· 产科疾病的实验室检测专题 ·　DOI:10.3969/j.issn.1672-9455.2025.11.004

妊娠期高血压疾病患者血清 MCSF、TIMP-2 水平与病情严重程度的关系及对不良妊娠结局的预测价值*

徐　静,王金凤△,陆彩华

苏州科技城医院妇产科,江苏苏州 215000

摘　要:目的　探讨妊娠期高血压疾病患者血清巨噬细胞集落刺激因子(MCSF)、基质金属蛋白酶抑制因子-2(TIMP-2)水平与疾病严重程度的关系,以及对不良妊娠结局的预测价值。**方法**　回顾性纳入 2020 年 1 月至 2023 年 12 月该院诊治的 150 例妊娠期高血压疾病患者为病例组;纳入同期 150 例健康妊娠产妇为对照组。根据病情严重程度,将疾病组进一步分为妊娠期高血压组、轻度子痫前期组、重度子痫前期组。根据妊娠结局,分为良好结局组、不良结局组。采用酶联免疫吸附试验检测所有研究对象血清 MCSF、TIMP-2 水平;采用多因素 Logistic 回归分析妊娠结局的影响因素;绘制受试者工作特征(ROC)曲线,分析 MCSF、TIMP-2 对不良妊娠结局的预测价值。**结果**　与对照组比较,病例组血清 MCSF、TIMP-2 水平升高($P<0.05$)。与妊娠期高血压组和轻度子痫前期组比较,重度子痫前期组患者血清 MCSF、TIMP-2 水平升高($P<0.05$)。与良好结局组患者比较,不良结局组患者年龄更大,血清 MCSF、TIMP-2 水平及重度子痫前期比例较高,孕早期规律补充叶酸比例较低,差异均有统计学意义($P<0.05$)。MCSF、TIMP-2 是妊娠期高血压疾病患者不良妊娠结局的影响因素($P<0.05$)。MCSF、TIMP-2 单独及联合预测不良妊娠结局的曲线下面积(AUC)分别为 0.828、0.847、0.942,其中联合预测的 AUC 大于 2 项指标单独预测 AUC($Z=2.518$、2.268,均 $P<0.05$)。**结论**　妊娠期高血压疾病患者血清 MCSF、TIMP-2 水平均明显升高,二者是不良妊娠结局的影响因素,联合检测对不良妊娠结局具有较高的预测效能。

关键词:妊娠期高血压疾病;　妊娠结局;　巨噬细胞集落刺激因子;　基质金属蛋白酶抑制因子-2;　预测

中图法分类号:R714.24+6;R446.1　　**文献标志码:**A　　**文章编号:**1672-9455(2025)11-1457-06

Association of serum levels of MCSF and TIMP-2 with disease severity and their predictive value for adverse pregnancy outcomes in hypertensive disorders of pregnancy*

XU Jing, WANG Jinfeng△*, LU Caihua*

Department of Obstetrics and Gynecology, Suzhou Science and Technology City Hospital, Suzhou, Jiangsu 215000, *China*

Abstract: Objective　To investigate the association between serum levels of macrophage colony-stimulating factor (MCSF) and tissue inhibitor of metalloproteinases-2 (TIMP-2) with disease severity in hypertensive disorders of pregnancy, and to evaluate their predictive value for adverse pregnancy outcomes. **Methods**　A retrospective study was conducted, including 150 patients with hypertensive disorders of pregnancy treated at the hospital from January 2020 to December 2023 as the case group, and 150 healthy pregnant women during the same period as the control group. According to the severity of the condition, the case group was further divided into the gestational hypertension group, mild preeclampsia group and severe preeclampsia group. Based on pregnancy outcomes, participants were divided into the good outcome group and adverse outcome group. Enzyme-linked immunosorbent assay (ELISA) was used to measure the serum levels of MCSF and TIMP-2 in all study subjects. Multivariate Logistic regression was employed to analyze the influencing factors of pregnancy outcomes. Receiver operating characteristic (ROC) curve was drawn to analyze the predictive value of MCSF and TIMP-2 for adverse pregnancy outcomes. **Results**　Compared with the control group, serum levels of MCSF and TIMP-2 significantly elevated in the case group ($P<0.05$). In the case group, serum levels of MCSF and TIMP-2 were higher in the severe preeclampsia group compared with those in the gestational hypertension group and the mild preeclampsia group ($P<0.05$). Compared with the good outcome group, maternal age, se-

