

【DOI】 10.3969 / j.issn.1671-6450.2025.07.013

论著 · 临床

妊娠高血压综合征患者血清 HMGB1、ApoB/ApoA1 水平变化及其对早期肾损害的诊断价值

段小霞,冯思思,周卓,王珊,邓田

基金项目: 陕西省重点研发计划项目 (2023-YBSF-519)

作者单位: 710000 西安,西北大学第一医院产科

通信作者: 邓田, E-mail: 309822706@qq.com



【摘要】目的 探究妊娠高血压综合征(妊高症)患者血清高迁移率蛋白 B1(HMGB1)、载脂蛋白 B/载脂蛋白 A1(ApoB/ApoA1)水平变化,并分析其对患者早期肾损害的诊断价值。**方法** 选择 2020 年 7 月—2023 年 7 月西北大学第一医院产科收治妊高症患者 118 例作为妊高症组,依据高血压程度将患者分为妊娠期高血压亚组(43 例)、轻度子痫前期亚组(38 例)及重度子痫前期亚组(37 例),同期正常妊娠女性 118 例作为正常妊娠组。依据是否发生肾功能损害将妊高症组分为肾损害亚组(32 例)及非肾损害亚组(86 例)。采用酶联免疫吸附法(ELISA)检测血清 HMGB1 水平,采用全自动生化分析仪检测 ApoB 及 ApoA1 水平。比较不同病情严重程度患者血清 HMGB1、ApoB/ApoA1 水平;比较肾损害亚组及非肾损害亚组患者资料及血清 HMGB1、ApoB/ApoA1 水平;多因素 Logistic 回归分析妊高症患者早期肾损害发生的影响因素;采用受试者工作特征(ROC)曲线分析血清 HMGB1、ApoB/ApoA1 水平对妊高症患者早期肾损害的诊断价值。**结果** 妊高症组患者血清 HMGB1、ApoB/ApoA1 水平高于正常妊娠组($t/P=29.806/<0.001, 22.378/<0.001$),妊高症患者病情越严重血清 HMGB1、ApoB/ApoA1 水平越高($F/P=51.726/<0.001, 143.231/<0.001$),肾损害亚组患者血清 HMGB1、ApoB/ApoA1 水平高于非肾损害亚组($t/P=8.346/<0.001, 8.582/<0.001$);高血清 HMGB1、ApoB/ApoA1 水平是妊高症患者早期肾损害发生的危险因素[$OR(95\%CI)=6.887(3.309\sim 14.335), 8.887(3.766\sim 20.970)$];血清 HMGB1、ApoB/ApoA1 及二者联合预测妊高症患者早期肾损害的 AUC 分别为 0.840、0.836、0.938,二者联合优于各自单独预测效能($Z/P=3.321/0.001, 3.481/<0.001$)。**结论** 妊高症患者血清 HMGB1、ApoB/ApoA1 水平升高,在诊断早期肾损害方面具有较高的诊断价值。

【关键词】 妊娠高血压综合征;高迁移率蛋白 B1;载脂蛋白 B/载脂蛋白 A1;早期肾损害;诊断;预后

【中图分类号】 R714.24⁺6

【文献标识码】 A

Changes in serum levels of HMGB1 and ApoB/ApoA1 in patients with pregnancy induced hypertension and their diagnostic value for early renal damage Duan Xiaoxia, Feng Sisi, Zhou Zhuo, Wang Shan, Deng Tian. Department of Obstetrics, Northwest University First Hospital, Shaanxi, Xi'an 710000, China

Funding program: Key R&D Program of Shaanxi Province (2023-YBSF-519)

Corresponding author: Deng Tian, E-mail: 309822706@qq.com

【Abstract】 Objective To investigate the changes in serum levels of high mobility protein B1 (HMGB1) and apolipoprotein B/apolipoprotein A1 (ApoB/ApoA1) in patients with pregnancy induced hypertension, and to analyze their diagnostic value for early renal damage in patients. **Methods** One hundred and eighteen cases of gestational hypertension admitted to the Department of Obstetrics and Gynecology of the First Hospital of Northwestern University from July 2020 to July 2023 were selected as the gestational hypertension group, and the patients were categorized into the subgroups of gestational hypertension (43 cases), mild preeclampsia (38 cases), and severe preeclampsia (37 cases) according to the degree of hypertension, while 118 cases of women with normal pregnancies during the same period were selected as the normal pregnancy group. The hyperemesis gravidarum group was divided into a renal impairment subgroup (32 cases) and a non-renal impairment subgroup (86 cases) based on the occurrence of renal impairment. Serum HMGB1 levels were measured by enzyme-linked immunosorbent assay (ELISA), and ApoB and ApoA1 levels were measured by fully automated biochemical analyzer. Comparison of serum HMGB1 and ApoB/ApoA1 levels in patients with different severity of disease. Comparison of patient data and serum HMGB1 and ApoB/ApoA1 levels in the renal impairment subgroup and the non-renal impairment subgroup. Multifactorial lo-

