

文章编号: 1000-8020(2023)01-0033-07 · 差异化地域膳食模式对健康与疾病影响专栏 ·

2015年中国老年人膳食纤维摄入与 糖代谢状况的关联性

董卫华¹ 满青青¹ 李裕倩¹ 贾珊珊¹
于冬梅² 赵丽云² 张坚¹ 宋鹏坤¹



1 中国疾病预防控制中心营养与健康所, 国家卫生健康委微量元素与营养重点实验室, 北京 100050; 2 中国疾病预防控制中心营养与健康所, 北京 100050

摘要: 目的 调查全国老年人群膳食纤维摄入状况, 并分析膳食纤维与糖代谢异常的相关性。方法 数据来源于2015年中国成人慢性病与营养状况监测老年人群。利用标准化问卷和测量方法收集调查对象的一般情况和体格状况, 采用3天24小时膳食回顾法收集调查对象的食物摄入。采集空腹静脉血测定空腹血糖、糖化血红蛋白及相关生化指标, 将研究对象分成正常血糖(NG, normal glucose)、糖尿病前期(Pre-DM, pre-diabetes mellitus)和糖尿病(type 2 diabetes mellitus, T2DM)三组。应用Logistic回归模型探讨膳食纤维摄入与Pre-DM和T2DM的关系。结果 共纳入20 996例60岁及以上老年人, 其中男性10 773例(51.3%), 年龄(68.21±6.26)岁; 女性10 223例(48.7%), 年龄(67.67±6.26)岁。共检出Pre-DM 6526例, 总检出率为31.1%, 其中男性3274例, 检出率为30.4%; 女性3252例, 检出率为31.8%。T2DM共检出1572例, 总检出率为7.5%, 其中男性784例, 检出率为7.3%; 女性788例, 检出率为7.7%。不同膳食纤维摄入量组间老年人的平均年龄、体质指数、腰围、收缩压、舒张压、胆固醇、甘油三酯、高密度脂蛋白胆固醇、低密度脂蛋白胆固醇、糖化血红蛋白水平差异存在统计学意义($P < 0.005$)。随膳食纤维摄入量增加, 超重及肥胖、中心性肥胖、血脂异常比例呈上升趋势($P < 0.05$), 高血压患病比例随膳食纤维摄入量的增加呈下降趋势($P < 0.0001$)。调整混杂因素后, 与极低摄入量组相比, 低摄入量组、较低摄入量组和较高摄入量组均与Pre-DM负相关, 其OR值及95%CI分别为0.913(0.838~0.994)、0.861(0.790~0.938)和0.911(0.835~0.993), 膳食纤维较高摄入量组与T2DM负相关, 为0.848(0.726~0.991)。结论 老年人膳食纤维摄入与糖尿病及糖尿病前期相关, 随着膳食纤维摄入量的增加, 糖代谢异常的发生风险降低。

关键词: 膳食纤维 2型糖尿病 老年人 横断面研究
中图分类号: R151 R153 文献标志码: A
DOI: 10.19813/j.cnki.weishengyanjiu.2023.01.006

Relationship between dietary fiber intake and glucose metabolism in the elderly of China in 2015

Dong Weihua¹, Man Qingqing¹, Li Yuqian¹, Jia Shanshan¹,
Yu Dongmei², Zhao Liyun², Zhang Jian¹, Song Pengkun¹

1 National Institute for Nutrition and Health, Chinese Center for Disease Control and Prevention, Key Laboratory of Trace Element Nutrition, National Health Commission, Beijing 100050, China; 2 National Institute for Nutrition and Health,

基金项目: 国家重点研发计划(No.2020YFC2006300, 2020YFC2006303); 中国成人慢性病与营养状况监测(2015年)

