

Study on the Spatio-temporal Effect and Mechanism of College Students' Body Shape and Natural Environment

Sifu Li¹, Zhili Wang^{1,*}, Qing Wang²

¹School of Economics and Management, China University of Geosciences, Wuhan 430074, China

²Library of Luoyang Normal University, Luoyang, Henan 471934, China

*Corresponding author. Email: 826559381@qq.com

ABSTRACT

In order to solve the regional health problem of the imbalanced spatial distribution of the body shape index of Chinese college students. Based on the physical health test data set of 91,743 students in a Chinese university from 2013 to 2017, which was divided by the students' place of origin, the spatial autocorrelation test model and spatial panel Durbin model were introduced to explore the regional natural environment influencing factors of the physical health indicators of college students from the perspective of regional differences. The results show that the body shape distribution of college students has a certain regional characteristics and a large spatial correlation. It is positively correlated with most factors of the natural environment, and has different degrees of correlation with the natural environment of neighboring provinces. Based on time-series data and spatial data mining as a result, the innovation to explore the correlation between college students' body form and environment factors, explore its time and space distribution information, the formation of college students' physical health and regional general paradigm of time-space effect, and adolescent health policy for the province to provide scientific theory and the practice basis, to assist the health China to further advance and full implementation of the strategy in all provinces.

Keywords: Body shape, Data mining, Dupin model of panel space, Health China.

大学生身体形态与自然环境时空效应及机制研究

李四福¹, 王志莉^{1,*}, 王晴²

¹中国地质大学(武汉)经济管理学院,湖北 武汉 430074, 中国

²洛阳师范学院图书馆,河南 洛阳 471934, 中国

*通讯作者. 邮箱: 826559381@qq.com

中文摘要

为解决中国大学生身体形态指标空间分布不均衡的区域健康问题。通过将中国某高校 2013-2017 年共 91743 人次的体质健康测试数据集以生源地属性进行划分,引入空间自相关检验模型和空间面板杜宾模型,从地域差异角度探索大学生体质健康的身体形态指标的地域自然环境影响因素。实验结果表明大学生身体形态分布具有一定的地域特征,空间相关性大,与自然环境大多因素成显著正相关,且与邻近省份自然环境呈不同程度的关联性。基于时序数据和空间数据挖掘结果,创新性探索大学生身体形态与环境因素相关性,挖掘其时间与空间分布信息,形成大学生体质健康与地域时空效应的通用范式,为各省份青少年健康政策制定提供科学的理论与实践依据,协助健康中国战略在各省份进一步推进和全面实施。

关键词: 身体形态, 区域健康, 面板空间杜宾模型, 机制研究

1. 引言

近年来,为改善青少年体质健康状况,中国教育部^[1]出台了一系列政策来缓解大、中、小学生日益严重的健康问题。但是,经研究,2020年学生肥胖率显著上升,全国学生身体形态指标过高,留下巨大的健康隐患,学生身体形态逐渐成为学生体质健康存在的主要问题。经研究可知身体形态是初期由先天因素(遗传因素)形成,中后期由后天因素(经纬度、地貌特征、气候条件、当地经济水平及医疗条件等)改变的结果。

