

中国城市汉族青少年体表面积发育的区域差异分析

王运武¹, 高国柱²

(1.滁州学院 体育学院, 安徽 滁州 239000; 2.滁州城市职业学院, 安徽 凤阳 233100)

摘 要:以 2010 年中国 30 个省市中城市汉族青少年为研究对象。身高、体质量数据来自《2010 年中国学生体质与健康调研报告》,以 Stevenson 和 DuBois 公式计算男女体表面积值。选择 7~18 岁 12 个年龄段身高、体质量和体表面积 3 项指标的 36 个参数,利用方差最大正交旋转进行因子分析,将各指标参数的均值转化为因子分。以因子分作样本间 Q 聚类分析(Ward 法),将男女各 30 个样本归纳成若干类别,用 Cub 模型拟合上述各类体表面积发育曲线。3 项指标(身高、体质量和体表面积)能较好综合概括不同种族群体生长发育的差异;男女生均聚合成 3 类;男女生均可分为发育较高组和较低组;各类群体间生长发育存在差异性。结果表明中国城市汉族青少年体表面积既有相似性,又有差异性,总体上呈现出北高南低、东高西低的发育格局。

关 键 词: 人体生理学; 体表面积; 生长发育; 城市汉族青少年; 中国

中图分类号: G804.2 **文献标志码:** A **文章编号:** 1006-7116(2015)02-0127-06

An analysis of regional differences in the body surface area development of teenagers of the Han nationality in cities across China

WANG Yun-wu¹, GAO Guo-zhu²

(1.School of Physical Education, Chuzhou College, Chuzhou 239000, China;

2.Chuzhou City Vacation College, Fengyang 233100, China)

Abstract: Based on the height and body mass data of teenagers of the Han nationality in 30 provinces and cities in 2010 Chinese student constitution and health research report, the authors calculated male and female body surface area values by using Stevenson and DuBois formula, selected 36 parameters of such 3 indexes as height, body mass and body surface area of teenagers ages 7-18 in 12 age groups, carried out a factor analysis by utilizing varimax orthogonal rotation, turned the mean values of various index parameters into factor scores, carried out a between-sample Q cluster analysis based on factor scores, sorted 30 male samples and 30 female samples into several categories, model fit various body surface area development curves mentioned above by using Cub model, and revealed the following findings: the 3 indexes (height, body mass and body surface area) could comprehensively summarize differences in the growth and development of difference racial groups well; the males and females were clustered into 3 categories; both the males and females could be divided into a high-level development group and a low-level development group; there were differences in growth and development between various groups. The said findings indicated that the body surface area of teenagers of the Han nationality in cities across China showed similarities as well as differences, and generally presented a pattern of development whose level became lower from north to south and from east to west.

Key words: human physiology; body surface area; growth and development; urban Han nationality teenagers; China

身高、体质量及其派生指标作为青少年生长发育与评价的研究资料较为丰富。体表面积作为另一指标,此方面的研究仅见少数地区的调查研究^[1-4],尚缺少全

国性资料。人体体表面积不仅与人的基础代谢、肺活量、心输出量、肾小球过滤率等一些重要生理指标密切相关^[5-7],而且还与能反映人体体质强弱的身形

收稿日期: 2014-10-27

作者简介: 王运武(1968-),男,副教授,研究方向: 体育教学与体育社会学。E-mail: wangyunwu1968@126.com

态、机能和素质指标呈一定相关性^[8-9],在临床、体育训练与教学等方面也具有重要应用价值^[10]。自 1848 年 Bergmann 和 Rubner 首次设想和提出人体体表面积以来,目前已有较多的人体体表面积计算公式,如 DuBois 公式^[11]、Stevenson 公式^[12-13]、赵松山公式^[14-15]和胡咏梅公式^[16-17],但在公式的选择上尚存在争议^[11, 17]。高国柱等^[18]利用密切值法优选认为青少年体表面积计算公式较为适合的是 Stevenson 和 DuBois 公式。本研究在 2010 年全国学生体质与健康调查资料基础上对中国 30 个省市中城市汉族青少年体表面积进行多元分析,分类设计不同区域样本的体表面积发育曲线,为相关地区制订营养评价标准提供依据。

