体检人群空腹血糖与BMI的组基轨迹模型的双轨迹分析*

张景波[1] 田禧月[2] 李正业[3] 陈 润[1] 李爱玲[1] 范 颂[1△]

【提 要】 **目的** 本研究旨在探究体检人群空腹血糖与BMI之间的相互关系，为糖尿病与肥胖联合防控提供实证支持。**方法** 采用2017至2021年泸州市叙永县参与全民预防保健项目的回顾性队列研究。应用组基轨迹模型的双轨迹模型分析空腹血糖和BMI的发展轨迹及其关联，使用无序多分类logistic回归模型评估不同血糖轨迹的影响因素。**结果** 空腹血糖的发展轨迹分为五类：低水平稳定（88.1%）、中水平稳定（7.0%）、中水平上升（1.5%）、高水平下降（2.5%）、高水平稳定（0.9%）。BMI轨迹同样被分为五类：正常偏瘦（18.0%）、正常体重（32.8%）、超重（29.0%）、肥胖（16.0%）、重度肥胖（4.2%）。年龄<60岁、BMI异常、有高血压史被识别为血糖中高水平组的重要预测因素（*OR*=1.22~2.67、*OR*=1.91~2.64、*OR*=1.29~1.36）；以荤食为主是血糖高水平稳定组的预测因素（*OR*=1.52）。双轨迹分析显示，血糖低水平稳定组属于超重及以上组别的概率为47%，血糖中高水平组属于超重及以上组别的概率为56%~76%；正常体重组属于血糖中高水平的概率为8%，重度肥胖组属于血糖中高水平的概率为25%。**结论** 空腹血糖与BMI均存在五条发展轨迹，大多数体检人群两指标保持平稳，仅有血糖中水平上升、高水平下降组别存在长期趋势变化。超重肥胖者属于血糖中高水平概率较高，应加强高危人群干预工作，合理进行糖尿病与肥胖的共防共管。

【关键词】 糖尿病 肥胖 空腹血糖 BMI 组基轨迹模型的双轨迹分析

【中图分类号】 R587.1；R195 【文献标志码】 A **DOI** 10.11783/j.issn.1002-3674.2026.03.009

Group-based Dual-trajectory Analysis of Fasting Blood Glucose and BMI in the Physical Examination Population

Zhang Jingbo, Tian Xiyue, Li Zhengye, et al (*School of Public Health, Southwest Medical University, Luzhou* 646000)

【**Abstract**】 **Objective** To explore the relationship between fasting blood glucose and BMI in the physical examination population, and to provide evidence support for the joint prevention and control of diabetes and obesity. **Methods** The retrospective cohort data of participating in the preventive health care project in Xuyong County of Luzhou City from 2017 to 2021 was used. Group-based dual-trajectory modeling was applied to analyze the development trajectory and association of fasting blood glucose and BMI. The disordered multinomial logistic regression model was used to analyze the influencing factors of different blood glucose trajectories. **Results** The development trajectories of fasting blood glucose were categorized into five categories: low-stable (88.1%), medium-stable (7.0%), medium-increasing (1.5%), high-declining (2.5%), and high-stable (0.9%). BMI trajectories were similarly categorized into five categories: normal underweight (18.0%), normal weight (32.8%), overweight (29.0%), obesity (16.0%), and severe obesity (4.2%). Age<60 years, abnormal BMI, and history of hypertension were identified as significant predictors of the medium and high level blood glucose groups (*OR*=1.22~2.67, *OR*=1.91~2.64, *OR*=1.29~1.36). Predominantly meat-based diet was a predictor of the high-stable blood glucose group (*OR*=1.52). Dual-trajectory analysis showed that the probability of belonging to the overweight and above groups was 47% in the low-stable blood glucose group and 56%~76% in the medium and high level blood glucose groups. The probability of belonging to the medium and high level of blood glucose groups in the normal weight groups was 8%, and the probability of belonging to the medium and high level of blood glucose groups in the severe obesity group was 25%. **Conclusion** There were five developmental trajectories for both fasting glucose and BMI, with the majority of the physical examination population remaining stable on both indicators, and long-term trend changes only in the medium-increasing blood glucose group and the high-declining blood glucose group. Overweight and obese people have a higher probability of belonging to the middle and high levels of blood glucose groups, and the intervention of high-risk groups should be strengthened to reasonably carry out the co-defence and co-management of diabetes mellitus and obesity.

