

• 妇幼保健 •

妊娠糖尿病孕妇植物性饮食模式与孕期体重增加的关联研究

史美琦¹, 殷玉华², 汪旭虹¹, 付元庆³, 苗泽蕾³, 胡文胜⁴

1. 杭州市妇产科医院, 浙江 杭州 310008; 2. 西湖大学附属杭州市第一人民医院, 浙江 杭州 310022;

3. 西湖大学医学院, 浙江 杭州 310030; 4. 浙江大学医学院附属妇产科医院, 浙江 杭州 310006

摘要: **目的** 探讨妊娠糖尿病(GDM)孕妇植物性饮食模式与孕期体重增加(GWG)的关联, 为指导孕妇合理膳食提供依据。**方法** 选择杭州市妇产科医院参加WeBirth项目的GDM孕妇为研究对象, 收集孕妇年龄、孕前体质指数(BMI)等资料, 采用中文版孕期身体活动问卷评估每日活动当量, 采用食物频率问卷收集入组前1个月内的食物摄入频率和摄入量。根据食物摄入量构建总体植物性饮食指数(PDI)、健康植物性饮食指数(HPDI)和不健康植物性饮食指数(UPDI), 按照四分位数分组; 采用多重线性回归模型分析植物性饮食模式与GWG的关联。**结果** 纳入GDM孕妇1 943例, 年龄 $M(Q_R)$ 为30.91(4.92)岁; 孕前BMI $M(Q_R)$ 为21.51(4.06) kg/m²; PDI、HPDI和UPDI $M(Q_R)$ 分别为32.42(4.60)、32.48(4.41)和32.40(5.36); GWG $M(Q_R)$ 为11.30(4.52) kg。多重线性回归分析结果显示, 调整年龄、孕前BMI、每日活动当量和每日摄入能量等, PDI(Q3组, $\beta=0.674$, 95%CI: 0.064~1.285; Q4组, $\beta=0.702$, 95%CI: 0.098~1.306)、UPDI(Q3组, $\beta=1.332$, 95%CI: 0.771~1.894; Q4组, $\beta=1.115$, 95%CI: 0.550~1.681)与GWG呈正相关; 未发现HPDI与GWG存在统计学关联(均 $P>0.05$)。**结论** 不健康植物性饮食与GDM孕妇较高的GWG风险有关。

关键词: 植物性饮食; 孕期体重增加; 妊娠糖尿病; 食物频率问卷

中图分类号: R714.25

文献标识码: A

文章编号: 2096-5087(2025)05-0503-04

Association between plant-based dietary patterns and gestational weight gain among pregnant women with gestational diabetes mellitus

SHI Meiqi¹, YIN Yuhua², WANG Xuhong¹, FU Yuanqing³, MIAO Zelei³, HU Wensheng⁴

1. Hangzhou Obstetrics and Gynecology Hospital, Hangzhou, Zhejiang 310008, China;

2. Hangzhou First People's Hospital Affiliated to Westlake University, Hangzhou, Zhejiang 310022, China;

3. School of Medicine, Westlake University, Hangzhou, Zhejiang 310030, China; 4. Women's Hospital School of Medicine Zhejiang University, Hangzhou, Zhejiang 310006, China

Abstract: Objective To investigate the association between plant-based dietary patterns and gestational weight gain (GWG) among pregnant women with gestational diabetes mellitus (GDM), so as to provide the evidence for guiding the reasonable diet during pregnancy. **Methods** GDM pregnant women who participated in the WeBirth project in Hangzhou Obstetrics and Gynecology Hospital were selected. Maternal age and pre-pregnancy body mass index (BMI) were collected. The Chinese version of Pregnancy Physical Activity questionnaire was used to assess the daily activity equivalent. The food frequency questionnaire was used to collect the frequency and amount of food intake in the last month before enrollment. The overall plant-based diet index (PDI), healthy plant-based diet index (HPDI), and unhealthy plant-based diet index (UPDI) were constructed based on food intake and grouped by quartiles. Multiple linear regression models were used to analyze the association between plant-based dietary patterns and GWG. **Results** A total of 1 943

DOI: 10.19485/j.cnki.issn2096-5087.2025.05.015

基金项目: 国家自然科学基金面上项目(82173530); 国家自然科学基金

基金项目(82103826, 82404243); 浙江省科学技术厅

“尖兵”“领雁”研发攻关计划项目(2022C03102)

