

DOI: 10.3969/j.issn.1005-8982.2025.22.016  
文章编号: 1005-8982 (2025) 22-0101-06

临床研究·论著

## 血清Ang2、uE3、PAPP-A对子痫前期患者胎盘早剥的预测价值\*

张雪峰<sup>1</sup>, 马晓英<sup>2</sup>

(1. 西北妇女儿童医院 妇产科重症监护室, 陕西 西安 710003; 2. 西安凤城医院 妇产科, 陕西 西安 710016)

**摘要:** **目的** 探讨血清血管生成素-2 (Ang2)、游离雌三醇 (uE3) 联合血清妊娠相关蛋白A (PAPP-A) 对子痫前期患者胎盘早剥的预测价值。**方法** 回顾性分析2021年12月—2023年6月西北妇女儿童医院收治的84例子痫前期孕妇作为研究组, 另取同期该院孕检结果正常的84例孕妇为对照组。根据子痫前期孕妇胎盘早剥情况分为早剥组 (23例) 和非早剥组 (61例)。检测各组血清Ang2、uE3、PAPP-A表达水平并比较患者临床资料, 通过多因素一般Logistic回归模型分析影响子痫前期患者发生胎盘早剥的影响因素, 并通过受试者工作特征 (ROC) 曲线评估Ang2、uE3、PAPP-A及其联合预测子痫前期患者发生胎盘早剥的价值。**结果** 研究组收缩压 (SBP)、舒张压 (DBP)、尿酸、白蛋白、和PAPP-A水平均高于对照组 ( $P < 0.05$ ), Ang2、uE3水平均低于对照组 ( $P < 0.05$ )。早剥组SBP、尿酸、PAPP-A水平均高于对照组 ( $P < 0.05$ ), Ang2、uE3水平均低于对照组 ( $P < 0.05$ )。多因素一般Logistic回归分析结果显示: SBP升高 [ $\hat{OR}=1.232$  (95% CI: 1.165, 1.302)], 尿酸升高 [ $\hat{OR}=1.010$  (95% CI: 1.006, 1.014)], Ang2降低 [ $\hat{OR}=0.593$  (95% CI: 0.423, 0.830)], uE3降低 [ $\hat{OR}=0.001$  (95% CI: 0.000, 0.006)] 和PAPP-A升高 [ $\hat{OR}=0.998$  (95% CI: 0.996, 1.000)] 均是子痫前期患者发生胎盘早剥的危险因素 ( $P < 0.05$ )。ROC曲线结果显示, Ang2、uE3、PAPP-A单独预测子痫前期孕妇发生胎盘早剥的敏感性分别为82.6%、82.6%、73.9%, 特异性分别为59.0%、93.4%、78.7%, 曲线下面积 (AUC) 分别为0.730、0.893、0.768, 3者联合检测的敏感性、特异性、AUC分别为91.3%、91.8%、0.919。**结论** 子痫前期合并胎盘早剥患者血清Ang2、uE3水平异常低表达, PAPP-A水平异常高表达, 3者联合预测胎盘早剥的效能较高, 有一定临床应用价值。

**关键词:** 子痫前期; 胎盘早剥; 血管生成素-2; 游离雌三醇; 血清妊娠相关蛋白A

**中图分类号:** R714.24

**文献标识码:** A

## Predictive value of serum Ang2, uE3, and PAPP-A for placental abruption in patients with preeclampsia\*

Zhang Xue-feng<sup>1</sup>, Ma Xiao-ying<sup>2</sup>

(1. Department of Obstetrics and Gynecology Intensive Care Unit, Northwest Women's and Children's Hospital, Xi'an, Shaanxi 710003, China; 2. Department of Obstetrics and Gynecology, Xi'an Fengcheng Hospital, Xi'an, Shaanxi 710016, China)

**Abstract:** **Objective** To explore the predictive value of serum angiopoietin-2 (Ang2), unconjugated estriol (uE3), and pregnancy-associated plasma protein-A (PAPP-A) for placental abruption in patients with preeclampsia. **Methods** A retrospective study was conducted on 84 pregnant women with preeclampsia treated in the Northwest

