

## • 临床研究 •

## 子痫前期患者血清电解质表达水平与血压关系的临床研究\*

曹卫平<sup>1</sup>, 尹玉君<sup>2</sup>, 倪霞<sup>1</sup>, 朱桃红<sup>3</sup>, 何士敏<sup>1</sup>, 谢冰<sup>1△</sup>

(1. 镇江市妇幼保健院产科, 江苏 镇江 212001; 2. 镇江市丹徒区人民医院妇产科, 江苏 镇江 212000; 3. 镇江市妇幼保健院中心实验室, 江苏 镇江 212001)

**[摘要]** 目的 探讨子痫前期(PE)患者血清电解质表达水平与血压升高的关系。方法 回顾性分析 2013 年 1 月 1 日至 2018 年 12 月 30 日在江苏省镇江市妇幼保健院产检并住院分娩的 PE 患者(PE 组)313 例 [其中轻度 193 例(轻度 PE 组), 重度 120 例(重度 PE 组)], 以及同期 80 例正常妊娠妇女(正常妊娠组)的临床资料, 采集各组研究对象一般资料, 包括年龄、孕周、收缩压(SBP)、舒张压(DBP)、平均动脉压等。记录 PE 患者血清电解质钾离子( $K^+$ )、钠离子( $Na^+$ )、镁离子( $Mg^{2+}$ )、钙离子( $Ca^{2+}$ )表达水平, 并分析其与血压升高的相关性。运用 logistic 回归模型分析电解质表达水平与 PE 的关联性。结果 与正常妊娠组比较, PE 组患者 SBP、DBP、平均动脉压均明显升高, 差异均有统计学意义( $P < 0.05$ ); PE 组患者血清  $Ca^{2+}$ 、 $Mg^{2+}$ 、 $K^+$  表达水平均明显低于正常妊娠组, 重度 PE 组患者  $Ca^{2+}$ 、 $Mg^{2+}$ 、 $K^+$  表达水平均明显低于轻度 PE 组,  $Na^+$  表达水平明显高于正常妊娠组, 且重度 PE 组患者  $Na^+$  表达水平明显高于轻度 PE 组, 差异均有统计学意义( $P < 0.05$ ); PE 组患者血清  $Na^+$  表达水平与平均动脉压呈明显正相关( $r = 0.68$ ), 血清  $Ca^{2+}$ 、 $Mg^{2+}$ 、 $K^+$  表达水平与平均动脉压均呈明显负相关( $r = -0.69$ 、 $-0.43$ 、 $-0.32$ ,  $P < 0.05$ )。  $Na^+$  表达水平较高及  $Ca^{2+}$ 、 $Mg^{2+}$ 、 $K^+$  表达水平较低是 PE 的危险因素。结论 PE 患者血清  $Ca^{2+}$ 、 $Mg^{2+}$ 、 $K^+$  表达水平明显降低,  $Na^+$  表达水平明显升高, 与血压升高显著相关, 与 PE 的发生存在一定关联, 提示电解质的检测对 PE 的防控具有一定的临床价值。

**[关键词]** 子痫前期; 电解质; 血压; Logistic 模型

DOI:10.3969/j.issn.1009-5519.2026.03.024 中图法分类号:R714.24+4

文章编号:1009-5519(2026)03-0604-05

文献标识码:A

**Clinical study on the relationship between serum electrolyte expression levels and blood pressure in patients with preeclampsia\***CAO Weiping<sup>1</sup>, YIN Yujun<sup>2</sup>, NI Xia<sup>1</sup>, ZHU Taohong<sup>3</sup>, HE Shimin<sup>1</sup>, XIE Bing<sup>1△</sup>(1. *Departments of Obstetrics, Zhenjiang Municipal Maternal and Child Health Care Hospital, Zhenjiang, Jiangsu 212001, China*; 2. *Department of Obstetrics and Gynecology, People's Hospital of Dantu District, Zhenjiang, Jiangsu 212000, China*; 3. *Central Laboratory, Zhenjiang Maternal and Child Health Hospital, Zhenjiang, Jiangsu 212001, China*)

