

· 论 著 ·

# 孕期膳食模式与妊娠糖尿病的关联分析

史美琦<sup>1</sup>, 郑钜圣<sup>2</sup>, 汪旭虹<sup>1</sup>, 殷玉华<sup>3</sup>, 胡文胜<sup>1</sup>

1. 杭州市妇产科医院妇女保健科, 浙江 杭州 310008; 2. 西湖大学, 浙江 杭州 310030;

3. 杭州市第一人民医院, 浙江 杭州 310022

**摘要:** **目的** 探究孕期膳食模式与妊娠糖尿病(GDM)的关联, 为指导建立平衡膳食模式、减少GDM发生提供依据。**方法** 选择2020—2021年杭州市妇产科医院进行口服葡萄糖耐量测试的孕妇为研究对象, 采用一般问卷调查孕妇基本信息, 食物频率法问卷调查过去3个月的饮食情况, 采用主成分分析法确定膳食模式; 采用多因素logistic回归模型分析膳食模式与GDM的关联。**结果** 纳入1 689名孕妇, 年龄 $M(Q_R)$ 为28.53(2.47)岁, 孕周 $M(Q_R)$ 为26.00(2.00)周。通过主成分分析法确定5种膳食模式, 分别为肉类膳食模式、甜品-水果-精制谷物膳食模式、植物类膳食模式、蛋-奶-坚果膳食模式和杂粮类膳食模式, 累计方差贡献率为58.76%。检出GDM 415例, 检出率为24.57%。多因素logistic回归分析结果显示, 与膳食模式因子得分Q1组比较, 肉类膳食模式Q4组GDM风险升高( $OR=1.372$ , 95% $CI$ : 1.043~2.055); 甜品-水果-精制谷物膳食模式Q4组GDM风险升高( $OR=1.743$ , 95% $CI$ : 1.397~2.432); 植物类膳食模式Q4组GDM风险降低( $OR=0.382$ , 95% $CI$ : 0.346~0.613)。**结论** 植物类膳食模式可能降低GDM的发生风险, 肉类和甜品-水果-精制谷物膳食模式可能升高GDM的发生风险。

**关键词:** 膳食模式; 膳食调查; 妊娠糖尿病; 主成分分析

中图分类号: R714.25

文献标识码: A

文章编号: 2096-5087(2023)11-0921-05

## Association between dietary patterns during pregnancy and gestational diabetes mellitus

SHI Meiqi<sup>1</sup>, ZHENG Jusheng<sup>2</sup>, WANG Xuhong<sup>1</sup>, YIN Yuhua<sup>3</sup>, HU Wensheng<sup>1</sup>

1. Department of Women's Health, Hangzhou Obstetrics and Gynecological Hospital, Hangzhou, Zhejiang 310008, China;

2. Westlake University, Hangzhou, Zhejiang 310030, China; 3. Hangzhou First People's Hospital of Zhejiang Province, Hangzhou, Zhejiang 310022, China

**Abstract: Objective** To examine the association between dietary patterns during pregnancy and gestational diabetes mellitus (GDM), so as to provide the evidence for guiding the establishment of healthy and balanced dietary patterns and reducing the prevalence of GDM. **Methods** Pregnant women who underwent oral glucose tolerance tests in Hangzhou Obstetrics and Gynecological Hospital from 2020 to 2021 were enrolled, and their demographic information were collected using questionnaires. Pregnant women's diets during the past three months were collected using Food Frequency Questionnaires (FFQs), and dietary patterns were extracted using principal component analysis. In addition, the association between dietary patterns and risk of GDM was examined using a multivariable logistic regression model. **Results** A total of 1 689 pregnant women were included, with a median age of 28.53 (interquartile range, 2.47) years and a median gestational age of 26.00 (interquartile range, 2.00) weeks. Five dietary patterns were identified according to pregnant women's types of diets, including meat-based diets, dessert-fruit-refined grain diets, plant-based diets, eggs-milk-nut diets and whole-grain diets, with a cumulative contribution rate of 58.76%. The prevalence of GDM was 24.57% (415 cases) among the study subjects. Multivariable logistic regression analysis showed that pregnant women with scores