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

pregnant women with GDM, with a median age of 30.91 (interquartile range, 4.92) years. The median BMI of pre-pregnancy was 21.51 (interquartile range, 4.06) kg/m². The medians of PDI, HPDI and UPDI were 32.42 (interquartile range, 4.60), 32.48 (interquartile range, 4.41) and 32.40 (interquartile range, 5.36), respectively. The median of GWG was 11.30 (interquartile range, 4.52) kg. Multiple linear regression analysis showed that PDI (Q3 group, $\beta=0.674$, 95%CI: 0.064–1.285; Q4 group, $\beta=0.702$, 95%CI: 0.098–1.306), UPDI (Q3 group, $\beta=1.332$, 95%CI: 0.771–1.894; Q4 group, $\beta=1.115$, 95%CI: 0.550–1.681) were positively associated with GWG after adjusting for age, pre-pregnancy BMI, daily activity equivalent and daily energy intake. No significant association was found between HPDI and GWG (all $P>0.05$). **Conclusion** UPDI was associated with a higher risk of GWG in pregnant women with GDM.

Keywords: plant-based dietary; gestational weight gain; gestational diabetes mellitus; food frequency questionnaire

孕期体重增加 (gestational weight gain, GWG) 是孕期健康的重要评价指标, GWG 过多可引起孕期并发症、不良出生结局及子代远期不良事件的风险升高^[1]。GWG 与膳食摄入有关, 已有研究报道单一营养素与 GWG 的关系^[2]。然而单一营养素不能反映食物之间的相互作用, 营养流行病学更倾向于研究饮食模式。随着近年来全球健康饮食倡导, 植物性饮食模式 (以植物性食物为主的饮食模式) 因其富含纤维、低脂肪和低糖的特点, 受到育龄女性关注^[3-4]。SATIJA 等^[5]利用食物频率问卷计算植物性来源食物的摄入, 建立了总体植物性饮食指数 (plant-based diet index, PDI)、健康植物性饮食指数 (healthy plant-based diet index, HPDI) 和不健康植物性饮食指数 (unhealthy plant-based diet index, UPDI) 来反映植物性饮食模式。饮食指数更能准确地反映个体的饮食习惯, 并为孕期体重管理提供精准的饮食指导。本研究基于西湖精准出生队列研究 (WeBirth) 资料, 探讨妊娠糖尿病 (gestational diabetes mellitus, GDM) 孕妇植物性饮食模式与 GWG 的关联, 为孕妇合理膳食提供指导。

1 对象与方法

1.1 对象

WeBirth 是 2019 年 8 月—2024 年 4 月由西湖大学和杭州市妇产科医院联合开展的一项前瞻性队列研究, 以杭州市妇产科医院的 GDM 孕妇为研究对象, 探究妊娠期膳食摄入、体力活动、连续血糖响应特点与不良分娩结局及子代发育的关系。本研究选取 WeBirth 入组的 GDM 孕妇为研究对象, 纳入标准: (1) 年龄 ≥ 18 岁; (2) 孕 24~28 周, 诊断为 GDM^[6]; (3) 计划在杭州市妇产科医院分娩; (4) 计划携本次妊娠产下的子代在杭州居住 ≥ 4 年。排除标准: (1) 患恶性肿瘤、传染病或其他严重疾病; (2) 饮食、孕前体质指数 (BMI) 等资料不全。研究对象均自愿接受调查并签署知情同意书。本研究通过西湖大学伦理委员会和杭州市妇产科医院伦理委员会

审查, 审批号分别为 20190701ZJS0007、[2022] 医伦审 A 第 (3) 号-01。

1.2 方法

1.2.1 一般情况调查

由统一培训的调查人员采用一般问卷收集研究对象的年龄、孕前 BMI、入组时体重、分娩前体重、文化程度、家庭年收入、吸烟和饮酒等资料。采用中文版孕期身体活动问卷 (Pregnancy Physical Activity Questionnaire, PPAQ)^[7]调查孕期体力活动水平。该问卷包括非工作时间工作/家务、出行活动、运动锻炼和工作/学习 4 类共 29 项体力活动, 每项按照活动时间由低到高分别计 1~6 分, 用每项活动的代谢当量 (metabolic equivalent of task, MET) 乘以时间得到活动当量 (MET-h), 所有活动当量的总和为每日活动当量。