1 研究对象与方法

1.1 研究对象

以中国 30 个省市(西藏、台湾除外)所在省会城市 2010 年 7~18 岁青少年为研究对象,各城市每个年龄段男生样本 137~150 人,女生样本 123~150 人,共获得有效样本 107 574 人(男生 53 830 人,女生 53 744 人)。身高、体质量数据来自《2010 年中国学生体质与健康调研报告》^[19]。

1.2 研究方法

1) 数据处理。

男女体表面积值根据 Stevenson 公式和 DuBois 公式计算而得(男: $0.006 1 \times \text{身高} + 0.012 8 \times \text{体质量} - 0.015 29$; 女: $70.49 \times \text{体质量}^{0.425} \times \text{身高}^{0.725}$)。

2) 统计学处理。

根据对象的体表面积发育特点,选择身高、体质

量和体表面积 3 项指标在 7~18 岁 12 个年龄段 36 个参数参与分析。运用 SPSS18.0 统计软件对 36 个参数利用方差最大正交旋转进行因子分析,将各指标参数的均值转化为因子分。以此为据作样本间 Q 聚类分析(Ward 法),将男女各 30 个样本归纳成若干类别,用 Cub 模型拟合上述各类体表面积发育曲线。

2 结果及分析

2.1 青少年身高、体质量和体表面积发育状况

中国 30 个城市汉族青少年身高、体质量和体表面积随年龄的增长而增长(见表 1)。在 7~18 岁的 12 年中,男生身高由 126.90 cm 增高到 172.17 cm,身高增长 1.36 倍,共增长了 45.27 cm,年平均增高 3.77 cm,增长不均匀;体质量由 23.69 kg 增长到 63.08 kg,增长 2.66 倍,共增长了 39.39 kg,年平均增长 3.28 kg,增长也不均匀。女生身高由 125.51 cm 增高到 159.91 cm,身高增长 1.27 倍,共增长了 34.40 cm,年平均增高 2.87 cm,增长不均匀;体质量由 24.70 kg 增长到 52.08 kg,增长 2.11 倍,共增长了 27.38 kg,年平均增长 2.28 kg,增长也不均匀;男生体表面积值分别由 7 岁时的 0.963 m^2 ,增长到 18 岁时的 1.705 m^2 ,增长了 0.742 m^2 ,年均增长 0.062 m^2 。女生体表面积值分别由 7 岁时的 0.874 m^2 增长到 18 岁时的 1.498 m^2 ,增长了 0.624 m^2 ,年均增长 0.052 m^2 。男、女生体表面积值随年龄变化趋势一致,男性 7~8 岁匀速增长,9~14 岁快速增长,年均增长 0.111 m^2 ,15 岁后增长缓慢。女生是 7 岁前匀速增长,8~13 岁快速增长,年均增长 0.102 m^2 ,14 岁后为增长缓慢。

表 1 中国城市汉族青少年身高、体质量和体表面积($\bar{x} \pm s$)发育状况

年龄/岁	男				女			
	例数	身高/cm	体质量/kg	体表面积/ m^2	例数	身高/cm	体质量/kg	体表面积/ m^2
7	4 486	126.90±5.80	23.69±5.68	0.963±0.060	4 481	125.51±5.63	24.70±4.61	0.915±0.047
8	4 485	132.15±5.89	29.63±6.54	1.033±0.045	4 469	130.72±5.98	27.42±5.55	0.986±0.053
9	4 481	137.44±6.33	33.44±7.86	1.114±0.031	4 490	136.55±6.51	30.91±6.46	1.070±0.061
10	4 490	142.45±6.85	37.16±9.23	1.192±0.010	4 487	142.87±7.16	35.05±7.72	1.167±0.070
11	4 500	148.14±7.86	41.69±10.61	1.284±0.01	4 496	149.17±7.36	39.94±8.86	1.273±0.076
12	4 483	154.23±8.61	46.25±11.84	1.380±0.01	4 484	153.46±6.90	43.60±9.05	1.348±0.073
13	4 487	161.71±8.21	51.79±12.06	1.496±0.003	4 487	157.13±5.94	47.55±8.91	1.423±0.065
14	4 489	166.99±7.82	56.37±12.23	1.587±0.010	4 494	158.91±5.65	49.83±8.46	1.464±0.061
15	4 489	170.01±6.60	59.36±11.97	1.644±0.012	4 482	159.33±5.79	50.97±8.23	1.481±0.062
16	4 476	171.48±6.25	61.03±11.16	1.674±0.021	4 454	159.91±5.58	51.86±7.67	1.495±0.058
17	4 488	172.24±6.19	62.68±11.29	1.700±0.022	4 485	160.00±5.60	52.21±7.59	1.500±0.058
18	4 476	172.17±6.30	63.08±11.15	1.705±0.019	4 435	159.91±5.58	52.08±7.78	1.498±0.059

