

本文引用: 刘晨菲, 王艳, 马飞. 血清 UA/Cr、Hcy 和 ApoA1 水平与颈动脉粥样硬化患者斑块稳定性的关系及对继发急性脑梗死的预测价值[J]. 中国动脉硬化杂志, 2025, 33(8): 702-708. DOI: 10.20039/j.cnki.1007-3949.2025.08.008.

· 临床研究 ·

[文章编号] 1007-3949(2025)33-08-0702-07

## 血清 UA/Cr、Hcy 和 ApoA1 水平与颈动脉粥样硬化患者斑块稳定性的关系及对继发急性脑梗死的预测价值

刘晨菲, 王艳, 马飞

邢台市中心医院, 河北省邢台市 054000

[摘要] [目的] 探讨血清尿酸(UA)/肌酐(Cr)、同型半胱氨酸(Hcy)、载脂蛋白 A1 (ApoA1) 水平与颈动脉粥样硬化(CAS)患者斑块稳定性的关系及对继发急性脑梗死(ACI)的预测价值。[方法] 选择 138 例 CAS 患者作为研究对象, 根据斑块的稳定性进一步分为稳定性斑块组和不稳定性斑块组。选择体检健康者作为对照组。采用酶循环法检测 Hcy 浓度, 采用胶乳增强免疫比浊法检测 ApoA1 浓度, 采用尿酸氧化酶法检测 UA 水平, 采用酶法检测 Cr 水平, 并计算 UA/Cr 比值。比较对照组、稳定性斑块组和不稳定性斑块组的基线资料和实验室指标; 采用 Spearman 相关分析实验室指标与内膜中膜厚度(IMT)的关系; 采用 Cox 回归模型对 CAS 患者发生 ACI 进行单因素及多因素分析, 并采用 ROC 曲线评估血清 UA/Cr、Hcy 和 ApoA1 水平对 ACI 的预测价值。[结果] 在 138 例 CAS 患者中, 稳定性斑块组 74 例, 不稳定性斑块组 64 例; 继发 ACI 46 例。对照组 42 例。与对照组相比, 稳定性斑块组和不稳定性斑块组血清 ApoA1、高密度脂蛋白胆固醇(HDL)水平较低, 血清 UA/Cr、Hcy、低密度脂蛋白胆固醇(LDL)水平及 IMT 较高( $P < 0.05$ )。Spearman 相关分析显示, 斑块组 IMT 与血清 UA/Cr、Hcy 水平呈正相关( $r = 0.535$  和  $r = 0.681$ ,  $P < 0.05$ ), 与 ApoA1 水平呈负相关( $r = -0.594$ ,  $P < 0.05$ )。Cox 回归分析显示, 不稳定性斑块、高血清 UA/Cr 和 Hcy 水平为继发 ACI 的危险因素, 高血清 ApoA1 水平为继发 ACI 的保护因素( $P < 0.05$ )。ROC 曲线分析显示, 血清 UA/Cr、Hcy 和 ApoA1 联合预测 CAS 患者继发 ACI 的灵敏度和特异度分别为 85.45% 和 82.67%, AUC 为 0.920, 高于 UA/Cr、Hcy 和 ApoA1 的单独诊断。[结论] 血清 UA/Cr、Hcy 水平与 CAS 患者的斑块形成及稳定性存在显著正相关, ApoA1 水平与其存在显著负相关, 且三者为 CAS 患者继发 ACI 的独立影响因素, 联合预测 ACI 发生的效能较高。

[关键词] 颈动脉粥样硬化; 急性脑梗死; 斑块稳定性; 尿酸/肌酐比值; 同型半胱氨酸; 载脂蛋白 A1

[中图分类号] R5

[文献标识码] A

### The relationship between serum UA/Cr, Hcy and ApoA1 levels and plaque stability in patients with carotid atherosclerosis and the predictive value for secondary acute cerebral infarction

LIU Chenfei, WANG Yan, MA Fei

Xingtai Central Hospital, Xingtai, Hebei 054000, China

[ABSTRACT] **Aim** To explore the relationship between serum uric acid (UA)/creatinine (Cr), homocysteine (Hcy), apolipoprotein A1 (ApoA1) levels and plaque stability in patients with carotid atherosclerosis (CAS) and the predictive value for secondary acute cerebral infarction (ACI). **Methods** 138 patients with CAS were selected as the research subjects and further divided into stable plaque group and unstable plaque group based on the stability of plaques.