作者简介: 董卫华, 男, 硕士研究生, 研究方向: 公共卫生, E-mail: dwh19861535785@163.com

通信作者: 宋鹏坤, 博士, 研究员, 研究方向: 老年营养与慢性病防控, E-mail: songpk@nih.chinacdc.cn

Chinese Center for Disease Control and Prevention, Beijing 100050, China

ABSTRACT: OBJECTIVE To investigate the dietary fiber intake status and analyze the relationship between dietary fiber and glucose metabolic disorder of the elderly in China. **METHODS** Data were collected from the participants of Chinese adult chronic diseases and nutrition surveillance in 2015. General information were collected by standardized questionnaires, anthropometric index and blood pressure of respondents were measured according to standard method. Food intake was collected by three consecutive day 24 h dietary recalls, dietary fiber was calculated through China food composition. Fasting venous blood were collected to measure glucose, HbA1C, and other related biochemical index. Subjects were divided into three groups: normal glucose (NG, normal glucose), pre-diabetes (Pre-DM, pre-diabetes mellitus) and diabetes (T2DM, type 2 diabetes mellitus). Multiple logistic regression model was used to analyze the relationship between dietary fiber intake and Pre-DM as well as T2DM. **RESULTS** A total of 20 996 elderly people aged 60 years and above were included. There 10 773 cases were males (51.3%) and 10 223 cases were females (48.7%), the age of both gender were (68.21±6.26) years and (67.67±6.26) years. A total of 6526 cases of pre-diabetes were detected in 20 996 elderly participants with detection rate of 31.1%. There 3274 cases were male and 3252 cases were female, the detection rates of both genders were 30.4% and 31.8%, respectively. While 1572 participants were detected as T2DM (784 of males and 788 of females), the detection rate of T2DM was 7.5%, 7.3% for males and 7.7% for females. There were significant differences in mean age, BMI, waist circumference, systolic blood pressure, diastolic blood pressure, TC, TG, HDL-C, LDL-C, HbA1c level among different dietary intake groups ($P < 0.005$). With the increase of dietary fiber intake, the proportion of overweight and obesity, central obesity and dyslipidemia showed an increasing trend ($P < 0.05$), and the proportion of hypertension showed a decreasing trend ($P < 0.0001$). After adjusting for potential confounding factors, compared to participants with lowest fiber intake, participants in subgroups of lower, minor lower, and higher fiber intake were associated with decreased risk of pre-diabetes, the OR and 95% CI were (OR = 0.911, 95% CI 0.835–0.993), (OR = 0.861, 95% CI 0.790–0.938) and (OR = 0.913, 95% CI 0.838–0.994), respectively. However, there was only a statistically significant negative association between the higher intake of dietary fiber and T2DM (OR = 0.848, 95% CI 0.726–0.991). **CONCLUSION** Dietary fiber intake was negatively related with diabetes and pre-diabetes mellitus. The risk of glucose metabolic disorder was decreased with the increase of dietary fiber intake.

KEY WORDS: dietary fiber, type 2 diabetes, elderly, cross-sectional study

糖尿病作为一种全球流行病,对人类健康和全球经济构成威胁,在国际卫生议程上作为首要健康问题进行讨论^[1]。在过去几十年中,2型糖尿病(type 2 diabetes mellitus, T2DM)呈指数级增长。根据国际糖尿病联合会报告的统计数据,全球有4.49亿人患有T2DM,预计到2045年这一数字将达到7.02亿^[2]。目前,老年糖尿病患者已经成为糖尿病患病的主流人群。我国老龄化趋势不断加速,到2020年我国老年人口(≥60岁)已有2.6亿,其中老年糖尿病患者约占30%^[3]。老年

患者多以2型糖尿病为主,常合并心脑血管、呼吸系统等多种慢性病。相较于未患糖尿病的老年人,老年糖尿病患者更容易发生过早死亡、功能性残疾、肌肉衰减等问题。据统计,患有糖尿病的中老年人的心血管风险增加了2~4倍,是T2DM患者死亡和发病的主要原因^[4]。在当前对糖尿病的干预中,低碳水、高膳食纤维的饮食方案是一个重要的非药物治疗方法。在膳食纤维摄入量与T2DM发病风险的大型前瞻性队列研究的结果中明确表明,摄入大量不溶性谷物纤维(在大多数

研究中为 30 g/d) 或富含谷物纤维的全谷物产品(在大多数研究中为 30~40 g/d)可以降低 IR 和患 T2DM 的风险约 20%~30%^[5]。

然而,目前我国老年人膳食纤维摄入状况研究仍缺乏代表性数据,不同膳食纤维摄入水平对老年人糖代谢状态的影响有待深入分析。因此本研究选择 2015 年中国成人慢性病与营养状况监测项目中的 60 岁及以上人群为研究对象,分析老年人膳食纤维摄入水平和糖代谢状况,并探讨膳食纤维摄入量与老年人群糖尿病及糖尿病前期之间的关系,为老年糖尿病防治措施和策略提供参考依据。