* **基金项目:**江苏省苏州市科技计划项目(SKYXD2022078)。

作者简介:徐静,女,主治医师,主要从事产科高危妊娠诊疗研究。　△ **通信作者**,E-mail:jj112124@163.com。

rum levels of MCSF and TIMP-2, the proportion of severe preeclampsia were higher in the adverse outcome group, while the proportion of regular folic acid supplementation during early pregnancy was lower in the adverse outcome group, with all differences being statistically significant ($P<0.05$). MCSF and TIMP-2 were identified as influencing factors for adverse pregnancy outcomes in patients with hypertensive disorders of pregnancy ($P<0.05$). The areas under the curve (AUC) for MCSF, TIMP-2 and their combination in predicting adverse pregnancy outcomes were 0.828, 0.847 and 0.942 respectively. The AUC for the combined prediction was significantly higher than that of either marker alone ($Z=2.518$, 2.268; both $P<0.05$). **Conclusion** Serum levels of MCSF and TIMP-2 significantly elevate in patients with hypertensive disorders in pregnancy. Both markers have been identified as influencing factors for adverse pregnancy outcomes. The combined detection of MCSF and TIMP-2 demonstrated high predictive efficacy for adverse pregnancy outcomes.

Key words: hypertensive disorders of pregnancy; pregnancy outcome; macrophage colony-stimulating factor; tissue inhibitor of metalloproteinases-2; prediction

妊娠期高血压疾病是造成全球孕产妇死亡的主要原因，以高血压、昏迷、抽搐等为主要临床特征，致死率仅次于产后出血，严重威胁母体及胎儿健康[1]。该病包括妊娠期高血压、子痫前期、子痫、慢性高血压合并妊娠等，会给母亲和后代带来严重的长期后遗症[2]。因此，及时诊断、积极管理及预测预后对于降低该病造成的不良妊娠结局发生率至关重要。巨噬细胞集落刺激因子(MCSF)可刺激骨髓造血干细胞巨噬细胞集落形成，而巨噬细胞是慢性炎症中的关键免疫细胞[3]。LIN 等[4]研究结果显示，高水平的 MCSF 与女性不孕症、子痫前期的风险增加有关。基质金属蛋白酶抑制因子-2(TIMP-2)是基质金属蛋白酶 2(MMP-2)重要的特异性抑制剂，可参与调控滋养细胞功能[5]。孔琼等[6]研究发现，血清 TIMP-2 高表达是高龄子痫前期患者发生胎儿生长受限的危险因素。目前，关于妊娠期高血压疾病患者检测血清 MCSF、TIMP-2 水平与疾病严重程度的关系尚未有明确报道，基于此，本研究分析了妊娠期高血压疾病患者血清 MCSF、TIMP-2 的临床意义和对不良妊娠结局的预测价值，现报道如下。

