

• 论 著 • DOI:10.3969/j.issn.1672-9455.2025.20.009

血清 Hcy、尿 mAlb/Cr 比值在原发性 H 型原发性高血压肾损害诊断、预后危险分层评估中的作用*

陆小丽¹, 刘玉玲¹, 李元宁^{2△}, 刘 波¹

1. 青海红十字医院肾内科, 青海西宁 812199; 2. 青海省人民医院肾内科, 青海西宁 810007

摘 要:目的 探讨血清同型半胱氨酸(Hcy)、尿微量清蛋白(mAlb)/肌酐(Cr)比值在 H 型原发性高血压(EH)肾损害诊断、预后危险分层评估中的作用。**方法** 选取 2023 年 1—12 月青海红十字医院收治的 102 例 H 型 EH 肾损害患者纳入肾损害组, 51 例未发生肾损害的 H 型 EH 患者纳入 EH 组。收集所有患者的基线资料。检测所有患者血清 Hcy 和尿 mAlb、Cr 水平, 并计算 mAlb/Cr 比值。对比 2 组的 Hcy 水平和 mAlb/Cr 比值, 采用多因素 Logistic 回归分析 H 型 EH 患者发生肾损害的影响因素。根据入院时预后危险分层, 将 EH 肾损害患者分为低中危组和高危组。绘制受试者工作特征(ROC)曲线分析血清 Hcy、尿 mAlb/Cr 比值对 H 型 EH 肾损害预后危险分层的预测价值。**结果** 肾损害组合并糖尿病占比、血清 Hcy 水平及尿 mAlb/Cr 比值高于 EH 组, 差异均有统计学意义($P < 0.05$)。多因素 Logistic 回归分析结果显示, 血清 Hcy 水平、尿 mAlb/Cr 比值升高均为 H 型 EH 患者发生肾损害的独立危险因素($P < 0.05$)。预后危险分层评估结果显示, 低中危组有 61 例, 高危组有 41 例; 高危组血清 Hcy 水平及尿 mAlb/Cr 比值高于低中危组, 差异均有统计学意义($P < 0.05$)。ROC 曲线分析结果显示, 血清 Hcy、尿 mAlb/Cr 比值单独及联合预测 H 型 EH 患者发生高危肾损害 AUC 分别为 0.788、0.783、0.867, 二者联合预测的 AUC 均明显大于血清 Hcy、尿 mAlb/Cr 比值单独预测的 AUC($Z = 2.032, 1.950$, 均 $P < 0.05$)。**结论** H 型 EH 肾损害患者血清 Hcy 水平、尿 mAlb/Cr 比值呈高表达, 且血清 Hcy 水平、尿 mAlb/Cr 比值升高是 H 型 EH 发生肾损害的独立危险因素, 二者联合检测对 H 型 EH 肾损害预后危险分层评估具有较高的预测价值。

关键词:原发性 H 型高血压; 肾损害; 同型半胱氨酸; 尿微量清蛋白; 肌酐; 预后危险分层

中图法分类号:R692;R544.1+5 **文献标志码:**A **文章编号:**1672-9455(2025)20-2793-05

Role of serum Hcy and urinary mAlb/Cr in diagnosing kidney damage of H-type essential hypertension and assessing prognostic risk stratification*

LU Xiaoli¹, LIU Yuling¹, LI Yuanning^{2△}, LIU Bo¹

1. Department of Nephrology, Qinghai Red Cross Hospital, Xining, Qinghai 812199, China; 2. Department of Nephrology, Qinghai Provincial People's Hospital, Xining, Qinghai 810007, China

