

氧化应激指标联合子宫动脉血流动力学参数 对妊娠期高血压疾病的预测效能

毕新颖¹, 卢勇¹, 贾立杨², 张艳彬¹, 褚文静¹

(河北省沧州市人民医院, 1. 产科, 2. 超声医学科, 河北 沧州, 061000)

摘要: 目的 探讨孕早期氧化应激指标联合子宫动脉血流动力学参数对妊娠期高血压疾病(HDP)的预测效能。方法 选取90例HDP患者(病例组)和30例健康孕妇(对照组)作为研究对象,病例组包含妊娠高血压、子痫前期、重度子痫前期患者各30例,分别纳入妊娠高血压组、子痫前期组、重度子痫前期组。比较各组孕妇孕早期(8~13⁺⁶周)血清活性氧(ROS)、超氧化物歧化酶(SOD)、血红素氧合酶-1(HO-1)、谷胱甘肽过氧化物酶(GSH-PX)、丙二醛(MDA)水平和子宫动脉血流动力学参数,绘制受试者工作特征(ROC)曲线评估相关指标对HDP的预测效能。结果 病例组孕妇血清SOD、GSH-PX水平低于对照组,血清MDA水平、子宫动脉搏动指数(PI)高于对照组,差异有统计学意义($P < 0.05$);妊娠高血压组、子痫前期组、重度子痫前期组血清SOD、GSH-PX水平逐渐降低,血清MDA水平、PI逐渐升高,差异有统计学意义($P < 0.05$);ROC曲线显示,孕早期SOD、GSH-PX、MDA、PI四者联合对HDP具有较高的预测效能,曲线下面积为0.824,灵敏度为81.1%,特异度为76.7%。结论 HDP患者孕早期即存在氧化应激指标和子宫动脉血流动力学参数改变,且不同疾病严重程度患者之间存在差异,孕早期联合检测SOD、GSH-PX、MDA、PI有助于HDP的辅助预测。

关键词: 孕早期;氧化应激;血流动力学参数;妊娠期高血压疾病;子痫前期

中图分类号: R 714.24; R 446; R 445 文献标志码: A 文章编号: 1672-2353(2024)04-045-05 DOI: 10.7619/jcmp.20233320

Predictive efficiency of oxidative stress indicators and uterine artery hemodynamic parameters on hypertensive diseases in pregnancy

BI Xinying¹, LU Yong¹, JIA Liyang², ZHANG Yanbin¹, CHU Wenjing¹

(1. Department of Obstetrics, 2. Department of Ultrasonography, Cangzhou People's Hospital of Hebei Province, Cangzhou, Hebei, 061000)

Abstract: Objective To investigate the predictive efficiency of combined uterine artery hemodynamic parameters and oxidative stress indicators in early pregnancy on hypertensive diseases in pregnancy (HDP). **Methods** A total of 90 HDP patients (case group) and 30 healthy pregnant women (control group) as research subjects. The case group included 30 patients with pregnancy-induced hypertension, 30 patients with preeclampsia, and 30 patients with severe preeclampsia, respectively, and were divided into pregnancy-induced hypertension group, preeclampsia group, and severe preeclampsia group. Serum levels of reactive oxygen species (ROS), superoxide dismutase (SOD), heme oxygenase-1 (HO-1), glutathione peroxidase (GSH-PX), malondialdehyde (MDA), and uterine artery hemodynamic parameters were compared between the two groups in early pregnancy (8 weeks to 13 weeks plus 6 days). The receiver operating characteristic (ROC) curve was used to evaluate the predictive efficiency of relevant indicators for HDP. **Results** The serum levels of SOD and GSH-PX were lower in the case group than that in the control group, and the serum level of MDA and the uterine artery pulsatility index (PI) were higher in the case group than that in the control group ($P < 0.05$). The serum levels of SOD and GSH-PX gradually decreased, and the serum levels of MDA and PI gradually increased in the pregnancy-induced hypertension group, the preeclampsia group, and the severe

preeclampsia group ($P < 0.05$). The ROC curve showed that the combination of SOD, GSH-PX, MDA, and PI in early pregnancy had a higher predictive efficiency for HDP, with an area under the curve of 0.824, a sensitivity of 81.1%, and a specificity of 76.7%. **Conclusion** Patients with HDP have changes in oxidative stress indicators and uterine artery hemodynamic parameters in early pregnancy, and there are differences among patients with different disease severities. The combined detection of SOD, GSH-PX, MDA, and PI in early pregnancy can help predict HDP.

