

cell cytokine profiles and their association with lung function in children with Mycoplasma pneumoniae-associated bronchiolitis obliterans [J]. *Pediatr Pulmonol*, 2020, 55(8):2033-2040.

[14] ZHANG C, ZHANG Q, DU J L, et al. Correlation between the clinical severity, bacterial load, and inflammatory reaction in children with Mycoplasma pneumoniae pneumonia [J]. *Curr Med Sci*, 2020, 40(5):822-828.

[15] NEAMTU L, TAGADIUC O, SCIUCA S. PO-1024 The importance of proinflammatory cytokine's in immune response in Mycoplasma pneumoniae infection in children with bronhopulmonary affection [J]. *Arch Dis Childhood*, 2014, 99(Suppl 2):A585.

[16] XU W, YANG H, LIU H, et al. Bronchoalveolar lavage T cell cytokine profiles and their association with lung function in children with Mycoplasma pneumoniae-associated

bronchiolitis obliterans [J]. *Pediatr Pulmonol*, 2020, 55(8):2033-2040.

[17] 贺茂俊, 瞿磊, 陈皓, 等. Th1/Th2、Th17/Treg 细胞因子与小儿支原体肺炎肺通气功能关系 [J]. *现代科学仪器*, 2023, 40(2):85-90.

[18] 石雪玲, 杨广平, 秦新芳, 等. 血清 C 反应蛋白、白细胞介素-6 与支原体肺炎患儿肺通气功能的相关性 [J]. *河南医学研究*, 2022, 31(23):4352-4355.

[19] 李冬杰, 温雅铮, 杨二杰. 肺炎支原体肺炎患儿血清 C 反应蛋白、白细胞介素-13 的表达及其与肺通气功能的关系 [J]. *河南医学研究*, 2022, 31(24):4524-4527.

[20] 吴鹏, 夏宏林, 赵含信, 等. 支原体肺炎患儿治疗前后血清 CRP 水平、SAA/PCT 对疗效的预测效能分析 [J]. *国际检验医学杂志*, 2022, 43(6):720-725.

(收稿日期:2024-07-19 修回日期:2024-09-09)

• 短篇论著 •

血清 ELABELA、SAA1、 β -hCG 水平与妊娠期高血糖合并高血压患者妊娠结局的关系*

张丽, 刘藤, 宋敏[△]

济南市妇幼保健院产科, 山东济南 250001

摘要:目的 分析血清小分子激素 ELABELA、血清淀粉样蛋白 A1(SAA1)、 β -人绒毛膜促性腺激素(β -hCG)水平与妊娠期高血糖(HIP)合并高血压及妊娠结局的关系。方法 选择 2022 年 2 月至 2023 年 9 月该院收治的孕晚期(孕 37~40 周)HIP 合并高血压患者 100 例作为病例组,另选择同期收治的 100 例 HIP 患者作为对照组。采用酶联免疫吸附试验(ELISA)法检测 β -hCG、ELABELA、SAA1 水平。采用多因素 Logistic 回归分析影响 HIP 合并高血压患者妊娠结局的因素,受试者工作特征(ROC)曲线评估血清 ELABELA、SAA1、 β -hCG 对 HIP 合并高血压患者妊娠结局的预测价值。结果 病例组血清 ELABELA 水平低于对照组,SAA1、 β -hCG 水平及不良妊娠结局发生率高于对照组,差异有统计学意义($P < 0.05$)。结局不良组血清 ELABELA 水平较低,SAA1、 β -hCG 水平较高,差异有统计学意义($P < 0.05$)。多因素 Logistic 回归分析结果显示,收缩压、舒张压、FPG、SAA1、 β -hCG 为 HIP 合并高血压患者妊娠结局的危险因素($P < 0.05$),ELABELA 为保护因素($P < 0.05$)。ELABELA、SAA1、 β -hCG 联合预测 HIP 合并高血压患者妊娠结局的 AUC 显著大于三者单独预测($P < 0.05$)。结论 HIP 合并高血压患者血清 ELABELA 水平下降,SAA1、 β -hCG 水平上升,三者均与不良妊娠结局有关。