【**Key words**】 Diabetes; Obesity; Fasting blood glucose; BMI; Group-based dual-trajectory analysis

中国约有四分之一的成年人患有多种慢性疾病，且多种疾病的患病率迅速增加，慢性病共病已严重威胁我国公众健康[1]。糖尿病与肥胖是两种高发并且相互关联的慢性疾病，它们的共存显著提高了心血管疾病、肾脏疾病以及其他相关并发症的风险[2-4]。日益增多的研究显示，长期肥胖的累积效应增加了糖尿病的风险[5-6]。

空腹血糖水平是评估糖尿病风险的关键指标之一，持续的高空腹血糖水平与2型糖尿病的发生密切相关[7]。BMI是评估肥胖状况的广泛认可的指标，BMI的变化能够预测未来糖尿病的风险，其增长趋势与糖尿病风险的增加呈正相关[8]。

组基轨迹模型（group-based trajectory modeling，GBTM）中双轨迹模型可以分析两个同步发展的结果轨迹之间的相互关系，该模型通过将两个结果的相互

* 基金项目：四川省卫生健康委员会科研课题全民预防保健项目（20PJ319）

1.西南医科大学公共卫生学院（646000）
2.西南医科大学附属中医医院
3.叙永县人民医院
△通信作者：范颂，E-mail：fansong@swmu.edu.cn

关系概括为它们之间的条件概率和联合概率[9]。尽管已有研究关注了糖尿病和肥胖的关系[10-11]，但针对体检人群中空腹血糖与BMI双轨迹分析的研究仍然不足。因此，本研究旨在通过双轨迹分析，深入探究体检人群中空腹血糖与BMI之间的关联情况及联合概率，以期为制定更加精准的预防和干预策略提供科学依据，从而降低糖尿病和肥胖的发病率。

材料与方法

1. 资料来源

资料来源于泸州市叙永县2017年1月至2021年12月连续5年参与全民预防保健项目基线资料完整人群。研究共纳入人群23498人，其中男性10317人，女性13181人，中位年龄64(56, 69)岁。

2. 研究方法

本研究数据通过全民预防保健人群健康体检获得，采用统一的规范和方法，并由专业的医护人员实施。资料包括问卷调查、人体测量和实验室检查。问卷调查包括性别、年龄、饮食习惯、锻炼频率、吸烟情况、饮酒情况、既往病史等；人体测量包括身高、体重、血压等；实验室检查包括空腹血糖等。

3. 指标定义

糖代谢状态：以空腹血糖为分类标准，<6.1mmol/L为正常血糖，≥6.1且<7.0mmol/L为空腹血糖受损，≥7.0mmol/L为糖尿病[12]；饮食习惯：根据研究对象自我报告填写，荤食为主指主食以外主要摄入肉类。锻炼频率：每周一次以上表示每周至少150分钟的中等强度运动或75分钟的高强度运动；偶尔指每月一至三次锻炼；不锻炼表示过去一年中几乎没有参加任何运动或锻炼[13-14]。吸烟：定义为每天吸烟≥1支且持续≥1年[15]。饮酒：指过去一年内，平均每月饮酒≥1次。高血压：收缩压≥140mmHg和(或)舒张压≥90mmHg，或既往诊断高血压[16]。体质指数：BMI=体重(kg)/[身高(m)]^2，18.5kg/m^2≤BMI<24kg/m^{2}为正常，24kg/m^2≤BMI<28kg/m^{2}为超重，BMI≥28kg/m^{2}为肥胖。

4. 统计方法

组基轨迹模型在处理纵向数据时具有独特优势，它通过监测某一观察指标随时间动态变化的趋势，识别出重复测量数据中遵循同质变化的个体并将其分为多个发展趋势不同的亚组。GBTM的组数多为1~6组，每组轨迹遍历1~3阶多项式方程，模型拟合效果的评价依据有贝叶斯信息准则(Bayesian information criterion，BIC)绝对值越小拟合越好、各轨迹组平均后验概率(average posterior probability，AvePP)≥0.7、正确分类概率(odds of correct classification，OCC)>5[9]。

