

• 论 著 • DOI:10.3969/j.issn.1672-9455.2025.19.012

血清 HMGB1、IL-37 对妊娠期高血压疾病孕妇发生
胎儿宫内缺氧的预测价值*冉莉梅¹, 万邵恒², 曾愚雅³

1. 四川省达州市妇女儿童医院妇产科, 四川达州 635000; 2. 四川省达州市中心医院检验科, 四川达州 635099; 3. 四川省达州市达川区人民医院妇产科, 四川达州 635711

摘要:目的 探讨血清高迁移率族蛋白 B1 (HMGB1)、白细胞介素-37 (IL-37) 对妊娠期高血压疾病 (HDP) 孕妇发生胎儿宫内缺氧的预测价值。方法 选取 2022 年 1 月至 2024 年 1 月四川省达州市妇女儿童医院收治的 100 例 HDP 孕妇作为研究组, 根据胎儿宫内缺氧发生情况将 HDP 孕妇分为正常组和宫内缺氧组。另选取同期在四川省达州市妇女儿童医院产前检查正常且无合并症的 100 例健康孕妇作为对照组。采用酶联免疫吸附试验检测所有研究对象血清 HMGB1、IL-37 水平。采用多因素 Logistic 回归分析 HDP 孕妇发生胎儿宫内缺氧的影响因素。采用受试者工作特征 (ROC) 曲线分析血清 HMGB1、IL-37 对 HDP 孕妇发生胎儿宫内缺氧的预测价值。结果 研究组血清 HMGB1 水平明显高于对照组, 血清 IL-37 水平明显低于对照组, 差异均有统计学意义 ($P < 0.05$)。宫内缺氧组血清 HMGB1、纤维蛋白原 (FIB) 水平均明显高于正常组, 血清 IL-37 水平明显低于正常组, 差异均有统计学意义 ($P < 0.05$)。多因素 Logistic 回归分析结果显示, 血清 HMGB1、FIB 水平升高均为 HDP 孕妇发生胎儿宫内缺氧的危险因素 ($P < 0.05$), 血清 IL-37 水平升高为 HDP 孕妇发生胎儿宫内缺氧的保护因素 ($P < 0.05$)。ROC 曲线分析结果显示, 血清 HMGB1、IL-37 二者联合预测 HDP 孕妇发生胎儿宫内缺氧的曲线下面积 (AUC) 为 0.932, 大于二者单独预测的 AUC (0.853、0.838), 差异均有统计学意义 ($Z = 2.068, 2.545, P = 0.039, 0.011$)。结论 发生胎儿宫内缺氧的 HDP 孕妇血清 HMGB1 水平升高, 血清 IL-37 水平降低, 二者均是 HDP 孕妇发生胎儿宫内缺氧的影响因素, 且二者联合预测 HDP 孕妇发生胎儿宫内缺氧的价值更高。

关键词: 妊娠期高血压疾病; 胎儿宫内缺氧; 高迁移率族蛋白 B1; 白细胞介素-37; 纤维蛋白原
中图法分类号: R714.256; R446.1 **文献标志码:** A **文章编号:** 1672-9455(2025)19-2655-05

Predictive value of serum HMGB1 and IL-37 for fetal intrauterine hypoxia in
pregnant women with hypertensive disorders complicating pregnancy*RAN Limei¹, WAN Shaoheng², ZENG Yuya³

1. Department of Obstetrics and Gynecology, Dazhou Women and Children's Hospital, Dazhou, Sichuan 635000, China; 2. Department of Clinical Laboratory, Dazhou Central Hospital, Dazhou, Sichuan 635099, China; 3. Department of Obstetrics and Gynecology, Dachuan District People's Hospital, Dazhou, Sichuan 635711, China

Abstract: Objective To investigate the predictive value of serum high mobility group protein B1 (HMGB1) and interleukin-37 (IL-37) for fetal intrauterine hypoxia in pregnant women with hypertensive disorder complicating pregnancy (HDP). **Methods** A total of 100 pregnant women with HDP admitted to Dazhou Women and Children's Hospital, Sichuan from January 2022 to January 2024 were selected as the study group. According to the occurrence of fetal intrauterine hypoxia, pregnant women with HDP were divided into normal group and intrauterine hypoxia group. Another 100 healthy pregnant women in the Dazhou Women and Children's Hospital, Sichuan with normal prenatal examination and no complications were selected as the control group. The serum levels of HMGB1 and IL-37 in all subjects were detected by enzyme-linked immunosorbent assay. Multivariate Logistic regression was used to analyze the influencing factors of fetal intrauterine hypoxia in pregnant women with HDP. Receiver operating characteristic (ROC) curve was used to analyze the predictive value of serum HMGB1 and IL-37 for fetal intrauterine hypoxia in pregnant women with

