

· 循证医学 · doi:10.3969/j.issn.1671-8348.2024.23.018

网络首发 [https://link.cnki.net/urlid/50.1097.r.20241115.0946.003\(2014-11-15\)](https://link.cnki.net/urlid/50.1097.r.20241115.0946.003(2014-11-15))

膳食炎症指数与妊娠期糖尿病风险关系的 meta 分析*

王 妹^{1,2},高雅卓¹,艾艳芳¹,钟方方¹,祝雪花^{1△}

(1. 浙江中医药大学护理学院,杭州 310053;2. 上海交通大学医学院附属
第一人民医院护理部,上海 200080)

[摘要] **目的** 旨在系统评价膳食炎症指数与妊娠期糖尿病发病风险的关联性。**方法** 对 PubMed、Web of Science、Embase、Cochrane Library、中国知网和万方数据库进行检索,检索时间自建库起至 2023 年 9 月 10 日,由 2 名研究人员独立进行文献筛选,数据提取及偏倚风险评估,采用 RevMan 5.4 软件进行 meta 分析。**结果** 研究共纳入 8 项观察性研究,共 96 904 例孕妇。meta 分析结果揭示,在分类膳食炎症指数中,相较于膳食炎症指数抗炎倾向组,膳食炎症指数促炎倾向组个体发生妊娠期糖尿病风险增加($OR = 1.27, 95\%CI: 1.07 \sim 1.50, P = 0.006$);在连续膳食炎症指数中,膳食炎症指数每升高 1 个单位,妊娠期糖尿病风险随之增加 29%($OR = 1.29, 95\%CI: 1.13 \sim 1.48, P < 0.001$)。在亚组分析中,大多数分层分析结果与主要分析结果一致。**结论** 当前证据表明,高膳食炎症指数评分会增加妊娠期糖尿病的发病风险,但上述结论尚待更多高质量大样本多中心研究予以验证。

[关键词] 膳食炎症指数;妊娠期糖尿病;膳食评估;风险关系;meta 分析

[中图分类号] R715.3 **[文献标识码]** A **[文章编号]** 1671-8348(2024)23-3619-06

Meta analysis on relation of dietary inflammation index with risk of gestational diabetes mellitus*

WANG Mei^{1,2},GAO Yazhuo¹,AI Yanfang¹,ZHONG Fangfang¹,ZHU Xuehua^{1△}

(1. School of Nursing, Zhejiang Chinese Medical University, Hangzhou, Zhejiang 310053, China; 2. Department of Nursing, Shanghai General Hospital, Shanghai Jiao Tong University School of Medicine, Shanghai 200080, China)

[Abstract] **Objective** To systematically evaluate the relationship between the dietary inflammatory index (DII) and the onset risk of gestational diabetes mellitus (GDM). **Methods** The databases such as PubMed, Web of Science, Embase, Cochrane Library, CNKI and Wanfang Data were retrieved. The retrieval time was from the database establishment to September 10, 2023. Two researchers separately screened the literatures, extracted the data and conducted the bias risk assessment. The meta analysis was conducted by the RevMan 5.4 software. **Results** A total of 8 observational studies were included, involving 96 904 pregnant women. The results of meta-analysis showed that in the classified DII, compared with the DII anti-inflammatory tendency group, the risk of GDM onset in the DII pro-inflammatory tendency group was increased ($OR = 1.27, 95\%CI: 1.07 - 1.50, P = 0.006$). In the continuous DII, for every unit increase in DII, the risk of GDM was increased by 29% ($OR = 1.29, 95\%CI: 1.13 - 1.48, P < 0.001$). In the subgroup analysis, the most of the stratified analysis results were consistent with the main analysis results. **Conclusion** The current evidence suggests that the high DII scores will increase the risk of GDM onset, but the aforementioned conclusion requires the validation through more high quality, large samples and multicenter studies.

