

# 食品环境与糖尿病患病风险的关联性研究

史源源<sup>1,8</sup>, 何田静<sup>2</sup>, 尹春<sup>1,8</sup>, 袁浩龙<sup>3,8</sup>, 杨舒涵<sup>1,8</sup>, 李辰<sup>1,8</sup>, 秦坤<sup>1,8</sup>, 杨淑娟<sup>4,5,8</sup>, 祝淑珍<sup>2</sup>, 高彬<sup>6</sup>, 贾鹏<sup>1,3,7,8</sup>

1. 武汉大学资源与环境科学学院, 湖北 武汉 430072; 2. 湖北省疾病预防控制中心慢性病防治研究所, 湖北 武汉 430079;

3. 武汉大学公共卫生学院, 湖北 武汉 430072; 4. 四川大学华西公共卫生学院(华西第四医院); 5. 成都大学附属医院;

6. 赤壁市疾病预防控制中心, 湖北 赤壁 437300; 7. 武汉大学第一临床学院(人民医院), 湖北 武汉 430072;

8. 武汉大学空间全生命周期健康国际研究中心, 湖北 武汉 430072

**摘要:** **目的** 研究食品环境与居民糖尿病患病风险的关联及膳食摄入的中介作用。 **方法** 基于 2018—2020 年湖北省慢性病及危险因素监测调查数据, 以研究对象居住区为中心, 构建不同半径的缓冲区, 并计算各缓冲区内快餐店、甜品店、超市、菜市场 and 便利店密度来测度食品环境。采用多水平 logistic 回归模型, 分析食品环境与居民糖尿病患病风险的关联, 以及不同类型食物摄入量在其中的中介效应。 **结果** 本研究共纳入 24 467 名成年人, 糖尿病患病率为 12.1%。回归分析表明, 菜市场密度与糖尿病患病风险呈正相关 ( $OR=1.018, 95\%CI: 1.004 \sim 1.031$ )。中介分析结果显示, 菜市场密度能通过增加水果摄入量降低糖尿病患病风险, 其中中介效应占比为 1.32%。亚组分析表明, 在  $<60$  岁人群中, 超市密度与糖尿病患病风险呈负相关 ( $OR=0.962, 95\%CI: 0.937 \sim 0.988$ )。 **结论** 菜市场密度与居民糖尿病患病风险呈正相关, 但较高的菜市场密度能通过增加水果摄入进而降低糖尿病患病风险。优化食品环境布局、提高健康食品可得性有助于降低居民糖尿病患病风险。

**关键词:** 食品环境; 糖尿病; 膳食摄入

**中图分类号:** R587.1 **文献标志码:** A **文章编号:** 1003-8507(2025)07-1222-07

**DOI:** 10.20043/j.cnki.MPM.202412256

## Research on the association between the food environment and the risk of diabetes

SHI Yuan-yuan\*, HE Tian-jing, YIN Chun, YUAN Hao-long, YANG Shu-han, LI Chen, QIN Kun, YANG Shu-juan,

ZHU Shu-zhen, GAO Bin, JIA Peng

\*School of Resource and Environmental Sciences, Wuhan University, Wuhan 430072, Hubei, China

**Abstract:** **Objective** To study the association between the food environment and the risk of diabetes among residents and the mediating role of dietary intake. **Methods** Based on the data from the surveillance and investigation of chronic diseases and risk factors in Hubei Province from 2018 to 2020, buffers with different radii were constructed centered on the residential areas of the study subjects, and the densities of fast-food restaurants, dessert shops, supermarkets, vegetable markets, and convenience stores in each buffer were calculated to measure the food environment. A multilevel logistic regression model was used to analyze the association between the food environment and the risk of diabetes among residents, as well as the mediating effect of different types of food intake. **Results** A total of 24 467 adults were included in this study, and the prevalence of diabetes was 12.1%. Regression analysis showed that the density of vegetable markets was positively correlated with the risk of diabetes ( $OR=1.018, 95\%CI: 1.004-1.031$ ). The results of the mediating analysis showed that the density of vegetable markets could reduce the risk of diabetes by increasing fruit intake, and the proportion of the mediating effect was 1.32%. Sub-group analysis showed that in the population under 60 years old, the density of supermarkets was negatively correlated with the risk of diabetes ( $OR=0.962, 95\%CI: 0.937-0.988$ ). **Conclusion** The density of vegetable markets is positively correlated with the risk of diabetes among residents, but a higher density of vegetable markets can reduce the risk of diabetes by increasing fruit intake. Optimizing the layout of the food environment and improving the availability of healthy foods can help reduce the risk of diabetes among residents.