当前,在“健康中国”战略的全面实施下,学生体质与健康调研中存在很多值得研究的问题。而大学生体质健康影响因素研究,目前是学生体质健康的热点研究方向,同时也是探索提升大学生体质健康现状有效方法的关键一步。《黄帝内经》中有关地域与疾病的记载指出,由于地形、地貌和地表形态的差异、气候特征等地理条件的不同,使得当地的居民形成了不同的饮食文化习俗;由于当地环境的差异和生活习惯的不同,甚至会影响到人体的健康状态。朱丹溪^[2]论证的相火论中“西北之人,阳气易于降;东南之人,阴火易于升”这一观点可证明地域差异不同成都地影响者人们体质。王莉^[5]采用OLS和地理加权法对我国国民体质综合指数进行空间异质性分析,结论证明自然环境相对于社会经济环境,前者对国民体质的影响力较大,因为随着中国贫富差距的逐年缩小,各省的经济水平对于国民体质健康的影响不再显著。肖克红^[6]通过分析不同海拔地区的少儿身体形态的不同,得出低海拔地区儿童形态更加匀称结实。有学者^[7]通过不同的影响因素探索居民体质健康,证实自然环境(环境和地貌)对居民体质的影响更显著,文化教育和经济发展与当地居民健康成正比。且现存研究大都没有对具体体质健康指标和自然环境指标进行针对性研究。而且,大都使用传统的计量模型^{[4][8]},是建立在“研究对象的观测值在空间上是相互独立的”这个假设上的,但在面对现实问题时,完全独立于空间分布的研究对象几乎是不存在的,因此,使用传统的计量模型会因为忽视空间效应而导致估计值发生偏差。少数研究采用横截面空间计量模型来探索学生体质与自然环境之间的关系,但横截面数据的数据支撑不够,无法兼具时间和空间两个维度,不能考虑变量的动态行为信息。

因此,本文运用某高校2013年—2017年体质健康测试数据,采用空间面板杜宾模型,结合大学生各体质健康指标的空间效应和时间效应,探索大学生身体形态指标在自然环境方面的地域性影响因素,为各地青

少年体质健康提升政策的制定提供良好的理论依据,以期更好地提升中国学生的体质健康状况。

2. 数据来源

论文选用中国某高校在校大学生2013年-2017年五年的体质健康测试结果,该校有专门的体质健康测试实验中心,能够实现全部体质健康测试项目进行机器测量,可减少人工测量误差,增加体质健康测试测量结果的真实性和准确性。测试结果表格中包含学生学号、姓名、年级、生源地以及学生关于身高和体重的测量结果,并计算得出BMI成绩后,可以构成用于具有空间效应的大学生体质健康研究的面板数据,且具有较强的时效性。

对于空间面板计量回归中涉及到的各地区关于环境和气候等影响因素的数据,均来自《中国统计年鉴》和《中国环境发展报告》等由国家统计局及国家各权威部门发布的统计报告,来源真实有效。本文在进行数据清洗后,将数据进行标准化。笔者对原始数取自然使用对数的预处理方式来消除共线性和异方差的问题。

先对某高校2013-2017年五年学生的身体形态指标运用四分位图进行可视化分析,查看学生身体形态指标在不同省域的表现情况。

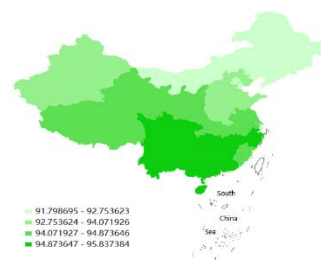


图1 学生身体形态的四分位图

四分位图中,绿色越深,表示该地区对应的体质健康指数的值越大;反之绿色越浅,表示该地区对应的体质健康指数的值越小。从上图中可以看出,中国31个省市(自治区)的学生的身体形态指数分布具有一定的地域特征,西南地区的身体形态指数比东北方向的身体形态指数普遍要高,其中四川、重庆、广西和海南的身体形态最好,黑龙江、内蒙古、吉林、辽宁、北京和天津的身体形态指数相对最差。

根据上述学生体质健康指标的四分位图可以看出,学生身体形态指标的地域分布皆呈现出一定的规律,

因此,有必要对中国 31 个省市(自治区)的空间效应进行研究。

3. 空间计量模型构建

进行空间效应研究最重要的原则就是,在面对问题时,考虑到研究对象在空间上相互作用表现的差异性。因此,中国除港澳台外 31 个省市的学生身体形态是否存在空间效应,是进行大学生体质健康的区域差异研究及其影响因素分析的重要前提。

本文选择距离空间权重矩阵进行空间自相关分析,以两点之间的欧氏距离作为阈值,将空间影响限制于一定范围内。

全空间相关性由 Moran 指数检验,研究邻近地区的被解释变量是不同程度的相关性。

Moran 指数的计算公式如下:

$$\text{Moran's } I = \frac{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n W_{ij}(x_i - \bar{x})(x_j - \bar{x})}{S^2 \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n W_{ij}} \quad (1)$$