gistic regression analysis of the factors influencing the occurrence of early kidney damage in patients with hyperemesis gravidarum. Diagnostic value of serum HMGB1 and ApoB/ApoA1 levels in early renal damage in patients with hyperemesis gravidarum analyzed by using subject operating characteristic (ROC) curves. **Results** Serum HMGB1 and ApoB/ApoA1 levels were higher in patients in the hyperemesis gravidarum group than in the normal pregnancy group ($t/P=29.806/<0.001$, $22.378/<0.001$). Serum HMGB1 and ApoB/ApoA1 levels were higher in patients with hyperemesis gravidarum the more severe the condition ($t/P=51.726/<0.001$, $143.231/<0.001$). Serum HMGB1 and ApoB/ApoA1 levels were higher in patients in the renal damage subgroup than in the non-renal damage subgroup ($t/P=8.346/<0.001$, $8.582/<0.001$). High serum HMGB1 and ApoB/ApoA1 levels are influential factors in the development of early renal damage in patients with hyperemesis gravidarum [OR (95% CI)=6.887(3.309–14.335), 8.887(3.766–20.970)]. The AUCs of serum HMGB1, ApoB/ApoA and the combination of the two for predicting early kidney damage in patients with hyperemesis gravidarum were 0.840, 0.836, and 0.938, respectively, and the combination of the two was superior to the efficacy of their respective individual predictions ($Z=3.321$, 3.481, $P=0.001$, <0.001). **Conclusion** Serum levels of HMGB1 and ApoB/ApoA1 are elevated in patients with preeclampsia, and have high diagnostic value in diagnosing early renal damage.

【Key words】 Pregnancy induced hypertension; High mobility group B1; Apolipoprotein B/apolipoprotein A1; Early renal damage; Diagnosis; Prognosis

妊娠高血压综合征(妊高症)发生于妊娠 20 周以后,表现为高血压、蛋白尿及肢体水肿,患者可发生早产、子痫等不良事件,严重威胁孕妇及新生儿的生命健康安全^[1-2]。妊高症会引发不同器官受到损害,肾脏是最先受到损害的器官,早期识别肾损害的发生,有助于阻止病情进一步发展^[3]。探究与妊高症患者早期肾损害有关的诊断标志物有助于尽早识别肾损害,帮助患者恢复。

高迁移率蛋白 B1 (high mobility group B1, HMGB1)是与肾病及肾损伤有关的蛋白,能够通过放大炎症反应加重肾脏损伤,还可以通过巨噬细胞加剧肾小管间质纤维化^[4]。李勇等^[5]研究显示,高血压肾损伤患者血清 HMGB1 水平上调,与早期肾损伤发生有关。载脂蛋白 B (apolipoprotein B, ApoB) 及载脂蛋白 A1 (apolipoprotein A1, ApoA1) 主要来源于肝脏及肠道, ApoB/ApoA1 与肾脏疾病的发展相关^[6]。毛辉等^[7]研究显示,高血压合并早期肾损伤患者 ApoB/ApoA1 水平上调。现阶段,妊高症合并早期肾损害的发病机制尚不完全清晰,探究妊高症患者血清 HMGB1、ApoB/ApoA1 水平在早期肾损害方面的诊断价值有助于辅助临床识别及治疗疾病。文章对此进行研究,报道如下。

1 资料与方法

1.1 临床资料 选择 2020 年 7 月—2023 年 7 月西北大学第一医院产科收治妊高症患者 118 例作为妊高症组,依据高血压程度将患者分为妊娠期高血压亚组(43 例)、轻度子痫前期亚组(38 例)及重度子痫前期亚组(37 例),同期正常妊娠女性 118 例作为正常妊娠组。妊高症组与正常妊娠组的年龄、孕周、BMI、居住