**Keywords:** Food environment; Diabetes; Dietary intake

**基金项目:** 国家自然科学基金(42271433); “南鄂英才”创新项目(2023NEYC01); 中西医协同慢病管理研究项目(CXZH2024091)

**作者简介:** 史源源(1989—), 女, 博士, 助理研究员, 研究方向: 健康地理学; 何田静(1983—), 女, 硕士, 副主任医师, 研究方向: 慢性病预防与控制;

史源源和何田静为共同第一作者

**通信作者:** 高彬, E-mail: 284005479@qq.com; 贾鹏, E-mail: jiapengff@hotmail.com; 高彬和贾鹏为共同通信作者

糖尿病作为全球性重大慢性非传染性疾病,其患病率持续上升,已成为公共卫生领域的重大挑战<sup>[1-2]</sup>。1990—2021 年,全球糖尿病患病率由 3.2% 增至 6.1%,患病人数高达 5.29 亿<sup>[3]</sup>。我国糖尿病患者人数位居全球首位,目前成年人糖尿病患病率已高达 12.4%,且预计到 2030 年将上升至 19.8%,这将极大地增加疾病负担<sup>[4]</sup>。健康膳食是防控糖尿病有效且经济的措施<sup>[5]</sup>,而食品环境作为居民获取食物的主要途径,被发现与个体膳食摄入<sup>[6-7]</sup>和糖尿病患病风险<sup>[8-10]</sup>密切相关。然而,当前食品环境与糖尿病患病风险的实证研究多来源于欧美国家,且研究结论尚未取得共识<sup>[8-10]</sup>。同时,我国食品环境特征和居民饮食习惯均与欧美国家存在较大差异<sup>[11]</sup>,现有研究结果难以直接应用于我国糖尿病防控实践。此外,目前尚缺乏基于我国食品环境与糖尿病患病风险关联的研究证据,且鲜有研究分析其影响机制,亟待开展相关研究为糖尿病防控提供基于我国食品环境的科学依据。因此,本研究基于 2018—2020 年湖北省慢性病及危险因素监测调查数据,探究食品环境和居民糖尿病患病风险的关联及膳食摄入的中介作用,研究结果将深化对食品环境如何影响居民糖尿病患病风险的理解,并为我国糖尿病防控策略的制定提供食品环境优化视角下的科学证据。

## 1 对象与方法

**1.1 研究对象** 本研究数据来源于 2018—2020 年湖北省慢性病及危险因素监测调查。该调查采用多阶段整群随机抽样方法,按照城镇化率和人口结构于 2018—2020 年在湖北省抽取 13 个地区,随后在每个地区随机抽取 1~2 个区(县),其次在每个区(县)随机抽取 4 个街道(乡镇),再次在每个街道(乡镇)随机抽取 5 个 60 户及以上的居委会(村),在每个居委会(村)内随机抽取 45 户居民(村民),最终纳入 27 962 名 18 岁及以上的常住居民(村民)作为研究对象。纳入标准:调查前 12 个月内在监测点居住 6 个月及以上;非孕妇;未因严重疾病导致行动障碍;无语言、认知、精神障碍等可能影响调查的状况。排除标准:缺失居住地地址数据;缺失空腹血糖检测结果;缺失协变量信息。项目通过了国家慢性和非传染性疾病预防控制中心伦理委员会审查(批号:2018001),所有研究对象均在调查前签署知情同意书。

**1.2 调查方法** 采用中国成人慢性病及危险因素监测调查问卷,由统一培训并考核合格的调查员进行面对面问卷调查。问卷内容包括年龄、性别、文化程度等基本信息,吸烟、饮酒、身体活动、膳食摄入等生活方式信息,以及糖尿病诊断史和控制血糖措施等病史信息。现场调查还包括身高、体重等身体测量和空腹

静脉血采集。血液采集要求调查对象空腹 8~12 h,于次日上午 7~9 点在监测点各基层医疗机构采集静脉血 10 ml,统一运输至实验室测量空腹血糖。空腹血糖由通过实验室性能验证的监测点实验室负责检测,采用己糖激酶法或葡萄糖氧化酶法现场测定血浆血糖。调查采用自主开发的平板电脑调查系统对问卷、身体测量等信息进行实时录入,经由湖北省疾病预防控制中心校对并复核。

**1.3 指标定义** (1)糖尿病诊断标准:空腹血糖(FPG)≥7.0 mmol/L 者或既往被社区/乡镇及以上级别医疗机构诊断为糖尿病患者或正在服用降糖药物和(或)注射胰岛素治疗者<sup>[12]</sup>,满足以上条件之一即可诊断为糖尿病患者。(2)食品环境:基于 2018 年高德地图 API 提取与餐饮服务和食品零售相关的 13 类兴趣点(point of interest, POI)数据,各类 POI 均为高德地图二级分类,每类 POI 相互独立。基于既往文献<sup>[6,10]</sup>,将 13 类 POI 重分类为餐厅、快餐店、甜品店、超市、菜市场、便利店 6 类食品店,每类食品店定义及其划分标准见表 1。以研究对象居住区中心点为圆心,构建 250、500、1 000 和 1 500 m 的圆形缓冲区和路网缓冲区,并计算不同尺度缓冲区内各类食品店密度来表征食品环境。(3)协变量:基于既往研究<sup>[10]</sup>,协变量包括人口学特征指标和生活方式指标。人口学特征变量包括性别(男性、女性)、年龄(<60 岁、≥60 岁)、民族(汉族、少数民族)、文化程度(高中以下、高中及以上)、婚姻状况(已婚/同居、未婚/丧偶/离婚/独居)、职业状况(在职、无业)和居住地(城市、农村)。生活方式变量包含吸烟(是、否)、饮酒(是、否)和身体活动不足(是、否)。有吸烟史者定义为吸烟,包含现在和曾经吸烟者;在过去一年中饮酒频率≥1 次定义为饮酒;一周内中等强度活动时间不足 150 min 或高等强度活动时间不足 75 min 或同等量活动时间不足者定义为身体活动不足<sup>[13]</sup>。(4)中介变量:使用食物频率问卷收集食物摄入种类、食用频率和食用量,参照《中国居民膳食指南(2022)》,选取蔬菜、水果、粮谷和红肉四类食物,并根据各类食物的食用频率和食用量计算居民每类食物的日均摄入量(g/d)<sup>[14]</sup>。