Healthy individuals undergoing physical examinations were selected as the control group. Enzyme cycling method was used to detect Hcy level, latex enhanced immunoturbidimetry method was used to detect ApoA1 level, uricase method was used to detect UA level, enzyme method was used to detect Cr level, and UA/Cr ratio was calculated. Baseline data and laboratory indicators in the no plaque group, stable plaque group and unstable plaque group were compared. The relationship between laboratory indicators and intima-media thickness (IMT) was analyzed using Spearman correlation analysis. Cox regression model was used for univariate and multivariate analysis of secondary ACI in patients with CAS, and ROC curve was used to evaluate the predictive value of serum UA/Cr, Hcy and ApoA1 levels for it. **Results** Among 138 patients

[收稿日期] 2024-12-27

[修回日期] 2025-04-01

[基金项目] 邢台市重点研发计划自筹项目(2024ZC207)

[作者简介] 刘晨菲, 硕士, 主治医师, 研究方向为神经病学, E-mail: 1685281034@qq.com。

with CAS, there were 74 cases in the stable plaque group and 64 cases in the unstable plaque group; there were 46 cases of secondary ACI. There were 42 cases in the control group. Compared with the control group, the stable plaque group and unstable plaque group had lower levels of serum ApoA1 and high density lipoprotein cholesterol (HDLC), and higher levels of serum UA/Cr, Hcy, low density lipoprotein cholesterol (LDLC) and IMT ( $P < 0.05$ ). Spearman correlation analysis showed that IMT in the plaque group was positively correlated with serum UA/Cr and Hcy levels ( $r = 0.535$  and  $r = 0.681$ ,  $P < 0.05$ ), and negatively correlated with ApoA1 levels ( $r = -0.594$ ,  $P < 0.05$ ). Cox regression analysis showed that unstable plaques, high serum UA/Cr and Hcy levels were risk factors for secondary ACI, while high serum ApoA1 levels were protective factors for secondary ACI ( $P < 0.05$ ). ROC curve analysis showed that the sensitivity and specificity of combining serum UA/Cr, Hcy and ApoA1 for predicting secondary ACI in the CAS patients were 85.45% and 82.67%, respectively, with an AUC of 0.920, which was higher than the individual diagnosis of UA/Cr, Hcy and ApoA1.

**Conclusions** The levels of serum UA/Cr and Hcy are significantly positively correlated with plaque formation and stability in the CAS patients, while ApoA1 is significantly negatively correlated with them. These three factors are independent influencing factors for secondary ACI in the CAS patients, and their combined prediction of ACI has a higher efficacy.

**[KEY WORDS]** carotid atherosclerosis; acute cerebral infarction; plaque stability; uric acid/creatinine ratio; homocysteine; apolipoprotein A1

动脉粥样硬化是引发脑卒中等心脑血管疾病的一个常见原因,它主要影响大中型动脉,尤其是颈动脉,是受影响的常见部位<sup>[1-2]</sup>。颈动脉粥样硬化(carotid atherosclerosis, CAS)与急性脑梗死(acute cerebral infarction, ACI)之间关系密切, CAS 发病后,可能导致颈动脉血管腔内狭窄或闭塞,进而引起颅内供血不足,且该病易导致斑块形成,若斑块破裂或血栓脱落堵塞血管,也可能诱发 ACI 等并发症,从而增加患者的死亡率<sup>[3]</sup>。因此,早期精准评估 CAS 患者的斑块稳定性以及及时预测 ACI 至关重要。CAS 斑块形成和 ACI 发生伴随着炎症反应、血流动力学改变及氧化应激等多种复杂病理状态。研究发现,血清尿酸(uric acid, UA)/肌酐(creatinine, Cr)、同型半胱氨酸(homocysteine, Hcy)和载脂蛋白 A1 (apolipoprotein A1, ApoA1)水平与 CAS 的发病机制和斑块的形成过程密切相关<sup>[4-6]</sup>。目前,研究显示单一指标可能带来一定的漏诊和误诊风险,而多种致病机制相关因子联合预测疾病的效能更高<sup>[7]</sup>。然而,临床研究尚未完全阐明血清 UA/Cr、Hcy 和 ApoA1 水平与 CAS 斑块稳定性、继发 ACI 之间的关系。基于此,本研究旨在分析血清 UA/Cr、Hcy 和 ApoA1 水平与 CAS 斑块稳定性之间的关系及其对继发 ACI 的预测价值,从而为临床疾病的诊断和并发症的预防提供科学依据。

