

膳食模式对社区管理 2 型糖尿病患者血糖控制影响的研究

雷丽云¹ 秦莉^{1,2} 王占国^{1,3} 王君^{1,4} 赵群^{1,5} 姬超琴^{1,6} 陈波⁷ 张庆军⁸ 周芳⁸
武鸣⁹ 周金意⁹ 王文娟¹

¹中国疾病预防控制中心慢性非传染性疾病预防控制中心肥胖与代谢性疾病防控室,北京 100050;²北京市公共卫生应急管理中心监测预警科,北京 100053;³廊坊经济技术开发区卫生监督所,廊坊 065001;⁴中国疾病预防控制中心环境与健康相关产品安全所环境与人群健康重点实验室,北京 100021;⁵北京市通州区疾病预防控制中心传染病与地方病控制科,北京 101100;⁶北京市通州区疾病预防控制中心慢性病防治科,北京 101100;⁷中国疾病预防控制中心慢性非传染性疾病预防控制中心重点慢病防控实验室,北京 100050;⁸湖北省疾病预防控制中心慢性非传染性疾病预防控制中心,武汉 430079;⁹江苏省疾病预防控制中心慢性非传染病防制所,南京 210009
通信作者:王文娟,Email:wwj63131779@126.com

【摘要】目的 了解膳食对社区管理 2 型糖尿病(T2DM)患者血糖控制的影响,为实施针对糖尿病患者的防治策略和措施提供依据。**方法** 于 2015 年在常熟市和武汉市随机抽取 8 个社区,对进行社区管理的 T2DM 患者进行问卷调查、身体测量和血糖检测。研究采用因子分析获得膳食模式。并分别以 FPG、餐后 2 h 血糖控制是否达标为因变量,进行非条件多因素 logistic 回归分析影响因素。**结果** 最终共纳入 1 818 名 T2DM 患者,患者 FPG 控制率为 57.59%(95%CI:55.30%~59.86%),餐后 2 h 血糖控制率为 24.90%(95%CI:22.93%~26.91%);因子分析得到 5 种膳食模式:动物性食物模式、水果-水产-薯类模式、蔬菜-谷物模式、蛋-奶-豆模式和油盐模式。非条件多因素 logistic 回归分析显示,调整其他因素后,FPG 达标概率降低与动物性食物模式($OR=0.71, 95\%CI:0.52\sim0.98$)、水果-水产-薯类模式($OR=0.71, 95\%CI:0.51\sim0.97$)相关,餐后 2 h 血糖达标概率降低与水果-水产-薯类模式($OR=0.60, 95\%CI:0.40\sim0.90$)相关,FPG 和餐后 2 h 血糖达标概率增加均与蔬菜-谷物模式($OR=1.41, 95\%CI:1.03\sim1.94; OR=1.68, 95\%CI:1.13\sim2.51$)、蛋-奶-豆模式($OR=1.75, 95\%CI:1.25\sim2.46; OR=1.56, 95\%CI:1.00\sim2.42$)有关。与蛋-奶-豆模式 Q_4 组相比,膳食模式组合(水果-水产-薯类模式 Q_4 组、蔬菜-谷物模式 Q_2 组、蛋-奶-豆模式 Q_3 组)FPG 控制达标可能性更高($OR=6.79, 95\%CI:1.15\sim40.23, P=0.035$);与蔬菜-谷物模式 Q_4 组相比,膳食模式组合(水果-水产-薯类模式 Q_4 组、蔬菜-谷物模式 Q_3 组、蛋-奶-豆模式 Q_2 组、油盐模式 Q_2 组)餐后 2 h 血糖控制达标可能性更高($OR=12.78, 95\%CI:1.26\sim130.05, P=0.031$)。**结论** 搭配得当的膳食模式及膳食模式组合更有利于武汉市和常熟市社区管理 T2DM 患者的 FPG 和餐后 2 h 血糖控制,应加强患者营养教育,提高患者食物搭配能力。

【关键词】 糖尿病, 2 型; 膳食模式; 血糖控制

基金项目:世界糖尿病基金会(WDF13-805)

DOI:10.3760/cma.j.cn112338-20230706-00418

收稿日期 2023-07-06 本文编辑 张婧

引用格式:雷丽云,秦莉,王占国,等.膳食模式对社区管理 2 型糖尿病患者血糖控制影响的研究[J].中华流行病学杂志,2024,45(2):242-249. DOI:10.3760/cma.j.cn112338-20230706-00418.

Lei LY, Qin L, Wang ZG, et al. Study of the effects of dietary patterns on glycemic control in community type 2 diabetic mellitus patients[J]. Chin J Epidemiol, 2024, 45(2):242-249. DOI:10.3760/cma.j.cn112338-20230706-00418.



Study of the effects of dietary patterns on glycemic control in community type 2 diabetic mellitus patients

Lei Liyun¹, Qin Li^{1,2}, Wang Zhanguo^{1,3}, Wang Jun^{1,4}, Zhao Qun^{1,5}, Ji Chaoqin^{1,6}, Chen Bo⁷, Zhang Qingjun⁸, Zhou Fang⁸, Wu Ming⁹, Zhou Jinyi⁹, Wang Wenjuan¹