[Key words] dietary inflammatory index; gestational diabetes mellitus; dietary assessment; risk relationship; meta analysis

妊娠期糖尿病是指妊娠前糖代谢正常,妊娠期首次发现或发生程度不同的糖耐量异常^[1]。妊娠期糖尿病的患病率随着我国经济的发展逐年增加,平均患病率为 18%^[2]。既往研究表明,子代不良结局和围产

期并发症与妊娠期血糖控制直接相关,且患有妊娠期糖尿病的女性未来发展成为 2 型糖尿病的风险很高,治疗妊娠期糖尿病可以大幅度降低剖宫产、肩难产、巨大儿、先兆子痫、新生儿低血糖等不良妊娠结局发生率,减少子代青春期肥胖率和葡萄糖代谢紊乱发生率^[3]。

膳食炎症指数最早于 2009 年由美国南卡罗来纳大学的研究人员提出,用以分析不同膳食炎症反应水平,是评估个体膳食炎症潜力和帮助降低炎症水平及评估某些慢性病风险的工具^[4]。膳食炎症指数共有 45 种膳食成分,其中抗炎成分 36 种,促炎成分 9 种,并根据其对特定炎症标志物进行评分,涵盖了白细胞介素(IL)-1 β 、IL-4、IL-6、IL-10、肿瘤坏死因子- α (TNF- α)和 C 反应蛋白(CRP)。膳食炎症指数得分较高,意味着促炎性膳食摄入较多,具有促炎倾向,反之具有抗炎倾向。

相较于非妊娠者,妊娠期母体和胎儿产生的正常代谢使机体处于一种慢性炎症状态,妊娠期糖尿病的发生发展与母体内促炎因子和抗炎因子之间失衡关系密切^[5]。研究表明^[6],饮食作为一种可调节因素,在慢性炎症的调节中发挥核心作用,对改善妊娠期糖尿病的妊娠结局和预后有正向作用。膳食炎症指数已广泛应用于慢性疾病膳食炎症效应的定量评价^[7],但基于研究设计类型、膳食评估工具、膳食炎症指数成分数量等差异,研究结论尚不统一。因此本研究从炎症角度采用 meta 分析来评价膳食炎症指数与妊娠期糖尿病风险之间的关系,以期对妊娠期糖尿病膳食预防策略的制订提供科学建议。本研究方案在 PROSPERO 平台的注册号为 CRD42023474307。

1 材料与方法

1.1 文献检索策略

计算机检索 PubMed、Web of Science、Embase、Cochrane Library、中国知网和万方数据库,检索时间为各数据库建立至 2023 年 9 月 10 日。检索策略结合了主题词和自由词,中英文关键词如下:促炎饮食、抗炎饮食、膳食炎症指数、饮食炎症指数、饮食抗炎指数、妊娠期、糖尿病、dietary inflammatory index、DII、anti-inflammatory diet、inflammatory diet、pregnancy-induced diabetes、gestational diabetes、gestational diabetes mellitus、GDM 等及其同义词,此检索策略的目的是广泛搜集与膳食炎症指数及其与妊娠期糖尿病风险相关的研究文献。同时在阅读文献时对所获参考文献进行逐一追溯检索,避免漏检。

1.2 纳入、排除标准

纳入标准:(1)研究类型为观察性研究,包括病例对照研究、队列研究或横断面研究;(2)研究内容为膳食炎症指数与妊娠期糖尿病风险的关系;(3)研究对

象为无糖尿病病史的妊娠期糖尿病女性;(4)结局指标,妊娠期糖尿病。排除标准:(1)文献综述、病例报告、系统评价、评论及会议摘要等;(2)非中英文文献;(3)无法获取全文或全部数据;(4)重复发表。

1.3 文献筛选与资料提取

文献检索由 2 名研究者独立进行,检索所有可能纳入的文献,根据纳入排除标准阅读文题和摘要并进行剔除,后仔细阅读全文判断是否纳入。若过程中有不同意见,与第三方讨论协商解决。由 2 名研究者独立提取关键信息并交叉验证,包括研究基础信息、作者、发表年份、设计类型、妊娠期糖尿病诊断标准等;基线特征、样本大小、年龄、性别、结局指标、效应量及协变量调整等,通过讨论解决所有不一致信息,确保数据准确性。

1.4 文献质量评价

文献质量由 2 名研究者采用观察性研究评价工具纽卡斯尔-渥太华量表(NOS)进行评价^[8],该量表由人群选择、可比性、暴露评价或结果评价 3 部分组成,共 8 个条目,满分 9 分,得分 ≤ 3 分为低质量,4~6 分为中等质量, ≥ 7 分为高质量。