关键词:妊娠期高血糖; 高血压; ELABELA; 血清淀粉样蛋白 A1; β -人绒毛膜促性腺激素; 妊娠结局

DOI:10.3969/j.issn.1673-4130.2025.02.019

文章编号:1673-4130(2025)02-0224-05

中图法分类号:R714.256;R446.1

文献标志码:A

妊娠期孕妇复杂的内分泌和代谢过程的多种异常可导致妊娠病变,其中妊娠期高血糖(HIP)是妊娠期常见的代谢并发症,在短期和长期内都与母婴不良妊娠结局的风险增加有关^[1]。HIP 孕妇围生期并发症风险增加,其中高血压是常见并发症,发生率高达 25%~31%,对妊娠结局产生更为不利的影响^[2]。因

此,对 HIP 合并高血压患者妊娠结局早期预测对改善妊娠结局具有重要意义。ELABELA 通常在未分化的胚胎干细胞中高度表达,可调节内胚层分化和心血管系统发育,在多能干细胞和成人肾集合管和环中高表达,其功能是维持水和钠稳态,在肾脏疾病的发病机制中起着至关重要的作用^[3]。血清淀粉样蛋白 A1

* 基金项目:山东省妇幼保健协会科技创新项目(鲁妇幼便函 2021[2021]61 号)。

[△] 通信作者, E-mail:emmasm@163.com。

(SAA1 人类胎膜中合成,与妊娠组织炎症有关^[4]。β-人绒毛膜促性腺激素(β-hCG)与卵巢中类固醇激素的合成和分泌相关,是妊娠相关疾病的重要指标^[5]。但目前血清 ELABELA、SAA1、β-hCG 水平与 HIP 合并高血压的关系研究尚不明确,因此本研究拟探讨 HIP 合并高血压患者血清 ELABELA、SAA1、β-hCG 水平变化及其与妊娠结局的关系,以期为预后评估提供参考。

1 资料与方法

1.1 一般资料 选择 2022 年 2 月至 2023 年 9 月本院收治的 100 例孕晚期(孕 37~40 周)HIP 合并高血压患者作为病例组。另选择同期 100 例 HIP 患者作

为对照组。纳入标准:(1)符合相关诊断标准^[6-7],空腹血糖(FPG)≥5.1 mmol/L 或餐后 2 小时血糖(2 hPG)≥8.5 mmol/L;(2)140 mmHg≤收缩压≤160 mmHg 和(或)90 mmHg≤舒张压≤110 mmHg;(3)单胎自然妊娠,孕 37~40 周;(4)入组前未进行治疗;(5)临床资料完整。排除标准:(1)采血前有急慢性感染性疾病;(2)有血液系统疾病;(3)胎位不正及产道异常;(4)合并恶性肿瘤;(5)尿蛋白阴性;(6)精神异常。本研究获得医学伦理委员会批准。所有参与者同意参与本研究,并签署知情同意书。两组患者一般资料比较,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	n	年龄(岁)	孕周(周)	体重指数(kg/m ²)	分娩史	
					初产	经产
病例组	100	29.81±3.50	38.45±0.88	25.63±2.38	61(61.00)	39(39.00)
对照组	100	29.48±3.67	38.52±0.91	25.59±2.41	57(57.00)	43(43.00)
<i>t</i> / χ^2		0.651	0.553	0.118	0.331	
<i>P</i>		0.516	0.581	0.906	0.565	

1.2 方法

1.2.1 标本收集 采集所有受试者在孕 37~40 周产检时的空腹肘部静脉血 3 mL,离心处理后收集血清,储存于-80℃冰箱待测。

1.2.2 资料收集 收集 HIP 合并高血压患者年龄、孕周、BMI、不良孕产史、分娩史、新生儿体重、收缩压、舒张压等临床资料,均由统一培训后的调查员进行调查和记录。

1.2.3 检测方法 采用 AU5800 全自动生化分析仪(美国贝克曼库尔特有限公司)检测 FPG 水平。采用酶联免疫吸附试验(ELISA)法检测 β-hCG、ELABELA、SAA1 水平。β-hCG 试剂盒(货号:YB-β-hCG-1-Hu)购自上海钰博生物科技有限公司,ELABELA 试剂盒(货号:BS-E7037H2)购自江苏博深生物科技有限公司,SAA1 试剂盒(货号:AE1475S)购自南京善本生物科技有限公司。