DOI: 10.19485/j.cnki.issn2096-5087.2023.11.001

基金项目: 浙江省科学技术厅“尖兵”“领雁”研发攻关计划项目(2022C03102); 国家自然科学基金面上项目(82173530)

作者简介: 史美琦, 硕士, 主管医师, 主要从事妇幼保健工作

通信作者: 胡文胜, E-mail: huws@zju.edu.cn

in the highest quartile (Q4) of the meat-based diets had an increased risk of GDM ( $OR=1.372$ ,  $95\%CI: 1.043-2.055$ ) relative to those with scores in the lowest quartile (Q1), and pregnant women with Q4 scores of the dessert-fruit-refined grain diets had an increased risk of GDM ( $OR=1.743$ ,  $95\%CI: 1.397-2.432$ ) relative to those with Q1 scores, while pregnant women with Q4 scores of the plant-based diets had a reduced risk of GDM ( $OR=0.382$ ,  $95\%CI: 0.346-0.613$ ) relative to those with Q1 scores. **Conclusion** A plant-based dietary pattern may reduce the risk of GDM, while meat-based and dessert-fruit-refined grain dietary patterns may increase the risk of GDM.

**Keywords:** dietary pattern; dietary survey; gestational diabetes mellitus; principal component analysis

妊娠糖尿病 (gestational diabetes mellitus, GDM) 是女性妊娠期间出现的一种糖代谢紊乱疾病, 发病率在全球范围呈上升趋势, 我国 GDM 患病率在 9.3% 左右<sup>[1]</sup>。GDM 不仅可导致孕妇高血压、胎盘功能不全、难产等并发症<sup>[2]</sup>, 还可能增加孕妇心血管疾病等慢性病的风险<sup>[3]</sup>。膳食模式从食物摄入的角度探讨饮食与疾病的关系, 充分考虑了营养素与食物之间的交互作用<sup>[4]</sup>。近年来, 合理膳食被广泛用于与营养相关的疾病防治, 如高血压<sup>[5]</sup>、2 型糖尿病<sup>[6]</sup> 及高血脂<sup>[7]</sup> 等。本研究分析膳食模式与 GDM 的关联, 为加强 GDM 患者平衡膳食健康教育、减少 GDM 发生提供依据。

## 1 对象与方法

### 1.1 对象

选取 2020—2021 年杭州市妇产科医院进行口服葡萄糖耐量测试的孕妇为研究对象。纳入标准: 年龄  $\geq 18$  岁; 孕 24~28 周; 既往无糖尿病史且无饮食习惯改变者。排除标准: 孕前已有糖尿病史或孕前诊断为糖尿病; 患心、肝、肾等重要器官疾病; 患子宫肌瘤、卵巢囊肿; 多胎孕妇; 未提供饮食资料。本研究通过杭州市妇产科医院伦理委员会审查, 审批号: [2022] 医伦审 A 第 (3) 号-01。所有研究对象均自愿接受调查并签署知情同意书。

### 1.2 方法

#### 1.2.1 问卷调查

通过问卷调查收集孕妇的年龄、文化程度、职业、睡眠状况、焦虑、抑郁和疾病史等。采用食物频率法问卷 (Food Frequency Questionnaire, FFQ) 调查近 3 个月内的食物摄入频率 (次/d、次/周、次/月和不吃) 和每次摄入量 (g/次或 mL/次)。FFQ 参照中国营养与健康调查使用的食物频率问卷<sup>[8]</sup>, 结合浙江省居民饮食习惯制定, 问卷信度系数为 0.912, 效度为 0.893。FFQ 调查共纳入 71 种食物, 根据食物的相似性归纳为 17 类, 分别为全谷物、粗杂粮、薯类、油炸食品、加工肉类、畜肉、禽肉、奶类及其制品、蛋、豆类及其制品、蔬菜、菌菇、水果、甜

品、油、鱼虾和坚果。采用睡眠状况自评量表<sup>[9]</sup> 调查睡眠状况, 评分  $< 21$ 、 $21 \sim < 31$ 、 $31 \sim < 41$  和  $\geq 41$  分别为睡眠状况好、较好、较差和差。采用根据焦虑自评量表和抑郁自评量表<sup>[10]</sup> 评估焦虑和抑郁症状, 评分  $< 50$ 、 $50 \sim < 61$ 、 $61 \sim < 71$  和  $\geq 71$  分别为正常、轻度、中度和重度焦虑或抑郁。