收稿日期: 2025-05-20

\* 基金项目: 陕西省自然科学基金基础研究计划项目 (No: 2022JM-506)

[通信作者] 马晓英, E-mail: 18392409540@163.com; Tel: 18392409540

Women's and Children's Hospital from December 2021 to June 2023. Additionally, 84 pregnant women with normal prenatal examination results were selected as the control group. Those with preeclampsia were further divided into the placental abruption group (23 cases) and the non-abruption group (61 cases). Serum levels of Ang2, uE3, and PAPP-A were measured, and these indicators and clinical characteristics of patients were compared among the groups. Multivariable logistic regression was used to analyze factors influencing placental abruption in patients with preeclampsia, and the diagnostic value of Ang2, uE3, PAPP-A and their combination for placental abruption was assessed using receiver operating characteristic (ROC) curves. **Results** SBP, DBP, and levels of uric acid, albumin, and PAPP-A were significantly higher in the study group compared to the control group ( $P < 0.05$ ), whereas Ang2 and uE3 levels were significantly lower in the study group ( $P < 0.05$ ). The placental abruption group had higher SBP and levels of uric acid and PAPP-A, but lower levels of Ang2 and uE3, compared to the non-abruption group ( $P < 0.05$ ). The multivariable logistic regression analysis demonstrated that elevated SBP [ $\hat{OR} = 1.232$  (95% CI: 1.165, 1.302)], increased levels of uric acid [ $\hat{OR} = 1.010$  (95% CI: 1.006, 1.014)], decreased levels of Ang2 [ $\hat{OR} = 0.593$  (95% CI: 0.423, 0.830)], decreased levels of uE3 [ $\hat{OR} = 0.001$  (95% CI: 0.000, 0.006)], and increased levels of PAPP-A [ $\hat{OR} = 0.998$  (95% CI: 0.996, 1.000)] were all independent risk factors associated with the occurrence of placental abruption in patients with preeclampsia ( $P < 0.05$ ). ROC curve analysis showed that the sensitivities of Ang2, uE3, and PAPP-A for predicting placental abruption in patients with preeclampsia were 82.6%, 82.6%, and 73.9%, with the specificities being 59.0%, 93.4%, and 78.7%, and areas under the curves (AUCs) being 0.730, 0.893, and 0.768. The combination of these indicators yielded a sensitivity of 91.3%, with a specificity of 91.8%, and an AUC of 0.919. **Conclusion** Patients with preeclampsia complicated by placental abruption exhibit abnormally low serum levels of Ang2 and uE3, and abnormally high levels of PAPP-A. The combination of these markers demonstrates high predictive efficacy for placental abruption and holds significant clinical utility.

**Keywords:** preeclampsia; placental abruption; angiopoietin-2; unconjugated estriol; pregnancy-associated plasma protein-A

子痫前期是妊娠期常见的并发症之一, 表现为妊娠 20 周后持续的高血压和蛋白尿, 伴有水肿、头痛、视觉模糊等症状, 严重者甚至可能发展为子痫或 HELLP 综合征, 对母婴健康构成严重威胁<sup>[1-2]</sup>。胎盘早剥是指胎盘在分娩前从子宫壁上异常剥离, 导致母体大出血和胎儿窘迫的一种急危妊娠并发症<sup>[3]</sup>。相关研究表明, 子痫前期的发生增加了胎盘早剥的风险, 二者共同影响母婴预后<sup>[4-5]</sup>。因此, 对子痫前期患者进行胎盘早剥的早期诊断有助于采取及时的干预措施, 降低母婴并发症的风险。血管生成素-2 (Angiopoietin-2, Ang2) 是一种重要的血管生成和血管重塑调节因子, 其水平异常反映了血管生成和血管重塑过程的紊乱<sup>[6]</sup>。游离雌三醇 (unconjugated estriol, uE3) 是雌激素的一种形式, 其在妊娠期间由胎盘和胎儿共同产生, 通常被用来评估胎儿的健康状况<sup>[7]</sup>。血清妊娠相关蛋白-A (pregnancy-associated plasma protein-A, APAPP-A) 是一种与胎盘发育相关的蛋白酶, 通过降解胎盘中的一些抑制因子, 促进胎盘细胞的增殖和迁移, 从而有助于胎盘的正常形成和功能维持<sup>[8]</sup>。基于 Ang2、uE3、PAPP-A 的表达变化在子