Key words: early pregnancy; oxidative stress; hemodynamic parameters; hypertensive diseases in pregnancy; preeclampsia

妊娠期高血压疾病(HDP)是一组妊娠期特有疾病,其特征为妊娠状态与血压升高状态共存。HDP 包括妊娠高血压、子痫前期、子痫、慢性高血压并发子痫前期和妊娠合并慢性高血压,是孕产妇和围产儿死亡的主要原因之一^[1-2]。HDP 的病因和发病机制尚未完全明确,目前多被认为与胎盘发育异常、免疫因素、遗传因素、内分泌因素等多种因素有关^[3]。氧化应激是指机体内氧化与抗氧化作用失衡的一种状态^[4-5],会导致细胞膜、蛋白质、核酸等受损。女性妊娠过程中,氧化应激具有双重作用,既有助于维持氧化还原平衡,也可能加剧宫内发育迟缓、子宫内膜异位症等问题^[6]。子宫动脉血流动力学参数是指通过多普勒超声检测子宫动脉的血流速度波形^[7],从而反映子宫内层和肌层之间的阻力差异,其与胎盘灌注量相关。由于胎盘绒毛膜动脉异常,HDP 患者子宫动脉变化不完全或不充分,使得血管阻力增加,血流量不足。相关研究^[8]显示,孕早期胎盘的形和发育状况对妊娠结局具有重要影响,因此早期筛查和预测 HDP 非常必要。本研究探

讨孕早期(8~13⁺周)氧化应激指标联合子宫动脉血流动力学参数对 HDP 的预测效能,以期对 HDP 的早期诊断与预测提供理论依据,现报告如下。

1 资料与方法

1.1 一般资料

选取 2022 年 1 月—2023 年 6 月于沧州市人民医院建档、定期产前检查、分娩的 90 例 HDP 患者纳入病例组,其中包含妊娠高血压患者、子痫前期患者、重度子痫前期患者各 30 例,分别纳入妊娠高血压组、子痫前期组、重度子痫前期组。纳入标准:① 年龄 18~35 岁者;② 单胎妊娠者;③ 符合《妊娠期高血压疾病诊治指南(2020)》^[9]中相关诊断标准者。排除标准:① 孕前患有慢性疾病者;② 有妊娠期合并症及并发症者;③ 有严重精神疾病者;④ 妊娠结局中分娩出生缺陷患儿等孕妇。另选取同期 30 例健康孕妇作为对照组。4 组孕妇的年龄、孕周、孕前体质质量指数(BMI)、孕次、产次、空腹血糖(FBG)比较,差异无统计学意义($P > 0.05$),见表 1。

表 1 4 组孕妇一般资料比较($\bar{x} \pm s$) [$M(IQR)$]

组别	年龄/岁	孕周/周	孕前 BMI/(kg/m ²)	孕次/次	产次/次	FBG/(mmol/L)
妊娠高血压组($n=30$)	26.97 ± 3.95	11.50 ± 1.55	22.96 ± 1.56	2.13 ± 0.94	0(1.00)	5.07 ± 0.58
子痫前期组($n=30$)	27.77 ± 4.22	11.07 ± 1.93	22.91 ± 1.86	2.03 ± 0.85	0.50(1.00)	5.09 ± 0.61
重度子痫前期组($n=30$)	28.90 ± 6.66	10.77 ± 1.83	22.83 ± 1.86	2.20 ± 0.85	0(1.00)	5.11 ± 0.66
对照组($n=30$)	27.87 ± 2.96	10.93 ± 1.95	22.75 ± 1.72	2.07 ± 0.91	0(1.00)	5.21 ± 0.66
F/H	0.872	0.891	0.085	0.209	1.653	0.287
P	0.458	0.448	0.968	0.890	0.647	0.835

BMI: 体质质量指数; FBG: 空腹血糖。

1.2 方法

1.2.1 资料收集: 收集病例组和对照组孕妇的一般资料,包括孕产史、孕前 BMI、孕周、孕早期 FBG 等。

1.2.2 氧化应激指标检测: 于孕早期(8~13⁺周)测定,将孕妇常规检查剩余生化管中外周静脉血 3 mL 用离心机以 2 000 转/min 离心 30 min