地、产次及受教育程度比较差异均无统计学意义($P>0.05$),具有可比性,见表 1。本研究经医院伦理委员会批准通过(2020N0806),受试者或家属知情同意并签署同意书。

表 1 正常妊娠组及妊高症组临床资料比较
Tab.1 Comparison of clinical data between normal pregnancy group and preeclampsia group

指 标	正常妊娠组 (n=118)	妊高症组 (n=118)	t/χ ² 值	P 值
年龄($\bar{x}\pm s$, 岁)	28.33±2.46	28.24±2.40	0.284	0.776
孕周($\bar{x}\pm s$, 周)	26.84±2.21	27.01±2.29	0.580	0.562
BMI($\bar{x}\pm s$, kg/m ²)	23.46±1.51	23.40±1.49	0.307	0.759
居住地			0.153	0.696
[例(%)]				
城市	62(52.54)	59(50.00)		
农村	56(47.46)	59(50.00)		
产次			0.068	0.794
≥2 次	56(47.46)	58(49.15)		
≤1 次	62(52.54)	60(50.85)		
受教育程度			0.068	0.794
高中以上	63(53.39)	61(51.69)		
高中及以下	55(46.61)	57(48.31)		

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)》^[8]相关诊断标准;②单胎妊娠;③年龄 20~35 岁。(2) 排除标准:①妊娠前伴随肾脏疾病或高血压者;②恶性肿瘤或血液系统疾病者;③合并代谢性疾病者;④心、肺等重要脏器功能障碍者;⑤入组前服用过影响尿蛋白或血压的药物。

1.3 观测指标与方法

1.3.1 血清 HMGB1、ApoB/ApoA1 水平检测:患者入院后治疗前、正常妊娠组于产检日采集空腹肘静脉血 4 ml,离心收集血清置于超低温冰箱(DW-HL678,湖南捷尼赛斯公司)保存待用。采用酶联免疫吸附法(ELISA)检测 HMGB1(试剂盒货号 30164033,深圳市

科润达生物公司)水平,所有操作按照试剂盒说明书进行;以全自动生化分析仪(GS-480,深圳市锦瑞电子有限公司)检测 ApoB 及 ApoA1 水平。

1.3.2 血脂及肾功能指标检测:上述血清采用全自动生化分析仪(型号 GS-480,深圳市锦瑞电子有限公司)检测三酰甘油(TG)、总胆固醇(TC)、低密度脂蛋白胆固醇(LDL-C)、肌酐(SCr)、血尿素氮(BUN)。

1.3.3 肾损害判定标准及分组:依据《实用妊娠期高血压疾病诊疗手册》^[9]评估患者是否发生肾损害,肾损害患者内生肌酐清除率($CCR = \text{尿肌酐}/\text{血肌酐} \times \text{尿量}/\text{min}$) $<80 \text{ ml/min}$,肾功能正常患者 $CCR \geq 80 \text{ ml/min}$ 。依据标准将妊高症组分为肾损害亚组(32例)及非肾损害亚组(86例)。

1.4 统计学方法 采用 SPSS 25.0 软件包处理统计数据。计数资料以频数/构成比(%)表示,组间比较采用卡方检验;正态性分布及方差齐的计量资料以 $\bar{x} \pm s$ 表示,2组间比较采用 t 检验,多组比较采用 F 检验,进一步的两两比较采用 SNK- q 检验;采用多因素 Logistic 回归分析妊高症患者早期肾损害发生的影响因素;受试者工作特征(ROC)曲线分析血清 HMGB1、ApoB/ApoA1 水平对妊高症患者早期肾损害的诊断价值,单独诊断与联合诊断的曲线下面积(AUC)比较采用 Z 检验。 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 2组血清 HMGB1、ApoB/ApoA1 水平比较 妊高症组患者血清 HMGB1、ApoB/ApoA1 水平高于正常妊娠组($P < 0.01$),见表 2。

表 2 正常妊娠组、妊高症组血清 HMGB1、ApoB/ApoA1 水平比较 ($\bar{x} \pm s$)

Tab.2 Comparison of serum HMGB1 and ApoB/ApoA1 levels between normal pregnancy group and preeclampsia group

