论著·公共卫生智库

中国老年人体圆指数变迁轨迹及其影响因素:一项基于CLHLS队列的归因分析

马鹏珍,庞华鑫,沈翊康,胡晓楠,刘明睿,赵玉凤, 中国中医科学院中医药数据中心,北京

[摘要] **目的** 基于中国老年健康影响因素跟踪调查(Chinese longitudinal healthy longevity survey,CLHLS)平台数据构建2011—2018年中国老年人体圆指数(body roundness index,BRI)变化的轨迹模型,并分析不同BRI轨迹的影响因素。**方法** 本研究基于CLHLS平台中的纵向队列数据,运用组别轨迹模型分析(Group-based Trajectory Model,GBTM)构建2011、2014、2018年三波符合研究标准的调查对象BRI的纵向变化轨迹;并运用无序多分类logistic回归分析不同BRI轨迹的影响因素。**结果** 共有2 512个有效样本被纳入分析,GBTM拟合的中国老年人BRI轨迹最优分组为3组,分别为低水平增长轨迹模型、中等水平增长轨迹模型、高水平增长轨迹模型。性别、受教育年限、居住地、是否与配偶同住、有无退休金、睡眠质量、是否存在吸烟史、是否存在饮酒史、是否一直锻炼、进食水果频率、进食盐腌蔬菜频率、"水果+蛋白质"饮食模式在不同BRI轨迹组中分布差异有统计学意义(P<0.05);无序多分类Logistic回归分析发现,以低水平增长轨迹模型为参照:男性、有吸烟史的人群更不易表现为中、高增长水平的BRI轨迹;有退休金的老年人更易表现为中、高增长水平的BRI轨迹;有饮酒史的人更容易表现为中等平稳增长水平的BRI轨迹;受教育年限>10的人更不容易表现为高水平增长的BRI轨迹,城市居民、经常进食水果以及盐腌蔬菜的人更容易表现为高水平增长的BRI轨迹。**结论** 2011—2018年中国老年人BRI变化轨迹可分为3组,性别、居住地、受教育年限等多个因素或影响其轨迹走向,需提前关注并采取措施提升老年生活质量。**对策** 建议有关部门将BRI纳入老年健康监测核心指标,建立高危人群动态管理机制,实施精准化生活方式干预与健康指导。

[关键词] 老年人健康服务;风险因素;体脂分布

[中图法分类号] R181.37;R339.34;R589.2 [文献标志码] A

Trajectory of changes in body roundness index of elderly people in China and its influencing factors: an attribution analysis based on CLHLS cohort

MA Pengzhen, PANG Huaxin, SHEN Yikang, HU Xiaonan, LIU Mingrui, ZHAO Yufeng [1]Data Center of Traditional Chinese Medicine, China Academy of Chinese Medical Sciences, Beijing, China

[**Abstract**] **Objective** To construct a trajectory model for the changes in body roundness index (BRI) of elderly people in China from 2011 to 2018 based on the data derived from Chinese Longitudinal Healthy Longevity Survey (CLHLS), and analyze the influencing factors of different BRI trajectories. **Methods** Based on the longitudinal cohort data from the CLHLS platform, group-based trajectory model (GBTM) analysis was used to construct longitudinal change trajectories of 3 waves of BRI (2011, 2014, and

[基金项目] 中央级公益性科研院所基本科研业务费专项资金(编号:ZZ1718-XRZ-105-SJ),中国中医科学院科技创新工程(编号:CI2021A05042)

[通信作者] 赵玉凤,E-mail: snowmanzhao@163.com

2097-0927/Copyright © 2025, 陆军军医大学(第三军医大学)。这篇开放获取文章遵循 CC BY 许可协议 (https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/)

引用格式:马鹏珍,庞华鑫,沈翊康,等. 中国老年人体圆指数变迁轨迹及其影响因素:一项基于CLHLS队列的归因分析[J]. 陆军军医大学学报,2025,47(22):2858-2867. DOI:10.16016/j.2097-0927.202508006.

Citation: MA P Z, PANG H X, SHEN Y K, *et al*. Trajectory of changes in body roundness index of elderly people in China and its influencing factors: an attribution analysis based on CLHLS cohort[J]. J Army Med Univ, 2025, 47(22): 2858-2867. DOI: 10.16016/j.2097-0927.202508006.

2018) that meet our research criteria. Unordered multinomial logistic regression analysis was employed to identify the influencing factors of different BRI trajectories. **Results** A total of 2 512 valid samples were included in the analysis. The BRI trajectory of Chinese elderly people fitted by GBTM was optimally grouped into low-, medium-, and high-level growth trajectory models. There were statistically significant differences among different BRI trajectory groups in gender, length of education, resident place, living with spouse, retirement pension, sleep quality, smoking history, drinking history, continuous exercise, frequency of fruit consumption, frequency of salt-preserved vegetables consumption, and "fruit+protein" dietary patterns (P<0.05). Disordered multiclass logistic regression analysis found that, using the low-level growth trajectory model as a reference, males and those with a history of smoking were less likely to exhibit moderate to high growth levels of BRI trajectories; Elderly people with retirement pensions were more likely to exhibit a moderate to high growth level of BRI trajectory; People with a history of alcohol consumption were more likely to exhibit a moderate steady growth level of BRI trajectory; People with longer than 10 years of education were less likely to exhibit a high level of growth in the BRI trajectory, while urban residents and those who frequently consumed fruits and salted vegetables were more likely to exhibit a high level of growth in the BRI trajectory. **Conclusion** The trajectory of BRI changes among elderly people in China from 2011 to 2018 can be divided into 3 groups, which are influenced by multiple factors such as gender, resident place, and length of education. It is necessary to pay attention to and make measures in advance to improve the quality of life in the elderly. **Countermeasures** It is advisable to incorporate BRI as a core indicator in elderly health monitoring systems, establish a dynamic management mechanism for high-risk populations, and implement precision-targeted lifestyle interventions and health guidance.