Abstract: Objective To investigate the role of serum homocysteine (Hcy) and urinary microalbumin (mAlb)/creatinine (Cr) ratio in the diagnosis and prognostic risk stratification of kidney damage in patients with H-type essential hypertension (EH). **Methods** A total of 102 patients with H-type EH and kidney damage admitted to Qinghai Red Cross Hospital from January 2023 to December 2023 were included in the kidney damage group, while 51 H-type EH patients without kidney damage were included in the EH group. Baseline data of all patients were collected. Serum Hcy, urinary mAlb and Cr levels were measured in all patients, and urinary mAlb/Cr ratio was calculated. The serum Hcy level and urinary mAlb/Cr ratio between the two groups were compared, and multivariate Logistic regression analysis was used to analyze the factors affecting kidney damage in H-type EH patients. Based on the prognostic risk stratification at admission, EH patients with kidney damage were divided into low-medium risk group and high risk group. Receiver operating characteristic (ROC) curves were plotted to analyze the predictive value of serum Hcy and urinary mAlb/Cr for prognostic risk stratification in H-type EH kidney damage. **Results** The proportion of patients with comorbid diabetes, serum Hcy level and urinary mAlb/Cr ratio in the kidney damage group were significantly higher than those in the EH group, and the differences were statistically significant (all $P < 0.05$). Multivariate Lo-

* 基金项目: 青海省临床医学科技专项(2022-wjzd-12)。

作者简介: 陆小丽, 女, 主治医师, 主要从事肾脏病、血液透析、肾穿刺活检方向的研究。△ 通信作者, E-mail: liyuanning239@163.com。

引用格式: 陆小丽, 刘玉玲, 李元宁, 等. 血清 Hcy、尿 mAlb/Cr 比值在原发性 H 型原发性高血压肾损害诊断、预后危险分层评估中的作用[J]. 检验医学与临床, 2025, 22(20): 2793-2797.

gistic regression analysis results showed that elevated serum Hcy level and urinary mAlb/Cr ratio were independent risk factors for kidney damage in patients with H-type EH ($P < 0.05$). Prognostic risk stratification results showed 61 cases in the low-medium risk group and 41 cases in the high risk group; the serum Hcy level and urinary mAlb/Cr ratio in the high risk group were higher than those in the low-medium risk group, with statistically significant differences ($P < 0.05$). ROC curve analysis results showed that the area under the curves (AUCs) of serum Hcy, urinary mAlb/Cr, alone or in combination, for predicting kidney damage in H-type EH patients were 0.788, 0.783 and 0.867, respectively, and the AUC of the two indicators in combined was significantly larger than that of serum Hcy and urinary mAlb/Cr alone ($Z = 2.032, 1.950$, both $P < 0.05$). **Conclusion** Serum Hcy level and urinary mAlb/Cr ratio are highly expressed in H-type EH patients with kidney damage, elevated serum Hcy level and urinary mAlb/Cr ratio are independent risk factors for kidney damage in H-type EH, and the combined detection of both indicators has high predictive value for prognostic risk stratification of kidney damage in H-type EH.

Key words: H-type essential hypertension; kidney damage; homocysteine; urinary microalbumin; creatinine; prognostic risk stratification

原发性高血压(EH)是临床常见的一种心血管综合征,患者主要表现为体循环动脉压升高,且通常伴随着糖代谢、脂代谢异常及心、脑、肾、血管等损害,其中肾脏是主要的受累靶器官^[1-2]。H型EH是同时伴有高同型半胱氨酸(Hcy)血症的EH患者,H型EH是肾脏疾病发生的重要危险因素,极易引发肾功能损害,早期表现为肾血管阻力上升,若不及时诊断、干预,会发展至终末期肾病,增加患者死亡风险^[3-4]。因此,早期准确诊断H型EH肾损害并评估其预后风险,是改善患者防治效果与预后的关键。Hcy是蛋氨酸的中间代谢产物,既往研究表明,Hcy与高血压早期肾功能损害存在明显的相关性^[5]。尿微量清蛋白(mAlb)/肌酐(Cr)比值是临床用于判断肾功能早期损害的重要指标,由于mAlb易受尿量的影响,因此通过Cr进行校准后,采用mAlb/Cr比值能更客观地评估尿mAlb的排泄量^[6]。研究表明,mAlb/Cr比值对妊娠高血压肾功能损害具有良好的预测价值,且能够用于肾功能损害程度的评估^[7-8]。基于上述研究推测Hcy、mAlb/Cr比值对H型EH肾损害的诊断及预后风险评估具有一定参考价值,故本研究进一步分析血清Hcy、尿mAlb/Cr比值在H型EH肾损害诊断、预后危险分层评估中的作用,以期为H型EH肾损害的防治及预后改善提供新的思路。现报道如下。