1 对象与方法

1.1 调查对象

2015 年中国成人慢性病与营养状况监测(以下简称“营养监测”)项目在全国 31 个省(自治区、直辖市)和新疆建设兵团开展,以 605 个中国死因监测系统的监测县(区)为基础选择监测点,考虑到城市地域和城乡等分层因素的分布均衡性以及现有工作基础和条件,最终选取了 302 个监测点,每个监测点调查约 612 人。本研究最终共纳入 60 岁及以上老年人 20 996 例,其中男性 10 773 例(51.3%),年龄(68.21±6.26)岁;女性 10 223 例(48.7%),年龄(67.67±6.26)岁。具体抽样方案详见参考文献[6],此次监测经中国疾病预防控制中心伦理委员会审核通过(No. 201519-B),所有调查对象均签署知情同意书。

1.2 调查方法

1.2.1 数据收集 采用平板电脑收集调查对象基本情况,包括年龄、性别、身体活动水平、吸烟和饮酒状况等。

1.2.2 医学体检 所有项目均由两名以上培训合格的调查员采用标准方法测定。在研究对象早晨空腹状态下,脱鞋摘帽并穿轻便衣服,测量身高、体重和腰围,其中身高测量单位为厘米,精确度为 0.1 cm,测量一次;体重测量单位为千克,精确度为 0.1 kg,测量一次;体质指数(body mass index, BMI)按体重(kg)除以身高的平方(m²)来计算。腰围测量单位为厘米,精确到 0.1 cm,测量两次取平均值。测量血压时应在安静温暖的房间中进行,被测者应穿宽松的衣服,测量前 1 小时避免做剧烈运动、进食、喝饮料等,保持精神放松状态安静休息 5 分钟后,由经过培训和考核合格的测量员进行测量,重复测量血压 3 次,结果取整数,每两次测量间隔 30 秒钟,采用收缩压和舒张

压 3 次测量数值的均值进行分析。

1.2.3 实验室检测 实验室检测分为血样采集保存和血样测定两个部分,取空腹 10~14 h 静脉血 8 mL,采用葡萄糖氧化酶法测定血糖(Glu),采用高效液相色谱法测定糖化血红蛋白(HbA1c),采用胆固醇氧化酶-氨基安替吡啉酚法(CHOD-PAP)测定总胆固醇(total cholesterol, TC),采用磷酸甘油氧化酶-4-氯酸法测定甘油三酯(triglyceride, TG),采用直接法测定高密度脂蛋白胆固醇(high-density lipoprotein cholesterol, HDL-C)和低密度脂蛋白胆固醇(low-density lipoprotein cholesterol, LDL-C)。

1.2.4 膳食调查 通过面对面询问方式,采用称重法、24 h 膳食回顾法进行膳食调查。用称重记录法调查家庭连续 3 天(2 个工作日、1 个休息日)各种食用油、盐、味精等主要调味品的消费情况,同时登记家庭用餐人日数。采用 24 h 膳食回顾法收集家庭成员连续 3 天(2 个工作日、1 个休息日)的 24 h 膳食摄入情况,包括主食、副食、零食、水果、饮料等,并利用中国食物成分表计算膳食纤维摄入量。

1.3 诊断标准

1.3.1 糖尿病前期及糖尿病 新诊糖尿病是指空腹血糖(fasting plasma glucose, FPG)≥7.0 mmol/L 或 HbA1c≥6.5%。糖尿病前期是根据美国糖尿病学会标准,定义为 5.6 mmol/L≤FPG<7.0 mmol/L 或 5.7%≤HbA1c<6.5%^[7]。正常血糖(normal glucose, NG)是指 FPG<5.6 mmol/L 且 HbA1c<5.7%。

1.3.2 体质指数 按照《中国成年人超重和肥胖症预防与控制指南》^[8]对体质指数进行划分: BMI<18.5 kg/m² 为过瘦, 18.5 kg/m²≤BMI<24 kg/m² 为正常, 24 kg/m²≤BMI<28 kg/m² 为超重, BMI≥28 kg/m² 为肥胖。

