

孕早期膳食血糖负荷与妊娠期糖尿病关系的前瞻性研究

董洪利¹ 蔡聪捷¹ 白丹¹ 庞欣欣¹ 兰茜¹ 张亦奇¹ 张琚² 周凤鸣¹ 孙鸿¹ 曾果¹

¹四川大学华西公共卫生学院/华西第四医院营养食品卫生与毒理学系, 成都 610041; ²四川省妇幼保健院临床营养科, 成都 610045

通信作者: 曾果, Email: zgmu2007@126.com

【摘要】 目的 探讨孕早期膳食血糖负荷(GL)与妊娠期糖尿病(GDM)的关系。方法 采用前瞻性研究,选取成都市某三甲妇幼医疗机构产前门诊 1 462 名孕 8~14 周单胎健康孕妇为研究对象。采用 3 天 24 小时膳食回顾法收集孕早期摄入的食物种类及数量。参照《中国食物成分表:标准版》及国际血糖生成指数和血糖负荷值表(2008)确定食物血糖生成指数(GI)值,根据食物 GI 值及其平均每日摄入量中碳水化合物含量计算膳食 GL 及主食 GL。于孕 24~28 周行口服葡萄糖耐量试验,根据《妊娠合并糖尿病诊治指南(2014)》诊断 GDM。按照四分位数分别将膳食 GL 及主食 GL 由低到高分 4 组(Q1~Q4),采用 log-binomial 回归模型分析膳食 GL 及主食 GL 与 GDM 的关系。结果 研究对象孕早期每日膳食 GL 和主食 GL 分别为 145.70(113.23~180.85)和 121.05(89.08~155.70),米类和薯类 GL 分别为 73.14(43.89~107.50)和 3.43(0.00~9.84)。调整年龄、孕前 BMI 等混杂因素后,log-binomial 回归分析显示,膳食 GL 在 Q3、Q4 组孕妇 GDM 发生风险均较 Q1 组增加($RR=1.47, 95\%CI: 1.20 \sim 1.80; RR=1.31, 95\%CI: 1.04 \sim 1.64$);主食 GL 在 Q3、Q4 组孕妇 GDM 发生风险均较 Q1 组增加($RR=1.28, 95\%CI: 1.04 \sim 1.58; RR=1.27, 95\%CI: 1.02 \sim 1.60$);米类 GL 在 Q3、Q4 组孕妇 GDM 发生风险均较 Q1 组增加($RR=1.30, 95\%CI: 1.06 \sim 1.59; RR=1.28, 95\%CI: 1.03 \sim 1.59$);薯类 GL 在 Q4 组孕妇 GDM 发生风险较 Q1 组增加($RR=1.30, 95\%CI: 1.09 \sim 1.54$)。未发现面类 GL 和杂粮 GL 对 GDM 发生风险有影响。结论 孕早期膳食 GL 与 GDM 发生有关,膳食 GL 较高尤其是米类及薯类 GL 较高可能增加 GDM 的发生风险。

【关键词】 妊娠期糖尿病; 血糖负荷

基金项目: 达能营养中心膳食营养研究与宣教基金(DIC2016-06)

DOI: 10.3760/cma.j.cn112338-20190909-00659

Association between dietary glycemic load during first trimester and the risk of gestational diabetes mellitus: a prospective study

Dong Hongli¹, Cai Congjie¹, Bai Dan¹, Pang Xinxin¹, Lan Xi¹, Zhang Yiqi¹, Zhang Ju², Zhou Fengming¹, Sun Hong¹, Zeng Guo¹

¹Department of Nutrition, Food Hygiene and Toxicology, West China School of Public Health and West China Fourth Hospital, Sichuan University, Chengdu 610041, China; ²Department of Clinical Nutrition, Sichuan Provincial Hospital for Women and Children, Chengdu 610045, China

Corresponding author: Zeng Guo, Email: zgmu2007@126.com

【Abstract】 Objective To explore the effects of dietary glycemic load (GL) during first trimester on the risk of gestational diabetes mellitus (GDM). **Methods** A prospective study was conducted among healthy women with singleton pregnancy at 8–14 weeks of gestation in a maternity out-patient clinic of maternal-and-child health care institution in Chengdu, Sichuan province. Information on dietary intake during the first trimester was collected through a 3-day 24-hour dietary recall. Glycemic index (GI) values were obtained from China Food Composition Tables (Standard Edition) and International Tables of Glycemic Index and Glycemic Load Values (2008). Dietary GL and GLs of staple foods were calculated based on GI values and the amount of carbohydrate consumed per day. Diagnostic criteria of GDM was followed the Guidelines for Diagnosis and Treatment of Pregnancy Diabetes in China (2014), and used on participants who underwent an oral glucose tolerant test during 24–28 weeks of gestation. Log-binomial regression models were used to explore the