1.2.2 PDI、HPDI 和 UPDI 构建

采用食物频率问卷^[8]收集孕妇入组前 1 个月内的食物摄入频率和每次摄入量。问卷信度系数为 0.7, 效度系数为 0.8。问卷涉及 33 种食物, 分为 13 类 3 组^[9-10], 其中动物性食物指蛋类、肉类、乳制品和海鲜类, 健康植物性食物指全谷物、蔬菜、水果、豆类、坚果和薯类, 不健康植物性食物指精制谷物、饮料/果汁和甜品。食物摄入量为食物摄入频率乘以每次摄入量。孕妇每日摄入的所有食物按照《中国食物成分表》^[10]匹配各食物对应的能量, 所有食物的能量总和即为每日摄入能量。

植物性食物摄入量按照四分位数分别赋分 1~4, 动物性食物反之, 所有食物得分总和为 PDI, 范围为 13~52, 得分越高表示植物性食物摄入量越高。健康植物性食物摄入量按照四分位数分别赋分 1~4, 不健康植物性食物和动物性食物反之, 所有食物得分总和为 HPDI, 范围为 13~52, 得分越高表示健康植物性食物摄入量越高。不健康植物性食物摄入量按照四分位数分别赋分 1~4, 健康植物性食物和动物性食物反之, 所有食物得分总和为 UPDI, 范围为 13~52, 得分越高表示不健康植物性食物摄入量越高。

1.2.3 植物性饮食模式与 GWG 的关联分析

GWG=分娩前体重-入组时体重，PDI、HPDI、UPDI 按照四分位数分为 Q1、Q2、Q3 和 Q4 组，控制年龄、孕前 BMI、文化程度、家庭年收入、吸烟、饮酒、每日活动当量和每日摄入能量混杂因素，分析植物性饮食模式与 GWG 的关联。

1.3 统计分析

采用 EpiData 3.1 软件双人录入数据，采用 SPSS 26.0 软件统计分析。定量资料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。采用多重线性回归模型分析 PDI、HPDI、UPDI 与 GWG 的关联。检验水准 $\alpha=0.05$ 。

2 结果

2.1 基本情况

调查 GDM 孕妇 1 943 例，年龄 $M(Q_R)$ 为 30.91(4.92)岁。孕前 BMI $M(Q_R)$ 为 21.51(4.06)kg/m²。文化程度为高中及以下 700 例，占 36.03%；专科/本科 970 例，占 49.92%；本科以上 273 例，占

14.05%。家庭年收入 <10 万元 423 例，占 21.77%；10 万 ~ <20 万元 707 例，占 36.39%；≥20 万元 813 例，占 41.84%。有吸烟史 80 例，占 4.12%。有饮酒史 638 例，占 32.84%。每日活动当量 $M(Q_R)$ 为 21.14 (9.05) MET-h。每日摄入能量 $M(Q_R)$ 为 1 642.52 (921.34) kJ。

2.2 PDI、HPDI、UPDI 与 GWG 的关联

GWG $M(Q_R)$ 为 11.30 (4.52) kg。PDI、HPDI 和 UPDI 的 $M(Q_R)$ 分别为 32.42 (4.60)、32.48 (4.41) 和 32.40 (5.36)。以 GWG 为因变量，分别以 PDI、HPDI、UPDI 四分位数分组为自变量，以 Q1 组为参照，建立多重线性回归模型：模型 1 未调整混杂因素；模型 2 调整年龄和孕前 BMI；模型 3 在模型 2 的基础上调整文化程度、家庭年收入、吸烟、饮酒、每日活动当量和每日摄入能量。结果显示，PDI、UPDI 与 GWG 呈正相关（均 $P<0.05$ ）；未见 HPDI 与 GWG 统计学关联（均 $P>0.05$ ）。见表 1。

表 1 植物性饮食模式与 GWG 关联的多重线性回归分析
Table 1 Multiple linear regression analysis of the association between plant-based dietary patterns and GWG