然而,全局 Moran's I 统计值有一个很大的局限性。在研究全局空间自相关时,部分存在空间正相关的省域和存在空间负相关的省域的作用力会相互抵消,此时,全局 Moran's I 可能显示全局空间相关性过小,甚至没有相关性。因此,在整个空间进行相关检测后,要进

行局部空间自检,确认局部地区是否有空间相关性。

空间自相关分析常用莫朗散点图和 LISA 检验(局部 Moran 指数)进行全局空间自相关检验和局部空间自相关检验两部分。莫朗散点图可视化研究变量和其空间滞后因子,帮助识别那些偏离量域,这些偏离全局空间自相关的省域是整体区域中的非典型区域,导致了空间的不稳定性。LISA 检验使局部空间自相关分析结果更具体。所以,要通过空间关联的局部指标(LISA 检验-Local Indicators of Spatial Association)测算大学生身体形态指标的局域空间自相关统计值及显著性水平,以确定研究区域的空间相关性。

空间面板杜宾模型表达式为:

$$y_{it} = \delta \sum_{j=1}^N w_{ij} y_{jt} + x_{it} \beta + \sum_{j=1}^N w_{ij} x_{jt} \theta + \mu_i + \varepsilon_{it} \quad (2)$$

指空间滞后扩展为带有空间滞后解释变量的计量模型,其中,β,θ是k×1阶的参数向量,i代表横截面维度的空间单元,i=1,2,...,N。t代表时间维度,t=1,2,...,T。y_{it}表示个体i在时间维度t上的研究因变量,x_{it}是个体i在时间维度t上的自变量观测值的(1,k)行向量,k为自变量个数。ε_{it}是个体i在时间t的满足均值为0方差为σ²的独立同分布误差项。

大学生身体形态与自然环境作用关系的空间效应模型理论框架搭建如图2。

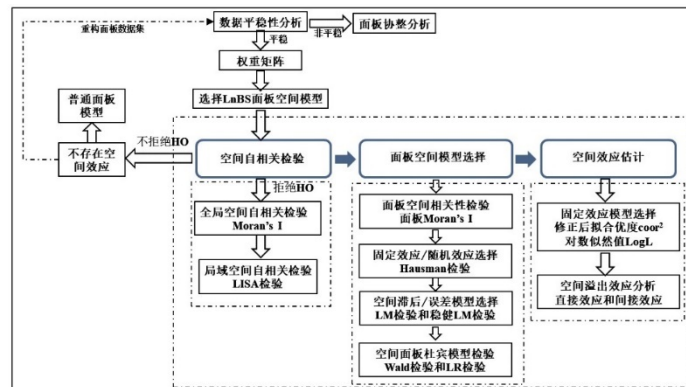


图2 大学生身体形态空间效应模型

4. 空间自相关检验分析

4.1. 全局相关检验

在检验全局空间自相关时,一般首先计算各指标的全局 Moran's I^[11] 统计值,从全局角度查看各地区的指标是否具有空间相关性。莫兰指数的显著性水平可以由统计检验指数 Z 值(Z-score)和标准化 Z 值的 P 值检验来确定,通过计算 Z 值(Z-score)和 Z 值的 P 值,如果 P 低于显著水平 0.05,则否定零假设。也就是说,31 个省(自治区)概率 95%存在空间本身,如果验证研究区域存在空间本身,Moran 指数越大,空间相关性就越大。

2013 年-2017 年某高校不同生源地学生的身体形态的全局 Moran's I 统计值表如表 1 所示。

表 1. 2013-2017 年学生身体形态指标的莫兰指数

身体形态(LnBS)	总体	大一	大二	大三	大四
Moran's I	0.599	0.538	0.515	0.491	0.488
P 值	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001
Z 值	7.760	7.670	7.095	6.992	6.258