associations between both quartiles of dietary GL, GLs of staple foods and the risks of GDM, respectively. **Results** The medians of dietary GL and GL of staple foods were 145.70 (113.23–180.85) and 121.05 (89.08–155.70), respectively. The median GL of both rice and tubers were 73.14 (43.89–107.50) and 3.43 (0.00–9.84), respectively. After adjusting for the age at pregnancy, pre-pregnancy body mass index and other confounding factors, results of log-binomial regressions analysis showed that when compared with the lowest quartile of dietary GL group, the third and highest quartiles of dietary GL groups increased the risk of GDM ($RR=1.47$, 95% CI : 1.20–1.80; $RR=1.31$, 95% CI : 1.04–1.64), respectively. Compared with the lowest quartile of GL of staple foods, the third and highest quartiles of GL of staple foods groups also increased the risk of GDM ($RR=1.28$, 95% CI : 1.04–1.58; $RR=1.27$, 95% CI : 1.02–1.60), respectively. The third and highest quartiles of GL of rice groups increased the risk of GDM ($RR=1.30$, 95% CI : 1.06–1.59; $RR=1.28$, 95% CI : 1.03–1.59), respectively, than the lowest quartile of GL of rice group. When compared with the lowest quartile of GL of tubers group, the highest quartile of GL of tubers group increased the risk of GDM ($RR=1.30$, 95% CI : 1.09–1.54). However, we did not notice the effects of wheat GL and coarse grain GL on the risk of GDM. **Conclusions** A positive association was found between dietary glyceic load and the risk of GDM. Higher dietary glyceic load, especially in rice and tubers during first trimester, seemed to have increased the risk of GDM.

【Key words】 Gestational diabetes mellitus; Glycemic load

Fund program: Dietary Nutrition Research and Education Fund of Danone Nutrition Center (DIC2016–06)

DOI:10.3760/cma.j.cn112338-20190909-00659

妊娠期糖尿病 (gestational diabetes mellitus, GDM) 是指在妊娠期首次发生或发现的不同程度糖耐量异常^[1]。据报道, 2005–2016 年我国 GDM 患病率为 13%^[2], 2008–2011 年四川省 GDM 患病率为 24.5%^[3], 高于全国平均水平。GDM 作为妊娠期最常见的并发症之一, 可增加不良妊娠结局及母亲和儿童远期 2 型糖尿病的发生风险^[4]。识别 GDM 的影响因素尤其是可改变的危险因素, 对于 GDM 的预防至关重要。研究表明膳食因素与 GDM 的发生相关^[5], 其中碳水化合物与血糖关系密切, 其质量影响餐后血糖水平。血糖生成指数 (glycemic index, GI) 及血糖负荷 (glycemic load, GL) 是评价碳水化合物质量的常用指标, 分别反映食物引起血糖升高的程度及食物摄入量对血糖影响的幅度, 其中 GL 更能综合评价碳水化合物质量对血糖的影响。既往研究提示膳食 GL 较高可增加 2 型糖尿病发生风险。然而, 目前国内外有关膳食 GL 与 GDM 关系的研究较少且结论不一致^[6–7]。本研究旨在探讨孕早期膳食 GL 与 GDM 发生的关系, 为预防及治疗 GDM 提供参考依据。

对象与方法

1. 研究对象: 选取 2017 年 2–7 月在成都市某三甲妇幼医疗机构产前门诊建卡的孕妇为研究对象。纳入标准: 孕 8–14 周, 单胎健康孕妇。排除标准: 曾患 GDM, 孕前患糖尿病、甲状腺疾病或肝肾功能损伤, 有精神性疾病或严重沟通障碍不能完成调查者。本研究通过四川大学医学伦理委员会审查 (批准文号: K2017037), 所有研究对象均签署知情

同意书。

2. 研究方法:

(1) 问卷调查: 采用自行设计问卷于孕妇首次产检时通过面对面询问方式收集年龄、孕前体重、孕次、产次、体力活动等基线资料, 其中体力活动信息采用孕期体力活动量表收集, 依据代谢当量计算每周体力活动水平。

(2) 膳食调查: 采用 3 天 24 小时膳食回顾法于纳入时对孕妇进行膳食调查, 通过面对面询问方式收集孕妇近 3 d 饮食情况。现场使用标准餐具及《回顾性膳食调查辅助参照食物图谱》辅助调查。运用营养计算器 (v2.7.3) 计算孕妇孕早期平均每日各类食物及营养素摄入量。

(3) 膳食 GL 计算: 食物 GI 值来源于《中国食物成分表: 标准版》^[8] 及国际血糖生成指数和血糖负荷值表 (2008)^[9] (以葡萄糖作为参照), 根据各种食物 GI 值及其平均每日摄入量中碳水化合物含量 (CHO) 计算各种食物 GL, 计算公式: 食物 GL = (食物 GI × 食物 CHO) / 100; 膳食 GL = ∑ 食物 GL; 主食 GL = ∑ 谷薯类食物 GL, 并进一步将主食 GL 分为米类、面类、杂粮及薯类 GL。参照《中国居民营养与健康状况监测报告之一——2010–2013 年膳食与营养素摄入状况》^[10] 中谷类分类方法, 将谷类分为米类、面类及杂粮, 其中米类包括各类大米及其生熟制品, 面类包括各类小麦粉及其生熟制品, 杂粮包括除精制米、面之外的谷类食物及各种杂豆。