1.5 统计学处理

使用 RevMan 5.4 软件进行 meta 分析,以 OR 作为计数资料的效应指标,并提供 95%CI。通过 χ^2 检验和 I^2 统计量评估异质性,设定显著性水平为 $\alpha = 0.1$ 。若 $I^2 > 50\%$ 且 $P \leq 0.10$,表明研究间存在显著异质性,需探讨异质性来源,并在排除临床异质性后,采用随机效应模型。若 $I^2 \leq 50\%$ 且 $P > 0.10$,则认为研究间异质性不显著,采用固定效应模型。此分析方法确保了结果的准确性和可靠性,并有助于理解研究间的差异,选择适当的模型。考虑研究设计类型、膳食评估工具、膳食炎症指数成分数量、协变量调整等均可能对结果产生影响,因此采用亚组分析探讨异质性显著影响因素。并采用逐一剔除法进行敏感性分析,评价结果的稳定性,meta 分析的检验水准为 $\alpha = 0.05$ 。采用 Egger's 线性回归检验评价发表偏倚。以 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 文献筛选流程及结果

初始搜索共检索到 2 428 篇文献,经过逐级筛选,包括文题、摘要和全文审查,最终选入 8 篇高质量研究,涉及 96 904 例孕妇。文献筛选过程及其结果见图 1。

2.2 纳入研究的基本特征与质量评价结果

共纳入 8 项观察性研究^[5,9-15],其中 6 项队列研究^[5,9-13],2 项病例对照研究^[14-15],3 项采用 24 h 膳食回顾法^[9,10,14],5 项使用食物频率问卷(FFQ)作为评估工具^[5,11-13,15],8 项研究报道了分类膳食炎症指

数^[5,9-15], 2 项研究报道了连续膳食炎症指数^[9,15], 纳入研究基本特征见表 1, 应用 NOS 进行质量评价, 评价结果见表 2、3。

2.3 meta 分析结果

2.3.1 膳食炎症指数与妊娠期糖尿病风险的相关性

meta 分析结果显示, 膳食炎症指数与妊娠期糖尿病风险增加之间呈正相关。由表 4 可知, 在分类膳食炎症指数中, 相较于膳食炎症指数抗炎倾向组, 膳食炎症指数促炎倾向组个体发生妊娠期糖尿病风险增加($OR = 1.27, 95\%CI: 1.07 \sim 1.50, P = 0.006$), 研究间显示出明显异质性($I^2 = 72\%, P < 0.001$), 因此采用随机效应模型进行分析; 在连续膳食炎症指数中, 膳食炎症指数每升高 1 个单位, 妊娠期糖尿病风险随之增加 29% ($OR = 1.29, 95\%CI: 1.13 \sim 1.48, P < 0.001$), 见表 5; 研究间未发现统计学异质性($I^2 = 0, P = 0.49$), 因此采用固定效应模型进行分析,