**1.4 统计分析** 使用 R 4.2.2 软件进行统计分析,计数资料以频数和构成比表示,使用  $\chi^2$  检验进行组间差异比较。考虑到同一居委会(村)的不同居民(村民)在食品环境暴露上存在层次聚集性,以居民(村民)个体为水平 1,居委会(村)为水平 2,使用多水平 logistic 回归模型探究食品环境与居民糖尿病患病风险的关联。由于快餐店与其他食品店之间存在多重共线性,未纳入后续模型分析。以 500 m 路网缓冲区内各类食品店密度作为解释变量,模型 1 调整性别、年龄和民

族,并为水平 2 添加随机截距;模型 2 在模型 1 基础上,进一步调整文化程度、婚姻状况、职业状况和居住地;模型 3 在模型 2 基础上,进一步调整吸烟、饮酒和身体活动。

为验证模型 3 结果的稳健性,采用如下敏感性分析:(1)使用 250 m 路网缓冲区测度食品环境暴露(模型 3a);(2)使用 1 500 m 路网缓冲区测度食品环境暴露(模型 3b);(3)使用 500 m 圆形缓冲区替代路网缓冲区测度食品环境暴露(模型 3c);(4)排除患有肥胖(BMI≥28 kg/m<sup>2</sup>)的研究对象(模型 3d)。采用亚组分析探索食品环境和糖尿病患病风险关联在不同人群

中的差异。通过中介分析探究蔬菜、水果、粮谷和红肉的日均摄入量在食品环境与糖尿病患病风险关联中的中介作用。双侧检验,检验水准 α=0.05。

## 2 结果

**2.1 基本情况** 共纳入 24 467 名研究对象进行分析,其中<60 岁人群 16 977 人(69.4%),男性 9 728 人(39.8%),汉族 21 314 人(87.1%),高中以下文化程度 18 929 人(77.4%),已婚/同居者 22 269 人(91.0%),在职 18 126 人(74.1%),农村居民 22 696 人(92.8%)。研究样本中糖尿病患病率为 12.1%。见表 2。

表 1 食品环境定义及其分类

Table 1 Definitions and classification of food environment

食品店	定义	高德地图 POI 分类及其编码
餐厅	提供多样化菜品选择和堂食服务的正式用餐场所	餐饮相关场所(050000)、中餐厅(050100)、外国餐厅餐饮(050200)
快餐店	提供快速、标准化餐点的餐饮场所	快餐厅(050300)
甜品店	提供甜点、饮品的场所	休闲餐饮场所(050400)、咖啡厅(050500)、茶艺馆(050600)、冷饮店(050700)、糕饼店(050800)、甜品店(050900)
超市	销售日常食品和生活用品的大型零售店	超级市场(060400)
菜市场	售卖农副产品、蔬菜、水果、水产海鲜的市场	综合市场(060700)
便利店	提供方便食品、饮料、零食等小型零售店	便民商店/便利店(060200)

注:基于高德地图 POI 二级类别分类。

表 2 研究对象基本特征[n(%)]

Table 2 Characteristics of the study participants [n(%)]

变量	总人群(n=24 467)	糖尿病患者(n=2 959)	非糖尿病患者(n=21 508)	χ <sup>2</sup> 值	P 值
年龄(岁)					<0.001
<60	16 977 (69.4)	1 690(57.1)	15 287(71.1)	238.714	
≥60	7 490 (30.6)	1 269(42.9)	6 221(28.9)		
性别				8.440	0.004
男	9 728 (39.8)	1 249(42.2)	8 479(39.4)		
女	14 739 (60.2)	1 710(57.8)	13 029(60.6)		
民族				93.595	<0.001
汉族	21 314 (87.1)	2 743(92.7)	18 571(86.3)		
少数民族	3 153 (12.9)	216(7.3)	2 937(13.7)		
文化程度				39.867	<0.001
高中以下	18 929 (77.4)	2 424(81.9)	16 505(76.7)		
高中及以上	5 538 (22.6)	535(18.1)	5 003(23.3)		
婚姻状况				10.753	0.001
未婚/丧偶/离婚/独居	2 198 (9.0)	218(7.4)	1 980(9.2)		
已婚/同居	22 269 (91.0)	2 741(92.6)	19 528(90.8)		
职业状况				46.952	<0.001
无业	6 341 (25.9)	920(31.1)	5 421(25.2)		
在职	18 126 (74.1)	2 039(68.9)	16 087(74.8)		
居住地				5.567	0.018
农村	22 696 (92.8)	2 776(93.8)	19 920(92.6)		
城市	1 771 (7.2)	183(6.2)	1 588(7.4)		
吸烟				1.457	0.227
是	6 049 (24.7)	705(23.8)	5 344(24.8)		
否	18 418 (75.3)	2 254(76.2)	16 164(75.2)		
饮酒				5.822	0.016
是	7 169 (29.3)	811(27.4)	6 358(29.6)		
否	17 298 (70.7)	2 148(72.6)	15 150(70.4)		
身体活动不足				4.019	0.045
是	5 833 (23.8)	749(25.3)	5 084(23.6)		
否	18 634 (76.2)	2 210(74.7)	16 424(76.4)		

