【DOI】 10.3969 / j. issn. 1671-6450. 2025. 03. 013

论著 · 临床

妊娠期高血压疾病孕妇血清 TRAF6、CTRP9 水平与胎儿生长受限的相关性分析

王敏，周静，马芮，刘星，杨雯静

基金项目：陕西省重点研发计划（2023-YBSF-519）
作者单位：710061　西安，西北妇女儿童医院妇产科
通信作者：杨雯静，E-mail：ywj06031122@163.com

【摘　要】 目的　分析妊娠期高血压疾病（HDP）孕妇血清肿瘤坏死因子受体相关因子 6（TRAF6）、补体 C1q-肿瘤坏死因子相关蛋白 9（CTRP9）水平与胎儿生长受限（FGR）的相关性。方法　选取 2021 年 2 月—2024 年 2 月西北妇女儿童医院妇产科治疗的 HDP 孕妇 110 例，根据胎儿成长情况将发生 FGR 者 39 例为观察组，未发生 FGR 者 71 例为对照组。采用酶联免疫吸附法（ELISA）检测血清 TRAF6、CTRP9 水平，测量胎儿双顶径、股骨长度及胎儿出生后腹围、头围及 BMI 值；采用 Spearman 法分析血清 TRAF6、CTRP9 水平与维生素 D 缺乏、脐血流异常、胎盘异常、FGR 发生情况的相关性；采用多因素 Logistic 回归模型分析影响 HDP 孕妇发生 FGR 的风险因素；ROC 曲线分析血清 TRAF6、CTRP9 对 HDP 孕妇发生 FGR 的预测价值。结果　与对照组比较，观察组孕妇血清 TRAF6 水平升高，而血清 CTRP9 水平降低（t/P = 5.962 / < 0.001、5.848 / < 0.001），缺乏维生素 D、脐血流异常、胎盘异常占比升高（χ^2/P = 8.506 / 0.004、41.412 / < 0.001、31.174 / < 0.001）；与对照组比较，观察组胎儿 FGR 指标双顶径、股骨长度、出生后腹围、头围及 BMI 值降低（t/P = 8.947 / < 0.001、12.560 / < 0.001、5.118 / < 0.001、7.307 / < 0.001、8.930 / < 0.001）；血清 TRAF6 水平与维生素 D 缺乏、脐血流异常、胎盘异常、FGR 发生情况呈正相关（r/P = 0.492 / < 0.001、0.423 / < 0.001、0.568 / < 0.001、0.422 / < 0.001），血清 CTRP9 水平与维生素 D 缺乏、脐血流异常、胎盘异常、FGR 发生情况呈负相关（−0.513 / < 0.001、−0.416 / < 0.001、−0.594 / < 0.001、−0.419 / < 0.001）；血清 TRAF6 高是 HDP 孕妇发生 FGR 的危险因素，而 CTRP9 高是其保护因素［OR（95% CI）= 1.995（1.166 ~ 3.413）、0.354（0.190 ~ 0.658）］；血清 TRAF6、CTRP9 水平及二者联合预测 HDP 孕妇发生 FGR 的 AUC 分别为 0.858、0.826、0.938，二者联合优于各自单独预测效能（Z/P = 2.820 / 0.005、3.510 / < 0.001）。结论　发生 FGR 的 HDP 孕妇血清 TRAF6、CTRP9 水平升高，二者与 HDP 孕妇维生素 D 缺乏、脐血流异常、胎盘异常、FGR 发生情况密切相关，且是 HDP 孕妇发生 FGR 的影响因素，二者联合可以预测 FGR 的发生。

【关键词】 妊娠期高血压疾病；胎儿生长受限；肿瘤坏死因子受体相关因子 6；补体 C1q-肿瘤坏死因子相关蛋白 9；相关性
【中图分类号】 R714.24+6　　【文献标识码】 A

Analysis of the correlation between serum TRAF6, CTRP9 levels and fetal growth restriction in pregnant women with hypertension disorders in pregnancy