2.2 青少年身高、体质量和体表面积因子分析

对 30 个城市汉族青少年身高、体质量和体表面积因子分析结果如表 2。表 2 提示，男生 36 项指标参数中可抽出 2 个因子，其累积贡献率达 89.60%，女生 36 项指标参数中可抽出 4 个因子，其累积贡献率达 89.23%，说明这些因子较好地集中概括了 36 项参数

上的群体间差异。男女因子分最高的前 5 位依次是山东、天津、北京、河北和上海；最低分男女生都是贵州，倒数 4~5 依次都是云南、重庆，青海在男生中排倒数第 3 位，女生中排倒数第 2 位。因子分析还表明，男女因子构成略有不同，主要集中在 7~12 岁的身高和体质量上群体差异较大。

表 2 身高、体质量和体表面积 ($\bar{x} \pm s$) 发育状况

性别	年龄	身高		体质量		体表面积	
		因子 1	因子 2	因子 1	因子 2	因子 1	因子 2
男	7		0.812		0.776		0.802
	8		0.891		0.886		0.900
	9		0.854		0.881		0.884
	10		0.814		0.816		0.826
	11		0.757		0.803		0.805
	12	0.665			0.665		0.661
	13	0.774		0.739		0.767	
	14	0.753		0.756		0.774	
	15	0.800		0.768		0.795	
	16	0.874		0.834		0.864	
女	7	0.875		0.860		0.875	
	8	0.858		0.861		0.876	
	9	0.940		0.899		0.941	
	10	0.937		0.867		0.908	
	11	0.886		0.887		0.896	
	12	0.679		0.646		0.670	
	13		0.747		0.753		0.768
	14		0.833		0.851		0.868
	15		0.784		0.805		0.822
	16		0.823		0.917		0.925
17		0.859		0.890		0.920	
18		0.879		0.915		0.937	
特征值：男因子 1：16.368，男因子 2：15.887；女因子 1：16.118，女因子 2：16.005							
贡献率/%：男因子 1：45.47，男因子 2：44.13；女因子 1：44.77，女因子 2：44.46							
累积贡献率/%：男：因子 1+因子 2=89.60；女：因子 1+因子 2=89.23							

2.3 青少年身高、体质量和体表面积聚类分析

以身高、体质量和体表面积因子得分对男女各样本用欧式距离平方法(squared Euclidean distance)计算群体间距离，选用 Ward 法进行聚类分析(见图 1、图 2)。由图 1、图 2 可知，男女生样本均分为 3 类。男生第 I 类包括内蒙古、福建、黑龙江、浙江、宁夏、新疆、山西、江苏、河南、天津、辽宁、上海、河北、北京和山东；第 II 类包括广东、广西、四川、安徽、陕西、湖北、湖南、江西、甘肃、海南、重庆和贵州；第 III 类包括云南、青海、和吉林。女性第 I 类包括河北、上海、辽宁、黑龙江、北京、天津、甘肃、新疆、浙江、江苏、河南和福建；第 II 类包括广东、广西、海南、安徽、江西、陕西、湖北、湖南、四川、重庆、贵州、云南和青海；第 III 类包括山西、宁夏、内蒙古、