组别	例数	HMGB1 ($\mu\text{g/L}$)	ApoB/ApoA1
正常妊娠组	118	2.34 ± 0.42	0.52 ± 0.11
妊高症组	118	5.09 ± 0.91	0.92 ± 0.16
t 值		29.806	22.378
P 值		<0.001	<0.001

2.2 不同病情严重程度患者血清 HMGB1、ApoB/ApoA1 水平比较 血清 HMGB1、ApoB/ApoA1 水平比较,重度子痫前期亚组 $>$ 轻度子痫前期亚组 $>$ 妊娠期高血压亚组($P < 0.01$),见表 3。

2.3 2亚组妊高症患者临床资料及血清 HMGB1、ApoB/ApoA1 水平比较 2亚组的年龄、孕周、BMI、居住地、产次、受教育程度、糖尿病、家族遗传史、TG、TC、

SCr、BUN、LDL-C 水平比较差异无统计学意义($P > 0.05$),肾损害亚组患者血清 HMGB1、ApoB/ApoA1 水平高于非肾损害亚组($P < 0.05$),见表 4。

表 3 不同病情严重程度患者血清 HMGB1、ApoB/ApoA1 水平比较 ($\bar{x} \pm s$)

Tab.3 Comparison of serum HMGB1 and ApoB/ApoA1 levels in patients with different severity levels of illness

组别	例数	HMGB1 ($\mu\text{g/L}$)	ApoB/ApoA1
妊娠期高血压亚组	43	4.07 ± 0.81	0.66 ± 0.13
轻度子痫前期亚组	38	5.21 ± 0.89	0.87 ± 0.15
重度子痫前期亚组	37	6.15 ± 1.05	1.28 ± 0.21
F 值		51.726	143.231
P 值		<0.001	<0.001

表 4 肾损害亚组及非肾损害亚组临床资料及血清 HMGB1、ApoB/ApoA1 水平比较

Tab.4 Comparison of clinical data and serum levels of HMGB1 and ApoB/ApoA1 between subgroups with and without renal impairment

项目	非肾损害亚组 ($n=86$)	肾损害亚组 ($n=32$)	t/χ^2 值	P 值
年龄($\bar{x} \pm s$, 岁)	28.05 ± 2.44	28.75 ± 2.31	1.405	0.163
孕周($\bar{x} \pm s$, 周)	27.10 ± 2.27	26.75 ± 2.33	0.739	0.461
BMI($\bar{x} \pm s$, kg/m^2)	23.38 ± 1.46	23.46 ± 1.57	0.259	0.796
居住地[例(%)]			0.172	0.679
城市	44(51.16)	15(46.88)		
农村	42(48.84)	17(53.13)		
产次[例(%)]			0.013	0.911
≥ 2 次	42(48.84)	16(50.00)		
≤ 1 次	44(51.16)	16(50.00)		
受教育程度[例(%)]			3.412	0.065
高中以上	40(46.51)	21(65.63)		
高中及以下	46(53.49)	11(34.38)		
糖尿病[例(%)]	7(8.14)	4(12.50)	0.136	0.713
家族遗传史[例(%)]	5(5.81)	2(6.25)	0.122	0.727
TG($\bar{x} \pm s$, mmol/L)	4.33 ± 0.64	4.22 ± 0.51	0.874	0.384
TC($\bar{x} \pm s$, mmol/L)	2.07 ± 0.24	2.18 ± 0.41	1.800	0.075
SCr($\bar{x} \pm s$, $\mu\text{mol/L}$)	75.83 ± 8.11	77.37 ± 8.06	0.919	0.360
BUN($\bar{x} \pm s$, mmol/L)	5.56 ± 1.71	5.71 ± 1.12	0.460	0.646
LDL-C($\bar{x} \pm s$, mmol/L)	2.33 ± 0.37	2.42 ± 0.43	1.123	0.264
HMGB1($\bar{x} \pm s$, $\mu\text{g/L}$)	4.67 ± 0.85	6.22 ± 1.08	8.346	<0.001
ApoB/ApoA1($\bar{x} \pm s$)	0.84 ± 0.14	1.14 ± 0.23	8.582	<0.001

2.4 血清 HMGB1、ApoB/ApoA1 对妊高症患者早期肾损害发生的影响分析 以妊高症患者是否发生早期肾损害(是=1,否=0)作为因变量,以血清 HMGB1、ApoB/ApoA1 水平作为自变量进行 Logistic 回归分析,结果显示,血清 HMGB1 高、ApoB/ApoA1 高是妊高症患者早期肾损害发生的影响因素($P < 0.01$),见表 5。