#### 1.2.2 膳食模式识别

采用主成分分析法确定膳食模式。对各变量进行 KMO 检验和 Bartlett 球形检验, 满足 KMO 值  $> 0.5$  且 Bartlett 球形检验  $P < 0.01$ , 判断各变量间具有相关性, 可以进行主成分分析。其次, 将特征根  $> 1$  者确定为公因子, 根据每个公因子中各种食物的因子载荷 (保留  $> 0.400$  者) 确定因子名称。计算各膳食模式的因子得分, 得分越高表示越倾向于该膳食模式。

#### 1.2.3 膳食模式与 GDM 的关联分析

将膳食模式因子得分按照四分位数分为 Q1、Q2、Q3 和 Q4 组, 分析膳食模式与 GDM 的关联。为控制混杂因素的影响, 将年龄、孕前 BMI、高血压史、糖尿病家族史、睡眠、抑郁和焦虑等协变量纳入分析。

### 1.3 定义

按照中国标准, 体质指数 (BMI)  $< 18.5 \text{ kg/m}^2$ 、 $18.5 \sim < 24.0 \text{ kg/m}^2$ 、 $24.0 \sim < 28.0 \text{ kg/m}^2$  和  $\geq 28.0 \text{ kg/m}^2$  分别为消瘦、正常、超重和肥胖<sup>[11]</sup>。GDM 指空腹血糖  $\geq 5.1 \text{ mmol/L}$ , 口服 75 g 葡萄糖后 1 h 血糖  $\geq 10.0 \text{ mmol/L}$  或 2 h 血糖  $\geq 8.5 \text{ mmol/L}$ <sup>[12]</sup>。

### 1.4 质量控制

经过预调查修订完善问卷, 所有调查人员统一进行培训; 食物频率调查时提供彩色食物卡片和标准餐具, 以减少调查对象食物定量误差。数据由双人同时录入并进行复核, 以保证准确性。

### 1.5 统计分析

采用 EpiData 3.1 软件录入数据, 采用 SPSS 21.0 软件统计分析。定量资料服从正态分布的采用均数  $\pm$  标准差 ( $\bar{x} \pm s$ ) 描述, 不服从正态分布的采用中位数和四分位数间距 [ $M (Q_R)$ ] 描述, 定性资料采用相对数描述, 组间比较采用  $\chi^2$  检验。采用因子分析法的

主成分分析确定膳食模式。采用多因素 logistic 回归模型分析膳食模式与 GDM 的关联。检验水准  $\alpha=0.05$ 。

## 2 结果

### 2.1 孕妇调查内容分析

调查孕妇 1 689 人, 年龄  $M(Q_R)$  为 28.53 (2.47) 岁, 孕周  $M(Q_R)$  为 26.00 (2.00) 周, 孕前

BMI  $M(Q_R)$  为 25.72 (4.91)  $\text{kg}/\text{m}^2$ 。本科及以上学历 1 494 人, 占 88.45%。劳动强度以轻度为主, 1 516 人占 89.76%。检出 GDM 415 例, 检出率为 24.57%。有高血压史和糖尿病家族史的孕妇 GDM 检出率较高; 不同年龄、孕前 BMI、睡眠、焦虑和抑郁情况的孕妇 GDM 检出率差异有统计学意义 (均  $P<0.05$ )。见表 1。