**2.2 食品环境与糖尿病患病风险之间的关联** 在模型 1、模型 2 和模型 3 中,菜市场密度与糖尿病患病风险呈显著正相关,OR 值分别为 1.018 (95% CI: 1.005 ~ 1.032)、1.018(95% CI:1.004 ~ 1.031)和 1.018 (95% CI:1.004 ~ 1.031)。便利店密度仅在模型 1 中与糖尿病患病风险呈显著负相关,OR 值为 0.989(95% CI:0.981 ~ 0.998)。见表 3。

**2.3 敏感性分析** 使用 250 m 路网缓冲区(OR=1.017, 95% CI:1.006 ~ 1.029)、1 500 m 路网缓冲区(OR=1.040,95% CI:1.003 ~ 1.078) 和 500 m 圆形缓冲区(OR=1.029,95% CI:1.004 ~ 1.054)测度食品环境暴露时,菜市场密度与糖尿病患病风险的正向关联均保持稳健。排除肥胖人群后,菜市场密度与糖尿病患病风险的关联与模型 3 基本一致 (OR=1.017,95% CI: 1.004 ~ 1.031)。见表 4。

表 3 食品环境与糖尿病患病风险的关联

**Table 3** Associations between food environment and diabetes

食品店密度 (个/km <sup>2</sup> )	OR 值(95%CI)		
	模型 1	模型 2	模型 3
快餐店	1.005 (0.996 ~ 1.015)	1.007 (0.997 ~ 1.017)	1.007 (0.997 ~ 1.017)
甜品店	0.997 (0.981 ~ 1.013)	0.996 (0.981 ~ 1.012)	0.996 (0.981 ~ 1.012)
超市	0.986 (0.965 ~ 1.008)	0.984 (0.963 ~ 1.006)	0.983 (0.962 ~ 1.005)
菜市场	1.018** (1.005 ~ 1.032)	1.018** (1.004 ~ 1.031)	1.018** (1.004 ~ 1.031)
便利店	0.989* (0.981 ~ 0.998)	0.991 (0.983 ~ 1.000)	0.992 (0.983 ~ 1.000)

注:模型 1 调整性别、年龄和民族,并为居委会(村)添加随机截距;模型 2 模型 1 基础上进一步调整文化程度、婚姻状况、职业状况和居住地;模型 3 模型 2 基础上进一步调整吸烟、饮酒和身体活动;  
\* P<0.05; \*\* P<0.01。

表 4 食品环境与糖尿病患病风险关联的敏感性分析

**Table 4** Sensitivity analysis of the associations between food environment and diabetes

食品店密度 (个/km <sup>2</sup> )	OR 值(95%CI)			
	模型 3 <sup>a</sup>	模型 3 <sup>b</sup>	模型 3 <sup>c</sup>	模型 3 <sup>d</sup>
快餐店	1.003(0.998 ~ 1.008)	1.016(0.993 ~ 1.040)	1.012(0.994 ~ 1.030)	1.006(0.996 ~ 1.016)
甜品店	1.002(0.992 ~ 1.013)	0.969(0.934 ~ 1.004)	0.980(0.952 ~ 1.009)	0.995(0.979 ~ 1.011)
超市	0.980*(0.963 ~ 0.997)	0.999(0.959 ~ 1.040)	0.985(0.928 ~ 1.046)	0.984(0.962 ~ 1.006)
菜市场	1.017***(1.006 ~ 1.029)	1.040*(1.003 ~ 1.078)	1.029*(1.004 ~ 1.054)	1.017***(1.004 ~ 1.031)
便利店	0.993*(0.986 ~ 1.000)	0.979(0.958 ~ 1.001)	0.984(0.964 ~ 1.003)	0.993(0.984 ~ 1.001)

注:模型 3<sup>a</sup> 改用 250 m 路网缓冲区测度食品环境;模型 3<sup>b</sup> 改用 1 500 m 路网缓冲区测度食品环境;模型 3<sup>c</sup> 改用 500 m 圆形缓冲区测度食品环境;模型 3<sup>d</sup> 排除肥胖人群;\* P<0.05; \*\* P<0.01。

**2.4 亚组分析** 超市密度与<60 岁人群的糖尿病患病风险呈负相关 (OR=0.962,95% CI:0.937 ~ 0.988),但与≥60 岁人群的糖尿病患病风险不存在显著关联(OR=1.009,95% CI:0.984 ~ 1.036)。未观察到其他食品店密度与糖尿病患病风险关联的人群异质性。见图 1。