**[Abstract]** **Objective** To investigate the clinical relationship between serum electrolyte parameters and elevated blood pressure in patients with preeclampsia(PE). **Methods** A retrospective analysis was conducted on 313 PE patients(PE group) who underwent prenatal examinations and were hospitalized for delivery at Zhenjiang Maternal and Child Health Hospital in Jiangsu Province from January 1, 2013 to December 30, 2018. This included 193 mild cases (mild PE group) and 120 severe cases(severe PE group), along with clinical data from 80 normal pregnant women (normal pregnancy group) during the same period. General data such as age, gestational weeks, systolic blood pressure (SBP), diastolic blood pressure (DBP), and mean arterial pressure were collected for all subjects. Serum electrolyte levels of potassium ( $K^+$ ), sodium ( $Na^+$ ), magnesium ( $Mg^{2+}$ ), and calcium ( $Ca^{2+}$ ) in PE patients were recorded, and their correlation with elevated blood pressure was analyzed. A logistic regression model was used to examine the association between electrolyte expression levels and PE. **Results** Compared with normal pregnant group, the PE group showed significantly

\* 基金项目:江苏省镇江市社会发展项目(SH2023093);江苏省镇江市妇产疾病临床医学研究中心开放性课题(SS2022003-KFB03)。

作者简介:曹卫平(1965—), 硕士研究生, 主任护师, 主要从事妊娠危重症预防研究。△ 通信作者, E-mail: xiebing8411@126.com。

网络首发 [https://link.cnki.net/urlid/50.1129.R.20260104.1619.028\(2026-01-05\)](https://link.cnki.net/urlid/50.1129.R.20260104.1619.028(2026-01-05))

elevated SBP, DBP, and mean arterial pressure, with statistically significant differences ( $P < 0.05$ ). The serum levels of  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ , and  $\text{K}^{+}$  in the PE group were significantly lower than those in the normal pregnancy group. In the severe PE group, the levels of  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ , and  $\text{K}^{+}$  were significantly lower than those in the mild PE group, while the  $\text{Na}^{+}$  level was significantly higher than that in the normal pregnancy group. Additionally, the  $\text{Na}^{+}$  level in the severe PE group was significantly higher than that in the mild PE group, with statistically significant differences ( $P < 0.05$ ). The serum  $\text{Na}^{+}$  level in the PE group showed a significant positive correlation with mean arterial pressure ( $r = 0.68$ ), whereas the levels of  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ , and  $\text{K}^{+}$  exhibited significant negative correlations with mean arterial pressure ( $r = -0.69, -0.43, -0.32, P < 0.05$ ). Higher  $\text{Na}^{+}$  levels and lower  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ , and  $\text{K}^{+}$  levels were identified as risk factors for PE. **Conclusion** The serum levels of  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ , and  $\text{K}^{+}$  in women with preeclampsia are significantly reduced, while  $\text{Na}^{+}$  is significantly increased, and showing a notable correlation with elevated blood pressure and a certain association with the occurrence of PE. This suggests that electrolyte testing holds clinical value for the prevention and control of PE.