1.3.3 高血压 高血压被定义为收缩压≥140 mmHg 和(或)舒张压 DBP≥90 mmHg。

1.3.4 血脂异常 按照中国成人血脂异常防治指南(2016 年修订版)^[9], TC≥6.21 mmol/L 为异常; TG≥2.26 mmol/L 为异常; HDL-C<1.03 mmol/L 为异常; LDL-C≥4.16 mmol/L 为异常。

1.3.5 腹型肥胖 男性腰围≥90 cm, 女性腰围≥85 cm^[8] 为腹型肥胖。

1.3.6 其他协变量定义及分组 本研究中膳食纤维摄入量呈偏态分布,与空腹血糖水平未表现出明显线性关系,同时为便于解释研究结果,因此将研究对象膳食纤维摄入水平按四分位数进行分

组,分别为:极低摄入量组(<5.57 g/d, Q1)、低摄入量组($5.57 \sim 8.21$ g/d, Q2)、较低摄入量组($8.22 \sim 12.56$ g/d, Q3)、较高摄入量组(≥ 12.57 g/d, Q4)。根据世界卫生组织对于老年人群的分类标准,将研究对象分为3个年龄段:年轻老年组(60~74岁组)、老老年组(75~89岁组)及长寿老年组(≥ 90 岁组)^[10]。身体活动充足(按WHO推荐标准,每周超过150分钟中等强度身体活动)、吸烟(过去30天内吸过1次)、饮酒(过去1年饮过1次)、收入(低收入:未回应或者家庭人均总收入小于5000元、中等收入:5000~9999元、高收入: ≥ 10000 元)。见表1。

表1 变量分组及赋值

变量	分组及赋值
血糖特征	正常血糖=0、糖尿病前期=1、糖尿病=2
膳食纤维摄入量	极低摄入量组(<5.57 g/d)=0、低摄入量组($5.57 \sim 8.21$ g/d)=1、较低摄入量组($8.22 \sim 12.56$ g/d)=2、较高摄入量组(≥ 12.57 g/d)=3
年龄	60~74岁=0、75~89岁=1、 ≥ 90 岁=2
性别	男性=1、女性=2
文化程度	初中以下=0、初中=1、高中及以上=2
收入水平	<5000 =1、5000~9999=2、 ≥ 10000 =3
身体活动是否充足	否=0、是=1
吸烟	否=0、是=1
饮酒	否=0、是=1
慢性病家族史	否=0、是=1
睡眠时间	<6 h/d=0、6~8 h/d=1、 >8 h/d=2
体质指数	低体重=0、体重正常=1、超重=2、肥胖=3
腰围	正常腰围=0、中心性肥胖=1
血压	正常血压=0、高血压=1
血脂	正常血脂=0、高血脂=1

1.4 统计学分析

数据由项目组设计的数据管理信息平台进行统一录入,采用SAS 9.4软件进行数据清理和统计学分析。按照统一的清理规则,剔除基本信息、BMI、腰围、血压、血脂、血糖、膳食纤维摄入量等信息缺失及不符合逻辑者。对分类变量采用率或构成比表示,组间比较采用卡方检验。定量变量以均数 \pm 标准差($\bar{x} \pm s$)表示,不同糖代谢状况的组间比较采用方差分析,采用二分类Logistic回归分析膳食纤维摄入与糖尿病及糖尿病前期患病情况的关系,以 $P < 0.05$ 为差异有统计学

意义。

2 结果

2.1 纳入研究对象一般情况

研究对象的一般特征如表2所示,在20996名老年人中,共检出6526例Pre-DM,总检出率为31.1%,其中男性3274例,检出率为30.4%;女性3252例,检出率为31.8%。T2DM共检出1572例,总检出率为7.5%,其中男性784例,检出率为7.3%;女性788例,检出率为7.7%。3组间的性别、年龄、文化程度、收入、身体活动水平、吸烟和饮酒状况、慢性病家族史差异都有统计学意义($P < 0.05$)。

2.2 不同膳食纤维摄入量分组下研究对象的一般特征

由表3可见,膳食摄入量组间老年人的平均年龄、BMI水平、腰围、收缩压、舒张压、TC、TG、HDL-C、LDL-C、糖化血红蛋白水平差异都有统计学意义。随着膳食纤维摄入量的增加,男性占比、超重、肥胖、中心性肥胖及血脂异常患病情况呈上升趋势,老年人的平均年龄、高血压患病情况随膳食纤维摄入量的增加呈下降趋势($P < 0.0001$)。