后,抽取上清液存放于 EP 管中。标记姓名与登记号,存放于 - 80 °C 冰箱中待检。采用微量法检测超氧化物歧化酶(SOD)、谷胱甘肽过氧化物酶(GSH-PX)、丙二醛(MDA)水平,采用酶联免疫吸附试验(ELISA)检测血红素氧合酶-1(HO-1)水平,采用荧光发光法检测血清活性氧(ROS)水平。

1.2.3 子宫动脉血流动力学参数测定: 于孕

8~13⁺周时使用彩色多普勒超声诊断仪(飞利浦 IU22、IU elite, 三星 W10)测定孕子宫动脉血流情况,设定超声探头频率为3.5~5.0 MHz。嘱孕妇取仰卧位,将超声探头放置于孕妇下腹壁,调整至髂外动脉与子宫动脉相交处下方。在子宫动脉血流最明亮处进行取样,取样容积为3 mm,取样方向与血流方向一致,以最大限度减小超声诊断仪与子宫动脉之间的夹角。检测血流动力学参数阻力指数(RI)、搏动指数(PI)、脐动脉收缩期血流速度与舒张期最大血流速度比值(S/D),获取3~4个完整、清晰、连续、稳定的血流频谱图像,测量并记录参数。以上参数均来自双侧(左、右)子宫动脉血流,每个参数检测3次,共计检测6次后取平均值,同时检查子宫动脉波形中是否存在单侧切迹或双侧切迹。

1.3 统计学分析

采用 SPSS 27.0 软件对数据进行统计学分

析。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,多组间比较采用单因素方差分析,组间两两比较采用 LSD 检验;不符合正态分布的计量资料以中位数和四分位数间距[$M(IQR)$]表示,比较采用非参数检验。采用 MedCalc 22 版软件绘制受试者工作特征(ROC)曲线,评估 SOD、GSH-PX、MDA、PI 单独及联合预测 HDP 的效能。 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 病例组与对照组孕妇氧化应激指标比较

病例组孕妇血清 SOD、GSH-PX 水平低于对照组,血清 MDA 水平高于对照组,差异有统计学意义($P < 0.05$);病例组孕妇血清 ROS、HO-1 水平与对照组比较,差异无统计学意义($P > 0.05$),见表2。

表2 病例组与对照组孕妇氧化应激指标水平比较($\bar{x} \pm s$)

组别	ROS/(U/mL)	SOD/(U/mL)	HO-1/(ng/L)	GSH-PX/(U/L)	MDA/($\mu\text{mol/L}$)
对照组($n=30$)	214.79 \pm 11.30	91.10 \pm 5.46	1 256.39 \pm 87.90	63.14 \pm 7.25	5.40 \pm 1.21
病例组($n=90$)	216.16 \pm 13.73	82.64 \pm 8.44*	1 230.15 \pm 84.93	57.96 \pm 8.44*	6.35 \pm 1.37*

ROS: 活性氧; SOD: 超氧化物歧化酶; HO-1: 血红素氧合酶-1; GSH-PX: 谷胱甘肽过氧化物酶; MDA: 丙二醛。

与对照组比较, * $P < 0.05$ 。

2.2 病例组与对照组孕妇子宫动脉血流动力学参数比较

病例组孕妇 PI 高于对照组,差异有统计学意义($P < 0.05$);病例组孕妇 S/D、RI 与对照组比较,差异无统计学意义($P > 0.05$),见表3。

表3 病例组与对照组孕妇子宫动脉血流动力学参数比较($\bar{x} \pm s$)

组别	S/D	PI	RI
对照组($n=30$)	3.21 \pm 0.13	1.07 \pm 0.11	0.64 \pm 0.08
病例组($n=90$)	3.25 \pm 0.11	1.16 \pm 0.10*	0.64 \pm 0.06

S/D: 脐动脉收缩期血流速度与舒张期最大血流速度比值;

PI: 搏动指数; RI: 阻力指数。与对照组比较, * $P < 0.05$ 。

2.3 不同疾病严重程度 HDP 孕妇氧化应激指标比较

不同疾病严重程度 HDP 孕妇血清 SOD、GSH-PX、MDA 水平比较,差异有统计学意义($P < 0.05$);进一步两两比较,重度子痫前期组、子痫前期组孕妇血清 SOD、GSH-PX 水平低于妊娠高血压组,血清 MDA 水平高于妊娠高血压组,且重度子痫前期组血清 SOD、GSH-PX 水平低于子痫前期组,血清 MDA 水平高于子痫前期组,差异有