2.5 血清 HMGB1、ApoB/ApoA1 水平诊断妊高症患者

早期肾损害的价值 绘制血清 HMGB1、ApoB/ApoA1 水平诊断妊高症患者早期肾损害的价值 ROC 曲线,并计算 AUC,结果显示:血清 HMGB1、ApoB/ApoA1 及二者联合预测妊高症患者早期肾损害的 AUC 分别为 0.840、0.836、0.938,二者联合优于各自单独预测效能 ($Z/P=3.321/0.001$ 、 $3.481/<0.001$),见表 6、图 1。

表 5 血清 HMGB1、ApoB/ApoA1 对妊高症患者早期肾损害发生的影响分析

Tab.5 Analysis of the effects of serum HMGB1 and ApoB/ApoA1 on early renal damage in patients with pregnancy induced hypertension

自变量	β 值	SE 值	Wald 值	P 值	OR 值	95%CI
HMGB1 高	1.930	0.374	26.620	<0.001	6.887	3.309~14.335
ApoB/ApoA1 高	2.185	0.438	24.877	<0.001	8.887	3.766~20.970

表 6 血清 HMGB1、ApoB/ApoA1 水平诊断妊高症患者早期肾损害的价值

Tab.6 The value of serum HMGB1 and ApoB/ApoA1 levels in diagnosing early renal damage in patients with preeclampsia

指 标	截断值	AUC	95%CI	敏感度	特异度	约登指数
HMGB1	5.57 $\mu\text{g/L}$	0.840	0.761~0.901	0.594	0.954	0.548
ApoB/ApoA1	1.011	0.836	0.757~0.898	0.656	0.954	0.610
二者联合		0.938	0.878~0.974	0.938	0.884	0.822

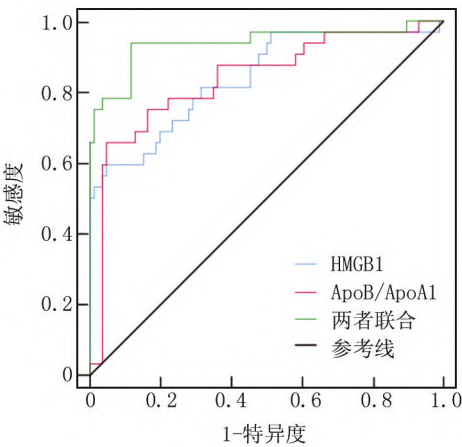


图 1 血清 HMGB1、ApoB/ApoA1 水平诊断妊高症患者早期肾损害的 ROC 曲线

Fig.1 ROC curve of serum HMGB1 and ApoB/ApoA1 levels for diagnosing early renal damage in patients with preeclampsia

3 讨论

妊高症是发生于孕产妇群体的全身性疾病,主要表现为蛋白尿、高血压或水肿等,患者严重情况下会出现抽搐或昏迷等情况,严重威胁母婴的生命健康

安全^[10]。妊高症患者发生早产及新生儿体质量较低的风险高于健康妊娠孕妇,不良妊娠结局风险增加,此外,患者晚年心血管疾病、冠心病及心力衰竭的发生风险高于正常妊娠女性,现已成为广泛关注的公共健康问题^[11]。高血压会引发肾脏功能及结构的变化,肾损害是发生于妊高症患者中的常见并发症,发生后增加了临床治疗难度,患者死亡风险增加,早期识别肾损害有助于及时采取治疗措施阻止疾病进一步进展^[12]。血清标志物具有可重复性监测等优势,本研究对妊高症患者中血清 HMGB1、ApoB/ApoA1 水平进行检测,并分析其在患者早期肾损害方面的诊断价值,旨在为临床早期评估肾损害的发生提供一定的参考价值。

HMGB1 是在人体中普遍存在的蛋白质,主要存在于细胞核中,能够与 DNA 结合作为染色质,通过与受体结合激活促炎信号通路, HMGB1 作为潜在的炎性细胞因子,与多种肾脏疾病有关,在肾病患者的血液、尿液及肾组织中表达增加^[13]。研究显示, HMGB1 在急性肾损伤的发生与发展中发挥重要作用,甘草甜素通过抑制 HMGB1 水平及减少氧化应激对肾功能发挥保护作用^[14]。有研究显示,子痫前期患者外周血 HMGB1 水平升高,是患者并发肾损伤的独立影响因素,其单独诊断子痫前期并发肾损伤的诊断价值为 0.782,本研究结果显示妊高症组患者血清 HMGB1 水平升高,与其研究结果相一致^[15]。同时,肾损伤亚组患者血清 HMGB1 水平更高, HMGB1 具有促进氧化应激的作用,妊高症患者血清 HMGB1 水平升高会加剧肾脏的氧化应激损伤^[16]。