1　资料与方法

1.1　一般资料　回顾性纳入 2020 年 1 月至 2023 年 12 月本院诊治的 150 例妊娠期高血压疾病患者为病例组。病例组年龄 24～35 岁、平均(29.81±5.10)岁，分娩孕周 36～40 周、平均(38.13±1.45)周，孕前体质量指数(BMI)为 20～26 kg/m^2、平均(22.92±2.63)kg/m^2，初产妇 83 例，文化程度高中及以上 95 例，孕早期规律补充叶酸 110 例，有高血压家族史 20 例。纳入同期 150 例健康妊娠产妇为对照组，年龄 24～36 岁、平均(29.94±5.26)岁，分娩孕周 36～40 周、平均(38.20±1.37)周；孕前 BMI 为 20～26 kg/m^2、平均(22.85±2.76)kg/m^2，初产妇 86 例，文化程度高中及以上 91 例，孕早期规律补充叶酸 121 例，有高血压家族史 12 例。病例组和对照组年龄、分娩孕周、孕前 BMI、文化程度等一般资料比较，差异均无统计学意义($P>0.05$)，具有可比性。本研究符合伦理要求，已获取本院医学伦理委员会审批通过(2024-012)，符合豁免签署知情同意书的伦理审查要求。病例组患者纳入标准：(1)符合《妊娠期高血压疾病诊治指南(2020)》[7]中的诊断标准，孕 20 周后收缩压≥140 mmHg 和(或)舒张压≥90 mmHg，产后 12 周内恢复；(2)均为单胎；(3)入院检查时胎心正常。所有研究对象排除标准：(1)交流障碍，无法配合研究者；(2)有重要脏器功能障碍者；(3)既往有人工流产史或习惯性流产史者；(4)有子宫、卵巢疾病者；(5)有其他妊娠并发症者。

1.2　血清 MCSF、TIMP-2 水平检测　收集妊娠期高血压疾病患者因疾病入院检查时(孕 26～28 周)及对照组正常产检(孕 26～28 周)时的空腹静脉血，以 1 371×g 的离心力离心 15 min，离心半径为 14 cm，离心后提取上层血清－80 ℃保存待测。采用美国宝特伯腾 Cytation5 酶标仪以酶联免疫吸附试验(ELISA)检测血清 MCSF、TIMP-2 水平，检测试剂盒分别购自江苏科晶生物科技有限公司(货号 KJ-0078)、上海信裕生物科技有限公司(货号 IRKTAH5259)。

1.3　病情严重程度和妊娠结局评估　将诊治指南[7]作为依据评估妊娠期高血压疾病患者的疾病严重程度。将病例组进一步分为妊娠期高血压组、轻度子痫前期组、重度子痫前期组。观察患者不良妊娠结局发生情况，包括早产、胎盘早剥、产后出血、羊水过少、低出生体质量儿、新生儿窒息、新生儿死亡。根据是否出现不良妊娠结局将疾病组分为良好结局组和不良结局组。

1.4　统计学处理　采用 SPSS25.0 统计软件进行统计处理和分析。呈正态分布且方差齐性的计量资料以 $\bar{x}\pm s$ 表示，多组间比较采用方差分析，组间两两比较采用 SNK-q 检验，2 组间比较采用独立样本 t 检

验；计数资料以例数或百分率表示，组间比较采用 χ^2 检验；采用多因素 Logistic 回归分析妊娠期高血压疾病患者妊娠结局的影响因素；绘制受试者工作特征（ROC）曲线分析指标的预测价值，曲线下面积（AUC）的比较采用 DeLong 检验。以 $P<0.05$ 为差异有统计学意义。

2　结　　果

2.1　对照组和病例组血清 MCSF、TIMP-2 水平比较　与对照组比较，病例组血清 MCSF、TIMP-2 水平升高（$P<0.05$）。见表 1。

表 1　对照组和病例组血清 MCSF、TIMP-2 水平比较（$\bar{x}\pm s$）

组别	n	MCSF（pg/mL）	TIMP-2（ng/mL）
对照组	150	292.47±75.26	22.17±5.08
病例组	150	748.72±195.61	40.86±9.91
t		−26.661	−20.555
P		<0.001	<0.001

2.2　不同严重程度妊娠期高血压疾病患者血清 MCSF、TIMP-2 水平比较　根据疾病严重程度分为妊娠高血压组 50 例、轻度子痫前期组 59 例、重度子痫前期 41 例，与妊娠期高血压组和轻度子痫前期组比较，重度子痫前期组血清 MCSF、TIMP-2 水平升高（$P<0.05$）。见表 2。