吉林和山东。

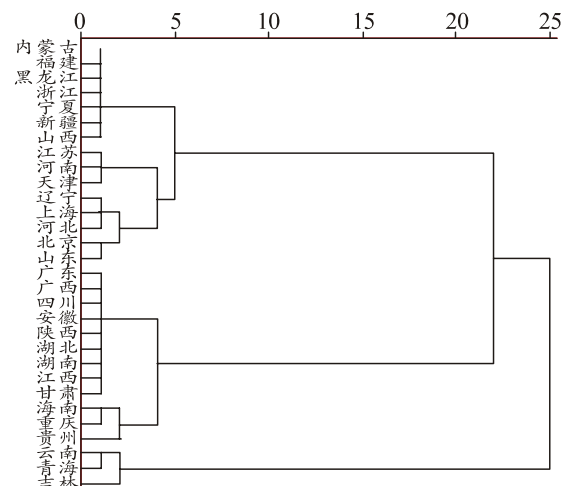


图 1 男生组聚类分析树状图

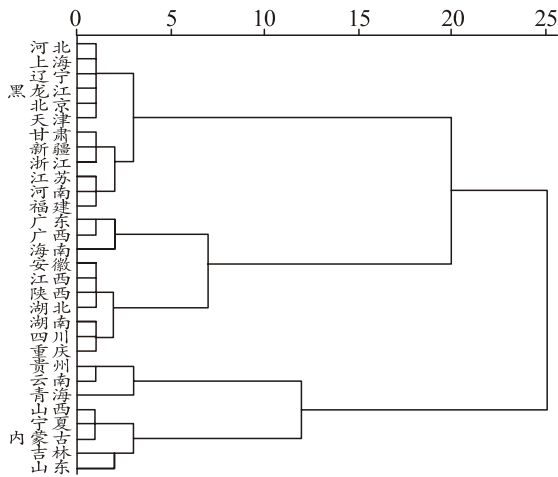


图 2 女生组聚类分析树状图

分别对男、女各聚类组间体表面积的平均值进行比较分析结果见表 1、表 3、表 4。男生组：第 I 类明显高于第 II、第 III 类，第 II 类 > 第 III 类，配对 *t* 检验，第 I 类与第 II 类、第 I 类与第 III 类之间均有显著性差异 ($P < 0.05$)，而第 II、第 III 类之间无显著性差异 ($t = 0.403, P > 0.05$)；女生组：第 I 类明显高于第 II、III 类，配对 *t* 检验，第 I 类与第 III 类无显著性差异 ($t = 1.676, P > 0.05$)，其它类之间有显著性差异 ($P < 0.05$)。

表 3 三类男生体表面积各指标 ($\bar{x} \pm s$) 的比较 m^2

年龄	第 I 类	第 II 类	第 III 类
7	0.987±0.017	0.945±0.020	0.913±0.037
8	1.059±0.022	1.015±0.021	0.971±0.017
9	1.142±0.023	1.096±0.025	1.046±0.024
10	1.227±0.035	1.164±0.033	1.124±0.019
11	1.326±0.045	1.249±0.030	1.216±0.035
12	1.440±0.051	1.324±0.030	1.302±0.065
13	1.548±0.043	1.440±0.032	1.462±0.050
14	1.643±0.035	1.529±0.040	1.542±0.068
15	1.692±0.043	1.592±0.039	1.610±0.030
16	1.717±0.036	1.623±0.038	1.664±0.048
17	1.739±0.032	1.653±0.042	1.696±0.060
18	1.744±0.038	1.658±0.043	1.692±0.060

表 4 三类女生体表面积各指标 ($\bar{x} \pm s$) 的比较 m^2

年龄	第 I 类	第 II 类	第 III 类
7	0.943±0.013	0.887±0.025	0.920±0.020
8	1.018±0.017	0.955±0.024	0.983±0.022
9	1.103±0.019	1.044±0.034	1.059±0.017
10	1.206±0.022	1.132±0.033	1.162±0.025
11	1.318±0.028	1.227±0.045	1.279±0.032
12	1.382±0.040	1.305±0.032	1.378±0.051
13	1.459±0.025	1.379±0.026	1.448±0.036
14	1.489±0.021	1.422±0.019	1.509±0.037
15	1.508±0.022	1.445±0.029	1.510±0.037
16	1.519±0.024	1.459±0.025	1.531±0.026
17	1.521±0.017	1.468±0.026	1.534±0.023
18	1.522±0.025	1.462±0.026	1.534±0.024

