

# 个体与环境交互作用下中国成人超重肥胖情况 变化趋势及影响因素研究

王依茹, 王琛\*, 曾金迪

(浙江大学地球科学学院, 杭州 310027)

**摘要:**论文基于中国25个省份内635个社区的29586个成年居民2010—2016年的纵向追踪调查数据,分别利用非线性发展模型和多层Logistic回归模型,阐释中国居民超重肥胖情况的变化趋势,同时探究其在个体与环境交互作用下的影响机制。研究发现:①以身体质量指数衡量的中国成人超重肥胖发生风险逐年增加,其中女性、年龄、有配偶人群、日均锻炼时长负向作用于成人身体质量指数增长速率;②中国成人超重肥胖差异具有多层级性,个体层面社会经济属性、饮食习惯和生活方式,社区层面建成环境和自然环境,省域层面城市化水平,均能影响成人超重肥胖发生;③不同层级间超重肥胖影响因子具有交互作用关系,环境能通过影响个体心理状态及行为选择对个体健康结果的作用,间接作用于居民超重肥胖结果。研究结果旨在帮助中国成人居民达到更好的健康状态,以及为相关政府部门制定促进人口健康的政策提供理论依据。

**关键词:**成人;城市化;超重肥胖;多层回归模型;中国家庭;追踪调查

近年来,快速城市化发展带来的健康问题引起各领域学者的广泛关注。诚然,城市化水平的提高在很大程度上促使医疗设备和基础设施完善,进而提高人口健康水平。但是伴随着高速的城市化进程,许多城市问题也开始显现,主要包括环境污染,职业和出行方式的转变以及饮食和日常活动的改变,这些问题将给居民健康带来了巨大风险<sup>[1]</sup>,尤其是超重肥胖情况的流行。随着工作方式与生活方式的转变,中国居民将面临健康转型。健康转型是指居民从体力密集型的生活方式转向高脂肪、高胆固醇、高糖和纤维含量低的饮食习惯和日益久坐的生活方式<sup>[2]</sup>。西方发达国家城市化历程较为完整,目前已经进入健康转型的后期,如今这些国家正面临严重的肥胖和相关非传染性疾病的问题<sup>[3]</sup>。在社会经济发展和城市化推动作用下,中国的健康转型进程要比许多高收入国家进展更快<sup>[4]</sup>。因此,基于

目前中国健康转型阶段的特性,以降低个体健康风险为目的,研究中国成人超重肥胖变化趋势与影响因素,具有极其重要的理论与现实意义。

个体超重肥胖的发生不仅受到遗传、行为习惯和社会经济属性等内在因素影响,同时也会受到自然环境、物质建成环境和社会环境等外在因素的影响<sup>[5-8]</sup>。虽然部分个体的超重肥胖取决于自身的遗传结果,然而外部环境以及健康行为的差异仍能对居民超重肥胖水平造成巨大影响<sup>[9]</sup>。居民生活空间的自然环境由于人类活动的干预出现失衡,长期暴露于污染环境下会对居民机体产生负面影响<sup>[10]</sup>。同时,以土地混合利用度、街道的密度及规模、城市美观性和建筑的强度和密度等指标衡量的城市建成环境可以通过体力活动和膳食环境2个载体对居民个体健康产生影响<sup>[11-13]</sup>。就社会经济环境作用而言,宏观尺度上的健康基础,医疗设施和社会经济

收稿日期:2019-03-18;修订日期:2019-12-18。

基金项目:国家自然科学基金项目(41871106, 41471101)。[Foundation: National Natural Science Foundation of China, No. 41871106 and 41471101.]

第一作者简介:王依茹(1994—),女,浙江温州人,研究方向为健康地理。E-mail: 1963704128@qq.com

\*通信作者简介:王琛(1981—),女,湖北天门人,博士,教授,仲英青年学者,主要从事城市和区域经济发展等方面研究。

E-mail: chencwang@zju.edu.cn

引用格式:王依茹,王琛,曾金迪. 个体与环境交互作用下中国成人超重肥胖情况变化趋势及影响因素研究[J]. 地理科学进展, 2020, 39(1): 100-110. [Wang Yiru, Wang Chen, Zeng Jindi. Study on the trend and influencing factors of overweight and obesity in Chinese adults under interactions of individual and environment. Progress in Geography, 2020, 39(1): 100-110.] DOI: 10.18306/dlkxjz.2020.01.010

发展,与中观尺度上的社区城市化水平、群体收入水平差异和邻里社会资本等因素均对居民的健康状况产生不同程度的影响<sup>[14-18]</sup>。相异于直接定量研究外在因素与个体健康相关指标的关系,马静等<sup>[19]</sup>结合大量文献研究成果,基于科学的研究范式,构建出微观层面个体健康综合分析框架,将个体时空行为因素作为媒介,探讨了环境与个体健康间的关系。

可见,学者们从不同尺度和视角对健康问题进行了深入探讨,但囿于数据的局限性,大多数国内外研究仅基于截面数据作定量分析或者是定性地提出分析框架。许多文献基于单个层面研究相关因素与个体健康的关系,研究结论可能会产生“层次谬误”,原因在于不同个体生活的地理空间具有差异性,而同一地理空间内的居民存在一定的同质性。因此本文将居民生活的社区和省域作为研究的地理空间背景,研究过程将个体数据嵌于生活空间背景中,以期探究背景变量对个体健康的影响,同时结合马静等<sup>[19]</sup>提出的时空行为研究分析框架来定量探究微观层面个体健康的影响机制。