变量	模型 1		模型 2		模型 3	
	β (95%CI)	PIP 趋势值	β (95%CI)	PIP 趋势值	β (95%CI)	PIP 趋势值
PDI		0.003 ^①		<0.001 ^①		0.005 ^①
Q2	0.270 (-0.341 ~ 0.880)	0.387	0.217 (-0.376 ~ 0.810)	0.473	0.117 (-0.464 ~ 0.698)	0.692
Q3	0.777 (0.139 ~ 1.414)	0.017	0.892 (0.272 ~ 1.511)	0.005	0.674 (0.064 ~ 1.285)	0.030
Q4	0.819 (0.191 ~ 1.448)	0.011	1.017 (0.406 ~ 1.628)	0.001	0.702 (0.098 ~ 1.306)	0.023
HPDI		0.152 ^①		0.138 ^①		0.193 ^①
Q2	-0.303 (-0.967 ~ 0.361)	0.371	-0.387 (-1.033 ~ 0.260)	0.241	-0.272 (-0.90 ~ 0.361)	0.400
Q3	-0.639 (-1.232 ~ -0.045)	0.035	-0.647 (-1.225 ~ -0.070)	0.028	-0.552 (-1.11 ~ 0.014)	0.056
Q4	-0.361 (-0.929 ~ 0.206)	0.212	-0.385 (-0.94 ~ 0.169)	0.173	-0.317 (-0.86 ~ 0.228)	0.255
UPDI		<0.001 ^①		<0.001 ^①		<0.001 ^①
Q2	0.467 (-0.162 ~ 1.095)	0.146	0.571 (-0.040 ~ 1.182)	0.067	0.416 (-0.184 ~ 1.016)	0.174
Q3	1.338 (0.753 ~ 1.924)	<0.001	1.473 (0.902 ~ 2.044)	<0.001	1.332 (0.771 ~ 1.894)	<0.001
Q4	1.420 (0.840 ~ 2.001)	<0.001	1.597 (1.031 ~ 2.163)	<0.001	1.115 (0.550 ~ 1.681)	<0.001

注：^①表示 P 趋势值。

3 讨论

本研究采用食物频率问卷收集 1 943 例 GDM 孕妇饮食情况，构建了 GDM 孕妇的 PDI、HPDI 和 UPDI，分析其与 GWG 的关联。研究结果显示，PDI、UPDI 与 GWG 呈正相关，HPDI 与 GWG 不存在统计学关联，即不健康植物性饮食模式可能与 GWG 过多有关。

UPDI 反映了精制谷物、饮料/果汁和甜品摄入较

多。精制谷物高淀粉、低纤维的特点会导致血糖迅速升高^[11]。孕期胰岛素敏感性下降，孕妇对血糖的调节能力减弱，过量摄入精制谷物会加剧这一状况，促使血糖水平持续升高。长期的高血糖状态不仅增加 GDM 风险，还会促进体内脂肪的合成与储存，导致 GWG^[12]。此外，精制谷物中的高热量也是 GWG 过多的重要原因之一。果汁虽然常被视为健康饮品，但过量摄入同样会带来风险。与新鲜水果相比，果汁中的糖分更为集中，且缺乏膳食纤维，在体内的消化吸

收速度更快,血糖生成指数更高,更易导致血糖波动和体重增加^[13]。孕妇对糖分的代谢能力下降,过量饮用果汁会增加GDM和GWG的风险。饮料、甜品中的糖分和脂肪都是高热量来源,过量摄入会导致能量过剩,进而转化为脂肪储存在体内,促进体重增加^[14]。不健康植物性饮食的成分还可产生协同作用,如精制谷物中的高淀粉与饮料/果汁、甜品中的高糖相结合,可能导致血糖水平持续升高,进而促进脂肪的合成与储存。这些食物中的高热量和低纤维特点也会降低孕妇的饱腹感^[15],增加食物摄入量,进一步促进体重增加。

本研究发现PDI与GWG也呈正相关,提示PDI的正向效应可能主要由不健康植物性食物摄入过多驱动。PDI作为总体植物性饮食的评估工具,未区分健康与不健康植物性食物的质量差异。当孕妇摄入的植物性饮食中精制谷物、含糖饮料及甜品等不健康食物比例较高时,PDI受其高热量、低纤维的特点影响较大,导致能量过剩,促进体重增加。这一现象与SATIJA等^[5]提出的理论一致,即单纯强调植物性饮食的“数量”而忽视“质量”可能掩盖其健康效应的复杂性。

健康植物性饮食模式中多种食物的膳食纤维含量较高、饱和脂肪含量及热量较低,对孕期体重控制可以起到正向作用,相关研究显示,健康植物性饮食模式与GWG过高呈负相关^[16-17]。本研究暂未发现HPDI与GWG之间的关联,可能源于样本量差异,有待进一步验证。