双轨迹模型能更好地反映两个纵向发展指标不同水平轨迹组间的关联程度，同时，以联合条件概率形式详细阐释两者关联程度的差异[17]。将两纵向发展指标的单因素轨迹模型参数作为双轨迹分析初始参数，联合模型将得到每个变量对另一个变量的条件概率及其联合概率：以指标1为条件的指标2各轨迹组成员概率、以指标2为条件的指标1各轨迹组成员概率、以指标1和指标2为条件的轨迹组成员的联合概率。

符合正态分布的计量资料用$\bar{x} \pm s$表示，非正态分布的计量资料用$M(P_{25}, P_{75})$表示，计数资料用例数(%)表示，组间比较使用χ^2检验。运用无序多分类logistic回归分析各轨迹亚组的相关因素。所有统计检验均为双侧检验，P<0.05认为差异有统计学意义。本研究运用Stata 17.0和SPSS 25.0统计软件进行数据分析。

结　果

1. 空腹血糖与BMI单轨迹分组情况

根据模型拟合评价指标，最终确定了5组空腹血糖轨迹：低水平稳定组(20701人，88.1%)、中水平稳定组(1652人，7.0%)、中水平上升组(359人，1.5%)、高水平下降组(579人，2.5%)、高水平稳定(207人，0.9%)，详见图1。在研究BMI轨迹组时，最优模型同样确定了5组BMI轨迹：正常偏瘦组(4219人，18.0%)、正常体重组(7741人，32.8%)、超重组(6809人，29.0%)、肥胖组(3752人，16.0%)、重度肥胖组(977人，4.2%)，详见图2。

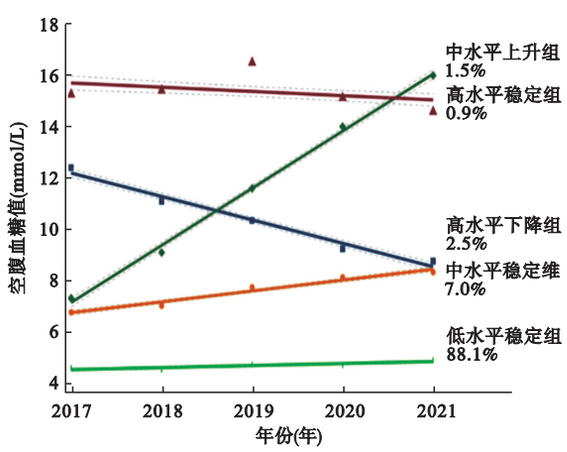


图1　2017—2021年空腹血糖变化轨迹

2. 不同血糖轨迹组基线特征分布

5个血糖轨迹组在性别、年龄、BMI、饮食习惯、锻炼频率、吸烟、饮酒状态和高血压史方面的比较，差异均具有统计学意义。5个血糖轨迹组女性均多于男性，其中女性占比最低的组别是低水平稳定组(55.0%)，最高的为高水平稳定组(70.5%)。仅在高水平稳定组中，60岁以下体检人群占比高于60岁及以上人群，其余组别60岁以下占比较低，详见表1。

中水平上升组和高水平下降组的血糖水平随时

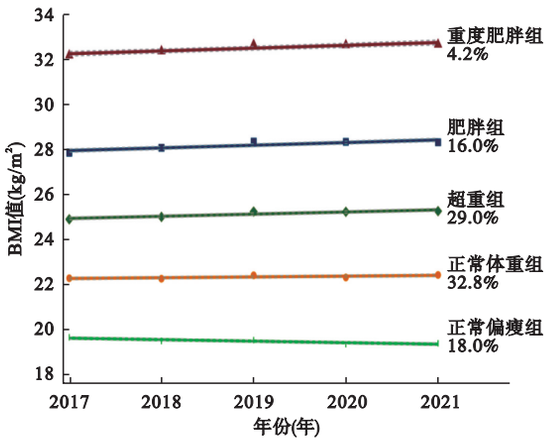


图 2 2017—2021 年 BMI 变化轨迹

间的推移而变化，其他三组保持相对稳定。将以上两组人群基线特征进行比较，结果显示，两组仅在锻炼频率上差异具有统计学意义（χ^2=5.03，P=0.025）。与中水平上升组相比，高水平下降组更有可能进行了每周一次以上的锻炼。