¹Obesity and Metabolic Disease Prevention and Control Room, National Center for Chronic and Non-communicable Disease Control and Prevention, Chinese Center for Disease Control and Prevention, Beijing 100050, China; ²Department for Surveillance and Early Warning, Beijing Center for Public Health Emergency Management, Beijing 100053, China; ³Health Supervision Institute, Langfang Economic and Technological Development Zone, Langfang 065001, China; ⁴Key Laboratory of Environment and Population Health, National Institute of Environmental Health, Chinese Center for Disease Control and Prevention, Beijing 100021, China; ⁵Department of Infectious Disease and Endemic Disease Control, Beijing Tongzhou District Center for Disease Control and Prevention, Beijing 101100, China; ⁶Chronic Disease Prevention and Treatment Department, Beijing Tongzhou District Center for Disease Control and Prevention, Beijing 101100, China; ⁷Cancer and Key Chronic Disease Control and Prevention Laboratory, National Center for Chronic and Non-communicable Disease Control and Prevention, Chinese Center for Disease Control and Prevention, Beijing 100050, China; ⁸Institute of Chronic and Non-communicable Diseases, Hubei Provincial Center for Disease Control and Prevention, Wuhan 430079, China; ⁹Department of Chronic and Non-communicable Disease Control and Prevention, Jiangsu Provincial Center for Disease Control and Prevention, Nanjing 210009, China
Corresponding author: Wang Wenjuan, Email: wwj63131779@126.com

[Abstract] Objective To understand the impact of diet on glycemic control in community-managed patients with type 2 diabetes mellitus (T2DM) and provide evidence for implementing prevention strategies and measures for diabetes patients. **Methods** Eight communities were randomly selected from Changshu and Wuhan in 2015, and T2DM patients managed in the community were selected to conduct questionnaire surveys, physical measurements, and blood glucose testing. Factor analysis was used to obtain dietary patterns. A binary logistic regression model was used to analyze the factors affecting glycemic control. **Results** Finally, 1 818 T2DM patients were included, and the control rate of FPG was 57.59% (95%CI: 55.30%-59.86%), and the control rate of 2 h postprandial blood glucose (2 h PBG) was 24.90% (95%CI: 22.93%-26.91%). Five dietary patterns were obtained by factor analysis: animal food pattern, fruit-aquatic products-potato patterns, vegetable-grain pattern, egg-milk-bean pattern, and oil-salt patterns. No-conditional multivariate logistic regression analysis showed that after adjusting for confounding factors, the reduced probability of FPG control was related to animal food pattern ($OR=0.71$, 95%CI: 0.52-0.98) and fruit-aquatic products-potato patterns ($OR=0.71$, 95%CI: 0.51-0.97). The decrease in the 2 h PBG control probability was related to fruit-aquatic products-potato patterns ($OR=0.60$, 95%CI: 0.40-0.90). The increased probability of FPG and 2 h postprandial glucose control were both related to vegetable-grain pattern ($OR=1.41$, 95%CI: 1.03-1.94; $OR=1.68$, 95%CI: 1.13-2.51) and egg-milk-bean pattern ($OR=1.75$, 95%CI: 1.25-2.46; $OR=1.56$, 95%CI: 1.00-2.42). Compared with the Q_4 group of egg-milk-bean pattern, the FPG control rate of the combination of "fruit-aquatic products-potato pattern (Q_4 group), vegetable-grain pattern (Q_2 group), egg-milk-bean pattern (Q_3 group)" was higher ($OR=6.79$, 95%CI: 1.15-40.23, $P=0.035$). Compared with the Q_4 group of vegetable-grain pattern, the combination of "fruit-aquatic products-potato pattern (Q_4 group), vegetable-grain pattern (Q_3 group), egg-milk-bean pattern (Q_2 group), oil-salt pattern (Q_2 group)" had higher control rate of 2 h PBG ($OR=12.78$, 95%CI: 1.26-130.05, $P=0.031$). **Conclusions** A proper combination of dietary patterns and dietary patterns are more conducive to the control of FPG and 2 h PBG in T2DM patients managed in the communities of Wuhan and Changshu. Patient nutrition education should be strengthened, and the food-matching ability of patients should be improved.

[Key words] Diabetes mellitus, type 2; Dietary patterns; Blood glucose control

Fund program: World Diabetes Foundation Project (WDF13-805)

近 30 年来, 糖尿病患病率在我国持续上升, 2018 年中国慢性病及危险因素监测报告显示, 全国 ≥ 18 岁居民糖尿病患病率已达 11.9%, 但 FPG 控制率仅为 33.1%^[1]。研究表明, 严格控制血糖可显

著降低糖尿病患者的全因死亡率、不良心血管事件、糖尿病视网膜病变、糖尿病周围神经病变和糖尿病肾病等发生风险^[2]。目前认为, 2 型糖尿病 (T2DM) 患者的血糖浓度处于波动状态并受诸多因

素影响,遗传、代谢、行为、病程、合并症等均可引起血糖水平变化^[3]。其中,饮食控制是糖尿病治疗的重要手段,人们日常的膳食不仅包括单一食物或单一营养素,还包括摄入多种食物种类及数量相对稳定的构成,即膳食模式^[4]。国内外研究发现,地中海膳食、低脂膳食可降低糖尿病的发生风险,改善血糖控制;而动物性食物模式与 FPG 水平呈正相关,可增加糖尿病患病风险^[5-7]。目前国内膳食模式对 T2DM 患者血糖控制影响的研究主要针对对医院治疗或未进行管理的较小样本 T2DM 患者,较少针对社区进行管理的较大样本 T2DM 患者;同时,既往研究主要针对单一膳食模式,较少报道不同膳食模式组合对血糖控制的影响。本研究利用“中国糖尿病足预防模式项目”基线调查数据,针对参加基本公共卫生服务健康管理的 T2DM 患者,分析其膳食模式对 FPG 控制和餐后 2 h 血糖控制的影响,探索有利于 T2DM 患者血糖控制的膳食模式组合。