* 基金项目: 四川省卫生健康委员会科研课题 (19PJ022)。

作者简介: 冉莉梅, 女, 主治医师, 主要从事妇产科相关疾病方面的研究。

引用格式: 冉莉梅, 万邵恒, 曾愚雅. 血清 HMGB1、IL-37 对妊娠期高血压疾病孕妇发生胎儿宫内缺氧的预测价值[J]. 检验医学与临床, 2025, 22(19): 2655-2659.

HDP. Results The serum level of HMGB1 in the study group was significantly higher than that in the control group, and the serum level of IL-37 was significantly lower than that in the control group, and the differences were statistically significant ($P<0.05$). The serum levels of HMGB1 and fibrinogen (FIB) in the intrauterine hypoxia group were significantly higher than those in the normal group, and the serum level of IL-37 was significantly lower than that in the normal group ($P<0.05$). Multivariate Logistic regression analysis showed that the increase of serum HMGB1 and FIB levels were risk factors for fetal intrauterine hypoxia in pregnant women with HDP ($P<0.05$), and the increase of serum IL-37 level was a protective factor for fetal intrauterine hypoxia in pregnant women with HDP ($P<0.05$). The results of ROC curve analysis showed that the area under the curve (AUC) of serum HMGB1 and IL-37 combined to predict fetal intrauterine hypoxia in pregnant women with HDP was 0.932, which was greater than the AUC of serum HMGB1 and IL-37 alone (0.853, 0.838), and the differences were statistically significant ($Z=2.068, 2.545, P=0.039, 0.011$). **Conclusion** The serum level of HMGB1 is increased and the serum level of IL-37 is decreased in HDP pregnant women with fetal intrauterine hypoxia. Both of them are the influencing factors of fetal intrauterine hypoxia in pregnant women with HDP, and the combination of the two has a higher value in predicting fetal intrauterine hypoxia in pregnant women with HDP.

Key words: hypertensive disorders of pregnancy; fetal intrauterine hypoxia; high mobility group box 1 protein; interleukin-37; fibrinogen

妊娠期高血压疾病(HDP)是妊娠期间常见的并发症之一, 在我国发病率为 5%~10%, 其分娩结局与炎症相关指标具有一定联系^[1-2]。HDP 不仅侵害孕妇的血管内皮完整性, 还进一步削弱了胎盘的血液灌注与氧合能力, 减少血氧的有效交换, 严重威胁孕妇的生命健康, 对于宫内胎儿来说, 则面临缺血缺氧状况, 严重阻碍其正常发育, 极端情况下可能会导致胎盘血管受阻、血流动力减弱, 从而诱发胎儿窘迫、早产甚至宫内死亡等一系列妊娠结局不良^[3-4]。目前, 临床主要依靠超声技术监测宫内血流参数及动力学特征来诊断胎儿宫内缺氧情况, 但该方法不仅高度依赖于医生的实践经验与对复杂参数的精准解读能力, 而且胎儿宫内缺氧的判定阈值难以明确界定, 导致其预测效能及诊断准确性较低, 缺乏有效的早期诊断标准^[5]。因此, 探寻能够早期预测 HDP 孕妇发生胎儿宫内缺氧情况的生物标志物至关重要。高迁移率族蛋白 B1(HMGB1)作为一种内源性炎症调节因子, 普遍分布于真核细胞内, 广泛参与细胞凋亡调控、组织损伤及炎症反应等多个生理病理过程, 在妊娠期多种疾病的发生和发展过程中发挥关键作用。有研究证实, HMGB1 可作为评估 HDP 的生物标志物^[6]。白细胞介素(IL)-37 是最近新发现的 IL 家族成员, 具有明显的抗炎能力, 能够抑制炎症细胞表达, 在炎症反应调控中发挥重要作用, 推测 IL-37 水平在 HDP 孕妇发生胎儿宫内缺氧情况中发挥一定作用^[7]。目前, 关于血清 HMGB1、IL-37 在 HDP 中的作用机制及对 HDP 孕妇发生胎儿宫内缺氧的预测价值尚不清晰。因此, 本研究通过分析 HDP 孕妇血清中 HMGB1、IL-37 水平, 旨在探讨血清 HMGB1、IL-37 对 HDP 孕妇发生胎儿宫内缺氧的预测价值, 为临床实践中对胎