3. 血糖轨迹组影响因素的 logistic 回归

将血糖轨迹组别作为因变量，把单因素有统计学意义的变量纳入多因素 logistic 回归模型。结果显示，以低水平稳定组为对照组，女性属于血糖中水平稳定组是男性的 1.16 倍；年龄<60 岁、BMI 异常被识别为血糖中高水平组的重要预测因素（OR=1.22~2.67、OR=1.91~2.64）；荤食为主更可能属于高水平稳定组；偶尔或不锻炼更不容易属于中水平稳定和高水平下降组，即每周一次以上的锻炼者血糖增长可能性较低；吸烟者属于高水平下降组可能较低，即吸烟者出现血糖下降可能性较低；饮酒或已戒酒属于中水平上升组可能较低；有高血压疾病者更可能属于中水平稳定组和高水平下降组，详见表 2。

4. 空腹血糖与 BMI 双轨迹分析

基于血糖轨迹组条件的 BMI 轨迹组成员概率，每行合计为 1。结果显示，血糖低水平稳定组有 34% 的概率加入 BMI 正常体重组，而血糖中水平稳定、中水平上升、高水平下降、高水平稳定 4 组加入 BMI 超重组的概率最大，均超过 35%。血糖低水平稳定组属于超重、肥胖、重度肥胖的 BMI 异常组别的概率合计为 47%，血糖中高水平组属于超重及以上组别的概率达 56%~76%，见表 3。

基于 BMI 轨迹组条件的血糖轨迹组成员概率，每列合计为 1。结果显示，5 组 BMI 轨迹组均最可能加入血糖低水平稳定组，其概率均超过 75%，但概率逐渐降低，分别为 95%、92%、84%、79% 和 75%，见表 3。

血糖轨迹组和 BMI 轨迹组的联合概率，共 25 个单元格合计为 1。结果显示，人群同时属于血糖低水平稳定组和 BMI 正常体重组联合概率为 30%，同时属于血糖中高水平组和 BMI 超重及以上组联合概率均低于 3%，见表 3。

表 1 五个血糖轨迹组的基线特征分布情况[n(%)]

变量	低水平稳定组	中水平稳定组	中水平上升组	高水平下降组	高水平稳定组	χ^2	P
总体	20701(88.1)	1652(7.0)	359(1.5)	579(2.5)	207(0.9)		
性别						83.246	<0.001
男	9308(45.0)	609(36.9)	132(36.8)	207(35.8)	61(29.5)		
女	11393(55.0)	1043(63.1)	227(63.2)	372(64.2)	146(70.5)		
年龄(岁)						146.868	<0.001
≥60	14693(71.0)	1074(65.0)	205(57.1)	342(59.1)	95(45.9)		
<60	6008(29.0)	578(35.0)	154(42.9)	237(40.9)	112(54.1)		
BMI						539.852	<0.001
正常	11328(54.7)	481(29.1)	113(31.5)	204(35.2)	90(43.5)		
异常	9373(45.3)	1171(70.9)	246(68.5)	375(64.8)	117(56.5)		
饮食习惯						15.671	0.003
荤素均衡	18070(87.3)	1477(89.4)	321(89.4)	517(89.3)	169(81.6)		
荤食为主	2631(12.7)	175(10.6)	38(10.6)	62(10.7)	38(18.4)		
锻炼频率						202.311	<0.001
每周一次以上	750(3.6)	169(10.2)	19(5.3)	54(9.3)	10(4.8)		
偶尔或不锻炼	19951(96.4)	1483(89.8)	340(94.7)	525(90.7)	197(95.2)		
吸烟状况						86.463	<0.001
不吸烟	14244(68.8)	1263(76.5)	265(73.8)	456(78.8)	172(83.1)		
吸烟或已戒烟	6457(31.2)	389(23.5)	94(26.2)	123(21.2)	35(16.9)		
饮酒状况						32.552	<0.001
不饮酒	16130(77.9)	1339(81.1)	303(84.4)	471(81.3)	183(88.4)		
饮酒或已戒酒	4571(22.1)	313(18.9)	56(15.6)	108(18.7)	24(11.6)		
高血压						81.927	<0.001
否	9033(43.6)	552(33.4)	136(37.9)	207(35.8)	97(46.9)		
是	11668(56.4)	1100(66.6)	223(62.1)	372(64.2)	110(53.1)		