基于此,本文利用中国25个省份(包括北京、天津、河北、山西、辽宁、吉林、黑龙江、上海、江苏、浙江、安徽、福建、江西、山东、河南、湖北、湖南、广东、广西、重庆、四川、贵州、云南、陕西、甘肃)内635个社区的29586个成年居民2010—2016年的纵向追踪调查数据,建立以中国成人身体质量指数为因变量的非线性发展模型,和以成人超重肥胖与否为因变量的多层Logistic回归模型,试图刻画中国成人超重肥胖发展趋势,并根据个体和环境交互作用的理论分析框架,深入分析中国居民超重肥胖发生的风险因素,初步探究不同层次间变量的互动关系,为个体实现健康生活和相关政府部门改善公共人口健康提供相应建议。

## 1 研究设计

### 1.1 数据来源

本文使用的居民个体和社区层面的数据来源于北京大学“985”项目资助、北京大学中国社会科学调查中心执行的家庭追踪调查项目,省域层面的数据来自2010年国家统计局分省统计年鉴。家庭追踪调查项目利用分层次抽样的方法,目标追踪调查25个省(市、自治区)内的16000户家庭及全部家庭成员,调查内容从个体、家庭和社区3个层面反映中国居民经济、人口、社会和健康等信息,其抽样调

查的数据样本有较好的代表性。项目从2010年正式调查采样,目前已有2010、2011、2012、2014和2016年的数据。由于回归模型需对时间进行等间距编码,本文选取2010、2012、2014和2016年的数据进行研究分析。历年数据文件分为成人数据、家庭数据和社区数据,不同数据文件之间通过唯一标识的个体样本代码、家庭样本代码和社区代码进行关联。通过对数据异常值、缺失值进行清洗,最终25个省份内635个社区的29586个成人数据样本进入分析模型。

### 1.2 解释变量:中国居民超重肥胖影响因素指标选取

本文对影响居民超重肥胖的因素进行分层选取,主要从个体、社区和省域3个层面上筛选。个体层面的影响因素包含反映个体社会经济属性的性别、年龄、是否有配偶、工作属性、受教育年限等指标。分析模型内纳入工作日和非工作日吃饭时间、锻炼时间、看电视时间、睡眠时间等变量以反映居民日常生活方式,并引入食用肉类、奶制品、豆制品、蛋类、油炸食品和腌制食品频次等指标体现居民的饮食习惯,此外,加入是否有确诊慢性疾病、是否吸烟、是否酗酒、抑郁得分、出行方式等相关因素。社区层面的影响因素受到数据可得性的限制,所选指标主要体现建成环境和自然环境<sup>[20]</sup>。建成环境由道路状况来反映,该指标由社区内土路的占比来衡量。同时,以社区数据库内“方圆5 km内是否有化工厂、冶炼厂、造纸厂等高污染企业”指标来衡量社区环境污染情况<sup>[21]</sup>。省域层面利用国家统计局2010年各省城镇人口数和常住人口数,计算各省的人口城市化率,以衡量其城市化水平。解释变量的总体描述性结果如表1。

由于个体层面的变量数较多,且存在较强的共线性,在采用相关性分析进行变量筛选后,利用主成分分析,对该层面上的部分因子进行降维处理。最终因子分析结果通过Bartlett的球形度检验,个体层面的14个指标浓缩为6个主要因子(表2)。根据旋转之后的因子载荷矩阵,将6个因子分别命名为饮食时间、锻炼时间、看电视时间、睡眠时间、食用易胖食品频次和食用不健康食品频次。这6个变量已涵盖原有变量72%的信息,由于与社会科学相关的因子分析较为复杂,一般认为提取因子包含原有变量信息的70%以上即可,故因子提取结果较为理想。

### 1.3 被解释变量:中国居民个体超重及肥胖衡量

本文采用身体质量指数(BMI)作为衡量全国成

表1 变量的描述性统计  
Tab.1 Descriptive statistics of variables

影响因素	描述	最小值	最大值	平均值
个体层面				
性别	男=1 ;女=0	0	1	0.48
年龄	2010年个体年龄(岁)	16	110	45.51
教育年限	2010年个体接受教育年限(a)	0	22	7
城乡属性	城镇=1 ;乡 村=0	0	1	0.46
工作性质	没有工作=0 ;农业工作=1 ;非农工作=2	0	2	0.76
有无配偶	有配偶=1 ;无配偶=0	0	1	0.8
是否吸烟	吸烟=1 ;不吸烟=0	0	1	0.3
是否酗酒	一周饮酒3次以上=1 ;一周饮酒未超过3次=0	0	1	0.16
出行方式	步行或自行车=1 ;其他=0	0	1	0.71
有无确诊慢性病	近半年有确诊慢性病=1 ;无确诊慢性病=0	0	1	0.15
抑郁得分	家庭追踪调查综合指标 ,用以衡量成人抑郁程度	6	30	26.93
工作日睡眠时间	工作日均睡眠时间(h)	0	20	8.1
工作日锻炼时间	工作日均锻炼健身时间(h)	0	8	0.27
工作日吃饭时间	工作日均用餐及其他饮食活动时间(h)	0	10	1.46
工作日看电视时间	工作日均看电视包括其他音频设备时间(h)	0	16	1.66
休息日睡眠时间	节假日均睡眠时间(h)	0	20	8.49
休息日锻炼时间	节假日均锻炼健身时间(h)	0	15	0.3
休息日吃饭时间	节假日均用餐及其他饮食活动时间(h)	0	10	1.49
休息日看电视时间	节假日均看电视包括其他音频设备时间(h)	0	16	2.03
肉类频次	最近一个月每周食用肉类次数(次)	0	43	3.94
奶制频次	最近一个月每周食用奶制品次数(次)	0	45	1.31
豆制频次	最近一个月每周食用豆制品次数(次)	0	34	2.02
蛋类频次	最近一个月每周食用蛋类次数(次)	0	43	3.05
油炸食物频次	最近一个月每周食用膨化/油炸食品次数(次)	0	21	0.53
腌制食物频次	最近一个月每周食用腌制食品的次数(次)	0	50	2.35
社区层面				
社区属性	居委会=1 ;村委会=0	0	1	0.35
环境污染	方圆5 km内是否有化工厂、造纸厂等高污染企业	0	1	0.21
道路条件	社区内土路占比(%)	0	100	41.22
省域层面				
人口城市化率	城镇人口占常住人口的百分比(%)	34	89	53