[**Key words**] health services for the aged; risk factors; body fat distribution

Supported by the Special Fund for Basic Scientific Research of Central Public Welfare Research Institutes (ZZ1718-XRZ-105-SJ), and the Science and Technology Innovation Project of China Academy of Chinese Medical Sciences (CI2021A05042). Corresponding author: ZHAO Yufeng, E-mail: snowmanzhao@163.com

中国是一个人口老龄化的国家。在2020年,中国已超越美国,成为全球百岁老人数量最多的国家。预计到2050年,中国百岁老人数量将接近50万人,约占全球百岁老人总量的1/5[1]。这标志着中国已正式迈入"长寿大国"行列,但与发达地区相比,中国在实现"长寿强国"方面仍有较大差距。因此不仅要关注老年人口比例,还需要对老人群体的健康状态、生活质量给予充分的关注。肥胖是代谢紊乱疾病的重要因素,与胰岛素抵抗、葡萄糖耐量异常、血压升高和血脂异常等疾病有关[2-3]。有研究表明中国老年人肥胖疾病负担沉重[4],且肥胖率呈逐年上升趋势[5]。

传统BMI指标因无法区分肌肉与脂肪组织,在评估肥胖时存在局限性[6]。当前,对肥胖的研究重心已从体脂堆积延伸至内脏脂肪异常分布。内脏脂肪堆积主要表现为腰围(waist circumference,WC)增加。有研究表明,在中国以WC衡量的腹部肥胖患病率呈现增长趋势[7],应当引起人们对内脏脂肪异常分布的重视。然而,单纯的腰围虽能反映内脏脂肪积累,但未整合身高对体型的调节作用。因此,亟须一种整合腰围与身高信息的综合指标,以更精准地刻画人群的肥胖特征。THOMAS等[8]将人体形状建模为椭圆形,运用偏心率理论推导出身体形状几何模型,构建了身体圆度指数(body roundness index,BRI)。BRI考虑了身高与腰围两个因素,可以更全面地反映内脏脂肪分布。在一项中国人的大样本队列研究中发现[9],人群BRI每增加一个标准差(文中为1.10),罹患心力衰竭的风险就会增加18%。在预测中国人心血管疾病风险因素的一项研究中发现[10],BRI的预测能力优于BMI、WC指数。在随后的研究中发现[11],BRI与死亡率存在显著相关性,可以作为预测指标引起人们的重视。

然而,现有BRI的研究多基于横断面数据或单一时间点分析,缺乏对BRI动态变化的系统性探索。中国老年人作为全球最大的老年群体,其BRI轨迹特征及影响因素尚未明确。本研究利用由北京大学采用多阶段分层抽样设计,调查范围覆盖全国23个省市自

治区的中国老年健康影响因素跟踪调查(Chinese longitudinal healthy longevity survey,CLHLS)三波纵向数据,描述2011—2018年中国老年人BRI变化趋势,并构建多因素回归模型识别关键影响因素。研究结果可为制定分层干预策略,如针对BRI高水平平稳增长趋势群体的营养指导与运动处方等措施,提供科学依据,助力实现"健康老龄化"目标。

1 资料与方法

1.1 一般资料

本研究使用了CLHLS平台中的数据集,纳入了2011、2014、2018年三波的调查对象,因为这三波调查同时具有身高、腰围的数据。我们检索了2 884名完成三波随访的参与者的数据。为了确保一个稳健的轨迹,排除了三波数据中缺失腰围的个体,同时排除了年龄<60岁的被访者,从而得到2 512个有效的最终样本。所有数据均由训练有素的调研者通过面对面访谈收集。该研究获得北京大学伦理审查委员会的批准(IRB00001052-24713074),所有参与者均签署了书面知情同意书。

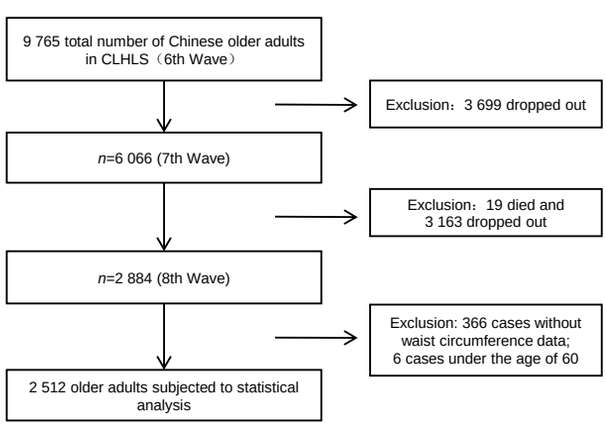


图1 被访者纳入流程图

Figure 1 Flowchart of participant inclusion process

1.2 BRI

体圆指数,该指数结合身高和腰围来预测总脂肪和区域脂肪的分布情况。本部分采集研究对象2011、2014、2018年三次调查时的身高、腰围信息,用来探索BRI随时间变化的轨迹。其中,BRI公式如下[6]:

$$BRI = 364.2 - 365.5 \times \sqrt{1 - \frac{(wc/2\pi)^2}{(0.5height)^2}}$$

1.3 自变量与协变量

本研究使用2011年调查的相关信息。对于社会人口因素,均作为分类变量,性别:男性、女性;年龄:<70岁、70~<80岁、80~<90岁、≥90岁;受教育年限:>10年、>5~10年、>0~5年、0年;居住地:农村(偏远地区)、城市(包括乡镇);是否与配偶同住:是(与配偶同住),否(不与配偶同住、丧偶、未婚、离异);有无退休金:有、无;养老保险:有、无;医疗保险:有、无;睡眠质量:良好、不好。关于健康相关因素,吸烟史:有(目前吸烟或过去吸烟)、无(从未有过吸烟经历);饮酒史:有(目前饮酒或过去饮酒)、无(从未有过饮酒经历);是否一直锻炼:是(既往且目前一直保持锻炼)、否;进食水果、蔬菜、盐腌蔬菜频率:经常(包含几乎每天、经常)、很少(包含偶尔、很少或从不)。饮食模式使用CLHLS中的饮食信息,包括13种食物组的频率(新鲜水果、新鲜蔬菜、肉类、海鲜、鸡蛋、大豆、腌制蔬菜、糖、大蒜、乳制品、坚果、蘑菇或藻类、茶叶),以及主食的量。进食频率分为4类:每天或几乎每天、通常、偶尔、很少或不;主食量分为每天<4两、4~<6两、6~<8两和≥8两(1两=50 g)。使用探索性因子分析的主成分分析方法来捕捉饮食模式[12]。根据既往临床经验以及CLHLS数据库中存在的条目,增加与代谢相关的"糖尿病"、"中风或心血管疾病"2个协变量。

1.4 统计分析

组别轨迹模型(group-based trajectory model,GBTM)[13],又叫潜类别增长模型(latent class growth model,LCGM),本研究使用R(4.4.1)软件构建该模型以便识别BRI随时间的变化轨迹。其核心原理是通过有限混合模型识别个体随时间变化的相似轨迹群体。该模型假设总体分布由多个未知的轨迹组构成,每个组内个体的轨迹变化遵循特定的多项式函数形式。在本研究中模型使用了二阶多项式,并通过以下标准确定最佳的轨迹类型:①贝叶斯信息准则(bayesian information criterion,BIC):BIC值越小,模型拟合效果越好;②所有组别的平均后验概率(average posterior probability,AvePP):该指标反映了根据轨迹分组后的亚组内成员与该轨迹的符合程度,通常>0.7说明拟合效果较好;③正确分类的优势(Odds of Correct Classification,OCC):衡量正确分类到每一组的概率之比,一般认为OCC>5,表明该模型具有较高的分类精度。为了便于解释,我们根据轨迹的建模图形模式为轨迹分配了标签。饮食模式采用主成分分析[12]。采用相关矩阵法得到主成分。因子负荷(factor load,FL)

≥0.4被认为是该饮食模式的特征食物。通过相关矩阵将主食的量和每种食物的进食频率转换为标准化分数(z-score),该矩阵用于计算每个参与者在每个食物组的饮食模式分数,并按其因子负荷加权。根据他们的分数,将每个人分为每种不同饮食模式的四分位数组。位于四分位数则代表是该饮食模式的人群。

统计分析使用SPSS 25.0软件。服从正态分布的计量资料采用t检验,不服从正态分布的计量资料采用Wilcoxon秩和检验。计数资料使用频数、百分率进行描述性统计分析,用χ^2检验进行组间比较;用无序多分类Logistic回归方法对不同轨迹模型的相关影响因素进行分析,当P<0.05时认为具有统计学差异。本研究数据缺失值比例均<5%,故未进行插补处理。

2 结果

2.1 基本情况

本研究共纳入2 512名被访者,平均年龄为(77.9±8.678)岁。在所有的被访者中,采用配对t检验,2011年的BRI平均值±标准差为(4.09±1.60),2018年的BRI平均值±标准差为(4.40±1.52),具有统计学差异(P<0.01),表明受调查的老年人BRI存在呈缓慢增长趋势。

饮食模式最终确定了4种模式,分别为“水果+蛋白质”(水果、奶制品、坚果制品、蘑菇或藻类)模式,“肉+鱼+蔬菜”模式,“腌菜+大蒜+茶”模式,“主食+鸡蛋+豆类”模式。

2.2 2011—2018年中国老年人BRI变化的组别轨迹模型

对BRI进行GBTM轨迹拟合,共拟合了4个模型,分别为2~4个亚组(表1),根据模型拟合评价指标(BIC较小,AvePP>0.7,OCC>5)和BRI轨迹的模型图确定最优模型为Model3,亚组数量为3组,图2为拟合的最佳BRI轨迹图。3条轨迹显示,2011—2018年中国老年人的BRI水平呈现出低、中、高三种稳步增长的轨迹。