(4) 体格测量: 采用立柱式身高计于纳入时按标准方法测量孕妇身高, 连续测量 2 次取平均值, 精确

度为±0.1 cm。根据孕前自报体重和身高计算孕前BMI, 孕前BMI=孕前体重(kg)/身高(m)²。参考《中国成人超重和肥胖症预防与控制指南》对BMI(kg/m²)的界定: 消瘦(BMI<18.5)、体重正常(18.5≤BMI<24.0)、超重(24.0≤BMI<28.0)和肥胖(BMI≥28.0)。本研究将孕前超重或肥胖合并为孕前超重/肥胖。

(5)口服葡萄糖耐量试验(OGTT):于孕24~28周行OGTT,分别测其服糖前及服糖后1、2 h的血糖。根据《妊娠合并糖尿病诊治指南(2014)》^[11]诊断标准,服糖前及服糖后1、2 h血糖值正常范围分别以5.1、10.0、8.5 mmol/L为界,任意1项或多项血糖值达到或超过界值,即诊断为GDM。

3. 统计学分析:采用EpiData 3.1软件建立数据库,双人双录入。采用Excel 2010软件整理数据、Stata 15.0软件分析数据。定量资料服从正态分布,采用 $\bar{x} \pm s$ 描述,不服从正态分布采用 $M(P_{25} \sim P_{75})$ 描述;定性资料采用例数、百分比(%)描述,组间GDM发病情况比较采用 χ^2 检验。按照四分位数分别将膳食GL及主食GL由低到高分4组(Q1~Q4, Q1为最低组, Q4为最高组),采用广义线性模型中log-binomial回归模型分析孕早期膳食GL及主食GL与GDM的关系,当log-binomial回归模型不收敛时使用稳健Poisson回归模型。采用两个模型计算RR值及95%CI。模型1未调整混杂因素;模型2根据已知与GDM发生相关的因素^[4],调整年龄(<25, 25~ , 30~ , ≥35岁)、孕前BMI(<18.5, 18.5~ , ≥24.0 kg/m²)、孕次(1, >1次)、产次(初产, 经产)、糖尿病家族史(是, 否)、体力活动(连续变量)、脂肪供能比(连续变量)、蛋白质供能比(连续变量)、膳食纤维摄入量(连续变量)等可能的混杂因素。分别以膳食GL及主食GL各组的中位数作为连续变量进行线性趋势性检验。此外,将孕前BMI、糖尿病家族史进行分层分析,分析不同亚组中膳食GL及主食GL与GDM的关系。所有检验均采用双侧检验,检验水准 $\alpha=0.05$ 。

结 果

1. 基本信息:最终纳入有效样本1 462名,其中GDM孕妇524名(35.8%)。研究对象年龄为(28.53±4.03)岁,孕前BMI为(21.00±2.70)kg/m²,体力活动水平为103.38(72.99~133.02)MET-h/w,能量、碳水化合物及膳食纤维平均摄入量分别为1 766.50(1 462.50~2 096.88)kcal/d、245.80(202.78~297.83)g/d

及11.70(8.40~15.80)g/d,每日碳水化合物、脂肪及蛋白质供能比分别为55.82%(50.10%~60.55%)、31.61%(27.80%~36.00%)及12.36%(10.86%~14.11%)。主食平均摄入量为273.74(210.27~356.69)g/d,米类、面类、杂粮及薯类平均摄入量分别为115.00(72.39~168.19)、43.87(75.57~115.11)、9.70(0.00~29.33)及32.33(0.00~90.60)g/d。其余基本信息及不同特征孕妇GDM发病情况见表1。经 χ^2 检验,GDM与年龄、孕前BMI、孕次有关,差异有统计学意义($P<0.05$)。

表1 不同特征孕妇的构成及其GDM发病情况

变量	合计	GDM		χ^2 值	P值
		是	否		
年龄组(岁)				29.61	<0.001
<25	265(18.1)	72(27.2)	193(72.8)		
25~	778(53.3)	261(33.5)	517(66.5)		
30~	290(19.8)	126(43.4)	164(56.6)		
≥35	129(8.8)	65(50.4)	64(49.6)		
孕前BMI(kg/m ²)				18.24	<0.001
<18.5	211(14.4)	55(26.1)	156(73.9)		
18.5~	1 079(73.8)	388(36.0)	691(64.0)		
≥24.0	172(11.8)	81(47.1)	91(52.9)		
文化程度				0.79	0.675
高中及以下	332(22.8)	117(35.2)	215(64.8)		
大专	523(35.9)	182(34.8)	341(65.2)		
本科及以上	602(41.3)	224(37.2)	378(62.8)		
家庭月收入(元)				1.77	0.413
<5 000	477(32.8)	175(36.7)	302(63.3)		
5 000~	671(46.2)	229(34.1)	442(65.9)		
≥10 000	306(21.0)	117(38.2)	189(61.8)		
孕次(次)				11.41	0.001
1	665(45.6)	208(31.3)	457(68.7)		
>1	794(54.4)	316(39.8)	478(60.2)		
产次				2.09	0.149
初产	1 062(73.5)	372(35.0)	690(65.0)		
经产	383(26.5)	150(39.2)	233(60.8)		
孕早期就业				1.07	0.300
是	904(61.9)	315(34.8)	589(65.2)		
否	557(38.1)	209(37.5)	348(62.5)		
糖尿病家族史				2.42	0.120
是	255(17.5)	102(40.0)	153(60.0)		
否	1 199(82.5)	418(34.9)	781(65.1)		

