

上海市松江区居民膳食模式与糖尿病的相关性： 基于贝叶斯稀疏潜在因子模型

周小锋¹, 李帆², 陈婧司¹, 陈波¹, 厉曙光¹

1. 复旦大学公共卫生学院, 上海 200032

2. 复旦大学附属中山医院营养科, 上海 200032

摘要：

[背景] 中国糖尿病患者人数高达1.21亿。贝叶斯稀疏潜在因子模型可在同时纳入多个影响因素的同时, 分析人群的膳食模式。

[目的] 研究上海市松江区中山街道人群膳食及膳食模式与糖尿病的关系。

[方法] 研究对象选取自上海松江区中山街道居民, 纳入标准为居住半年以上的20~74岁上海户籍居民, 共纳入3587名研究对象。将研究对象分为健康人群(458人, 自我报告未患糖尿病、冠心病、高脂血症等, 且现场体检结果显示未患糖尿病), 糖尿病患者(458人, 自我报告患有糖尿病, 且现场体检结果显示为糖尿病患者)以及新发糖尿病人群(276人, 自我报告未患病, 现场体检结果显示为糖尿病)三组。采用包含29类食物的食物频率问卷调查食物摄入情况, 通过调查每种食物摄入频次以及每次摄入的量评估调查对象每日摄入量。将食物摄入量标准化(减去均值后除以标准差)后纳入后续的贝叶斯稀疏潜在因子模型分析膳食模式。对健康人群以及糖尿病患者分别进行膳食模式分析, 然后将健康人群以及新发人群纳入模型, 分析食物以及膳食模式与糖尿病发病之间的关系。

[结果] 健康人群、糖尿病患者以及新发糖尿病人群中, 除婚姻状况外, 性别、年龄以及退休状态差异均具有统计学意义(P 值分别为0.0025、 <0.0001 、 <0.0001)。在这三个人群食物摄入量的多组别以及两两比较中, 大米(均值分别为288.52、256.88、304.48 g·d⁻¹), 水果(均值分别为127.52、79.77、95.15 g·d⁻¹), 酸奶(均值分别为35.45、17.20、19.09 g·d⁻¹), 豆浆(均值分别为26.01、16.24、17.83 g·d⁻¹), 碳酸饮料(均值分别为13.58、3.00、6.38 g·d⁻¹), 纯果蔬饮料(均值分别为9.16、2.67、5.09 g·d⁻¹), 糖果巧克力(均值分别为2.11、0.16、0.99 g·d⁻¹)以及糕点类(均值分别为11.05、8.09、8.61 g·d⁻¹)差异均具有统计学意义。在健康人群中共获得5类膳食模式, 糖尿病患者获得3类。纳入新发糖尿病人群以及健康人群的分析获得5类膳食模式, 这些膳食模式与糖尿病发病不相关; 而一些食物则与发病相关。糖尿病发病与深色蔬菜、奶类、酸奶类、其他畜肉类、淡水鱼类、海水鱼类、虾蟹贝类的摄入量呈负相关(因子载荷分别为-0.45、-0.12、-0.16、-0.13、-0.23、-0.48、-0.14), 而与新鲜蔬菜以及加工肉类的摄入量呈正相关(因子载荷都为0.12)。

[结论] 糖尿病患病状态影响个体膳食模式。在新发糖尿病人群与健康人群中未发现某一膳食模式与糖尿病有相关, 而某些特定的食物摄入与糖尿病的发生可能有关。

关键词：糖尿病；膳食模式；贝叶斯稀疏潜在因子模型

Relationship between dietary patterns and type 2 diabetes among residents in Songjiang District of Shanghai: Based on Bayesian sparse latent factor model ZHOU Xiao-feng¹, LI Fan², CHEN Jing-si¹, CHEN Bo¹, LI Shu-guang¹ (1.School of Public Health, Fudan University, Shanghai 200032, China; 2.Department of Nutrition, Zhongshan Hospital, Fudan University, Shanghai 200032, China)

Abstract:

[Background] The number of people with diabetes in China has reached 121 million. The Bayesian sparse latent factor model can include multiple influencing factors at the same time to obtain the food patterns of a study population.

[Objective] This study investigates the relationship of diabetes with food items and dietary patterns among residents of Zhongshan Street, Songjiang District, Shanghai.

DOI 10.13213/j.cnki.jeom.2020.19767

基金项目

国家重点研发计划(2016YFD0400602)

作者简介

周小锋(1997—), 男, 硕士生;

E-mail: 17211020021@fudan.edu.cn

通信作者

厉曙光, E-mail: leeshuguang@fudan.edu.cn

伦理审批 已获取

利益冲突 无申报

收稿日期 2019-11-11

录用日期 2020-03-02

文章编号 2095-9982(2020)06-0546-07

中图分类号 R15

文献标志码 A

补充材料见 www.jeom.org/article/cn/10.13213/j.cnki.jeom.2020.19767

►引用

周小锋, 李帆, 陈婧司, 等. 上海市松江区居民膳食模式与糖尿病的相关性: 基于贝叶斯稀疏潜在因子模型[J]. 环境与职业医学, 2020, 37(6): 546-552.