2.3 多因素 Logistic 回归分析结果

表4中模型1调整年龄、性别、BMI、收入、文化程度、吸烟、饮酒后,在Pre-DM分析结果中,不同膳食摄入量组显示出对糖尿病前期的保护意义;在T2DM分析结果中,仅在较高摄入量组中显示出保护意义。模型2在模型1的基础上调整腰围、睡眠、慢性病家族史,在Pre-DM分析结果中,不同摄入组均显示出保护意义,在T2DM分析结果中同样仅在较高摄入量组中显示出保护意义。

3 讨论

在过去的几十年中,饮食因素已被证明在T2DM的预防和管理中起着重要作用。在这些饮食因素中,膳食纤维对T2DM患者血糖的控制效果一直备受关注。在MEYER等^[11]的研究中,平均摄入26 g/d膳食纤维的女性比13 g/d的女性患糖尿病的风险降低了22%。在日本人群中观察到同样结果,较高的膳食纤维摄入量与较低的T2DM的风险有关^[12]。本研究中,在调整性别、身体活动水平、饮酒、BMI水平等因素后,增加膳食纤维的摄入显示出对T2DM的保护作用($P < 0.05$),可以证明,增加膳食纤维的摄入可以有效改善老年人T2DM的患病情况。

表 2 研究对象一般特征 [$(\bar{x} \pm s) / n (r / \%)$]

指标	NG 组	Pre-DM 组	T2DM 组	F 值/ χ^2 值	P 值
例数	12898(61. 4)	6526(31. 1)	1572(7. 5)		
性别					
男	6715(52. 0)	3274(30. 4)	784(7. 3)	7. 63	0. 0221
女	6183(48. 0)	3252(31. 8)	788(7. 7)		
年龄 / 岁	67. 93 \pm 6. 31	67. 89 \pm 6. 19	68. 28 \pm 6. 15	4. 45	0. 0116
60~74	8878(68. 8)	4496(68. 9)	1048(66. 7)	4. 43	0. 0119
75~89	3297(25. 6)	1680(25. 7)	428(27. 2)		
\geq 90	723(5. 6)	350(5. 4)	96(6. 1)		
文化程度					
初中以下	9254(71. 7)	4434(67. 9)	1043(66. 4)	41. 91	<0. 0001
初中	2352(18. 2)	1355(20. 8)	338(21. 5)		
高中及以上	1292(10. 1)	737(11. 3)	191(12. 1)		
收入水平					
低(<5000)	8961(69. 4)	4256(65. 2)	959(61. 0)	72. 43	<0. 0001
中(5000~9999)	213(1. 8)	111(1. 7)	23(1. 5)		
高(\geq 10000)	3724(28. 8)	2159(33. 1)	590(37. 5)		
身体活动充足					
否	4421(34. 2)	2344(35. 9)	664(42. 3)	40. 04	<0. 0001
是	8477(65. 8)	4182(64. 1)	908(57. 7)		
吸烟					
否	9326(72. 3)	4943(75. 8)	1204(76. 5)	33. 77	<0. 0001
是	3572(27. 7)	1583(24. 2)	368(23. 5)		
饮酒					
否	10320(80. 1)	5122(78. 4)	1275(81. 1)	8. 54	0. 0140
是	2578(19. 9)	1404(21. 6)	297(18. 9)		
睡眠时间 / (h/d)	7. 59 \pm 1. 71	7. 56 \pm 1. 67	7. 56 \pm 1. 67	1. 69	0. 1846
<6	1450(11. 2)	699(10. 7)	176(11. 2)	1. 70	0. 1829
6~8	7844(60. 8)	4109(63. 0)	976(62. 1)		
>8	3604(28. 0)	1718(26. 3)	420(26. 7)		
慢性病家族史					
否	10047(77. 8)	4864(74. 5)	1171(74. 4)	31. 54	<0. 0001
是	2851(22. 2)	1662(25. 5)	401(25. 6)		