比较表 1 中各年级体质健康指标的 Moran's I 统计值可以看出,身体形态莫兰指数从大一年级到大四年级呈减小趋势,大一年级的三个体质健康指标与各生源地的空间相关性均最大,大二年级、大三年级的体质健康指标与下一年级的相比空间相关性依次减弱,大四年级学生体质健康指标的空间相关性最弱。

身体形态指标莫兰指数的 Z 值大于 1.96,P 值小于 0.05,显著通过局部性检验。莫兰指数为正值,表明 5 年大学生的身体形态指标在全局空间上呈现空间正相关状态,所以大学生体质健康研究应该考虑空间效

应。

全局空间自相关检验不能判断不同年级学生体质健康指标局部区域的空间依赖情况,还需要继续进一步的局部空间效应检验。统计结果如 3 所示:

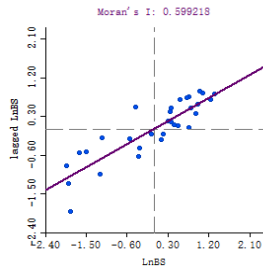


图 3 身体形态指标的 Moran's I 散点图

第一象限表示 H-H 型空间关联模式,指高身体形态水平-高空间滞后的正相关关系的空间聚集模式; 第二象限表示 L-H 型空间关联模式,指低身体形态水平-高空间滞后的负相关关系的空间离群模式; 第三象限表示 L-L 型空间关联模式,指低身体形态水平-低空间滞后的正相关关系的空间聚集模式; 第四象限表示

H-L 型空间关联模式,指高身体形态水平-低空间滞后的负相关关系的空间离群模式。

从图中可以看出,2013-2017 年 5 年之间学生身体形态指标位于第一象限的省域分别为: 重庆、福建、广东、海南、西藏、青海、甘肃、云南、四川、湖南、江西、浙江、湖北、广西、贵州、宁夏、陕西,这部分省域表现为高身体形态水平-高空间滞后的正相关关系的空间聚集模式; 身体形态指标位于第二象限的省域只有新疆,表现为低身体形态水平-高空间滞后的负相关关系的空间离群模式; 位于第三象限的省域有: 内蒙古、黑龙江、吉林、辽宁、河北、北京、天津、山东、山西、河南、上海,它们表现为低身体形态水平-低空间滞后的正相关关系的空间聚集模式; 身体形态指标位于第四象限的省域有: 安徽、江苏,表现为高身体形态水平-低空间滞后的负相关关系的空间离群模式。

同理可检验大一至大四的局部空间效应,表 2 显示其检验结果。

	H-H 型	L-H 型	L-L 型	H-L 型
大一	西藏、青海、甘肃、宁夏、陕西、四川、云南、贵州、重庆、湖北、湖南、江西、浙江、广东、广西、海南	新疆、福建	内蒙古、黑龙江、吉林、辽宁、河北、北京、天津、山东、山西、河南、江苏、上海	安徽
大二	青海、甘肃、宁夏、陕西、四川、云南、贵州、重庆、湖北、湖南、江西、浙江、广东、广西、海南	福建	西藏、新疆、内蒙古、黑龙江、吉林、辽宁、河北、北京、天津、山东、山西、上海	河南、安徽、江苏
大三	青海、甘肃、宁夏、陕西、四川、云南、贵州、重庆、湖北、湖南、江西、福建、广东、广西、海南	西藏	新疆、内蒙古、黑龙江、吉林、辽宁、河北、北京、天津、山西、河南、上海	山东、安徽、江苏、浙江
大四	青海、甘肃、陕西、四川、云南、贵州、重庆、湖北、湖南、江西、浙江、福建、广东、广西、海南	新疆、宁夏	内蒙古、黑龙江、吉林、辽宁、河北、北京、天津、山东、山西、河南、上海	西藏、安徽、江苏