►本文链接

www.jeom.org/article/cn/10.13213/j.cnki.jeom.2020.19767

Funding

This study was funded.

Correspondence to

LI Shu-guang, E-mail: leeshuguang@fudan.edu.cn

Ethics approval Obtained

Competing interests None declared

Received 2019-11-11

Accepted 2020-03-02

Supplemental material is available online

(www.jeom.org/article/en/10.13213/j.cnki.jeom.2020.19767)

►To cite

ZHOU Xiao-feng, LI Fan, CHEN Jing-si, et al. Relationship between dietary patterns and type 2 diabetes among residents in Songjiang District of Shanghai: Based on Bayesian sparse latent factor model[J]. Journal of Environmental and Occupational Medicine, 2020, 37(6): 546-552.

►Link to this article

www.jeom.org/article/en/10.13213/j.cnki.jeom.2020.19767

[Methods] The study population were the residents of Zhongshan Street, Songjiang District, Shanghai, who were Shanghai registered residents, aged 20-74 years, and had lived in the community for more than half a year. A total of 3 587 participants were included into the analysis. They were divided into healthy people ($n=458$, who did not self-report diabetes, coronary heart disease, hyperlipidemia, etc., and whose on-site health examination results did not show diabetes), diabetes patients ($n=458$, who self-reported diabetes, and whose on-site health examination results confirmed diabetes), and new diabetes patients ($n=276$, who self-reported to be healthy, but whose on-site health examination results confirmed diabetes). Food intake data were collected using food frequency questionnaire (FFQ) which included 29 food items. Participants' daily intake was assessed by examining how often each food was consumed and how much was consumed each time. All food intake was standardized by subtracting the mean and then dividing by the standard deviation to incorporate subsequent Bayesian latent factor models to derive dietary patterns. Dietary patterns were analyzed in both healthy people and diabetes patients. Then the healthy people and the new diabetes patients were included in the third model to analyze the relationship of incidence of diabetes with single food factors and dietary patterns.

[Results] Except marital status, there were significant differences in gender, age, and retirement among the three groups ($P=0.0025$, <0.0001 , and <0.0001 , respectively). Comparisons of food intake showed that there were significant differences among the three groups in the intakes of rice (mean values were 288.52, 256.88, and 304.48 $\text{g}\cdot\text{d}^{-1}$, respectively), fruit (mean values were 127.52, 79.77, and 95.15 $\text{g}\cdot\text{d}^{-1}$, respectively), yogurt (mean values were 35.45, 17.20, and 19.09 $\text{g}\cdot\text{d}^{-1}$, respectively), soy milk (mean values were 26.01, 16.24, and 17.83 $\text{g}\cdot\text{d}^{-1}$, respectively), carbonated beverages (mean values were 13.58, 3.00, and 6.38 $\text{g}\cdot\text{d}^{-1}$, respectively), pure fruit and vegetable beverages (mean values were 9.16, 2.67, and 5.09 $\text{g}\cdot\text{d}^{-1}$, respectively), confectionery chocolate (mean values were 2.11, 0.16, and 0.99 $\text{g}\cdot\text{d}^{-1}$, respectively), and pastries (mean values were 11.05, 8.09, and 8.61 $\text{g}\cdot\text{d}^{-1}$, respectively). Five dietary patterns and three dietary patterns were derived from the healthy people and diabetes patients respectively. There were no relationships between dietary patterns and the incidence of diabetes after including the healthy people and the new diabetes patients in the third model, but relationships between some food items and diabetes were observed. The intakes of dark vegetables, milk, yogurt, other livestock meat (except pork), freshwater fish, sea fish, and shrimps, crabs, and shellfish had negative relationships with the incidence of diabetes (the factor loadings were -0.45, -0.12, -0.16, -0.13, -0.23, -0.48, and -0.14, respectively), and the intakes of fresh vegetables and processed meat had positive relationships with the incidence of diabetes (both factor loadings were 0.12).

[Conclusion] Diabetes will change dietary patterns. In the selected new diabetes group and healthy group in the study, dietary patterns have no relationships with diabetes. The intakes of certain food items may be associated with the incidence of diabetes.

Keywords: diabetes; dietary pattern; Bayesian sparse latent factor model

目前全球有约5亿糖尿病患者,中国患病人数高达1.21亿^[1]。中国的糖尿病患病率已从1980年的0.9%^[2]增长到2013年的10.9%^[3]。研究显示,包括增加体育锻炼、调整膳食及减少吸烟等在内的生活方式干预可明显减少糖尿病的发病及其进展^[4-5]。研究发现,一些膳食模式如地中海膳食模式^[6]可减少糖尿病患者出现后续并发症的风险。

膳食模式分析^[7]作为研究膳食因素与慢性疾病间相关性的一种方法得到了广泛的应用。膳食模式的确定包括评分法以及数据驱动法。评分法主要用于评价对某种膳食或膳食指南的依从性,如对地中海膳食或美国的健康膳食指数(Healthy Eating Index)的依从性。数据驱动法是指应用统计学方法从数据中获得膳食模式,其中常用的统计方法包括主成分分析(principle components analysis, PCA)及聚类分析。但这两种统计方法未能考虑到一些协变量(如年龄、性别等因素)对个体膳食的影响,只能通过分层的方式减少协变量的影响^[8-10],而这种分层分析的方式因只能纳入少量的分类影响因素并不能获得适用于全人群的膳食模式。如果需要同时考虑多个因素对个