注: NG: 正常血糖, Pre-DM: 糖尿病前期, T2DM: 2 型糖尿病

本研究中老年人平均膳食纤维摄入量为 11. 65 g/d, 低于目前对一般人群膳食纤维的推荐摄入量 25~35 g, 中国糖尿病医学营养治疗指南 (2022 版) 对糖尿病人膳食纤维的建议摄入水平为 25~36 g/d^[13]。在本研究所有年龄组中, 每日膳食纤维摄入量低于 30 g 的老年人超过了 90%, 这与其他国家研究结果非常相似^[14]。根据 2002 年中国国家健康与营养调查数据, 中国糖尿病患者的可溶性膳食纤维平均每日摄入量仅为 5. 5 g, 远低于美国糖尿病学会 (ADA) 建议的糖尿病患者每天摄入 14 g/1000 kcal 的膳食纤维^[15]。2015 年中国成人慢性病与营养监测调查结果显示, 中国成年人膳食纤维总平均摄入量为 9. 7 g/d, 所有人群中, 60 岁老年人摄入量最低, 在 1982 年至 2015 年期间谷物和膳食纤维的摄入呈下降趋

势^[16]。这些改变可能是由于过去几十年间经济发展带来膳食结构的改变以及精制谷物消费的增加所致。

虽然本研究中老年人膳食纤维摄入量远低于建议水平, 但在多因素分析中, 随着膳食纤维的增加仍然表现出对糖尿病结局的积极影响, 相比于较低的膳食纤维摄入组, 更高的膳食纤维摄入量对糖尿病患病率呈现明显的负相关, 证明通过膳食纤维摄入的增加改善 Pre-DM 和 T2DM 的患病情况是可行的。在其他研究中, Tan 等^[17]用可溶性玉米纤维代替总碳水化合物可有效降低餐后血糖反应。增加可溶性膳食纤维的摄入量还能进一步改善 T2DM 患者的代谢指标, 摄入 10 g/d 可溶性膳食纤维可显著改善腰围和臀围以及 TG 和载脂蛋白 A 的水平, 20 g/d 可显著改善空腹血

表3 不同膳食纤维摄入量水平下 20996 名研究对象分布特征 [($\bar{x}\pm s$)/n(r/%)]

指标	极低摄入量组	低摄入量组	较低摄入量组	较高摄入量组	F 值/ χ^2 值	P 值
年龄/岁	68.94±6.83	68.03±6.20	67.56±5.96	67.24±5.86	58.06	<0.0001
60~74	4117(77.3)	4348(82.6)	4444(84.6)	4443(86.3)	170.90	<0.0001
75~89	1181(22.2)	908(17.2)	794(15.1)	692(13.4)		
≥90	31(0.5)	12(0.2)	12(0.2)	14(0.3)		
性别					124.27	<0.0001
男	2458(46.1)	2601(49.4)	2824(53.8)	2890(56.1)		
女	2871(53.9)	2667(50.6)	2426(46.2)	2259(43.9)		
BMI	24.48±3.69	23.86±3.58	24.16±3.65	24.35±3.76	58.75	<0.0001
低体重	348(6.5)	258(4.9)	217(4.1)	173(3.4)	128.44	<0.0001
体重正常	2734(51.3)	2617(49.7)	2442(46.5)	2321(45.0)		
超重	1663(31.2)	1770(33.6)	1875(35.7)	1925(37.4)		
肥胖	584(11.0)	623(11.8)	716(13.7)	730(14.2)		
腰围/cm	81.80±10.42	82.91±10.35	83.46±10.35	84.13±10.26	43.39	<0.0001
中心性肥胖	1670(31.3)	1749(33.2)	1826(34.8)	1852(36.0)	28.02	<0.0001
收缩压/mmHg	146.16±22.90	145.81±22.41	145.38±21.22	143.54±20.82	10.94	<0.0001
舒张压/mmHg	79.55±12.02	80.27±11.62	80.28±11.27	79.77±11.16	6.01	0.0004
高血压	3090(58.0)	3023(57.4)	3038(57.9)	2819(54.7)	40.23	<0.0001
TC/(mmol/L)	5.00±0.98	4.95±0.98	4.90±0.95	4.88±0.95	16.35	<0.0001
TG/(mmol/L)	1.45±1.01	1.47±1.00	1.47±0.98	1.50±1.01	4.80	0.0024
LDL-C/(mmol/L)	3.11±0.87	3.09±0.87	3.05±0.84	3.05±0.83	4.34	0.0046
HDL-C/(mmol/L)	1.36±0.36	1.33±0.34	1.31±0.34	1.29±0.34	33.14	<0.0001
血脂异常	1789(33.6)	1815(34.5)	1817(34.6)	1845(35.8)	5.53	0.0190
空腹血糖/(mmol/L)	5.52±1.27	5.52±1.36	5.48±1.23	5.50±1.22	1.26	0.2852
糖化血红蛋白	5.07±0.79	5.10±0.85	5.11±0.80	5.15±0.82	15.12	<0.0001
血糖正常	3232(60.6)	3269(62.1)	3270(62.3)	3127(60.7)	7.39	0.2862
糖尿病前期	1698(31.9)	1609(30.5)	1574(30.0)	1645(32.0)		
糖尿病	399(7.5)	390(7.4)	406(7.7)	377(7.3)		