见表 6。

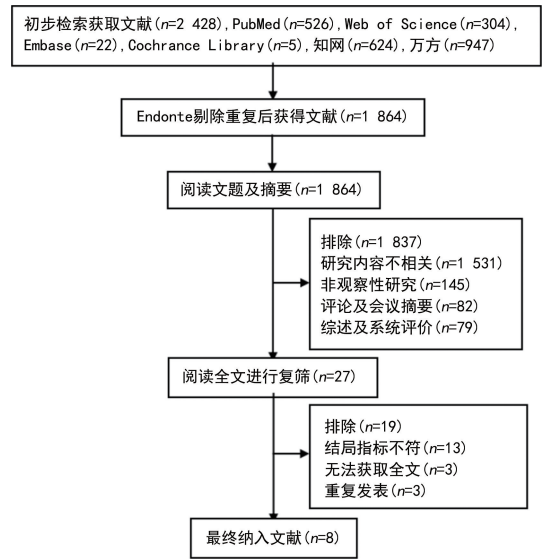


图 1 文献筛选流程图

表 1 纳入研究基本特征

作者	发表年份	国家	研究类型	暴露因素 评估工具	妊娠期糖尿病 诊断标准	DII	样本量 (n)	OR(95%CI)		协变量调整
								分类	连续	
张珍 ^[5]	2021	中国	队列研究	FFQ	IADPSG	27	4 189	1.12(1.01~1.24)		①②④⑥⑦⑧ ⑩⑪⑫⑬⑮
赵梅等 ^[9]	2018	中国	队列研究	24 h 膳食回顾法	《妊娠合并糖尿病 诊治指南(2014)》	20	336	5.99(1.85~19.41)	1.33(1.13~1.56)	①②③④⑥⑦ ⑧⑨
于晓玲 ^[10]	2016	中国	队列研究	24 h 膳食回顾法	妇产科学	20	327	1.28(1.10~1.50)		NA
KYOZUKA 等 ^[11]	2022	日本	队列研究	FFQ	日本产科学会和 糖尿病学会	30	90 740	1.75(1.21~2.52)		①②⑤⑥⑪⑮ ⑯
秦勇 ^[12]	2021	中国	队列研究	FFQ	妇产科学	18	113	1.12(0.86~1.47)		①②④⑥⑦⑮
MOHTASHAMINIA 等 ^[13]	2023	伊朗	队列研究	FFQ	NDDG	16	647	0.59(0.35~0.99)		①②④⑤⑩⑫ ⑬⑭⑰⑱
吴慧等 ^[14]	2021	中国	病例对照研究	24 h 膳食回顾法	《妊娠合并糖尿病 诊治指南(2014)》	17	164	1.33(1.13~1.56)		①②⑥⑭
SHIVAPPA 等 ^[15]	2019	伊朗	病例对照研究	FFQ	NDDG	32	388	2.10(1.02~4.34)	1.20(0.94~1.54)	①②③⑧⑩⑪ ⑫⑬

DII:膳食炎症指数;NA:未提及;①:年龄;②:孕前 BMI;③:孕周;④:文化程度;⑤:工作;⑥:产次;⑦:家庭月收入;⑧:糖尿病家族史;⑨:超敏 C 反应蛋白;⑩:总能量摄入;⑪:吸烟;⑫:复合维生素摄入量;⑬:运动;⑭:孕中期增重;⑮:饮酒;⑯:是否使用辅助生殖技术;⑰:怀孕时产妇是否患有慢性高血压;⑱:孕前产妇是否患有甲状腺功能亢进和甲状腺功能减退史;NDDG:美国糖尿病数据组织;IADPSG:国际糖尿病与妊娠协会。

表 2 纳入队列研究的偏倚风险评价结果(分)

作者	队列选择				设计和统计分析时 考虑暴露与非暴 露组的可比性	结果			总分
	暴露组的 代表性	非暴露组 的选择	暴露因素 的确定	确定研究起始时尚 无要观察的结局		结局指标 的评价	随访时间 是否足够长	暴露组和非 暴露组的完整性	
赵梅等 ^[9]	1	1	1	1	2	1	1	1	9
张珍 ^[5]	1	1	1	1	2	1	0	1	8
于晓玲 ^[10]	1	1	1	1	1	1	1	1	8
KYOZUKA 等 ^[11]	1	1	1	1	2	1	0	1	8
MOHTASHAMINIA 等 ^[13]	1	1	1	1	2	1	0	1	8
秦勇 ^[12]	1	1	1	1	2	0	1	0	7

表 3 纳入病例-对照研究的偏倚风险评价结果(分)

作者	病例组和对照组的选择				设计和统计分析 时考虑病例和对照 的可比性	暴露			总分
	病例确定 是否恰当	病例的 代表性	对照的 选择	对照的 确定		暴露因素 的确定	采用相同方法确定病 例和对照组暴露因素	无应 答率	
吴慧等 ^[14]	1	1	1	1	2	1	1	0	8
SHIVAPPA 等 ^[15]	1	1	1	1	2	1	1	0	8

表 4 纳入分类膳食炎症指数研究的合并效应值

作者	OR(95%CI)	权重(%)
张珍 ^[5]	1.12(1.01~1.24)	21.5
赵梅等 ^[9]	5.99(1.85~19.40)	1.9
于晓玲 ^[10]	1.28(1.11~1.47)	20.1
KYOZUKA 等 ^[11]	1.75(1.21~2.53)	11.1
秦勇 ^[12]	1.12(0.86~1.46)	14.7
MOHTASHAMINIA 等 ^[13]	0.59(0.35~0.99)	7.2
吴慧等 ^[14]	1.33(1.13~1.56)	19.2
SHIVAPPA 等 ^[15]	2.10(1.02~4.33)	4.4
合计	1.27(1.07~1.50)	100.0

表 5 纳入连续膳食炎症指数研究的合并效应值

作者	OR(95%CI)	权重(%)
赵梅等 ^[9]	1.33(1.13~1.56)	70.1
SHIVAPPA 等 ^[15]	1.20(0.94~1.54)	29.9
合计	1.29(1.13~1.48)	100.0