体膳食摄入的影响,分层分析的方法并不适用,但贝叶斯稀疏潜在因子模型(Bayesian sparse latent factor models)在分析人群的膳食模式时则可同时纳入多个影响因素^[11]。稀疏潜在因子模型常被用来弥补PCA方法的不足,West^[12]在该模型的基础上添加了贝叶斯框架,此后该模型被广泛用于膳食模式分析^[13]、多基因聚类分析^[14]中。松江区是上海市的郊区,经历了快速的城市化与工业化进程。与城市和农村居民相比,该地区居民的生活也因此经历了巨大的变化,而现有的许多研究主要聚焦于城市居民或农村居民,对于郊区人群的研究相对缺乏,因此本研究拟探索上海市松江区中山街道人群膳食及膳食模式与糖尿病的关系。

1 对象与方法

1.1 调查对象

本课题采用横断面的研究设计,研究对象来自上海社区自然人群队列。该自然人群队列由复旦大学公共卫生学院于2016年在上海各区(县)展开,基线调查选取居住半年以上的20~74岁上海户籍居民

作为调查对象,进行问卷调查、体格检查,并采集生物样本进行生理生化检测。本课题选取该自然人群队列基线调查的松江区中山街道居民作为研究对象。膳食摄入情况通过食物频率问卷(food frequency questionnaire, FFQ) 对研究对象过去 12 个月食物摄入的频率以及每次的摄入量调查获得。将研究对象分为健康人群、糖尿病患者和新发糖尿病人群三个人群进行分析,其中:健康人群为调查人群中自报未患糖尿病、冠心病、高脂血症等疾病并体检结果显示未患糖尿病,共 3 135 人;糖尿病患者为调查人群中自报患有糖尿病且现场体检确认的人群,共 458 人;新发糖尿病人群为自报未患糖尿病但现场体检符合糖尿病诊断的人群,总计 276 人。本课题中糖尿病的诊断采用《中国 2 型糖尿病防治指南(2017 年版)》中的诊断标准,即体检空腹血糖 $\geq 7.0 \text{ mmol} \cdot \text{L}^{-1}$ [15]。本研究经复旦大学公共卫生学院伦理委员会批准(批准号为 IRB#2016-04-0586)。

1.2 食物摄入评估

本课题中所采用的 FFQ 包含 29 类食物,分别为大米及其制品、小麦面粉及其制品、杂粮及其制品、薯类及其制品、新鲜蔬菜、深色蔬菜、菌菇类、新鲜水果、奶类、酸奶、猪肉、其他畜肉类、禽肉类、动物内脏类、淡水鱼类、海水鱼类、虾蟹贝类、豆浆或豆奶、豆制品、蛋类、坚果类、碳酸饮料、纯果蔬汁、其他含糖饮料、糖果巧克力、油炸面食、泡菜和盐腌食品、加工肉制品以及糕点类。其中深色蔬菜包含于新鲜蔬菜中,所有食物类别在调查表中均有举例说明。食物进食频率通过 8 个选项(从不吃到每天 3 次及以上)进行评估 [16]。同时采用定量的方式估计调查对象每次食物的摄入量(直接回答食物重量或根据标准餐具计算食用量)。

1.3 贝叶斯稀疏潜在因子模型

对于个体 i , 调查的 p 类食物种类摄入量(本研究中 $p=29$), 纳入 r 个协变量(本研究中 $r=5$), 则稀疏潜在因子模型可以表达为: $x_i = u + Bh_i + A\lambda_i + v_i$ 。其中: x_i 是个体 i 的食物摄入量; $u = (u_1, \dots, u_p)$, 是 p 维的截距向量; B 是 $p \times r$ 维的参数矩阵; $h_i = (h_{1,i}, \dots, h_{r,i})$, 是个体 i 的 r 维协变量向量; A 是 $p \times k$ 维的因子载荷矩阵; $\lambda_i = (\lambda_{1,i}, \dots, \lambda_{k,i})$, 是个体 i 的 k 个潜在因子, 即为潜在的 k 个膳食模式; v_i 是随机误差。贝叶斯稀疏潜在因子模型则是在贝叶斯定理下, 通过加入先验信息, 结合已有的数据进行模型参数后验分布的计算。通过对因

子载荷加一个是否为 0 的先验(即一个食物条目如果和某一膳食模式相关, 则相应的因子载荷必定是一个非零数值; 如果该食物条目与某一膳食模式不相关, 则对应的因子载荷为 0), 使得计算得出的因子载荷较为稀疏, 即存在较多的零值。通过这种先验信息的加入, 一种食物条目仅出现在少数的膳食模式中, 而不会过多地出现在多个膳食模式中 [14]。分析膳食模式与健康结局的关系仍采用上述方法, 但在模型左侧纳入结局变量, 同时模型右侧纳入一个结局潜在因子, 该结局潜在因子显示结局与单个食物因素之间的相关性, 而公式左侧纳入的结局变量则揭示了结局变量是否与潜在因子(即膳食模式)存在相关性。本研究中所有先验信息均采用无信息先验。