表2　以低水平稳定组为对照不同血糖轨迹影响因素的无序多分类logistic回归[*OR*(95%*CI*)]

因素	中水平稳定	中水平上升	高水平下降	高水平稳定
性别				
男	1	1	1	1
女	1.16(1.01~1.34)*	1.20(0.89~1.62)	1.12(0.89~1.41)	1.25(0.85~1.85)
年龄(岁)				
≥60	1	1	1	1
<60	1.22(1.10~1.36)*	1.66(1.34~2.06)*	1.62(1.36~1.92)*	2.67(2.01~3.53)*
BMI				
正常	1	1	1	1
异常	2.64(2.36~2.95)*	2.36(1.87~2.96)*	1.91(1.60~2.28)*	1.29(0.97~1.72)
饮食习惯				
荤素均衡	1	1	1	1
荤食为主	0.82(0.73~1.02)	0.83(0.59~1.16)	0.86(0.66~1.13)	1.52(1.07~2.17)*
锻炼频率				
每周一次以上	1	1	1	1
偶尔或不锻炼	0.35(0.30~0.42)*	0.64(0.40~1.03)	0.37(0.27~0.49)*	0.61(0.32~1.16)
吸烟状况				
不吸烟	1	1	1	1
吸烟或已戒烟	0.85(0.72~1.00)	1.22(0.87~1.71)	0.68(0.52~0.90)*	0.68(0.42~1.11)
饮酒状况				
不饮酒	1	1	1	1
饮酒或已戒酒	1.05(0.90~1.24)	0.70(0.49~0.98)*	1.14(0.88~1.49)	0.73(0.44~1.21)
高血压				
否	1	1	1	1
是	1.36(1.22~1.51)*	1.18(0.95~1.47)	1.29(1.09~1.54)*	0.92(0.70~1.22)

*：*P*<0.05 vs 低水平稳定组

表3　空腹血糖和BMI的条件概率和联合概率

类目	血糖轨迹组	BMI轨迹组				
		正常偏瘦	正常体重	超重	肥胖	重度肥胖
基于血糖轨迹组的BMI轨迹组的概率	低水平稳定	0.19	0.34	0.28	0.15	0.04
	中水平稳定	0.06	0.18	0.37	0.29	0.10
	中水平上升	0.07	0.22	0.36	0.26	0.09
	高水平下降	0.07	0.26	0.36	0.25	0.06
	高水平稳定	0.14	0.30	0.35	0.16	0.05
基于BMI轨迹组的血糖轨迹组的概率	低水平稳定	0.95	0.92	0.84	0.79	0.75
	中水平稳定	0.02	0.04	0.10	0.13	0.18
	中水平上升	0.01	0.01	0.02	0.03	0.03
	高水平下降	0.01	0.02	0.03	0.04	0.03
	高水平稳定	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
血糖和BMI轨迹组的联合概率	低水平稳定	0.17	0.30	0.24	0.13	0.03
	中水平稳定	0.00*	0.01	0.03	0.02	0.01
	中水平上升	0.00*	0.00*	0.01	0.00*	0.00*
	高水平下降	0.00*	0.01	0.01	0.01	0.00*
	高水平稳定	0.00*	0.00*	0.00*	0.00*	0.00*

*：<0.005。

讨　论

本研究利用GBTM模型分析了体检人群空腹血糖在五年内的变化情况，结果呈现五种不同的发展轨迹，各组别比例及血糖数值与Li等[18]在中国开滦集团职工体检人群中的研究结果相似。本研究结果显示，大多数参与者的血糖水平长期保持在较低且稳定的状态(88.1%)，而只有少部分人的血糖从较高水平逐渐下降(2.5%)、少部分人从中水平逐渐升高(1.5%)，另有一小部分人血糖水平持续偏高(0.9%)。这表明泸州市叙永县居民血糖健康状况总体良好，但在血糖控制方面仍存在一定的挑战。模型识别出了五种稳定的BMI轨迹，未有随时间变化的轨迹组，五个轨迹组的各组比例及BMI数值与郑琼冰[19]研究结果相似，超过一半的体检人群长期处于超重肥胖且未改善。这可能主要归因于遗传因素和稳定的生活方式的影