## 1 资料和方法

### 1.1 一般资料

选择邢台市中心医院 2022 年 1 月—2024 年 5 月收治的 138 例 CAS 患者和 42 例同期健康体检者

作为研究对象。纳入标准:①满足《中国头颈部动脉粥样硬化诊治共识》<sup>[8]</sup>中 CAS 相关诊断标准,经颈动脉超声检查可见 CAS 病变部位;②临床资料完整;③患者家属签署知情同意书。排除标准:①既往有 ACI 病史或由其他病因诱发的继发性 ACI;②既往有冠状动脉搭桥、血管重建等手术史;③合并冠心病、严重肝肾功能障碍;④有脑出血、颅内肿瘤和精神疾病者;⑤近期有免疫抑制剂、抗血小板聚集和非甾体抗炎药用药史;⑥数据缺失者。本研究经邢台市中心医院医学伦理委员会批准(审批号:202107001)。

### 1.2 分组

根据斑块的稳定性将斑块组进一步分为稳定性斑块组和不稳定性斑块组。通过颈动脉超声检查,可以评估斑块的形成情况并测量颈动脉内膜中膜厚度(intima-media thickness, IMT)。当  $IMT \geq 1.5$  mm 时,即表明存在斑块。CAS 病变的进程分为脂纹期、纤维斑块期、粥样斑块形成期(动脉内膜表现出明显隆起的灰黄色斑块)及继发性病变期(包括斑块出血、破裂、血栓形成和钙化等),其中脂纹期代表无斑块期,纤维斑块期代表稳定性斑块,粥样斑块形成期和继发性病变期代表不稳定性斑块<sup>[8]</sup>,同时存在稳定性和不稳定性斑块,归类为不稳定性斑块(图 1)。继发 ACI 诊断标准:符合《中国急性缺血性脑卒中诊治指南 2018》<sup>[9]</sup>中相关标准,表现为急性起病,并出现一侧(多数情况下)或全面(少数情况下)的神经功能缺损症状,例如面部或肢体无力、麻木等,且影像学检查可见责任病灶或相应的症状和体征,并排除脑出血和非血管性病因。

### 1.3 资料收集

收集患者的临床资料,包括性别、年龄、体质指

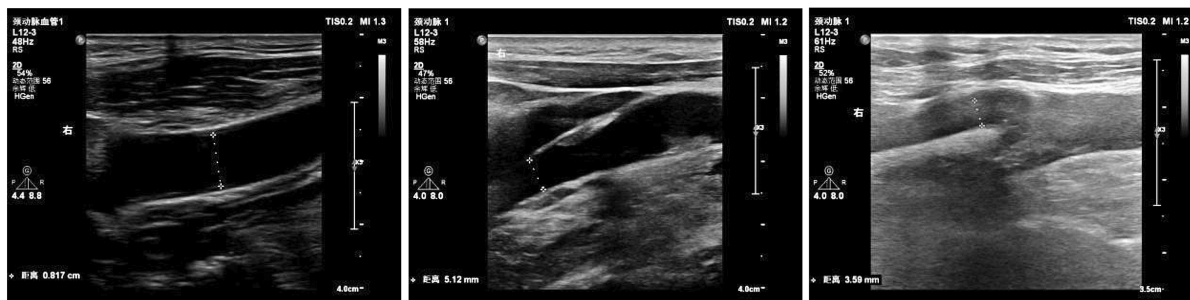


图 1. 颈动脉超声检查

从左至右分别显示无斑块、斑块狭窄和斑块溃疡。

Figure 1. Carotid artery ultrasound examination

数 (body mass index, BMI)、吸烟史、合并症 (如糖尿病和高血压)、脑卒中家族史、入院时高密度脂蛋白胆固醇 (high density lipoprotein cholesterol, HDLC)、低密度脂蛋白胆固醇 (low density lipoprotein cholesterol, LDLC)、总胆固醇 (total cholesterol, TC) 及甘油三酯 (triglyceride, TG) 等。采用 BS-2000M 全自动生化分析仪检测血脂水平。

#### 1.4 血清 UA、Cr、Hcy 及 ApoA1 水平检测

采集患者入院 24 h 内空腹静脉血 5 mL, 3 000 r/min 离心 10 min, 提取上层血清待测。采用酶循环法检测 Hcy, 试剂盒购自中生北控生物科技股份有限公司; 采用胶乳增强免疫比浊法检测 ApoA1, 试剂盒购自美康生物科技股份有限公司; 采用尿酸氧化酶法检测 UA, 试剂盒购自中生北控生物科技股份有限公司; 采用酶法检测 Cr, 试剂盒购自梅那丽斯医疗器械 (上海) 有限公司, 并计算 UA/Cr 比值。

