

Alzheimer's disease[J]. Lancet, 2021, 397(10284): 1577-1590.

[10] GOKANI S, BHATT L K. Caveolin-1: a promising therapeutic target for diverse diseases[J]. Curr Mol Pharmacol, 2022, 15(5): 701-715.

[11] KOH S, LEE W, PARK S M, et al. Caveolin-1 deficiency impairs synaptic transmission in hippocampal neurons[J]. Mol Brain, 2021, 14(1): 53.

[12] TANG W, LI Y, LI Y, et al. Caveolin-1, a novel player in cognitive decline[J]. Neurosci Biobehav Rev, 2021, 129: 95-106.

[13] WANG S, LEEM J S, PODVIN S, et al. Synapsin-caveolin-1 gene therapy preserves neuronal and synaptic morphology and prevents neurodegeneration in a mouse model of AD[J]. Mol Ther Methods Clin Dev, 2021, 21: 434-450.

[14] JIANG Y, ZHANG Y, SU L. MiR-539-5p Decreases amyloid β -protein production, hyperphosphorylation of tau and memory impairment by regulating PI3K/Akt/GSK-3 β pathways in APP/PS1 double transgenic mice[J]. Neurotox Res, 2020, 38(2): 524-535.

[15] BAO H, SHEN Y. Unmasking BACE1 in aging and age-related diseases[J]. Trends Mol Med, 2023, 29(2): 99-111.

[16] ULKU I, LIEBSCH F, AKERMAN S C, et al. Mechanisms of amyloid- β 34 generation indicate a pivotal role for BACE1 in amyloid homeostasis[J]. Sci Rep, 2023, 13(1): 2216.

[17] LOMOIO S, WILLEN R, KIM W, et al. Gga3 deletion and a GGA3 rare variant associated with late onset Alzheimer's disease trigger BACE1 accumulation in axonal swellings[J]. Sci Transl Med, 2020, 12(570): ea1871.

[18] FENG H, HU P, CHEN Y, et al. Decreased miR-451a in cerebrospinal fluid, a marker for both cognitive impairment and depressive symptoms in Alzheimer's disease[J]. Theranostics, 2023, 13(9): 3021-3040.

[19] NASH A, GIJSEN H J M, HRUPKA B J, et al. BACE inhibitor treatment of mice induces hyperactivity in a Seizure-related gene 6 family dependent manner without altering learning and memory[J]. Sci Rep, 2021, 11(1): 15084.

(收稿日期: 2025-03-27 修回日期: 2025-08-20)