对象与方法

1. 研究对象:来源于“中国糖尿病足预防模式项目”的基线数据,于 2015 年 8-9 月在江苏省常熟市和武汉市江岸区分别随机抽取 4 个社区,共 8 个社区,并在其中抽取符合标准的 T2DM 患者。纳入标准:参加社区基本公共卫生服务中心糖尿病慢性病管理(社区管理)的当地常住 T2DM 患者,有正常沟通交流能力且膳食调查信息齐全。排除出现以下任一情况者:有严重急性或慢性疾病;存在引起周围神经和周围血管病变的其他疾病或做过下肢血管外科手术;不能参加项目。为满足血糖控制率调查需要,样本量计算采用多阶段抽样公式: $N = \frac{Z_{1-\alpha/2}^2 p(1-p)}{d^2}$, 取 $\alpha = 0.05$, $Z_{1-\alpha/2} = 1.96$, $d = 0.1 \times p$, $p = 33.1\%$, 考虑 20.0% 失访率,最终计算得需要 933 名 T2DM 患者,根据纳入和排除标准,最终共调查 1 825 名 T2DM 患者,样本量满足控制率调查要求^[1]。研究通过中国 CDC 慢性非传染性疾病预防控制中心伦理委员会审查(批准文号:201516),调查对象均签署知情同意书。

2. 方法:采用统一设计的调查问卷,由经过培训的调查员,以面对面询问方式收集研究对象的人口学特征、行为、膳食和常见慢性病史等基本情况,膳食调查采用食物频率法收集研究对象过去 12 个

月 15 类食物组(谷类、薯类、油炸食品、畜禽肉、水产品、蔬菜、水果、奶及奶制品、蛋类、豆制品、坚果、动物内脏、腌制肉食、食用油、盐)的摄入频率及平均每次摄入量,计算各类食物日均摄入量。身体测量获得身高、体重等信息,实验室检查采用己糖激酶法于采血后 24 h 内完成 FPG、100 g 标准馒头餐后 2 h 静脉血糖检测。

3. 指标定义:T2DM 患者血糖控制达标:根据《中国 2 型糖尿病防治指南(2020 年版)》标准, FPG ≤ 7.0 mmol/L 为控制达标,餐后 2 h 血糖 ≤ 10.0 mmol/L 为控制达标^[2]。膳食指南推荐摄入量(RNI):采用《中国居民膳食指南(2016 年版)》《中国居民膳食指南(2022 年版)》中的各类食物 RNI,其中,动物内脏为每月 2~3 次、每次少量,油炸食物及腌制食物推荐尽量少吃,畜禽肉为 40~75 g/d,水果为 200~350 g/d,水产品为 40~75 g/d,薯类为 50~100 g/d,蔬菜为 300~500 g/d,谷物为 200~300 g/d,坚果为 10 g/d,蛋类为 40~50 g/d,奶及奶制品为 > 300 g/d,豆制品为 25~35 g/d,食用油为 25~30 g/d,盐为 < 5 g/d,并以 RNI 为参照计算各食物组 RNI 达标率^[8-9]。有药物治疗史:6 个月内口服降糖药和/或注射胰岛素。糖尿病并发症:包括心肌梗死、心绞痛、糖尿病足病、糖尿病周围神经病变、糖尿病周围血管病变、糖尿病视网膜病变和糖尿病肾病。

4. 统计学分析:使用 SAS 9.4 软件进行数据清洗和分析。计数资料用频数、构成比(%)表示,组间比较用 Pearson χ^2 检验;计量资料均进行正态性检验,非正态分布指标以 $M(Q_1, Q_3)$ 表示,组间比较采用 Wilcoxon 秩和检验。膳食模式分析采用探索性因子分析,分析前进行 Kaiser-Meyer-Olkin (KMO)和 Bartlett 球形检验,确定满足因子分析条件。并将膳食模式因子得分按照四分位数由低到高划分为 $Q_1 \sim Q_4$,等级越高说明患者越倾向于该膳食模式,计算不同倾向程度组的各类食物日均摄入量。采用非条件多因素 logistic 回归方法分析影响 FPG 控制达标或餐后 2 h 血糖控制达标的因素。双侧检验,检验水准 $\alpha = 0.05$ 。

结 果

1. 基本情况:按照统一数据清理原则,剔除 7 名血糖检测结果缺失或不符合逻辑者后,最终纳入 1 818 名 T2DM 患者。研究对象年龄 $M(Q_1, Q_3)$ 为 66(61, 71)岁,女性占比偏高(60.54%),文化程度以

小学及以下为主(40.48%),家庭月收入 $M(Q_1, Q_3)$ 为2 300(2 000, 3 000)元。患者糖尿病病程 $M(Q_1, Q_3)$ 为6(3, 11)年,81.35%的患者有药物治疗史。FPG整体水平 $M(Q_1, Q_3)$ 为6.61(5.50, 8.10)mmol/L,控制率为57.59%(95%CI: 55.30%~59.86%);餐后2 h血糖整体水平 $M(Q_1, Q_3)$ 为12.90(10.00, 16.10)mmol/L,控制率为24.90%(95%CI: 22.93%~26.91%)。

2. T2DM患者膳食模式的因子分析:将食物组及其摄入量纳入因子分析模型,KMO检验统计量为0.721>0.700, Bartlett球形检验 $P<0.05$,可知原始变量间相关性较强,适于因子分析。经最大方差旋转,结合碎石图及因子可解释性,提取特征根 ≥ 1.00 的5个公因子,累积方差贡献率为48.81%。本研究将因子载荷>0.30的食物组保留在膳食模式中,且每种食物仅归类于一种模式,以主要支配食物命名各膳食模式,得到5种膳食模式:动物性食物模式、水果-水产-薯类模式、蔬菜-谷物模式、蛋-奶-豆模式和油盐模式。见表1。