2.3　不同妊娠结局妊娠期高血压疾病患者血清 MCSF、TIMP-2 水平比较　根据妊娠结局分为良好结局组 99 例和不良结局组 51 例。与良好结局组比较，不良结局组血清 MCSF、TIMP-2 水平升高（$P<0.05$）。见表 3。

2.4　不同妊娠结局妊娠期高血压疾病患者基线资料比较　2 组孕前 BMI、高血压家族史、初产妇占比、文化程度、分娩孕周比较，差异均无统计学意义（$P>0.05$）。与良好结局组比较，不良结局组年龄较大，重度子痫前期比例较高，孕早期规律补充叶酸比例较低，差异均有统计学意义（$P<0.05$）。见表 4。

表 2　不同严重程度妊娠期高血压疾病患者血清 MCSF、TIMP-2 水平比较（$\bar{x}\pm s$）

组别	n	MCSF（pg/mL）	TIMP-2（ng/mL）
妊娠期高血压组	50	667.45±172.38	35.32±8.81
轻度子痫前期组	59	740.91±189.54[a]	40.92±10.12[a]
重度子痫前期组	41	859.07±202.90[ab]	47.53±11.96[ab]
F		11.806	15.964
P		<0.001	<0.001

注：与妊娠期高血压组比较，[a]$P<0.05$；与轻度子痫前期组比较，[b]$P<0.05$。

表 3　不同妊娠结局妊娠期高血压疾病患者血清 MCSF、TIMP-2 水平比较（$\bar{x}\pm s$）

组别	n	MCSF（pg/mL）	TIMP-2（ng/mL）
良好结局组	99	650.33±175.62	36.02±9.20
不良结局组	51	939.71±220.37	50.26±11.21
t		−8.748	−8.324
P		<0.001	<0.001

2.5　多因素 Logistic 回归分析妊娠期高血压疾病患者妊娠结局的影响因素　纳入 MCSF（连续变量，原值输入）、TIMP-2（连续变量，原值输入）、年龄（连续变量，原值输入）、疾病严重程度（妊娠期高血压＝0，轻度子痫前期/重度子痫前期＝1）、孕早期规律补充叶酸（是＝0，否＝1）为自变量，妊娠结局（良好结局＝0，不良结局＝1）为因变量，多因素 Logistic 回归分析结果显示，MCSF、TIMP-2 是妊娠期高血压疾病患者不良妊娠结局的影响因素（$P<0.05$）。见表 5。

表 4　不同妊娠结局妊娠期高血压疾病患者基线资料比较[$\bar{x}\pm s$ 或 n（%）]

组别	n	年龄（岁）	孕前 BMI（kg/m²）	疾病严重程度		
				妊娠期高血压	轻度子痫前期	重度子痫前期
良好结局组	99	28.48±5.15	22.95±2.74	42(42.42)	48(48.48)	9(9.10)
不良结局组	51	32.39±5.07	22.87±2.53	8(15.69)	11(21.57)	32(62.74)
t/χ^2		−4.428	0.174		48.870	
P		<0.001	0.862		<0.001	

组别	n	高血压家族史	初产妇	文化程度高中及以上	分娩孕周（周）	孕早期规律补充叶酸
良好结局组	99	10(10.10)	57(57.58)	62(62.63)	38.25±1.52	80(80.81)
不良结局组	51	10(19.61)	26(50.98)	33(64.71)	37.90±1.38	30(58.82)
t/χ^2		2.633	0.592	0.063	1.338	8.319
P		0.105	0.441	0.802	0.183	0.004

表 5　多因素 Logistic 回归分析妊娠期高血压疾病患者妊娠结局的影响因素

影响因素	β	SE	$Wald\chi^2$	OR(95%CI)	P
MCSF	0.940	0.304	9.553	2.559(1.410～4.643)	0.002
TIMP-2	1.094	0.332	10.857	2.986(1.558～5.724)	0.001
年龄	0.127	0.122	1.077	1.135(0.894～1.442)	0.299
疾病严重程度	0.072	0.110	0.432	1.075(0.867～1.334)	0.511
孕早期规律补充叶酸	0.031	0.081	0.151	1.032(0.881～1.210)	0.697