• 短篇论著 •

妊娠期糖尿病患者血清 TBA、FABP4 与糖脂代谢、不良妊娠结局关系

芦新梅, 宗 华, 韩晓欣
太原市妇幼保健院产科, 山西太原 030000

摘要:目的 探讨妊娠期糖尿病患者血清总胆汁酸(TBA)、脂肪酸结合蛋白 4(FABP4)与糖脂代谢、不良妊娠结局关系。方法 选取 2018 年 7 月至 2023 年 7 月该院收治的 105 例妊娠期糖尿病患者作为妊娠期糖尿病,另选取 90 例同期行常规产的健康孕妇作为对照组。分析并比较两组一般资料、血清 TBA、FABP4、糖脂代谢水平和不良妊娠结局发生率。采用 Pearson 或点二列相关法分析妊娠期糖尿病患者血清 TBA、FABP4 水平与糖脂代谢指标、不良妊娠结局的相关性,绘制受试者工作特征(ROC)曲线分析血清 TBA、FABP4 水平预测患者出现不良妊娠结局的价值。结果 妊娠期糖尿病组空腹血糖(FPG)、空腹胰岛素水平(FINS)、餐后 1 h 血糖(1 hPG)、餐后 2 h 血糖(2 hPG)、糖化血红蛋白(HbA1c)、胰岛素抵抗指数(HOMA-IR)、载脂蛋白 A(apoA)、甘油三酯(TG)、低密度脂蛋白胆固醇(LDL-C)、TBA、FABP4 水平和不良妊娠结局总发生率均显著高于对照组($P<0.05$),妊娠期糖尿病组高密度脂蛋白胆固醇(HDL-C)水平显著低于对照组($P<0.05$);妊娠期糖尿病患者分娩后,不良妊娠结局组血清 TBA、FABP4 水平显著高于良好妊娠结局组($P<0.05$)。妊娠期糖尿病患者血清 TBA 水平与 FABP4 水平呈正相关($P<0.05$),血清 TBA、FABP4 水平与 FPG、FINS、1 hPG、2 hPG、HbA1c、HOMA-IR、apoA、TG、LDL-C、不良妊娠结局呈正相关($P<0.05$),血清 TBA、FABP4 水平与 HDL-C 水平呈负相关($P<0.05$),血清 TBA、FABP4 二者联合预测妊娠期糖尿病患者不良妊娠结局的曲线下面积(AUC)是 0.940,优于单项检测($P<0.05$)。结论 妊娠期糖尿病患者血清 TBA、FABP4 水平升高,且与患者糖脂代谢水平及不良妊娠结局具有相关性,二者联合检测在预测患者不良妊娠结局发生风险的价值较高。

关键词:妊娠期糖尿病; 总胆汁酸; 脂肪酸结合蛋白 4; 糖脂代谢; 不良妊娠结局

DOI:10.3969/j.issn.1673-4130.2025.22.024 **中图法分类号:**R446.1;R714.256

文章编号:1673-4130(2025)22-2812-05 **文献标志码:**A

妊娠期糖尿病是指孕妇在妊娠期间出现糖尿病 症状并最终确诊为糖尿病,分娩后绝大多数患者的血

糖水平可回到正常状态,但会增加产妇 2 型糖尿病和子代糖尿病发生风险^[1]。随着世界范围内肥胖症的发病率增加,被诊断患有妊娠期糖尿病的孕妇人数也呈现增加趋势^[2]。妊娠期糖尿病可增加不良妊娠结局发生风险,包括巨大儿、早产、难产和剖宫产等^[3]。因此,寻找有效指标对妊娠期糖尿病患者妊娠结局进行及时、准确预测并干预至关重要。总胆汁酸(TBA)是一种两亲性类胆固醇分子,主要是在肝脏中由胆固醇合成,具有调控糖脂代谢、先天免疫和血小板功能等作用^[4]。有相关研究发现,妊娠期血清 TBA 水平与妊娠期糖尿病的发生风险呈正相关,较高的血清 TBA 水平与胎膜早破等不良妊娠结局的出现有密切关系^[5]。脂肪酸结合蛋白 4(FABP4)是一种多效脂肪因子,其水平变化被视为脂肪细胞分化的标志,FABP4 也被证实与妊娠期糖尿病及产后并发症的发生发展有关^[6]。在妊娠过程中,FABP4 会对孕妇的糖脂代谢和免疫功能产生影响,导致妊娠期糖尿病的发生,甚至出现流产等不良妊娠结局^[7]。基于此,本研究通过对妊娠期糖尿病患者血清 TBA、FABP4 水

平和糖脂代谢指标进行检测,分析血清 TBA、FABP4 水平和糖脂代谢指标与不良妊娠结局的相关性,探索血清 TBA、FABP4 水平预测患者妊娠结局的价值,以期临床评估患者妊娠结局提供参考,降低不良妊娠结局的发生率。

1 资料与方法

1.1 一般资料 选取 2018 年 7 月至 2023 年 7 月本院收治的 105 例妊娠期糖尿病患者作为妊娠期糖尿病组,另选取行常规产检的 90 例健康孕妇作为对照组。纳入标准:(1)符合妊娠期糖尿病诊断标准^[8];(2)为单胎妊娠;(3)临床资料完整;(4)入组前未进行相关治疗。排除标准:(1)存在糖尿病疾病史;(2)孕期存在服用雌激素情况;(3)伴感染性疾病、精神类疾病;(5)伴妊娠期高血压等会对血糖水平产生影响的疾病。本研究通过本院伦理委员会审核并批准后实施(审批号:2018-05-178)。所有参与本研究者及家属已签署同意书。两组年龄、孕周、产次等一般资料比较,差异无统计学意义($P<0.05$),见表 1。