统计学意义($P < 0.05$)。不同疾病严重程度 HDP 孕妇血清 ROS、HO-1 水平比较,差异无统计学意义($P > 0.05$)。见表4。

2.4 不同疾病严重程度 HDP 孕妇子宫动脉血流动力学参数比较

不同疾病严重程度 HDP 孕妇 PI 比较,差异有统计学意义($P < 0.05$);进一步两两比较,重度子痫前期组、子痫前期组孕妇 PI 高于妊娠高血压组,且重度子痫前期组 PI 高于子痫前期组,差异有统计学意义($P < 0.05$)。不同疾病严重程度 HDP 孕妇 S/D、RI 比较,差异无统计学意义($P > 0.05$)。见表5。

2.5 孕早期 SOD、GSH-PX、MDA、PI 对 HDP 的预测效能

ROC 曲线分析结果显示, SOD、GSH-PX、MDA、PI 单独预测 HDP 的曲线下面积(AUC)分别为0.790、0.676、0.694、0.740,截断值分别为87.36 U/mL、64.97 U/L、4.84 $\mu\text{mol/L}$ 、1.13,灵敏度分别为72.2%、68.9%、71.1%、71.1%,特异度分别为73.3%、63.3%、63.3%、73.3%,两者联合预测 HDP 的 AUC 为 0.824,灵敏度为

81.1%，特异度为 76.7%，见表 6、图 1。

表 4 不同疾病严重程度 HDP 孕妇氧化应激指标水平比较($\bar{x} \pm s$)

组别	ROS/(U/mL)	SOD/(U/mL)	HO-1/(ng/L)	GSH-PX/(U/L)	MDA/($\mu\text{mol/L}$)
妊娠高血压组(n=30)	218.77 ± 13.53	89.53 ± 6.30	1 240.56 ± 88.12	62.59 ± 7.89	5.26 ± 1.07
子痫前期组(n=30)	213.52 ± 14.24	82.29 ± 6.60*	1 218.77 ± 88.65	57.30 ± 8.06*	6.29 ± 1.01*
重度子痫前期组(n=30)	216.18 ± 13.36	76.09 ± 6.45*#	1 231.11 ± 79.15	53.98 ± 7.23*#	7.50 ± 1.02*#
F	1.098	32.591	0.491	9.454	35.083
P	0.338	<0.001	0.614	<0.001	<0.001

与妊娠高血压组比较, *P<0.05; 与子痫前期组比较, #P<0.05。

表 5 不同疾病严重程度 HDP 孕妇产前血流动力学参数比较($\bar{x} \pm s$)

组别	S/D	PI	RI
妊娠高血压组(n=30)	3.22 ± 0.11	1.09 ± 0.07	0.63 ± 0.05
子痫前期组(n=30)	3.25 ± 0.12	1.13 ± 0.07	0.64 ± 0.06
重度子痫前期组(n=30)	3.27 ± 0.11	1.26 ± 0.07*#	0.66 ± 0.06
F	1.174	53.211	1.068
P	0.314	<0.001	0.348

与妊娠高血压组比较, *P<0.05; 与子痫前期组比较, #P<0.05。

表 6 孕早期 SOD、GSH-PX、MDA、PI 对 HDP 的预测效能

检测指标	AUC	P	截断值	灵敏度/%	特异度/%	Youden 指数	95% CI
SOD	0.790	<0.001	87.36 U/mL	72.2	73.3	0.456	0.707 ~ 0.872
GSH-PX	0.676	0.004	64.97 U/L	68.9	63.3	0.322	0.572 ~ 0.780
MDA	0.694	0.001	4.84 $\mu\text{mol/L}$	71.1	63.3	0.344	0.586 ~ 0.802
PI	0.740	<0.001	1.13	71.1	73.3	0.444	0.633 ~ 0.848
四者联合	0.824	<0.001	—	81.1	76.7	0.578	0.738 ~ 0.910