2.3.2 亚组分析

本研究根据研究设计类型、膳食评估工具、膳食炎症指数成分数量、协变量调整(文化程度、产次、吸烟史、总能量摄入)等进行亚组分析,探讨不同分层的结果和异质性的来源,见表 6。亚组分析结果显示,在研究设计类型[队列研究($OR = 1.18, 95\%CI: 1.09 \sim 1.27, I^2 = 76\%$),病例对照研究($OR = 1.36, 95\%CI: 1.16 \sim 1.59, I^2 = 31\%$)],膳食评估工具[24 h 膳食回顾法($OR = 1.39, 95\%CI: 1.09 \sim 1.77, I^2 = 69\%$)],膳食炎症指数成分数量[≥ 20 个($OR = 1.21, 95\%CI: 1.12 \sim 1.31, I^2 = 75\%$), < 20 个($OR = 1.21, 95\%CI: 1.06 \sim 1.38, I^2 = 78\%$)],协变量调整[文化程度(否: $OR = 1.37, 95\%CI: 1.20 \sim 1.55, I^2 = 24\%$),产次调整(是: $OR = 1.33, 95\%CI: 1.08 \sim 1.63, I^2 = 73\%$),总能量摄入调整(否: $OR = 1.37, 95\%CI: 1.14 \sim 1.64, I^2 = 61\%$)]中均显示高膳食炎症指数膳食会增加妊娠期糖尿病发生风险。调整文化程度、总能量摄入、未调整产次或不论是否调整吸烟史的研究合并结果差异无统计学意义。亚组分析未发现 meta 分析异质性的来源。

表 6 分类膳食炎症指数与妊娠期糖尿病发生风险关系的亚组分析结果

分组依据	研究数量(<i>n</i>)	效应模型	异质性检验		meta 分析结果	
			I^2 (%)	<i>P</i>	OR(95%CI)	<i>P</i>
研究设计类型						
队列研究	6	随机	76	< 0.001	1.18(1.09~1.27)	< 0.001
病例对照研究	2	固定	31	0.230	1.36(1.16~1.59)	< 0.001
膳食评估工具						
24 h 膳食回顾法	3	随机	69	0.04	1.39(1.09~1.77)	0.009
食物频率问卷	5	随机	72	0.006	1.19(0.91~1.55)	0.220
膳食炎症指数成分数量						
≥ 20 个	5	随机	75	0.003	1.21(1.12~1.31)	< 0.001
< 20 个	3	随机	78	0.010	1.21(1.06~1.38)	0.006
膳食炎症指数类别						
分类膳食炎症指数	8	随机	72	< 0.001	1.27(1.07~1.50)	0.006
连续膳食炎症指数	2	固定	0	0.490	1.29(1.13~1.48)	< 0.001
文化程度调整						
是	4	随机	78	0.003	1.11(0.77~1.59)	0.580
否	4	固定	24	0.270	1.37(1.20~1.55)	< 0.001

续表 6 分类膳食炎症指数与妊娠期糖尿病发生风险关系的亚组分析结果

分组依据	研究数量(<i>n</i>)	效应模型	异质性检验		meta 分析结果	
			<i>I</i> ² (%)	<i>P</i>	OR(95%CI)	<i>P</i>
产次调整						
是	5	随机	73	0.005	1.33(1.08~1.63)	0.007
否	3	随机	80	0.007	1.13(0.64~2.03)	0.670
吸烟史调整						
是	3	随机	74	0.020	1.47(0.98~2.20)	0.060
否	5	随机	75	0.003	1.20(0.94~1.53)	0.140
总能量摄入调整						
是	3	随机	77	0.010	1.07(0.63~1.81)	0.810
否	5	随机	61	0.040	1.37(1.14~1.64)	<0.001

2.3.3 敏感性分析及发表偏倚

进行敏感性分析时,通过依次剔除每项研究来评估妊娠期糖尿病风险,并记录异质性的相应变化。结果显示 OR 值为 1.21~1.32,异质性大小未改变,表明没有一项研究对总体结果有实质性影响,即合并结果相对稳定。通过使用 Stata14.0 进行 Egger's 线性回归检验($t=1.09, P=0.317$),结果显示发表偏倚对本研究的结论未造成明显影响。