1.4 统计学分析

将每组食物摄入量采用减去该组食物摄入均值然后除以标准误的方法进行标准化。所有人群按年龄分为 20 岁~、45 岁~、60~74 岁三个组。通过 Wilcoxon 秩和检验比较三个群体间各类食物组摄入的差异, 通过卡方检验比较人群间年龄、性别以及婚姻状况等因素是否存在差异, 并在健康人群以及糖尿病患者中分别通过贝叶斯稀疏潜在因子模型获得人群膳食模式以及各影响因素对膳食摄入的影响。其中获得的潜在因子即为膳食模式, 因子载荷即为每种食物与该类膳食模式的相关性, 正数为正相关, 负数为负相关, 因子载荷绝对值越大则相关性越强。然后将健康人群以及新发糖尿病人群同时纳入模型, 以是否患病作为结局变量分析健康结局与膳食模式间的相关性。贝叶斯稀疏潜在因子模型的参数通过马尔科夫链蒙特卡洛(Markov Chain Monte Carlo, MCMC) 进行估计。所有统计分析均通过 SAS 9.4 以及 BFRM 2.0 [17] 软件完成, 所有检验水平均采用双侧检验, 检验水准 $\alpha=0.05$ 。

2 结果

2.1 基本信息

本课题共纳入 3 135 名健康居民以及 458 名糖尿病患者, 以及 276 名新发糖尿病患者。其中健康人群平均年龄为 (53.09 $\pm$ 10.68) 岁, 而糖尿病患者平均年龄为 (60.55 $\pm$ 0.72) 岁, 新发糖尿病人群的平均年龄为 (58.99 $\pm$ 7.61) 岁。调查对象人口学特征见表 1。

比较三组人群, 发现各类食物摄入量除小麦、杂粮、新鲜蔬菜、深色蔬菜、禽肉类、淡水鱼类、蛋类、坚果类以及泡菜和盐腌食品外, 均存在统计学差异

($P < 0.05$)。糖尿病患者对于大米、薯类、水果类、酸果蔬汁、其他含糖饮料、糖果巧克力、加工肉类以及糕点类食物的摄入量低于其余两个人群。见表 2。

表 1 调查对象人口学特征
Table 1 Demographic characteristics of study population

特征 Characteristics	分类 Classification	健康人群 ($n=3\,135$) Healthy group		糖尿病患者 ($n=458$) Diabetic group		新发糖尿病人群 ($n=276$) New diabetic group		P
		n	%	n	%	n	%	
性别 (Gender)	男 (Male)	1075	34.29	172	37.55	122	44.20	0.0025
	女 (Female)	2060	65.71	286	62.45	154	55.80	
年龄 / 岁 (Age/years)	20~	600	19.13	6	1.31	8	2.90	<0.0001
	45~	1557	49.67	188	41.05	135	48.91	
	60~74	978	31.20	264	57.64	133	48.19	
婚姻状况 (Marriage status)	已婚 (Married)	2885	92.03	432	94.32	255	92.39	0.2255
	未婚 (Single)	250	7.97	26	5.68	21	7.61	
退休状态 (Retirement status)	已退休 (Retired)	1736	55.37	357	77.95	196	71.01	<0.0001
	未退休 (Employed)	1399	44.63	101	22.05	80	28.99	

表 2 调查对象食物摄入量 / $\text{g} \cdot \text{d}^{-1}$ ($\bar{x} \pm s$)
Table 2 Food intake of study population / $\text{g} \cdot \text{d}^{-1}$ ($\bar{x} \pm s$)