注:括号外数据为人数,括号内数据为构成比(%)

2. 膳食GL及主食GL:研究对象孕早期平均膳食GL和主食GL分别为145.70(113.23~180.85)和121.05(89.08~155.70),各类主食GL依次为米类73.14(43.89~107.50)、面类29.72(15.47~46.93)、薯类3.43(0.00~9.84)及杂粮2.00(0.00~8.46)。

3. 膳食GL及主食GL与GDM关系:以是否患GDM为因变量,分别以膳食GL、主食GL、米类GL、

面类GL、杂粮GL及薯类GL为自变量,建立调整前及调整相关混杂因素后的log-binomial回归模型。结果显示,调整孕妇年龄、孕前BMI等混杂因素后,膳食GL在Q3、Q4组孕妇GDM发生风险均较Q1组增加($RR=1.47, 95\%CI: 1.20 \sim 1.80; RR=1.31, 95\%CI: 1.04 \sim 1.64$);主食GL在Q3、Q4组孕妇GDM发生风险均较Q1组增加($RR=1.28, 95\%CI: 1.04 \sim 1.58; RR=1.27, 95\%CI: 1.02 \sim 1.60$);米类GL在Q3、Q4组孕妇GDM发生风险均较Q1组增加($RR=1.30, 95\%CI: 1.06 \sim 1.59; RR=1.28, 95\%CI: 1.03 \sim 1.59$);薯类GL在Q4组孕妇GDM发生风险较Q1组增加($RR=1.30, 95\%CI: 1.09 \sim 1.54$)。未观察到面类GL和杂粮GL对GDM发生风险有影响。见表2。

4. 膳食GL及主食GL与GDM关系的分层分析:按照孕前BMI分层,调整年龄、孕次等混杂因素后,log-binomial回归分析显示,孕前体重正常的孕妇中,薯类GL在Q3、Q4组孕妇GDM发生风险均较

Q1组增加($RR=1.29, 95\%CI: 1.04 \sim 1.60; RR=1.46, 95\%CI: 1.19 \sim 1.79$)。未观察到在不同孕前BMI孕妇中膳食GL、主食GL、米类GL、面类GL和杂粮GL对GDM发生风险有影响。见表3。

按照糖尿病家族史分层,调整年龄、孕前BMI等混杂因素后,log-binomial回归分析显示:无糖尿病家族史的孕妇中,膳食GL在Q3、Q4组孕妇GDM发生风险均较Q1组增加($RR=1.48, 95\%CI: 1.17 \sim 1.87; RR=1.32, 95\%CI: 1.02 \sim 1.72$);薯类GL在Q4组孕妇GDM发生风险较Q1组增加($RR=1.30, 95\%CI: 1.07 \sim 1.58$)。未发现患有糖尿病家族史的孕妇中膳食GL及主食GL对GDM的影响。见表4。

讨 论

膳食GL是综合反映碳水化合物与量对血糖影响的指标,能全面评价膳食的血糖效应。已有大量研究表明较高的膳食GL可能增加2型糖尿病的

表2 膳食GL及主食GL与GDM关系的log-binomial回归分析

变量	GDM ^a		模型1[RR值(95%CI)]	模型2[RR值(95%CI)]	趋势检验P值
	是	否			
膳食GL					0.007
Q1	116(31.7)	250(68.3)	1.00	1.00	
Q2	126(34.5)	239(65.5)	1.09(0.89 ~ 1.34)	1.17(0.95 ~ 1.44)	
Q3	155(42.3)	211(57.7)	1.34(1.10 ~ 1.62)	1.47(1.20 ~ 1.80)	
Q4	127(34.8)	238(65.2)	1.10(0.89 ~ 1.35)	1.31(1.04 ~ 1.64)	
主食GL					0.026
Q1	123(33.6)	243(66.4)	1.00	1.00	
Q2	128(35.1)	237(64.9)	1.04(0.85 ~ 1.28)	1.14(0.93 ~ 1.40)	
Q3	141(38.5)	225(61.5)	1.15(0.94 ~ 1.39)	1.28(1.04 ~ 1.58)	
Q4	132(36.2)	233(63.8)	1.08(0.88 ~ 1.31)	1.27(1.02 ~ 1.60)	
米类GL					0.022
Q1	117(32.0)	249(68.0)	1.00	1.00	
Q2	131(35.9)	234(64.1)	1.12(0.92 ~ 1.38)	1.17(0.96 ~ 1.44)	
Q3	142(38.8)	224(61.2)	1.21(1.00 ~ 1.48)	1.30(1.06 ~ 1.59)	
Q4	134(36.7)	231(63.3)	1.15(0.94 ~ 1.40)	1.28(1.03 ~ 1.59)	
面类GL					0.356
Q1	136(37.2)	230(62.8)	1.00	1.00	
Q2	139(38.1)	226(61.9)	1.02(0.85 ~ 1.24)	1.03(0.86 ~ 1.24)	
Q3	128(35.0)	238(65.0)	0.94(0.78 ~ 1.14)	0.95(0.78 ~ 1.15)	
Q4	121(33.2)	244(66.8)	0.89(0.73 ~ 1.09)	0.93(0.76 ~ 1.14)	
杂粮GL					0.697
Q1	210(35.8)	377(64.2)	1.00	1.00	
Q2	47(32.6)	97(67.4)	0.91(0.70 ~ 1.18)	0.90(0.70 ~ 1.17)	
Q3	137(37.4)	229(62.6)	1.05(0.88 ~ 1.24)	1.04(0.88 ~ 1.23)	
Q4	130(35.6)	235(64.4)	1.00(0.84 ~ 1.19)	1.02(0.85 ~ 1.21)	
薯类GL					0.006
Q1	174(33.1)	351(66.9)	1.00	1.00	
Q2	79(38.3)	127(61.7)	1.16(0.94 ~ 1.43)	1.17(0.95 ~ 1.44)	
Q3	129(35.2)	237(64.8)	1.06(0.88 ~ 1.28)	1.16(0.96 ~ 1.39)	
Q4	142(38.9)	223(61.1)	1.17(0.98 ~ 1.40)	1.30(1.09 ~ 1.54)	