3. T2DM患者不同膳食模式的食物日均摄入量及RNI达标率:结果显示,在动物性食物模式中,与动物内脏、腌制肉食和油炸面食中位摄入量接近或为0、日均畜禽肉摄入 $M(Q_1, Q_3)$ 为35.7(16.4, 57.1)g的 Q_1 组相比, Q_3 、 Q_4 组前3类食物摄入量均有增加,畜禽肉日均摄入量 $M(Q_1, Q_3)$ 分别达

53.3(28.5, 101.5)g、64.3(42.8, 128.2)g,为摄入量超标。随水果-水产-薯类模式倾向程度增加,各组分日均摄入量与RNI达标率增加,但 Q_4 组水果、薯类摄入量仍低于RNI。蔬菜-谷物模式中蔬菜和谷物日均摄入量随倾向程度增加而增加,整体摄入水平较高。蛋-奶-豆模式各食物组整体摄入水平较低,仅 Q_4 组蛋类和豆制品日均摄入量基本达到RNI。油盐模式食用油和盐日均摄入量较高、RNI达标率较低。见表2。

4. 不同膳食模式的FPG与餐后2 h血糖控制率:FPG控制率在动物性食物模式中 Q_1 、 Q_2 组高于 Q_3 、 Q_4 组,在水果-水产-薯类模式中 Q_3 、 Q_4 组高于 Q_1 、 Q_2 组,在蛋-奶-豆模式中倾向等级越高FPG控制率越高(Cochran-Armitage趋势检验统计量为-4.61,趋势 $P<0.001$)。餐后2 h血糖控制率在水果-水产-薯类模式和蔬菜-谷物模式中均为 Q_4 组最高,分别为31.95%和33.48%,在蛋-奶-豆模式中倾向等级越高餐后2 h血糖控制率也越高(Cochran-Armitage趋势检验统计量为-4.96,趋势 $P<0.001$)。此外,油盐模式不同组的FPG、餐后2 h血糖控制率差异无统计学意义(均 $P>0.05$)。见表3。

5. 单一膳食模式与FPG、餐后2 h血糖控制达标的多因素logistic回归:分别以FPG或餐后2 h血糖控制是否达标为因变量,5种膳食模式为自变量,调整混杂因素后进行非条件多因素logistic回

表1 社区管理2型糖尿病患者膳食模式因子分析的载荷

食物种类	动物性食物模式	水果-水产-薯类模式	蔬菜-谷物模式	蛋-奶-豆模式	油盐模式
动物内脏	0.70	-	-	-	-
腌制肉食	0.67	-	-	-	-
油炸面食	0.64	-	-	-	-
畜禽肉	0.40	-	-	-	-
水果	-	0.67	-	-	-
水产品	-	0.61	-	-	-
薯类	-	0.59	-	-	-
蔬菜	-	-	0.66	-	-
谷物	-	-	0.62	-	-
坚果	-	-	-0.35	-	-
蛋类	-	-	-	0.75	-
奶及奶制品	-	-	-	0.52	-
豆制品	-	-	-	0.41	-
食用油	-	-	-	-	0.79
盐	-	-	-	-	0.69
特征根	2.45	1.49	1.16	1.15	1.07
方差贡献率(%)	16.32	9.95	7.74	7.66	7.14

注:仅显示因子载荷绝对值>0.30的食物组,每种食物仅归类于一种模式

表 2 不同膳食模式所含食物日均摄入量及推荐摄入量(RNI)达标率

膳食模式所含食物组	Q_1		Q_2		Q_3		Q_4	
	日均摄入量 [g, $M(Q_1, Q_3)$]	RNI 达标率 (%)						
动物性食物模式								
动物内脏	0.0(0.0, 0.0)	-	0.0(0.0, 0.0)	-	0.0(0.0, 0.7)	-	1.7(0.0, 7.1)	-
腌制肉食	0.3(0.0, 1.7)	-	0.5(0.0, 3.3)	-	3.3(0.3, 8.5)	-	10.0(3.3, 25.0)	-
油炸面食	0.0(0.0, 0.8)	-	0.0(0.0, 1.7)	-	0.5(0.0, 3.6)	-	3.3(0.0, 14.3)	-
畜禽肉	35.7(16.4, 57.1)	26.7	33.1(17.6, 58.3)	25.6	53.3(28.5, 101.5)	27.1	64.3(42.8, 128.2)	28.1
水果-水产-薯类模式								
水果	7.1(0.0, 15.0)	0.0	20.7(6.7, 50.0)	0.0	50.0(14.3, 64.3)	0.2	100.0(50.0, 142.8)	8.7
水产品	14.3(6.7, 25.1)	4.4	28.6(14.3, 42.9)	17.3	42.8(22.3, 64.8)	23.1	64.3(29.1, 114.3)	16.8
薯类	3.3(0.5, 7.1)	0.6	6.7(1.7, 14.3)	1.5	10.0(3.3, 21.4)	4.4	21.4(8.3, 42.8)	13.6
蔬菜-谷物模式								
蔬菜	200.0(128.6, 300.0)	25.5	300.0(200.0, 400.0)	41.0	400.6(300.0, 600.0)	32.2	900.0(600.0, 1 000.0)	11.1
谷物	300.0(150.0, 300.0)	62.6	300.0(300.0, 300.0)	79.8	300.0(300.0, 450.0)	67.1	450.0(300.0, 600.0)	27.1
坚果	3.5(0.0, 21.4)	38.4	0.5(0.0, 6.7)	17.5	0.2(0.0, 3.3)	13.2	0.5(0.0, 3.3)	14.2
蛋-奶-豆模式								
蛋类	7.1(3.3, 14.2)	3.1	21.4(14.3, 28.6)	13.8	50.0(28.5, 50.0)	59.8	50.0(50.0, 50.0)	73.7
奶及奶制品	0.0(0.0, 3.4)	0.0	0.0(0.0, 28.5)	0.0	25.0(0.0, 85.7)	0.0	100.0(14.3, 200.0)	4.6
豆制品	7.1(0.8, 14.3)	7.4	14.3(5.0, 24.1)	13.8	14.3(7.1, 28.6)	14.7	21.4(10.0, 50.0)	11.8
油盐模式								
食用油	16.7(10.0, 20.8)	12.9	25.6(20.0, 33.3)	26.1	33.3(26.7, 41.7)	19.3	50.0(33.3, 66.7)	7.6
盐	3.3(2.0, 4.7)	80.7	5.0(3.3, 6.7)	53.1	6.7(4.1, 8.3)	38.4	10.0(6.7, 14.3)	15.1