食物 Food	健康人群 ($n=3\,135$) Healthy group	糖尿病患者 ($n=458$) Diabetic group	新发糖尿病 人群 ($n=276$) New diabetic group	P
大米 (Rice)	288.52±162.67	256.88±157.78*	304.48±184.59#	<0.0001
小麦 (Wheat)	33.30±39.37	37.79±39.93	35.74±47.77	0.9508
杂粮 (Cereal)	18.20±23.92	20.11±27.52	17.06±24.50	0.1078
薯类 (Tubers)	21.16±20.67	15.39±17.43*	19.67±19.91#	<0.0001
新鲜蔬菜 (Fresh vegetables)	212.30±146.26	217.37±143.97	221.53±144.66	0.3689
深色蔬菜 (Dark vegetables)	116.81±113.86	119.78±117.39	128.06±131.49	0.8743
菌菇类 (Mushroom)	18.52±16.24	16.87±16.27*	18.18±16.73	0.0117
水果类 (Fruit)	127.52±101.89	79.77±82.96*	95.15±79.04*#	<0.0001
奶类 (Milk)	56.44±96.88	54.99±99.59*	43.97±91.84*#	0.0012
酸奶 (Yogurt)	35.45±59.32	17.20±47.52*	19.09±40.01*#	<0.0001
猪肉 (Pork)	38.20±39.03	34.98±39.65*	41.92±40.88#	0.0031
其他畜肉类 Other livestock meat	9.43±12.06	7.31±11.99*	8.23±10.82*	<0.0001
禽肉类 (Poultry)	15.56±15.51	14.30±14.90	16.34±15.88	0.1457
内脏类 (Viscera)	3.17±6.42	2.57±6.83*	2.96±6.51#	<0.0001
淡水鱼类 (Fish)	26.62±23.13	25.50±22.39	29.24±31.44	0.5622
海水鱼类 (Sea fish)	13.38±15.69	11.52±15.23*	13.89±19.26	0.0069
虾蟹贝类 Shrimps, crabs, and shellfish	16.89±16.03	13.41±14.30*	14.17±17.38*	<0.0001
豆浆 (Soybean milk)	26.01±55.17	16.24±50.04*	17.83±45.64*#	<0.0001
豆腐 (Tofu)	19.23±17.20	16.23±15.87*	16.79±16.03*	<0.0001
蛋类 (Egg)	32.62±23.28	31.12±24.29	32.50±23.50	0.1278
坚果类 (Nuts)	11.19±18.74	12.56±20.50	10.53±17.26	0.3897
碳酸饮料 Carbonated beverage	13.58±43.43	3.00±18.86*	6.38±24.41*#	<0.0001
纯果蔬汁 Fruit and vegetable beverage	9.16±26.34	2.67±12.04*	5.09±18.26*#	<0.0001
其他含糖饮料 Other sugared beverage	9.58±29.21	1.16±10.46*	3.22±14.92*#	<0.0001
糖果巧克力 Candy and chocolate	2.11±5.72	0.16±1.25*	0.99±4.14*#	<0.0001
油炸面食 (Fried food)	4.99±8.65	4.09±8.27*	3.90±7.01	0.0022
泡菜和盐腌食品 Pickle and salted food	9.13±12.48	8.89±12.18	11.06±14.21	0.0623
加工肉类 (Processed meat)	2.89±6.11	1.97±5.46*	2.95±6.30*	<0.0001
糕点类 (Pastry)	11.05±16.05	8.09±16.33*	8.61±15.67*#	<0.0001

[注] *: 与健康人群相比, $P < 0.05$; #: 与糖尿病患者相比, $P < 0.05$ 。

[Note] *: Compared with the healthy group, $P < 0.05$; #: Compared with the diabetic group, $P < 0.05$.

2.2 健康人群膳食模式

在健康人群中纳入性别、是否退休、年龄组以及婚姻状况作为协变量, 通过贝叶斯稀疏潜在因子模型分析获得 5 种膳食模式 (图 1A, 数据见补充材料 www.jeom.org/article/cn/10.13213/j.cnki.jeom.2020.19767), 膳食模式 1 为均衡性, 表现为较多食物的摄入。膳食模式 2 表现为饮料类摄入为主。膳食模式 3 与其他模式区别主要为加工肉类以及糕点类的摄入。膳食模式 4 则主要表现为杂粮、菌菇以及虾蟹贝类的摄入。膳食模式 5 表现为肉类、豆制品类以及油炸、糖果类的摄入。在纳入分析的协变量中, 婚姻以及退休状态对各类食物摄入没有产生影响。女性较男性的水果类、奶类及酸奶类摄入量更多 (因子载荷分别为 0.23, 0.20, 0.34), 而含糖饮料类摄入量明显减少 (因子载荷为 -0.27)。

2.3 糖尿病患者膳食模式

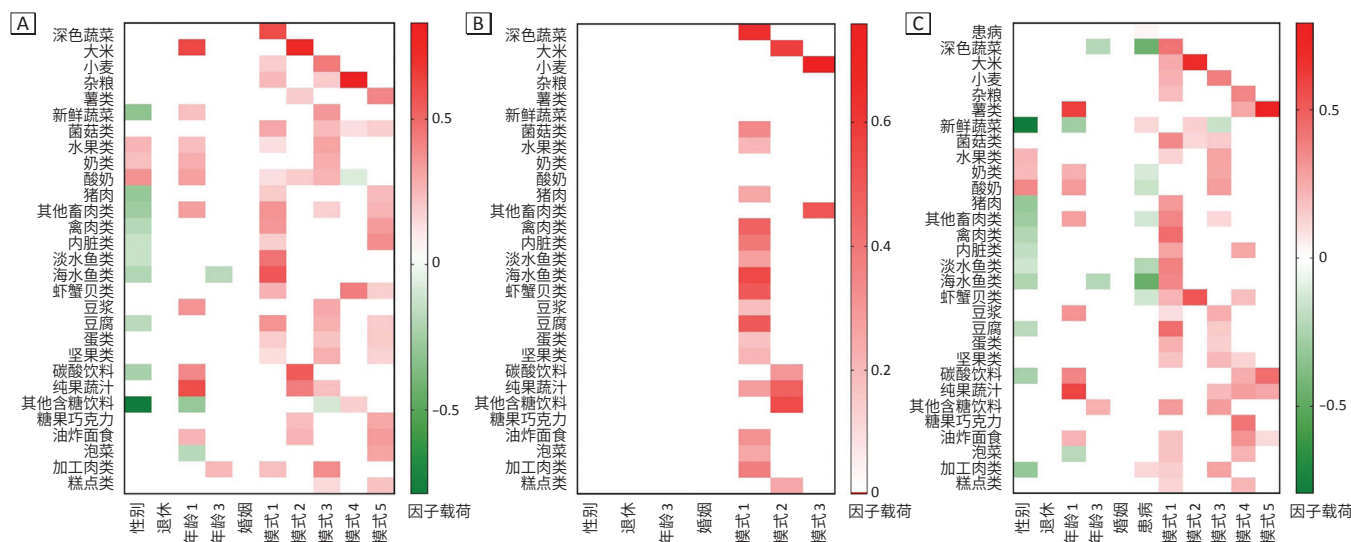
在糖尿病患者中纳入同样的因素作为协变量, 通过模型分析共获得 3 种膳食模式 (图 1B, 数据见补充材料 www.jeom.org/article/cn/10.13213/j.cnki.jeom.2020.19767)。而纳入的协变量均对各类食物摄入没有产生影响。其中模式 1 为均衡型 (大部分食物组均有摄入), 模式 2 为不健康模式 (主要为饮料类以及糕点类摄入, 其中碳酸饮料的因子载荷为 0.30, 果蔬饮料的因子载荷为 0.48, 其他含糖饮料为 0.54, 糕点类的因子载荷为 0.25), 模式 3 以小麦及其制品、其他禽畜肉类为主要食物摄入, 食物种类少。