Wang Min, Zhou Jing, Ma Rui, Liu Xing, Yang Wenjing. Department of Obstetrics and Gynecology, Northwest Women's and Children's Hospital, Shaanxi, Xi'an 710061, *China*
Funding program: Key R&D Program of Shaanxi Province (2023-YBSF-519)
Corresponding author: Yang Wenjing, E-mail: ywj06031122@163.com

【Abstract】 Objective　To analyze the correlation between serum tumor necrosis factor receptor associated factor 6 (TRAF6), complement C1q tumor necrosis factor related protein 9 (CTRP9) levels and fetal growth restriction (FGR) in pregnant women with hypertension disorders in pregnancy (HDP). **Methods**　From February 2021 to February 2024, 110 pregnant women with HDP treated in Department of Obstetrics and Gynecology, Northwest Women and Children's Hospital were selected. According to fetal growth, they were assigned into two groups: the observation Group (39 cases) and the control group (71 cases). Enzyme linked immunosorbent assay (ELISA) was used to detect serum levels of TRAF6 and CTRP9. Measure the fetal biparietal diameter, femoral length, abdominal circumference, head circumference and BMI value after birth. All basic information of the research subjects was statistically analyzed. Spearman method was used for correlation anal-

中国知网　https://www.cnki.net

ysis. The risk factors affecting FGR in pregnant women with HDP were analyzed using a multiple logistic regression model. ROC was used to analyze the predictive value of serum TRAF6 and CTRP9 for FGR in pregnant women with HDP. **Results** Compared with the control group, pregnant women in the observation Group had higher serum TRAF6, lower serum CTRP9 (t/P = 5.962/ <0.001, 5.848/ <0.001), and higher proportions of vitamin D deficiency, abnormal umbilical blood flow, and placental abnormalities (χ^2/P = 8.506/0.004, 41.412/ <0.001, 31.174/ <0.001). Besides, lower indexes biparietal diameter, femur length, and abdominal circumference, head circumference and BMI values after birth in the observation Group (t/P = 8.947/ <0.001, 12.560/ <0.001, 5.118/ <0.001, 7.307/ <0.001, 8.930/ <0.001). The serum TRAF6 was positively correlated with vitamin D deficiency, abnormal umbilical blood flow, placental abnormalities, and FGR occurrence(r/P = 0.492/ <0.001, 0.423/ <0.001, 0.568/ <0.001, 0.422/ <0.001; while the serum CTRP9 was negatively correlated with vitamin D deficiency, abnormal umbilical blood flow, placental abnormalities, and FGR occurrence(r/P = −0.513/ <0.001, −0.416/ <0.001, −0.594/ <0.001, −0.419/ <0.001). High serum TRAF6 is an influencing factor for FGR in pregnant women with HDP, and high CTRP9 is a protective factor for FGR in pregnant women with HDP [OR(95% CI) = 1.995(1.166 − 3.413), 0.354(0.190 − 0.658)], The AUC values of serum TRAF6, CTRP9 levels and their combination for predicting FGR in pregnant women with HDP were 0.858, 0.826 and 0.938, respectively. The combination of the two was superior to the single prediction efficiency (Z = 2.820, 3.510, P = 0.005, P < 0.001). **Conclusion** The levels of TRAF6 and CTRP9 are elevated in the serum of HDP pregnant women with FGR. Both are closely related to vitamin D deficiency, abnormal umbilical blood flow, placental abnormalities, and FGR occurrence in pregnant women with HDP. In addition, TRAF6 and CTRP9 are also factors that affect the occurrence of FGR in pregnant women with HDP, and their combination can predict the occurrence of this complication.