根据各年级学生身体形态指标的莫兰散点图,可知我国 31 个省市(自治区)各年级学生身体形态指标位于图中四个象限的空间莫兰散点分布,并且,其整体省域分布显示的共同特征是存在正向的空间自相关关系。从四个年级身体形态指标的空间集群模式来看,大一到大四年级 31 个省市学生的身体形态指标分别有 90.32% (28 个)、87.10% (27 个)、83.87% (26 个) 和 83.87% (26 个) 的省域与全局区域存在相似的空间关联性,即空间正相关。这进一步证明了我国大学生的身体形态存在显著的空间正相关,并且这种空间正相关关系一直维持在高水平线上,随着入学年份的增长空间正相关关系整体呈现递减趋势。

4.2. 局部相关检验

莫兰散点图只说明了各局部区域的空间效应类型,并没有表明大学生体质健康指标的显著性水平。因此,接下来有必要进一步通过空间关联的局部指标(LISA 检验-Local Indicators of Spatial Association)对身体形态进行检验,重点考察身体形态指标显著性水平较高

的空间集群区域。

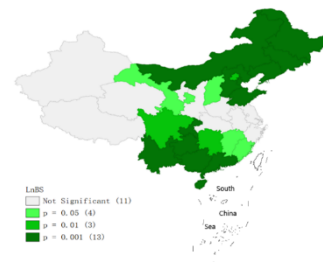


图 4 身体形态的 LISA 显著性地图

LISA 显著性地是莫兰散点图和空间关联的局部指标(LISA)显著性水平的结合。其中,墨绿色表示通过了 0.1% 的显著性水平检验的区域,中绿色表示通过了 1% 的显著性水平检验的区域,浅绿色表示通过了 5% 的显著性水平检验的区域。

由图 3 可以看出,内蒙古、黑龙江、吉林、辽宁、河北、天津、山东、重庆、云南、贵州、广东、广西和海南的身体形态指标通过了 0.1% 的显著性水平检

验;北京、四川和湖南通过了 1% 的显著性水平检验;甘肃、山西、江西和福建通过了 5% 的显著性水平检验。

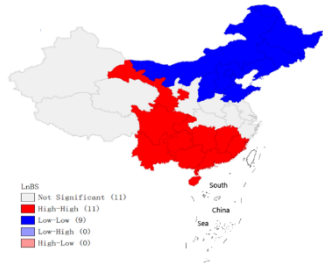


图 5 身体形态的 LISA 集群地图

同理,大一至大四年级身体形态的显著性检验结果如表 3. 分年级身体形态的显著性集群省域表

	H-H 型	L-H 型	L-L 型	H-L 型
大一	青海、甘肃、四川、云南、贵州、重庆、湖南、江西、广东、广西、海南	福建	内蒙古、黑龙江、吉林、辽宁、河北、北京、天津、山东、江苏、上海	
大二	青海、甘肃、四川、云南、贵州、重庆、湖南、江西、广东、广西、海南	福建	内蒙古、黑龙江、吉林、辽宁、河北、北京、天津、山东、上海	江苏
大三	青海、甘肃、四川、云南、贵州、湖南、广东、广西、海南		内蒙古、黑龙江、吉林、辽宁、河北、北京、天津	山东
大四	四川、云南、贵州、重庆、湖南、江西、福建、广东、广西、海南	新疆	内蒙古、黑龙江、吉林、辽宁、河北、北京、天津、山东、山西	

LISA 集群地图中,红色代表 H-H 型空间聚集模式,蓝色代表 L-L 型空间聚集模式,

紫色代表 L-H 型空间离群模式,粉色代表 H-L 型空间离群模式。

根据上图可以看出,甘肃、四川、云南、贵州、重庆、湖南、江西、福建、广东、广西、海南位于 H-H 高型值聚集区域;内蒙古、黑龙江、吉林、辽宁、河北、北京、天津、山西、山东位于 L-L 低型值聚集区域。

果如表 3。

根据表 3 结果可知,中国 31 个省市(自治区)的大学生身体形态在区域空间分布已经形成了空间集聚区域。且西南部区域基本为 H-H 高型值聚集区域,东北部区域基本为 L-L 低型值聚集区域。综上可以得出,中国大学生身体形态指标在空间分布上有明显的空间正相关性。