痫前期患者诊断中的重要意义, 本研究探讨这 3 种指标对子痫前期患者胎盘早剥的预测价值。

## 1 资料与方法

### 1.1 研究对象

回顾性分析 2021 年 12 月—2023 年 6 月西北妇女儿童医院收治的 84 例子痫前期孕妇作为研究组, 根据胎盘早剥情况分为早剥组 (16 例) 和非早剥组 (68 例)。纳入标准: ①符合《妊娠期高血压疾病诊治指南 (2020)》<sup>[9]</sup> 中子痫前期的诊断标准; ②早剥组符合《胎盘早剥的临床诊断与处理规范 (第 1 版)》<sup>[10]</sup> 中胎盘早剥的诊断标准; ③临床资料完整; ④单胎妊娠。排除标准: ①遗传性或慢性胎盘异常; ②有药物、酒精或物质滥用史; ③慢性高血压或其他慢性疾病; ④子痫前期的 HELLP 综合征、肾功能衰竭等严重并发症; ⑤妊娠前存在精神疾病或接受精神药物治疗。另取本院同期孕检结果正常的 84 例孕妇为对照组。本研究经医院医学伦理委员会审批通过 (No: 23-053)。

### 1.2 研究方法

**1.2.1 一般资料** 根据患者入院问卷调查表和病

历收集患者年龄、孕前体质量指数(body mass index, BMI)、孕周、分娩史、流产史、孕检史、收缩压(systolic blood pressure, SBP)、舒张压(diastolic blood pressure, DBP)、血红蛋白(Hemoglobin, Hb)、凝血酶原时间(prothrombin time, PT)、血细胞比容(Hematocrit, HCT)、白蛋白等相关资料。

**1.2.2 检查方法** 患者入院 48 h 内(对照组于检查当日),清晨采集空腹外周静脉血 10 mL,室温静置 30 min, 2 000 r/min 离心 15 min, 离心半径 10 cm, 取上清液,采用酶联免疫吸附试验测定 Ang2、uE3 和 PAPP-A 水平。试剂盒均由上海酶联生物科技有限公司提供。

### 1.3 统计学方法

数据分析采用 SPSS 26.0 统计软件。计量资料以均数 $\pm$ 标准差( $\bar{x}\pm s$ )表示,比较用  $t$  检验;计

数资料以构成比或(%)表示,比较用 $\chi^2$ 检验。影响因素的分析用多因素一般 Logistic 回归模型;绘制受试者工作特征(receiver operating characteristic, ROC)曲线。 $P<0.05$ 为差异有统计学意义。

## 2 结果

### 2.1 研究组和对照组临床资料比较

研究组与对照组 SBP、DBP、尿酸、白蛋白、Ang2、uE3 和 PAPP-A 水平比较,经  $t$  检验,差异均有统计学意义( $P<0.05$ );研究组 SBP、DBP、尿酸、白蛋白、和 PAPP-A 水平均高于对照组,Ang2、uE3 水平均低于对照组。研究组与对照组年龄、孕前 BMI、孕周、孕次、流产史、孕检史、Hb、PT 和 HCT 水平比较,经  $t/\chi^2$  检验,差异均无统计学意义( $P>0.05$ )。见表 1。

表 1 研究组与对照组临床资料比较 ( $n=84$ )