参考文献

- [1] SU W J, CHEN Y L, HUANG P Y, et al. Effects of prepregnancy body mass index, weight gain, and gestational diabetes mellitus on pregnancy outcomes: a population-based study in Xiamen, China, 2011–2018 [J]. *Ann Nutr Metab*, 2019, 75: 31–38.
- [2] TIELEMANS M J, GARCIA A H, PERALTA SANTOS A, et al. Macronutrient composition and gestational weight gain: a systematic review [J]. *Am J Clin Nutr*, 2015, 103: 83–99.
- [3] MELINA V, CRAIG W, LEVIN S. Position of the academy of nutrition and dietetics: vegetarian diets [J]. *J Acad Nutr Diet*, 2016, 116: 1970–1980.
- [4] 史美琦, 郑钜圣, 汪旭虹, 等. 孕期膳食模式与妊娠糖尿病的关联分析 [J]. *预防医学*, 2023, 35 (11): 921–925.
SHI M Q, ZHENG J S, WANG X H, et al. Association between dietary patterns during pregnancy and gestational diabetes mellitus [J]. *China Prev Med J*, 2023, 35 (11): 921–925. (in Chinese)
- [5] SATIJA A, BHUPATHIRAJU S N, RIMM E B, et al. Plant-based dietary patterns and incidence of type 2 diabetes in US men and women: results from three prospective cohort studies [J/OL]. *PLoS Med*, 2016, 13 (6) [2025-02-12]. <https://doi.org/10.1371/journal.pmed.1002039>.
- [6] International Association of Diabetes and Pregnancy Study Groups Consensus Panel. International association of diabetes and pregnancy study groups recommendations on the diagnosis and classification of hyperglycemia in pregnancy [J]. *Diabetes Care*, 2010, 33 (3): 676–682.
- [7] 张燕, 赵岳, 董胜雯, 等. 中文版孕期身体活动问卷信效度评定 [J]. *中华护理杂志*, 2013, 48 (9): 825–827.
ZHANG Y, ZHAO Y, DONG S W, et al. Reliability and validity of the Chinese version of the Pregnancy Physical Activity Questionnaire (PPAQ) [J]. *Chin J Nurs*, 2013, 48 (9): 825–827. (in Chinese)
- [8] ZARE SAKHVIDI M J, DANAEI N, DADVAND P, et al. The prospective epidemiological research studies in IrAN (PERSIAN) birth cohort protocol: rationale, design and methodology [J]. *Longit Life Course Stud*, 2021, 12 (2): 241–262.
- [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. Dietary guidelines for Chinese residents (2016) [M]. Beijing: People's Medical Publishing House, 2016. (in Chinese)
- [10] 杨月欣. 中国食物成分表 [M]. 北京: 北京医科大学出版社, 2002.
YANG Y X. Chinese food composition table [M]. Beijing: Beijing Medical University Press, 2002. (in Chinese)
- [11] LIU L Y, LIU Z, DUAN B B, et al. Effects of a low glycemic index or low glycemic load diet on pregnant women at high risk of gestational diabetes: a meta-analysis of randomized controlled trials [J]. *Nutr Metab Cardiovasc Dis*, 2023, 33 (10): 2006–2018.
- [12] 黄慧慧, 刘洋, 闻德亮. 促炎饮食及其相关的多系统疾病研究进展 [J]. *中国食品卫生杂志*, 2023, 35 (11): 1671–1677.
HUANG H H, LIU Y, WEN D L. Research progress on proinflammatory diet and related multisystem diseases [J]. *Chin J Food Hyg*, 2023, 35 (11): 1671–1677. (in Chinese)
- [13] ANYENE I C, ERGAS I J, KWAN M L, et al. Plant-based dietary patterns and bc recurrence and survival in the pathways study [J]. *Nutrients*, 2021, 13 (10): 3374–3384.
- [14] TURNER T F, NANCE L M, STRICKLAND W D, et al. Dietary adherence and satisfaction with a bean based high-fiber weight loss diet: a pilot study [J/OL]. *ISRN Obes*, 2013 [2025-02-12]. <https://doi.org/10.1155/2013/915415>.
- [15] ROMANOS-NANCLARES A, WILLETT W C, ROSNER B A, et al. Healthful and unhealthful plant-based diets and risk of BC in US women: results from the Nurses' Health Studies [J]. *Cancer Epidemiol Biomarkers Prev*, 2021, 30 (10): 1921–1931.
- [16] KESARY Y, AVITAL K, HIRSCH L. Maternal plant-based diet during gestation and pregnancy outcomes [J]. *Arch Gynecol Obstet*, 2020, 302: 887–898.
- [17] CANO-IBÁÑEZ N, MARTÍNEZ-GALIANO J M, LUQUE-FERNÁNDEZ M A, et al. Maternal dietary patterns during pregnancy and their association with gestational weight gain and nutrient adequacy [J]. *Int J Environ Res Public Health*, 2020, 17: 7908–7920.