5. 面板空间估计结果

将 2013-2017 年 5 年的身体形态指标数据构成面板数据,在传统横截面空间计量模型的基础上加入时间效应,即采用空间面板计量模型,对造成大学生体质健康状况空间分布不均衡的地域影响因素进行分析。将每年数据的生源地按照中国省份划分组成面板数据,进行学生体质健康影响因素研究。本研究以大学生身体形态指标为被解释变量,以上述六个环境气候方面的影响因素为解释变量,建立空间面板计量模型进行检验估计。

在进行空间面板计量研究之前,首先,要检验由 2013-2017 年共五年学生的身体形态指标以及五个影响因素变量组成的面板数据的空间相关性。笔者采用面板 Moran's I 检验了形态指标面板数据的空间相关性,最终结果见表 4。身体形态指标的面板 Moran's I 为 0.1759,其统计值大于 1.96,P 值小于 1%,所以,学生身体形态指标具有显著的空间相关性。

表 4. 身体形态指标面板数据空间相关性检验

	Moran I	Moran I-statistic	Prob
身体形态	0.1759	4.7592	0.0000

其次,笔者需要确定是建立一个固定效应模型还是随机效应模型。本文进行了 Hausman 检验,测试结果见表 5。学生形态指数面板数据模型的 Hausman 统计值为 61.46,通过了 5% 显著性检验,即拒绝了基于体质指数面板数据建立随机效应模型的原假设,并选择了固定效应模型。因此,本文选择固定效应模型,研究了身体形态 1 指标的空间效应。

表 5. 身体形态指标面板数据模型的 hausman 检验结果表

	Hausman 统计值	自由度	P 值
Hausman	61.46	13	0.0000

然后,检验体质健康指标的空间溢出效应。本文对身体形态指标进行普通面板最小二乘法回归,同时进行 LM 检验和稳健 LM 检验,检验结果如表 4 所示。

表 6. 身体形态指标的 LM 检验和稳健 LM 检验结果表

	统计值	P 值
LM_lag	33.4424	0.000
robust LM_lag	16.3940	0.000
LM_error	17.1296	0.000
robust LM_error	0.0812	0.776

结果表明,身体形态指标面板数据模型的 LM_lag 和 LM_error 的统计值均通过了 5% 的显著性水平检

验。接下来,比较二者的稳健 LM 检验结果, robust LM_lag 也通过了 5% 的显著性水平检验,但 robust LM_error 统计值为 0.0812,没有通过 5% 的显著性水平检验,所以身体形态指标应该采用空间面板滞后模型展开研究更合理。

LeSage and Pace^[8] 认为,空间计量模型的选择从空间杜宾模型开始进行分析可能是一个好的选择。因此,下一步是利用 Wald 检验和 LR 检验来判断空间面板的 dobin 模型能否转化为空间面板滞后模型和空间面板误差模型。

如表 7 所示,结果表明体型指标面板数据模型的效果较好,空间滞后、LR 空间滞后、Wald 空间误差和

LR 空间误差均通过 1% 显著性水平检验,这表明他们否定了两个假设: 体型指数的空间面板 Durbin 模型拒绝转化为空间面板滞后模型和空间面板误差模型,而空间面板 Durbin 模型更适合体型指数。

表 7. 身体形态指标的 Wald 检验和 LR 检验结果表

	统计值	P 值
Wald_spatial_lag	22.4075	0.0010
LR_spatial_lag	21.6123	0.0014
Wald_spatial_error	29.7083	0.0000
LR_spatial_error	30.6775	0.0000