注:^a括号外数据为人数,括号内数据为构成比(%);模型1:未调整混杂因素;模型2:调整年龄、孕前BMI、孕次、产次、孕早期就业、糖尿病家族史、体力活动、脂肪供能比、蛋白质供能比、膳食纤维摄入量

表3 不同孕前BMI孕妇膳食GL及主食GL与GDM关系的log-binomial回归分析

变量	孕前消瘦		孕前体重正常		孕前超重/肥胖	
	RR值(95%CI)	趋势检验P值	RR值(95%CI)	趋势检验P值	RR值(95%CI)	趋势检验P值
膳食GL		0.149		0.072		0.011
Q1	1.00		1.00		1.00	
Q2	1.54(0.70 ~ 3.42)		1.23(0.96 ~ 1.57)		0.94(0.57 ~ 1.56)	
Q3	2.64(1.25 ~ 5.58)		1.38(1.10 ~ 1.74)		1.52(0.96 ~ 2.39)	
Q4	1.77(0.74 ~ 4.22)		1.26(0.97 ~ 1.63)		1.62(0.99 ~ 2.66)	
主食GL		0.147		0.196		0.019
Q1	1.00		1.00		1.00	
Q2	0.71(0.29 ~ 1.75)		1.29(1.03 ~ 1.63)		0.86(0.51 ~ 1.45)	
Q3	1.83(0.87 ~ 3.84)		1.22(0.96 ~ 1.56)		1.38(0.86 ~ 2.24)	
Q4	1.39(0.59 ~ 3.29)		1.24(0.95 ~ 1.60)		1.60(0.98 ~ 2.61)	
米类GL		0.202		0.122		0.063
Q1	1.00		1.00		1.00	
Q2	1.05(0.46 ~ 2.35)		1.25(0.99 ~ 1.57)		0.97(0.60 ~ 1.59)	
Q3	1.77(0.85 ~ 3.69)		1.25(0.98 ~ 1.58)		1.33(0.85 ~ 2.07)	
Q4	1.48(0.62 ~ 3.52)		1.25(0.97 ~ 1.61)		1.37(0.89 ~ 2.10)	
面类GL		0.573		0.362		0.755
Q1	1.00		1.00		1.00	
Q2	1.26(0.64 ~ 2.50)		0.97(0.78 ~ 1.21)		1.13(0.77 ~ 1.66)	
Q3	1.63(0.86 ~ 3.07)		0.91(0.72 ~ 1.14)		0.84(0.51 ~ 1.37)	
Q4	0.78(0.34 ~ 1.78)		0.91(0.72 ~ 1.14)		1.14(0.76 ~ 1.71)	
杂粮GL		0.239		0.923		0.570
Q1	1.00		1.00		1.00	
Q2	1.04(0.32 ~ 3.38)		0.83(0.62 ~ 1.12)		1.42(0.77 ~ 2.60)	
Q3	1.40(0.75 ~ 2.63)		1.02(0.83 ~ 1.24)		1.25(0.85 ~ 1.82)	
Q4	1.46(0.79 ~ 2.70)		0.98(0.79 ~ 1.21)		1.17(0.80 ~ 1.70)	
薯类GL		0.285		<0.001		0.773
Q1	1.00		1.00		1.00	
Q2	1.02(0.51 ~ 2.06)		1.20(0.93 ~ 1.56)		1.00(0.66 ~ 1.49)	
Q3	1.05(0.60 ~ 1.84)		1.29(1.04 ~ 1.60)		0.57(0.30 ~ 1.05)	
Q4	0.69(0.34 ~ 1.40)		1.46(1.19 ~ 1.79)		1.10(0.74 ~ 1.64)	