2.4 膳食模式与新发糖尿病的关系

在纳入结局变量以及加入新发病例后, 各类影响因素对个体食物组分的倾向影响依然存在 (图 1C), 且与健康人群比较 (除含糖饮料外) 变化不大, 在健

康人群中性别和年龄会影响含糖饮料的摄入,结果显示60~74岁年龄组较45~60岁年龄组含糖饮料摄入多(因子载荷为0.23)。本次结果共产生5类膳食模式,但这5类膳食模式与糖尿病患病不存在相关性。除这5类膳食模式外,深色蔬菜、奶类、酸奶类、其

他畜肉类、淡水鱼类、海水鱼类、虾蟹贝类等摄入都与糖尿病呈负相关(因子载荷分别为-0.45, -0.12, -0.16, -0.13, -0.23, -0.48, -0.14),新鲜蔬菜及加工肉类的摄入与糖尿病患病呈现正相关(因子载荷均为0.12)。



[注] 不同行代表不同膳食组分,不同列表示纳入分析的协变量以及不同膳食模式。红色代表正相关,绿色代表负相关。颜色越深数值越大,无颜色表示数值为0。性别以男性作为参照,退休状态以退休作为参照,年龄1、3均以年龄2组为参照,婚姻状态以已婚为参照。年龄1、2、3组为:20~45岁,45~60岁,60~74岁。保留了包含有大于或等于3个食物组分的膳食模式。A:健康人群。膳食模式1为均衡性,表现为较多食物的摄入;膳食模式2表现为饮料类摄入为主;膳食模式3与其他模式区别主要为加工肉类以及糕点类的摄入;膳食模式4则主要表现为杂粮、菌菇以及虾蟹贝类的摄入;膳食模式5表现为肉类、豆制品类以及油炸、糖果类的摄入。B:糖尿病患者。模式1为均衡型(大部分食物组均有摄入);模式2为不健康模式(主要为饮料类以及糕点类摄入);模式3以小麦及其制品、其他禽畜肉类为主要食物摄入,食物种类少。C:健康人群与新发糖尿病人群。第一行患病显示膳食模式是否与患病有关,患病列代表除膳食模式外,哪些食物与患病相关。膳食模式1表现为均衡型,有较多食物摄入;膳食模式2以新鲜蔬菜以及菌菇类为主要摄入;膳食模式3主要为豆制品以及水果蔬菜类摄入为主;膳食模式4为不健康型,主要表现为饮料,油炸食品以及糕点类摄入;膳食模式5主要表现为薯类以及饮料摄入。

[Note] Different rows represent different food items, different columns represent the covariates included in the analysis and different dietary patterns. Red color indicates a positive correlation, and green indicates negative. Darker color indicates a larger value. No color means that the value is 0. Males, the retired group, the age group 2, and the married group are corresponding reference groups. Age group 1 is 20-45 years old, age group 2 is 45-60 years old, and age group 3 is 60-74 years old. Dietary patterns containing more than or equal to 3 food components are retained. A: Healthy group. Dietary pattern 1 is a balanced pattern with the intake of various types of food. Dietary pattern 2 is mainly beverages. Dietary pattern 3 is mainly processed meat and pastry. Dietary pattern 4 is mainly coarse grains, mushroom, shrimps, crabs, and shellfish. Dietary pattern 5 is mainly meat, soybean products, fried foods, and candies. B: Diabetic group. Dietary pattern 1 is a balanced pattern with the intake of various types of food. Dietary pattern 2 is an unhealthy pattern that is mainly beverage and pastry. Dietary pattern 3 is mainly wheat and its products and other livestock meat, with fewer food types consumed. C: Healthy group and new diabetic cases. The first row shows whether a dietary pattern is associated with diabetes, and the disease column shows what foods are associated with diabetes in addition to dietary patterns. Dietary pattern 1 shows a balanced diet with consumption of various food items. Dietary pattern 2 is mainly fresh vegetables and mushroom. Dietary pattern 3 is mainly soybean products, fruits and vegetables. Dietary pattern 4 is an unhealthy pattern that is mainly beverage, fried food, and pastry. Dietary pattern 5 is mainly potatoes and beverage.