响。超重和肥胖与其相关并发症的流行率之间存在显著关联，其中糖尿病尤为突出[20]，这强调了采取有效的锻炼、饮食控制等干预措施以降低体重的重要性。

本研究还特别关注了血糖轨迹组的影响因素，研究发现，相较于低水平稳定组，年龄<60岁、异常BMI、主要摄入荤食和有高血压史是血糖处于中至高水平轨迹的重要预测因素。针对这些因素的干预，采用加强体育锻炼、实施均衡饮食、保持健康体重以及规律服用高血压药物等生活方式的调整，有助于控制血糖水平[21-22]。年轻的人群更可能属于中至高水平血糖组，这似乎与既往研究[23-24]有别，这可能与年轻人更易受到工作压力、不良生活方式的影响以及越来越多的年轻人对自身健康状况的担忧或已有症状更易成为持续体检人群等因素有关，这些因素使得年轻人在更早的年龄检出空腹血糖高值。另有年老糖尿病患者更有可能因重症卧床或死亡而未能成为体检人群。女性更有可能属于中至高水平血糖组，这与陈佩等[25]在同一地区研究结果相符。这可能与女性在不同生理阶段中激素水平的变化、相对于男性更易在腰臀部积累脂肪以及妊娠期糖尿病的管理不当进而发展为糖尿病等因素有关[26-27]。偶尔或不锻炼的人群较少被归类到血糖水平中等稳定或逐渐下降的组别中，这可能表明这些个体的基线血糖水平较高且难以改善。这一现象可能是因为血糖水平较高的个体已经采取了积极的锻炼措施以控制血糖，而不经常锻炼的个体则在血糖控制方面面临更多挑战。根据美国糖尿病协会的建议，对糖尿病患者进行结构化的生活方式干预是至关重要的，包括每周至少150分钟的体力活动和饮食调整，以改善肥胖和糖尿病状况[28]。本研究发现，吸烟不利于血糖的控制，这与常熟市居民调查[29]是一致的，主要与烟草中尼古丁影响胰岛素作用，使血糖升高有关。此外，本研究指出，饮酒者较少被归类到血糖中等上升的组别，这与美国一项大规模的研究相符，适量饮酒（每天30~49克）的中老年男性与不饮酒者相比，糖尿病风险降低了39%[30]。适量饮酒可能通过增加胰岛素敏感性来降低糖尿病的发病风险。

既往研究[31-33]多利用单轨迹研究强调了基线BMI水平和BMI的变化趋势对于糖尿病发病率的重要性。高基线BMI、持续的高水平BMI以及BMI的快速增加与糖尿病风险显著相关[8]。而双轨迹研究则独特地考虑了两个变量随时间的动态变化，从而更全面地揭示了空腹血糖与BMI之间的相互关系。本研究通过分析条件概率和联合概率[34]，间接呈现了这两者之间的关系。结果显示，在血糖轨迹组作为条件时，中、高水平血糖轨迹组属于超重或肥胖的概率明显高于低水平血糖稳定组。这一发现表明，中、高水平血糖的个体可能更容易有不良的饮食习惯和生活方式以及胰岛素抵抗现象。不健康的生活方式，如高糖、高脂肪、高热量食物的过量摄入和缺乏运动，可能导致代谢率下降和能量消耗不足，进而引发超重和肥胖[35]。另一方面，在以BMI轨迹组为条件下，超重和肥胖组属于中、高水平血糖组的概率高于BMI正常组。这表明稳定的高水平BMI与糖尿病风险呈正相关，符合Peter等[36]的研究结果。胰岛素抵抗和胰岛β细胞功能障碍被视为肥胖转变为糖尿病的两个主要病理机制。持续性肥胖与胰岛素敏感性降低有关，胰岛β细胞无法产生足够的胰岛素来弥补这种敏感性的降低，导致空腹血糖持续处于高水平[8]。而联合轨迹分析并未明确显示空腹血糖和BMI之间的直接关系。通常情况下，这两个指标之间存在正相关关系：较高的空腹血糖水平通常与较高的BMI相对应，升高的血糖轨迹与BMI的逐渐增加相对应。尽管在本研究中观察到了血糖升高的轨迹，但并未发现BMI升高的相关轨迹，这可能是因为血糖升高、持续高水平的组别所占比例较小，导致无法观察到显著差异。未来研究应着重于血糖变化组别之间的比较，以获得更具公共卫生意义的结论。