1 资料与方法

1.1 一般资料 选取2023年1—12月青海红十字医院收治的102例H型EH肾损害患者纳入肾损害组,51例未发生肾损害的H型EH患者纳入EH组。纳入标准:(1)符合为H型高血压相关诊断标准^[9-10]:收缩压 ≥ 140 mmHg,舒张压 ≥ 90 mmHg,且Hcy ≥ 10 μ mol/L。(2)肾损害组确诊为肾损害。①血、尿成分异常或影像学检查异常或病理学检查异常)持续3个月;②估算肾小球滤过率(eGFR) < 60 mL/(min $\cdot$ 1.73 m²)持续3个月和(或)mAlb/Cr比值 > 30 mg/g。满足①②中任意一条即可确诊为肾损害^[11]。(3)年龄 > 40 岁。(4)入组前未进行相关治疗。(5)患者临床资料完整。排除标准:(1)入院前伴原发性肾

脏疾病;(2)继发性高血压;(3)糖尿病等其他疾病引起的继发性肾病;(4)合并恶性肿瘤;(5)近1个月内服用过肾毒性药物;(6)合并局部或全身感染。本研究已通过青海红十字医院医学伦理委员会审批(审批号:L0315472)。所有患者均签署知情同意书。

1.2 方法

1.2.1 尿 mAlb、Cr 水平检测 采集患者入院 24 h 内新鲜中段晨尿 10 mL,以 3 000 r/min 转速离心 10 min(离心半径为 10 cm)后取上清液,采用瑞士 Roche 公司 Cedex Bio HT 生化分析仪(免疫比浊法)检测尿 mAlb、Cr 水平,并计算 mAlb/Cr 比值,试剂盒均购于上海羽喙生物科技有限公司(mAlb 货号:YDLC-15171;Cr 货号:YDLC-11696)。

1.2.2 血清 Hcy 水平检测 采集患者入院 24 h 内清晨空腹静脉血 10 mL,以 3 000 r/min 转速离心 10 min(离心半径为 10 cm)后取上清液,采用英国瑞孚迪 Revvity 公司 EnVision 多功能酶标仪、以酶联免疫吸附试验检测血清 Hcy 水平,试剂盒购于南京森贝伽生物科技有限公司(货号:SBJ-H0135)。

1.2.3 基线资料收集 通过医院电子病历系统收集患者基线资料,包括性别、年龄、体质量指数(BMI)、病程、高血压分级^[9]、基础疾病(合并糖尿病、合并高脂血症、合并冠心病)情况、有无吸烟史、有无饮酒史,以及入院时空腹血糖(FBG)、总胆固醇(TC)、甘油三酯(TG)、高密度脂蛋白胆固醇(HDL-C)、低密度脂蛋白胆固醇(LDL-C)、尿素氮(BUN)、血肌酐(Scr)水平。

1.2.4 预后危险分层评估及分组 根据EH肾损害患者入院时eGFR及mAlb分级进行预后危险分层评估^[12]。见表1。将低危及中危的EH肾损害患者纳入低中危组,将高危/极高危的EH肾损害患者纳入高危组。

1.3 统计学处理 采用SPSS26.0统计软件进行数据处理与分析。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;计数资料以 n (%)表示,2组间比较采用 χ^2 检验,等级资料比较采用秩和检验。采用多因素 Logistic 回归分析 H 型