图1 人群膳食模式与糖尿病的相关分析

Figure 1 Associations between food patterns and diabetes

3 讨论

本课题对健康人群以及新发糖尿病人群的分析发现,年龄、性别、婚姻状态以及是否退休等协变量在两次分析中都表现出相似的结果:相较于45~60岁人群,20~45岁人群的食物偏好差异较大,而60~74岁人群差异较小;不同性别之间差异较大;是否退休

以及婚姻状态对个体的食物组分选择都无影响。一项在上海市人群中开展的研究也表明,婚姻状态对膳食质量的影响不存在统计学意义^[18],该结果与本研究结果相一致。而另一项在对美国健康与退休研究(Health and Retirement Study, HRS)以及保健和营养研究(Health Care and Nutrition Study, HCNS)数据的

膳食模式分析结果显示,退休状态对于膳食模式有影响^[19],而我国台湾的研究也表明退休状态对膳食的影响具有统计学意义^[20]。造成该差异的原因可能是研究人群的差异:美国的研究是基于65岁以上人群;我国台湾的研究人群年龄均值为70岁,标准差为4.5岁;而本课题的研究人群平均年龄为54岁,这两项研究较本研究人群年龄偏大。这说明性别、年龄等人口学特征均对个体食物偏好有一定影响,因此在膳食模式分析中应当统一纳入考虑。在糖尿病患者中发现,年龄、性别、婚姻状态以及是否退休等协变量对个体食物选择均不具有影响,提示研究对象在得知自己患病后改变了自身的饮食习惯。且在健康人群中,共发现5类膳食模式,而在糖尿病患者中只发现3类膳食模式,这也提示疾病状态引起了调查对象的饮食习惯改变。

对膳食模式与糖尿病发病关系的研究发现,虽然分析得出的5类膳食模式与糖尿病患病无相关,但深色蔬菜、奶类、酸奶类、其他畜肉类、淡水鱼类、海水鱼类以及虾蟹贝类与新发糖尿病呈负相关,新鲜蔬菜类以及加工肉类等的摄入则呈正相关。但这些食物类别在本研究人群中并没有聚类出某一膳食模式。本课题研究发现深色蔬菜与糖尿病发病呈现负相关,而新鲜蔬菜类却呈现出正相关。本研究中新鲜蔬菜类食物除包含深色蔬菜外,还包含瓜茄类和块根蔬菜等,而有研究表明块根类蔬菜中土豆的过多摄入会增加妊娠期糖尿病的发病风险^[21],推测可能是导致出现本结果的原因之一。本课题结果显示不同肉类对于糖尿病患病也呈现不同影响:其中鱼类、虾蟹贝类的摄入与患病呈负相关,这可能是因为这类食物中含有长链多不饱和脂肪酸所致^[22];而加工肉类摄入与患病呈正相关,这类制品通常是红肉类加工制成,经常摄入会导致饱和脂肪酸、盐、胆固醇、亚硝酸盐等物质的摄入^[23],进而增加糖尿病的患病风险^[24]。本研究未发现猪肉类、内脏类等食物的摄入与糖尿病的患病有关,可能是因为这类食物出现在模式1中,即摄入该类食物多的人表现出多样性的膳食模式,同时也会倾向于摄入深色蔬菜、鱼虾类食物,从而降低了红肉类食物对健康的不利影响。

本研究首次在上海市人群中采用贝叶斯稀疏潜在因子模型进行膳食模式分析,在校正多个影响个体膳食模式的因素前提下分析人群膳食模式。本研究的主要不足在于新发病例由自报未患病而体检结

果显示患病个体构成,可能存在一定的回忆偏倚。另外,研究对象仅为上海市松江区中山街道人群,且人群构成中以中老年居民居多,因此其代表性有一定的局限性。

参考文献

- [1] International Diabetes Federation. IDF diabetes atlas [M]. 8th ed. Brussels: International Diabetes Federation, 2017.
- [2] National Diabetes Research Group. Diabetes mellitus survey of 300,000 in fourteen provinces and cities of China [J]. Chin Med J, 1981, 20: 678-683.
- [3] WANG L, GAO P, ZHANG M, et al. Prevalence and ethnic pattern of diabetes and prediabetes in China in 2013 [J]. JAMA, 2017, 317 (24): 2515-2523.
- [4] LI G, ZHANG P, WANG J, et al. The long-term effect of lifestyle interventions to prevent diabetes in the China Da Qing Diabetes Prevention Study: a 20-year follow-up study [J]. Lancet, 2008, 371 (9626): 1783-1789.
- [5] LINDSTRÖM J, ILANNE-PARIKKA P, PELTONEN M, et al. Sustained reduction in the incidence of type 2 diabetes by lifestyle intervention: follow-up of the Finnish Diabetes Prevention Study [J]. Lancet, 2006, 368 (9548): 1673-1679.
- [6] GEORGOULIS M, KONTOGIANNI M D, YIANNAKOURIS N. Mediterranean diet and diabetes: prevention and treatment [J]. Nutrients, 2014, 6 (4): 1406-1423.
- [7] HU F B. Dietary pattern analysis: a new direction in nutritional epidemiology [J]. Curr Opin Lipidol, 2002, 13 (1): 3-9.
- [8] YUAN Y Q, LI F, MENG P, et al. Gender difference on the association between dietary patterns and obesity in Chinese middle-aged and elderly populations [J]. Nutrients, 2016, 8 (8): 448.
- [9] CUTLER G J, FLOOD A, HANNAN P J, et al. Association between major patterns of dietary intake and weight status in adolescents [J]. Br J Nutr, 2012, 108 (2): 349-356.
- [10] BALDER H F, VIRTANEN M, BRANTS H A, et al. Common and country-specific dietary patterns in four European cohort studies [J]. J Nutr, 2003, 133 (12): 4246-4251.
- [11] JOO J, WILLIAMSON S A, VAZQUEZ A I, et al. Advanced dietary patterns analysis using sparse latent factor models in young adults [J]. J Nutr, 2018, 148 (12): 1984-1992.
- [12] WEST M. Bayesian factor regression models in the "Large