1.3 妊娠结局判断 根据妊娠结局将 HIP 合并高血压患者分为结局不良组和结局良好组,胎膜早破、胎膜早剥、羊水过多、巨大儿、新生儿窒息、新生儿低血糖等为结局不良。

1.4 统计学处理 采用 SPSS25.0 和 MedCalc 20.1.0 软件进行数据统计分析。计数资料以例数或百分率描述,行 χ^2 检验;计量资料以 $\bar{x}\pm s$ 表示,两组间比较行*t*检验。采用多因素 Logistic 回归分析影响 HIP 合并高血压患者妊娠结局的因素,受试者工作特征(ROC)曲线评估血清 ELABELA、SAA1、β-hCG 对

HIP 合并高血压患者妊娠结局的预测价值,曲线下面积(AUC)的比较采用*Z*检验。 $P<0.05$ 表示差异有统计学意义。

2 结果

2.1 病例组与对照组血清 ELABELA、SAA1、β-hCG 水平比较 病例组血清 ELABELA 水平低于对照组,SAA1、β-hCG 水平高于对照组($P<0.05$)。见表 2。

表 2 病例组与对照组血清 ELABELA、SAA1、β-hCG 水平比较($\bar{x}\pm s$)

组别	n	ELABELA (ng/mL)	SAA1 (mg/L)	β-hCG (IU/mL)
病例组	100	4.81±1.37	7.69±0.98	46.94±8.72
对照组	100	9.75±2.36	5.53±0.94	35.54±5.32
<i>t</i>		18.103	15.906	11.160
<i>P</i>		<0.001	<0.001	<0.001

2.2 病例组与对照组不良妊娠结局比较 病例组不良妊娠结局发生率高于对照组,差异有统计学意义($\chi^2=22.844, P<0.001$)。见表 3。

2.3 不同妊娠结局 HIP 合并高血压患者血清 ELABELA、SAA1、β-hCG 水平比较 结局不良组血清 ELABELA 水平低于结局良好组,SAA1、β-hCG 水平高于结局良好组,差异均有统计学意义($P<0.05$)。见表 4。

2.4 不同妊娠结局 HIP 合并高血压患者临床资料比较 结局不良组与结局良好组年龄、孕周、体重指数、

不良孕产史、分娩史、新生儿体重比较,差异无统计学意义($P>0.05$),两组收缩压、舒张压、FPG 比较,差异有统计学意义($P<0.05$)。见表 5。

2.5 影响 HIP 合并高血压患者妊娠结局的多因素 Logistic 回归分析 以 HIP 合并高血压患者妊娠结局为因变量(不良=1,良好=0),以收缩压、舒张压、

FPG、血清 ELABELA、SAA1、 β -hCG 水平(均为实测值)为自变量进行多因素 Logistic 回归分析。结果显示,收缩压、舒张压、FPG、SAA1、 β -hCG 为危险因素,ELABELA 为 HIP 合并高血压患者妊娠结局的保护因素($P<0.05$)。见表 6。

表 3 病例组与对照组不良妊娠结局比较[n(%)]

组别	n	胎膜早破	胎膜早剥	羊水过多	巨大儿	新生儿窒息	新生儿低血糖	合计
病例组	100	5(5.00)	7(7.00)	3(3.00)	8(8.00)	5(5.00)	8(8.00)	36(36.00)
对照组	100	0(0.00)	1(1.00)	2(2.00)	1(1.00)	1(1.00)	3(3.00)	8(8.00)

表 4 不同妊娠结局 HIP 合并高血压患者血清 ELABELA、SAA1、 β -hCG 水平比较($\bar{x}\pm s$)

组别	n	ELABELA (ng/mL)	SAA1 (mg/L)	β -hCG (IU/mL)
结局不良组	36	4.46 \pm 0.96	8.04 \pm 0.96	51.16 \pm 7.54
结局良好组	64	5.01 \pm 0.92	7.49 \pm 0.94	44.57 \pm 7.62
t		2.825	2.787	4.167
P		0.006	0.006	<0.001