表4 多因素 Logistic 回归结果

变量	参数估计	Wald χ^2	P 值	OR 值	95%CI 值	
Pre-DM						
模型 1 ⁽¹⁾	Q1			1.000		
	Q2	-0.0901	4.3338	0.0374	0.914	0.839~0.995
	Q3	-0.1463	11.1884	0.0008	0.864	0.793~0.941
	Q4	-0.0888	4.0578	0.0440	0.915	0.839~0.998
模型 2 ⁽¹⁾	Q1			1.000		
	Q2	-0.0913	4.4400	0.0351	0.913	0.838~0.994
	Q3	-0.1499	11.7076	0.0006	0.861	0.790~0.938
	Q4	-0.0937	4.4889	0.0341	0.911	0.835~0.993
T2DM						
模型 1 ⁽¹⁾	Q1			1.000		
	Q2	-0.0633	0.6782	0.4102	0.939	0.807~1.091
	Q3	-0.0924	1.4516	0.2283	0.912	0.785~1.060
	Q4	-0.1694	4.6045	0.0319	0.844	0.723~0.985
模型 2 ⁽¹⁾	Q1			1.000		
	Q2	-0.0642	0.6964	0.4040	0.938	0.806~1.090
	Q3	-0.0907	1.3913	0.2382	0.913	0.786~1.062
	Q4	-0.1646	4.3116	0.0379	0.848	0.726~0.991

注: (1) 模型 1 调整年龄、性别、BMI、收入、文化水平、吸烟、饮酒 模型 2 在模型 1 的基础上调整腰围、睡眠、慢性病家族史; Q1: 极低摄入量组、Q2: 低摄入量组、Q3: 较低摄入量组、Q4: 较高摄入量组; Pre-DM: 糖尿病前期, T2DM: 2 型糖尿病、低密度脂蛋白水平和 IR 指数^[18]。NGUYEN 等^[19]通过豆渣增加膳食纤维的摄入,有效地改善了 T2DM 患者的血糖,每天 60 g 豆渣的摄入可将空腹血糖从 6.3 mmol/L 降低至 5.4 mmol/L ($P < 0.05$)。但也有研究指出,在日常饮食中添加适量(4~19 g)的纤维补充剂在血糖控制方面几乎没有改善^[20]。膳食纤维种类繁多,多具有降血糖、稳定餐后血糖水平的作用,降糖及稳定餐后血

糖作用机制既有联系又有区别,两者协同作用更有助于控制 T2DM 的发展。本研究中老年人膳食纤维摄入普遍不足,考虑到膳食纤维对健康的重要性,建议应按照中国居民膳食指南和本研究结果合理搭配膳食,增加富含膳食纤维食物如全谷物、蔬菜、水果、大豆的摄入,适当减少高脂肉类的摄入,鼓励居民保持健康体重。

本研究不足之处在于,首先,横断面研究只能分析膳食纤维与糖代谢异常之间的相关性,尽管剔除了已患糖尿病并且采取相关治疗措施的老年人,同时调整了其他的影响因素,仍不能得出两者的因果关系;其次,老年人的膳食摄入状况不可避免的存在回忆偏倚,可能对结果产生影响。尽管如此,本研究基于 2015 年中国成人慢性病与营养状况监测的代表性大样本数据进行了深入分析,研究发现可为防治老年人 T2DM 提供重要证据,未来应进一步在中老年人群开展高膳食纤维食物与 T2DM 的随访及干预研究,为改善老年人糖代谢状况及提升生活质量做出科学指导。