- p, Small n" paradigm [M] //BERNARDO M, BAYARRI M, BERGER J, et al. Bayesian Statistics. Oxford : Oxford University Press, 2003 : 733-742.
- [13] JOO J, WILLIAMSON SA, VAZQUEZ AI, et al. The influence of 15-week exercise training on dietary patterns among young adults [J]. Int J Obes, 2019, 43 (9) : 1681-1690.
- [14] CARVALHO CM, CHANG J, LUCAS JE, et al. High-dimensional sparse factor modeling : applications in gene expression genomics [J]. J Am Stat Assoc, 2008, 103 (484) : 1438-1456.
- [15] 中华医学会糖尿病学分会. 中国2型糖尿病防治指南(2017年版) [J]. 中国实用内科杂志, 2018, 38 (4) : 292-344.
- [16] 李帆. 上海城郊居民心血管代谢性疾病的膳食危险因素探究 [D]. 上海 : 复旦大学, 2019.
- [17] WANG Q, CARVALHO CM, LUCAS J, et al. BFRM : software for Bayesian factor regression models [EB/OL]. [2020-02-17]. <http://www.mybiosoftware.com/bfrm-2-0-bayesian-factor-regression-models.html>.
- [18] ZANG J, YU H, ZHU Z, et al. Does the dietary pattern of shanghai residents change across seasons and area of residence : assessing dietary quality using the Chinese Diet Balance Index (DBI) [J]. Nutrients, 2017, 9 (3) : 251.
- [19] BISHOP NJ, ZUNIGA KE, RAMIREZ CM. Latent profile analysis of dietary intake in a community-dwelling sample of older Americans [J]. Public Health Nutr, 2020, 23 (2) : 243-253.
- [20] PODA GG, HSU CY, RAU HH, et al. Impact of socio-demographic factors, lifestyle and health status on nutritional status among the elderly in Taiwan [J]. Nutr Res Pract, 2019, 13 (3) : 222-229.
- [21] BAO W, TOBIAS DK, HU FB, et al. Pre-pregnancy potato consumption and risk of gestational diabetes mellitus : prospective cohort study [J]. BMJ, 2016, 352 : h6898.
- [22] VILLEGAS R, XIANG YB, ELASY T, et al. Fish, shellfish, and long-chain n-3 fatty acid consumption and risk of incident type 2 diabetes in middle-aged Chinese men and women [J]. Am J Clin Nutr, 2011, 94 (2) : 543-551.
- [23] ROHRMANN S, LINSEISEN J. Processed meat : the real villain? [J] Proc Nutr Soc, 2016, 75 (3) : 233-241.
- [24] MICHA R, WALLACE SK, MOZAFFARIAN D. Red and processed meat consumption and risk of incident coronary heart disease, stroke, and diabetes mellitus : a systematic review and meta-analysis [J]. Circulation, 2010, 121 (21) : 2271-2283.

(英文编辑 : 汪源 ; 责任编辑 : 王晓宇)

· 告知栏 ·

《环境与职业医学》入选2019—2020年度CSCD核心库

2019年4月29日,中国科学院文献情报中心公布了2019—2020年度中国科学引文数据库(Chinese Science Citation Database, CSCD) 1230种来源期刊名单。CSCD来源期刊分为核心库和扩展库两部分,其中核心库908种,扩展库322种,《环境与职业医学》被CSCD核心库持续收录!

《环境与职业医学》2015年首次成为CSCD(扩展库)来源期刊,2017年进入核心库。近年编辑部在布局数字化业务、拓展传播途径、提升编辑素养、稳定出版质量等方面持续付出不懈努力,陆续发表了《尘肺病治疗中国专家共识(2018年版)》,“PM_{2.5}污染及其健康影响”“环境内分泌干扰物的健康影响”等一系列热点文章和专栏,建立了布局完善、功能强大的网站及微信公众号,并于2019年度全新改版杂志,全方位紧跟数字化出版趋势,实现CSCD、北大核心、科技核心全部持续收录。

杂志的点滴进步都离不开各位编委、审稿专家、作者和读者的支持和关注,特此志谢!衷心希望广大读者和作者一如既往支持本刊工作,踊跃投稿!