#### 1.5 统计学分析

使用 SPSS 26.0 软件进行统计分析。计量资料以  $\bar{x} \pm s$  表示, 采用  $t$  检验或  $F$  检验; 计数资料以例 (%) 表示, 采用  $\chi^2$  检验。采用 Spearman 相关分析实验室指标与 IMT 的关系, 采用 Cox 回归模型对 CAS 患者继发 ACI 进行单因素和多因素分析, 采用 ROC 曲线评估血清 UA/Cr、Hcy 和 ApoA1 对 CAS 患者继发 ACI 的预测价值。  $P < 0.05$  为差异有统计学意义。

## 2 结果

### 2.1 基线资料比较

在 138 例 CAS 患者中, 稳定性斑块组 74 例, 不稳定性斑块组 64 例。对照组 42 例。三组研究对象的基线资料比较无明显差异 ( $P > 0.05$ ), 但稳定性斑块组和不稳定性斑块组 IMT 显著高于对照组, 不稳定性斑块组 IMT 显著高于稳定性斑块组 ( $P < 0.05$ ; 表 1)。

### 2.2 实验室指标比较

三组研究对象的血清 TC 和 TG 水平比较差异无统计学意义 ( $P > 0.05$ )。稳定性斑块组血清 ApoA1 和 HDLC 水平低于对照组, 血清 UA/Cr、Hcy 和 LDLC 水平高于对照组 ( $P < 0.001$ ); 不稳定性斑块组血清 ApoA1 和 HDLC 水平低于稳定性斑块组, 血清 UA/Cr、Hcy 和 LDLC 水平高于稳定性斑块组 ( $P < 0.001$ ; 表 2)。

表 1. 三组研究对象的基线资料比较

Table 1. Comparison of baseline data of research subjects among the three groups

项目	对照组 (n=42)	稳定性 斑块组 (n=74)	不稳定性 斑块组 (n=64)	P
男性/[例(%)]	25(59.52)	38(51.35)	32(50.00)	0.599
女性/[例(%)]	17(40.48)	36(48.65)	32(50.00)	
年龄/岁	58.49±3.74	59.67±4.62	60.25±5.38	0.173
BMI/(kg/m <sup>2</sup> )	23.69±2.17	24.15±2.37	24.54±2.52	0.199
吸烟史/[例(%)]	7(16.67)	10(13.51)	11(17.19)	0.817
糖尿病/[例(%)]	11(26.19)	16(20.62)	19(29.69)	0.553
高血压/[例(%)]	20(47.62)	35(47.30)	31(48.44)	0.991
IMT/mm	0.89±0.24	1.57±0.35	1.89±0.37	<0.001

表 2. 三组研究对象的血清实验室指标比较

Table 2. Comparison of serum laboratory indicators of research subjects among the three groups

项目	对照组 (n=42)	稳定性 斑块组 (n=74)	不稳定性 斑块组 (n=64)	P
UA/Cr	1.84±0.25	4.52±0.39	5.67±0.78	<0.001
Hcy/(μmol/L)	7.65±2.34	10.21±2.78	14.67±3.52	<0.001
ApoA1/(g/L)	1.45±0.27	1.05±0.23	0.89±0.18	<0.001
HDLC/(mmol/L)	1.37±0.34	1.21±0.29	1.03±0.25	<0.001
LDLC/(mmol/L)	2.34±0.51	2.78±0.86	3.52±0.74	<0.001
TC/(mmol/L)	4.75±0.28	4.82±0.67	4.95±0.64	0.202
TG/(mmol/L)	1.39±0.42	1.45±0.56	1.50±0.53	0.566

### 2.3 IMT 与实验室指标的相关性

Spearman 相关分析显示,斑块组 IMT 与血清 UA/Cr、Hcy 水平呈显著正相关( $r = 0.535$  和  $r = 0.681, P < 0.05$ ),与血清 ApoA1 水平呈显著负相关( $r = -0.594, P < 0.05$ ),而与血清 HDLC、LDLC 水平无相关性( $r = -0.034$  和  $r = 0.078, P > 0.05$ )。

### 2.4 CAS 患者继发 ACI 的影响因素

在 138 例 CAS 患者中,继发 ACI 46 例。以是否

发生 ACI 为因变量(发生=1,未发生=0),以各项基线资料为自变量,进行 Cox 回归分析。单因素分析显示,高血压、不稳定性斑块、血清 UA/Cr、Hcy 和 ApoA1 水平均与 CAS 患者继发 ACI 相关( $P < 0.05$ );多因素分析显示,不稳定性斑块、高 UA/Cr 和 Hcy 水平为 CAS 患者继发 ACI 的危险因素,高 ApoA1 水平为 CAS 患者继发 ACI 的保护因素( $P < 0.05$ ;表 3)。