儿宫内缺氧的早期诊断、及时制订有效防治策略提供参考依据。

1 资料与方法

1.1 一般资料 选取 2022 年 1 月至 2024 年 1 月四川省达州市妇女儿童医院收治的 100 例 HDP 孕妇作为研究组。研究组年龄 22~38 岁, 平均(28.72±4.47)岁; 体质指数(BMI) 27~32 kg/m², 平均(29.49±2.25)kg/m²; 孕周 32~38 周, 平均(35.38±2.35)周。纳入标准: (1) HDP 符合《妊娠期高血压疾病诊治指南(2020)》^[8]中的诊断标准, 妊娠 20 周后首次出现血压升高, ≥2 次且间隔>4 h 收缩压≥140 mmHg 或舒张压≥90 mmHg, 同时尿蛋白为阴性; (2) 妊娠期无胎盘早破、胎盘早剥等并发症; (3) 宫内胎儿发育正常; (4) 单胎妊娠, 临床资料记录完整无误。排除标准: (1) 妊娠前患有高血压者; (2) 伴糖尿病、甲状腺疾病、内分泌系统疾病者; (3) 存在自身免疫系统受损者; (4) 存在精神性疾病或智力低下者; (5) 超声检查显示胎儿存在结构异常者。另选取同期在四川省达州市妇女儿童医院产前检查正常且无并发症的 100 例健康孕妇作为对照组。对照组年龄 22~38 岁, 平均(28.84±4.51)岁; BMI 26~32 kg/m², 平均 BMI(29.32±2.36)kg/m²; 孕周 32~38 周, 平均(35.78±2.21)周。研究组和对照组年龄、BMI、孕周比较, 差异均无统计学意义($P>0.05$), 具有可比性。所有研究对象及其家属均知情同意并已自愿签署知情同意书。本研究已通过四川省达州市妇女儿童医院医学伦理委员会的全面审查和正式批准(LL2022-012)。

1.2 方法

1.2.1 标本采集 采集研究组入院第 2 天清晨、对

照组产前检查时空腹静脉血 3~5 mL,室温条件下静置直至血液凝固,4℃下以 3 000 r/min 离心 10 min 后用移液枪小心分离取上清液于 EP 管中,置于一 80℃冰箱保存待检。

1.2.2 血清 HMGB1、IL-37 水平检测 于一 80℃冰箱取出适量血清标本,放置室温进行解冻处理。之后遵循人 HMGB1 酶联免疫吸附试验(ELISA)试剂盒(上海碧云天生物技术股份有限公司,货号:PH406)、IL-37 ELISA 试剂盒(上海江莱生物科技有限公司,货号:JL19285)说明书准确配制一系列浓度梯度的标准品溶液,采用酶标仪(上海美谷分子仪器有限公司,型号:SpectraMax iD5)检测吸光度值,绘制回归曲线图,依此曲线计算血清 HMGB1、IL-37 水平。

1.2.3 胎儿宫内缺氧判定及分组 胎儿宫内缺氧参考《妇产科学》^[9]中的诊断标准:(1)以脐血血气分析 pH 值<7.15 视为异常;(2)胎儿出生 1 min 及 5 min 后 Apgar 评分≤7 分,仍未建立有效呼吸;(3)排除其他引起低 Apgar 评分的病因;(4)产前可能导致窒息的高危因素。符合上述任一或多项即可判定为胎儿宫内缺氧,纳入宫内缺氧组,其余纳入正常组。