表 1 孕妇 GDM 检出率比较

Table 1 Comparison of GDM prevalence among pregnant women

变量	调查人数	GDM 例数	检出率/%	$\chi^2$ 值	P值	变量	调查人数	GDM 例数	检出率/%	$\chi^2$ 值	P值
年龄/岁				28.559	<0.001	高血压史				14.301	<0.001
<26	157	20	12.74			是	102	41	40.20		
26~	875	193	22.06			否	1 587	374	23.57		
≥31	657	202	30.75			糖尿病家族史				22.339	<0.001
文化程度				0.026	0.872	是	216	81	37.50		
高中及以下	195	47	24.10			否	1 473	334	22.67		
本科及以上	1 494	368	24.63			睡眠				10.411	0.015
孕前 BMI				9.801	0.020	好	732	156	21.31		
消瘦	34	7	20.59			较好	449	110	24.50		
正常	478	108	22.59			较差	284	83	29.23		
超重	704	159	22.59			差	224	66	29.46		
肥胖	473	141	29.81			抑郁				11.712	0.008
劳动强度				2.835	0.242	无	688	147	21.37		
轻	1 516	375	24.74			轻	495	117	23.64		
中	84	24	28.57			中	376	111	29.52		
重	89	16	17.98			重	130	40	30.77		
吸烟				0.124	0.725	焦虑				14.847	0.002
是	278	66	23.74			无	1 065	229	21.50		
否	1 411	349	24.73			轻	258	75	29.07		
饮酒				0.286	0.593	中	254	76	29.92		
是	25	5	20.00			重	112	35	31.25		
否	1 664	410	24.64								

### 2.2 膳食模式确定

KMO 检验值为 0.766, Bartlett 球形度检验值为 8 899.282 ( $P<0.001$ )。共确定 5 个公因子, 特征值分别为 3.814、2.213、1.826、1.132 和 1.004, 累计方差贡献率为 58.76%。保留因子载荷  $>0.400$  的食物种类, 根据每个公因子所含的主要食物类别命名为肉类膳食模式、甜品-水果-精制谷物膳食模式、植物类膳食模式、蛋-奶-坚果膳食模式和杂粮类膳食模式。

### 2.3 孕妇膳食模式与 GDM 的关联

以患 GDM 为因变量 (0=否, 1=是), 以上述 5

种膳食模式的因子得分分组、年龄、孕前 BMI、高血压史、糖尿病家族史、睡眠、抑郁和焦虑为自变量, 做多因素 logistic 回归分析。结果显示, 肉类膳食模式和甜品-水果-精制谷物膳食模式 Q4 组较其 Q1 组 GDM 发生风险升高; 植物类膳食模式 Q4 组较其 Q1 组 GDM 发生风险降低。见表 2。

## 3 讨论

本研究采用主成分分析法归纳了 5 种膳食模式, 分别为肉类膳食模式、甜品-水果-精制谷物膳食模

表 2 孕期膳食模式与 GDM 关联的多因素 logistic 回归分析

Table 2 Multivariable logistic regression analysis of the association between dietary patterns during pregnancy and GDM

膳食模式	膳食模式因子得分分组 [OR 值 (95%CI)]				P <sub>趋势</sub> 值
	Q1	Q2	Q3	Q4	
<b>肉类</b>					
模型 1	1.000	1.270 (0.939~1.717)	1.412 (1.039~1.918) ①	1.872 (1.360~2.578) ①	0.002
模型 2	1.000	1.273 (0.968~1.721)	1.368 (0.984~1.772)	1.643 (1.101~2.342) ①	0.004
模型 3	1.000	1.102 (0.624~1.404)	1.131 (0.653~1.567)	1.372 (1.043~2.055) ①	0.008
<b>甜品-水果-精制谷物</b>					
模型 1	1.000	1.209 (0.894~1.635)	1.338 (0.985~1.817)	1.805 (1.309~2.487) ①	0.004
模型 2	1.000	1.382 (0.843~1.552)	1.487 (1.126~1.634) ①	1.612 (1.210~2.348) ①	0.028
模型 3	1.000	1.216 (1.032~1.625) ①	1.476 (1.012~1.644) ①	1.743 (1.397~2.432) ①	0.036
<b>植物类</b>					
模型 1	1.000	0.784 (0.560~1.097)	0.670 (0.482~0.930) ①	0.510 (0.371~0.702) ①	<0.001
模型 2	1.000	0.801 (0.612~1.142)	0.653 (0.532~0.923) ①	0.563 (0.354~0.745) ①	<0.001
模型 3	1.000	0.542 (0.475~1.134)	0.434 (0.297~0.723) ①	0.382 (0.346~0.613) ①	<0.001
<b>奶-蛋-坚果</b>					
模型 1	1.000	1.045 (0.765~1.429)	1.062 (0.777~1.453)	1.026 (0.751~1.402)	0.965
模型 2	1.000	1.021 (0.431~1.252)	1.143 (0.824~1.532)	1.152 (0.815~1.346)	0.974
模型 3	1.000	0.727 (0.517~1.023)	0.745 (0.603~1.174)	0.844 (0.821~1.567)	0.532
<b>杂粮类</b>					
模型 1	1.000	1.016 (0.746~1.385)	1.013 (0.741~1.385)	1.168 (0.851~1.603)	0.645
模型 2	1.000	1.132 (0.831~1.321)	1.156 (0.798~1.366)	1.156 (0.932~1.478)	0.748
模型 3	1.000	0.843 (0.612~1.213)	0.953 (0.782~1.356)	1.156 (0.852~1.497)	0.237