【Key words】 Hypertension disorders in pregnancy; Fetal growth restriction; Tumor necrosis factor receptor associated factor 6; Complement C1q tumor necrosis factor related protein 9; Correlation

妊娠期高血压疾病(hypertension disorders in pregnancy, HDP)包括慢性高血压、妊娠期高血压、子痫前期、子痫等,是全世界孕产妇发病率和死亡率高的主要原因[1]。研究表明,胎儿生长受限(fetal growth restriction, FGR)与 HDP 存在密切联系,甚至可用于 HDP(如子痫前期)的诊断[2]。FGR 除了影响胎儿的身体发育外,还会影响胎儿神经发育造成脑部损伤,是产前保健中最艰巨的挑战之一[3]。分析 HDP 孕妇发生 FGR 的影响因素,及时干预治疗,可改善新生儿预后甚至扭转母婴结局。据既往研究报道,肿瘤坏死因子受体相关因子 6(tumor necrosis factor receptor associated factor 6, TRAF6)在子痫前期孕妇血清中升高,还能够通过 TRAF6/NF-κB 通路调控神经系统,影响大脑认知功能[4-5]。此外,林少玲等[6]研究发现,补体 C1q-肿瘤坏死因子相关蛋白 9(complement-C1q-tumor necrosis factor-related protein 9, CTRP9)可能通过脂代谢和炎性反应参与子痫前期的发生。另一项研究提示,CTRP9 还可能改善神经血管疾病,减少脑损伤[7]。本研究重点分析了血清 TRAF6、CTRP9 与 HDP 孕妇发生 FGR 的关系以及其对该病症的预测价值,旨在辅助临床诊治 HDP 并发 FGR,改善母婴结局,报道如下。

1　资料与方法

1.1　临床资料　选取 2021 年 2 月—2024 年 2 月西北妇女儿童医院妇产科治疗的 HDP 孕妇 110 例作为研究对象,年龄 25 ~ 40(33.02 ± 5.28)岁;根据胎儿成长情况[8]将发生 FGR 者 39 例列为观察组,未发生 FGR 者 71 例列为对照组;2 组年龄、产次、孕周、家族遗传史、既往病史、病情、贫血情况、吸烟、受孕方式、羊水情况、妊娠胎数占比比较,差异均无统计学意义(P > 0.05);观察组缺乏维生素 D、脐血流异常、胎盘异常占比大于对照组(P < 0.01),见表 1。本研究已征得医院医学伦理委员会批准通过(FS2021-01123H),患者或其家属知情同意并签署同意书。

1.2　病例选择标准　(1)纳入标准:①符合《妊娠期高血压疾病诊治指南(2020)》[9]中对 HDP 的诊断;②所有研究对象肝、肾等脏器功能均正常;③基础资料完整;④无精神疾病。(2)排除标准:①有遗传性心脏病者;②胎儿染色体异常或存在基因缺陷;③胎儿发育畸形出现连体婴等情况。

1.3　观测指标与方法

1.3.1　血清 TRAF6、CTRP9 水平检测:入组后采集研究对象空腹肘静脉血 2 ml,在室温条件下静置 30 min 后,离心留取上清液,采用酶联免疫吸附法(ELISA)检测血清 TRAF6、CTRP9 水平,试剂盒分别由武汉博欧特生物科技有限公司(orb2149446)、上海江莱生物科技有限公司(JL13923)提供。检测过程严格按照说明书操作进行。

1.3.2　FGR 相关指标检测:经 B 型超声检测胎儿双顶径、股骨长度;待胎儿出生后测量其腹围、头围及 BMI 值。

中国知网　https://www.cnki.net

表 1　对照组与观察组 HDP 孕妇临床资料比较

Tab. 1　Comparison of clinical data between control group and observation group of HDP pregnant women