组别	年龄/(岁, $\bar{x}\pm s$ )	孕前 BMI/(kg/m <sup>2</sup> , $\bar{x}\pm s$ )	孕周 ( $\bar{x}\pm s$ )	孕次 ( $\bar{x}\pm s$ )	流产史 例(%)		孕检史 例(%)		SBP/(mmHg, $\bar{x}\pm s$ )
					有	无	规律	不规律	
研究组	28.52 $\pm$ 4.18	22.11 $\pm$ 1.64	30.36 $\pm$ 1.85	1.84 $\pm$ 0.42	18(21.43)	66(78.57)	47(55.95)	37(44.05)	158.62 $\pm$ 13.25
对照组	28.85 $\pm$ 4.54	21.84 $\pm$ 1.97	30.14 $\pm$ 1.57	1.76 $\pm$ 0.51	14(16.67)	70(83.33)	50(59.52)	34(40.48)	121.75 $\pm$ 13.56
$t/\chi^2$ 值	0.625	0.973	0.831	0.269	0.618		0.219		17.824
$P$ 值	0.330	0.332	0.407	0.080	0.432		0.639		0.000

组别	DBP/(mmHg, $\bar{x}\pm s$ )	Hb/(g/L, $\bar{x}\pm s$ )	PT/(s, $\bar{x}\pm s$ )	HCT/(%, $\bar{x}\pm s$ )	尿酸/( $\mu$ mol/L, $\bar{x}\pm s$ )	白蛋白/(g/L, $\bar{x}\pm s$ )	Ang2/(ng/mL, $\bar{x}\pm s$ )	uE3/( $\mu$ g/L, $\bar{x}\pm s$ )	PAPP-A/( $\mu$ g/ mL, $\bar{x}\pm s$ )
研究组	99.31 $\pm$ 6.42	110.15 $\pm$ 17.38	11.12 $\pm$ 2.43	0.34 $\pm$ 0.12	424.57 $\pm$ 123.22	22.85 $\pm$ 4.29	6.35 $\pm$ 1.55	4.81 $\pm$ 0.32	854.15 $\pm$ 196.78
对照组	87.74 $\pm$ 7.22	109.76 $\pm$ 14.68	11.27 $\pm$ 2.74	0.35 $\pm$ 0.10	207.64 $\pm$ 107.12	18.56 $\pm$ 4.15	17.35 $\pm$ 4.84	8.62 $\pm$ 0.87	580.36 $\pm$ 149.62
$t/\chi^2$ 值	10.976	0.157	0.375	0.586	12.177	6.587	19.838	37.670	10.151
$P$ 值	0.000	0.875	0.708	0.558	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

### 2.2 早剥组与非早剥组临床资料比较

早剥组与非早剥组 SBP、尿酸、Ang2、uE3、PAPP-A 水平比较,经  $t$  检验,差异均有统计学意义( $P<0.05$ );早剥组 SBP、尿酸、PAPP-A 水平均高于对照组,Ang2、uE3、水平均低于对照组。早剥组与非早剥组年龄、孕前 BMI、孕周、孕次、DBP、白蛋白水平比较,经  $t$  检验,差异均无统计学意义( $P>0.05$ )。见表 2。

### 2.3 子痫前期患者胎盘早剥的多因素一般 Logistic 回归分析

以子痫前期患者是否发生胎盘早剥(否=0,是=1)为因变量,SBP、尿酸、Ang2、uE3 和 PAPP-A 为自变量(均为实测值),进行多因素一

般 Logistic 回归分析。结果显示:SBP 升高[ $\hat{OR}=1.232$  (95% CI: 1.165, 1.302)],尿酸升高[ $\hat{OR}=1.010$  (95% CI: 1.006, 1.014)],Ang2 降低[ $\hat{OR}=0.593$  (95% CI: 0.423, 0.830)],uE3 降低[ $\hat{OR}=0.001$  (95% CI: 0.000, 0.006)]和 PAPP-A 升高[ $\hat{OR}=0.998$  (95% CI: 0.996, 1.000)]均是子痫前期患者发生胎盘早剥的危险因素( $P<0.05$ )。见表 3。

### 2.4 血清 Ang2、uE3 和 PAPP-A 对子痫前期患者胎盘早剥的预测价值

ROC 曲线分析,Ang2、uE3、PAPP-A 单独预测子痫前期孕妇发生胎盘早剥的敏感性分别为 82.6%、82.6%、73.9%,特异性分别为 59.0%、93.4%、78.7%,曲线下面积(area under the curve, AUC)为

表 2 早剥组与非早剥组临床资料比较 ( $\bar{x} \pm s$ )