人居民超重肥胖的指标。虽然采用身体质量指数判断居民超重肥胖过程中,其在灵敏度和特异度方面有待提升,然而面向具有全国代表性的大样本数据时,身体质量指数判定方法仍是目前超重肥胖相关研究的首选<sup>[22]</sup>。身体质量指数(BMI)=体重(kg)/身高的平方(m<sup>2</sup>),世界卫生组织定义 BMI≥25的个体为超重,BMI≥30的个体为肥胖。然而不同国家由于人种生理差异,身体质量指数的划分标准有所不同。中国肥胖工作小组为防控超重肥胖的流行,划分出适于衡量中国居民超重肥胖的切点,即个体 BMI≥24 为超重,若 BMI≥28 为肥胖<sup>[23]</sup>。

1.4 研究方法:多层回归模型

由于居民个体数据嵌套在社区数据内,同时社区数据嵌套在省域数据内,传统的研究方法不能区分个体与背景效应。因此,本文采用多层回归分析方法,研究2010—2016年中国成人居民超重肥胖发展变化趋势以及相关影响因素。多层回归模型在国内的应用目前还停留在为嵌套型数据使用,较少涉及追踪研究,相比传统的追踪数据研究技术,多层回归模型未要求数据的方差齐性和随机误差的独立假设,同时对个体缺失值和测量间隔不一致没有严格的限制,研究结果能反映研究对象在一段时间的变



表2 旋转后的因子载荷矩阵  
Tab.2 Rotated component matrix

个体层面变量	因子1	因子2	因子3	因子4	因子5	因子6
工作日吃饭时间	0.957					
节假日吃饭时间	0.955					
工作日锻炼时间		0.942				
节假日锻炼时间		0.939				
工作日看电视时间			0.934			
节假日看电视时间			0.931			
工作日睡眠时间				0.930		
节假日睡眠时间				0.930		
食用肉类频次					0.670	
食用奶制品频次					0.650	
食用豆制品频次					0.650	
食用蛋类频次					0.650	
食用油炸食品频次					0.480	
食用腌制食品频次						0.931

化趋势以及不同群体之间变化趋势的差异<sup>[24]</sup>。

个体发展模型是基于个体在不同时间点上的测量数据,探究个体发展情况与相关预测变量间关系的模型。在全国居民个体发展模型中,处于某个时间点的居民健康水平和一段时间内健康水平的变化趋势主要通过个体样本的多次追踪测量结果来确定,这些观测结果组成了发展模型的第一层数据,而模型的第二层数据由居民个体之间的健康水平和健康水平增长率的差异构成。其非线性发展模型的基本形式如下:

第一层:  $BMI = w_0 + w_1(TIME) + w_2(TIME^2) + \varepsilon$  (1)

第二层:  $w_0 = \alpha_{00} + \alpha_{0i}W_{0i} + \gamma_0$  (2)

$w_1 = \alpha_{10} + \alpha_{1i}W_{1i} + \gamma_1$  (3)

式中:TIME是编码后的时间变量,分别将2010、2012、2014和2016年编码为0、1、2、3;TIME<sup>2</sup>是时间变量的平方; $w_0$ 是时间层面的截距,表示2010年总体居民超重肥胖发生状况; $w_1$ 是非线性增长率即居民身体质量指数变化率; $w_2$ 是表示身体质量指数变化速率的加速度; $\alpha_{00}$ 、 $\alpha_{10}$ 是个体层面 $w_0$ 、 $w_1$ 的截距; $\varepsilon$ 、 $\gamma_0$ 、 $\gamma_1$ 为随机部分。

本文研究模型包括发展模型的纵向研究和多层嵌套组织模型的横向研究。在完整模型中,每一层的预测变量对该层的被解释变量的作用,是通过影响上一层方程的截距和斜率来实现的。构建包含个体、社区和省域层面的完整模型是为了探索地理空间环境对个体健康的影响。多层Logistic回归模型的基本形式如下:

第一层:  $\log[p_{ijk}/(1-p_{ijk})] = w_0 + w_iX_i + \varepsilon$  (4)

第二层:  $w_0 = \beta_{00} + \beta_{0j}W_j + \gamma_0$  (5)

第三层:  $\beta_{00} = \tau_{000} + \tau_{00k}Z_k + v_{00}$  (6)