EH 患者发生肾损害的影响因素。绘制受试者工作特征(ROC)曲线分析血清 Hcy、尿 mAlb/Cr 比值对 H 型 EH 肾损害预后危险分层的预测价值,曲线下面积(AUC)比较采用 DeLong 检验。检验水准 $\alpha=0.05$,均为双侧检验,以 $P<0.05$ 为差异有统计学意义。

表 1 预后危险分层评估		
预后危险分层	eGFR[mL/(min·1.73 m ²)]	mAlb 分级(mg/g)
低危	≥60	<30
中危	≥60	30~300
	45~<60	<30
高危/极高危	≥60	>2 000
	45~<60	>300
	<45	不限

注:患者需同时满足 eGFR、mAlb 分级标准。

2 结 果

2.1 EH 组与肾损害组患者基线资料比较 EH 组与肾损害组性别、年龄、BMI、病程、高血压分级、合并高脂血症占比、合并冠心病占比、有吸烟史占比、有饮酒史占比及 FBG、TC、TG、HDL-C、LDL-C、BUN、Scr 水平比较,差异均无统计学意义($P>0.05$);肾损害组合并糖尿病占比高于 EH 组,差异有统计学意义($P<0.05$)。见表 2。

表 2 EH 组与肾损害组患者基线资料比较 [n(%)或 $\bar{x}\pm s$]				
临床资料	EH 组 (n=51)	肾损害组 (n=102)	$\chi^2/t/Z$	P
性别				
男	31(60.78)	66(64.71)	0.225	0.635
女	20(39.22)	36(35.29)		
年龄(岁)	55.86±6.95	56.47±7.24	-0.498	0.619
BMI(kg/m ²)	23.73±1.76	22.96±1.59	0.498	0.619
病程(年)	6.72±1.67	6.91±1.83	-0.623	0.534
高血压分级				
I 级	20(39.22)	30(29.41)	1.079	0.281
II 级	17(33.33)	39(38.24)		
III 级	14(27.45)	33(32.35)		
基础疾病				
合并糖尿病	10(19.61)	38(37.25)	4.918	0.027
合并高脂血症	14(27.45)	31(30.39)	0.142	0.707
合并冠心病	10(19.61)	26(25.49)	0.654	0.419
有吸烟史	15(29.41)	34(33.33)	0.240	0.624
有饮酒史	17(33.33)	39(38.24)	0.352	0.553
FBG(mmol/L)	5.54±0.54	5.71±0.64	-1.628	0.106
TC(mmol/L)	5.12±0.95	5.33±0.87	-1.365	0.174
TG(mmol/L)	1.36±0.29	1.41±0.31	-0.961	0.338
HDL-C(mmol/L)	1.15±0.27	1.17±0.25	-0.454	0.650
LDL-C(mmol/L)	3.09±0.79	3.20±0.84	-0.779	0.437
BUN(mg/L)	4.79±1.05	4.86±1.19	-0.356	0.722
Scr(μmol/L)	69.49±9.25	72.16±11.17	-1.473	0.143

2.2 EH 组与肾损害组患者血清 Hcy 水平及尿

mAlb/Cr 比值比较 肾损害组血清 Hcy 水平及尿 mAlb/Cr 比值高于 EH 组,差异均有统计学意义($P<0.05$)。见表 3。

表 3 EH 组与肾损害组患者血清 Hcy 水平及尿 mAlb/Cr 比值比较($\bar{x}\pm s$)			
组别	n	血清 Hcy(μmol/L)	尿 mAlb/Cr 比值
EH 组	51	11.46±3.01	20.89±3.59
肾损害组	102	18.29±4.25	27.73±5.21
t		-10.255	-8.423
P		<0.001	<0.001

2.3 多因素 Logistic 回归分析 H 型 EH 患者发生肾损害的影响因素 将 H 型 EH 患者肾损害的发生情况为因变量(发生=1,未发生=0),将有无合并糖尿病(有=1,无=0)、血清 Hcy(实测值)、尿 mAlb/Cr 比值(实测值)作为自变量纳入多因素 Logistic 回归模型。分析结果显示,血清 Hcy 水平、尿 mAlb/Cr 比值升高均为 H 型 EH 患者发生肾损害的独立危险因素($P<0.05$)。见表 4。