本研究存在几个局限性。首先，研究的观察期限为五年，可能不足以全面捕捉药物治疗和生活方式变化对血糖及BMI的长期影响。因此，为获得更全面的理解，未来的研究需要更长期的跟踪观察。其次，本研究的样本仅限于一地的体检人群，这限制了研究结果的普遍适用性。未来研究应包括来自不同经济和生活背景的更广泛人群，以增强研究结果的代表性和适用性。

参 考 文 献

[1] Hu Y, Wang Z, He H, et al. Prevalence and patterns of multimorbidity in China during 2002-2022: A systematic review and meta-analysis [J]. Ageing Res Rev, 2024, 93: 102165.

[2] Bodke H, Wagh V, Kakar G. Diabetes Mellitus and Prevalence of Other Comorbid Conditions: A Systematic Review [J]. Cureus, 2023, 15(11): e49374.

[3] 龚雪梅, 曾筱茜, 付平. 肥胖与糖尿病肾脏疾病相关性的研究进展[J]. 中华肾脏病杂志, 2023, 39(7): 559-564.

[4] 孙珍珍, 袁晓丹, 李洮俊, 等. 不同肥胖指标对2型糖尿病患者糖尿病肾脏病的预测效果比较[J]. 中华糖尿病杂志, 2022, 14(11): 1258-1263.

[5] Wu B, Chen Y, Xu H, et al. Sex and age differences in the association between obesity and long-term changes with the risk of incident type 2 diabetes mellitus: the Rural Deqing Cohort Study [J]. Hepatobiliary Surg Nutr, 2026, 15(1): 7.

[6] Dai H, Li F, Bragazzi NL, et al. Distinct developmental trajectories of body mass index and diabetes risk: A 5-year longitudinal study of Chinese adults [J]. J Diabetes Investig, 2020, 11(2): 466-474.

[7] Magliano DJ, Boyko EJ. IDF Diabetes Atlas 10th edition scientific

committee. IDF Diabetes Atlas 10th ed[M]. Brussels: International Diabetes Federation, 2021.

[8] Kan Y, Liu L, Li X, et al. Association between distinct body mass index trajectories according to the group-based trajectory modeling and the risk of incident diabetes: A systematic review [J]. Obes Rev, 2022, 23(12): e13508.

[9] Nagin DS, Odgers CL. Group-based trajectory modeling in clinical research [J]. Annu Rev Clin Psychol, 2010, 6: 109-138.

[10] 李明津,顾立学,孙伟明. 沈阳市某院体检老年人群高血压、高血糖、高血脂、肥胖检出情况分析[J]. 中国卫生统计,2026,43(1): 115-119.

[11] Mi B, Wu C, Gao X, et al. Long-term BMI change trajectories in Chinese adults and its association with the hazard of type 2 diabetes: evidence from a 20-year China Health and Nutrition Survey [J]. BMJ Open Diabetes Res Care, 2020, 8(1): e000879.

[12] 中华医学会糖尿病学分会. 中国2型糖尿病防治指南(2020年版)[J]. 中华糖尿病杂志, 2021, 13(4): 315-409.

[13] 王家威, 樊琼玲, 罗园园, 等. 新疆牧区哈萨克族牧民代谢综合征患病率及影响因素研究[J]. 中国全科医学, 2020, 23(15): 1950-1955.

[14] 胡安琪, 秦文哲, 高兆溶, 等. 泰安市居民健康素养与体育锻炼关系分析[J]. 中国卫生事业管理, 2022, 39(1): 71-75.

[15] 胡葵茹, 王宇彤, 石钰霖, 等. 中国人群吸烟所致疾病风险的Meta分析[J]. 中国预防医学杂志, 2021, 22(4): 250-256.

[16] 国家心血管病中心, 国家基本公共卫生服务项目基层高血压管理办公室, 国家基层高血压管理专家委员会. 国家基层高血压防治管理指南2020版[J]. 中国循环杂志, 2021, 36(3): 209-220.