在2 512名被访者中,轨迹1包括911人(36.26%),BRI呈现为低水平平稳增长状态,命名为“低水平增长轨迹模型”,简称为“低轨迹组”;轨迹2包括1 268人(50.48%),BRI呈现为中等水平平稳增长趋势,命名为“中等水平增长轨迹模型”,简称为“中等轨迹组”;亚组3包括333人(13.26%),该组人群BRI呈现由高水平平稳增长趋势,命名为“高水平增长轨迹模型”,简称“高轨迹组”(图2)。

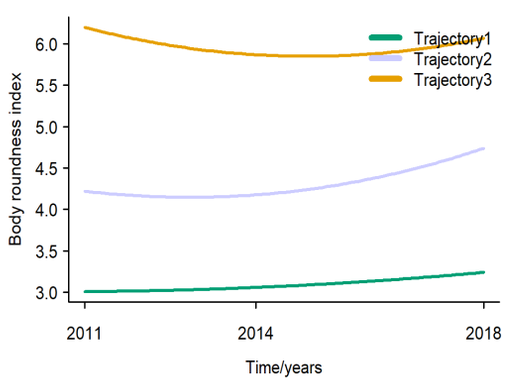


图2 被访者最佳BRI轨迹模型图

Figure 2 Diagram of the optimal BRI trajectory model for participants

2.3 2011—2018年中国老年人BRI轨迹的基线相关因素分析

2 512名被访者中,性别、受教育年限、居住地、是否与配偶同住、有无退休金、睡眠质量、是否存在吸烟史、是否存在饮酒史、是否一直锻炼、进食水果频率、进食盐腌蔬菜频率、饮食模式一在不同BRI轨迹组中分布差异有统计学意义(P<0.05),两两比较结果已在表2中呈现。其余因素在3组间的分布差异均无统计学意义。

表1 组别轨迹模型评价指标

Table 1 Evaluation metrics for the group-based trajectory model

Model	AvePP/OCC				BIC
	Subgroup 1	Subgroup 2	Subgroup 3	Subgroup 4	
Model1	1.00				27 791.81
Model2	0.92/5.36	0.90/19.51			25 888.84
Model3	0.85/10.22	0.83/5.01	0.88/38.26		25 409.69
Model4	0.81/12.45	0.84/19.97	0.83/4.62	0.84/258.37	25 227.35

AvePP: Average posterior probability; OCC: Odds of correct classification; BIC: Bayesian information criterion

表2 不同BRI轨迹分组基线特征比较[例(%)]

Table 2 Comparison of baseline characteristics across different BRI trajectory groups [n(%)]

Variable		Low-trajectory group (n=911)	Medium-trajectory group (n=1 268)	High-trajectory group (n=333)	χ^2	P
Gender						
Male		576(63.2)[bc]	587(46.3)[ac]	66(19.8)[ab]	190.975	0
Female		335(36.8)[bc]	681(53.7)[ac]	267(80.2)[ab]		
Age						
<70		147(16.2)	203(16.0)	45(13.5)	2.929	0.818
70~<80		434(47.6)	590(46.5)	154(46.2)		
80~<90		240(26.3)	338(26.7)	99(29.8)		
≥90		90(9.9)	137(10.8)	35(10.5)		
Years of education						
>10		50(5.5)[c]	57(4.5)[c]	6(1.8)[ab]	43.259	0
>5~10		194(21.3)[c]	252(20.0)[c]	48(14.5)[ab]		
>0~5		288(31.6)[bc]	332(26.3)[a]	74(22.3)[a]		
0		379(41.6)[bc]	622(49.2)[ac]	204(61.4)[ab]		
Category of residence						
City/town		348(38.2)[bc]	555(43.8)[a]	163(48.9)[a]	13.398	0.001
Rural		563(61.8)[bc]	713(56.2)[a]	170(51.1)[a]		
Living with spouse						
Yes		525(57.9)[c]	680(53.8)	161(48.5)[a]	9.416	0.009
No		381(42.1)[c]	584(46.2)	171(51.5)[a]		
Retirement pension						
Yes		147(16.4)[b]	265(21.3)[a]	66(20.2)	8.144	0.017
No		750(83.6)[b]	981(78.7)[a]	260(79.8)		
Old age insurance						
Yes		161(18.0)	258(20.8)	56(17.4)	3.357	0.187
No		732(82.0)	984(79.2)	265(82.6)		
Medical insurance						
Yes		805(89.3)	1 132(90.1)	293(89.3)	0.417	0.812
No		96(10.7)	124(9.9)	35(10.7)		
Sleep quality						
Good		799(87.8)	1 124(88.6)[c]	277(83.2)[b]	7.293	0.026
Poor		111(12.2)	144(11.4)[c]	56(16.8)[b]		
Smoking history(stratified by age)						
<70	Yes	76(52.1)[bc]	79(39.1)[ac]	8(18.2)[ab]	17.019	0
	No	70(47.9)[bc]	123(60.9)[ac]	36(81.8)[ab]		
70~<80	Yes	228(52.5)[bc]	194(33.2)[ac]	28(18.2)[ab]	70.078	0
	No	206(47.5)[bc]	391(66.8)[ac]	126(81.8)[ab]		
80~<90	Yes	89(37.2)[c]	107(31.9)[c]	14(14.4)[ab]	16.818	0
	No	150(62.8)[c]	228(68.1)[c]	83(85.6)[ab]		
≥90	Yes	24(27.3)[c]	29(21.5)	2(5.7)[a]	6.943	0.031
	No	64(72.7)[c]	106(78.5)	33(94.3)[a]		
Drinking history (stratified by age)						
<70	Yes	55(37.9)	82(40.6)[c]	9(20.5)[b]	6.298	0.043
	No	90(62.1)	120(59.4)[c]	35(79.5)[b]		
70~<80	Yes	175(40.4)[c]	200(34.3)[c]	35(23.2)[ab]	14.946	0.001
	No	258(59.6)[c]	383(65.7)[c]	116(76.8)[ab]		
80~<90	Yes	87(36.4)[c]	108(32.6)	21(21.6)[a]	6.875	0.032
	No	152(63.6)[c]	223(67.4)	76(78.4)[a]		
≥90	Yes	27(30.7)	29(21.3)	12(35.3)	4.022	0.134
	No	61(69.3)	107(78.7)	22(64.7)		

