7、13、8、14、16、17、18 岁上升(见表 2)。

## 2.3 我国中小学生学习超重、肥胖检出率在时间上变化的拓扑学特征

从 2010 到 2014 年,我国 7~18 岁城市男生超重检出率和城市女生超重、肥胖检出率均在时间上产生了 TD,而城市男生肥胖检出率和乡村男女生超重、肥胖检出率在时间上均无 TD(见表 4)。

对表 4 中参数空间有 TD 和无 TD 进行赋值并计算其拓扑总得分后发现,从 2010 到 2014 年,我国 7~18 岁城市男生超重检出率和城市女生超重、肥胖检出率均呈上升趋势,而城市男生和乡村男女生肥胖检出率均维持不变(见表 5 和表 6)。

表 5 对表 4 中有 TD 和无 TD 的参数进行拓扑总得分比较结果

变量	男				女			
	2010 年		2014 年		2010 年		2014 年	
	超重	肥胖	超重	肥胖	超重	肥胖	超重	肥胖
城市	2	0	-2	0	11	7	-11	-7
乡村	0	0	0	0	0	0	0	0

表 6 对表 5 进行解析的拓扑相变趋势

变量	男		女	
	超重	肥胖	超重	肥胖
城市	↑	→	↑	↑
乡村	→	→	→	→

### 3 讨论

#### 3.1 Weber-Fechner 定律在数理统计方法中的应用价值及其案例解析

按照 Aristotle(亚里士多德)的原初定义, 在任何一个系统中存在第一性原理, 是一个最基本的命题或假设, 不能被省略, 也不能被违反<sup>[5]</sup>。本研究引入的 Sigma 算法<sup>[8]</sup>的第一性原理源自于 Weber-Fechner 定律<sup>[5]</sup>; 而传统数理统计方法的第一性原理源自于数学上的高斯正态分布<sup>[12]</sup>。Weber-Fechner 定律<sup>[5]</sup>陈述了客观参数与其主观感觉量呈对数关系, 也就是主观感觉量的算数平均值对应于相应客观参数的几何平均值, 即主观感觉量的差值对应于相应客观参数的比值, 而传统数理统计方法是建立在算数平均值的基础上。令人遗憾的是, 传统数理统计方法在数据分析上得到很多荒诞的结论。例如: Tatem 等<sup>[16]</sup>将历年男女 100 m 世界纪录进行线性拟合后总结发现, 女子在 2156 年之后有可能跑得比男子更快。然而按照 Weber-Fechner 定律<sup>[5]</sup>将当年男女世界纪录进行相除后发现, 男女世界纪录的比值是一个常数, 即最快的女子不可能跑得比最快的男子快。显然, 在数理统计分析上两个主观感觉量的差值守恒实际上是对应于相应客观参数的比值守恒。因此, 在现实中进行儿童青少年超重、肥胖检出率的主观差值大小比较, 实际上对应的是进行儿童青少年超重、肥胖检出率的客观比值比较。这里以 2010 和 2014 两年我国乡村中小学女生(7~18 岁)肥胖检出率在时间上变化的差异比较进一步说明主观感觉量的差值对应为相应客观参数的比值关系。

在研究分析 2010 和 2014 年我国乡村中小学女生(7~18 岁)肥胖检出率在时间上的变化中, 传统数理统计方法采用主观感觉量的差值观念进行比较后总结发现, 从 2010 到 2014 年我国 7~12、13~15 和 16~18 岁乡村女生肥胖检出率分别平均上升 3.07、2.16 和 1.65 个百

分点, 即从 2010 到 2014 年我国乡村中小学女生肥胖检出率呈持续上升趋势<sup>[9]</sup>。然而, 通过 Sigma 算法<sup>[8]</sup>发现, 2014 年与 2010 年乡村各年龄中小学女生肥胖检出率的比值在整体上的 QD 值小于 Weber 阈值  $\alpha$ <sup>[8]</sup>, 即从 2010 到 2014 年我国乡村中小学女生肥胖检出率呈维持不变趋势。因此, 本研究引入 Weber-Fechner 定律<sup>[5]</sup>作为第一性原理进行我国儿童青少年超重、肥胖检出率的数据统计与分析, 这在一定程度上促使社会、学校和家长重新认识当前我国儿童青少年肥胖的真实问题。