3 讨 论

本研究共纳入 8 项观察性研究进行 meta 分析,结果表明高膳食炎症指数评分与妊娠期糖尿病的发生风险呈正相关,即促炎饮食会增加妊娠期糖尿病的发生风险。在分类膳食炎症指数中,膳食炎症指数促炎倾向组较抗炎倾向组的妊娠期糖尿病发生风险增加了 27%(OR=1.27,95%CI:1.07~1.50),在连续膳食炎症指数中,膳食炎症指数每升高 1 个单位,妊娠期糖尿病风险随之增加 29%(OR=1.29,95%CI:1.13~1.48)。其中,产次是妊娠期糖尿病发病的危险因素。对此协变量进行调整后,结果显示膳食炎症指数与妊娠期糖尿病发病风险呈明显正相关,与既往的孕产经历引起的病理生理变化有关^[16]。

慢性炎症是一种保守的防御机制,也是慢性病理学的标志,与癌症、糖尿病、动脉粥样硬化、哮喘及自身免疫和神经退行性病变等密切相关。饮食结构是慢性全身炎症的重要决定因素之一。已有证据表明,食用过多高脂乳制品和 red 肉、加工肉类等西方饮食模式大大提高体内炎症水平及炎症相关疾病的风险^[17-19],与此同时,富含全谷物、水果和蔬菜的地中海饮食模式已被证实能够有效降低体内炎症标志物^[20]。妊娠会诱发一种动态的、高度调节的炎症特征,促炎饮食可通过增加机体慢性炎症从而导致胰岛素抵抗,增加妊娠期糖尿病风险^[21-24]。由此可见,在确保膳食平衡的条件下,降低促炎膳食的摄入对于预防妊娠期

糖尿病具有关键的临床指导作用。

膳食炎症指数被概念化后一系列研究证实了较高的膳食炎症指数与多种慢性病不良健康结果之间的联系^[25]。全球近 50%的残疾和死亡都可归因为机体慢性低度炎症相关性疾病^[26]。最高膳食炎症指数类较最低膳食炎症指数类的个体脑血管疾病发病风险增加了 41%(RR=1.41,95%CI:1.12~1.78),死亡风险增加了 31%(RR=1.31,95%CI:1.19~1.44)^[27];高膳食炎症的受试者患 2 型糖尿病的危险较低膳食炎症受试者增加了 2.02 倍(OR=3.02,95%CI:1.39~6.58)^[28];较高的膳食炎症指数导致发展为代谢综合征的风险增加 39%(OR=1.39,95%CI:1.01~1.92)^[29]。

本研究纳入的文献质量较高,研究结果较可靠,但均为队列研究和病例对照研究,容易影响研究结果的概括性和研究对象的代表性,产生偏倚风险;纳入的研究在协变量调整方面存在差异,这些均可能导致低估或高估合并结果风险,但除于晓玲^[10]的研究外,其余研究协变量调整均包含孕前 BMI,可以表明 BMI 与促炎饮食导致妊娠期糖尿病风险增加无关。本研究纳入的文献均来源于亚洲国家,且只检索了已发表的研究,但敏感性分析显示结果可靠且不存在明显的发表偏倚。

综上所述,当前证据表明,促炎倾向饮食较抗炎倾向饮食会增加妊娠期糖尿病的发生风险。重视妊娠期糖尿病患者的膳食成分摄入,有助于减少不良妊娠结局发生率。后续仍需要开展大样本量多中心的高质量随机对照试验,阐述促炎饮食与妊娠期糖尿病发生风险之间的关系,为拓展膳食炎症指数应用于妊娠期糖尿病个人层面的预防提供更广阔的平台。