[17] 郭剑, 高洪艳, 王媛. 基于组基础模型的HIV/AIDS发病和死亡纵向资料双轨迹分析[J]. 中国卫生统计, 2021, 38(3): 358-362.

[18] Li D, Song L, Wang L, et al. Association of fasting plasma glucose trajectory with lifetime risk of cardiovascular disease [J]. Eur J Clin Nutr, 2023, 77(3): 335-341.

[19] 郑琼冰. 体质指数(BMI)轨迹与糖尿病[D]. 汕头: 汕头大学, 2018.

[20] Chen K, Shen Z, Gu W, et al. Prevalence of obesity and associated complications in China: A cross-sectional, real-world study in 15. 8 million adults [J]. Diabetes Obes Metab, 2023, 25(11): 3390-3399.

[21] Zhang Y, Pan XF, Chen J, et al. Combined lifestyle factors and risk of incident type 2 diabetes and prognosis among individuals with type 2 diabetes: a systematic review and meta-analysis of prospective cohort studies [J]. Diabetologia, 2020, 63(1): 21-33.

[22] Glechner A, Keuchel L, Affengruber L, et al. Effects of lifestyle changes on adults with prediabetes: A systematic review and meta-analysis [J]. Prim Care Diabetes, 2018, 12(5): 393-408.

[23] 马庆华, 毛建良, 徐文新, 等. 基于多重填补法合并广义估计方程的高血糖危险因素评估研究[J]. 中华全科医学, 2018, 16(12): 2106-2110.

[24] 丁贤彬, 唐文革, 陈莉玲, 等. 重庆市30~79岁居民高血压、高血脂、高血糖共患情况及相关影响因素[J]. 中国慢性病预防与控制, 2023, 31(1): 31-34.

[25] 陈佩, 李正业, 贾红, 等. 泸州市叙永县贫困农村地区60岁以上老年人健康自评状况研究[J]. 西南医科大学学报, 2020, 43(1): 36-39.

[26] You H, Hu J, Liu Y, et al. Risk of type 2 diabetes mellitus after gestational diabetes mellitus: A systematic review & meta-analysis [J]. Indian J Med Res, 2021, 154(1): 62-77.

[27] Vounzoulaki E, Khunti K, Abner SC, et al. Progression to type 2 diabetes in women with a known history of gestational diabetes: systematic review and meta-analysis [J]. BMJ, 2020, 369: m1361.

[28] Colberg SR, Sigal RJ, Yardley JE, et al. Physical Activity/Exercise and Diabetes: A Position Statement of the American Diabetes Association [J]. Diabetes Care, 2016, 39(11): 2065-2079.

[29] 顾淑君, 周正元, 张秋伊. 吸烟、戒烟行为与2型糖尿病患者血糖控制的关联性研究[J]. 中国慢性病预防与控制, 2020, 28(8): 578-582.

[30] Rimm EB, Chan J, Stampfer MJ, et al. Prospective study of cigarette smoking, alcohol use, and the risk of diabetes in men [J]. BMJ, 1995, 310(6979): 555-559.

[31] Luo J, Hodge A, Hendryx M, et al. Age of obesity onset, cumulative obesity exposure over early adulthood and risk of type 2 diabetes [J]. Diabetologia, 2020, 63(3): 519-527.

[32] Yuan Y, Chu C, Zheng WL, et al. Body Mass Index Trajectories in Early Life Is Predictive of Cardiometabolic Risk [J]. J Pediatr, 2020, 219: 31-37.

[33] Lv J, Fan B, Wei M, et al. Trajectories of early to mid-life adulthood BMI and incident diabetes: the China Health and Nutrition Survey [J]. BMJ Open Diabetes Res Care, 2020, 8(1): e000972.

[34] 宋福曼, 王思婷, 乔亲群, 等. 基于分组的轨迹模型及其SAS实现[J]. 中国卫生统计, 2024, 41(3): 462-467.

[35] 牛晓静,王少康,苏明,等. 淮安地区社区管理2型糖尿病患者综合情况分析[J]. 中国卫生统计,2026,43(2):233-239.

[36] Peter RS, Keller F, Klenk J, et al. Body mass trajectories, diabetes mellitus, and mortality in a large cohort of Austrian adults [J]. Medicine (Baltimore), 2016, 95(49): e5608.

（责任编辑：林美艺）