式中:因变量 $\log[p_{ijk}/(1-p_{ijk})]$ 为成人居民是否发生超重肥胖概率比值的对数; $i$ 代表成人个体, $j$ 代表社区, $k$ 代表省域; $w_0$ 代表各社区内居民超重肥胖发生状况; $\beta_{00}$ 表示各省域内成人超重肥胖情况; $\tau_{000}$ 指总体居民超重肥胖发生状况; $X_i$ 、 $W_j$ 、 $Z_k$ 分别代表个体层面、社区层面、省域层面的预测变量; $w_i$ 、 $\beta_{0j}$ 、 $\tau_{00k}$ 分别表示各层预测变量的待估参数; $\varepsilon$ 、 $\gamma_0$ 、 $v_{00}$ 为随机变量。

本文模型的建立思路如下:首先,构建以连续变量身体质量指数为因变量的发展模型,比较线性发展模型与非线性发展模型结果,确定居民身体质量指数发展趋势;其次,引入个体层面解释变量,得到包含完整自变量的发展模型;再次,建立多层Logistic回归模型的方差分解模型,通过对方差分解模型内各层方差计算,可以明晰多层模型建立的必要性;最后,依次将不同层面变量加入模型,利用偏差度数值的变化比较模型拟合度,进行结果分析和讨论。

## 2 研究结果

### 2.1 中国成人超重肥胖变化趋势及影响因素

根据家庭追踪调查成人样本总数据,计算2010—2016年中国成人超重率和肥胖率(表3),表



明成人的超重肥胖发生率具有明显的逐年增长趋势。结果显示:中国成人超重率从2010年的27.8%增长至2016年的33.5%,年平均增加率为0.95%;肥胖率从2010年的5.4%增长至2016年的7.0%,年平均增加率为0.27%。从各年超重肥胖率增长水平来看,成人超重肥胖的增长速率随着时间推移,具有逐渐减小的趋势。

然而,上述结果仅为全局描述性分析,无法从微观个体角度深入解析肥胖超重发展状况,因此本文利用HLM 6.08软件构建全国居民身体质量指数多层发展模型,旨在阐释居民身体质量指数发展趋势和影响因素。作为衡量超重肥胖的主要指标,身体质量指数的变化状况可以较好地反映个体发生超重肥胖的风险。构建以身体质量指数为被解释变量的多层发展模型,在未加入自变量的空模型中,第一层和第二层的方差分别为2.124和9.185,通过计算单元方差与总体方差的比率,发现居民身体质量指数总体差异的81.2%来源于个体差异。本文依次在模型第一层加入时间编码变量和时间编码平方变量,模型结果如表4。根据模型偏差度变化情况,结果表示同时加入时间变量和时间平方变量的模型拟合度最好,这说明居民身体质量指数随时间呈加速度为负值的非线性增长变化,与总体成

人超重肥胖率变化状况相吻合,其中增长速度为每2年0.247个单位,加速度为-0.023。

为进一步了解影响居民身体质量指数的因子,本文将个体层面相关变量引入发展模型,构建完整模型,结果如表5。本文侧重于分析与成人居民身体质量指数变化趋势相关的因子,模型结果显示性别、是否有配偶、年龄和锻炼时长4个指标对2010年居民身体质量指数和2010—2016年居民身体质量指数增长率均具有显著影响。男性的平均身体质量指数和增长速率显著高于女性,表示男性发生超重肥胖的风险较高,这或与城市化进程中男性应酬较多,导致其饮食结构和生活习惯异于女性有关。有配偶居民相较于没有配偶居民,身体质量指数偏高,然其增长速率较低,本文认为有配偶群体的生活较为稳定,在外饮食的几率或小于无配偶人群,因此身体质量指数增长速率较低。随着年龄增大,个体的代谢能力减弱,不利于健康的脂肪更易堆积,因而中老年人的身体质量指数较高。然而模型结果显示年轻成人群体的身体质量指数增速较快,这或与青年群体相较于中老年群体,其生活方式更容易在城市化发展进程中发生改变有关,即从体力密集转变为久坐不动的工作生活方式,以致发生超重肥胖的风险增高<sup>[25]</sup>。日均锻炼时长对身体质量指数增长速率产生负向作用。相关实证研究指出,中国城市化发展导致个体每日能量消耗减少300~400卡(1卡≈4.18 J),因此,在快速的城市化发展背景下,居民培养健身锻炼意识并积极采取行动,能有效降低超重肥胖发生概率<sup>[26]</sup>。

2.2 成人居民超重肥胖多层次风险因子分析

构建以是否超重肥胖为因变量的多层 Logistic 模型,依次加入不同层面的变量,结果如表6。空模

表3 2010—2016年全国居民超重率和肥胖率  
Tab.3 Overweight and obesity rates of residents  
in China from 2010 to 2016 (%)

年份	超重 BMI≥24	肥胖 BMI≥28
2010	27.8	5.4
2012	29.6	6.1
2014	32.4	6.8
2016	33.5	7.0

表4 发展模型结果  
Tab.4 Development model results

参数	空模型		线性发展模型		非线性发展模型	
	估计值	标准误	估计值	标准误	估计值	标准误
第一层						
身体质量指数	22.719***	0.018	22.454***	0.019	22.430***	0.019
时间编码			0.177***	0.004	0.247***	0.013
时间编码的平方					-0.023***	0.004
随机部分ε	2.124	1.458	2.072	1.440	2.071	1.439
第二层						
随机部分γ	9.185	3.031	9.198	3.033	9.198	3.033
偏差度	508029		505839		505815	