2.6 血清 ELABELA、SAA1、 β -hCG 预测 HIP 合并高血压患者妊娠结局的价值 以血清 ELABELA、SAA1、 β -hCG 水平做检验变量,以 HIP 合并高血压患者妊娠结局作为因变量(不良=1,良好=0)绘制 ROC 曲线,结果显示血清 ELABELA、SAA1、 β -hCG 联合预测妊娠结局的 AUC 为 0.885(95%CI: 0.805~0.940),三者联合预测的 AUC 显著大于 ELABELA($Z=2.265, P=0.024$)、SAA1($Z=2.262, P=0.024$)及 β -hCG($Z=2.172, P=0.030$)单独预测。见表 7。

表 5 不同妊娠结局 HIP 合并高血压患者临床资料比较($\bar{x}\pm s$ 或 n(%))

因素	结局不良组 (n=36)	结局良好组 (n=64)	t/ χ^2	P
年龄(岁)	29.65 \pm 3.44	29.90 \pm 3.28	0.359	0.720
孕周(周)	38.31 \pm 0.90	38.53 \pm 0.83	1.123	0.220
体重指数(kg/m ²)	25.71 \pm 2.64	25.59 \pm 2.40	0.231	0.817
不良孕产史				0.514 0.473
有	19(39.58)	29(60.42)		
无	17(32.69)	35(67.31)		
分娩史				0.197 0.657
初产	23(37.70)	38(62.30)		
经产	13(33.33)	26(66.67)		
新生儿体重(kg)				0.223 0.636
>3	22(37.93)	36(62.07)		
\leq 3	14(33.33)	28(66.67)		
收缩压(mmHg)	154.26 \pm 6.15	142.26 \pm 6.22	9.298	<0.001
舒张压(mmHg)	95.36 \pm 6.20	88.46 \pm 6.13	5.381	<0.001
FPG(mmol/L)	10.86 \pm 2.34	7.31 \pm 1.42	9.449	<0.001

表 6 影响 HIP 合并高血压患者妊娠结局的多因素 Logistic 回归分析

因素	β	SE	Wald χ^2	P	OR	95%CI
ELABELA	-0.664	0.244	7.396	0.007	0.515	0.319~0.831
SAA1	1.720	0.522	10.856	0.001	5.584	2.007~15.534
β -hCG	1.576	0.436	13.071	<0.001	4.837	2.058~11.369
收缩压	1.476	0.425	12.067	0.001	4.377	1.903~10.068
舒张压	1.374	0.368	13.945	<0.001	3.952	1.921~8.130
FPG	1.530	0.472	10.513	0.001	4.620	1.832~11.652

表 7 血清 ELABELA、SAA1、 β -hCG 预测 HIP 合并高血压患者妊娠结局的价值

项目	截断值	AUC	灵敏度(%)	特异度(%)	P	95%CI	约登指数
ELABELA	4.76 ng/mL	0.738	72.22	82.81	<0.001	0.641~0.821	0.550
SAA1	8.01 mg/L	0.725	69.44	85.94	<0.001	0.627~0.810	0.554
β -hCG	50.04 IU/mL	0.741	66.67	82.81	<0.001	0.643~0.823	0.495
三者联合	—	0.885	94.44	81.25	<0.001	0.805~0.940	0.757

注:—表示此项无数据。

3 讨 论

HIP 和妊娠期高血压是妊娠期常见并发症, HIP 合并高血压可导致早产、婴儿窒息, 甚至胎儿和产妇死亡等不良结局, 而且妊娠期高血压极易进展为子痫, 危及产妇和胎儿的生命安全。因此早期预测 HIP 合并高血压患者的不良妊娠结局并及时采取临床干预十分重要。