注:调整年龄、孕次、产次、孕早期就业、糖尿病家族史、体力活动、脂肪供能比、蛋白质供能比、膳食纤维摄入量

发生风险^[12]。有研究显示GDM的发生机制与2型糖尿病相似,主要表现为胰岛素抵抗^[13]。然而目前国内外关于膳食GL与GDM的关系研究结论尚不一致^[6-7],而研究表明孕15周前进行生活方式干预(包括膳食)可能降低GDM发生风险^[14],本研究旨在通过前瞻性研究探讨孕早期膳食GL与GDM的关系。

本研究发现膳食GL较高可能增加GDM的发生风险。该结果与美国护士队列II研究结果相似^[7],其研究表明孕前膳食GL较高(>137.6)可能增加GDM的发生风险,但Looman等^[6]的研究未发现膳食GL与GDM的关系,这可能是由于研究规模及膳食差异导致研究结论不一致。Brand-Miller等^[15]的研究显示,高GL膳食可导致高血糖和高胰岛素血症。可能的生物学机制为高GL膳食不仅可刺激胰岛素分泌增加,导致高胰岛素血症,还可增加餐后血糖水平和游离脂肪酸浓度,导致胰岛素抵抗和胰岛β细胞受损,从而造成糖耐量异常^[16]。虽然膳食GL

较低利于血糖的控制,但是膳食GL过低可能存在碳水化合物摄入不足、脂肪摄入过量等情况,高脂肪低碳水化合物摄入可能增加GDM的发生风险^[6],因此应在合理膳食的基础上降低膳食GL。

本研究膳食GL的食物来源主要包括主食、水果、蔬菜、奶类、大豆及坚果类食物,其中主食对膳食GL的贡献最大(占84.1%),是膳食GL的主要来源,因此本研究进一步分析主食GL与GDM的关系,结果发现主食GL较高(≥121.05)会增加GDM的发生风险。由于主食中各类食物GI值及摄入量不同,导致主食中各类食物GL的不同,故本研究又进一步分析了主食中各类食物GL对GDM的影响。

米类是亚洲地区尤其是中国最常见的主食,中国居民米类消费率约为90%^[10],米类是中国居民膳食中提供碳水化合物的主要食物来源。本研究发现米类GL较高(≥73.14),可能增加GDM的发生风险。本研究中米类GL在Q3、Q4组的孕妇平均每日

表4 不同糖尿病家族史孕妇膳食GL及主食GL与GDM关系的log-binomial回归分析

变量	有糖尿病家族史		无糖尿病家族史	
	RR值(95%CI)	趋势检验P值	RR值(95%CI)	趋势检验P值
膳食GL		0.204		0.022
Q1	1.00		1.00	
Q2	0.96(0.61 ~ 1.51)		1.23(0.96 ~ 1.56)	
Q3	1.46(0.97 ~ 2.21)		1.48(1.17 ~ 1.87)	
Q4	1.20(0.75 ~ 1.93)		1.32(1.02 ~ 1.72)	
主食GL		0.348		0.058
Q1	1.00		1.00	
Q2	1.02(0.67 ~ 1.56)		1.17(0.92 ~ 1.47)	
Q3	1.25(0.80 ~ 1.96)		1.28(1.01 ~ 1.62)	
Q4	1.20(0.76 ~ 1.90)		1.28(0.99 ~ 1.65)	
米类GL		0.144		0.068
Q1	1.00		1.00	
Q2	0.94(0.61 ~ 1.43)		1.25(0.99 ~ 1.58)	
Q3	1.02(0.65 ~ 1.61)		1.37(1.09 ~ 1.73)	
Q4	1.35(0.89 ~ 2.04)		1.27(0.99 ~ 1.63)	
面类GL		0.872		0.362
Q1	1.00		1.00	
Q2	1.11(0.73 ~ 1.69)		1.02(0.83 ~ 1.25)	
Q3	1.16(0.75 ~ 1.78)		0.92(0.74 ~ 1.14)	
Q4	0.98(0.62 ~ 1.56)		0.92(0.74 ~ 1.15)	
杂粮GL		0.208		0.352
Q1	1.00		1.00	
Q2	0.99(0.62 ~ 1.56)		0.86(0.63 ~ 1.16)	
Q3	0.80(0.54 ~ 1.18)		1.11(0.92 ~ 1.34)	
Q4	0.78(0.52 ~ 1.17)		1.07(0.88 ~ 1.30)	
薯类GL		0.294		0.014
Q1	1.00		1.00	
Q2	1.01(0.67 ~ 1.52)		1.20(0.95 ~ 1.52)	
Q3	0.98(0.64 ~ 1.51)		1.18(0.96 ~ 1.46)	
Q4	1.22(0.83 ~ 1.79)		1.30(1.07 ~ 1.58)	