注:\*\*\*、\*\*、\*分别表示在0.01、0.05、0.1水平上显著。下同。

表5 完整非线性发展模型结果  
Tab.5 Full nonlinear development model results

第一层				
	估计值		标准误	
身体质量指数	19.259***		0.158	
时间编码	0.679***		0.037	
时间编码的平方	-0.023***		0.004	
第二层				
	第一层截距		第一层增长斜率	
	估计值	标准误	估计值	标准误
城乡属性	0.499***	0.042	-0.007	0.009
性别	0.518***	0.049	0.033**	0.011
年龄	0.020***	0.002	-0.008***	0.000
是否有配偶	1.203***	0.054	-0.051***	0.012
教育年限	0.012**	0.005	0.001	0.001
是否有确诊慢性病	0.310***	0.054	-0.013	0.012
是否抽烟	-0.368***	0.050	-0.018	0.011
是否酗酒	0.120**	0.053	-0.024	0.012
抑郁得分	0.040***	0.005	-0.002	0.001
出行方式	-0.507***	0.041	0.005	0.009
没有工作				
农业工作	-0.064	0.047	0.027**	0.011
非农工作	0.342***	0.048	-0.006	0.011
日均吃饭时间	-0.022	0.018	0.008*	0.004
日均锻炼时间	0.244***	0.021	-0.018***	0.005
食用易胖食品频次	-0.024	0.020	-0.007	0.005
日均看电视时间	0.203***	0.019	-0.004	0.004
日均睡眠时间	-0.081***	0.019	0.002	0.004
食用不健康食品频次	0.159***	0.018	0.003	0.004
偏差度				502025

型内,社区层面和省域层面的方差分别为0.134和0.172,且 $P$ 值均小于0.001,表明居民超重肥胖在社区、省域层面的差异显著,需要进行多层回归分析。

模型1、模型2以及模型5结果显示,个体层面社会经济属性、心理健康、行为习惯以及生活方式均能影响成人居民超重肥胖的发生。男性、中老年群体、有配偶群体的体重容易发生失衡。在发展中国家男性的社会经济地位高于女性,而受不同的文化价值影响,发展中国家内社会经济地位高的群体更易表现出超重肥胖,因此男性发生超重肥胖的风险更高。中国面临严重的社会老龄化问题,针对中老年人的体重失衡管控,需要深入探究该群体空间行为模式和生理心理健康的影响机制,有助于提出有效的解决措施<sup>[27-28]</sup>。消极心理会正向预测超重肥胖的发生,从个体心理行为角度分析该结果,焦虑

抑郁等负向情绪会导致居民进行不健康的行为,如过量饮食和久坐不动等,以致其面临较高超重肥胖风险。出行方式的选择会影响个体超重肥胖状况,成人居民出行选择步行或骑自行车,能通过增加能量消耗,降低发生超重肥胖几率。饮食习惯和生活方式也会影响居民的脂肪堆积,具有吃饭时间过短、高频次吃不健康食品的饮食习惯的成人群体会更倾向于发生超重肥胖;同样,嗜酒、较短时间睡眠、较长时间看电视的生活方式也会导致居民体重易于失衡。

模型3和模型5结果显示,社区层面的社区性质、建成环境以及自然环境影响居民的生理健康。结果表明,城市社区相比农村社区内,超重肥胖发生可能性更高。本文认为城市社区内邻里食品环境是重要影响因素,城市社区内高糖、高脂肪和深

表 6 完整 Logistic 回归模型结果  
Tab.6 Complete Logistic Regression Model Results

	空模型		模型 1		模型 2		模型 3		模型 4		模型 5	
	估计值	标准误	估计值	标准误	估计值	标准误	估计值	标准误	估计值	标准误	估计值	标准误
个体层面												
城乡属性	0.444***		0.065	0.058	0.386***	0.053	0.281***	0.053	0.440***	0.063	0.276***	0.053
性别	0.276***		0.041	0.047	0.236***	0.042	0.275***	0.042	0.275***	0.041	0.245***	0.047
年龄	0.013***		0.002	0.002	0.013***	0.002	0.013***	0.002	0.013***	0.002	0.013***	0.002
是否有配偶	0.686***		0.048	0.045	0.674***	0.048	0.687***	0.048	0.684***	0.047	0.691***	0.046
是否有确诊慢性病	0.205***		0.044	0.046	0.223***	0.044	0.204***	0.044	0.204***	0.045	0.229***	0.047
是否吸烟	-0.224***		0.034	0.033	-0.237***	0.033	-0.221***	0.034	-0.223***	0.035	-0.243***	0.033
是否酗酒	0.125**		0.041	0.038	0.106**	0.038	0.126**	0.041	0.125**	0.041	0.111**	0.039
抑郁得分				0.004	0.015***	0.004				0.016***		0.004
出行方式				0.036	-0.222***	0.036				-0.230***		0.036
吃饭时间				0.016	-0.051*	0.016				-0.048**		0.015
锻炼时间				0.018	0.073***	0.018				0.070***		0.017
食用易胖食品频次				0.021	0.021	0.021				0.016		0.021
看电视时间				0.018	0.103***	0.018				0.104***		0.017
睡眠时间				0.017	-0.034**	0.017				-0.032**		0.016
食用不健康食品频次				0.019	0.050**	0.019				0.053**		0.020
社区层面												
社区性质					0.138**	0.053					0.114**	0.055
环境污染					0.049*	0.031					0.048*	0.032
道路条件					-0.002**	0.001					-0.002*	0.001
省级层面												
城市化水平									1.064**	0.368	0.725*	0.381
偏差度	85600		84415		83813		84390		84410		82597	



加工的食品更容易获得,以致居民摄入能量偏高。道路状况可在一定程度反映社区的物理建成环境,回归结果发现土路占比越低的社区环境中,居民越容易发生超重肥胖。不仅物理建成环境,社区的自然环境状况同样影响居民的生理健康,研究结果显示环境污染高的社区内,成人居民罹患超重肥胖症的概率增大。