表 1 两组一般资料比较[$\bar{x}\pm s$ 或 $n(\%)$]

组别	<i>n</i>	年龄(岁)	孕周(周)	产次		孕前体重指数 (kg/m ²)
				初产	经产	
对照组	90	28.75±4.16	30.67±3.43	47(52.22)	43(47.78)	23.64±4.53
妊娠期糖尿病组	105	28.91±4.24	30.45±3.32	51(48.57)	54(51.43)	23.41±4.49
<i>t</i> / χ^2		0.265	0.454	0.258		0.355
<i>P</i>		0.791	0.650	0.611		0.723

1.2 试剂与仪器 人 TBA 酶联免疫吸附试验(ELISA)试剂盒购自上海一研生物公司(货号:EY-01H1058),人 FABP4 ELISA 试剂盒购自上海科培瑞生物公司(货号:KPR-H10187);SpectraMax i3x 酶标仪购自上海美谷分子公司;c701 全自动生化分析仪购自瑞士罗氏公司。

1.3 方法

1.3.1 样品收集 采集所有参与者入组时清晨空腹静脉血 5 mL,静置、离心后取上清液并置于 EP 管中,之后放入-80℃冰箱保存备用。

1.3.2 糖脂代谢指标检测 采用全自动生化分析仪对糖脂代谢指标进行检测,生化分析仪检测过程质控合格,严格按照 SOP 进行操作。具体检测指标包括空腹血糖(FPG)、餐后 1 h 血糖(1 hPG)及餐后 2 h 血糖(2 hPG)、糖化血红蛋白(HbA1c)、载脂蛋白 A(apoA)、甘油三脂(TG)、总胆固醇(TC)、高密度脂蛋白胆固醇(HDL-C)、低密度脂蛋白胆固醇(LDL-C)及空腹胰岛素水平(FINS)。按照公式计算胰岛素抵抗

指数(HOMA-IR)^[9]。

1.3.3 血清 TBA、FABP4 水平检测 使用 ELISA 法测定血清 TBA、FABP4 水平,严格按照试剂盒说明书进行操作。

1.3.4 妊娠结局评估 妊娠期糖尿病组和对照组均按时产检直至分娩,其中糖尿病组通过饮食和运动治疗,血糖不能得到有效控制时给予胰岛素治疗。记录参与本研究者分娩结局,包括新生儿窒息情况、新生儿低血糖、巨大胎儿、剖宫产等不良妊娠结局情况。

1.4 统计学处理 采用 SPSS25.0 软件分析本研究数据。计数资料以 $n(\%)$ 表示,组间比较行 χ^2 检验,与研究相关的计量资料经验证符合正态分布且组间方差齐,以 $\bar{x}\pm s$ 表示,组间比较行独立样本 *t* 检验。采用 Pearson 相关法分析妊娠期糖尿病患者血清 TBA、FABP4 水平与糖脂代谢指标,点二列相关法分析血清 TBA、FABP4 水平与不良妊娠结局的相关性。采用受试者工作特征(ROC)曲线分析血清 TBA、FABP4 对妊娠期糖尿病患者不良妊娠结局的预测价

值,使用 Z 检验进行曲线下面积(AUC)的对比。以 $P<0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结 果

2.1 两组血清 TBA、FABP4 水平和糖脂代谢指标比较

妊娠期糖尿病组 FPG、FINS、1 hPG、2 hPG、

HbA1c、HOMA-IR、apoA、TG、LDL-C、TBA、FABP4 水平显著高于对照组($P<0.05$),HDL-C 水平显著低于对照组($P<0.05$),两组 TC 水平差异无统计学意义($P>0.05$)。见表 2。