注：①表示与Q1组比较P<0.05；模型1未进行调整，模型2调整年龄、孕前BMI、高血压史和糖尿病家族史；模型3在模型2的基础上调整睡眠、抑郁和焦虑。

式、植物类膳食模式、奶-蛋-坚果膳食模式和杂粮类膳食模式，共可解释总方差的 58.76%。研究结果表明，肉类膳食模式和甜品-水果-精制谷物膳食模式可能升高 GDM 的发生风险，植物类膳食模式可能降低 GDM 的发生风险。

肉类膳食模式主要以畜禽肉类、加工类和油炸食品为主。JIANG 等<sup>[13]</sup>研究结果显示，摄入肉类，尤其是红肉，可能会增加机体的血红素铁吸收，使体内铁超负荷，进而促进胰岛素抵抗，增加孕妇 GDM 的发生风险。研究显示，加工类食物与 GDM 发生风险呈正相关，可能是由于其含有高浓度的硝酸盐、亚硝酸盐和亚硝胺化合物，增加机体血糖升高的风险，导致 GDM 发生<sup>[14]</sup>。油炸食品含有较多脂类，可增强氧化应激和炎症反应，二者可能引发胰岛素抵抗，增加 GDM 发生风险。

甜品-水果-精制谷物膳食模式以水果、精制谷物、各类甜品和甜饮料为主。尽管水果中富含维生素 C、维生素 E 和膳食纤维，但某些含糖量较高的水果

和精制谷物具有较高的血糖指数，食用过多可能会使血糖升高<sup>[15]</sup>，与 GDM 的发生发展有关<sup>[16]</sup>。甜品和甜饮料含有大量的糖分，易转化为脂肪，加重机体胰岛功能负荷，增加 GDM 发生风险<sup>[17]</sup>。

植物类膳食模式主要以菌菇、蔬菜、豆制品和鱼类为主。研究表明，植物类膳食模式与 GDM 之间的关联可能是由于植物中含有大量的膳食纤维，后者与胰岛素抵抗呈负相关，可有效降低 GDM 发生<sup>[18]</sup>。菌菇、蔬菜和豆制品均为低血糖指数食物，摄入后机体的血糖负荷较低，可有效降低 GDM 发生风险<sup>[19]</sup>。此外，豆制品中黑豆含有胰凝乳蛋白酶和胰蛋白酶，摄入后可加快胰岛素分泌，豌豆中含有植物凝集素和赤霉素，也能对血糖的升高起到一定抑制作用，且豆类食物食用可增加机体饱腹感，减少孕妇对其他食物的摄入量，对控制血糖有积极作用<sup>[20]</sup>。

综上所述，本研究分析了杭州市妇产科医院 1 689 名孕妇的膳食模式与 GDM 的关联，为本地区孕妇合理控制饮食、降低 GDM 发病率提供依据。但

患者的膳食信息可能存在回忆偏倚,对研究结果造成一定的影响。另外,本研究采用横断面研究的方法,无法得出膳食模式与GDM之间的因果关系,后续需要进行前瞻性研究等进一步验证二者的关联。