模型4和模型5结果显示,城市化水平越高的省区,成人居民发生超重肥胖的风险越高。该结果验证了城市化进程对居民超重肥胖发生产生正向影响的结论,同时也反映出不同地理空间背景下居民生理健康存在差异。

### 2.3 个体与环境层面交互作用分析

基于完整的Logistic模型得出的结果,本文发现个体层面上的消极心理和出行方式2变量在社区和省域层面的随机部分均显著。因此,本文分别将这2个变量与社区和省域层面的相关变量相乘后进行回归分析,以探究地理环境变量与个体变量间的互动关系。回归结果显示,加入个体环境交互变量后,相关因子对结果变量的影响均加强且显著,表明环境与个体交互作用在该模型中具有统计学意义。

结果如图1,省域层面上较高的城市化水平、社区层面上较严重的环境污染及其城市属性,能够增强不同心理状态对成人居民超重肥胖状况的影响。Pearce等<sup>[29]</sup>基于生命历程视角探究地理环境对个体健康的积累影响,表明个体所处的环境对心理健康具有一定影响。而在城市化水平较高的省份,具有城市属性的社区以及土路占比较低的社区内,居民选择不同出行方式对个体超重肥胖情况的作用效应会增强。在城市社区以及道路条件良好的社区内,设施可达性较高,意味着居民在工作、居住、购物以及其他目的地之间的通勤距离较小,成人居民因选择不同的出行方式导致的个体超重肥胖状况差异会增大,依赖机动车出行的居民更易发生超重肥胖,而选择步行的居民,通过步行活动,增加了能量消耗,使其体重失衡的概率减小<sup>[30]</sup>,在增加交通性体力活动的基础上,也能增加休闲性的体力活动<sup>[31]</sup>。

## 3 结论与讨论

本文利用2010—2016年中国家庭追踪调查数

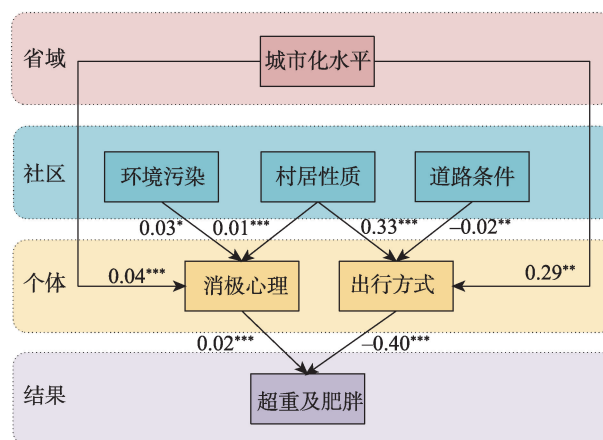


图1 个体与社区层面交互作用结果

Fig.1 Result of interactions between individual and community level factors

据,建立非线性发展模型和多层Logistic回归模型,分析全国成人居民超重肥胖变化趋势,探究个体与不同尺度环境交互作用下中国成人超重肥胖的影响机制。研究证明,中国成人群体正在经历健康转型时期,超重率和肥胖率均逐年增加,但居民个体可以通过主动采取相应措施来改善自身的生理健康状况,与此同时,相关政府部门也能通过对自然环境的治理和建成环境的规划,直接或间接地防控人口超重肥胖流行。本文的主要结论如下:

(1) 中国成人居民的身体质量指数逐年增加,其增长趋势随时间呈加速度为负值的非线性增长。其中男性、青年群体、无配偶群体以及锻炼时间较少的成人居民,其身体质量指数增长速率较高,未来或面临较高的超重肥胖发生风险。

(2) 中国成人群体超重肥胖差异存在于个体、社区、省域层面上。个体间城乡属性、性别、年龄、心理健康、有无配偶、日常习惯(抽烟、酗酒)、饮食习惯(吃饭时长、饮食结构)、生活方式(睡眠时长、看电视时长)等差异,均会导致居民间超重肥胖情况差异。社区的属性、建成环境以及自然环境可以预测个体超重肥胖发生,省域的城市化水平同样可以解释中国成人超重肥胖空间差异。

(3) 不同层次的成人超重肥胖影响因子之间具有交互作用。社区及省域的环境可以影响成人的心理状态以及行为选择对个体超重肥胖情况产生的作用,从而间接作用于居民的生理健康。虽然高速城市化发展背景下,中国居民发生超重肥胖的风险增大,然而较高的城市化水平能够促进建成良好的可步行性居住环境,帮助居民增加体力活动,增

大能量消耗,达成减少体重失衡人口数量的目的。

但本文尚存在不足:由于数据的局限,社区自然环境未纳入更科学的指标,如噪音状况、生活垃圾运转周期、绿地率等,将来可通过地理信息技术,对社区建成环境和自然环境数据进行采集量化;本文未涉及居住环境随时间推移对个体生理的影响,未来可深入探究社区环境动态变化与居民健康变化之间的复杂关联<sup>[32]</sup>。

2013年,美国医学会认为肥胖问题是一种复杂的、需要被医疗救治的慢性病<sup>[33]</sup>。多数学者认为肥胖的病因来源于过多的能量摄取以及城市化进程中坐式生活方式的转变。然而,肥胖作为可预防性疾病,居民能够通过改变膳食习惯和适当增加体力活动来避免发生超重肥胖问题。城市的管理者和规划者也能主动采取相应的干预措施来提高居民的健康水平,例如组织开展公共卫生教育活动,以激发居民增加体育活动与养成健康膳食习惯的意愿;合理规划居住空间,营造更有利于居民心理健康和便于开展体力活动的环境。个体生活的地理空间环境会影响个体的决策,探究社会文化环境、自然生态环境和物质建成环境影响城市居民个体健康的路径,对于营造更有利于人居住的空间具有深远的意义。