注: -: 无法计算

归, 结果显示, 调整混杂因素后, FPG 控制达标与蔬菜-谷物模式(与 Q_1 组相比, Q_3 组 $OR=1.41$, $95\%CI: 1.03\sim 1.94$)、蛋-奶-豆模式(与 Q_1 组相比, Q_4 组 $OR=1.75$, $95\%CI: 1.25\sim 2.46$)均呈正相关, 与动物性食物模式(与 Q_1 组相比, Q_3 组 $OR=0.71$, $95\%CI: 0.52\sim 0.98$)、水果-水产-薯类模式(与 Q_4 组相比, Q_2 组 $OR=0.71$, $95\%CI: 0.51\sim 0.97$)呈负相关。餐后 2 h 血糖控制达标与蔬菜-谷物模式(与 Q_1 组相比, Q_4 组 $OR=1.68$, $95\%CI: 1.13\sim 2.51$)、蛋-奶-豆模式(与 Q_1 组相比, Q_4 组 $OR=1.56$, $95\%CI: 1.00\sim 2.42$)均呈正相关, 与水果-水产-薯类模式(与 Q_4 组相比, Q_2 组 $OR=0.60$, $95\%CI: 0.40\sim 0.90$)呈负相关。见表 4。

6. 膳食模式组合与 FPG、餐后 2 h 血糖控制达标的多因素 logistic 回归: 分别以血糖控制率最高的单一膳食模式为参照组(即蛋-奶-豆模式 Q_4 组为 FPG 控制达标参照组, 蔬菜-谷物模式 Q_4 组为餐后 2 h 血糖控制达标参照组), 与不同膳食模式组合构成新变量。本研究共 5 种膳食模式, 每种膳食模式有 4 个倾向等级, 可得到新变量有: 2 种模式组合 10 种, 每种 17 组倾向等级排列方式; 3 种模式组合 10 种, 每种 65 组倾向等级排列方式; 4 种模式组合

5 种, 每种 257 组倾向等级排列方式; 5 种模式组合 1 种, 1 025 组倾向等级排列方式。调整混杂因素后进行非条件多因素 logistic 回归, 分析不同膳食模式组合对 FPG 或餐后 2 h 血糖控制达标的影响, 结果显示, 与单一膳食模式蛋-奶-豆模式 Q_4 组相比, 最有利于 FPG 控制达标的膳食模式组合为水果-水产-薯类模式 Q_4 组、蔬菜-谷物模式 Q_2 组、蛋-奶-豆模式 Q_3 组($OR=6.79$, $95\%CI: 1.15\sim 40.23$, $P=0.035$), 该组合 FPG 控制率高达 94.44%。与单一膳食模式蔬菜-谷物模式 Q_4 组相比, 最有利于餐后 2 h 血糖控制达标的膳食模式组合为水果-水产-薯类模式 Q_4 组、蔬菜-谷物模式 Q_3 组、蛋-奶-豆模式 Q_2 组、油盐模式 Q_2 组($OR=12.78$, $95\%CI: 1.26\sim 130.05$, $P=0.031$), 该组合餐后 2 h 血糖控制率高达 75.00%(由于模式组合过多仅展示 OR 值最大且 $P<0.05$ 的一组膳食模式组合)。

讨 论

调整饮食结构和改善饮食习惯, 使糖尿病患者获得有利于血糖控制的膳食模式或膳食模式组合,

表 3 社区管理 2 型糖尿病患者不同膳食模式的 FPG 与餐后 2 h 血糖控制率

变 量	总人数	FPG 控制达标			餐后 2 h 血糖控制达标		
		人数(比例,%)	χ^2 值	P 值	人数(比例,%)	χ^2 值	P 值
动物性食物模式			13.69	0.003		5.80	0.122
Q_1	456	288(63.16)			132(28.95)		
Q_2	455	274(60.22)			102(22.42)		
Q_3	453	238(52.54)			110(24.23)		
Q_4	454	247(54.41)			109(24.01)		
水果-水产-薯类模式			13.13	0.004		18.53	<0.001
Q_1	453	260(57.40)			99(21.81)		
Q_2	452	230(50.88)			94(20.80)		
Q_3	455	274(60.22)			114(25.05)		
Q_4	457	283(61.93)			146(31.95)		
蔬菜-谷物模式			5.68	0.128		24.64	<0.001
Q_1	451	239(52.99)			95(21.02)		
Q_2	453	263(58.06)			106(23.40)		
Q_3	456	270(59.21)			99(21.71)		
Q_4	457	275(60.18)			153(33.48)		
蛋-奶-豆模式			22.87	<0.001		24.69	<0.001
Q_1	455	225(49.45)			84(18.46)		
Q_2	452	251(55.53)			100(22.12)		
Q_3	455	283(62.20)			124(27.25)		
Q_4	456	288(63.16)			145(31.73)		
油盐模式			7.08	0.069		1.24	0.744
Q_1	455	272(59.78)			105(23.03)		
Q_2	452	254(56.19)			116(25.66)		
Q_3	456	279(61.18)			118(25.88)		
Q_4	454	242(53.30)			114(25.11)		