妊娠并发症通常伴随着胎盘血管结构和功能的变化, 胎盘血管功能和血液循环异常可能导致子宫内胎儿供血不足, 导致妊娠并发症、胎儿窘迫甚至死产等严重后果。APJ/Apelin 在胚胎和成人的各种组织中都有表达, 包括心脏、血管系统(尤其是内皮细胞)、乳腺和胎盘等。小分子激素 ELABELA 通常作为 APJ/Apelin 受体的配体在胚胎中表达, 调节内胚层分化, 促进心血管系统发育, 但 ELABELA 在成人组织中的表达有限, 几乎只存在于肾脏、前列腺和多能干细胞中^[8]。有研究初步证实, ELABELA 可能具有抗高血压作用, 可减轻肾纤维化, 延缓高血压肾病的进展^[9]。另外, ELABELA 在胚胎中高表达, 通过影响滋养细胞侵袭、胎盘血管形成以及肾脏等参与子痫前期的发病, 其水平降低与宫内生长受限有关^[10-11]。本研究结果显示, HIP 合并高血压患者 ELABELA 水平低于健康孕妇, 提示 ELABELA 与 HIP 合并高血压患者发病相关, 与上述研究结果相似, 可能是 ELABELA 水平下降引起内皮功能障碍, 导致血管系统恶化, 增加了发生高血压的风险。随着妊娠期高血压严重程度的增加, 胎盘的血管形态发生明显病变, 可能对胎盘功能和胎儿的生长发育产生负面影响^[12]。本研究发现, 结局不良组血清 ELABELA 水平低于结局良好组, 与 BEHRAM 等^[13]研究结果相似, 表明 ELABELA 水平降低与不良妊娠结局有关。原因可能是, ELABELA 水平下降会增加母体高血压风险, 引起胎盘血管功能和血液循环异常, 从而导致母婴结局不良。SAA1 属于 SAA 家族, 主要由肝脏产生, 还可以在非肝脏组织中合成^[14]。胎盘绒毛滋养细胞分泌 SAA1, 不仅参与胎膜破裂时的细胞外基质重塑, 还刺激促炎细胞因子和前列腺素 E2 的产生, 从而参与分娩^[15]。SAA 与 2 型糖尿病微血管并发症有关, 糖尿病患者更易发生动脉硬化及周围神经损伤, 可能诱发微血管功能障碍, 从而导致收缩压升高^[16-17]。HIP 与 2 型糖尿病具有相似的发病因素与遗传因素, 因此 SAA1 可能在 HIP 的发病中也发挥作用。本研究结果显示, HIP 合并高血压孕妇血清 SAA1 水平高于健康孕妇, 提示 SAA1 水平异常与 HIP 合并高血压的发生有关, 可能是由于 SAA1 参与了妊娠期糖尿病的胰岛素抵抗过程^[18]。研究证明, SAA1 与硬膜外分娩镇痛下产妇产时发热和不良分娩结局有关, 并通

过激活 YAP 通路加速与分娩相关的炎症反应^[19-20]。本研究结果显示, 结局不良组 SAA1 水平高于结局良好组, 提示 SAA1 与 HIP 合并高血压患者不良妊娠结局有关。分析其原因, 可能是 SAA1 水平升高激活与分娩相关的炎症反应, 促进不良妊娠结局的发生。 β -hCG 主要由胎盘合体滋养层产生, 在妊娠早期产生 β -hCG 激素是囊胚着床和保护囊胚的基础^[21]。 β -hCG 水平的异常升高被认为是与低氧化干相关的胎盘灌注减少的结果。有研究发现, 与健康孕妇相比, 妊娠中期先兆子痫患者血清 β -hCG 水平较高, β -hCG 可能是预测妊娠中期早期先兆子痫的有价值的临床指标^[22]。由此本研究推测 β -hCG 与 HIP 合并高血压可能有相关性。本研究结果显示, 病例组 β -hCG 水平高于对照组, 与许娟娟等^[23]研究结果一致, 提示 β -hCG 参与 HIP 合并高血压的发生。尽管 β -hCG 水平被确定为先兆子痫发展和严重程度的预测因子, 但它们与妊娠结局的关系尚不明确。有研究发现, β -hCG 在胎膜早破孕妇发生宫内感染时水平升高, 与早产、胎膜早破、宫内感染等妊娠结局有关, 可用于辅助检测早产胎膜早破^[24-25]。本研究也发现 β -hCG 与妊娠结局有关, 结果显示 HIP 合并高血压患者不良妊娠结局发生率高于健康孕妇, 结局不良组 β -hCG 水平高于结局良好组, 表明 β -hCG 与妊娠不良结局有关。分析其原因, 可能是由于双酚 a 化合物穿过胎盘到血液中影响胎盘发育和 β -hCG 水平的变化, 从而影响母体和胎儿的健康^[26], 增加母婴结局不良的风险。本研究还发现, SAA1、 β -hCG 为 HIP 合并高血压患者妊娠结局的危险因素, ELABELA 为保护因素, 再次证实 ELABELA、SAA1、 β -hCG 与 HIP 合并高血压患者妊娠结局相关。而且 ELABELA、SAA1、 β -hCG 联合预测 HIP 合并高血压患者妊娠结局的价值更高, 表明三者有望成为临床辅助评估 HIP 合并高血压妊娠结局的指标。此外, 本研究还发现 FPG、收缩压、舒张压是 HIP 合并高血压患者妊娠结局的影响因素, 提示 HIP 合并高血压患者妊娠结局与上述因素有关, 在预测 HIP 合并高血压患者妊娠结局时, 可将收缩压、舒张压、FPG 纳入评估指标中, 以提高评估准确性。