(表2续下页)

续表2 不同BRI轨迹分组基线特征比较[例(%)]

Table 2(Continued) Comparison of baseline characteristics across different BRI trajectory groups [n(%)]

Variable		Low-trajectory group (n=911)	Medium-trajectory group (n=1 268)	High-trajectory group (n=333)	χ^2	P
Continuously exercise (stratified by age)						
<70	Yes	27(18.6)	33(16.5)	8(17.8)	0.267	0.875
	No	118(81.4)	167(83.5)	37(82.2)		
70~<80	Yes	59(13.6)[b]	124(21.2)[a]	31(20.1)	10.042	0.007
	No	374(86.4)[b]	460(78.8)[a]	123(79.9)		
80~<90	Yes	36(15.3)	51(15.5)	11(11.3)	1.083	0.582
	No	199(84.7)	279(84.5)	86(88.7)		
≥90	Yes	12(13.5)	14(10.4)	4(11.4)	0.508	0.776
	No	77(86.5)	121(89.6)	31(88.6)		
Dietary pattern 1 (fruits+protein)						
Yes		203(22.5)[c]	318(25.4)	99(30.2)[a]	7.794	0.02
No		699(77.5)[c]	935(74.6)	229(69.8)[a]		
Dietary pattern 2(meat+fish+vegetables)						
Yes		220(24.4)	322(25.7)	78(23.8)	0.764	0.682
No		682(75.6)	931(74.3)	250(76.2)		
Dietary pattern 3 (salt-preserved vegetables +garlic+tea)						
Yes		233(25.8)	300(23.9)	87(26.5)	1.486	0.476
No		669(74.2)	953(76.1)	241(73.5)		
Dietary pattern 4 (staple food+eggs+ food made from beans)						
Yes		237(26.3)	303(24.2)	80(24.4)	1.294	0.524
No		665(73.7)	950(75.8)	248(75.6)		
Fresh fruit						
Frequently		342(37.6)[c]	496(39.2)[c]	155(46.7)[ab]	8.533	0.014
Infrequently		567(62.4)[c]	769(60.8)[c]	177(53.3)[ab]		
Vegetables						
Frequently		841(92.9)	1 187(94.0)	299(90.6)	4.792	0.091
Infrequently		64(7.1)	76(6.0)	31(9.4)		
Salt-preserved vegetables						
Frequently		324(35.7)	456(36.1)	142(42.9)	6.065	0.048
Infrequently		584(64.3)	808(63.9)	189(57.1)		

The percentages shown in parentheses are calculated based on the effective sample sizes for each variable. BRI: Body roundness index; a: $P<0.05$, compared with the low-trajectory group; b: $P<0.05$, compared with the medium-trajectory group; c: $P<0.05$, compared with the high-trajectory group

2.4 不同BRI轨迹无序多分类logistic回归分析

研究得到的BRI轨迹呈现出低、中、高三种稳步增长的模式,因此本研究首先选择了有序多分类logistic回归模型。但在有序多分类Logistic回归的平行性检验过程中,统计结果显示$P<0.05$,这表明数据未能满足平行性假设的条件,即自变量对不同BRI轨迹等级的影响并非一致。

因此,将上述有统计学差异的影响因素以及协变量(糖尿病、中风或心血管疾病)纳入,进行无序多分类logistic回归分析。结果发现,与低轨迹组相比,以女性、无吸烟史为参照,男性、有吸烟史的人更不容易表现为中等平稳增长水平的BRI轨迹($P<0.01$),以无退休金、无饮酒史为参照,有退休金、有饮酒史的人更容易表现为中等平稳增长水平的BRI轨迹($P<0.05$);与低轨迹组相比,以女性、受教育年限为0、无吸烟史为参照,男性、受教育年限>10、有吸烟史的人更不容易表现为高水平增长的BRI轨迹($P<0.05$),与农村人口、无退休金、很少进食水果以及盐腌蔬菜相比,城市居民、有退休金、经常进食水果以及盐腌蔬菜的人更容易表现为高水平增长的BRI轨迹($P<0.05$)。

表3 不同BRI轨迹影响因素的无序多分类logistic回归

Table 3 Unordered multinomial logistic regression analysis of influencing factors for different BRI trajectory groups