**[Key words]** Preeclampsia; Electrolytes; Blood pressure; Logistic models

子痫前期(PE)患者主要临床特征是在妊娠 20 周后出现高血压伴大量蛋白尿或多器官功能障碍。高血压主要是由内部紊乱(主要是肾脏紊乱)和外部环境的相互作用所致<sup>[1]</sup>。钠离子( $\text{Na}^{+}$ )是主要的细胞外阳离子,被认为是导致高血压的关键环境因素。有研究表明,钠过量会对动脉压产生不利影响<sup>[2-3]</sup>。相反,在人体中 90% 的钾离子( $\text{K}^{+}$ )在细胞内,是细胞内主要的阳离子。有研究表明, $\text{K}^{+}$  过少在高血压及其心血管后遗症中具有关键作用<sup>[4]</sup>。有研究报道了关于血清  $\text{Na}^{+}$ 、 $\text{K}^{+}$  表达水平对妊娠期血管舒缩活性的影响<sup>[5]</sup>。妊娠期间镁、钙的缺乏与胎儿宫内生长受限、PE、子痫和早产有关<sup>[6]</sup>。妊娠期间由于血液稀释、尿液产生增加,以及这些元素向发育中的胎儿转移,母体血清钙离子( $\text{Ca}^{2+}$ )、镁离子( $\text{Mg}^{2+}$ )表达水平持续下降。 $\text{Ca}^{2+}$  对血管平滑肌的正常功能至关重要,血液  $\text{Ca}^{2+}$ 、 $\text{Mg}^{2+}$  表达水平与妊娠妇女动脉舒张有关<sup>[7]</sup>。由于低血  $\text{Ca}^{2+}$  水平刺激肾素和甲状旁腺激素的产生,从而增加血管平滑肌细胞内  $\text{Ca}^{2+}$  表达水平,血  $\text{Ca}^{2+}$  表达水平在 PE 发病的病理进程中发挥着至关重要的作用<sup>[8]</sup>。最近研究发现,补钙已被证明可有效降低 PE 及其并发症的风险<sup>[9]</sup>。表明母胎血清电解质  $\text{K}^{+}$ 、 $\text{Na}^{+}$ 、 $\text{Mg}^{2+}$ 、 $\text{Ca}^{2+}$  对血管平滑肌的正常功能很重要,与血压升高密切相关。有研究认为,母体血清离子表达水平的波动可能是 PE 血压升高的始发因素<sup>[10-11]</sup>。

平均动脉压是每个心动周期中动脉血压总平均值,是心血管健康的重要指标,用于评估全身器官的灌注状态和循环功能,在 PE 预测中具有重要的临床价值<sup>[12]</sup>。妊娠期间体内电解质表达水平会发生动态变化,这些变化是否与血压的升高相关? 本研究对 313 例 PE 患者(轻度 193 例、重度 120 例)和 80 例同期正常妊娠妇女血清  $\text{K}^{+}$ 、 $\text{Na}^{+}$ 、 $\text{Mg}^{2+}$ 、 $\text{Ca}^{2+}$  表达水平进行了回顾性对比分析,并与血压升高及 PE 的发生进行了关联分析,探究了电解质表达水平与 PE 发生的内在联系及规律特征,旨在为早期识别和评价 PE 病理进程提供参考依据。

## 1 资料与方法

### 1.1 资料

**1.1.1 研究对象** 采用临床病例回顾性病例对照研究,选取 2013 年 1 月 1 日至 2018 年 12 月 30 日在镇江市妇幼保健院产检并住院分娩的 PE 患者(PE 组) 313 例[其中轻度 193 例(轻度 PE 组),重度 120 例(重度 PE 组)],选取同期正常妊娠妇女 80 例作为正常妊娠组。本研究通过江苏省镇江市妇幼保健院伦理委员会审批(WZ202520)。

**1.1.2 诊断标准** PE 诊断标准<sup>[13]</sup>:妊娠 20 周后首次出现收缩压(SBP) $\geq 140$  mmHg(1 mmHg=0.133 kPa),舒张压(DBP) $\geq 90$  mmHg 间隔 6 h,24 h 尿蛋白含量大于或等于 0.3 g/24 h 或随机尿蛋白检查 1+ 以上。出现下列情况之一即可诊断为重度 PE:(1)严重高血压,即 SBP $\geq 160$  mmHg 或 DBP $\geq 110$  mmHg,至少每 4 小时测量 2 次(前提是在此期间未开始服用抗高血压药物);(2)新发头痛的临床神经症状对药物无反应,没有其他解释或在妊娠高血压或 PE 情况下出现新发视觉障碍;(3)对药物无反应且无其他解释的严重持续性右上腹或上腹痛,以及肝包膜下血肿或肝破裂表现;(4)肝功能异常,血谷丙转氨酶或谷草转氨酶水平升高大于正常上限 2 倍;(5)肾功能不全,血肌酐大于 106  $\mu\text{mol/L}$  或在没有肾脏疾病的情况下基线肌酐加倍,尿蛋白大于 2.0 g/24 h,少尿(24 h 尿量小于 400 mL 或每小时尿量小于 17 mL);(6)低蛋白血症伴胸、腹腔积液或心包积液;(7)血小板呈持续性下降并低于  $100 \times 10^9 \text{ L}^{-1}$ ,微血管内溶血;(8)妊娠高血压合并肺水肿;(9)心功能衰竭;(10)胎儿生长受限或羊水过少、胎死宫内、胎盘早剥等<sup>[14]</sup>。