因此,本文采用具有固定效应的空间面板杜宾模型估计某高校 2013-2017 年学生身体形态指标的地域影响因素。

表 8. 身体形态指标的空间面板杜宾模型估计结果

	无固定效应	空间固定效应	时点固定效应	时空固定效应
C	2.7706***			
LnA1	-0.0078***	-0.0002	0.0075***	0.0002
LnA2	0.0158***	-0.0147	0.0153***	-0.0127
LnA3	0.0164**	0.0029	0.0154**	0.0079
LnA4	0.0036***	-0.0086**	0.0035***	-0.0092**
LnA5	0.0028***	0.0011	0.0029***	0.0013
W*LnA1	-0.0122**	-0.0105	0.0107	-0.0084
W*LnA2	0.0115	-0.0732*	0.0131	-0.0777
W*LnA3	0.0502***	-0.0466	0.0571***	-0.0136
W*LnA4	0.0009	0.0161*	0.0005	0.0109
W*LnA5	0.0027*	0.0038**	0.0042**	0.0037
W*dep.var.	0.3450***	0.1450	0.2260*	0.1341
R ²	0.7386	0.8354	0.7463	0.8405
coor ²	0.7204	0.3590	0.7224	0.1706
LogL	531.4528	566.7800	534.6003	571.3043

(注:① ***表示该自变量的系数通过了 1% 的显著性水平检验,**表示通过了 5% 的显著性水平检验,*表示通过了 10% 的显著性水平检验;②A1—A5 代表解释变量年平均降水量、年平均气温、年平均相对湿度、人均水资源量以及治理废水项目投资度)

根据表 8 所示的空间面板 dobin 模型各种固定效应模型的估计和检验结果,可以看出固定效应模型在时间点的估计结果的对数似然值为 534.6003,对应修正后的拟合优度系数为 0.7224,都相对较高,联系实际情况,模型含义明显。所以,选择具有时点固定效应的空间面板杜宾模型,对学生身体形态指标的影响因素进行空间效应研究。

具有时点固定效应的空间面板杜宾模型的估计结果显示:年平均降水量、年平均气温、年平均相对湿度、人均水资源量及治理废水项目投资度的弹性系数均为正值,表明这五个变量对身体形态指标具有正向作用,且均通过了 5% 的显著性水平检验。即在不考虑其他因素的情况下,年平均降水量每增长 1%,可导致学生的身体形态指标增加 0.0075%;年平均气温每增长 1%,学生的身体形态指标增长 0.0153%;年平均相对湿度每增长 1%,可导致学生的身体形态指标增长 0.0154%;人均水资源量每增长 1%,可导致学生的身体形态指标增长 0.0035%;治理废水项目投资额度每增长 1%,可导致学生的身体形态指标增长 0.0029%。这些都和总体描述性分析以及客观表现相符合,符合目前中国身体形态地域分布不均衡的现状。

同时,年平均相对湿度及治理废水项目投资度的空间滞后项系数显著且为正值,这表示二者皆存在显著的空间溢出效应,也就是当临近省域的平均相

对湿度每增长 1%,可导致本省域学生的身体形态指标增长 0.0571%,当临近省域的治理废水项目投资度每增长 1%,可导致本省域学生的身体形态指标增长 0.0042%。两个自变量均能通过 5% 的显著性水平检验,表明邻近省域的平均相对湿度及治理废水项目投资度对本省域学生身体形态指标表现为集聚效应。

6. 结论

选取某高校 2013-2017 年完整且连续的体质健康测试数据,在传统横截面空间计量模型的基础上加入时间效应,采用空间面板计量模型,对造成大学生体质健康状况空间分布不均衡的地域影响因素进行研究,研究结果表明:

第一,中国大学生身体形态与其对应生源地都具有显著的空间效应存在,且随着入学年份的增长空间正相关关系整体呈现递减趋势。通过对不同年级学生进行全局 Moran's I 统计值检验,发现从大一年级到大四年级,高校学生的体质健康指标的 Moran's I 统计值均呈现递减趋势,即学生体质健康指标与其生源地的空间相关性随着入学年份的增加逐渐减弱。说明由于高校学习生活对学生体质健康状况起到一定作用。

第二,中国大学生身体指标的空间分布存在显著的正相关。我国 31 个省区的大学生体型已形成空间集聚区。高 H-H 型值主要分布在西南部,低 L-L 型

值主要分布在东北部。

第三,中国大学生身体形态指标的地域分布皆呈现出一定的规律。西南地区的身体形态指数比东北方向的身体形态指数普遍要高,其中四川、重庆、广西和海南的身体形态最好,黑龙江、内蒙古、吉林、辽宁、北京和天津的身体形态指数相对最差。