项　目	对照组 (n = 71)	观察组 (n = 39)	χ^2/t 值	P 值
年龄($\bar{x} \pm s$, 岁)	33.06 ± 5.30	32.95 ± 5.27	0.104	0.917
产次($\bar{x} \pm s$, 次)	1.97 ± 0.35	1.92 ± 0.34	0.724	0.471
孕周($\bar{x} \pm s$, 周)	38.21 ± 1.05	37.84 ± 1.02	1.786	0.077
家族遗传史 [例(%)]	7(9.86)	8(20.51)	2.426	0.119
既往病史 [例(%)]				
慢性高血压	21(29.58)	11(28.21)	0.023	0.880
糖尿病	13(18.31)	6(15.38)	0.151	0.698
慢性肾炎	7(9.86)	5(12.82)	0.025	0.875
病情 [例(%)]			3.968	0.138
妊娠期高血压	34(47.89)	14(35.90)		
子痫前期	25(35.21)	12(30.77)		
重度子痫前期	12(16.90)	13(33.33)		
贫血 [例(%)]	42(59.15)	29(74.36)	2.543	0.111
缺乏维生素 D [例(%)]	20(28.17)	22(56.41)	8.506	0.004
脐血流异常 [例(%)]	12(46.90)	31(79.49)	41.412	<0.001
胎盘异常 [例(%)]	9(12.68)	25(64.10)	31.174	<0.001
吸烟 [例(%)]	4(5.63)	6(15.38)	2.896	0.089
受孕方式 [例(%)]			1.379	0.240
人工受孕	2(2.82)	3(7.69)		
自然受孕	69(97.18)	36(92.31)		
羊水过少 [例(%)]	27(38.03)	19(48.72)	1.182	0.277
妊娠胎数 [例(%)]			0.166	0.684
单胎	68(95.95)	38(97.44)		
多胎	3(4.05)	1(2.56)		

1.3.3　其他相关指标的判断: (1) 采用液相色谱—串联质谱法检测患者血清中维生素 D 水平, 110 例患者中维生素 D 缺乏 42 例[10]; (2) 经 B 型超声、彩色多普勒超声检测胎儿脐血流, 110 例患者中胎儿脐血流异常 43 例[11]; (3) B 型超声检查受试者胎盘位置、形状, 110 例患者胎盘异常者 34 例。

1.4　统计学方法　采用 SPSS 28.0 及 MedCalc 统计学分析软件处理数据。计数资料以频数/构成比(%)表示, 比较采用 χ^2 检验; 计量资料以 $\bar{x} \pm s$ 表示, 组间比较采用 t 检验; 采用 Spearman 法分析血清 TRAF6、CTRP9 水平与维生素 D 缺乏、脐血流异常、胎盘异常、FGR 发生情况的相关性; 采用多因素 Logistic 回归模型分析影响 HDP 孕妇发生 FGR 的风险因素; 受试者工作特征(ROC)曲线分析血清 TRAF6、CTRP9 对 HDP 孕妇发生 FGR 的预测价值。$P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2　结　果

2.1　2 组患者血清 TRAF6、CTRP9 水平比较　观察组血清 TRAF6 水平高于对照组, 血清 CTRP9 低于对照组($P < 0.01$), 见表 2。

表 2　对照组与观察组 HDP 患者血清 TRAF6、CTRP9 水平比较 ($\bar{x} \pm s$)

Tab. 2　Comparison of serum TRAF6 and CTRP9 levels between the control group and the observation group of HDP patients

组　别	例数	TRAF6(μg/L)	CTRP9(ng/L)
对照组	71	97.65 ± 20.47	1.06 ± 0.30
观察组	39	124.32 ± 25.69	0.71 ± 0.22
t 值		5.962	5.848
P 值		<0.001	<0.001

2.2　2 组 FGR 指标比较　观察组胎儿双顶径、股骨长度、腹围、头围及 BMI 值均小于对照组($P < 0.01$), 见表 3。

2.3　血清 TRAF6、CTRP9 水平与维生素 D 缺乏、脐血流异常、胎盘异常、FGR 发生情况相关性分析　血清 TRAF6 水平与维生素 D 缺乏、脐血流异常、胎盘异常、FGR 发生情况呈正相关($P < 0.01$), 血清 CTRP9 水平与维生素 D 缺乏、脐血流异常、胎盘异常、FGR 发生情况呈负相关($P < 0.01$), 见表 4。