组别	<i>n</i>	年龄/岁	孕前 BMI/(kg/m <sup>2</sup> )	孕周	孕次	SBP/mmHg
早剥组	16	28.71 ± 5.23	22.27 ± 1.68	30.16 ± 1.81	1.86 ± 0.45	160.52 ± 11.25
非早剥组	68	28.13 ± 4.95	22.06 ± 1.89	30.37 ± 1.95	1.80 ± 0.47	155.64 ± 12.31
<i>t</i> 值		0.738	0.761	0.723	0.845	2.682
<i>P</i> 值		0.461	0.448	0.470	0.399	0.008

组别	DBP/(mmHg)	尿酸/(μmol/L)	白蛋白/(g/L)	Ang2/(ng/mL)	uE3/(μg/L)	PAPP-A/(μg/mL)
早剥组	100.81 ± 5.96	457.48 ± 137.65	23.15 ± 4.32	5.47 ± 1.21	4.25 ± 0.23	925.39 ± 214.62
非早剥组	99.06 ± 6.67	410.54 ± 102.92	22.77 ± 4.51	6.72 ± 1.63	5.16 ± 0.27	748.57 ± 178.42
<i>t</i> 值	1.793	2.503	0.558	5.645	23.515	10.150
<i>P</i> 值	0.075	0.013	0.578	0.000	0.000	0.000

表 3 子痫前期患者胎盘早剥的多因素一般 Logistic 回归分析参数

自变量	<i>b</i>	<i>S<sub>b</sub></i>	Wald $\chi^2$ 值	<i>P</i> 值	$\hat{OR}$ 值	95% CI	
						下限	上限
SBP	0.208	0.028	54.346	0.000	1.232	1.165	1.302
尿酸	0.010	0.002	22.089	0.000	1.010	1.006	1.014
Ang2	-0.523	0.172	9.255	0.002	0.593	0.423	0.830
uE3	-7.119	0.997	51.036	0.000	0.001	0.000	0.006
PAPP-A	0.002	0.001	3.971	0.046	0.998	0.996	1.000

0.730、0.893、0.768,3 者联合检测的敏感性、特异性、AUC 分别为 91.3%、91.8%、0.919。见表 4 和见图 1。

表 4 血清 Ang2、uE3、PAPP-A 及其联合预测子痫前期患者胎盘早剥的效能

指标	截断值	AUC	95% CI		敏感性/%	95% CI		特异性/%	95% CI	
			下限	上限		下限	上限		下限	上限
Ang2	6.345 ng/mL	0.730	0.618	0.842	82.6	0.612	0.950	59.0	0.457	0.714
uE3	4.580 μg/L	0.893	0.808	0.979	82.6	0.612	0.950	93.4	0.841	0.982
PAPP-A	794.000 μg/L	0.768	0.655	0.880	73.9	0.516	0.898	78.7	0.663	0.881
3 者联合		0.919	0.846	0.992	91.3	0.720	0.989	91.8	0.819	0.973

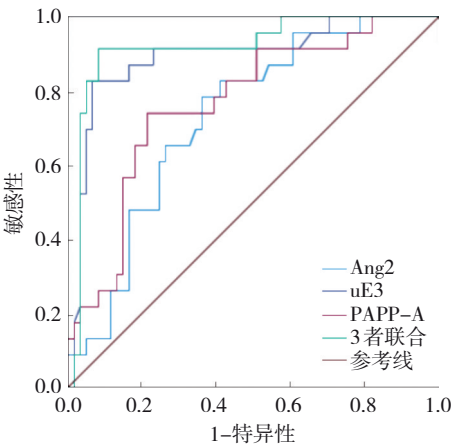


图 1 血清 Ang2、uE3、PAPP-A 及其联合预测子痫前期患者胎盘早剥的 ROC 曲线

3 讨论

子痫前期是妊娠期常见的并发症，影响着全球范围内 2%~8% 的孕妇<sup>[11]</sup>。与正常孕妇相比，子痫前期孕妇发生胎盘早剥的概率增加了 1.73 倍<sup>[12]</sup>。子痫前期引起的血管病变导致血管内皮细胞的损伤和功能障碍，血管出现收缩和扩张失衡，继而影响胎盘的血液供应<sup>[13]</sup>。胎盘组织由于缺血而变得脆弱，容易发生剥离，即胎盘早剥。患者体内的炎症反应、凝血机制紊乱和内皮细胞功能障碍也可能是胎盘早剥的重要病理生理基础<sup>[14-16]</sup>。早期识别胎盘早剥对于降低孕妇和胎儿的风险至关重要，