**2.5 食物摄入的中介效应分析** 水果摄入量介导了菜市场密度与糖尿病患病风险关联,中介效应占比 1.32%。较高的菜市场密度通过增加水果摄入量进而降低糖尿病患病风险,其间接效应量为 -0.000 304 (P=0.040)。见图 2。

### 3 讨论

本研究利用湖北省慢性病及危险因素监测调查数据,分析了食品环境与糖尿病患病风险的关联,并探讨了各类食物摄入量的中介效应。结果显示,菜市场密度与糖尿病患病风险呈正相关,但会通过增加水果摄入量降低糖尿病患病风险。超市密度和<60 岁人群的糖尿病患病风险呈负相关。

较高的菜市场密度会显著增加居民糖尿病患病风险,与既往东亚国家的研究结果相似。一项基于 1 342

名韩国儿童的研究显示,较高的菜市场密度与儿童肥胖风险的增加相关<sup>[15]</sup>。然而,这一发现与欧美国家的研究结论不同。一项基于美国纽约州 680 个学区的生态学研究发现,较高的市场密度与较低的儿童肥胖率相关<sup>[16]</sup>。另一项基于 2 808 名墨西哥成年人的研究也显示,果蔬市场的减少与较高的糖尿病患病风险相关<sup>[17]</sup>。

菜市场密度的增加能提高水果摄入量,进而降低居民糖尿病患病风险。大量研究表明较高的菜市场密度与水果摄入增加相关<sup>[18-20]</sup>,而水果富含膳食纤维,能通过影响炎症、肠道菌群等调节血糖水平,进而降低糖尿病患病风险<sup>[21]</sup>。菜市场密度与糖尿病患病风险的正向关联可能源于菜市场提供的加工类食品,其含有较高的盐分和添加剂增加了糖尿病患病风险<sup>[22]</sup>。这些发现为我国以食品环境优化为核心的干预策略奠定了基础,未来研究需要更加深入地探讨食品环境、膳食摄入和健康结局间的复杂交互影响。

研究发现超市密度和<60 岁人群的糖尿病患病风险呈负相关,这与一项基于 4 100 650 名美国退伍军人的纵向队列研究结果一致<sup>[23]</sup>。超市通常能够提供多样且新鲜的水果和蔬菜,促进居民均衡饮食<sup>[24]</sup>,进

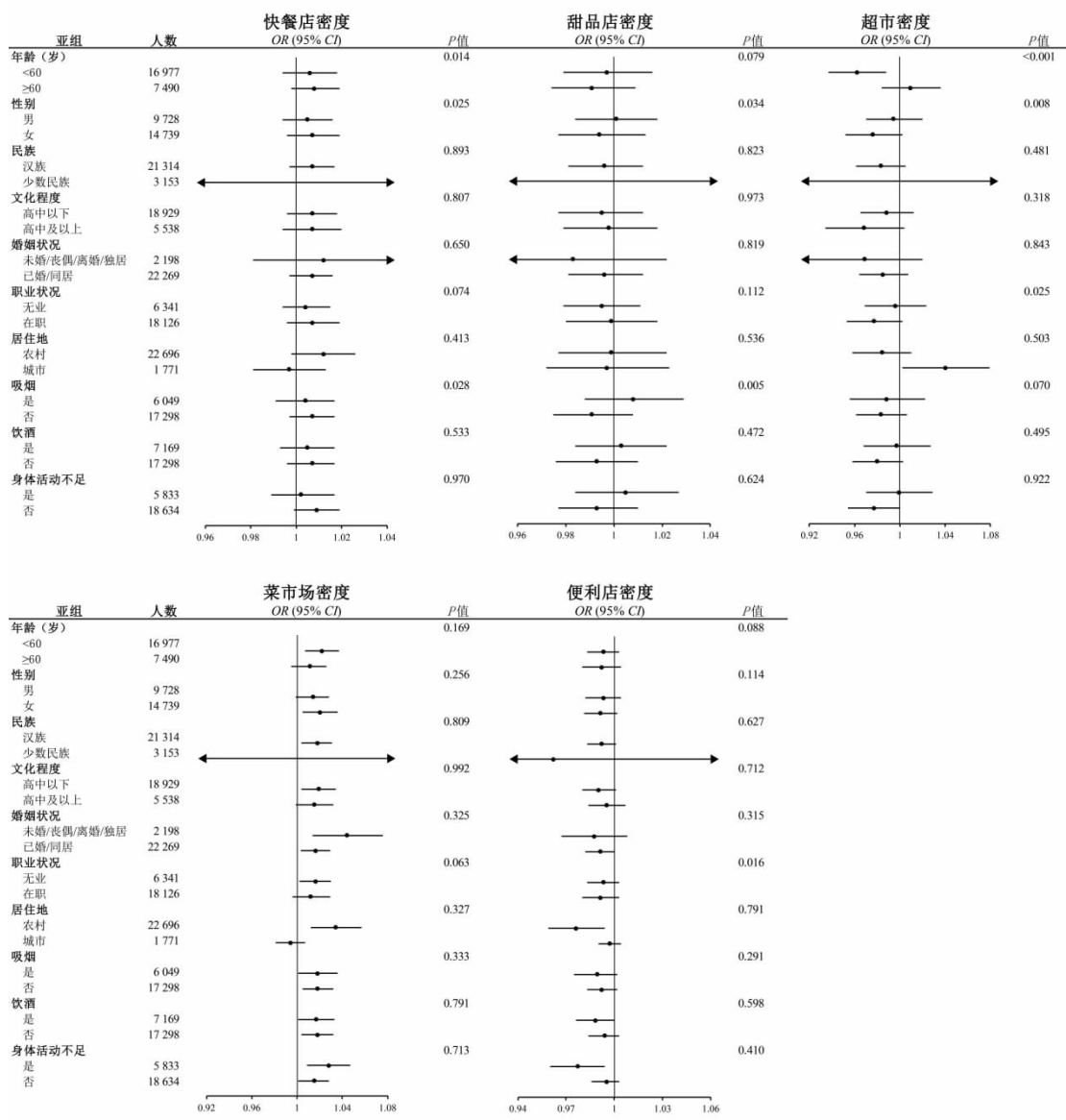
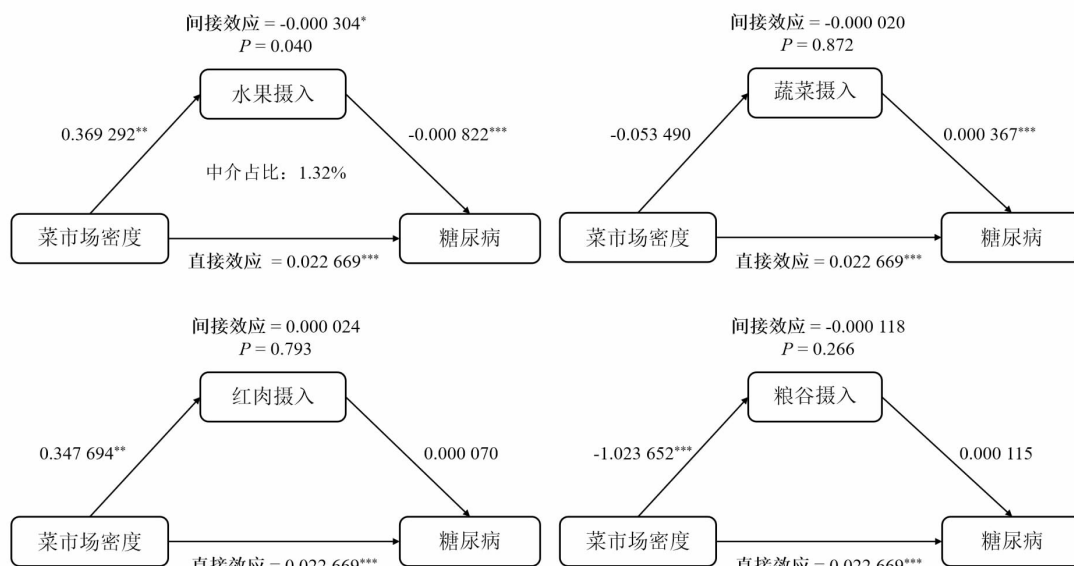