注:调整年龄、孕前BMI、孕次、产次、孕早期就业、体力活动、脂肪供能比、蛋白质供能比、膳食纤维摄入量

米类摄入量(分别为137.57 g、211.73 g)均高于中国城市育龄女性米类摄入量(18~30、30~45岁组分别为108.2 g、113.3 g)^[10]。目前关于米类摄入量与GDM的关系研究较少,Zuñiga等^[17]的研究表明米类摄入较多可增强胰岛素抵抗导致高血糖。米类富含碳水化合物且为高GI食物,摄入较多可增加膳食GL,从而增加餐后血糖水平。此外,米类的膳食纤维、维生素、矿物质等成分含量低于杂粮,Meta分析表明杂粮是2型糖尿病的保护因素而米类是2型糖尿病的危险因素^[18]。本研究中孕妇杂粮摄入量普遍低于《中国居民膳食指南(2016)》推荐摄入量,由于杂粮GI值较低且富含膳食纤维,适量增加杂粮摄入以代替部分米类,将有利于降低膳食GL以控制餐后血糖水平。

薯类富含淀粉、膳食纤维及多种维生素和矿物质,与人类健康密切相关。中国居民食用的薯类多

为马铃薯、甘薯、芋头等,薯类消费率约为60%^[11]。目前国内外关于薯类与GDM的研究较少,且多是针对马铃薯的研究,但由于不同地区马铃薯摄入量及烹调加工方式等不同,研究结论尚不一致^[19-20]。本研究发现薯类GL较高可能增加GDM的发生风险,提示薯类摄入较多可能是GDM的危险因素。本研究中薯类GL在Q4组的孕妇平均每日薯类摄入量为145 g,超过《中国居民膳食指南(2016)》推荐摄入量(100 g),可能存在薯类摄入过量的现象。Meta分析显示马铃薯摄入量每增加150 g/d与2型糖尿病的发生风险呈正相关^[21]。可能的机制为薯类富含淀粉,GI值相对较高。高GI食物摄入过多可能引起餐后血糖、游离脂肪酸水平增加以及炎症反应,造成胰岛素抵抗和胰岛β细胞功能紊乱或衰竭^[16],最终可能发展为糖尿病。研究表明膳食纤维是GDM的保护因素^[6-7],薯类虽然富含膳食纤维,但同时富含淀粉,随着薯类摄入量增加,淀粉摄入量增加将多于膳食纤维,从而增加薯类GL,糖尿病发生风险增加。因此,薯类摄入量与GDM的关系及其相关的生物学机制仍需进一步研究。

此外,本研究按照孕前BMI、糖尿病家族史分层,探讨膳食GL及主食GL与GDM的关系。结果提示在孕前体重正常的孕妇中,薯类GL较高可能增加GDM的风险,与总人群结论一致。在无糖尿病家族史的孕妇中,膳食GL、薯类GL较高可能增加GDM的发生风险,该结论与总人群结论一致,在一定程度上验证了总人群研究所得结论。在孕前消瘦、孕前超重/肥胖及有糖尿病家族史的孕妇中,未发现膳食GL及主食GL对GDM的影响,这可能是由于分层后样本量减少,不足以发现其内在联系,建议今后在大样本人群中探讨不同特征孕妇膳食GL及主食GL对GDM的影响。

本研究通过前瞻性研究对成都地区孕妇孕早期膳食GL及主食GL与GDM的关系进行了探讨,提示孕早期膳食GL尤其是米类及薯类GL较高可能增加GDM的发生风险。建议孕早期妇女在合理膳食的基础上,适量减少米类和薯类的摄入量,从而降低GDM的发生风险,改善母婴结局。本研究为GDM早期预防和膳食干预提供了参考依据。虽然本研究发现较高的米类GL、薯类GL可能是GDM

的危险因素,但未探讨米类及薯类摄入量与 GDM 的关系,今后尚需研究米类及薯类摄入量与 GDM 的关系,进一步证实米类及薯类摄入量对 GDM 的影响。由于本研究人群主食类食物以米类为主,今后尚需在以面类或其他食物为主要主食的地区探讨主食类食物 GL 与 GDM 的关系。