2.4　多因素 Logistic 回归模型分析影响 HDP 孕妇发生 FGR 的风险因素　以 HDP 孕妇是否发生 FGR 为因变量(赋值: 是为"1"; 否为"0"), 以上述结果中 $P < 0.05$ 项目为自变量进行多因素 Logistic 回归分析, 结果显示: 血清 TRAF6 高是 HDP 孕妇发生 FGR 的危险因素, CTRP9 高是 HDP 孕妇发生 FGR 的保护因素($P < 0.05$), 见表 5。

2.5　血清 TRAF6、CTRP9 水平预测 HDP 孕妇发生 FGR 的价值　以 HDP 孕妇是否发生 FGR 作为状态变量, 绘制血清 TRAF6、CTRP9 水平预测 HDP 孕妇发生 FGR 价值的 ROC 曲线, 并计算曲线下面积(AUC), 结

表 3　对照组与观察组 FGR 指标比较　($\bar{x} \pm s$)

Tab. 3　Comparison of FGR indicators between control group and observation group

组　别	例数	出生前		出生后		
		双顶径(mm)	股骨长度(mm)	腹围(cm)	头围(cm)	BMI 值
对照组	71	82.59 ± 8.22	63.75 ± 6.25	34.76 ± 1.53	33.21 ± 1.14	12.72 ± 1.17
观察组	39	67.97 ± 8.16	48.13 ± 6.22	33.21 ± 1.50	31.56 ± 1.12	10.65 ± 1.15
t 值		8.947	12.560	5.118	7.307	8.930
P 值		<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001

中国知网　https://www.cnki.net

果显示: 血清 TRAF6、CTRP9 水平及二者联合预测 HDP 孕妇发生 FGR 的 AUC 分别为 0.858、0.826、0.938，二者联合优于各自单独预测效能（Z/P = 2.820/0.005、3.510/<0.001），见图 1、表 6。

表 5　多因素 Logistic 回归模型分析影响 HDP 孕妇发生 FGR 的风险因素

Tab. 5　Multivariate Logistic regression model analysis of risk factors affecting FGR in pregnant women with HDP

指　标	β 值	*SE* 值	*Wald* 值	*P* 值	*OR* 值	95% *CI*
维生素 D 缺乏	0.316	0.295	1.149	0.284	1.372	0.770 ~ 2.446
脐血流异常	0.429	0.373	1.324	0.250	1.536	0.739 ~ 3.191
胎盘异常	0.486	0.597	0.661	0.416	1.625	0.504 ~ 5.236
TRAF6 高	0.691	0.274	6.353	0.012	1.995	1.166 ~ 3.413
CTRP9 高	−1.038	0.317	10.731	0.001	0.354	0.190 ~ 0.658

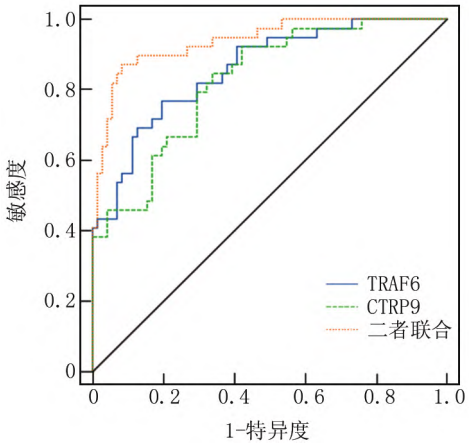

图 1　血清 TRAF6、CTRP9 预测 HDP 孕妇发生 FGR 的 ROC 曲线

Fig. 1　ROC curves of serum TRAF6 and CTRP9 predicting FGR in pregnant women with HDP