1.2.4 基线资料收集 收集正常组和宫内缺氧组孕妇及新生儿基线资料,包括孕妇年龄、BMI、孕周、纤维蛋白原(FIB)水平、妊娠次数及新生儿体质量、胎龄等。

1.3 统计学处理 采用 SPSS27.0 统计软件进行数据分析处理。符合正态分布的计量资料以 $\bar{x} \pm s$ 表

示,2 组间比较采用独立样本 *t* 检验。采用多因素 Logistic 回归分析 HDP 孕妇发生胎儿宫内缺氧的影响因素。采用受试者工作特征(ROC)曲线分析血清 HMGB1、IL-37 对 HDP 孕妇发生胎儿宫内缺氧的预测价值。以 *P*<0.05 为差异有统计学意义。

2 结 果

2.1 研究组和对照组血清 HMGB1、IL-37 水平比较 研究组血清 HMGB1 水平明显高于对照组,血清 IL-37 水平明显低于对照组,差异均有统计学意义(*P*<0.05)。见表 1。

表 1 研究组和对照组血清 HMGB1、IL-37 水平比较($\bar{x} \pm s$)			
组别	<i>n</i>	HMGB1(ng/mL)	IL-37(pg/mL)
研究组	100	6.83±1.13	33.58±4.49
对照组	100	3.56±0.76	44.11±5.43
<i>t</i>		24.012	-14.945
<i>P</i>		<0.001	<0.001

2.2 正常组和宫内缺氧组孕妇及新生儿基线资料比较 正常组 68 例,宫内缺氧组 32 例。宫内缺氧组孕妇 FIB 水平高于正常组,差异有统计学意义(*P*<0.05);正常组和宫内缺氧组孕妇年龄、BMI、孕周、妊娠次数及新生儿体质量、胎龄比较,差异均无统计学意义(*P*>0.05)。见表 2。

表 2 正常组和宫内缺氧组孕妇及新生儿基线资料比较($\bar{x} \pm s$)								
组别	<i>n</i>	年龄(岁)	BMI (kg/m ²)	孕周(周)	妊娠次数 (次)	FIB(g/L)	新生儿体质量 (kg)	胎龄(周)
正常组	68	28.39±4.41	29.35±2.23	35.65±2.36	1.42±0.25	4.25±0.68	3.43±0.51	38.79±2.16
宫内缺氧组	32	29.42±4.69	29.79±2.30	34.81±2.25	1.49±0.29	4.74±0.76	3.25±0.46	38.05±2.34
<i>t</i>		-1.068	-0.891	1.685	-1.240	-3.236	1.697	1.556
<i>P</i>		0.288	0.375	0.095	0.218	0.002	0.093	0.123

2.3 宫内缺氧组和正常组血清 HMGB1、IL-37 水平比较 宫内缺氧组血清 HMGB1 水平明显高于正常组,血清 IL-37 水平明显低于正常组,差异均有统计学意义(*P*<0.05)。见表 3。

表 3 宫内缺氧组和正常组血清 HMGB1、IL-37 水平比较($\bar{x} \pm s$)			
组别	<i>n</i>	HMGB1(ng/mL)	IL-37(pg/mL)
正常组	68	6.15±1.02	35.56±4.67
宫内缺氧组	32	8.27±1.35	29.38±4.11
<i>t</i>		-8.714	6.406
<i>P</i>		<0.001	<0.001

2.4 多因素 Logistic 回归分析 HDP 孕妇发生胎儿

宫内缺氧的影响因素 以 HDP 孕妇是否发生胎儿宫内缺氧(是=1,否=0)作为因变量,以血清 HMGB1、IL-37、FIB 作为自变量(均原值输入)进行多因素 Logistic 回归分析。结果显示,血清 HMGB1、FIB 水平升高均为 HDP 孕妇发生胎儿宫内缺氧的危险因素(*P*<0.05),血清 IL-37 水平升高为 HDP 孕妇发生胎儿宫内缺氧的保护因素(*P*<0.05)。见表 4。

表 4 多因素 Logistic 回归分析 HDP 孕妇发生胎儿宫内缺氧的影响因素					
因素	β	<i>SE</i>	Wald χ^2	OR(95%CI)	<i>P</i>
HMGB1	0.674	0.218	9.558	1.962(1.371~3.485)	0.002
IL-37	-0.241	0.069	12.179	0.786(0.687~0.890)	<0.001
FIB	0.907	0.268	11.445	2.476(1.464~4.187)	0.001

2.5 血清 HMGB1、IL-37 对 HDP 孕妇发生胎儿宫内缺氧的预测价值 以 HDP 孕妇是否发生胎儿宫内缺氧(是=1,否=0)作为状态变量,以血清 HMGB1、IL-37 作为检验变量进行 ROC 曲线分析。结果显示,