然而目前尚缺乏准确和客观的指标来预测其发生。这一问题的复杂性在于胎盘早剥的病理机制涉及多种因素,且其临床表现往往突然且迅速恶化。鉴于子痫前期是胎盘早剥的重要危险因素,寻找与子痫前期密切相关的血液学指标,以评估病情和预后,成为当前研究的重点。

Ang2 是一种关键的血管生成和血管重塑调节因子,主要参与调节血管的生长、成熟和功能,通过影响内皮细胞的迁移、增殖和分化,调控血管的形成和重塑<sup>[17]</sup>。UMAPATHY 等<sup>[18]</sup>认为胎盘血管网络的发育依赖于血管生成因子的调节,这些因素的失衡会导致胎盘血管发育异常。在子痫前期的病理状态下,血管生成和重塑过程受到干扰,血管内皮细胞功能出现紊乱,表现为血管通透性增加、血管张力异常和微血管损伤<sup>[19-20]</sup>。本研究观察到子痫前期患者血清 Ang2 水平低于健康孕妇,且在并发胎盘早剥的患者中,Ang2 水平进一步降低。这一发现提示 Ang2 水平的降低可能与子痫前期的血管病变和胎盘功能障碍有关。uE3 在妊娠中扮演着多重重要角色,包括参与调节母体的内分泌平衡、影响胎盘的功能和发育,以及促进胎儿的生长和发育<sup>[21-22]</sup>。胎儿生长受限或某些胎儿发育异常状况可能会导致 uE3 水平降低,此时监测 uE3 水平有助于识别胎儿生长不良或其他潜在的胎儿问题<sup>[23]</sup>。本研究观察到子痫前期患者血清 uE3 水平低于健康孕妇,尤其是在并发胎盘早剥的患者中,uE3 水平更低。这一发现提示 uE3 水平降低可能与子痫前期患者胎盘功能障碍和胎儿生长受限有关。子痫前期可能导致胎盘血流减少、胎盘缺血和胎盘功能不全,从而影响 uE3 的产生和分泌。PAPP-A 是一种与胎盘发育密切相关的蛋白酶,参与胎盘组织的建立和扩张,以及胎盘细胞嵌入子宫内形成有效母胎交换界面的关键过程<sup>[24]</sup>。PAPP-A 还可能参与调节胎盘血管的形成和维护,进一步影响胎盘的血液供应和功能<sup>[25]</sup>。本研究观察到子痫前期患者血清 PAPP-A 水平高于健康孕妇,并且在并发胎盘早剥的患者中 PAPP-A 水平进一步升高。这一发现表明 PAPP-A 水平升高可能反映胎盘应激状态和胎儿生长受限的风险。

多因素一般 Logistic 回归分析结果表明,SBP 升高、尿酸升高、Ang2 降低、uE3 降低、PAPP-A

升高是子痫前期患者发生胎盘早剥的危险因素。SBP 升高是子痫前期的主要临床表现之一,反映孕妇血压调节异常<sup>[26]</sup>。尿酸水平升高通常与肾脏功能障碍和体内的氧化应激状态有关,其水平升高可能预示着胎盘缺血和胎儿宫内生长受限<sup>[27]</sup>。Ang2 水平降低反映胎盘血管生成和重塑过程异常,可能导致滋养细胞分化和增殖受限、胎盘血管发育不良和血管痉挛,最终增加胎盘早剥的风险<sup>[28]</sup>。uE3 水平降低可能指示胎盘滋养层合成和分泌功能减退,导致胎儿胎盘单位氧合不足和营养供应不足,与胎盘早剥及胎儿宫内生长受限的风险增加密切相关<sup>[29]</sup>。PAPP-A 水平升高可能是对胎盘应激状态的反应,提示胎盘细胞在应对血管和代谢异常时的生物学改变,从而增加胎盘早剥的风险。将 Ang2、uE3 和 PAPP-A 联合使用时,其预测子痫前期患者胎盘早剥的 AUC 为 0.919。这表明这些指标的联合检测能够提供更全面和准确的风险评估,有助于临床医生及时识别高风险患者,从而进行早期干预和适当的治疗。因此,这些生物标志物的综合分析对于改进子痫前期患者胎盘早剥的早期诊断和管理具有重要意义。