3　讨　论

据统计，FGR 新生儿死亡率是正常新生儿的 2 ~ 4 倍，FGR 胎儿在其婴儿期和后期易出现多种并发症，如新生儿低血糖、呼吸窘迫以及神经、心血管和代谢疾病等[12]。分析造成 HDP 发生 FGR 的影响因素，早期预测 FGR 发生对改善 HDP 孕妇母婴结局意义重大。

表 6　血清 TRAF6、CTRP9 预测 HDP 孕妇发生 FGR 的价值比较

Tab. 6　Comparison of the value of serum TRAF6 and CTRP9 in predicting FGR in HDP pregnant women

指　标	截断值	*AUC*	95% *CI*	敏感度	特异度	约登指数
TRAF6	114.52 μg/L	0.858	0.779 ~ 0.917	0.769	0.803	0.572
CTRP9	0.95 ng/L	0.826	0.742 ~ 0.892	0.662	0.846	0.508
二者联合		0.938	0.876 ~ 0.975	0.872	0.916	0.788

本研究发现，TRAF6 在观察组孕妇血清中升高，猜测 TRAF6 可能与 HDP 孕妇 FGR 的发生相关。TRAF6 是一个具有多功能的关键性信号分子，TRAF6 可作为 miR-139-5p 的下游靶标，通过 miR-139-5p 调节 TRAF6 可抑制沙门氏菌感染的巨噬细胞的炎性反应和氧化应激反应[13]。TRAF6 也能可被 miR-146a 调控，进而抑制小胶质细胞中的促炎和细胞抗病毒反应在免疫疾病（如先天性免疫）中具有潜在价值[14]。另外，学者发现 TRAF6 在 HDP 疾病（如子痫前期）孕妇体内升高，与其病情程度及不良预后呈正相关，是预测子痫前期孕妇不良妊娠结局的生物标志物[15]。可能是因为 T 细胞是导致高血压免疫反应的核心，当 HDP 发生时孕妇体内 T 细胞增多，TRAF6 作为一种伴侣介导的自噬底物，可与 T 细胞中的 LGMN 形成生物轴影响高血压的进展，同时 HDP 作为 FGR 的影响因素推动了 FGR 发生[16]。本研究发现，CTRP9 在观察组孕妇血清中降低。CTRP9 是一种与脂联素高度同源的脂肪细胞因子，能够抑制炎性因子的表达和炎性细胞的浸润，清除体内的自由基，减轻炎性反应，保护细胞免受氧化应激的损伤[17]。CTRP9 还能够抑制动脉粥样硬化的发生和发展，调节血管平滑肌细胞的增殖和迁移[18]。另外，CTRP9 还被发现在子痫前期孕妇体内异常表达，且随着病情的加重 CTRP9 水平逐渐降低，表明 CTRP9 与子痫前期的病情发展有关，可能参与其病情的推进[19]。彭翠等[20]研究指出发病较早的子痫前期孕妇易导致 FGR 的发生，提示 CTRP9 可能通过参与 HDP 的发展，诱导 FGR 的发生。

本研究发现，观察组孕妇维生素 D 水平降低，脐血流异常、胎盘异常占比较高，与李亮亮[21]研究结果

表 4　血清 TRAF6、CTRP9 水平与维生素 D 缺乏、脐血流异常、胎盘异常、FGR 发生情况的相关性

Tab. 4　Correlation between serum TRAF6, CTRP9 levels and vitamin D deficiency, abnormal umbilical blood flow, placental abnormalities, and occurrence of FGR

指标	维生素 D 缺乏		脐血流异常		胎盘异常		FGR 发生	
	r 值	*P* 值	*r* 值	*P* 值	*r* 值	*P* 值	*r* 值	*P* 值
TRAF6	0.492	<0.001	0.423	<0.001	0.568	<0.001	0.422	<0.001
CTRP9	−0.513	<0.001	−0.416	<0.001	−0.594	<0.001	−0.419	<0.001