2.6　血清 MCSF、TIMP-2 对不良妊娠结局的预测价值　以妊娠结局为状态变量，血清 MCSF、TIMP-2 水平及其联合预测概率为检验变量，绘制 ROC 曲线，分析血清 MCSF、TIMP-2 对不良妊娠结局的预测价值。联合预测方程 $Y = -12.735 + 0.940X_{MCSF} + 1.094X_{TIMP\text{-}2}$。结果显示，二者单独及联合预测的 AUC 分别为 0.828、0.847、0.942，其中联合预测的 AUC 大于单独预测的 AUC（$Z = 2.518$、2.268，均 $P < 0.05$）。见表 6、图 1。

表 6　血清 MCSF、TIMP-2 预测不良妊娠结局的效能分析

项目	最佳截断值	灵敏度(%)	特异度(%)	约登指数	AUC	AUC 的 95%CI	P
MCSF	782.98 pg/mL	76.55	81.83	0.584	0.828	0.752～0.904	<0.001
TIMP-2	40.08 ng/mL	84.36	76.81	0.612	0.847	0.779～0.914	<0.001
2 项联合	—	86.32	91.92	0.782	0.942	0.897～0.988	<0.001

注：—表示无数据。

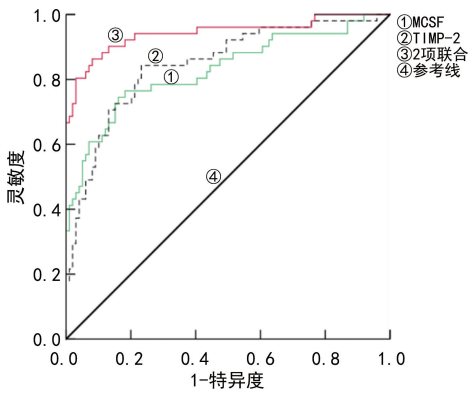

图 1　血清 MCSF、TIMP-2 预测不良妊娠结局的 ROC 曲线

3　讨　论

妊娠期高血压疾病的发病机制和病因尚未完全阐明，一般认为与胎盘、胎儿等因素有关，其主要临床表现为水肿、蛋白尿和高血压，但轻度患者临床表现不典型[8]。重度妊娠期高血压疾病患者可能会出现抽搐、器官衰竭、昏迷等，甚至会导致胎盘早剥、新生儿窒息等并发症或新生儿死亡[9-10]。因此，寻找早期预测疾病发生、发展和预后的有效指标越来越受到重视。

MCSF 是调节造血细胞系细胞生长、增殖和分化的主要生长因子，包括单核细胞、幼单核细胞、巨噬细胞和破骨细胞，可由成纤维细胞、骨化细胞、基质细胞、内皮细胞和肿瘤细胞等分泌[11]。本研究结果发现，妊娠期高血压、轻度子痫前期、重度子痫前期患者血清 MCSF 水平依次升高，且不良妊娠结局患者 MCSF 水平高于良好结局患者。这提示 MCSF 水平升高可能促进妊娠期高血压疾病进展。既往研究发现，MCSF 作为一种炎症介质可促进多种炎症细胞因子的合成和释放[12]。ZHOU 等[13]研究结果提示，MCSF 水平升高对母婴健康构成重大风险，其通过促进炎症和内皮损伤参与妊娠期高血压疾病的发生。MCSF 参与病情变化的机制可能与炎症和内皮损伤有关，MCSF 通过刺激多种炎症细胞因子释放，造成局部血管内皮功能和结构损伤，血管通透性增加，可能会引发小血管痉挛，推动疾病进展和不良妊娠结局发生。值得注意的是，既往研究表明 MCSF 水平升高与子痫前期疾病进展呈明显的相关性[14]。但目前 MCSF 对妊娠期高血压疾病预后预测的相关研究较少，本研究进一步揭示了 MCSF 对预后的预测价值：采用 ROC 曲线分析了 MCSF 对不良妊娠结局的预测效能，结果显示 AUC 为 0.828，截断值为 782.98 pg/mL，特异度为 81.83%。这提示血清 MCSF 对妊娠期高血压疾病患者不良妊娠结局有较高的预测价值。