参 考 文 献

[1] 章孟星,周英凤,钟婕,等.妊娠期糖尿病临床护

- 理实践指南的整合研究[J]. 中华护理杂志, 2019,54(1):104-113.
- [2] 魏坛芳,肖霞萍,王小丽,等. 基于 CiteSpace 对我国妊娠期糖尿病护理的可视化分析[J]. 循证护理,2023,9(1):157-162.
- [3] SZMUILOWICZ E D, JOSEFSON J L, METZGER B E. Gestational diabetes mellitus[J]. *Endocrinol metab Clin North Am*,2019,48(3):479-493.
- [4] CAVICCHIA P P, STECK S E, HURLEY T G, et al. A new dietary inflammatory index predicts interval changes in serum high-sensitivity C-reactive protein[J]. *J Nutr*,2009,139(12):2365-2372.
- [5] 张珍. 中国孕妇膳食炎症指数的构建及其与妊娠期糖尿病风险的队列研究[D]. 武汉:华中科技大学,2021.
- [6] HENJUM S, HJELLSET V T, ANDERSEN E, et al. Developing a risk score for undiagnosed prediabetes or type 2 diabetes among Saharawi refugees in Algeria[J]. *BMC Public Health*,2022,22(1):720.
- [7] SÁNCHEZ-VILLEGAS A, RUÍZ-CANELA M, DE LA FUENTE-ARRILLAGA C, et al. Dietary inflammatory index, cardiometabolic conditions and depression in the Seguimiento Universidad de Navarra cohort study[J]. *Br J Nutr*,2015,114(9):1471-1479.
- [8] ZENG X, ZHANG Y, KWONG J S, et al. The methodological quality assessment tools for preclinical and clinical studies, systematic review and meta-analysis, and clinical practice guideline; a systematic review[J]. *J Evid Based Med*,2015,8(1):2-10.
- [9] 赵梅,于晓玲,王红菊,等. 孕中期膳食抗炎指数、高敏 C 反应蛋白与妊娠期糖尿病关系的队列研究[J]. 中华疾病控制杂志,2018,22(2):113-116.
- [10] 于晓玲. 孕中期膳食抗炎指数水平与不良妊娠结局的关系研究[D]. 合肥:安徽医科大学,2016.
- [11] KYOZUKA H, MURATA T, ISOGAMI H, et al. Preconception dietary inflammatory index and risk of gestational diabetes mellitus based on maternal body mass index; findings from a Japanese birth cohort study [J]. *Nutrients*,2022,14(19):4100.
- [12] 秦勇. 孕期膳食炎症指数与妊娠结局的关联研究[D]. 北京:北京大学医学部,2021.
- [13] MOHTASHAMINIA F, HOSSEINI F, JAYEDI A, et al. Adherence to the Mediterranean diet and risk of gestational diabetes: a prospective cohort study[J]. *BMC Pregnancy Childbirth*,2023,23(1):647.
- [14] 吴慧,卢凌鹏,曹瑞丽,等. 妊娠期糖尿病患者膳食炎症指数与中性粒/淋巴细胞比值的相关性研究[J]. 实用预防医学,2021,28(9):1067-1071.
- [15] SHIVAPPA N, HÉBERT J R, AKHOUNDAN M, et al. Association between inflammatory potential of diet and odds of gestational diabetes mellitus among Iranian women[J]. *J Matern Fetal Neonatal Med*,2019,32(21):3552-3558.
- [16] 王崇丹,李彩丽,魏海玲,等. 基于孕早期母体相关指标的孕中期妊娠期糖尿病发病风险预测模型构建与验证[J]. 山东医药,2022,62(14):50-53.
- [17] LAINAMPETCH J, PANPRATHIP P, PHOSAT C, et al. Association of tumor necrosis factor alpha, interleukin 6, and C-reactive protein with the risk of developing type 2 diabetes: a retrospective cohort study of rural thais [J]. *J Diabetes Res*,2019,2019:9051929.
- [18] NAJA F, SHIVAPPA N, NASREDDINE L, et al. Role of inflammation in the association between the western dietary pattern and metabolic syndrome among Lebanese adults[J]. *Int J Food Sci Nutr*,2017,68(8):997-1004.
- [19] NAMAZI N, ANJOM-SHOAE J, NAJAFI F, et al. Pro-inflammatory diet, cardio-metabolic risk factors and risk of type 2 diabetes: a cross-sectional analysis using data from RaNCD cohort study[J]. *BMC Cardiovasc Disord*,2023,23(1):5.
- [20] TSIGALOU C, KONSTANTINIDIS T, PARASCHAKI A, et al. Mediterranean diet as a tool to combat inflammation and chronic diseases. An overview[J]. *Biomedicines*,2020,8(7):201.
- [21] LORENZO P I, MARTÍN-MONTALVO A, COBO VUILLEUMIER N, et al. Molecular modeling of islet β -cell adaptation to inflammation in pregnancy and gestational diabetes mellitus [J]. *Int J Mol Sci*,2019,20(24):6171.
- [22] HOTAMISLIGIL G S, ARNER P, CARO J F, et al. Increased adipose tissue (下转第 3632 页)