中国知网　https://www.cnki.net

一致，该报道还指出二者均为 HDP 孕妇发生 FGR 的影响因素。维生素 D 在维持人体健康中发挥着多方面的作用，有研究提到维生素 D 是影响孕妇发生 FGR 的保护因素，缺乏维生素 D 的孕妇发生 FGR 的概率高[22]。本研究还发现，血清 TRAF6 水平与维生素 D 缺乏、脐血流异常、胎盘异常、FGR 发生情况呈正相关，血清 CTRP9 水平与维生素 D 缺乏、脐血流异常、胎盘异常、FGR 发生情况呈负相关，提示血清 TRAF6、CTRP9 与 FGR 之间存在紧密联系。多因素分析结果表明，血清 TRAF6、CTRP9 是 HDP 孕妇发生 FGR 的影响因素，二者均可预测 HDP 孕妇发生 FGR 的情况，二者联合预测的 AUC 高达0.938，且大于单独预测，表明二者联合预测 HDP 孕妇 FGR 发生的价值更高。

综上所述，TRAF6 在发生 FGR 的 HDP 孕妇血清中升高，CTRP9 则表现为降低。二者均是影响 HDP 孕妇发生 FGR 的因素，且对 HDP 孕妇发生 FGR 情况具有一定预测价值，二者联合预测价值更高。但考虑到本研究样本较少，后续研究将扩大样本量，对本研究进行补充和验证。

利益冲突：所有作者声明无利益冲突

作者贡献声明

王敏、杨雯静：设计研究方案，实施研究过程，论文撰写；周静：实施研究过程，资料搜集整理，论文修改；马芮：进行统计学分析；刘星：提出研究思路，分析试验数据，论文审核

参考文献

[1] Wu P, Green M, Myers JE. Hypertensive disorders of pregnancy [J]. BMJ, 2023, 381 (1): e071653-e071669. DOI: 10.1136/bmj-2022-071653.

[2] Obata S, Toda M, Tochio A, et al. Fetal growth restriction as a diagnostic criterion for preeclampsia [J]. Pregnancy Hypertens, 2020, 21(1): 58-62. DOI: 10.1016/j.preghy.2020.05.002.

[3] 张有振，黄娜娜，赵扬玉. 胎儿生长受限宫内脑损伤相关机制研究进展 [J]. 中华围产医学杂志，2024，27(2)：161-165. DOI: 10.3760/cma.j.cn113903-20230821-00135.

[4] 朱小红，刘惠娜，赵珂，等. 血清 TRAF6、Talin1 水平对子痫前期孕妇不良妊娠结局的预测价值 [J]. 东南大学学报：医学版，2023，42(1)：85-91. DOI: 10.3969/j.issn.1671-6264.2023.01.012.

[5] Liu Y, Meng Y, Zhou C, et al. Activation of the IL-17/TRAF6/NF-κB pathway is implicated in Aβ-induced neurotoxicity [J]. BMC Neurosci, 2023, 24(1): 14-26. DOI: 10.1186/s12868-023-00782-8.

[6] 林少玲，陈彤华. CTRP9 和 A-FABP 与子痫前期患者脂代谢及炎症因子的关系 [J]. 中国妇幼健康研究，2021，32(12)：1757-1761. DOI: 10.3969/j.issn.1673-5293.2021.12.008.

[7] Rezabakhsh A, Sadeghpour Y, Ghaderi S, et al. CTRP9: An emerging potential anti-aging molecule in brain [J]. Cell Signal, 2020, 73(1): 109694-109703. DOI: 10.1016/j.cellsig.2020.109694.

[8] 中华医学会围产医学分会胎儿医学学组，中华医学会妇产科学分会产科学组. 胎儿生长受限专家共识(2019 版) [J]. 中华围产医学杂志，2019，22(6)：361-380. DOI: 10.3760/cma.j.issn.1007-9408.2019.06.001.

[9] 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. DOI: 10.3760/cma.j.cn112141-20200114-00039.