胎盘被认为是母胎之间营养传递、免疫耐受和妊娠适应的核心，胎盘的功能单位包括基质核心、绒毛细胞滋养层等[15]。既往研究显示，滋养细胞的正常侵袭对胚胎着床和胎盘发育至关重要，有助于建立正确的母胎关系[16]。本研究结果显示，TIMP-2 水平随着妊娠期高血压疾病患者病情加重而依次升高，且不良

妊娠结局患者血清 TIMP-2 水平高于良好结局患者。这表明 TIMP-2 水平升高可能促进妊娠期高血压疾病进展。LIANG 等[17]和 ZHANG 等[18]的研究均发现，TIMP-2 对滋养细胞迁移和侵袭有重要抑制作用，不利于胚胎着床。基于既往研究，推测本研究中 TIMP-2 参与病情进展的可能机制：TIMP-2 水平升高可能抑制滋养细胞的活性和侵袭，影响胎盘发育，母胎关系异常使得营养物质流失，进而增加不良妊娠结局的发生风险。本研究中 ROC 曲线分析结果验证了 TIMP-2 对不良妊娠结局的预测价值，其预测灵敏度较高，为 84.36%，AUC 为 0.847。当血清 TIMP-2 水平为 40.08 ng/mL 时，临床应警惕不良妊娠结局的发生，早期采取预防性措施。此外，本研究将 MCSF、TIMP-2 进行联合，发现联合检测的预测价值更高，AUC 为 0.942，特异度为 91.92%。相较于单独预测，将 MCSF、TIMP-2 二者联合是将炎症、内皮损伤、滋养细胞功能进行综合评估，为临床早期发现和干预妊娠期高血压疾病，降低不良妊娠结局发生风险提供参考。

其次，本研究比较了不同预后妊娠期高血压疾病患者的临床基线特征，发现不良结局组患者年龄较大，重度子痫前期比例较高，孕早期规律补充叶酸比例较低。既往研究发现，妊娠期高血压疾病患者中重度子痫前期比例、年龄与不良妊娠结局呈正相关，可作为患者预后的重要影响因素[19-20]。本研究结果与上述研究基本一致，也可为妊娠期高血压疾病预后提供参考。为了准确评估妊娠期高血压疾病预后的影响因素，本研究进一步采用多因素 Logistic 回归进行分析，结果发现，MCSF、TIMP-2 为不良妊娠结局的影响因素。与其他影响因素相比，MCSF、TIMP-2 为客观、定量检测指标，通过本研究 ROC 曲线分析得出的截断值，可对妊娠结局进行辅助评估，今后在临床中的应用价值相对更高。

综上所述，本研究检测了妊娠期高血压疾病患者血清 MCSF、TIMP-2 水平，并分析了二者在预后评估中的作用，发现二者联合检测可能为不良妊娠结局的早期预测提供新的切入点。但本研究作为回顾性分析，标本采集时间与指标检测时间不一致，时间跨度较大，可能对 MCSF、TIMP-2 水平的测定产生一定影响，今后将采用前瞻性研究进行验证。此外，受限于条件，本研究暂时无法获得足够样本量的数据集验证 ROC 曲线结果，需要扩大样本以增加研究结果的可信度。

参考文献

[1] CÍFKOVÁ R. Hypertension in pregnancy：a diagnostic and therapeutic overview[J]. High Blood Press Cardiovasc Prev，2023，30(4)：289-303.