### 1.2 方法

**1.2.1 资料收集** 采集各组研究对象一般资料,包括年龄、分娩时孕周、SBP、DBP、平均动脉压等。

**1.2.2 实验室电解质检测** 检测各组研究对象血清  $\text{Na}^{+}$ 、 $\text{K}^{+}$ 、 $\text{Mg}^{2+}$ 、 $\text{Ca}^{2+}$  表达水平。

**1.3 统计学处理** 应用 STATA10.0 统计软件进行

数据分析,符合正态分布的计量资料以  $\bar{x} \pm s$  表示,组间比较采用方差分析(单因素 ANOVA 检验),两两比较采用 LSD 法;不符合正态分布的计量资料以  $M(P_{25}, P_{75})$  表示,采用非参数检验(Kruskall-Wallis 检验)。应用 Pearson 相关系数分析电解质与血压的相关性,不符合正态分布时选择 Spearman 秩相关系数分析。以是否患有 PE(否=0,是=1)为因变量,采用 logistic 回归模型分析评估电解质表达水平与 PE 的关联性,对单因素中具有统计学意义的电解质变量进一步进行二分类 logistic 回归模型分析。 $P < 0.05$  为差异有统计学意义。

## 2 结 果

### 2.1 各组研究对象一般资料比较 各组研究对象年

表 1 各组研究对象一般资料比较( $\bar{x} \pm s$ )

项目	轻度 PE 组( $n=193$ )	重度 PE 组( $n=120$ )	正常妊娠组( $n=80$ )	F	P
年龄(年)	28.70±1.16	29.20±1.03	26.15±4.53	0.578	0.240
孕周(周)	38.57±0.98	37.70±1.40	38.79±0.80	0.827	0.210
SBP(mmHg)	137.49±20.30 <sup>ab</sup>	165.96±11.85 <sup>a</sup>	120.80±11.02	40.571	<0.001
DBP(mmHg)	89.49±14.65 <sup>ab</sup>	101.96±8.82 <sup>a</sup>	76.10±8.86	9.450	<0.001
平均动脉压(mmHg)	118.07±15.33 <sup>ab</sup>	126.72±15.20 <sup>a</sup>	75.13±11.73	6.778	<0.001

注:与正常妊娠组比较,<sup>a</sup> $P < 0.05$ ;与重度 PE 组比较,<sup>b</sup> $P < 0.05$ 。

表 2 各组研究对象血清  $Na^+$ 、 $K^+$ 、 $Ca^{2+}$ 、 $Mg^{2+}$  表达水平比较( $\bar{x} \pm s$ , mmol/L)

项目	轻度 PE 组( $n=193$ )	重度 PE 组( $n=120$ )	正常妊娠组( $n=80$ )	F	P
$Na^+$	143.75±5.76 <sup>ab</sup>	148.42±3.25 <sup>a</sup>	136.56±6.12	3.317	<0.001
$K^+$	3.97±0.37 <sup>ab</sup>	3.43±0.85 <sup>a</sup>	4.25±0.36	2.765	0.003
$Ca^{2+}$	2.23±0.18 <sup>ab</sup>	2.03±0.19 <sup>a</sup>	2.46±0.31	4.277	<0.001
$Mg^{2+}$	0.80±0.10 <sup>ab</sup>	0.77±0.07 <sup>a</sup>	1.02±0.38	3.773	<0.001

注:与正常妊娠组比较,<sup>a</sup> $P < 0.05$ ;与重度 PE 组比较,<sup>b</sup> $P < 0.05$ 。

**2.3 电解质表达水平与平均动脉压的相关性** PE 组患者血清  $Na^+$  表达水平与平均动脉压呈明显正相关( $r=0.68$ ),血清  $Ca^{2+}$ 、 $Mg^{2+}$ 、 $K^+$  表达水平与平均动脉压均呈明显负相关( $r=-0.69$ 、 $-0.43$ 、 $-0.32$ ,  $P < 0.05$ )。正常妊娠组妊娠妇女血清  $Na^+$ 、 $K^+$ 、 $Ca^{2+}$ 、 $Mg^{2+}$  表达水平与平均动脉压均无关( $P > 0.05$ )。见表 3。