综上所述,血清 Ang2、uE3 和 PAPP-A 的联合分析有助于早期识别和干预子痫前期患者并发胎盘早剥,改善孕期管理和提高母婴预后,为临床决策提供更全面的依据。

#### 参 考 文 献:

- [1] 税丽萍,何国琳.子痫前期命名与诊断的演变[J].现代妇产科进展,2023,32(2):152-154.
- [2] 李晶,范卓然,张俊农,等.早产型子痫前期及慢性高血压并发子痫前期患者的临床特征及 TyG 指数对比研究[J].天津医药,2023,51(2):190-193.
- [3] 徐元元,许健,施卫平,等.子痫前期孕妇胎盘血流灌注指标预测胎盘早剥的价值及血流灌注指标与胎盘病理评分的相关性[J].中国现代医学杂志,2023,33(3):76-82.
- [4] BĄCZKOWSKA M, KOSIŃSKA-KACZYŃSKA K, ZGLICZYŃSKA M, et al. Epidemiology, risk factors, and perinatal outcomes of placental abruption-detailed annual data and clinical perspectives from polish tertiary center[J]. Int J Environ Res Public Health, 2022, 19(9): 5148.
- [5] 肖燕璇,张立力,黎嘉琪,等.单胎子痫前期孕妇产前体质指数与母婴结局关系探讨[J].实用医学杂志,2023,39(18):2357-2361.
- [6] TRAN V, WECKMAN A M, CROWLEY V M, et al. The angiopoietin-Tie2 axis contributes to placental vascular disruption