[2] NEWMAN C，PETRUZZI V，RAMIREZ P T，et al. Hypertensive disorders of pregnancy[J]. Methodist Debakey Cardiovasc J，2024，20(2)：4-12.

[3] 陈芳，肖海望，黄余良，等. 干扰素 γ 诱导蛋白 10 和巨噬细胞集落刺激因子在子痫前期患者血清中的表达及其意义[J]. 中国妇产科临床杂志，2021，22(1)：66-67.

[4] LIN Y，WANG G，LI Y，et al. Circulating inflammatory cytokines and female reproductive diseases：a mendelian randomization analysis[J]. J Clin Endocrinol Metab，2023，108(12)：3154-3164.

[5] 鲜舒，王艳清，程艳香. YY1 通过转化生长因子 β1 信号轴在滋养细胞功能调控中的探索[J]. 国际妇产科学杂志，2020，47(1)：68-72.

[6] 孔琼，牛瑶，桑国耀. 血清 TIMP-2、PLGF 与高龄子痫前期患者胎儿生长受限的关系[J]. 中国性科学，2023，32(8)：32-35.

[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(2020)[J]. 中华妇产科杂志，2020，55(4)：227-238.

[8] FARAHI N，OLUYADI F，DOTSON A B. Hypertensive disorders of pregnancy[J]. Am Fam Physician，2024，109(3)：251-260.

[9] BROMFIELD S G，MA Q L，DEVRIES A，et al. The association between hypertensive disorders during pregnancy and maternal and neonatal outcomes：a retrospective claims analysis[J]. BMC Pregnancy Childbirth，2023，23(1)：514.

[10] OU M H，ZHANG F T，CUI S C，et al. Oral nifedipine May be a preferential option for treating acute severe hypertension during pregnancy：a meta-analysis[J]. Hypertens Pregnancy，2023，42(1)：2209637.

[11] SEHGAL A，IRVINE K M，HUME D A. Functions of macrophage colony-stimulating factor (CSF1) in development，homeostasis，and tissue repair[J]. Semin Immunol，2021，54：101509.

[12] SINHA S K，MIIKEDA A，FOULADIAN Z，et al. Local M-CSF (macrophage colony-stimulating factor) expression regulates macrophage proliferation and apoptosis in atherosclerosis[J]. Arterioscler Thromb Vasc Biol，2021，41(1)：220-233.

[13] ZHOU L L，LIU J B，ZHOU M，et al. Serum macrophage Colony-Stimulating factor relates to the severity and the pregnancy outcomes in hypertensive disorders complicating pregnancy[J]. Med Princ Pract，2024，33(5)：462-470.

[14] 张译心，仲晓荣，郭金莲，等. 不同程度子痫前期患者血清 MCSF、FGF21、Omentin 表达及与血脂代谢关系[J]. 中国计划生育学杂志，2023，31(10)：2417-2420.