表 3 电解质表达水平与平均动脉压的相关性

电解质	PE 组( $n=313$ )		正常妊娠组( $n=80$ )	
	r	P	r	P
$Na^+$	0.680	0.006	0.071	0.521
$K^+$	-0.690	<0.001	-0.013	0.221
$Ca^{2+}$	-0.430	0.037	-0.049	0.648
$Mg^{2+}$	-0.320	0.019	-0.086	0.872

**2.4 电解质表达水平与 PE 关联性的 logistic 回归模型分析** 较低的  $K^+$ 、 $Ca^{2+}$ 、 $Mg^{2+}$  表达水平及较高的

龄、分娩时孕周比较,差异无统计学意义( $P > 0.05$ );与正常妊娠组比较,PE 组患者 SBP、DBP、平均动脉压均明显升高,且重度 PE 组患者 SBP、DBP、平均动脉压均明显高于轻度 PE 组,差异均有统计学意义( $P < 0.05$ )。见表 1。

**2.2 各组研究对象血清  $Na^+$ 、 $K^+$ 、 $Ca^{2+}$ 、 $Mg^{2+}$  表达水平比较** 与正常妊娠组比较,PE 组患者血清  $K^+$ 、 $Ca^{2+}$ 、 $Mg^{2+}$  表达水平均明显下降,重度 PE 组患者血清  $K^+$ 、 $Ca^{2+}$ 、 $Mg^{2+}$  表达水平均明显低于轻度 PE 组; $Na^+$  表达水平明显升高,重度 PE 组患者  $Na^+$  表达水平明显高于轻度 PE 组,差异均有统计学意义( $P < 0.05$ )。见表 2。

$Na^+$  表达水平是 PE 独立的危险因素( $P < 0.05$ )。见表 4。

表 4 电解质表达水平与 PE 关联性的 logistic 回归模型分析

变量	回归系数	标准误	$\chi^2$	优势比	95%可信区间	P
高 $Na^+$	3.115	0.970	3.211	8.671	0.129~0.978	<0.001
低 $K^+$	2.786	0.387	7.199	1.789	0.780~0.961	0.016
低 $Ca^{2+}$	3.878	0.689	5.628	1.980	0.880~0.996	<0.001
低 $Mg^{2+}$	5.213	0.762	6.851	1.690	0.260~0.795	0.005

## 3 讨 论

PE 是一种危及生命的妊娠并发症,通常会导致不良妊娠结局,如孕产妇和胎儿的发病率和死亡率增加。病理生理学与母体螺旋动脉重塑受损,随后出现缺氧、氧化应激和电解质失衡有关<sup>[15]</sup>。血清电解质  $K^+$ 、 $Na^+$ 、 $Mg^{2+}$ 、 $Ca^{2+}$  在神经递质的传递、肌肉收缩、

体液平衡和其他关键生理功能中发挥着重要作用。这些电解质紊乱可加重心血管疾病,使妊娠复杂化,并可能危及胎儿。了解 PE 患者血清电解质模式可为 PE 的病理生理学提供见解,并为更好的临床管理策略提供信息。本研究通过回顾性分析 PE 患者一般资料和电解质相关实验室参数,探索了 PE 这一特定群体的电解质谱和血压升高的关联。