利益冲突 所有作者均声明不存在利益冲突

参 考 文 献

- [1] American Diabetes Association. Diagnosis and classification of diabetes mellitus [J]. *Diabetes Care*, 2014, 37 Suppl 1: S81-90. DOI: 10.2337/dc14-S081.
- [2] 娜仁其木格,李冬梅,米林香,等. 中国妊娠期糖尿病患病率的 Meta 分析 [J]. *中国循证医学杂志*, 2018, 18(3): 280-285. DOI: 10.7507/1672-2531.201710044.
Na RQMG, Li DM, Mi LX, et al. Prevalence rate of gestational diabetes mellitus in China: a Meta-analysis [J]. *Chin J Evid-Based Med*, 2018, 18(3): 280-285. DOI: 10.7507/1672-2531.201710044.
- [3] Liao S, Mei J, Song W, et al. The impact of the international association of diabetes and pregnancy study groups (IADPSG) fasting glucose diagnostic criterion on the prevalence and outcomes of gestational diabetes mellitus in Han Chinese women [J]. *Diabet Med*, 2014, 31(3): 341-351. DOI: 10.1111/dme.12349.
- [4] Mcintyre HD, Catalano P, Zhang CL, et al. Gestational diabetes mellitus [J]. *Nat Rev Dis Primers*, 2019, 5: 47. DOI: 10.1038/s41572-019-0098-8.
- [5] Schoenaker DAJM, Mishra GD, Callaway LK, et al. The role of energy, nutrients, foods, and dietary patterns in the development of gestational diabetes mellitus: a systematic review of observational studies [J]. *Diabetes Care*, 2016, 39(1): 16-23. DOI: 10.2337/dc15-0540.
- [6] Looman M, Schoenaker DAJM, Soedamah-Muthu SS, et al. Pre-pregnancy dietary carbohydrate quantity and quality, and risk of developing gestational diabetes: the Australian Longitudinal Study on Women's Health [J]. *Br J Nutr*, 2018, 120(4): 435-444. DOI: 10.1017/s0007114518001277.
- [7] Zhang CL, Liu SM, Solomon CG, et al. Dietary fiber intake, dietary glycemic load, and the risk for gestational diabetes mellitus [J]. *Diabetes Care*, 2006, 29(10): 2223-2230. DOI: 10.2337/dc06-0266.
- [8] 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, 2018.
Yang YX. *China Food Composition Tables: Standard Edition* [M]. 6th ed. Beijing: Peking University Medical Press, 2018.
- [9] Atkinson FS, Foster-Powell K, Brand-Miller JC. International tables of glycemic index and glycemic load values: 2008 [J]. *Diabetes Care*, 2008, 31(12): 2281-2283. DOI: 10.2337/dc08-1239.
- [10] 赵丽云, 何宇纳. 中国居民营养与健康状况监测报告之一——2010—2013 年膳食与营养素摄入状况 [M]. 北京: 人民卫生出版社, 2018.
Zhao LY, He YN. One of reports on Chinese nutrition and health surveillance: Intake status of diets and nutrients from 2010 to 2013 [M]. Beijing: People's Medical Publishing House, 2018.
- [11] 中华医学会妇产科学分会产科学组, 中华医学会围产医学分会妊娠合并糖尿病协作组. 妊娠合并糖尿病诊治指南 (2014) [J]. *中华妇产科杂志*, 2014, 49(8): 561-569. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0529-567x.2014.08.001.
Obstetrics Group of Obstetrics and Gynecology Branch of the Chinese Medical Association, Pregnancy with Diabetes Cooperative Group of Perinatology Branch of the Chinese Medical Association. The guidelines for diagnosis and treatment of pregnancy diabetes in China (2014) [J]. *Chin J Obstet Gynecol*, 2014, 49(8): 561-569. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0529-567x.2014.08.001.
- [12] Greenwood DC, Threapleton DE, Evans CEL, et al. Glycemic Index, Glycemic Load, Carbohydrates, and Type 2 Diabetes Systematic review and dose-response Meta-analysis of prospective studies [J]. *Diabetes Care*, 2013, 36(12): 4166-4171. DOI: 10.2337/dc13-0325.
- [13] Plows JF, Stanley JL, Baker PN, et al. The pathophysiology of gestational diabetes mellitus [J]. *Int J Mol Sci*, 2018, 19(11): 3342. DOI: 10.3390/ijms19113342.
- [14] Song C, Li J, Leng J, et al. Lifestyle intervention can reduce the risk of gestational diabetes: a Meta-analysis of randomized controlled trials [J]. *Obes Rev*, 2016, 17(10): 960-969. DOI: 10.1111/obr.12442.
- [15] Brand-Miller JC, Thomas M, Swan V, et al. Physiological validation of the concept of glycemic load in lean young adults [J]. *J Nutr*, 2003, 133(9): 2728-2732. DOI: 10.1093/jn/133.9.2728.
- [16] Livesey G, Taylor R, Livesey HF, et al. Dietary glycemic index and load and the risk of type 2 diabetes: assessment of causal relations [J]. *Nutrients*, 2019, 11(6): 1436. DOI: 10.3390/nut11061436.
- [17] Zuñiga YLM, Rebello SA, Oi PL, et al. Rice and noodle consumption is associated with insulin resistance and hyperglycaemia in an Asian population [J]. *Br J Nutr*, 2014, 111(6): 1118-1128. DOI: 10.1017/s0007114513003486.
- [18] Aune D, Norat T, Romundstad P, et al. Whole grain and refined grain consumption and the risk of type 2 diabetes: a systematic review and dose-response Meta-analysis of cohort studies [J]. *Eur J Epidemiol*, 2013, 28(11): 845-858. DOI: 10.1007/s10654-013-9852-5.
- [19] Goshtasebi A, Hosseinpour-Niazi S, Mirmiran P, et al. Pre-pregnancy consumption of starchy vegetables and legumes and risk of gestational diabetes mellitus among Tehranian women [J]. *Diabetes Res Clin Pract*, 2018, 139: 131-138. DOI: 10.1016/j.diabres.2018.02.033.
- [20] 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. DOI: 10.1136/bmj.h6898.
- [21] Schwingshackl L, Schwedhelm C, Hoffmann G, et al. Potatoes and risk of chronic disease: a systematic review and dose-response Meta-analysis [J]. *Eur J Nutr*, 2018, 58(6): 2243-2251. DOI: 10.1007/s00394-018-1774-2.

(收稿日期: 2019-09-09)

(本文编辑: 万玉立)