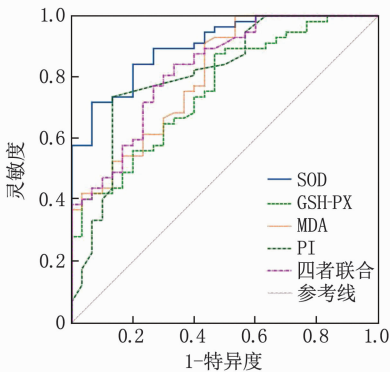


图 1 孕早期 SOD、GSH-PX、MDA、PI 单独及联合预测 HDP 的 ROC 曲线

3 讨论

HDP 是临床常见的一种妊娠期并发症,严重时会引起腹痛、昏迷、抽搐等症状,严重危害孕产妇和围产儿的身体健康^[10-11]。HDP 患者体内代谢异常,自由基水平上升,氧化与抗氧化系统失衡,过氧化物表达异常,进而导致氧化应激损伤^[12]。ROS 是氧化应激的主要原因之一,ROS 的产生与清除平衡被打破后可引起氧化应激。SOD 是机体抗氧化系统的第一道防线,其活性反映了机体清除 ROS 的能力。HO-1 在抗炎、抗凋

亡、抗增殖等方面发挥重要作用,其表达水平与 ROS 水平呈正相关。GSH-PX 能够清除 ROS 中的过氧化氢和脂质过氧化物,是抵抗氧化应激的主要指标。MDA 是促进氧化应激的主要指标,能反映脂质过氧化水平和细胞损伤程度。因此, SOD、HO-1、ROS、GSH-PX、MDA 指标的变化能够评估氧化应激程度^[5]。HDP 的基本病理表现包括全身小动脉痉挛和微血管狭窄、血管通透性增加、血浆渗出、血液浓缩,这些病理变化最终会引起血流阻力升高、血压升高、组织水肿和蛋白尿等症状^[13]。超声多普勒血流检测具有无创、无禁忌证、重复性高、收费低等优点,测得的血流动力学参数能够客观反映子宫动脉的血流状态^[14]。由于单一指标对 HDP 的预测效能有限,本研究将血清学指标与影像学指标相结合,以期提升对 HDP 的预测效能。

本研究结果显示,病例组孕妇血清 SOD、GSH-PX 水平低于对照组,MDA 水平、PI 高于对照组,差异有统计学意义($P < 0.05$);妊娠高血压组、子痫前期组、重度子痫前期组血清 SOD、GSH-PX 水平逐渐降低,MDA 水平、PI 逐渐升高,差异有统计学意义($P < 0.05$);ROC 曲线显示,孕

早期 SOD、GSH-PX、MDA、PI 四者联用对 HDP 具有较高的预测效能 (AUC 为 0.824, 灵敏度为 81.1%, 特异度为 76.7%)。分析原因: ① 胎盘血流灌注不足, 生成大量 ROS, 引起脂质过氧化反应, 抗氧化物质如 SOD、GSH-PX 被大量消耗, MDA 则表达升高。FUKASE M 等^[15]发现, 妊娠期间, 孕妇氧化应激水平显著上升, 且抗氧化能力随着孕龄的增加而降低。NEGRE-SALVAYRE A 等^[16]比较正常妊娠孕妇和子痫前期患者的胎盘组织样本发现, 子痫前期组 MDA 水平高于正常组, SOD、GSH-PX 水平低于正常组, 表明子痫前期存在明显氧化应激状态。赵巧棉等^[17]研究认为, HDP 患者存在较高的氧化应激水平, 且随着病情的进展, 氧化应激水平会进一步提高。② 孕期螺旋小动脉浸润能力降低, 子宫动脉血流阻力增加, 胎盘血流灌注减少, 导致子宫、胎盘血流的高抵抗现象, 进而引起 HDP 及其他相关并发症的发生。陈彩铅等^[18]研究发现, HDP 患者子宫动脉血流参数显著高于正常妊娠组, 且 HDP 患者不良妊娠发生率显著更高。LI M 等^[19]研究指出, PI 中位数倍数每增加 0.1, 先兆子痫的风险就会增加 13%, 而 RI 中位数倍数每增加 0.1, 先兆子痫的风险就会增加 22%。曾丽萍等^[20]对孕晚期子痫前期的研究结果也显示, 子宫动脉血流参数与氧化应激情况相关。

综上所述, HDP 患者孕早期即存在氧化应激指标和子宫动脉血流动力学参数改变, 且不同疾病严重程度患者之间存在差异, 孕早期联合检测 SOD、GSH-PX、MDA、PI 有助于 HDP 的辅助预测。