**3.1 PE 患者电解质表达水平变化及其临床意义** 本研究结果显示,与正常妊娠妇女比较,PE 患者  $\text{Na}^+$  表达水平明显升高,而  $\text{K}^+$ 、 $\text{Ca}^{2+}$ 、 $\text{Mg}^{2+}$  表达水平明显降低。在 PE 组患者中观察到的高钠血症可能是由于钠潴留。 $\text{K}^+$  缺乏或低  $\text{K}^+$  血症主要对动脉和动脉血管平滑肌细胞的钠泵有抑制,增加了细胞内液中  $\text{Na}^+$  表达水平并降低  $\text{K}^+$  的表达水平<sup>[16]</sup>。低  $\text{Ca}^{2+}$ 、 $\text{Mg}^{2+}$  的观察结果与其他关于 PE 的研究结果一致<sup>[17]</sup>。对于这一观察结果,一种可能的理论是血清  $\text{Ca}^{2+}$  表达水平降低时细胞膜对  $\text{Ca}^{2+}$  的通透性增加, $\text{Ca}^{2+}$  大量内流,细胞内  $\text{Ca}^{2+}$  表达水平升高,引起血管平滑肌收缩<sup>[18]</sup>,导致血压升高。与  $\text{Ca}^{2+}$  一样, $\text{Mg}^{2+}$  表达水平的降低被认为可增强血管平滑肌对血管加压素的收缩反应。妊娠期间肾脏清除率增加可能有助于血清  $\text{Mg}^{2+}$  表达水平降低。此外, $\text{Mg}^{2+}$  耗竭增加了血管紧张素 II 和去甲肾上腺素对血管的收缩作用。 $\text{Mg}^{2+}$  在 PE 预防和治疗惊厥方面也具有实质性的有益作用<sup>[19]</sup>, $\text{Mg}^{2+}$ 、 $\text{Ca}^{2+}$  表达水平降低共同在 PE 的病理进程中发挥作用。血清电解质在控制和维持人体生理方面发挥着不可或缺的作用。血液和体内环境中的离子水平必须保持在一个特定的范围内,身体系统才能有效地运行。偏离正常水平会导致一些疾病的发生,如 PE。

**3.2 PE 患者电解质表达水平变化与血压的关系** 高血压是 PE 患者主要的临床特征之一。本研究结果显示,PE 患者血压明显升高, $\text{Na}^+$  表达水平与平均动脉压呈明显正相关, $\text{Ca}^{2+}$ 、 $\text{Mg}^{2+}$ 、 $\text{K}^+$  表达水平与平均动脉压均呈明显负相关,反映了这些电解质与血压升高的关系。PE 患者的特点是钠潴留增加, $\text{Na}^+$  影响血压的机制有 2 种:(1)过量的钠摄入会导致血管内和血管外液体容量增加,这种情况的持续会触发一种自动调节机制导致外周阻力增加<sup>[20]</sup>;(2)妊娠期水和钠潴留的“外周动脉血管舒张假说”解释了内皮损伤增加、钠潴留和对血管紧张素敏感性增加导致高血压、水肿和蛋白尿<sup>[21]</sup>。PE 患者的低钾血症可能是由于  $\text{Na}^+$ 、 $\text{K}^+$  在血管平滑肌细胞膜上的转运异常,而血管平滑肌细胞膜通常负责维持血压。低血钙可能通过刺激甲状旁腺激素和肾素的释放而引起高血压,而甲状旁腺激素和肾素的释放反过来又增加了细胞内血管平滑肌钙素。这会导致 PE 患者血管收缩,血管阻力增加,血压升高<sup>[22]</sup>。众所周知,镁可增加血管内皮细胞释放的前列环素,这是一种有效的血管扩张

剂。 $\text{Mg}^{2+}$  在 PE 预防和治疗惊厥方面也具有实质性的临床价值<sup>[23]</sup>。目前,硫酸镁是预防和治疗 PE 患者引起惊厥的一线用药。

**3.3 PE 患者电解质表达水平变化与 PE 的关联性** 本研究采用 logistic 回归模型进行电解质表达水平与 PE 的关联性分析结果显示,较低的  $\text{Ca}^{2+}$ 、 $\text{Mg}^{2+}$ 、 $\text{K}^+$  表达水平及较高的  $\text{Na}^+$  表达水平与 PE 存在关联,是 PE 发病的危险因素。根据《妊娠期高血压疾病诊治指南(2020)》<sup>[24]</sup>的建议进一步支持了这一观察结果,该建议指出,妊娠妇女饮食中钙摄入量低发生 PE 的风险更高,并建议这些妇女补充钙。表明电解质可能在 PE 发病中发挥着重要作用<sup>[25]</sup>。临床医生需密切监测妊娠妇女这些电解质的变化,做好对 PE 患者的临床管理。