血清 HMGB1、IL-37 二者联合预测 HDP 孕妇发生胎儿宫内缺氧的 AUC 为 0.932,大于二者单独预测的 AUC(0.853、0.838),差异均有统计学意义($Z=2.068$ 、 2.545 , $P=0.039$ 、 0.011)。见表 5、图 1。

表 5 血清 HMGB1、IL-37 对 HDP 孕妇发生胎儿宫内缺氧的预测价值

指标	最佳截断值	AUC(95%CI)	灵敏度(%)	特异度(%)	约登指数	P
HMGB1	7.18 ng/mL	0.853(0.768~0.916)	84.37	80.88	0.653	<0.05
IL-37	31.87 pg/mL	0.838(0.751~0.904)	87.50	75.00	0.625	<0.05
二者联合	—	0.932(0.864~0.973)	84.37	91.18	0.756	<0.05

注:—表示无数据。

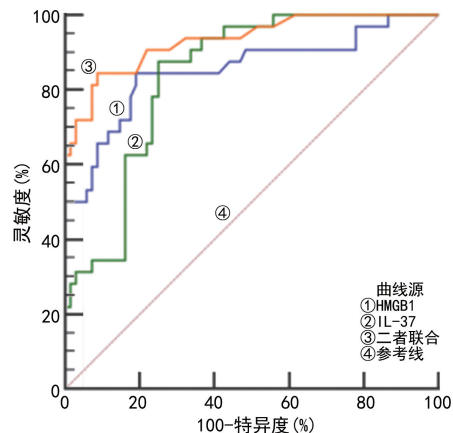


图 1 血清 HMGB1、IL-37 预测 HDP 孕妇发生胎儿宫内缺氧的 ROC 曲线

3 讨 论

HDP 的核心病理特征体现在孕妇体内微循环系统紊乱,触发了全身性小动脉的痉挛反应,明显降低了各脏器的血液灌注量,并伴随着血管壁通透性异常增高^[10-11]。这一系列变化干扰了胎盘的正常血液循环,胎儿血液供给不足,使胎儿处于缺血缺氧环境中,进而诱发胎儿生长受限、宫内窒息等多种妊娠期并发症,其中胎儿宫内缺氧尤为普遍^[12-13]。当发生胎儿宫内缺氧时,其胎盘内出现血管阻力增加、血液供给不足等血流动力学异常,这一状况会波及心、脑及其他全身组织器官,使其血流也发生异常变化,严重阻碍胎儿神经系统的正常发育,可能导致神经系统受损,增加智力低下、脑瘫等风险,对新生儿的生活质量构成严重威胁,同时也给社会及家庭带来沉重的负担^[14]。因此,探索客观、高效的特异性指标,以早期预测 HDP 孕妇胎儿宫内缺氧发生情况,对改善母婴结局具有重要意义。

HMGB1 作为血管内皮细胞内一种关键的促炎性细胞因子,具有维持细胞代谢、稳固细胞核结构及介导炎症反应等多重功能^[15]。有研究表明, HMGB1 在胚胎发育过程中发挥重要的调控作用,孕妇体内和胎盘内 HMGB1 过表达与妊娠结局不良密切相关^[16]。有研究发现,在子痫前期和 HDP 孕妇中 HMGB1 水平

均明显升高,是妊娠结局不良的危险因素,且在预测妊娠结局不良方面具有一定潜在价值^[17-18],与本研究结果一致。本研究结果显示,研究组血清 HMGB1 水平明显高于对照组,宫内缺氧组血清 HMGB1 水平高于正常组,说明血清 HMGB1 可能参与 HDP 的发生和发展过程,且其水平变化与胎儿宫内缺氧密切相关。推测其原因可能是 HDP 诱发胎盘缺氧-再灌注损伤,刺激 HMGB1 大量释放,加剧炎症反应及血管内皮氧化应激损伤,从而导致胎儿宫内缺氧发生^[19]。本研究多因素 Logistic 回归分析结果显示,血清 HMGB1 水平升高是 HDP 孕妇发生胎儿宫内缺氧的危险因素,其预测 HDP 孕妇发生胎儿宫内缺氧的 AUC 为 0.853,进一步强调了 HMGB1 在早期预测 HDP 孕妇发生胎儿宫内缺氧方面的潜在价值。当血清 HMGB1>7.18 ng/mL 时,HDP 孕妇发生胎儿宫内缺氧的概率明显增加,提示监测血清 HMGB1 水平可作为早期预测 HDP 孕妇发生胎儿宫内缺氧的有效辅助手段,以便于临床早期干预。