表 4 多因素 Logistic 回归分析 H 型 EH 患者发生肾损害的影响因素						
因素	β	SE	Wald χ^2	P	OR	OR 的 95%CI
常数项	-0.094	0.051	3.397	0.062	—	—
合并糖尿病	0.818	0.449	3.319	0.078	2.266	0.940~5.463
血清 Hcy	0.469	0.158	6.223	<0.001	1.598	1.106~2.311
尿 mAlb/Cr 比值	0.605	0.237	6.516	<0.001	1.831	1.151~2.914

注:—表示无数据。

2.4 不同预后危险分层 EH 肾损害患者的血清 Hcy 水平及尿 mAlb/Cr 比值比较 预后危险分层评估结果显示,低中危组有 61 例,高危组有 41 例;高危组血清 Hcy 水平及尿 mAlb/Cr 比值高于低中危组,差异均有统计学意义($P<0.05$)。见表 5。

表 5 不同预后危险分层 EH 肾损害患者血清 Hcy 水平及尿 mAlb/Cr 比值比较($\bar{x}\pm s$)			
组别	n	血清 Hcy(μmol/L)	尿 mAlb/Cr 比值
低中危组	61	17.11±3.96	26.54±4.83
高危组	41	20.05±4.31	29.50±5.36
t		-3.548	-2.903
P		0.001	0.005

2.5 血清 Hcy、尿 mAlb/Cr 比值对 H 型 EH 肾损害患者预后危险分层的预测价值 以 H 型 EH 肾损害患者预后危险分层为状态变量(高危组=1,低中危组=0),以血清 Hcy、尿 mAlb/Cr 比值为检验变量,绘制 ROC 曲。分析结果显示,血清 Hcy、尿 mAlb/Cr 比值单独及联合预测 H 型 EH 肾损害患者高危预后层级的 AUC 分别为 0.788、0.783、0.867,二者联合预测的 AUC 均明显大于血清 Hcy、尿 mAlb/Cr 比值单独预测的 AUC($Z=2.032$ 、1.950,均 $P<0.05$)。见表 6。

表 6 血清 Hcy、尿 mAlb/Cr 比值对 H 型 EH 肾损害患者高危预后层级的预测价值

指标	最佳截断值	灵敏度(%)	特异度(%)	AUC	AUC 的 95%CI	约登指数	P
血清 Hcy	17.53 μmol/L	75.61	80.33	0.788	0.696~0.863	0.559	<0.05
尿 mAlb/Cr 比值	27.76	78.05	70.49	0.783	0.691~0.859	0.485	<0.05
二者联合	—	73.17	95.08	0.867	0.785~0.926	0.683	<0.05

注:联合预测将 Hcy、mAlb/Cr 比值同时超过最佳截断值的患者判定为预后高危;—表示无数据。

3 讨 论

肾损害是 H 型 EH 的一种常见并发症,由于患者机体长期处于“高压”环境,血管紧张素Ⅱ会增加血管平滑肌细胞膜上氧化酶的活性,释放大量活性氧,影响细胞外基质的代谢,活性氧在增加血管内皮通透性的同时,还能使脂质氧化,并通过氧化应激反应导致血管重塑,损伤肾小管及肾小球的正常功能,引发肾损害^[13-14]。既往研究指出,血清 Hcy、尿 mAlb/Cr 比值对高血压肾损害均有一定的临床诊断价值^[15-16],但二者联合用于 H 型 EH 肾损害的有效诊断及对预后危险分层的研究较少,本研究对此进行分析,有利于 H 型 EH 肾损害的防治。