#### 参考文献

- [1] ZHU W W, YANG H X, WEI Y M, et al. Evaluation of the value of fasting plasma glucose in the first prenatal visit to diagnose gestational diabetes mellitus in China [J]. *Diabetes Care*, 2013, 36: 586-590.
- [2] 张芝银,李秀央,郑国英,等.不良妊娠结局的影响因素分析[J].*预防医学*, 2020, 32 (1): 94-97.
- [3] BELLAMY L, CASAS J P, HINGORANI A D, et al. Type 2 diabetes mellitus after gestational diabetes: a systematic review and meta-analysis [J]. *Lancet*, 2009, 373: 1773-1779.
- [4] 蒋剑波,林玲萍,杜丽云,等.杭州市中年人群三种膳食模式与代谢综合征的关系研究[J].*预防医学*, 2018, 30 (12): 1222-1225.
- [5] ZHENG P F, SHU L, ZHANG X Y, et al. Association between dietary patterns and the risk of hypertension among Chinese: across-sectional study [J]. *Nutrients*, 2016, 8 (4): 239-248.
- [6] HONG X, XU F, WANG Z Y, et al. Dietary patterns and the incidence of hyperglycemia in China [J]. *Public Health Nutr*, 2016, 19 (1): 131-141.
- [7] XIA Y, XIANG Q, GU Y Q, et al. A dietary pattern rich in animal organ, seafood and processed meat products is associated with newly diagnosed hyperuricaemia in Chinese adults: a propensity score-matched case-control study [J]. *Brit J Nutr*, 2018, 119 (10): 1177-1184.
- [8] SHU L, ZHENG P F, ZHANG X Y, et al. Association between dietary patterns and the indicators of obesity among Chinese: across-sectional study [J]. *Nutrients*, 2015, 7 (9): 7995-8009.
- [9] 李建明.睡眠状况自评量表(SRSS)简介[J].*中国健康心理学杂志*, 2012, 20 (12): 1851.
- [10] 陈文莹,胡继军,涂星,等.SCL-90 评定情况与胃镜检查耐受性的关系[J].*临床和实验医学杂志*, 2020, 19 (18): 1959-1962.
- [11] 中国肥胖问题工作组.中国成人超重和肥胖症预防与控制指南(节录)[J].*营养学报*, 2014, 26 (1): 1-2.
- [12] 谢幸,孔北华,段涛.妇产科学(第9版)[M].北京:人民卫生出版社, 2008.
- [13] JIANG R, MA J, ASCHERIO A, et al. Dietary iron intake and blood donations in relation to risk of type 2 diabetes in men: a prospective cohort study [J]. *Am J Clin Nutr*, 2004, 79: 70-75.
- [14] HU Z G, TAN R S, JIN D, et al. A low glycemic index staple diet reduces postprandial glucose values in Asian women with gestational diabetes mellitus [J]. *J Invest Med*, 2014, 62 (8): 975-979.
- [15] BAO J, ATKINSON F, PETOCZ P, et al. Prediction of postprandial glycemia and insulinemia in lean, young, healthy adults: glycemic load compared with carbohydrate content alone [J]. *Am J Clin Nutr*, 2011, 93 (5): 984-996.
- [16] HODGE A M, ENGLISH D R, O'DEA K, et al. Glycemic index and dietary fiber and the risk of type 2 diabetes [J]. *Diabetes Care*, 2004, 27 (11): 2701-2706.
- [17] Inter Act Consortium, BENDINELLI B, PALLI D, et al. Association between dietary meat consumption and incident type 2 diabetes: the EPIC-InterAct study [J]. *Diabetologia*, 2013, 56: 47-59.
- [18] MOHAN V, RANDHIKA G, SATHYA R M, et al. Dietary carbohydrates, glycaemic load, food groups and newly detected type 2 diabetes among urban Asian Indian population in Chennai, India (Chennai Urban Rural Epidemiology Study 59) [J]. *Br J Nutr*, 2009, 102 (10): 1498-1506.
- [19] KONG A P, CHOI K C, CHAN R S, et al. A randomized controlled trial to investigate the impact of a low glycemic index (GI) diet on body mass index in obese adolescents [J/OL]. *BMC Public Health*, 2014, 14 (1) [2023-10-17]. <https://doi.org/10.1186/1471-2458-14-180>.
- [20] CALDERON GUZMAN D, JUAREZ OLGUIN H, VELOZ CPRONA Q, et al. Consumption of cooked common beans or saponins could reduce the risk of diabetic complications [J]. *Diabetes Metab Syndr Obes*, 2020, 10 (13): 3481-3486.

收稿日期: 2023-08-18 修回日期: 2023-10-17 本文编辑: 刘婧出