参考文献

- [1] ZIMMET P Z , MAGLIANO D J , HERMAN W H , et al. Diabetes: a 21st century challenge [J]. *Lancet Diabetes Endocrinol* 2014 , 2(1) : 56-64.
- [2] JIN F , ZHANG J , SHU L , et al. Association of dietary fiber intake with newly-diagnosed type 2 diabetes mellitus in middle-aged Chinese population [J]. *Nutr J* 2021 , 20(1) : 81.
- [3] 中国 2 型糖尿病防治指南(2020 年版) (上) [J]. *中国实用内科杂志* 2021 , 41(8) : 668-695.
- [4] DAL CANTO E , CERIELLO A , RYDÉN L , et al. Diabetes as a cardiovascular risk factor: an overview of global trends of macro and micro vascular complications [J]. *Eur J Prev Cardiol* 2019 , 26(2_ suppl) : 25-32.
- [5] WEICKERT M O , PFEIFFER A. Impact of dietary fiber consumption on insulin resistance and the prevention of type 2 diabetes [J]. *J Nutr* 2018 , 148 (1) : 7-12.
- [6] YU D , ZHAO L , ZHANG J , et al. China Nutrition and Health Surveys (1982-2017) [J]. *China CDC Wkly* 2021 , 3(9) : 193-195.
- [7] Diagnosis and classification of diabetes mellitus [J]. *Diabetes Care* 2013 , 36(Suppl 1) : S67-S74.
- [8] CHEN C , LU F C. The guidelines for prevention and control of overweight and obesity in Chinese adults [J]. *Biomed Environ Sci* 2004 , 17(Suppl) : 1-36.
- [9] 诸骏仁 , 高润霖 , 赵水平 , 等. 中国成人血脂异常防治指南(2016 年修订版) [J]. *中华健康管理学杂志* 2017 , 11(1) : 7-28.
- [10] 陈吉海 , 史晓兰 , 陆冰 , 等. 不同年龄组老年肌肉减少症患者的特点分析 [J]. *中华老年医学杂志* , 2022 , 41(4) : 388-392.
- [11] MEYER K A , KUSHI L H , JACOBS D J , et al. Carbohydrates , dietary fiber , and incident type 2 diabetes in older women [J]. *Am J Clin Nutr* 2000 , 71(4) : 921-930.
- [12] KIMURA Y , YOSHIDA D , HIRAKAWA Y , et al. Dietary fiber intake and risk of type 2 diabetes in a general Japanese population: the hisayama study [J]. *J Diabetes Investig* 2021 , 12(4) : 527-536.
- [13] 中国医疗保健国际交流促进会营养与代谢管理分会 , 中国营养学会临床营养分会 , 中华医学会糖尿病学分会 , 等. 中国糖尿病医学营养治疗指南(2022 版) [J]. *中华糖尿病杂志* 2022 , 14(9) : 881-933.
- [14] SELJAK B K , VALENCIČ E , HRISTOV H , et al. Inadequate intake of dietary fibre in adolescents , adults , and elderlies: results of slovenian representative si. menu study [J]. *Nutrients* 2021 , 13(11) : 18.
- [15] YU K , KE M Y , LI W H , et al. The impact of soluble dietary fibre on gastric emptying , postprandial blood glucose and insulin in patients with type 2 diabetes [J]. *Asia Pac J Clin Nutr* 2014 , 23(2) : 210-218.
- [16] YU D , ZHAO L , ZHAO W. Status and trends in consumption of grains and dietary fiber among Chinese adults (1982-2015) [J]. *Nutr Rev* 2020 , 78(Suppl 1) : 43-53.
- [17] TAN W , CHIA P , PONNALAGU S , et al. The role of soluble corn fiber on glycemic and insulin response [J]. *Nutrients* 2020 , 12(4) : 18.
- [18] CHEN C , ZENG Y , XU J , et al. Therapeutic effects of soluble dietary fiber consumption on type 2 diabetes mellitus [J]. *Exp Ther Med* 2016 , 12(2) : 1232-1242.
- [19] NGUYEN L T , NGUYEN T H , NGUYEN L T , et al. Okara improved blood glucose level in vietnamese with type 2 diabetes mellitus [J]. *J Nutr Sci Vitaminol (Tokyo)* 2019 , 65(1) : 60-65.
- [20] WHEELER M L , DUNBAR S A , JAACKS L M , et al. Macronutrients , food groups , and eating patterns in the management of diabetes: a systematic review of the literature , 2010 [J]. *Diabetes Care* 2012 , 35 (2) : 434-445.

收稿日期: 2022-09-30