本研究对发生与未发生肾损害 H 型 EH 患者的血清 Hcy、尿 mAlb/Cr 比值进行分析,结果显示肾损害组血清 Hcy、尿 mAlb/Cr 比值高于 EH 组。分析其可能原因为:血清 Hcy 是蛋氨酸的中间代谢产物,正常情况下在肾脏的清除作用下,外周循环中的血清 Hcy 处于较低水平,当肾功能受损后血清 Hcy 无法被及时清除,导致血清 Hcy 水平升高,因此肾损害患者血清 Hcy 水平高于未发生肾损害的 H 型 EH 患者^[17-18]。尿 mAlb/Cr 比值是反映患者肾脏 mAlb 排泄情况的重要指标,该指标升高通常发生于肾脏损害早期^[19]。本研究中肾损害患者尿 mAlb/Cr 比值升高可能是肾脏微血管进行性丢失的表现,高血压引起的肾小动脉病变累积肾血管,导致肾小球的滤过膜受损,影响肾小球的滤过作用,mAlb 无法被肾小球的滤过作用重吸收,从而导致尿液中 mAlb 水平升高^[20]。Cr 是通过肾小球滤过排出体外,当肾小球轻微受损时,Cr 排出量基本稳定,因此肾损害患者尿 mAlb/Cr 比值在肾损害早期明显升高^[21]。本研究多因素 Logistic 回归分析结果发现,血清 Hcy 水平和尿 mAlb/Cr 比值升高是 H 型 EH 患者发生肾损害的独立危险因素,与邓心悦等^[22]研究结果一致,提示血清 Hcy 水平和尿 mAlb/Cr 比值升高可能会增加 H 型 EH 患者肾损害的发生风险。分析其原因为血清 Hcy 会导致肾血管发生重构,造成肾小球及肾小管受损,从而影响肾脏组织的血流灌注,降低 eGFR,引发肾损害^[23]。由于 mAlb 受到运动、尿路感染等多种因素的影响,且与 Cr 同时受到肾小球的影响,尿 mAlb/Cr 比值能更准确地反映机体肾功能损害情况,避免单独指标产生的片面性,因此尿 mAlb/Cr 比值对于早期肾损害具有更高的临床价值。

本研究对不同预后风险分层患者的血清 Hcy 水平、尿 mAlb/Cr 比值进行分析,结果显示高危组血清 Hcy 水平、尿 mAlb/Cr 比值显著高于低中危组,提示血清 Hcy 水平、尿 mAlb/Cr 比值与 H 型 EH 肾损害患者的预后风险分层有关。分析其原因为:血清 Hcy 可通过激活肾素-血管紧张素系统导致肾小球内压升高,加剧蛋白尿和肾小球损伤,同时血清 Hcy 水平持续升高可加剧氧化应激和炎症反应,进一步破坏血管内皮功能,诱导大量自由基生成,破坏肾脏微循环,并进一步加重肾损害,使患者的预后危险分层上移;同时血管内皮功能损失会促进动脉粥样硬化和微血栓形成,加速肾小球硬化,影响 H 型 EH 肾损害患者预后^[24-25]。尿 mAlb/Cr 比值升高标志肾小球滤过膜电荷选择性丧失,清蛋白漏出进入尿液,而漏出的清蛋白可进一步加剧肾小管间质炎症反应,促进胶原沉积,最终导致肾间质纤维化^[26]。为进一步探讨血清 Hcy、尿 mAlb/Cr 比值对 H 型 EH 肾损害患者预后危险分层的预测价值,本研究绘制 ROC 曲线进行深入研究,结果显示血清 Hcy、尿 mAlb/Cr 比值联合预测 H 型 EH 肾损害患者高危预后层级的 AUC 为 0.867,大于各项单独预测的 AUC,提示血清 Hcy、尿 mAlb/Cr 比值联合的预测效能高于单独检测。LIU 等^[27]研究证实,血清 Hcy 水平升高会增加 EH 患者肾功能下降的风险,且血清 Hcy 水平可作为 EH 患者肾功能风险分层的重要因素,与本研究结果相符。分析其原因为血清 Hcy 水平持续升高会损伤肾小动脉血管内皮功能,释放大量自由基,累积肾脏微循环,并进一步加重肾损害,增加患者预后危险分层。由于血清 Hcy、尿 mAlb/Cr 比值联合分别从血液及尿液对患者肾功能水平进行评估,避免了单一指标对 H 型 EH 肾损害诊断的局限性,因此二者联合的预测价值更高。血清 Hcy 水平、尿 mAlb/Cr 比值越高,H 型 EH 肾损害患者的危险分层越高,预后越差,临床可同时结合患者血清 Hcy 水平、尿 mAlb/Cr 比值重点关注血清 Hcy>17.53 μmol/L 且尿 mAlb/Cr 比值>27.76 mg/g 的 H 型 EH 肾损害患者,早期识别肾功能恶化风险,并及时采取保护肾脏等相关措施,以改善患者预后。