Variable	Medium-trajectory group		High-trajectory group	
	OR (95%*CI*)	*P*	*OR* (95%*CI*)	*P*
Gender				
Male	0.547(0.43~0.695)	0	0.204(0.137~0.305)	0
Female	reference		reference	
Years of education				
>10	0.685(0.426~1.102)	0.119	0.321(0.123~0.841)	0.021
>5~10	0.966(0.736~1.269)	0.805	0.795(0.513~1.231)	0.304
>0~5	0.849(0.676~1.066)	0.159	0.76(0.535~1.079)	0.125
0	reference		reference	
Living with spouse				
Yes	1.034(0.85~1.258)	0.741	1.083(0.809~1.45)	0.593
No	reference		reference	
Category of residence				
City/town	1.136(0.935~1.379)	0.199	1.371(1.023~1.837)	0.035
Rural	reference		reference	
Retirement pension				
Yes	1.465(1.114~1.927)	0.006	1.588(1.052~2.396)	0.028
No	reference		reference	
Sleep quality				
Good	1.262(0.954~1.67)	0.103	0.883(0.604~1.291)	0.521
Poor	reference		reference	
Smoking history				
Yes	0.704(0.559~0.885)	0.003	0.5(0.331~0.755)	0.001
No	reference		reference	
Drinking history				
Yes	1.276(1.029~1.582)	0.027	1.281(0.901~1.821)	0.168
No	reference		reference	
Continuously exercise				
Yes	1.177(0.904~1.532)	0.226	1.063(0.709~1.593)	0.767
No	reference		reference	
Fresh fruit				
Frequently	1.025(0.839~1.254)	0.807	1.447(1.068~1.96)	0.017
Infrequently	reference		reference	
Salt-preserved vegetables				
Frequently	1.009(0.836~1.219)	0.923	1.336(1.009~1.768)	0.043
Infrequently	reference		reference	
Dietary pattern 1				
Yes	1.082(0.856~1.369)	0.508	1.115(0.791~1.572)	0.533
No	reference		reference	
Diabetes				
Yes	0.652(0.389~1.093)	0.104	0.577(0.294~1.131)	0.109
No	reference		reference	
Stroke or Cardiovascular Disease				
Yes	0.668(0.454~0.983)	0.041	0.53(0.312~0.903)	0.019
No	reference		reference	

BRI: Body roundness index

3 讨论

中国已于1999年迈入老龄化社会,并将在2024年至2026年进入深度老龄化社会。本研究使用GBTM来识别BRI随时间的变化轨迹,选择最佳模型,最终得到三条BRI变化轨迹,与其他报道一致[11]。三条轨迹显示,中国老年人的BRI水平呈现出低、中、高三种稳步增长的轨迹。考虑与随着年龄的增长,日常活动次数及强度减少,人体的基础代谢率逐渐降低,同时伴随体内激素水平发生变化,导致BRI指数缓慢升高有关。此外,随着我国经济发展和城市化进程的加速,老年人的生活水平得到提高,饮食种类也更加丰富,在一定程度上影响了中国老年人BRI水平的增加。

在影响因素方面,因不满足平行性检验,本研究选择了无序多分类logistic回归模型。不同轨迹影响因素的结果发现,与低轨迹组相比:男性、有吸烟史的人群更不易表现为中、高增长水平的BRI轨迹;有退休金的老年人更易表现为中、高增长水平的BRI轨迹;有饮酒史的人更容易表现为中等平稳增长水平的BRI轨迹;受教育年限>10的人更不容易表现为高水平增长的BRI轨迹,城市居民、经常进食水果以及盐腌蔬菜的人更容易表现为高水平增长的BRI轨迹。与其他研究结果一致[14-16]。

3.1 与较高水平的BRI负相关的影响因素

一项对中国健康营养调查中12 543名成年人的数据发现[17],在所有年龄段中,女性的腹部肥胖患病率明显高于男性。本研究中,男性多表现为较低水平的BRI增长轨迹,而女性更容易表现在为中、高水平的BRI增长轨迹。考虑男性因其天生基础代谢率较高,且运动量较大,导致脂肪堆积速度相对较慢,而老年女性BRI轨迹较高的原因可能与女性经历妊娠和生育过程,身体会发生显著变化,同时女性在一生中多个阶段内体内激素水平影响脂肪分布有关。

在吸烟方面,有研究同样报道了吸烟者通常体重指数较低[18-19]或吸烟为肥胖的保护性因素这一事实[5],考虑可能是因为吸烟抑制食欲、增加交感神经兴奋和能量代谢进而导致身体消瘦有关。

此外,受教育年限>10的老年人的BRI轨迹水平较未接受过教育的老年人低。受过多年教育的老年人可能更加关注健康信息,了解肥胖、内脏脂肪堆积对健康的危害,可能更倾向于遵循健康专家的建议,因此更有可能采取健康的生活方式,定期体检、合理用药等,从而保持较低的BRI。

3.2 与较高水平的BRI正相关的影响因素

在饮酒方面,通常认为饮酒与肥胖具有正相关关系[20]。本研究中的单因素卡方分析中,在<70、70~<80、80~<90三个年龄段中,组间分布具有统计学差异。考虑了多因素共同作用的无序logistic回归结果与既往研究保持一致,即饮酒容易导致脂肪堆积。因现有数据库的信息存在数据不全等情况,未能纳入更多细致的条目,例如喝酒频率、每周饮酒的总量、饮酒种类等等。