参考文献

- [1] 晁冰迪, 谢禄美, 漆洪波, 等. 从不同指南解析妊娠期高血压疾病的诊治筛防[J]. 实用妇产科杂志, 2022, 38(12): 906-908.
- [2] KHEDAGI A M, BELLO N A. Hypertensive disorders of pregnancy[J]. *Cardiol Clin*, 2021, 39(1): 77-90.
- [3] GAROVIC V D, DECHEND R, EASTERLING T, *et al*. Hypertension in pregnancy: diagnosis, blood pressure goals, and pharmacotherapy: a scientific statement from the American heart association[J]. *Hypertension*, 2022, 79(2): e21-e41.
- [4] JAGANJAC M, MILKOVIC L, ZARKOVIC N, *et al*. Oxidative stress and regeneration[J]. *Free Radic Biol Med*, 2022, 181: 154-165.
- [5] CHAINY G B N, SAHOO D K. Hormones and oxidative stress: an overview[J]. *Free Radic Res*, 2020, 54(1): 1-26.
- [6] 何海燕, 岳娟, 周麟, 等. 氧化应激指标与子宫内膜异位症的关系及对病情严重程度的评估价值研究[J]. 现代生物医学进展, 2022, 22(23): 4484-4488.
- [7] 王会凤. 子宫动脉血流超声血流参数变化对孕产妇妊娠结局的影响[J]. 中国妇幼保健, 2021, 36(2): 282-284.
- [8] 张婷, 李艳容, 欧阳玲, 等. 孕早期妊娠压力和稽留流产发生的相关性分析[J]. 中国妇幼保健, 2022, 37(16): 3024-3027.
- [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.
- [10] 钟文, 王璇, 漆洪波, 等. 妊娠期高血压疾病风险预测模型建立探讨[J]. 实用妇产科杂志, 2022, 38(3): 228-232.
- [11] JOO E H, KIM Y R, KIM N, *et al*. Effect of endogenic and exogenic oxidative stress triggers on adverse pregnancy outcomes: preeclampsia, fetal growth restriction, gestational diabetes mellitus and preterm birth[J]. *Int J Mol Sci*, 2021, 22(18): 10122.
- [12] 李茜, 雷利娜, 周新利. 妊娠期高血压患者子痫前期和胎盘血流灌注及子宫动脉血流间的关系[J]. 实用临床医学, 2022, 23(5): 26-29.
- [13] CHIARELLO D I, ABAD C, ROJAS D, *et al*. Oxidative stress: normal pregnancy versus preeclampsia[J]. *Biochim Biophys Acta Mol Basis Dis*, 2020, 1866(2): 165354.
- [14] 李转平, 党苗苗, 李萌萌. 彩色多普勒超声监测妊娠期高血压疾病患者子宫动脉血流动力学参数临床价值研究[J]. 陕西医学杂志, 2021, 50(9): 1098-1101, 1105.
- [15] FUKASE M, WATANABE N, YAMANOUCHI K, *et al*. The change of oxidative stress in maternal blood during pregnancy[J]. *Reprod Sci*, 2022, 29(9): 2580-2585.
- [16] NEGRE-SALVAYRE A, SWIADER A, SALVAYRE R, *et al*. Oxidative stress, lipid peroxidation and premature placental senescence in preeclampsia[J]. *Arch Biochem Biophys*, 2022, 730: 109416.
- [17] 赵巧棉, 刘洋, 孙淑红, 等. 高血压妊娠患者的氧化应激标志物与 δ -氨基乙酰丙酸脱水酶活性的相关性研究[J]. 标记免疫分析与临床, 2020, 27(3): 416-422.
- [18] 陈彩铅, 黄丽, 钟凤娇. 妊娠期高血压不同孕期子宫动脉、脐动脉血流动力学参数监测及其母婴结局分析[J]. 海南医学, 2022, 33(6): 747-750.
- [19] LI M, YUE C Y. Abnormal uterine artery Doppler ultrasound during gestational 21-23 weeks associated with pre-eclampsia[J]. *Int J Gynaecol Obstet*, 2023, 161(1): 264-270.
- [20] 曾丽萍, 谭琴, 何苑苑. 子宫动脉多普勒超声血流参数评估孕晚期子痫前期产妇产病情严重程度的价值[J]. 中国妇幼保健, 2018, 33(11): 2587-2590.

(本文编辑: 陆文娟 钱锋)