综上所述, HIP 合并高血压患者 ELABELA 水平下降, SAA1、 β -hCG 水平上升, 三者均与 HIP 合并高血压患者妊娠结局有关, 是 HIP 合并高血压患者妊娠结局的影响因素, 三者联合检测对妊娠结局的预测价值更高。但本研究存在一定不足, 未对治疗后 ELABELA、SAA1、 β -hCG 水平进行分析, 未深入探讨三者对妊娠结局的具体机制, 并且为单中心研究, 随访时间较短, 结果可能存在一定偏差, 后续将扩大研究范围及延长随访时间以完善研究。

参考文献

- [1] 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): 1-14.
- [2] 温洁, 刘萍, 郭蕊, 等. 血清 FABP4、OPG、CysC、Ang II 用于诊断妊娠期糖尿病合并妊娠期高血压的临床价值分析[J]. *现代生物医学进展*, 2020, 20(11): 2184-2188.
- [3] ZHENG Q, TIAN G, XU F, et al. The role of Elabela in kidney disease[J]. *Int Urol Nephrol*, 2021, 53(9): 1851-1857.
- [4] GAN X W, WANG W S, LU J W, et al. De novo synthesis of SAA1 in the placenta participates in parturition[J]. *Front Immunol*, 2020, 11(1): 1-14.
- [5] KANKOVÁ Š, HLAVÁČOVÁ J, ROBERTS K, et al. Associations between nausea and vomiting in pregnancy, disgust sensitivity, and first-trimester maternal serum free β -hCG and PAPP-A[J]. *Horm Behav*, 2023, 152(1): 1-11.
- [6] 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, 中国妇幼保健协会妊娠合并糖尿病专业委员会. 妊娠期高血糖诊治指南(2022)[J]. *中华妇产科杂志*, 2022, 57(1): 3-12.
- [7] 中华医学会妇产科学分会妊娠期高血压疾病学组. 妊娠期高血压疾病诊治指南(2015)[J]. *中华妇产科杂志*, 2015, 50(10): 721-728.
- [8] EBERLÉ D, MAROUSEZ L, HANSENS S, et al. Elabela and Apelin actions in healthy and pathological pregnancies[J]. *Cytokine Growth Factor Rev*, 2019, 46(1): 45-53.
- [9] ZHENG Q, TIAN G, XU F, et al. The role of Elabela in kidney disease[J]. *Int Urol Nephrol*, 2021, 53(9): 1851-1857.
- [10] 王丽静, 王富荣, 孙娴莉, 等. Elabela 在子痫前期中的研究进展[J]. *国际妇产科学杂志*, 2022, 49(2): 121-124.
- [11] BEHRAM M, OĞLAK S C, DAĞ I. Circulating levels of Elabela in pregnant women complicated with intrauterine growth restriction[J]. *J Gynecol Obstet Hum Reprod*, 2021, 50(8): 1-4.
- [12] LEI J, ZHAO M, LI L, et al. Research progress of placental vascular pathophysiological changes in pregnancy-induced hypertension and gestational diabetes mellitus[J]. *Front Physiol*, 2022, 13(1): 1-11.
- [13] BEHRAM M, OĞLAK S C, DAĞ I. Circulating levels of Elabela in pregnant women complicated with intrauterine growth restriction[J]. *J Gynecol Obstet Hum Reprod*, 2021, 50(8): 1-9.