图 1 食品环境与糖尿病患病风险关联的亚组分析

Figure 1 Subgroup analysis of the associations between food environment and diabetes



注: \*  $P < 0.05$ ; \*\*  $P < 0.01$ ; \*\*\*  $P < 0.001$ 。

图 2 食物摄入量在菜市场密度与糖尿病患病风险关联中的中介效应

Figure 2 Mediation effect of food intake on the associations between market density and diabetes

而降低糖尿病患病风险。这些结果表明优化食品环境是降低糖尿病患病风险的潜在途径。

研究首次基于大规模人群队列数据揭示了我国食品环境与居民糖尿病患病风险之间的关联及其中介路径,对我国食品环境优化及糖尿病防控策略的制定具有重要意义。本研究存在局限性。首先,仅考虑了个体在居住区的食品环境暴露,忽视了个体在其他地理空间的食物环境暴露,研究结果可能存在一定偏倚。其次,研究对象来自于湖北省,结果可能无法直接外推到其他地区。此外,慢性病及危险因素监测调查问卷仅纳入了蔬菜、水果、粮谷和红肉的摄入信息,未能考虑其它食物种类的影响,从而限制了本研究评估膳食摄入作为影响路径的全面性。然而,这四类食物在居民日常饮食结构中占据较大比例,研究结果对相关政策的制定仍具有重要的意义。后续随访将优化问卷设计,拓展食物种类来全面评估膳食摄入在关联中的中介作用。最后,横断面研究设计限制了食品环境和糖尿病患病风险的因果关联推断。

综上所述,食品环境对居民糖尿病患病风险具有显著影响且因年龄而异,食物摄入是这一关联的重要中介。研究结果有望促进改善食品环境的公共卫生政策制定,深化推进我国糖尿病防控工作。