表 2 妊娠期糖尿病组、对照组血清 TBA、FABP4 水平和糖脂代谢指标比较($\bar{x}\pm s$)				
项目	对照组($n=90$)	妊娠期糖尿病组($n=105$)	t	P
FPG(mmol/L)	4.87±1.26	5.94±1.43	5.500	<0.001
FINS(mU/L)	13.82±2.54	16.17±2.89	5.983	<0.001
1 hPG(mmol/L)	8.05±1.64	8.67±1.93	2.395	0.018
2 hPG(mmol/L)	6.13±1.02	8.21±1.76	9.878	<0.001
HbA1c(%)	4.93±0.97	6.54±1.12	10.639	<0.001
HOMA-IR	2.12±0.45	3.86±0.61	22.344	<0.001
apoA(g/L)	0.94±0.17	1.61±0.28	19.785	<0.001
TG(mmol/L)	2.64±0.32	3.11±0.41	8.814	<0.001
TC(mmol/L)	4.92±0.63	5.03±0.65	1.195	0.234
HDL-C(mmol/L)	1.37±0.24	1.18±0.17	6.444	<0.001
LDL-C(mmol/L)	2.76±0.39	3.08±0.43	5.406	<0.001
TBA(mol/L)	7.32±1.46	14.47±2.18	26.440	<0.001
FABP4(g/L)	15.56±3.07	23.16±3.92	14.889	<0.001

2.3 两组不良妊娠结局发生率比较

妊娠期糖尿病组不良妊娠结局总发生率显著高于对照组,差异有统计学意义($\chi^2=42.285,P<0.001$)。见表 3。

表 3 两组不良妊娠结局发生率比较[$n(\%)$]		
妊娠结局	对照组($n=90$)	妊娠期糖尿病组($n=105$)
新生儿窒息	0(0.00)	5(4.76)
新生儿低血糖	0(0.00)	6(5.71)
巨大胎儿	2(2.22)	10(9.52)
剖宫产	7(7.78)	19(18.10)
胎儿窘迫	1(1.11)	5(4.76)
羊水过多	1(1.11)	7(6.67)
产后出血	2(2.22)	11(10.48)
总发生	13(14.44)	63(60.00)

2.4 妊娠期糖尿病患者不同妊娠结局血清 TBA、FABP4 水平比较

根据妊娠结局将妊娠期糖尿病患者分为不良妊娠结局组($n=63$)、良好妊娠结局组($n=42$),不良妊娠结局组血清 TBA、FABP4 水平显著高于良好妊娠结局组($P<0.05$)。见表 4。

2.5 妊娠期糖尿病患者血清 TBA、FABP4 水平与糖脂代谢指标、不良妊娠结局的相关性

Pearson 法分析结果显示,妊娠期糖尿病患者血清 TBA 水平与 FABP4 水平呈正相关($P<0.05$),血清 TBA、FABP4

水平与 FPG、FINS、1 hPG、2 hPG、HbA1c、HOMA-IR、apoA、TG、LDL-C 呈正相关($P<0.05$),血清 TBA、FABP4 水平与 HDL-C 水平呈负相关($P<0.05$);点二列相关法分析结果显示,血清 TBA、FABP4 水平与不良妊娠结局(不良=1,良好=0)呈正相关($P<0.05$)。见表 5。

表 4 不良妊娠结局组、良好妊娠结局组血清 TBA、FABP4 水平比较($\bar{x}\pm s$)			
组别	n	TBA(mol/L)	FABP4(g/L)
不良妊娠结局组	63	16.01±2.36	25.74±4.14
良好妊娠结局组	42	12.16±1.91	19.29±3.58
t		8.817	8.246
P		<0.001	<0.001