- [14] ABOUELASRAR SALAMA S, DE BONDT M, DE BUCK M, et al. Serum amyloid A1 (SAA1) revisited: restricted leukocyte-activating properties of homogeneous SAA1[J]. *Front Immunol*, 2020, 11(1): 843-857.
- [15] WANG W S, LI W J, WANG Y W, et al. Involvement of serum amyloid A1 in the rupture of fetal membranes through induction of collagen I degradation[J]. *Clin Sci (Lond)*, 2019, 133(1): 515-530.
- [16] DIAO D, DIAO F, XIAO B, et al. Bayes conditional probability-based causation analysis between gestational diabetes mellitus (GDM) and pregnancy-induced hypertension (PIH): a statistic case study in Harbin, China[J]. *J Diabetes Res*, 2022(1): 1-7.
- [17] 程广杰, 苑平, 吴芬. miR-152、CHIT1、SAA 在 2 型糖尿病微血管并发症患者中的表达及临床意义[J]. *检验医学与临床*, 2022, 19(19): 2664-2666.
- [18] 索莉, 孙良臣, 马志强. 妊娠糖尿病患者皮下脂肪中 PPAR β 、Pref-1、SAA1 表达水平及与胰岛素指标相关性[J]. *中国计划生育学杂志*, 2022, 30(4): 765-769.
- [19] 施蓉, 李维维, 张静. 硬膜外分娩镇痛产妇产血清 SAA1、TNF- α 水平与产时发热及分娩结局关系[J]. *中国计划生育学杂志*, 2023, 31(9): 2186-2189.
- [20] JIANG Y, PIN L, SHI W, et al. SAA1 regulates pro-labour mediators in term labour by activating YAP pathway[J]. *Mol Cell Biochem*, 2021, 476(1): 2791-2801.
- [21] PANWAR M, MOHANTY A, AHUJA N, et al. Maternal β -hCG and neutrophil lymphocyte ratio during pregnancy to predict high-risk neonates: an observational study[J]. *Maedica (Bucur)*, 2022, 17(2): 317-322.
- [22] ZHANG X, HUANGFU Z, SHI F, et al. Predictive performance of serum β -hCG MoM levels for preeclampsia screening: a meta-analysis[J]. *Front Endocrinol (Lausanne)*, 2021, 12(1): 1-12.
- [23] 许娟娟, 李奕莎, 吴俏坪. 血清 E2-FAE、 β -HCG 联合胎盘血管指数预测妊娠期高血压患者不良妊娠结局的价值[J]. *国际检验医学杂志*, 2023, 44(21): 2679-2681.
- [24] JAIN S, JAISWAR S P, SINGH N, et al. Beta-HCG concentration in vaginal fluid: used as a diagnostic biochemical marker for preterm premature rupture of membrane in suspected cases and its correlation with onset of labour[J]. *J Obstet Gynaecol India*, 2020, 70(4): 283-288.
- [25] 丁丽娟, 陈晨, 王妮, 等. β -HCG 及 sPLA2 和单核细胞 TLR4 在胎膜早破合并宫内感染中的表达水平及其诊断价值[J]. *中华医院感染学杂志*, 2023, 1(24): 3780-3784.
- [26] AMIN M M, GHASEMI Z, KHOSHALI M, et al. Association of maternal exposure to bisphenol A with her β -hCG level and neonatal anthropometric measures[J]. *Environ Sci Pollut Res Int*, 2021, 28(44): 62809-62815.

(收稿日期: 2024-08-19 修回日期: 2024-10-21)