综上所述,PE 患者  $\text{Na}^+$  表达水平明显升高, $\text{K}^+$ 、 $\text{Ca}^{2+}$ 、 $\text{Mg}^{2+}$  表达水平明显降低,PE 患者血压升高与这些电解质的变化密切相关,电解质指标异常与 PE 的发生具有关联性,表明电解质的变化可能是 PE 发病的危险因素,临床医师需加强监测妊娠妇女的电解质指标,建立和加强预防策略。建议妊娠妇女食用含有足量钾和低钠饮食,及时补充钙和镁,从而早期干预 PE 的病理进程,预防母婴不良结局。

## 参考文献

- [1] MALIK A, JEE B, GUPTA S K. Preeclampsia: disease biology and burden, its management strategies with reference to India[J]. *Pregnancy Hypertens*, 2019, 15: 23-31.
- [2] DIMITRIADIS E, ROLNIK D L, ZHOU W, et al. Pre-eclampsia[J]. *Nat Rev Dis Primers*, 2023, 9(1): 8.
- [3] IVES C W, SINKEY R, RAJAPREYAR I, et al. Preeclampsia-pathophysiology and clinical presentations: JACC state-of-the-art review [J]. *J Am Coll Cardiol*, 2020, 76(14): 1690-1702.
- [4] DARKWA E O, DJAGBLETEY R, ANTWI-BOASIAGO C, et al. Serum sodium and potassium levels in preeclampsia: a case-control study in a large tertiary hospital in Ghana[J]. *Cogent Medicine*, 2017, 4(1): 1376898.
- [5] YILMAZ Z V, AKKAS E, TÜRKMEN G G, et al. Dietary Sodium and Potassium intake were associated with hypertension, kidney damage and adverse perinatal outcome in pregnant women with preeclampsia [J]. *Hypertens Pregnancy*, 2017, 36(1): 77-83.
- [6] OUDAH N N, ABDULBARI A S, HAMEED N. Serum electrolytes levels in third trimester pregnant women: a case-control study in Diyala province in Iraq[J]. *Egyptian J Chemistry*, 2022, 65(8): 31-34.
- [7] KOSTOV K. The causal relationship between endothelin-1 and hypertension: focusing on endothelial dysfunction, arterial stiffness, vascular remodeling, and blood pressure regulation[J]. *Life(Basel)*, 2021, 11(9): 986.
- [8] KENNETH A, MACDONALD I. Effects of methanol leaf

extracts of selected plants on the plasma electrolytes levels in preeclamptic-induced wistar rats[J]. Trop J Nat Prod Res, 2021, 5(10):1863-1867.

- [9] GHOSH D, SYED A U, PRADA M P, et al. Calcium channels in vascular smooth muscle[J]. Adv Pharmacol, 2017, 78:49-87.
- [10] ONOVUGHAKPO-SAKPA E O, ATOE, K. Plasma electrolyte patterns among pregnant women with hypertensive heart disorder in Benin city, Nigeria[J]. J Appl Sci Environ Manage, 2024, 28(7):2233-2239.
- [11] ELKADY G A, GABALLAH R R, MANSOUR A Z. Magnesium in intensive care unit: a review[J]. J Hosp Med, 2017, 68(3):1497-1504.
- [12] GASSE C, BOUTIN A, COTÉ M, et al. First-trimester mean arterial blood pressure and the risk of preeclampsia: The Great Obstetrical Syndromes (GOS) study[J]. Pregnancy Hypertens, 2018, 12:178-182.
- [13] 谢幸. 妇产科学[M]. 9 版. 北京:人民卫生出版社, 2001: 90-92.
- [14] 曹卫平, 甘梦雯, 陈廷美, 等. HELLP 综合征患者实验室参数变化的临床研究[J]. 现代医药卫生, 2022, 38(13): 2172-2177.
- [15] ROBILLARD P Y, DEKKER G, SCIOSCIA M, et al. Validation of the 34-week gestation as definition of late onset preeclampsia: testing different cutoffs from 30 to 37 weeks on a population-based cohort of 1700 preeclamptics[J]. Acta Obstet Gynecol Scand, 2020, 99(9): 1181-1190.
- [16] KARAR T, FATTAH M A, ALENAZY K R O, et al. Assessment of biochemical changes in pregnancy induced hypertension (PIH) among Saudi population at KAMC-riyadh[J]. Br J Med Med Res, 2016, 15(10):1-6.
- [17] OWUSU DARKWA E, ANTWI-BOASIAGO C, DJAGBLETEY R, et al. Serum Magnesium and Calcium in pre-

eclampsia: a comparative study at the Korle-Bu Teaching Hospital, Ghana[J]. Integr Blood Press Control, 2017, 10:9-15.