[10] 中国营养学会健康管理分会. 维生素 D 营养状况评价及改善专家共识 [J]. 中华健康管理学杂志，2023，17(4)：245-252. DOI: 10.3760/cma.j.cn115624-20230105-00009.

[11] Fang Q, Shi Y, Zhang C, et al. Value of foetal umbilical vein standardised blood flow volume in predicting weight gain in the third trimester: A prospective case-cohort study [J]. Front Pediatr, 2024, 12(1): 1376774. DOI: 10.3389/fped.2024.1376774.

[12] Li T, Wang Y, Miao Z, et al. Neonatal adverse outcomes of induction and expectant management in fetal growth restriction: A systematic review and meta-analysis [J]. Front Pediatr, 2020, 8(1): 558000-558013. DOI: 10.3389/fped.2020.558000.

[13] Xu X, Ye T, Wang Y, et al. MicroRNA-139-5p inhibits inflammatory and oxidative stress responses of Salmonella-infected macrophages through modulating TRAF6 [J]. Pathog Dis, 2021, 79(4): ftab018. DOI: 10.1093/femspd/ftab018.

[14] Shukla A, Rastogi M, Singh SK. Zika virus NS1 suppresses the innate immune responses via miR-146a in human microglial cells [J]. Int J Biol Macromol, 2021, 193(Pt B): 2290-2296. DOI: 10.1016/j.ijbiomac.2021.11.061.

[15] 高萃，崔金全，邵文嘉. 血清 TRAF6、activin-A、SFMC 水平与子痫前期患者病情及妊娠结局的相关性 [J]. 河南医学研究，2024，33(9)：1583-1586. DOI: 10.3969/j.issn.1004-437X.2024.09.012.

[16] He Y, Zou P, Lu J, et al. CD4+ T-cell legumain deficiency attenuates hypertensive damage via preservation of TRAF6 [J]. Circ Res, 2024, 134(1): 9-29. DOI: 10.1161/CIRCRESAHA.123.322835.

[17] Hu X, Ding C, Ding X, et al. Inhibition of myeloid differentiation protein 2 attenuates renal ischemia/reperfusion-induced oxidative stress and inflammation via suppressing TLR4/TRAF6/NF-kB pathway [J]. Life Sci, 2020, 256(1): 117864-117876. DOI: 10.1016/j.lfs.2020.117864.

[18] Wang G, Han B, Zhang R, et al. C1q/TNF-related protein 9 attenuates atherosclerosis by inhibiting hyperglycemia-induced endothelial cell senescence through the AMPKα/KLF4 signaling pathway [J]. Front Pharmacol, 2021, 12(1): 758792-758806. DOI: 10.3389/fphar.2021.758792.

[19] 范俊霞，胡丹萍，戴群云. 不同病情子痫前期患者血清网膜素、亲环素 A 及 C1q/肿瘤坏死因子相关蛋白 9 水平与血压和糖脂代谢的关系 [J]. 中国妇幼保健，2022，37(8)：1367-1370.

[20] 彭翠，贺惠琴，余芹，等. 子痫前期并发胎儿生长受限的妊娠结局和危险因素分析 [J]. 中国计划生育和妇产科，2022，14(1)：70-75. DOI: 10.19829/j.zgfybj.issn.1001-4411.2022.08.004.

[21] 李亮亮. 彩色多普勒超声对妊高症患者胎儿生长发育受限的评价研究 [J]. 齐齐哈尔医学院学报，2023，44(6)：558-562. DOI: 10.3969/j.issn.1002-1256.2023.06.014.

[22] 王杭英，郑秀娟，朱筱丹，等. 孕期维生素 D 缺乏孕妇胎儿宫内生长受限相关因素的前瞻性队列研究 [J]. 中国妇幼保健，2024，39(16)：3100-3103. DOI: 10.19829/j.zgfybj.issn.1001-4411.2024.16.025.

(收稿日期：2024-11-27)

中国知网 https://www.cnki.net