ApoB 与 ApoA1 能够沉积在肾小球系膜区,通过刺激细胞外基质合成,引发肾小球缺血及缺氧, ApoB/ApoA1 与慢性肾脏疾病的发病率相关, ApoB/ApoA1 水平升高是急性肾损伤的潜在危险因素^[17]。研究显示,糖尿病相关慢性肾脏疾病中血浆 ApoB/ApoA1 水平升高,且晚期慢性肾病患者血浆 ApoB/ApoA1 水平高于早期患者^[18]。本研究中,妊高症组患者血清 ApoB/ApoA1 水平升高,且肾损伤亚组患者血清 ApoB/ApoA1 水平更高, ApoB 是 LDL-C 的主要成分, LDL-C 在血管生成中发挥重要作用,高水平 ApoB 可能会影响胎盘的血管健康,从而影响胎盘的正常功能, ApoA1 通过调节胎盘滋养层细胞的侵袭与增殖影响胎盘发育,而胎盘功能障碍及胎盘血管生成受损是肾损害发生的重要因素^[19-20]。

本研究结果显示,血清 HMGB1、ApoB/ApoA1 水平随着患者病情加重而升高,表明其水平变化可能与妊高症的病情进展有关,可能用于辅助临床评估患者

病情。Logistic 回归分析发现,血清 HMGB1、ApoB/ApoA1 水平更高的妊高症患者发生早期肾损害的概率更大,调控 HMGB1、ApoB/ApoA1 水平可能是临床预防妊高症患者早期肾损害的潜在方案,后续将对此进行深入分析。ROC 曲线分析结果显示, HMGB1、ApoB/ApoA1 联合诊断妊高症患者早期肾损害发生的 AUC 高于单个指标,联合检测 HMGB1、ApoB/ApoA1 水平可辅助临床评估妊高症患者早期肾损害的发生风险。

4 结 论

综上所述,妊高症患者血清 HMGB1、ApoB/ApoA1 水平升高,与患者病情及肾损害密切相关,血清 HMGB1、ApoB/ApoA1 水平联合在诊断早期肾损害方面具有较高的价值。本研究仅以 118 例患者作为研究对象,研究结果具有一定的局限性,且未对 HMGB1、ApoB/ApoA1 参与妊高症肾损害的机制进行分析也是本研究的不足之处,后续将完善试验方案、扩大样本容量进行深入分析。

利益冲突:所有作者声明无利益冲突

作者贡献声明

段小霞、周卓:设计研究方案,实施研究过程,论文撰写;冯思思:提出研究思路,分析试验数据,论文审核;王珊:实施研究过程,资料搜集整理,论文修改;邓田:进行统计学分析