#### 3.2 中小学生超重、肥胖检出率在性别、城乡上的差异

前人采用“人比人”的观念比较我国中小学生超重、肥胖检出率在性别、城乡上的差异程度, 从而得出男生高于女生<sup>[4]</sup>、城市高于乡村<sup>[1]</sup>。而本研究借鉴时间自相似<sup>[7]</sup>中健康是使学生体质健康参数随着时间变化而保持不变的原理并引入 Sigma 算法对 2010 和 2014 年我国中小学生超重、肥胖检出率<sup>[1, 3]</sup>进行再分析后总结发现, 我国中小学男女生超重、肥胖检出率在性别上是拓扑等价的, 而在城乡上是存在拓扑差异的, 其主要表现为城市高于乡村。在性别上出现这两种结论矛盾的原因主要在于前人采用“人比人”的观念将当年中小学男生超重、肥胖检出率与当年中小学女生超重、肥胖检出率进行一一比对后总结得出的<sup>[4]</sup>; 而本研究借鉴时间自相似<sup>[7]</sup>中“自己与自己比较”<sup>[8]</sup>的观念将当年中小学男女生超重、肥胖检出率均与历史自身中小学男女生超重、肥胖检出率一一比对, 再通过两者各自超重、肥胖检出率变化趋势的好坏来最终判断中小学男女生超重、肥胖检出率之间的真实差异程度。需指出的是, 前人虽然得出城市中小学生超重、肥胖检出率高于乡村中小学生的传统结论, 这主要是由于当年城市中小学生超重、肥胖检出率的客观参数数值要明显高于当年乡村中小学生的<sup>[1]</sup>, 从而导致它们按式(2)得出主观参数数值之间比值的 QD 值要大于 Weber 阈值  $\alpha$ <sup>[8]</sup>, 其客观参数数值表现为 2014 年 7~18 岁城市中小学男生超重、肥胖检出率分别为 69.8%、46.5%, 城市中小学女生超重、肥胖检出率分别为 43.3%、24.3%; 而 2014 年 7~18 岁乡村中小学男生超重、肥胖检出率分别为 48.2%、31.4%, 乡村中小学女生超重、肥胖检出率分别为 33.0%、19.1%<sup>[1]</sup>。因此, 对于不同性别、城乡中小学生

超重、肥胖检出率的研究,应引入第一性原理 Sigma 算法“自己与自己比较”<sup>[8]</sup>才能更为公正客观地发现不同属性学生人群之间的真实差距。

### 3.3 中小學生超重、肥胖检出率在时间上的差异

学生体质健康状况可以通过时间自相似来精准定量评价<sup>[7]</sup>,而评价学生超重、肥胖检出率的 BMI 指标主要是反映学生体质中身体形态的健康状况<sup>[3]</sup>。因此,中小學生超重、肥胖检出率在时间上的变化趋势可以通过时间自相似来系统整合定量分析<sup>[7-8]</sup>。前人采用“部分之和等于整体”的观念将我国城乡 7~18 岁中小學生分成 7~12、13~15 和 16~18 岁 3 个年龄段进行城乡中小學生整体超重、肥胖检出率在时间上的分析后总结发现,我国城乡中小學生肥胖检出率整体上从 2010 到 2014 年呈持续上升趋势<sup>[3]</sup>;而本研究借鉴 Aristotle<sup>[8, 12]</sup>“整体大于部分之和”的观念将我国城乡 7~18 岁共 12 个年龄学生构成一个完整的城乡中小學生群体系统进行各年龄城乡中小學生超重、肥胖检出率在时间上的分析后总结发现,从 2010 到 2014 年我国城乡中小學生群体中只有城市女生肥胖检出率呈持续上升趋势,而乡村女生和城乡男生肥胖检出率均呈维持不变趋势。值得关注的是,本研究发现 7~8、13~14 和 16~18 岁是当前城市中小學生肥胖检出率高发的年龄段。可见,“部分之和等于整体”得出的结论<sup>[3]</sup>在一定程度上掩盖了当前我国中小學生群体中肥胖检出率高发学生人群的特征,这与引入第一性原理 Aristotle “整体大于部分之和”<sup>[8, 12]</sup>得出的结论形成鲜明对比。

### 参考文献:

- [1] 中国学生体质与健康研究组. 2014 年中国学生体质与健康研究报告[M]. 北京:高等教育出版社, 2018.
- [2] 李静, 罗纳, 朱霖. 北京市海淀区 1985—2010 年中小學生肥胖变化趋势分析[J]. 中国学校卫生, 2012, 33(9): 1088-1091.
- [3] 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] 陈贻珊, 张一民, 孔振兴, 等. 我国儿童青少年超重、肥胖流行现状调查[J]. 中华疾病控制杂志, 2017, 21(9): 866-869+878.
- [5] FECHNER G T. Elements of psychophysics. Translated by HE Adler[M]. New York: Holt, Rinehart and Winston, 1966.
- [6] LIU T C, TANG X M, DUAN R, et al. The mitochondrial Na<sup>+</sup>/Ca<sup>2+</sup> exchanger is necessary but not sufficient for Ca<sup>2+</sup> homeostasis and viability[J]. Adv Exp Med Biol, 2018, 1072: 281-285.
- [7] 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.
- [8] 汪志胜, 刘承宜. Sigma 算法在广东省大学生体质分析中的应用[J]. 体育学刊, 2019, 26(4): 1-6.
- [9] 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.
- [10] 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.
- [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] 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[D]. 广州: 广州体育学院, 2018.
- [13] WEBER E H. Tatsinn and gemeingefuhl[M]. Leipzig: Verlag von Wilhelm Englemann, 1905.
- [14] MANDLEBROT B. The fractal geometry of Nature[C]. San Francisco: Freeman, 1983.
- [15] ARISTOTLE. The philosophy of Aristotle[M]. Signet Classics, 2011.
- [16] TATEM A J, GUERRA C A, ATKINSON P M, et al. Athletics: momentous sprint at the 2156 Olympics[J]. Nature, 2004, 431(7008): 525.