综上所述,H 型 EH 肾损害患者血清 Hcy 水平、尿 mAlb/Cr 比值升高,且血清 Hcy 水平、尿 mAlb/Cr 比值升高是 H 型 EH 患者发生肾损害的独立危险因素,二者联合对于 H 型 EH 肾损害患者高危预后层级具

有较高的预测价值。本研究局限于样本量及单中心研究,样本量的限制可能导致预后风险分层阈值出现偏倚,而单中心研究会受结果受到仪器及检测人员的影响,未来可持续收集更多患者,为 H 型 EH 肾损害的早期诊断及预后风险分层评估提供更加科学、准确的数据支持。

参考文献

- [1] ROSSI G P,ROSSITTO G,MAIFREDINI C,et al. Modern management of hypertensive emergencies[J]. High Blood Press Cardiovasc Prev,2022,29(1):33-40.
- [2] ARENDSHORST W J,VENDROV A E,KUMAR N,et al. Oxidative stress in kidney injury and hypertension[J]. Antioxidants (Basel),2024,13(12):1454.
- [3] 徐玉洁,高娟,王子文,等. H 型高血压急性缺血性脑卒中患者亚甲基四氢叶酸还原酶 C677T 基因多态性及其与肾功能的相关性[J]. 山东医药,2024,64(6):24-28.
- [4] CAI X Y,JU M L,JIANG X Y,et al. A retrospective cohort study of H-type hypertension and its influence on the prognostic effect in patients with non-dialysis CKD[J]. Front Nutr,2025,25(12):1554663.
- [5] ZHANG C,DOU Z,ZHAO C,et al. Analysis of the correlation between the distribution of MTHFR gene and the severity and renal function of elderly patients with H-Type hypertension [J]. J Healthc Eng, 2022, 4 (12): 8352005.
- [6] SANDAMINI P M,JAYASINGHE S,DE SILVA P M,et al. Fluoride exposure and pediatric kidney health in dry, wet and intermediate climatic zone communities in Sri Lanka:implications from urinary cystatin-C,and albumin-creatinine ratio[J]. J Trace Elem Med Biol, 2024, 82: 127367.
- [7] 周文婷. 血清同型半胱氨酸联合尿微量白蛋白/肌酐指数对妊娠期高血压疾病早期肾损伤的诊断价值[J]. 中国妇幼保健,2020,35(1):24-27.
- [8] 郗隽,张瑞,郑恬. 尿微量白蛋白/尿肌酐比值及 25-(OH) D₃ 水平与糖尿病肾病患者肾功能损伤程度的关系[J]. 海南医学,2023,34(9):1286-1290.
- [9] 《中国高血压防治指南》修订委员会. 中国高血压防治指南 2018 年修订版[J]. 心脑血管病防治,2019,19(1):1-44.
- [10] 李建平,卢新政,霍勇,等. H 型高血压诊断与治疗专家共识[J]. 中华高血压杂志,2016,24(2):123-127.
- [11] 高血压肾病诊治中国专家共识组成员. 高血压肾病诊断和治疗中国专家共识(2022)[J]. 中华高血压杂志,2022,30(4):307-317.
- [12] 王阳,任红旗. 2021 年 KDIGO 慢性肾脏病血压管理临床实践指南的解读[J]. 中国临床医生杂志,2023,51(2):138-144.
- [13] FRANCO C,SCIATTI E,FAVERO G,et al. Essential hypertension and oxidative stress: novel future perspectives[J]. Int J Mol Sci,2022,23(22):14489.
- [14] KISHI S,NAGASU H J E,KIDOKORO K,et al. Oxidative stress and the role of redox signalling in chronic kid-