参考文献

- [1] Zhao X, Wang H, Gao Y, et al. Effects of compound danshen injection combined with magnesium sulfate on pregnancy-induced hypertension syndrome under the guidance of empirical mode decomposition algorithm-based ultrasound image[J]. J Healthc Eng, 2021, 1(1):9026223-9026232. DOI: 10.1155/2021/9026223.
- [2] Ozer Cora A, Guven S, Sal H, et al. Serum MUC3 protein as a novel marker of gestational hypertensive disorders[J]. J Obstet Gynaecol India, 2022, 72(6):497-502. DOI: 10.1007/s13224-022-01677-0.
- [3] Naqvi R, Hossain N, Butt S, et al. Efficacy of multiple biomarkers: NGAL, KIM1, Cystatin C and IL18 in predicting pregnancy related acute kidney injury[J]. Pak J Med Sci, 2023, 39(1):34-40. DOI: 10.12669/pjms.39.2.7494.
- [4] Fu Y, Xiang Y, Wang Y, et al. The STAT1/HMGB1/NF-κB pathway in chronic inflammation and kidney injury after cisplatin exposure[J]. Theranostics, 2023, 13(9):2757-2773. DOI: 10.7150/thno.81406.
- [5] 李勇, 苏亚坤, 张宏博, 等. 血清高迁移率蛋白 B1 与原发高血压患者早期肾损伤的临床关系研究[J]. 中国心血管病研究, 2023, 21(6):560-564. DOI: 10.3969/j.issn.1672-5301.2023.06.014.
- [6] Lecamwasam A, Mansell T, Ekinici EI, et al. Blood plasma metabolites in diabetes-associated chronic kidney disease: A focus on lipid profiles and cardiovascular risk[J]. Front Nutr, 2022, 9(1):821209. DOI: 10.3389/fnut.2022.821209.
- [7] 毛辉, 黄洁群, 欧志强, 等. 血清视黄醇结合蛋白、胱抑素 C 及载脂蛋白 B/载脂蛋白 A1 联合检测对高血压早期肾损伤的诊断价值[J]. 川北医学院学报, 2024, 39(1):51-54. DOI: 10.3969/j.issn.1005-3697.2024.01.012.
- [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. DOI: 10.3760/cma.j.cn112141-20200114-00039.
- [9] 牛秀敏, 张慧英, 罗营, 等. 实用妊娠期高血压疾病诊疗手册[M]. 北京:人民军医出版社, 2009:89.
- [10] 朱怡, 秦艳, 何珏. 血清 miR-15b、miR-29a 和 CysC 在妊娠高血压疾病肾脏损害中的临床诊断价值[J]. 疑难病杂志, 2020, 19(2):170-174, 179. DOI: 10.3969/j.issn.1671-6450.2020.02.014.
- [11] Metoki H, Iwama N, Hamada H, et al. Hypertensive disorders of pregnancy: Definition, management, and out-of-office blood pressure measurement[J]. Hypertens Res, 2022, 45(8):1298-1309. DOI: 10.1038/s41440-022-00965-6.
- [12] Meca DC, Cirstoiu MM. Clinical and paraclinical features in pregnancies associated with renal impairment due to hypertensive complications[J]. Cureus, 2024, 16(4):57849-57856. DOI: 10.7759/cureus.57849.
- [13] Zhang J, Chen Q, Dai Z, et al. miR-22 alleviates sepsis-induced acute kidney injury via targeting the HMGB1/TLR4/NF-κB signaling pathway[J]. Int Urol Nephrol, 2023, 55(2):409-421. DOI: 10.1007/s11255-022-03321-2.
- [14] Oh H, Choi A, Seo N, et al. Protective effect of glycyrrhizin, a direct HMGB1 inhibitor, on post-contrast acute kidney injury[J]. Sci Rep, 2021, 11(1):15625-15637. DOI: 10.1038/s41598-021-94928-5.
- [15] 赵静, 毛小梅. 子痫前期患者外周血中 TLR-4、HMGB1 的表达水平及其对肾损伤的诊断价值[J]. 医学临床研究, 2022, 39(10):1501-1504, 1508. DOI: 10.3969/j.issn.1671-7171.2022.10.017.
- [16] Dong Y, Ming B, Dong L. The role of HMGB1 in rheumatic diseases[J]. Front Immunol, 2022, 13(1):815257-815269. DOI: 10.3389/fimmu.2022.815257.
- [17] Tao J, Dai W, Ye C, et al. Preprocedural Lp(a) level and ApoB/ApoA-I ratio and the risk for contrast-induced acute kidney injury in patients undergoing emergency PCI[J]. Lipids Health Dis, 2021, 20(1):130-138. DOI: 10.1186/s12944-021-01535-4.
- [18] Lecamwasam A, Mansell T, Ekinici EI, et al. Blood plasma metabolites in diabetes-associated chronic kidney disease: A focus on lipid profiles and cardiovascular risk[J]. Front Nutr, 2022, 9(1):821209-821212. DOI: 10.3389/fnut.2022.821209.
- [19] DeFreitas MJ, Katsoufis CP, Benny M, et al. Educational review: The impact of perinatal oxidative stress on the developing kidney[J]. Front Pediatr, 2022, 10:853722-853737. DOI: 10.3389/fped.2022.853722.
- [20] Liu Z, Pei J, Zhang X, et al. APOA1 is a novel marker for pre-eclampsia[J]. Int J Mol Sci, 2023, 24(22):16363-16377. DOI: 10.3390/ijms242216363.

(收稿日期:2024-12-05)