（下转第 1468 页）

· 产科疾病的实验室检测专题 ·　　DOI: 10.3969/j.issn.1672-9455.2025.11.005

基于血清 SAA、PCT、β-hCG 构建孕晚期 B 族链球菌感染不良妊娠结局的风险预测模型*

赵向阳，魏亚楠，田　轶△

陕西省汉中市人民医院妇产科，陕西汉中 723000

摘　要：目的　基于血清淀粉样蛋白 A(SAA)、降钙素原(PCT)、β-人绒毛膜促性腺激素(β-hCG)构建孕晚期 B 族链球菌(GBS)感染孕妇发生不良妊娠结局(APO)的风险预测模型。**方法**　选取 2021 年 10 月至 2024 年 1 月该院收治的孕晚期 GBS 感染孕妇 243 例，根据妊娠结局分为 APO 组和无 APO 组，收集孕晚期 GBS 感染孕妇临床资料，并采用酶联免疫吸附试验检测血清 SAA、PCT、β-hCG 水平。采用多因素非条件 Logistic 回归分析孕晚期 GBS 感染孕妇 APO 的影响因素；采用 R 软件建立孕晚期 GBS 感染孕妇发生 APO 的风险预测模型，通过一致性指数评估模型的区分能力，校准曲线评估模型的准确性，决策曲线评估模型的临床效益，霍斯默-莱梅肖检验评估模型的拟合优度；采用受试者工作特征(ROC)曲线分析模型的预测效能。**结果**　243 例孕晚期 GBS 感染孕妇 APO 发生率为 37.45%(91/243)。2 组孕妇年龄、妊娠期糖尿病比例、妊娠期高血压疾病比例、血红蛋白、清蛋白、SAA、PCT、β-hCG 比较，差异均有统计学意义($P<0.05$)。多因素非条件 Logistic 回归分析显示，妊娠期糖尿病、妊娠期高血压疾病，以及 SAA、PCT、β-hCG 是孕晚期 GBS 感染孕妇发生 APO 的影响因素($P<0.05$)。根据以上危险因素构建基于血清 SAA、PCT、β-hCG 的孕晚期 GBS 感染孕妇发生 APO 的风险预测模型 $\mathrm{Logit}(P)=-13.673+1.769X_{妊娠期糖尿病}+1.299X_{妊娠期高血压疾病}+0.049X_{SAA}+0.605X_{PCT}+0.001X_{\beta\text{-}hCG}$。经内部验证，该风险预测模型的一致性指数为 0.913(95%CI：0.909～0.918)，校准曲线与理想曲线贴合度良好，决策曲线高于 2 条极端曲线，霍斯默-莱梅肖检验提示拟合优度较好($P>0.05$)。ROC 曲线分析结果显示，基于血清 SAA、PCT、β-hCG 的风险预测模型预测孕晚期 GBS 感染孕妇发生 APO 的曲线下面积为 0.913，灵敏度和特异度分别为 82.42%、87.50%。**结论**　基于血清 SAA、PCT、β-hCG 构建孕晚期 GBS 感染孕妇发生 APO 的风险预测模型能较为准确地进行预测。

关键词：B 族链球菌感染；　淀粉样蛋白 A；　降钙素原；　β-人绒毛膜促性腺激素；　不良妊娠结局；　风险预测模型

中图法分类号：R711；R446.1　　**文献标志码：**A　　**文章编号：**1672-9455(2025)11-1462-07

Development of a risk prediction model for adverse pregnancy outcomes associated with late-pregnancy group B Streptococcus infection based on serum SAA, PCT and β-hCG levels*

ZHAO Xiangyang, WEI Yannan, TIAN Yi△

Department of Obstetrics and Gynecology, Hanzhong People's Hospital, Hanzhong, Shaanxi 723000, *China*

Abstract: Objective　To develop a risk prediction model for adverse pregnancy outcomes (APO) in patients with late-pregnancy group B Streptococcus (GBS) infection based on serum amyloid A (SAA), procalcitonin (PCT) and β-human chorionic gonadotropin (β-hCG) levels. **Methods**　A total of 243 pregnant women with late-pregnancy GBS infection admitted from October 2021 to January 2024 were enrolled and stratified into the APO group and non-APO group based on delivery results. Clinical data and serum levels of SAA, PCT and β-hCG (measured by ELISA) were analyzed. Multivariate unconditional Logistic regression was used to identify the influencing factors of APO. A risk prediction model for APO in late-pregnancy women with GBS infection was developed using R software. The model's discriminatory ability was assessed using the concordance index (C-index), calibration curve was used to evaluate its accuracy, and decision curve analysis (DCA) was applied to assess its clinical utility. The Hosmer-Lemeshow test was used to evaluate the model's goodness of fit. Additionally, the predictive performance of the model was analyzed using the receiver operating

* **基金项目：**陕西省科技计划项目(2020JM1062)。

作者简介：赵向阳，男，主治医师，主要从事妇科肿瘤相关研究。　△ **通信作者**，E-mail：Ty13892684938@163.com。