一直是预防和控制糖尿病发生、发展的有效手段。本研究发现武汉市、常熟市社区管理 T2DM 患者主要的 5 种膳食模式,分别为动物性食物模式、水果-水产-薯类模式、蔬菜-谷物模式、蛋-奶-豆模式和油盐模式,并在调整混杂因素影响后,有 4 种膳食模式对 FPG 和餐后 2 h 血糖控制的影响独立存在。

动物性食物模式摄入量超标时不利于 FPG 控制。日均畜禽肉摄入量 $M(Q_1, Q_3)$ 为 53.3(28.5, 101.5)g,其余组分均摄入超标的动物性食物模式 Q_3 组 FPG 控制率最低。原因可能为动物性食物摄入过多导致血脂水平增高,引起胰岛素抵抗作用致使血糖升高^[10]。既往研究报道,动物性食物较多的膳食模式与 FPG 水平及 T2DM 患病风险均呈正相关,但研究者未描述膳食模式对应的各类食物摄入量^[6-7,11]。

与各组分摄入量高、更接近 RNI 的水果-水产-薯类模式相比,水果、水产品 and 薯类日均摄入量

$M(Q_1, Q_3)$ 分别为 20.7(6.7, 50.0)g、28.6(14.3, 42.9)g、6.7(1.7, 14.3)g 的该模式不利于患者 FPG 和餐后 2 h 血糖控制。但有研究指出,随单一组分的水果、薯类摄入量增加,糖耐量正常人群的餐后血糖呈下降趋势^[12]。印度的一项研究也发现增加水果摄入量的饮食干预可显著降低 T2DM 患者 FPG 和餐后 2 h 血糖水平^[13]。目前认为,水果-水产-薯类模式整体富含膳食纤维、维生素、矿物质和多酚等营养素,具有抗氧化活性和血糖调节作用^[14]。此外,本研究中社区管理 T2DM 患者的水果和薯类整体摄入量均未达到 RNI,建议该类患者增加水果和薯类摄入量至 RNI 以利于血糖控制。

蔬菜、谷物摄入量均超过 RNI 的蔬菜-谷物模式有利于 FPG 和餐后 2 h 血糖控制达标。有研究未描述各组食物摄入量,得出含大量蔬菜、谷类的膳食模式会降低 T2DM 患病风险的结论^[15-16]。另有研究显示,新鲜蔬菜和谷物中富含的膳食纤维、多种维生素和植物化学物等能显著改善糖尿病患者糖

表 4 社区管理 2 型糖尿病患者膳食模式
与 FPG 控制达标的 logistic 回归分析

变量	FPG 控制达标		餐后 2 h 血糖控制达标	
	OR 值(95%CI)	P 值	OR 值(95%CI)	P 值
动物性食物模式				
Q_1	1.00		1.00	
Q_2	0.93(0.68~1.29)	0.673	0.85(0.57~1.28)	0.441
Q_3	0.71(0.52~0.98)	0.038	0.99(0.67~1.48)	0.975
Q_4	0.85(0.61~1.17)	0.311	0.81(0.54~1.20)	0.293
水果-水产-薯类模式				
Q_4	1.00		1.00	
Q_1	1.00(0.73~1.39)	0.984	0.72(0.48~1.08)	0.115
Q_2	0.71(0.51~0.97)	0.033	0.60(0.40~0.90)	0.014
Q_3	1.09(0.79~1.49)	0.610	0.81(0.55~1.19)	0.279
蔬菜-谷物模式				
Q_1	1.00		1.00	
Q_2	1.24(0.90~1.70)	0.185	1.24(0.81~1.90)	0.319
Q_3	1.41(1.03~1.94)	0.033	1.20(0.79~1.83)	0.402
Q_4	1.13(0.82~1.55)	0.450	1.68(1.13~2.51)	0.011
蛋-奶-豆模式				
Q_1	1.00		1.00	
Q_2	1.35(1.00~1.84)	0.053	1.43(0.94~2.19)	0.093
Q_3	1.57(1.13~2.17)	0.007	1.39(0.90~2.13)	0.135
Q_4	1.75(1.25~2.46)	0.001	1.56(1.00~2.42)	0.048
油盐模式				
Q_1	1.00		1.00	
Q_2	0.82(0.61~1.12)	0.206	1.21(0.82~1.78)	0.345
Q_3	1.01(0.74~1.37)	0.977	1.03(0.70~1.52)	0.890
Q_4	0.77(0.56~1.04)	0.091	1.24(0.84~1.85)	0.280

和脂类代谢,减慢食物消化速度,延缓餐后血糖升高,利于血糖控制,但其健康总效应可能受摄入总能量、总膳食纤维量的影响^[14,17],本研究得出相似结论。糖尿病膳食指南建议患者选择摄入全谷物和低升糖指数食物,多吃深色绿叶蔬菜^[18-19]。

蛋-奶-豆模式各组分摄入量越接近 RNI 越有利于 FPG 和餐后 2 h 血糖的控制,与既往研究结果一致^[20]。蛋-奶-豆模式富含大量优质蛋白质、钙和维生素,能促进胰岛素分泌,增强血液中葡萄糖的清除^[21]。另外,本研究对象的蛋类、奶类和豆制品日均摄入量整体处于较低水平,与我国居民整体摄入情况类似^[1,8-9]。《中国 2 型糖尿病膳食指南》强调患者应重视大豆及其制品的摄入,建议每日摄入 300 ml 液态奶或相当量奶制品,但鸡蛋摄入不超过每日 1 个^[18]。