2.4 体表面积发育曲线的拟合

为进一步研究 30 个省市城市汉族青少年体表面积发育的差异，采用 Cub 模型对男、女各聚类组进行多项式拟合(见表 5，表 5 中 *X* 代表青少年的年龄)，男女各类拟合回归系数均在 0.98 以上，效果比较理想。对男女各类回归拟合方程计算出各类群体表面积达到最大的年龄男生 I—III 类为 19.4、21.3、22.6 岁，女生 I—III 类为 16.5、17.0、16.9 岁。提示全国城市青少年体表面积发育的区域差异还体现在发育的早晚，男青少年第 I 类发育较早，第 II 类次之，第 III 类最晚，最早与最晚相差有 3 年多时间；女青少年 3 类差异不大，最早与最晚只有 0.5 年时间。

表 5 男女各类体表面积多项式拟合曲线的组成

性别	类型	拟合方程	拟合回归系数
男	I	$0.1354X - 0.000120X^3 + 0.0348$	0.989
	II	$0.1112X - 0.000082X^3 + 0.1632$	0.990
	III	$0.1180X - 0.000077X^3 + 0.0622$	0.984
女	I	$0.1386X - 0.000170X^3 + 0.0058$	0.994
	II	$0.1298X - 0.000150X^3 + 0.0034$	0.996
	III	$0.1433X - 0.000167X^3 - 0.0685$	0.989

根据男女各类体表面积拟合多项式建立体表面积发育曲线图(见图 3、图 4)。据图 3、图 4，结合聚类结果，可以将男女生体表面积发育均可分为较高组和较低组，较高组为男生中第 I，女生中第 I、III 类，较低组是男生第 II、III 类和女生第 II 类。

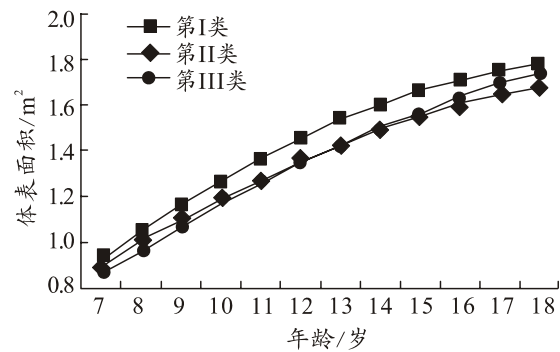


图 3 三类男生的体表面积发育曲线图

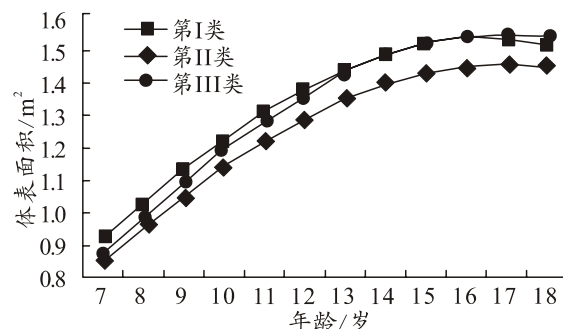


图 4 三类女生的体表面积发育曲线图

2.5 体表面积与体质指数的相关性

全国 30 个城市青少年体表面积与体质指数进行 Pearson 相关分析, 结果表明男女生青少年体表面积与体质指数呈显著性正相关(男相关系数 $r=0.947$, $P<0.01$; 女相关系数 $r=0.973$, $P<0.01$), 提示体表面积与体质指数一样也可作为人体体质监测的一个重要指标。

3 讨论

人体体表面积的测量与研究, 已引起工程学、医药卫生学的广泛兴趣, 近年来更受到环境科学的青睐^[20]。因人体形态的不规则性, 体表面积直接测量费力、费时, 学术界普遍采用以身高、体质量为自变量的回归公式来计算, 但因公式建立时所选择的样本量及测量上的误差尚存在诸多争议^[1, 17]。相关研究表明, 对于仅用身高、体质量派生出的指标来评价青少年的生长发育状况会给敏感地区青少年营养疾病的筛查带来困难, 需要加入同年龄的身高、体质量两项参数以避免出现错误结论^[21]。

本研究表明, 全国 30 个城市汉族青少年体表面积随着年龄的增长而增长, 青少年身高、体质量随年龄的增长而增加, 则他们体表面积也随之增加, 这与儿童少年多数形态、生理指标的年龄变化趋势一致^[22]。男、女生青少年体表面积在发育过程中不均衡, 由匀速增长期、快速增长期、缓慢增长期 3 个阶段组成, 体现了青少年生长发育的一般规律。男女青少年进入青春突增期的时间不同, 体表面积快速增长期存在男女之别, 男性落后于女性约 1 年, 这与女性身高、体质量等指标比男性优先进入第 2 突增期有关^[23]。