ney disease[J]. Nat Rev Nephrol,2024,20(2):101-119.

- [15] 于天良,沈丽梅,徐成亮. 妊娠高血压综合征患者血清 NGAL、Hcy 变化及其对早期肾损害的诊断价值[J]. 中国现代医学杂志,2023,33(5):86-90.
- [16] 施文娟,沈春艳,徐常恩. 血清 PODXL, UMOD 和尿 mALB/Cr 比值在妊娠期高血压疾病患者发生肾损伤中的诊断价值[J]. 检验医学与临床,2024,21(9):1263-1267.
- [17] BROBAK K M,HALVORSEN L V,AASS C D,et al. Novel biomarkers in patients with uncontrolled hypertension with and without kidney damage[J]. Blood Press, 2024,33(1):2323980.
- [18] 陈艳洁,周珊珊. 妊娠期高血压疾病患者尿微量白蛋白/肌酐比值和抗心磷脂抗体水平与早期肾损伤的相关性[J]. 中国妇幼保健,2025,40(11):1963-1966
- [19] TANG H H,ZHAO Y,TAN C Y,et al. Significance of serum markers and urinary microalbumin in the diagnosis of early renal damage in patients with gout[J]. Clin Lab, 2021,67(5):200722.
- [20] 陈加梅,刘融,徐伟伟,等. 尿微量白蛋白/肌酐联合血清 Cys-C、Hcy 对妊娠期高血压患者肾功能损害的预测价值分析[J]. 中国卫生检验杂志,2023,33(7):827-830.
- [21] HAN R F,DUAN L J,ZHANG Y,et al. Serum uric acid is a better indicator of kidney impairment than serum uric acid-to-creatinine ratio and serum uric acid-to-high-Density lipoprotein ratio:a cross-sectional study of type 2 diabetes mellitus patients[J]. Diabetes Metab Syndr Obes, 2023,16:2695-2703.
- [22] 邓心悦,蒋磊英,沈爱玲. 同型半胱氨酸、载脂蛋白 B/载脂蛋白 A 比值及尿微量白蛋白/肌酐比值的变化与高血压早期肾损伤的关系研究[J]. 河北医药,2022,44(16):2473-2476.
- [23] ADEOYE M,HAMDALLAH H,ADEOYE A M. Homocysteine levels and cardiovascular disease risk factors in chronic kidney disease (CKD), hypertensive and healthy Nigerian adults:a comparative retrospective study[J]. BMJ Open,2025,15(3):e089644.
- [24] LU X,GUO L,SUN X,et al. The relationship between homocysteine levels and blood pressure variability with early renal injury marker NGAL in patients with H-type hypertension[J]. BMC Cardiovasc Disord, 2025, 25 (1): 439.
- [25] EMRICH I E,OBEID R,GEISEL J,et al. Association of homocysteine, S-adenosylhomocysteine and S-adenosylmethionine with cardiovascular events in chronic kidney disease[J]. Nutrients,2025,17(4):626.
- [26] FAUCON AL,LUNDBERG S,LANDO S,et al. Albuminuria predicts kidney events in IgA nephropathy [J]. Nephrol Dial Transplant,2025,40(3):465-474.
- [27] LIU C L,LIN L,XU R. Elevated homocysteine and differential risks of the renal function decline in hypertensive patients[J]. Clin Exp Hypertens,2020,42(6):565-570.