与低轨迹相比,有退休金的人群更容易表现为中、高水平增长的BRI轨迹,城市居民、经常进食水果的人更容易表现为高水平增长的BRI轨迹。考虑可能有以下原因:农村居民往往从事更多的体力劳动,且农村居民的饮食结构可能与城市居民存在差异。他们可能更倾向于摄入低热量、高纤维的食物,如新鲜蔬菜等。而长期居住在城市或有退休金的老年人的经济条件普遍较好,他们可能更有能力购买高脂肪、高热量的食物或水果,同时也可能因为经济条件好而缺乏运动的动力。有研究[21]收集了来自孟加拉国八个地区的农村和城市成年人的社会人口学资料,数据显示城市居民的一般肥胖和腹部肥胖(分别为21.7%和46.6%)高于农村居民(分别为13.8%和35.1%)。城市居民患腹部肥胖的概率是农村居民的两倍以上[16]。此外,经常进食盐腌蔬菜的人更容易表现为高水平增长的BRI轨迹。既往研究发现[22-23],相较于饮食清淡人群,口味偏咸人群超重肥胖风险增加。因此,老年人应当避免高盐饮食导致的肥胖。

3.3 中国老年人体圆指数相关的管理政策建议

中国已步入老龄化阶段,老年人的健康问题应当给予充分重视。本研究结果显示,2011—2018年中国老年人体圆指数呈稳定缓慢增长趋势,女性、未接受过教育、有退休金、有饮酒史、城市居民、经常进食水果以及盐腌蔬菜的人更容易表现为较高水平增长的BRI轨迹。而高水平的BRI是许多疾病的危险因素及预测指标[9-11],因此为提高老年人生活质量,应当提前对该类人群给予充分关注,并积极采取相应措施。例如,推广体圆指数监测,将该指标纳入常规健康体检项目,提高老年人对自身健康状况的认知,促进早期干预,降低相关疾病的发生风险;制定针对老年人群的体圆指数管理指南、加强社区健康管理,针对不同个体进行饮食调整、适量运动、心理干预等,实施个性化干预;加强科研与数据共享,不断优化体圆指数管理策略,推动老年人健康管理工作的持续改进。

本研究的优势有以下两点:通过BRI变化轨迹的建模,探索了对2011—2018年中国老年人BRI的变化趋势;通过对不同BRI轨迹影响因素的识别,为提前采取措施改变肥胖,进而降低患上各种疾病的风险做出有益贡献。本研究的局限性有以下两点:由于本数据集所采集的信息截止到2018年,故缺少后续随访信息,期待增加关于不同结局的生存分析的研究;中国老年人BRI轨迹变化应该受分类更为细致的因素影响,期待后续更全面、更长调查周期的数据。

利益冲突 本文所有作者声明不存在利益冲突

参考文献:

[1] 杜鹏,吴赐霖.从长寿大国迈向长寿强国:基于百岁老人的中国长寿水平分析[J].人口研究,2024,48(3):3-19.
DU P, WU C L. China's longevity levels from the perspective of centenarians[J]. Popul Res, 2024, 48(3): 3-19.

[2] NEELAND I J, LIM S, TCHERNOF A, *et al*. Metabolic syndrome[J]. Nat Rev Dis Primers, 2024, 10(1): 77. DOI: 10.1038/s41572-024-00563-5.

[3] LV Y B, ZHANG Y, LI X W, *et al*. Body mass index, waist circumference, and mortality in subjects older than 80 years: a Mendelian randomization study[J]. Eur Heart J, 2024, 45(24): 2145-2154. DOI:10.1093/eurheartj/ehae206.

[4] 李嘉丽,刘璠,柯立鑫,等.1990—2021年全球与中国60岁及以上人群肥胖的疾病负担:趋势分析与模型预测[J/OL].中国全科医学,2025:1-10.(2025-08-21). https://kns.cnki.net/kcms/detail/13.1222.R.20250820.1451.002.html.
LI J L, LIU F, KE L X, *et al*. Disease burden of obesity among individuals aged 60 and above globally and in China from 1990 to 2021: trend analysis and model-based projection[J/OL]. Chin Gen Pract, 2025: 1-10.(2025-08-21). https://kns.cnki.net/kcms/detail/13.1222.R.20250820.1451.002.html.

[5] 耿小亮,汤逢源,谭港锐,等.中国老年人超重和肥胖流行趋势及影响因素分析[J].卫生软科学,2025,39(5):76-82. DOI:10.3969/j.issn.1003-2800.2025.05.014.
GENG X L, TANG F Y, TAN G R, *et al*. Analysis of prevalence trends and influencing factors of overweight and obesity among Chinese older adults[J]. Soft Sci Health, 2025, 39(5): 76-82. DOI: 10.3969/j.issn.1003-2800.2025.05.014.

[6] 张翼飞,石娟,许悦宁.内脏脂肪在肥胖诊断及其合并症预测中的应用现状及展望[J].诊断学理论与实践,2025,24(1):7-13. DOI:10.16150/j.1671-2870.2025.01.002.[
ZHANG Y F, SHI J, XU Y N. Current applications and prospects of visceral fat in obesity diagnosis and comorbidity prediction[J]. J Diagn Concepts Pract, 2025, 24(1): 7-13. DOI:10.16150/j.1671-2870.2025.01.002.