- [18] NARAYANA S L, RAO R B, NAMANI S, et al. Variations in serum uric acid and serum Magnesium levels in preeclamptic women[J]. Int J Med Heal Res, 2018, 4(8): 10-13.
- [19] HAN F, XU L H, HUANG Y Q, et al. Magnesium sulphate can alleviate oxidative stress and reduce inflammatory cytokines in rat placenta of intrahepatic cholestasis of pregnancy model[J]. Arch Gynecol Obstet, 2018, 298(3):631-638.
- [20] SINGH H J, DIGHE V C, SINGH R, et al. Serum levels and urinary excretion of Magnesium, Calcium and electrolytes in mild pregnancy-induced hypertension [J]. Clin Exp Hypertens, 2016, 12(1):113.
- [21] NOOR N O, ALAAI S, ABDULBARI N H. Serum electrolytes levels in third trimester pregnant women: a case-control study in Diyala province in Iraq[J]. Egypt J Chemis, 2022, 65(8):31-34.
- [22] GUPTA M, ROY N. Serum Sodium and Potassium levels in preeclampsia: a clinical study[J]. Indian J Med Biochem, 2018, 22(2):105-107.
- [23] REDDY S T, SOMAN S S, YEE J. Magnesium balance and measurement[J]. Adv Chronic Kidney Dis, 2018, 25(3):224-229.
- [24] 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.
- [25] MORTON A. Possible additional criteria for the diagnosis of preeclampsia with severe features[J]. Obstet Med, 2023, 16(1):9-11.

(收稿日期:2025-03-11 修回日期:2025-10-11)

(上接第 603 页)

- [26] MAZZEFFI M, TANAKA K, WU Y F, et al. Platelet surface GPIIb/IIIa, activated GPIIb/IIIa, and P-selectin levels in adult veno-arterial extracorporeal membrane oxygenation patients[J]. Platelets, 2022, 33(1):116-122.
- [27] MONDAL N K, LI T L, CHEN Z S, et al. Mechanistic insight of platelet apoptosis leading to non-surgical bleeding among heart failure patients supported by continuous-flow left ventricular assist devices[J]. Mol Cell Biochem, 2017, 433(1/2):125-137.
- [28] GIUSTOZZI M, EHRLINDER H, BONGIOVANNI D, et al. Coagulopathy and sepsis: pathophysiology, clinical manifestations and treatment[J]. Blood Rev, 2021, 50: 100864.
- [29] PERDOMO J, LEUNG H H L, AHMADI Z, et al. Neutrophil activation and NETosis are the major drivers of thrombosis in heparin-induced thrombocytopenia[J]. Nat

Commun, 2019, 10(1):1322.

- [30] JIN Y, FENG Z Y, ZHAO J, et al. Outcomes and factors associated with early mortality in pediatric postcardiotomy veno-arterial extracorporeal membrane oxygenation [J]. Artif Organs, 2021, 45(1):6-14.
- [31] SALI A, ABBASI A, ALEXANDER P M A, et al. Adult highlights from the extracorporeal life support organization registry: 2017-2022[J]. ASAIO J, 2024, 70(1):1-7.
- [32] SCHMIDT M, FRANCHINEAU G, COMBES A. Recent advances in venovenous extracorporeal membrane oxygenation for severe acute respiratory distress syndrome [J]. Curr Opin Crit Care, 2019, 25(1):71-76.
- [33] AIRD W C. The role of the endothelium in severe sepsis and multiple organ dysfunction syndrome [J]. Blood, 2003, 101(10):3765-3777.

(收稿日期:2024-10-06 修回日期:2025-09-29)