利益冲突声明 本研究不存在任何利益冲突

## 参考文献

- [ 1 ] NCD Risk Factor Collaboration (NCD-RisC). Worldwide trends in diabetes prevalence and treatment from 1990 to 2022: a pooled analysis of 1108 population-representative studies with 141 million participants[J]. *Lancet*, 2024, 404(10467): 2077-2093.
- [ 2 ] Zheng Y, Ley SH, Hu FB. Global aetiology and epidemiology of type 2 diabetes mellitus and its complications [J]. *Nature Reviews Endocrinology*, 2018, 14(2): 88-98.
- [ 3 ] Collaborators G2D. Global, regional, and National burden of diabetes from 1990 to 2021, with projections of prevalence to 2050: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2021[J]. *Lancet*, 2023, 402(10397): 203-234.
- [ 4 ] 马越,孔祥婕,彭雯,等. 中国糖尿病疾病负担现状及趋势[J]. *中国预防医学杂志*, 2023, 24(4): 281-286.  
Ma Y, Kong XJ, Peng W, et al. Disease burden and time trends of diabetes in China [J]. *China Preventive Medicine*, 2023, 24(4): 281-286.(In Chinese)
- [ 5 ] Magkos F, Hjorth MF, Astrup A. Diet and exercise in the prevention and treatment of type 2 diabetes mellitus [J]. *Nature Reviews Endocrinology*, 2020, 16(10): 545-555.
- [ 6 ] 沈晶,何莉,安若鹏. 饮食环境对中国居民饮食行为及肥胖的影响[J]. *中华流行病学志*, 2019, 40(10): 1296-1303.  
Shen J, He L, An RP. Food environment and its relation to diet behavior and obesity in China [J]. *Chin J Epidemiol*, 2019, 40(10): 1296-1303.(In Chinese)
- [ 7 ] Rosales CJ, Garcia LM, Jehn M, et al. Relationship between different levels of the Mexican food environment and dietary intake: a qualitative systematic review [J]. *Public Health Nutrition*, 2020, 23(11): 1877-1888.
- [ 8 ] Kusuma D, Atanasova P, Pineda E, et al. Food environment and diabetes mellitus in South Asia: A geospatial analysis of health outcome data[J]. *PLOS Medicine*, 2022, 19(4): e1003970.
- [ 9 ] Ladher N, Hinton R, Veitch E. Challenges of obesity and type 2 diabetes require more attention to food environment[J]. *BMJ (Clinical Research ed.)*, 2023, 383: 2269.
- [ 10 ] Wiki J, Kingham S, Campbell M. A geospatial analysis of Type 2 Diabetes Mellitus and the food environment in urban New Zealand[J]. *Social Science & Medicine*, 2021, 288: 113231.
- [ 11 ] Sproesser G, Ruby MB, Arbit N, et al. Similar or different? Comparing food cultures with regard to traditional and modern eating across ten countries[J]. *Food Research International*, 2022, 157: 111106.
- [ 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.  
Chinese Medical Association Diabetes Branch. Guideline for the prevention and treatment of type 2 diabetes mellitus in China (2020 edition) [J]. *Chinese Journal of Diabetes Mellitus*, 2021, 13(4): 315-409.(In Chinese)
- [ 13 ] Hallal PC, Andersen LB, Bull FC, et al. Global physical activity levels: surveillance progress, pitfalls, and prospects[J]. *Lancet*, 2012, 380(9838): 247-257.
- [ 14 ] 中国营养学会. 中国居民膳食指南(2022)[M]. 北京:中国标准出版社, 2022.  
Chinese Nutrition Society. Dietary guidelines for Chinese residents (2022) [M]. Beijing: China Standards Publishing House, 2022. (In Chinese)
- [ 15 ] Park S, Choi BY, Wang Y, et al. School and neighborhood nutrition environment and their association with students' nutrition behaviors and weight status in Seoul, South Korea [J]. *Journal of Adolescent Health*, 2013, 53(5): 655-662.
- [ 16 ] Dwicaksono A, Brissette I, Birkhead GS, et al. Evaluating the contribution of the built environment on obesity among New York state students [J]. *Health Education & Behavior: the Official Publication of the Society for Public Health Education*, 2018, 45(4): 480-491.
- [ 17 ] Pérez-Ferrer C, Auchincloss AH, Barrientos-gutierrez T, et al. Longitudinal changes in the retail food environment in Mexico and their association with diabetes[J]. *Health & Place*, 2020, 66: 102461.
- [ 18 ] Nogueira LR, Fontanelli MM, Aguiar BS, et al. Access to street markets and consumption of fruits and vegetables by adolescents living in São Paulo, Brazil[J]. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 2018, 15(3): 517.
- [ 19 ] Jilcott PS, Gustafson A, Wu Q, et al. Farmers' market use is associated with fruit and vegetable consumption in diverse southern rural communities[J]. *Nutrition Journal*, 2014, 13: 1.
- [ 20 ] Curioni CC, Boclin K, Silveira IH, et al. Neighborhood food environment and consumption of fruit and leafy vegetables: Pro-Saude Study, Brazil[J]. *Public Health*, 2020, 182: 7-12.
- [ 21 ] Jiang ZL, Sun TY, He Y, et al. Dietary fruit and vegetable intake, gut microbiota, and type 2 diabetes: results from two large human cohort studies[J]. *BMC Medicine*, 2020, 18(1): 371.
- [ 22 ] Shen W, Cai L, Wang B, et al. Associations of a proinflammatory diet,

habitual salt intake, and the onset of type 2 diabetes: A prospective cohort study from the UK Biobank [J]. *Diabetes Obesity & Metabolism*, 2024, 26(6): 2119–2127.