因子分析表明, 30 个城市汉族青少年男女因子构成略有不同, 差异主要集中在 7~12 岁的身高和体质量上群体差异较大, 这可能与各区域青少年生活环境、经济状况、营养等因素有关。男女因子分最高的前 5 位依次是山东、天津、北京、河北和上海, 最低分男女生都是贵州, 与唐锡麟的“环渤海地区青年平均身高最高”的结论基本符合, 与“云南群体平均身高最低”略有不同^[24], 这可能是本研究不仅考察了身高单一指标, 还将体质量和体表面积 2 项指标同时纳入研究有关, 其次也有可能是本研究所选的样本为青少年, 与唐锡麟研究所选的样本结构有所不同。因子分析还表明, 男女各 36 项指标各累计贡献率为 89.60% 和 89.23%, 显示出这些参数能较好地体现不同区域群体体表面积在发育水平、成熟早晚和体型特点上的差异, 概括程度较高。

聚类分析结果显示男女生群体均分为 3 类, 男生群体第 I 类明显高于第 II、III 类, 女生第 I 类明显高

于第 II、III 类, 揭示出 30 个城市汉族青少年男女各类群间存在着差异性, 可能与各类群所处的地理位置、生活环境、经济状况以及个体的遗传、营养等因素有关。

生长曲线的分析和拟合是研究青少年生长发育规律的主要方法之一, 它是通过某一生长发育指标随时间增长而变化时建立的一种模型, 能反映青少年生长发育的发展趋势。本研究以 Cub 模型进行青少年体表面积发育曲线拟合, 拟合回归系数达 0.98 以上, 说明模型拟合效果较好, 可以对 30 个城市汉族青少年体表面积发育状况作出判断。

聚类分析和拟合多项式曲线图表明, 男女生群体均分为 3 类, 男生大小依次为 I > II > III, 女生大小依次为 I > III > II, 表明 30 个城市汉族男女青少年体表面积发育均存在差异, 这种差异还体现在不同群体青少年体表面积发育的早晚, 男青少年第 I 类发育较早, 第 II 类次之, 第 III 类最晚, 最早与最晚相差有 3 年多时间; 女青少年 3 类差异不大, 最早与最晚只有半年时间, 提示发育较晚的群体可能在 7 岁之前的发育水平相当低^[25]。

将男女生分为较高和较低两组, 男生中较高组主要是内蒙古、福建、黑龙江、浙江、宁夏、新疆、山西、江苏、河南、天津、辽宁、上海、河北、北京和山东共 15 个省市, 较低组主要是广东、广西、四川、安徽、陕西、湖北、湖南、江西、甘肃、海南、重庆、贵州、云南、青海、和吉林共 15 个省市。女生中较高组是河北、上海、辽宁、黑龙江、北京、天津、甘肃、新疆、浙江、江苏、河南、福建、山西、宁夏、内蒙古、吉林和山东共 17 个省市, 较低组是广东、广西、海南、安徽、江西、陕西、湖北、湖南、四川、重庆、贵州、云南和青海共 13 个省市。可以看出, 男女生体表面积发育均以华北平原和中东部地区为高区主体, 而南方及西北地区相对较低。揭示 30 个省市城市汉族男女青少年体表面积发育既有相似性又有差异性, 总体上呈现出北高南低、东高西低, 以华北平原和中东部沿海地区为体表面积高区主体的发育格局, 这与中国青少年人群身高“北高南矮”相呼应^[24]。但同时可以看出, 女生第 II 类在 14 岁后有超越第 I 类各省(区)的趋势, 这可能与遗传、环境等多种复杂因素有关, 但具体原因有待于进一步研究。

本研究还表明青少年体表面积与体质指数呈显著性正相关(男相关系数 $r=0.947$, $P<0.01$; 女相关系数 $r=0.973$, $P<0.01$), 说明体表面积与体质指数一样也可作为人体体质监测的一个重要指标, 这将有助于探讨我国各区域青少年在生长发育特征方面彼此间的相互关系, 分析他们的共性, 为青少年生长发育状况的