- and adverse birth outcomes in malaria in pregnancy[J]. *EBioMedicine*, 2021, 73: 103683.
- [7] GUIBOURDENCHE J, LEGUY M C, PIDOUX G, et al. Biochemical screening for fetal trisomy 21: pathophysiology of maternal serum markers and involvement of the placenta[J]. *Int J Mol Sci*, 2023, 24(8): 7669.
- [8] HANCHARD T J, de VRIES B S, QUINTON A E, et al. Ultrasound features prior to 11 weeks' gestation and first-trimester maternal factors in prediction of hypertensive disorders of pregnancy[J]. *Ultrasound Obstet Gynecol*, 2020, 55(5): 629-636.
- [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] 中华医学会妇产科学分会产科学组. 胎盘早剥的临床诊断与处理规范(第1版)[J]. *中华妇产科杂志*, 2012, 47(12): 957-958.
- [11] 余忆, 王诚洁. 子痫前期危险因素在不同亚型中的特点[J]. *复旦学报(医学版)*, 2021, 48(1): 116-122.
- [12] WORKALEMAHU T, ENQUOBAHRIE D A, GELAYE B, et al. Abruptio placentae risk and genetic variations in mitochondrial biogenesis and oxidative phosphorylation: replication of a candidate gene association study[J]. *Am J Obstet Gynecol*, 2018, 219(6): 617.e1-e17.
- [13] 吴淑芬, 杨舒萍, 沈浩霖, 等. 早孕期全胎盘血管指数对高风险孕妇发生子痫前期的预测价值[J]. *中国超声医学杂志*, 2023, 39(1): 53-55.
- [14] 李振花, 王永红. 多种炎症因子及通路于子痫前期相关性研究进展[J]. *中国计划生育和妇产科*, 2023, 15(3): 47-50.
- [15] 孟荔, 史爱武, 黄敏, 等. 产科获得性凝血功能障碍临床特征[J]. *中国医刊*, 2022, 57(5): 558-560.
- [16] 赵娜, 韩宁, 陈莹莹, 等. 母体静脉血及胎儿脐血血管生成素-2、缺氧诱导因子1 $\alpha$ 水平与胎儿生长受限的关系[J]. *中国卫生检验杂志*, 2023, 33(3): 338-340.
- [17] 王茹, 钟桂兰, 王小花, 等. 血管生成素样蛋白4在子痫前期患者中的表达及其对低氧条件下血管内皮细胞功能的影响[J]. *中国性科学*, 2023, 32(6): 61-65.
- [18] UMAPATHY A, CHAMLEY L W, JAMES J L. Reconciling the distinct roles of angiogenic/anti-angiogenic factors in the placenta and maternal circulation of normal and pathological pregnancies[J]. *Angiogenesis*, 2020, 23(2): 105-117.
- [19] 詹晓静, 李博雅. 妊娠合并血栓性微血管病的诊治进展[J]. *中国计划生育和妇产科*, 2022, 14(7): 27-30.
- [20] AKWII R G, SAJIB M S, ZAHRA F T, et al. Role of angiopoietin-2 in vascular physiology and pathophysiology[J]. *Cells*, 2019, 8(5): 471.
- [21] 杨昕宇, 叶茜, 郭江. 超声测定脐动脉PI、RI、S/D联合血清HIF-1 $\alpha$ 、FE3对胎儿宫内窘迫的诊断价值及与患儿病情严重程度关联性的相关性[J]. *河北医科大学学报*, 2021, 24(12): 1437-1441.
- [22] MENG Y, THORNBURG L L, HOEGER K M, et al. Association between sex steroid hormones and subsequent hyperglycemia during pregnancy[J]. *Front Endocrinol (Lausanne)*, 2023, 14: 1213402.
- [23] 吴青京, 陈昌钊, 符俊娟, 等. 孕中期子宫动脉超声联合性激素检测预测晚发型胎儿宫内生长受限[J]. *中国计划生育学杂志*, 2022, 30(8): 1893-1896.
- [24] PASTEFANOU I, WRIGHT D, LOLOS M, et al. Competing-risks model for prediction of small-for-gestational-age neonate from maternal characteristics, serum pregnancy-associated plasma protein-A and placental growth factor at 11-13 weeks' gestation[J]. *Ultrasound Obstet Gynecol*, 2021, 57(3): 392-400.
- [25] CHEN X, CHEN K Y, FENG Y, et al. The potential role of pregnancy-associated plasma protein-A2 in angiogenesis and development of preeclampsia[J]. *Hypertens Res*, 2019, 42(7): 970-980.
- [26] 何刘媛. 妊娠期高血压疾病孕妇生化指标及母儿并发症研究: 评《妊娠期高血压疾病》[J]. *科技管理研究*, 2023, 43(10): 后插5.
- [27] 李聪, 陈茜松. 子痫前期孕妇血清尿酸、NGAL和KIM-1水平的改变及分娩后的变化趋势[J]. *国际检验医学杂志*, 2022, 43(13): 1567-1571.
- [28] 李兰花, 杜秀萍, 杨姗姗, 等. 血清Fibulin-3与Ang2水平预测重度子痫前期患者胎盘早剥价值[J]. *中国计划生育学杂志*, 2023, 31(2): 438-442.
- [29] 王春霞, 张军峰, 罗爱琴, 等. 血清胎盘生长因子及游离雌三醇联合超声检测在胎盘早剥中的诊断效能[J]. *中国超声医学杂志*, 2022, 38(1): 102-106.
- (童颖丹 编辑)
- 本文引用格式: 张雪峰, 马晓英. 血清Ang2、uE3、PAPP-A对子痫前期患者胎盘早剥的预测价值[J]. *中国现代医学杂志*, 2025, 35(22): 101-106.
- Cite this article as: ZHANG X F, MA X Y. Predictive value of serum Ang2, uE3, and PAPP-A for placental abruption in patients with preeclampsia[J]. *China Journal of Modern Medicine*, 2025, 35(22): 101-106.