[7] TIAN Y, JIANG C M, WANG M, *et al*. BMI, leisure-time physical activity, and physical fitness in adults in China: results from a series of national surveys, 2000-14[J]. Lancet Diabetes Endocrinol, 2016, 4(6): 487-497. DOI: 10.1016/S2213-8587(16)00081-4.

[8] THOMAS D M, BREDLAU C, BOSY-WESTPHAL A, *et al*. Relationships between body roundness with body fat and visceral adipose tissue emerging from a new geometrical model[J]. Obesity, 2013, 21(11): 2264-2271. DOI: 10.1002/oby.20408.

[9] WANG J N, WU M Y, WU S L, *et al*. Relationship between body roundness index and the risk of heart failure in Chinese adults: the Kailuan cohort study[J]. ESC Heart Fail, 2022, 9(2): 1328-1337. DOI:10.1002/ehf2.13820.

[10] LI Y, HE Y M, YANG L, *et al*. Body roundness index and waist-hip ratio result in better cardiovascular disease risk stratification: results from a large Chinese cross-sectional study[J]. Front Nutr, 2022, 9: 801582. DOI: 10.3389/fnut.2022.801582.

[11] ZHANG X Q, MA N, LIN Q S, *et al*. Body roundness index and all-cause mortality among US adults[J]. JAMA Netw Open, 2024, 7(6): e2415051. DOI: 10.1001/jamanetworkopen.2024.15051.

[12] CHEN Y F, GAO Y, CHEN Y X, *et al*. Association between dietary patterns and all-cause mortality in the Chinese old: analysis of the Chinese longitudinal healthy longevity survey cohort[J]. Nutrients, 2024, 16(11): 1605. DOI:10.3390/nu16111605.

[13] NAGIN D S, JONES B L, ELMER J. Recent advances in group-based trajectory modeling for clinical research[J]. Annu Rev Clin Psychol, 2024, 20(1): 285-305. DOI: 10.1146/annurev-clinpsy-081122-012416.

[14] KANDALA N B, STRANGES S. Geographic variation of overweight and obesity among women in Nigeria: a case for nutritional transition in sub-Saharan Africa[J]. PLoS One, 2014, 9(6): e101103. DOI:10.1371/journal.pone.0101103.

[15] MUNYOGWA M J, MTUMWA A H. The prevalence of abdominal obesity and its correlates among the adults in Dodoma Region, Tanzania: a community-based cross-sectional study[J]. Adv Med, 2018, 2018: 6123156. DOI: 10.1155/2018/6123156.

[16] FILOZOF C, GONZALEZ C, SEREDAY M, *et al*. Obesity prevalence and trends in Latin-American countries[J]. Obes Rev, 2001, 2(2): 99-106. DOI: 10.1046/j.1467-789x.2001.00029.x.

[17] CHEN Y J, PENG Q, YANG Y, *et al*. The prevalence and

increasing trends of overweight, general obesity, and abdominal obesity among Chinese adults: a repeated cross-sectional study[J]. BMC Public Health, 2019, 19(1): 1293. DOI:10.1186/s12889-019-7633-0.

[18] CARRERAS-TORRES R, JOHANSSON M, HAYCOCK P C, *et al*. Role of obesity in smoking behaviour: Mendelian randomisation study in UK Biobank[J]. BMJ, 2018, 361: k1767. DOI:10.1136/bmj.k1767.

[19] TUCCI S A. Phytochemicals in the control of human appetite and body weight[J]. Pharmaceuticals, 2010, 3(3): 748-763. DOI:10.3390/ph3030748.

[20] JUNG P, JUNG S, SOO K, *et al*. The effect of alcohol drinking on metabolic syndrome and obesity in koreans: big data analysis[J]. Int J Environ Res Public Health, 2022, 19(9): 4949. DOI:10.3390/ijerph19094949.

[21] ALI N, MOHANTO N C, NURUNNABI S M, *et al*. Prevalence and risk factors of general and abdominal obesity and hypertension in rural and urban residents in Bangladesh: a cross-sectional study[J]. BMC Public Health, 2022, 22(1): 1707. DOI: 10.1186/s12889-022-14087-8.

[22] 徐聪.赣南地区超重肥胖流行特征及干预效果研究[D].赣州:赣南医科大学, 2024. DOI:10.27959/d.cnki.ggnyx.2024.000064.
XU C. The epidemiological characteristics of overweight and obesity in southern Gannan and its intervention effect[D]. Ganzhou: Gannan Medical University, 2024. DOI:10.27959/d.cnki.ggnyx.2024.000064.

[23] 谢思思.赣南地区糖尿病前期流行现况及人群筛查策略研究[D].赣州:赣南医学院, 2023. DOI:10.27959/d.cnki.ggnyx.2023.000081.
XIE S S. Prevalence of pre-diabetes mellitus and populations screening strategies in the south of Jiangxi[D]. Ganzhou: Gannan Medical College, 2023. DOI: 10.27959/d. cnki.ggnyx.2023.000081.

(**收稿**:2025-08-03;**修回**:2025-11-13)

(编辑 严 涵)