评价及健康干预提供参考。

参考文献:

- [1] 黄拥军, 喻志坚, 陈秀虎, 等. 广东瑶族青少年学生体表面积研究[J]. 人类学学报, 2010, 29(4): 425-430.
- [2] 梁明康, 蒋葵, 朱芳武, 等. 广西汉族学生体表面积调查[J]. 解剖学杂志, 2007, 30(5): 627-630.
- [3] 吴暉晔. 浙西南山区 7~19 岁畲族与汉族学生体表面积比较[J]. 中国学校卫生, 2012, 33(1): 52-54.
- [4] 李辉, 李梦园, 杨俊敏, 等. 汉族与维吾尔族中小学生学习体表面积比较[J]. 中国学校卫生, 2014, 35(2): 280-281.
- [5] 王玢, 左明雪. 人体及动物生理学[M]. 北京: 高等教育出版社, 1986: 189.
- [6] 张镜如. 生理学[M]. 4 版. 北京: 人民卫生出版社, 1996: 227.
- [7] Hongwei S, Zhili L, Chunlei H, et al. Evaluation of body surface area formulae for scaling GFR of adult renal patients: More between-subjects variability explained by DuBois&DuBois formula[J]. Q J Nucl Med Mol Imaging, 2014 Jun 10.
- [8] 陈志强. 人体体表面积计算方法的比较研究[J]. 中国运动医学杂志, 2003, 22(6): 576-579.
- [9] 左启华. 儿科学[M]. 3 版. 北京: 人民卫生出版社, 1993: 54.
- [10] 李继国, 王中南. 苗族城镇中小学学生体表面积调查研究[J]. 中国体育科技, 2005, 41(6): 109-111.
- [11] 宇传华, 徐勇勇, 夏结来, 等. 人体体表面积公式[J]. 中华预防医学杂志, 1999, 33(2): 123-124.
- [12] Stevenson P H. Calculation of the body-surface area of Chinese[J]. Chi J Physiology, Report Serles, 1928, II(1): 13-14.
- [13] Stevenson P H. An additional note on the calculation of the surface area of Chinese. Subject: The technique of measurement and a modified arm constant[J]. Chi J Physiology, 1930, IV(3): 327-334.
- [14] 赵松山, 刘友梅, 姚家邦, 等. 中国成年女子体表面积的测量[J]. 营养学报, 1987, 9(3): 200-207.
- [15] 赵松山, 刘友梅, 姚家邦, 等. 中国成年男子体表面积的测量[J]. 营养学报, 1984, 6(2): 87-96.
- [16] 胡咏梅, 武晓洛, 胡志红, 等. 关于中国人体表面积公式的研究[J]. 生理学报, 1999, 5(1): 45-48.
- [17] 胡咏梅, 王新潮, 任爱红, 等. 中国人体表面积实测值与以 Stevenson 公式计算值的比较[J]. 新乡医学院学报, 1996, 16(3): 228-230.
- [18] 高国柱, 陈立武, 钱庆兵, 等. 皖东农村汉族青少年体表面积分析[J]. 解剖学杂志, 2014, 37(4): 537-542.
- [19] 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: 187-210.
- [20] 王宗爽, 段小丽, 刘平, 等. 环境健康风险评价中我国居民暴露参数探讨[J]. 环境科学研究, 2009, 22(10): 1164-1170.
- [21] 季成叶, 温大英, 范志红, 等. 中国青少年劳累尔指数发育曲线的地区差异分析[J]. 人类学学报, 1993, 12(4): 374-382.
- [22] 唐锡麟. 儿童少年生长发育[M]. 北京: 人民卫生出版社, 1991: 156-174.
- [23] 季成叶. 儿童少年卫生学[M]. 北京: 人民卫生出版社, 2007: 6-10.
- [24] 唐锡麟, 王志强, 王冬妹. 中国汉族青年身高水平的地域分布[J]. 人类学学报, 1994, 13(2): 143-148.
- [25] 季成叶, 袁捷, 温大英. 中国农村青少年生长发育地区差异的环境影响因素浅析[J]. 体育科学, 1992, 12(1): 38-42.