表 5 妊娠期糖尿病患者血清 TBA、FABP4 水平与糖脂代谢指标、不良妊娠结局的相关性				
指标	TBA		FABP4	
	r	P	r	P
FPG	0.496	<0.001	0.385	<0.001
FINS	0.558	<0.001	0.552	<0.001
1 hPG	0.443	<0.001	0.590	<0.001
2 hPG	0.498	<0.001	0.554	<0.001
HbA1c	0.483	<0.001	0.466	<0.001

续表 5 妊娠期糖尿病患者血清 TBA、FABP4 水平与
脂代谢指标、不良妊娠结局的相关性

指标	TBA		FABP4	
	<i>r</i>	<i>P</i>	<i>r</i>	<i>P</i>
HOMA-IR	0.358	<0.001	0.538	<0.001
apoA	0.500	<0.001	0.455	<0.001
TG	0.324	0.001	0.494	<0.001
HDL-C	-0.393	<0.001	-0.588	<0.001
LDL-C	0.475	<0.001	0.553	<0.001
FABP4	0.362	<0.001	—	—
不良妊娠结局	0.675	<0.001	0.678	<0.001

注：—表示无数据。

2.6 血清 TBA、FABP4 水平对妊娠期糖尿病患者发生不良妊娠结局的预测价值 ROC 曲线分析结果显示,血清 TBA、FABP4 及二者联合预测妊娠期糖尿病患者发生不良妊娠结局的曲线下面积(AUC)依次是

0.860、0.863 和 0.940,二者联合预测 AUC 高于单项检测($Z=2.645、2.384、P=0.008、0.017$)。见图 1 和表 6。

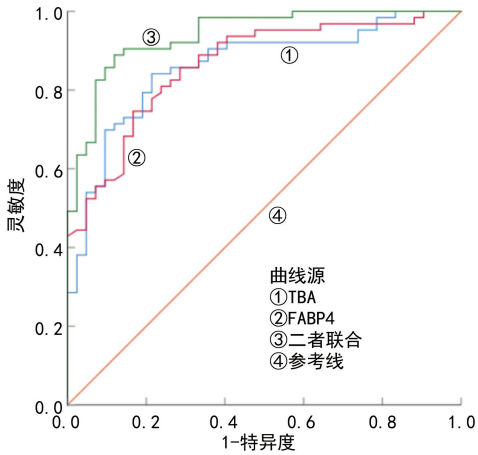


图 1 血清 TBA、FABP4 水平评估患者发生不良妊娠结局的 ROC 曲线

表 6 血清 TBA、FABP4 水平预测不良妊娠结局的价值

指标	AUC	cut-off 值	95%CI	<i>P</i>	灵敏度(%)	特异度(%)	Youden 指数
TBA	0.860	13.51 mol/L	0.772~0.920	<0.001	84.13	78.57	0.6270
FABP4	0.863	23.06 g/L	0.783~0.923	<0.001	74.60	83.33	0.5794
联合	0.940	—	0.876~0.977	<0.001	88.89	88.10	0.7698

注：—表示无数据。

3 讨论

妊娠期糖尿病是妊娠期中发生率较高的并发症之一,该患者体内的血糖可以经胎盘输送至胎儿身体内,从而导致胎儿糖原水平升高,并进一步合成蛋白质,导致巨大胎儿的产生,若妊娠期糖尿病患者血糖持续高甚至会导致胎儿发育不良和死亡^[10]。研究发现,致使妊娠期糖尿病发病的主要原因是脂代谢紊乱,患者脂水平过高可导致血液黏度增加,使脂在组织器官中形成聚集,最终可引发血管内皮细胞破损,脂水平过高还可导致脂肪酸在胰岛β细胞沉积致使胰岛β细胞凋亡,减少胰岛素分泌量,妊娠期可进一步致使胰岛素抵抗现象加剧,使机体糖耐量降低,最终导致糖尿病的发生^[11-12]。基于此,临床上通过检测脂代谢指标预测妊娠期糖尿病发生风险,但脂代谢指标因个体差异、检测方式等影响导致特异度或者灵敏度不强^[13]。因此,寻找可靠的指标预测妊娠期糖尿病患者妊娠结局意义重大。