第四,中国大学生身体形态状况不仅受本省域自然因素影响,也受到邻近省域自然因素的影响。在全省自然环境因素中,年平均降水量、年平均气温、年平均相对湿度、人均水资源量及治理废水项目完成投资度的弹性系数均为正值,表明这五个变量对身体形态指标具有正向作用,总体描述性分析以及客观表现相符合,符合目前中国身体形态地域分布不均衡的现状。

随着健康中国战略的不断实施,健康政策的受众不断细化,从大学生身体形态空间效应模型,可扩展为小学生、中学生和居民身体形态空间效应研究,面板空格模型的被解释变量可延伸为身体素质与身体机能,同理可以延伸出学生身体素质空间效应、中国居民身体素质空间效应、学生身体机能空间效应等方面的研究,还可以结合不同省份、不同解释变量、不同学科进行生理健康影响研究,最终形成中国民众体质健康空间效应研究通用范式与政策研究的反馈机制。本文局限性在于,数据样本过少,研究对象仅涉及大学生,不能对大学生之外的对象进行数据挖掘。下一步工作可以对大学生身体机能及身体素质进行面板空间效应研究。本研究可为各省高校健康教育提供一定的决策依据,防止学生过度肥胖而引发各种疾病,也能形成大学生体质健康与地域时空效应的通用范式,为各省份青少年健康政策制定提供科学的理论与实践依据,协助健康中国战略在各省份进一步推进和全面实施。

REFERENCES

- [1] Ministry of Education. Implementation measures of national student physical health standards [Z].2014.
- [2] Du Hanguang, Min Li, Li Candong. Effects of regional and climatic factors on human health [J]. *Journal of Traditional Chinese Medicine*,2013,54(13):1163-1165.
- [3] JI Xiaoyu, TAO Yingli, YE Ping. Discussion on the relationship between Zhu Danxi's academic thought, drug use and regional characteristics [J]. *Zhejiang Journal of Integrated Traditional and Western Medicine*.2020,30(01):83-84.
- [4] Wang Zhou wei, Cui Bai sheng, Zhang Qingyuan. Modern models and methods of spatial econometrics [M]. Beijing: Peking University Press, 2017.3:195-205.
- [5] Wang Li, Hu Jingchao. Spatial heterogeneity of influencing factors of national physical fitness in different provinces in China under the background of health in China [J]. *Journal of Wuhan Institute of Physical Education*, 2017,51 (02):5-11+30.
- [6] Xiao Hongke, Wang Li, Hu Jingchao. Study on the physical condition of college students in Henan Province and the factors affecting physical health: Based on the analysis of physical health test data in Henan Province in 2016 [J]. *Journal of Jilin Physical Education University*, 2018,34 (04):97-103.
- [7] Yang Zhen, Ding Qiyan, Huang Siyuan, Li Jiacheng. *Journal of Central China Normal University (Natural Science Edition)*, 2017,51 (06):834-840. (in Chinese)
- [8] Lesage, J. P., Pace, R. K. *Introduction to Spatial Econometrics*[M]. CRC Press, 2009.
- [9] XIAO Guangen, LIU Jinxue, TAN Saimingyue. *Spatial Econometrics -- Application Analysis Based on MATLAB* [M]. Beijing: Peking University Press, 2018.9: 76-78.
- [10] Li Hongxin, Zhou Yan. Research on the influencing factors of regional science and technology innovation information resources allocation based on spatial econometric [J]. *Information Science*,2017,35(12):96-101.
- [11] Bai Junhong, Wang Yue, Jiang Fuxin, Li Jing. *Economic Research Journal*,2017,52(07):109-123. (in Chinese)
- [12] Bi Xiujing, Ning Yuemin. Spatial analysis of spatial spillover and agglomeration and diffusion of urban agglomeration in Yangtze River Delta [J]. *Economic Geography*,2013,33(01):46-53.
- [13] Pan Wenqing. *Economic Research Journal*,2012,47(01):54-65. (in Chinese)