## 参考文献(References)

- [1] Pendola R, Gen S. BMI, auto use, and the urban environment in San Francisco [J]. *Health & Place*, 2007, 13(2): 551-556.
- [2] Gong P, Liang S, Carlton E J, et al. Urbanisation and health in China [J]. *Lancet*, 2012, 379: 843-852.
- [3] Xu H. Multilevel socioeconomic differentials in allostatic load among Chinese adults [J]. *Health & Place*, 2018, 53: 182-192.
- [4] Popkin B M. Part II. What is unique about the experience in lower- and middle-income less-industrialised countries compared with the very-high income industrialised countries? : The shift in stages of the nutrition transition in the developing world differs from past experiences! [J]. *Public Health Nutrition*, 2002, 5: 205-214.
- [5] 于晓薇, 胡宏伟, 吴振华, 等. 我国城市居民健康状况及影响因素研究 [J]. *中国人口·资源与环境*, 2010, 20(2): 151-156. [Yu Xiaowei, Hu Hongwei, Wu Zhenhua, et al. The health status of citizens in China and its influencing factors. *China Population, Resources and Environment*, 2010, 20(2): 151-156. ]
- [6] 孙斌栋, 阎宏, 张婷麟. 社区建成环境对健康的影响: 基于居民个体超重的实证研究 [J]. *地理学报*, 2016, 71(10): 1721-1730. [Sun Bindong, Yan Hong, Zhang Tinglin. Impact of community built environment on residents' health: A case study on individual overweight. *Acta Geographica Sinica*, 2016, 71(10): 1721-1730. ]
- [7] 张延吉, 秦波, 唐杰. 基于倾向值匹配法的城市建成环境对居民生理健康的影响 [J]. *地理学报*, 2018, 73(2): 333-345. [Zhang Yanji, Qin Bo, Tang Jie. The impact of urban built environment on residential physical health: Based on propensity score matching. *Acta Geographica Sinica*, 2018, 73(2): 333-345. ]
- [8] Galea S, Vlahov D. Urban health: Evidence, challenges, and directions [J]. *Annual Review of Public Health*, 2005, 26(1): 341-365.
- [9] Kearns R, Moon G. From medical to health geography: Novelty, place and theory after a decade of change [J]. *Progress in Human Geography*, 2002, 26(5): 605-625.
- [10] Zhang J, Mauzerall D L, Zhu T, et al. Environmental health in China: Progress towards clean air and safe water [J]. *Lancet*, 2010, 375: 1110-1119.
- [11] Handy S L, Boarnet M G, Ewing R, et al. How the built environment affects physical activity: Views from urban planning [J]. *American Journal of Preventive Medicine*, 2002, 23: 64-73.
- [12] Kerri N, Robert W, David M, et al. Using signs, artwork, and music to promote stair use in a public building [J]. *American Journal of Public Health*, 2001, 91(12): 2004-2006.
- [13] Belon A P, Nieuwendyk L M, Vallianatos H, et al. Perceived community environmental influences on eating behaviors: A photovoice analysis [J]. *Social Science & Medicine*, 2016, 171: 18-29.
- [14] 杨振, 丁启燕, 王念, 等. 中国人口健康脆弱性地区差异与影响因素分析 [J]. *地理科学*, 2018, 38(1): 135-142. [Yang Zhen, Ding Qiyan, Wang Nian, et al. 2018. Distribution characteristics of health vulnerability and its influence factors in China. *Scientia Geographica Sinica*, 2018, 38(1): 135-142. ]
- [15] 王晓蕾, 王惠君, 苏畅. 中国九省城市化水平对儿童青少年超重肥胖影响的多水平研究 [J]. *卫生研究*, 2016, 45(6): 888-896. [Wang Xiaolei, Wang Huijun, Su Chang. Study on multilevel and longitudinal impacts of urbanization levels on overweight/obesity among Chinese children and adolescents on nine provinces. *Journal of Hygiene Research*, 2016, 45(6): 888-896. ]
- [16] Miao J, Wu X. Urbanization, socioeconomic status and health disparity in China [J]. *Health & Place*, 2016, 42: 87-