与其他研究相似,本研究也发现存在油盐模式,但未观察到油盐模式与 FPG、餐后 2 h 血糖控制率之间存在统计学关联,分析原因可能与 T2DM 患

者食用油、盐整体日均摄入量较低有关,下一步将深入研究^[22]。

进一步分析膳食模式组合发现,与单一膳食模式相比,膳食模式组合搭配更有利于患者 FPG 和餐后 2 h 血糖控制达标。本研究中水果-水产-薯类模式、蔬菜-谷物模式、蛋-奶-豆模式和油盐模式组合搭配得当更有利于 FPG 和餐后 2 h 血糖控制。对于 FPG 控制,与单一膳食模式中控制率最高的蛋-奶-豆模式 Q_4 组相比(63.16%),水果-水产-薯类模式 Q_4 组、蔬菜-谷物模式 Q_2 组、蛋-奶-豆模式 Q_3 组的膳食模式组合 FPG 控制率高达 94.44%,FPG 控制达标概率增加了 5.79 倍。对于餐后 2 h 血糖控制,与单一膳食模式控制率最高的蔬菜-谷物模式 Q_4 组(33.48%)相比,水果-水产-薯类模式 Q_4 组、蔬菜-谷物模式 Q_3 组、蛋-奶-豆模式 Q_2 组、油盐模式 Q_2 组的膳食模式组合餐后 2 h 血糖控制率高达 75.00%,餐后 2 h 血糖控制达标概率增加了 11.78 倍。人们以混合形式摄入食物,日常膳食不仅表现为某种单一膳食模式,更可能是多种膳食模式的组合。膳食指南强调膳食营养的价值通过食物种类和数量的合理搭配而提高和优化,鼓励患者调整膳食结构,注重饮食搭配,选择更有利于血糖控制的膳食模式及组合^[8,19]。

在方法上,本研究采用的食物频率法,与 24 h 食物回顾法、3 d 膳食称重法等短期膳食调查方法相比,其收集的信息可较好反映研究对象的饮食习惯。本研究存在局限性。首先,由于血糖指标采用的是体现瞬时血糖值的 FPG、餐后 2 h 血糖,以此分析研究对象整体血糖控制与长期膳食模式的关系有一定局限,下一步研究中拟增加糖化血红蛋白(反映 3~6 个月血糖状况)检测,以揭示长期血糖与长期膳食模式之间的关系;其次,随着膳食模式组合数目增多,每种组合的样本量会减少,给分析膳食模式组合与血糖控制关系带来一定困难,下一步将在不同糖尿病人群及更大样本中进行分析,以深入分析膳食模式组合与血糖控制的关系。

利益冲突 所有作者声明无利益冲突

作者贡献声明 雷丽云:论文撰写、数据整理、统计学分析;秦莉、王君、赵群、姬超琴:数据整理、统计学分析;王占国、陈波、张庆军、周芳、武鸣、周金意:数据收集、现场调查;王文娟:项目设计、数据分析、研究指导、论文修改

参 考 文 献

- [1] 国家卫生健康委疾病预防控制局. 中国居民营养与慢性病状况报告 2020[M]. 北京:人民卫生出版社, 2021.