据文献报道,TBA 可能与糖尿病的发生发展具有一定联系,糖尿病患者发病前 TBA 组成和水平发生明显变化,这可能是患者糖代谢功能异常的先兆^[14]。郭笑丹等^[15]研究发现,妊娠期糖尿病患者外周血 TBA 水平上升,与糖代谢指标 FPG 呈正相关,

说明 TBA 与妊娠期糖尿病的发生有关,TBA 水平升高可能是导致妊娠期糖尿病的危险因素。本研究发现,妊娠期糖尿病患者血清 TBA 水平、不良妊娠结局发生概率明显提升,而且孕妇分娩后,发生不良妊娠结局的产妇产前血清 TBA 水平比良好妊娠结局产妇高,并且血清 TBA 水平和脂代谢指标 FPG、FINS、HbA1c、HOMA-IR、apoA、TG 等及不良妊娠结局呈正相关,与上述研究结果一致。此外,本研究还进一步通过绘制 ROC 曲线评估血清 TBA 在预测妊娠结局方面的价值,结果发现,血清 TBA 水平对妊娠期糖尿病患者发生不良妊娠结局也具有一定预测价值,但特异度略有不足,提示 TBA 可能参与到妊娠期糖尿病的发生发展中,可能作为预测妊娠期糖尿病患者发生不良妊娠结局的辅助指标。

FABP4 由脂肪细胞和巨噬细胞分泌,可参与调节炎症、促进增殖及血管生成,且与糖尿病、动脉粥样硬化等免疫代谢性疾病的发生发展有关^[16]。有研究发现,血清 FABP4 水平升高与脂代谢指标 HOMA-IR 有关^[17],其可能是导致妊娠期糖尿病患者发生不良妊娠结局的危险因素^[18]。王芸^[19]研究发现,妊娠期糖尿病患者 FABP4 水平出现异常,其水平随着糖尿病控制程度增加而降低,并且对妊娠结局不良

具有较好诊断价值。本研究发现,妊娠期糖尿病患者血清 FABP4 水平以及不良妊娠结局发生比例明显升高,且血清 FABP4 水平变化与糖脂代谢指标 FPG、FINS、HbA1c、HOMA-IR、apoA、TG 等以及不良妊娠结局有关,血清 FABP4 评估患者妊娠结局不良具有一定参考价值,但灵敏度不足,提示检测 FABP4 水平可能有助于发现早期妊娠期糖尿病患者,降低不良妊娠结局的风险,但需结合其他指标共同判断。目前鲜见发现有关血清 TBA、FABP4 二者联合预测妊娠结局的报道。因此,本研究进一步对血清 TBA、FABP4 二者联合预测价值进行评估,结果发现,血清 TBA、FABP4 二者联合检测对不良妊娠结局的评估价值要比二者单独检测效果好,提示血清 TBA、FABP4 可作为妊娠期糖尿病患者早期诊断和预测不良妊娠结局的指标,临床可通过同时检测血清 TBA、FABP4 水平评估妊娠结局,以便于及时进行相关干预,降低不良妊娠结局的发生风险。

综上所述,妊娠期糖尿病患者血清 TBA、FABP4 水平升高,血清 TBA、FABP4 水平与妊娠期糖尿病患者糖脂代谢指标和不良妊娠结局有关,二者联合检测在预测妊娠期糖尿病患者妊娠结局不良方面的价值较高,可能作为临床上预测不良妊娠结局风险发生概率的指标。

参考文献

[1] LEWANDOWSKA M. Gestational diabetes mellitus (GDM) risk for declared family history of diabetes, in combination with BMI categories[J]. *Int J Environ Res Public Health*, 2021, 18(13):6936.

[2] YE W, LUO C, HUANG J, et al. Gestational diabetes mellitus and adverse pregnancy outcomes: systematic review and meta-analysis[J]. *BMJ*, 2022, 377:e067946.