- [ 23 ] Kanchi R, Lopez P, Rummo PE, et al. Longitudinal analysis of neighborhood food environment and diabetes risk in the veterans administration diabetes risk cohort [J]. *JAMA Netw Open*, 2021, 4

(10): e2130789–e2130789.

- [ 24 ] Cameron AJ, Charlton E, Ngan WW, et al. A systematic review of the effectiveness of Supermarket-Based interventions involving product, promotion, or place on the healthiness of consumer purchases [J]. *Current Nutrition Reports*, 2016, 5: 129–138.

收稿日期:2024–12–15

(上接第 1220 页)

CYP2D6 contribute to schizophrenia risk [J]. *Molecular Psychiatry*, 2021, 26(6): 2605–2615.

- [ 5 ] Lei Q, Huang X, Li T, et al. Effects of PM (2.5) pollution and single nucleotide polymorphisms of neurotrophin signaling pathway genes acting together on schizophrenia relapse [J]. *International Archives of Occupational and Environmental Health*, 2023, 96(4): 629–637.
- [ 6 ] Yan J, Xia Q, Sun X, et al. Dysregulation of interleukin-8 is involved in the onset and relapse of schizophrenia: An Independent validation and meta-analysis [J]. *Progress in Neuro-Psychopharmacology & Biological Psychiatry*, 2024, 133: 111018.
- [ 7 ] Zhao XL, Liu YL, Long Q, et al. Abnormal expression of miR-3653-3p, caspase 1, IL-1 $\beta$  in peripheral blood of schizophrenia [J]. *BMC Psychiatry*, 2023, 23(1): 822.
- [ 8 ] Lashgari NA, Roudsari NM, Shamsnia HS, et al. TLR/mTOR inflammatory signaling pathway: novel insight for the treatment of schizophrenia [J]. *Canadian Journal of Physiology and Pharmacology*, 2024, 102(3): 150–160.
- [ 9 ] Zhou LN, Ma XC, Wang W. Immune dysregulation is associated with symptom dimensions and cognitive deficits in schizophrenia: accessible evidence from complete blood count [J]. *BMC Psychiatry*, 2024, 24(1): 48.
- [ 10 ] Šagud M, Madžarac Z, Nedic Erjavec G, et al. The associations of Neutrophil-Lymphocyte, Platelet-Lymphocyte, Monocyte-Lymphocyte ratios and Immune-Inflammation index with negative symptoms in patients with schizophrenia [J]. *Biomolecules*, 2023, 13(2): 297.
- [ 11 ] Pei ZJ, Wu MQ, Zhu WY, et al. Associations of long-term exposure to air pollution with prevalence of pulmonary nodules: A cross-sectional study in Shijiazhuang, China [J]. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 2023, 262: 115311.
- [ 12 ] Yu LI, Liu W, Wang X, et al. A review of practical statistical methods used in epidemiological studies to estimate the health effects of multi-pollutant mixture [J]. *Environmental Pollution*, 2022, 306:

119356.

- [ 13 ] Li HM, Deng WY, Small R, et al. Health effects of air pollutant mixtures on overall mortality among the elderly population using Bayesian kernel machine regression (BKMR) [J]. *Chemosphere*, 2022, 286(Pt 1): 131566.
- [ 14 ] Duan SY, Sun LQ, Zhang CN, et al. Association of platelet-to-lymphocyte ratio with kidney clinicopathologic features and renal outcomes in patients with diabetic kidney disease [J]. *International Immunopharmacology*, 2021, 93: 107413.
- [ 15 ] Boralkar KA, Kobayashi Y, Amsallem M, et al. Value of neutrophil to lymphocyte ratio and its trajectory in patients hospitalized with acute heart failure and preserved ejection fraction [J]. *American Journal of Cardiology*, 2020, 125(2): 229–235.
- [ 16 ] Yu T, Pei W, Xu C, et al. Investigation of peripheral inflammatory biomarkers in association with violence in schizophrenia [J]. *BMC Psychiatry*, 2024, 24(1): 542.
- [ 17 ] Santos UDP, Arbex MA, Braga ALF, et al. Environmental air pollution: respiratory effects [J]. *Jornal Brasileiro de Pneumologia*, 2021, 47(1): e20200267.
- [ 18 ] Glencross DA, Ho TR, Camina N, et al. Air pollution and its effects on the immune system [J]. *Free Radical Biology and Medicine*, 2020, 151: 56–68.
- [ 19 ] Loaiza-Ceballos MC, Marin-Palma D, Zapata W, et al. Viral respiratory infections and air pollutants [J]. *Air Quality, Atmosphere, & Health*, 2022, 15(1): 105–114.
- [ 20 ] Chiu YHM, Wilson A, Hsu HHL, et al. Prenatal ambient air pollutant mixture exposure and neurodevelopment in urban children in the Northeastern United States [J]. *Environmental Research*, 2023, 233: 116394.
- [ 21 ] Zhang YH, Xing ZK, Zhou KC, et al. The predictive role of systemic inflammation response index (SIRI) in the prognosis of stroke patients [J]. *Clinical Interventions in Aging*, 2021, 16: 1997–2007.

收稿日期:2024–10–13