- 95.
- [17] 顾丽娟, Mark R, 曾菊新. 社会经济及环境因子对不同收入群体自评健康的影响 [J]. 地理研究, 2017, 36(7): 1257-1270. [Gu Lijuan, Mark R, Zeng Juxin. The impacts of socioeconomic and environmental factors on self-rated status among different income groups in China. *Geographical Research*, 2017, 36(7): 1257-1270. ]
- [18] Maass R, Kloeckner C A, Lindström B, et al. The impact of neighborhood social capital on life satisfaction and self-rated health: A possible pathway for health promotion? [J]. *Health & Place*, 2016, 42: 120-128.
- [19] 马静, 柴彦威, 符婷婷. 居民时空行为与环境污染暴露对健康影响的研究进展 [J]. 地理科学进展, 2017, 36(10): 1260-1269. [Ma Jing, Chai Yanwei, Fu Tingting. Progress of research on the health impact of people's space-time behavior and environmental pollution exposure. *Progress in Geography*, 2017, 36(10): 1260-1269. ]
- [20] Jones-Smith J C, Popkin B M. Understanding community context and adult health changes in China: Development of an urbanicity scale [J]. *Social Science & Medicine*, 2010, 71(8): 1436-1446.
- [21] Sun Y, Shang J. Factors affecting the health of residents in China: A perspective based on the living environment [J]. *Ecological Indicators*, 2015, 51: 228-236.
- [22] 李红娟, 杨柳, 张楠. 身体质量指数作为肥胖筛查标准的判别准确性评价 [J]. 中国预防医学杂志, 2014, 15(6): 571-575. [Li Hongjuan, Yang Liu, Zhang Nan. Accuracy of body mass index as a screening standard for obesity. *Chinese Journal of Epidemiology*, 2014, 15(6): 571-575. ]
- [23] 中国肥胖问题工作组数据汇总分析协作组. 我国成人体重指数和腰围对相关疾病危险因素异常的预测价值: 适宜体重指数和腰围切点的研究 [J]. 中华流行病学杂志, 2002, 23(1): 5-10. [Cooperative Meta-analysis Group of China Obesity Task Force. Predictive values of body mass index and waist circumference to risk factors of related diseases in Chinese adult population. *Chinese Journal of Epidemiology*, 2002, 23(1): 5-10. ]
- [24] 盖笑松, 张向葵. 多层线性模型在纵向研究中的运用 [J]. 心理科学, 2005(2): 429-431. [Gai Xiaosong, Zhang Xiangkui. The application of multilevel model in longitudinal research. *Psychological Science*, 2005(2): 429-431. ]
- [25] Zhang B, Zhai F Y, Du S F, et al. The China health and nutrition survey, 1989-2011 [J]. *Obesity Reviews*, 2014, 15: 2-7.
- [26] James W P T. The fundamental drivers of the obesity epidemic [J]. *Obesity Review*, 2008, 9: 6-13.
- [27] 周洁, 柴彦威. 中国老年人空间行为研究进展 [J]. 地理科学进展, 2013, 32(5): 722-732. [Zhou Jie, Chai Yanwei. Research progress on spatial behaviors of the elderly in China. *Progress in Geography*, 2013, 32(5): 722-732. ]
- [28] 敖荣军, 李浩慈, 杨振, 等. 老年人口健康的空间分异及影响因素研究: 以湖北省为例 [J]. 地理科学进展, 2017, 36(10): 1218-1228. [Ao Rongjun, Li Haoci, Yang Zhen, et al. Spatial differentiation and influencing factors of health level of the elderly population: A case study of Hubei Province. *Progress in Geography*, 2017, 36(10): 1218-1228. ]
- [29] Pearce J, Cherrie M, Shortt N, et al. Life course of place: A longitudinal study of mental health and place [J]. *Transactions of the Institute of British Geographers*, 2018, 43(4): 555-572.
- [30] 鲁斐栋, 谭少华. 建成环境对体力活动的影响研究: 进展与思考 [J]. 国际城市规划, 2015, 30(2): 62-70. [Lu Feidong, Tan Shaohua. Built environment's influence on physical activity: Review and thought. *Urban Planning International*, 2015, 30(2): 62-70. ]
- [31] Stappers N E H, Van Kann D H H, Ettema D, et al. The effect of infrastructural changes in the built environment on physical activity, active transportation and sedentary behavior: A systematic review [J]. *Health & Place*, 2018, 53: 135-149.
- [32] Lekkas P, Paquet C, Howard N J, et al. Illuminating the lifecourse of place in the longitudinal study of neighbourhoods and health [J]. *Social Science & Medicine*, 2017, 177: 239-247.
- [33] Theodore K, Emily J, David B. Regarding obesity as a disease: Evolving policies and their implications [J]. *Endocrinology and Metabolism Clinics of North America*, 2016, 45(3): 511-520.



## Study on the trend and influencing factors of overweight and obesity in Chinese adults under interactions of individual and environment

WANG Yiru, WANG Chen\*, ZENG Jindi

(School of Earth Sciences, Zhejiang University, Hangzhou 310027, China)

**Abstract:** In recent years, with the rapid development of socio-economy and acceleration of urbanization, China has entered the stage of a health transition, which means a shift to low fiber, high sugar and cholesterol diet, as well as a sedentary lifestyle. During the health transition, Chinese residents are facing severe obesity and the problems caused by metabolic system-related diseases. So it is significantly important to find the factors which influencing the physical health of Chinese residents during the special period. This study is based on longitudinal tracking survey data of 29586 adult residents from 635 communities in 25 provinces across the country from 2010 to 2016, using non-linear development models and multi-level logistic regression models to explain the trends of overweight or obesity in Chinese residents, and explore the mechanism under the interaction of individuals and the environment. The results show that the risk of overweight and obesity in Chinese adults measured by body mass index increased year by year, in which women, age, spouses, and average daily exercise time negatively affect the growth rate of Chinese body mass index. Moreover, the differences in overweight and obesity among Chinese adults are multilayered. Socioeconomic attributes, dietary habits, and behavioral patterns at the individual level, the built environment and natural environment at the community level, and the level of urbanization at the provincial level can all affect the occurrence of overweight and obesity in China. Finally, the influence factors of overweight and obesity between different levels have an interactive relationship, and the environment can indirectly affect the residents' overweight and obesity results by affecting the individual's psychological state and behavior choices. The purpose of this research is to help residents achieve better health and to provide theoretical basis for government agencies to formulate policies to promote population health.

**Keywords:** adult; urbanization; overweight or obesity; multilevel model; Chinese family; panel studies