[3] WICKLOW B, RETNAKARAN R. Gestational diabetes mellitus and its implications across the life span[J]. *Diabetes Metab J*, 2023, 47(3):333-344.

[4] 顾冠聪,周懿忆,陈华. 糖尿病周围神经病变患者血清总胆汁酸和总胆红素水平变化及其诊断价值分析[J]. *检验医学与临床*, 2022, 19(24):3396-3400.

[5] LIU Y, SUN R, LI Y, et al. Changes in serum total bile acid concentrations are associated with the risk of developing adverse maternal and perinatal outcomes in pregnant Chinese women[J]. *Clin Chim Acta*, 2021, 520:160-167.

[6] 贺子萱,朱海燕. 脂肪酸结合蛋白 4 与妊娠期糖尿病关系的研究进展[J]. *糖尿病新世界*, 2023, 26(3):194-198.

[7] SHI Y, WANG C C, WU L, et al. Pathophysiological insight into fatty acid-binding protein-4: multifaced roles in

reproduction, pregnancy, and offspring health[J]. *Int J Mol Sci*, 2023, 24(16):12655.

[8] 宋耕,杨慧霞. 妊娠期糖尿病诊断标准的探讨[J]. *中华围产医学杂志*, 2017, 20(11):776-778.

[9] 陈涛,王中心,黄丽华,等. 初诊 2 型糖尿病合并高血压患者血清脂联素和改良稳态模型评估法计算的胰岛素抵抗指数的变化及相关性[J]. *中华高血压杂志*, 2015, 23(5):452-456.

[10] JUAN J, YANG H. Prevalence, prevention, and lifestyle intervention of gestational diabetes mellitus in China[J]. *Int J Environ Res Public Health*, 2020, 17(24):9517.

[11] CHEN X, ZHANG Y, CHEN H, et al. Association of maternal folate and vitamin B(12) in early pregnancy with gestational diabetes mellitus: a prospective cohort study [J]. *Diabetes Care*, 2021, 44(1):217-223.

[12] ZIELENIAK A, ZURAWSKA-KLIS M, CYPRYK K, et al. Transcriptomic dysregulation of inflammation-related genes in leukocytes of patients with gestational diabetes mellitus (GDM) during and after pregnancy: identifying potential biomarkers relevant to glycemic abnormality [J]. *Int J Mol Sci*, 2022, 23(23):14677.

[13] 江燕,骆娜,陈慧. 妊娠早期糖脂代谢指标与妊娠期糖尿病相关性的研究进展[J]. *医学综述*, 2023, 29(21):4710-4714.

[14] LU J, WANG S, LI M, et al. Association of serum bile acids profile and pathway dysregulation with the risk of developing diabetes among normoglycemic Chinese adults: findings from the 4C study [J]. *Diabetes Care*, 2021, 44(2):499-510.

[15] 郭笑丹,张彦利,朱国优,等. 孕妇外周血总胆汁酸水平与妊娠期糖尿病风险关系的研究[J]. *中国妇幼健康研究*, 2022, 33(9):51-56.

[16] GUO D, LIN C, LU Y, et al. FABP4 secreted by M1-polarized macrophages promotes synovitis and angiogenesis to exacerbate rheumatoid arthritis[J]. *Bone Res*, 2022, 10(1):45.

[17] JIN C, LIN L, HAN N, et al. Risk of gestational diabetes mellitus in relation to plasma concentrations of fatty acid-binding protein 4: a nested case-control study in China [J]. *J Diabetes Res*, 2021, 2021:6681432.

[18] LENERT M E, AVONA A, GARNER K M, et al. Sensory neurons, neuroimmunity, and pain modulation by sex hormones[J]. *Endocrinology*, 2021, 162(8):bqab109.

[19] 王芸. 血清 CRTC3、FABP4 和 apo CⅢ水平对妊娠期糖尿病患者不良妊娠结局的预测价值[J]. *中国医药导刊*, 2023, 25(7):744-749.