Bureau of Disease Control and Prevention of the National

- Health Commission. 2020 Report on Chinese Nutrition and Chronic Disease[M]. Beijing: People's Medical Publishing House, 2021.
- [2] 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. DOI:10.3760/cma.j.cn115791-20210221-00095. Chinese Diabetes Society. Guideline for the prevention and treatment of type 2 diabetes mellitus in China (2020 edition)[J]. Chin J Diabetes Mellitus, 2021, 13(4):315-409. DOI:10.3760/cma.j.cn115791-20210221-00095.
- [3] Rahati S, Shahraki M, Arjomand G, et al. Food pattern, lifestyle and diabetes mellitus[J]. Int J High Risk Behav Addict, 2014, 3(1):e8725. DOI:10.5812/ijhrba.8725.
- [4] Hu FB. Dietary pattern analysis: a new direction in nutritional epidemiology[J]. Curr Opin Lipidol, 2002, 13(1):3-9. DOI:10.1097/00041433-200202000-00002.
- [5] Jannasch F, Kröger J, Schulze MB. Dietary patterns and type 2 diabetes: a systematic literature review and meta-analysis of prospective studies[J]. J Nutr, 2017, 147(6):1174-1182. DOI:10.3945/jn.116.242552.
- [6] Shridhar K, Satija A, Dhillion PK, et al. Association between empirically derived dietary patterns with blood lipids, fasting blood glucose and blood pressure in adults-the India migration study[J]. Nutr J, 2018, 17(1):15. DOI:10.1186/s12937-018-0327-0.
- [7] 赵惠, 宋鹏坤, 何丽. 不同膳食模式对中老年人群糖尿病前期及糖尿病患病的影响[J]. 中国慢性病预防与控制, 2020, 28(3):182-186. DOI: 10.16386/j. cjpcd. issn. 1004-6194. 2020.03.005. Zhao H, Song PK, He L. Influence of different dietary patterns on prevalence of prediabetes and diabetes among middle-aged and elderly people[J]. Chin J Prev Control Chronic Dis, 2020, 28(3):182-186. DOI:10.16386/j. cjpcd. issn. 1004-6194. 2020.03.005.
- [8] 中国营养学会. 中国居民膳食指南(2022)[M]. 北京:人民卫生出版社, 2022. Chinese Nutrition Society. Chinese dietary guidelines (2022) [M]. Beijing: People's Medical Publishing House, 2022.
- [9] 中国营养学会. 中国居民膳食指南(2016)[M]. 北京:人民卫生出版社, 2016. Chinese Nutrition Society. Chinese dietary guidelines (2016) [M]. Beijing: People's Medical Publishing House, 2016.
- [10] Maghsoudi Z, Ghiasvand R, Salehi-Abargouei A. Empirically derived dietary patterns and incident type 2 diabetes mellitus: a systematic review and meta-analysis on prospective observational studies[J]. Public Health Nutr, 2016, 19(2):230-241. DOI:10.1017/S1368980015001251.
- [11] van Dam RM, Willett WC, Rimm EB, et al. Dietary fat and meat intake in relation to risk of type 2 diabetes in men [J]. Diabetes Care, 2002, 25(3): 417-424. DOI: 10.2337/diacare.25.3.417.
- [12] 冯等等, 张允, 陈明卫, 等. 糖耐量正常人群口服葡萄糖耐量试验 1 小时血糖水平的影响因素分析[J]. 中国糖尿病杂志, 2019, 27(6): 438-443. DOI: 10.3969/j. issn. 1006-6187.2019.06.008. Feng DD, Zhang Y, Chen MW, et al. Analysis of influencing factors for 1 hour postprandial plasma glucose levels during an oral glucose tolerance test in normoglycemic individuals[J]. Chin J Diabetes, 2019, 27(6):438-443. DOI: 10.3969/j.issn.1006-6187.2019.06.008.
- [13] Hegde SV, Adhikari P, Nandini M, et al. Effect of daily supplementation of fruits on oxidative stress indices and glycaemic status in type 2 diabetes mellitus[J]. Complement Ther Clin Pract, 2013, 19(2): 97-100. DOI: 10.1016/j.ctcp.2012.12.002.
- [14] 杨月欣. 中国食物成分表:标准版[M]. 6 版. 北京:北京大学医学出版社, 2019. Yang YX. China food composition tables[M]. 6th ed. Beijing: Peking University Medical Press, 2019.
- [15] Shu L, Shen XM, Li C, et al. Dietary patterns are associated with type 2 diabetes mellitus among middle-aged adults in Zhejiang Province, China[J]. Nutr J, 2017, 16(1):81. DOI: 10.1186/s12937-017-0303-0.
- [16] 朱文龙, 关颖, 徐春泽, 等. 上海市松江地区 40 岁及以上居民膳食模式对 2 型糖尿病患病影响的研究[J]. 中华流行病学杂志, 2020, 41(4): 508-513. DOI: 10.3760/cma. j. cn112338-20190702-00486. Zhu WL, Guan Y, Xu CZ, et al. Influence of dietary patterns on type 2 diabetes mellitus in local residents aged 40 years and above in Songjiang district, Shanghai[J]. Chin J Epidemiol, 2020, 41(4): 508-513. DOI: 10.3760/cma. j. cn112338-20190702-00486.
- [17] Sheard NE, Clark NG, Brand-Miller JC, et al. Dietary carbohydrate (amount and type) in the prevention and management of diabetes: a statement by the American diabetes association[J]. Diabetes Care, 2004, 27(9): 2266-2271. DOI:10.2337/diacare.27.9.2266.
- [18] 中国营养学会糖尿病营养工作组. 《中国 2 型糖尿病膳食指南》及解读[J]. 营养学报, 2017, 39(6):521-529. DOI: 10.3969/j.issn.0512-7955.2017.06.002. Chinese Nutrition Association Diabetes Working Group. "Chinese guidelines on dietary of type 2 diabetes mellitus" and its interpretation[J]. Acta Nutrim Sin, 2017, 39(6): 521-529. DOI: 10.3969/j. issn. 0512-7955.2017. 06.002.
- [19] 成人糖尿病食养指南(2023 年版)[DB/OL]. 国家卫生健康委办公厅. (2023-01-18)[2023-11-01]. <http://www.nhc.gov.cn/sps/s7887k/202301/0e55a01df50c47d9a4a43db026e3afc3/files/4fcbecd2c18e46baaf291bf46c2b79cd.pdf>.
- [20] 柯秋怡, 陈超刚, 黎锋, 等. 广州市社区中老年人群不同膳食模式下蛋白质摄入量与 2 型糖尿病的关联性分析[J]. 中山大学学报:医学版, 2018, 39(3):448-454. DOI:10.13471/j.cnki.j.sun.yat-sen.univ(med.sci).2018.0069. Ke QY, Chen CG, Li F, et al. Association between dietary protein intake and type 2 diabetes differs by dietary pattern in middle-aged and elderly population in the community of Guangzhou, China[J]. J Sun Yat-Sen Univ: Med Sci, 2018, 39(3):448-454. DOI:10.13471/j.cnki.j.sun.yat-sen.univ(med.sci).2018.0069.
- [21] Rietman A, Schwarz J, Tomé D, et al. High dietary protein intake, reducing or eliciting insulin resistance?[J]. Eur J Clin Nutr, 2014, 68(9):973-979. DOI:10.1038/ejcn.2014.123.
- [22] 蔡俊秀. 新疆维吾尔族膳食模式、基因多态性及其交互作用与 2 型糖尿病的关系研究[D]. 乌鲁木齐:新疆医科大学, 2018. Cai JX. Study on the relationship between dietary patterns, genetic polymorphism and their interaction on type 2 diabetes mellitus in Uygur adults of Xinjiang[D]. Urumqi:Xinjiang Medical University, 2018.