IL-37 作为 IL 家族一种新的抗炎因子,主要在单核细胞中表达,通过抑制促炎性细胞因子及趋化因子释放,同时促进免疫抑制性因子产生,从而抑制炎症反应发展。有研究显示,IL-37 在多种妊娠期并发症的病理调控中发挥重要作用^[20-22]。闫肖肖等^[23]研究发现,血清 IL-37 水平在子痫前期孕妇中明显降低,本研究结果与之一致。本研究发现,研究组血清 IL-37 水平明显低于对照组,宫内缺氧组血清 IL-37 水平明显低于正常组,表明血清 IL-37 水平降低可能与 HDP 的炎症反应加剧相关,且可能导致胎儿宫内缺氧。分析其作用机制可能是胎盘缺血缺氧,破坏胎盘环境稳态,炎症反应加剧,从而导致血清 IL-37 水平降低^[24]。本研究多因素 Logistic 回归分析结果显示,血清 IL-37 水平升高是 HDP 孕妇发生胎儿宫内缺氧的保护因素,其预测 HDP 孕妇发生胎儿宫内缺氧的 AUC 为 0.838,说明血清 IL-37 对 HDP 孕妇发生胎儿宫内缺氧具有较高的预测价值。当血清 IL-37<31.87 pg/mL 时,应高度警惕 HDP 孕妇可能发生胎儿宫内

缺氧,临床应及时制订并实施有效的干预与诊疗方案,以改善母婴结局。

本研究进一步分析了血清 HMGB1、IL-37 联合对 HDP 孕妇发生胎儿宫内缺氧的预测价值,二者联合预测的 AUC 为 0.932,大于二者单独预测的 AUC,且二者联合预测 HDP 孕妇发生胎儿宫内缺氧的特异度高达 91.18%,提示血清 HMGB1、IL-37 有助于早期对胎儿宫内缺氧情况进行判断,且二者联合检测展现出更优越的预测价值,为临床早期预测 HDP 孕妇胎儿宫内缺氧情况及防治策略的制订提供重要参考依据。

综上所述,发生胎儿宫内缺氧的 HDP 孕妇血清 HMGB1 水平升高,血清 IL-37 水平降低,二者均是 HDP 孕妇发生胎儿宫内缺氧的影响因素,且二者联合检测在预测 HDP 孕妇发生胎儿宫内缺氧方面展现出更高的效能,有望成为早期预测 HDP 孕妇发生胎儿宫内缺氧的特异性指标。但本研究样本量较小,研究结果有局限性,且未阐明血清 HMGB1、IL-37 对 HDP 病情严重程度的影响及具体作用机制,后续有待扩大样本量进一步研究。

参考文献

- [1] SAMARA A A, LIAMPAS I, DADOULI K, et al. Pre-eclampsia, gestational hypertension and incident dementia: a systematic review and Meta-analysis of published evidence[J]. *Pregnancy Hypertens*, 2022, 30: 192-197.
- [2] 王惠琳, 彭志伟, 朱显琴. 妊娠期高血压疾病孕妇炎症相关指标对分娩结局的影响[J]. *检验医学与临床*, 2023, 20(19): 2893-2896.
- [3] 于洋, 赵晓爽, 鲍丽华. 超声联合血清 TXNIP 和 Sirt1 水平对妊娠期高血压孕妇胎儿宫内缺氧预测价值[J]. *中国妇幼健康研究*, 2024, 35(7): 85-90.
- [4] 杨丽佳, 高义军, 周高英, 等. 血清 sEndoglin、ESM-1、AD-AM10 对妊娠期高血压疾病患者发生不良妊娠结局的诊断价值[J]. *检验医学与临床*, 2025, 22(8): 1029-1033.
- [5] 冯梅, 陈思骄, 杨顺实. 超声联合血清 HIF-1 α 、 β -HCG、CRP 诊断胎儿宫内窘迫[J]. *中国计划生育学杂志*, 2022, 30(5): 1137-1140.
- [6] 杨光琼, 邓丹, 祁文瑾. HMGB1 与妊娠相关疾病的研究进展[J]. *中国计划生育和妇产科*, 2023, 15(10): 23-27.
- [7] SU Z C, TAO X A. Current understanding of IL-37 in human health and disease[J]. *Front Immunol*, 2021, 12: 696605.
- [8] 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.
- [9] 谢幸, 孔北华, 段涛. 妇产科学[M]. 9 版. 北京: 人民卫生出版社, 2018: 487.
- [10] WU P, GREEN M, MYERS J E. Hypertensive disorders of pregnancy[J]. *BMJ*, 2023, 381: e071653.
- [11] PARKS W T, CATOV J M. The placenta as a window to maternal vascular health[J]. *Obstet Gynecol Clin North Am*, 2020, 47(1): 17-28.
- [12] 张艳彬, 毕新颖, 卢勇. 血清 sFt-11/PLGF 比值、Hcy 水平与妊娠期高血压疾病孕妇妊娠结局的关系[J]. *检验医学与临床*, 2025, 22(9): 1267-1271.
- [13] 车磊, 施莉雯. 血清 SESN2、HO-1 和 sCD163 对妊娠期高血压疾病孕妇发生胎儿宫内缺氧的预测价值[J]. *检验医学与临床*, 2023, 20(24): 3676-3680.
- [14] SILVESTRO S, CALCATERRA V, PELIZZO G, et al. Prenatal hypoxia and placental oxidative stress: insights from animal models to clinical evidences[J]. *Antioxidants (Basel)*, 2020, 9(5): 414.
- [15] 朱绍华, 何创业, 赵芯. 血清微管相关蛋白 1 轻链 3-II、半胱氨酸天冬氨酸特异性蛋白酶-3 及高迁移率族蛋白 B1 在不同程度急性胰腺炎中的表达及意义[J]. *陕西医学杂志*, 2022, 51(9): 1098-1101.
- [16] ZOU H J, YIN J Q, ZHANG Z G, et al. Destruction in maternal-fetal interface of URSA patients via the increase of the HMGB1-RAGE/TLR2/TLR4-NF- κ B signaling pathway[J]. *Life Sci*, 2020, 250: 117543.
- [17] 刘彩茹, 杨丽萍, 张丽娜, 等. 血清 kallistatin、Netrin-4 与早发型子痫前期患者外周血 HMGB1-RAGE 信号通路的关系及对妊娠结局的影响[J]. *国际检验医学杂志*, 2023, 44(7): 775-780.
- [18] 李晖, 梅小琴, 焦顺, 等. PLGF HMGB1 及 MPO 水平对妊娠期高血压疾病的诊断价值研究[J]. *河北医学*, 2023, 29(7): 1094-1099.
- [19] 耿淑霞. 缺氧缺血性脑病新生儿血清高迁移率族蛋白 1 水平与炎症因子、新生儿行为神经测定评分关系及其对预后的预测价值[J]. *陕西医学杂志*, 2023, 52(12): 1688-1691.
- [20] HUANG G Q, LI M C, TIAN X Q, et al. The emerging roles of IL-36, IL-37, and IL-38 in diabetes mellitus and its complications[J]. *Endocr Metab Immune Disord Drug Targets*, 2022, 22(10): 997-1008.
- [21] KONG D J, HU Y H, LI X, et al. IL-37 gene modification enhances the protective effects of mesenchymal stromal cells on intestinal ischemia reperfusion injury[J]. *Stem Cells Int*, 2020, 2020: 8883636.
- [22] WANG M. The role of IL-37 and IL-38 in obstetrics abnormalities[J]. *Front Med (Lausanne)*, 2021, 8: 737084.
- [23] 闫肖肖, 林小满, 孙礼强, 等. 重度子痫前期孕妇中 MCP-1、IL-37 的表达及临床意义[J]. *医学研究杂志*, 2022, 51(8): 79-82.
- [24] 施娴, 敬婉逸, 谭燕, 等. 超声联合血清人绒毛膜促性腺激素、血红素加氧酶 1 表达对妊娠期高血压孕妇胎儿宫内缺氧预测价值分析[J]. *实用医院临床杂志*, 2023, 20(1): 71-74.