表 3. CAS 患者继发 ACI 的 Cox 回归分析

Table 3. Cox regression analysis of secondary ACI in CAS patients

变量	单因素分析			多因素分析		
	HR	95% CI	P	HR	95% CI	P
性别	1.206	0.788 ~ 1.847	0.389			
年龄	1.528	0.941 ~ 2.482	0.087			
BMI	1.089	0.707 ~ 1.668	0.698			
吸烟史	1.064	0.629 ~ 1.475	0.865			
糖尿病	1.312	0.920 ~ 1.871	0.134			
高血压	1.568	1.019 ~ 2.414	0.041	1.254	0.793 ~ 1.983	0.333
脑卒中家族史	1.006	0.642 ~ 1.577	0.978			
不稳定性斑块	3.245	2.030 ~ 5.185	0.000	1.938	1.204 ~ 2.461	0.000
HDLC	0.719	0.454 ~ 1.139	0.160			
LDLC	1.418	0.795 ~ 2.530	0.237			
TC	1.281	0.938 ~ 1.749	0.120			
TG	1.203	0.788 ~ 1.838	0.392			
UA/Cr	1.984	1.166 ~ 3.420	0.012	1.530	0.409 ~ 1.302	0.024
Hcy	2.857	1.526 ~ 3.642	0.000	1.788	1.303 ~ 1.961	0.003
ApoA1	0.436	0.313 ~ 0.979	0.015	0.612	0.336 ~ 1.207	0.021

注:空白表示不适用。

### 2.5 血清 UA/Cr、Hcy 和 ApoA1 水平对 CAS 患者继发 ACI 的预测价值

基于 Cox 回归构建联合模型,  $Cox(P) = 1.530X_{UA/Cr} + 1.788X_{Hcy} - 0.612X_{ApoA1}$ 。ROC 曲线显示,血清 UA/Cr、Hcy 和 ApoA1 水平联合预测 CAS 患者继发 ACI 的灵敏度、特异度分别为 85.45%、82.67%, AUC 为 0.920 (95% CI: 0.815 ~ 0.942)。通过 DeLong 检验发现,联合预测的 AUC 值高于 UA/Cr、Hcy、ApoA1 单独诊断(图 2 和表 4)。

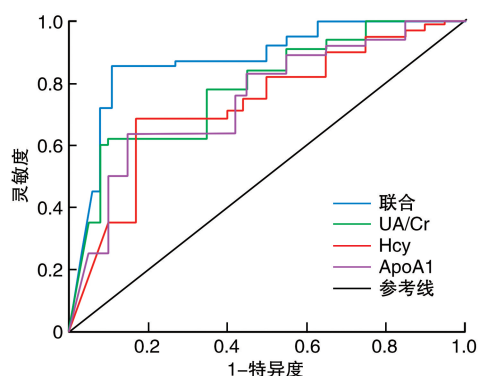


图 2. ROC 曲线分析

Figure 2. ROC curve analysis

## 3 讨论

CAS 是一种涉及血管、代谢和免疫等多个系统的慢性炎症性疾病,其特征是斑块的形成或脱落,可能形成微小的栓子,阻塞颅内动脉及其远端小分

支,从而诱发 ACI。若不及时干预,可能导致预后不良。目前,临床研究正在探讨血清学证据与 CAS 斑块的形成、稳定性以及继发 ACI 之间的关联<sup>[10]</sup>。

表 4. 血清 UA/Cr、Hcy 和 ApoA1 水平对 CAS 患者继发 ACI 的预测价值

Table 4. The predictive value of serum UA/Cr, Hcy and ApoA1 levels for secondary ACI in CAS patients

变量	AUC	95% CI	截断值	灵敏度/%	特异度/%	约登指数
UA/Cr	0.714	0.715 ~ 0.832	4.86	62.11	69.18	0.313
Hcy	0.778	0.713 ~ 0.845	12.37 $\mu\text{mol/L}$	68.45	74.34	0.428
ApoA1	0.725	0.684 ~ 0.792	0.95 g/L	63.74	70.26	0.340
联合诊断	0.920	0.815 ~ 0.942		85.45	82.67	0.681

注:空白表示不适用。

UA/Cr 是用于标准化肾功能的指数,UA 由肾脏排出,因此血清中的 UA 水平可能受到肾功能的影响。研究已经证实,UA/Cr 比值与心血管疾病之间存在紧密的联系<sup>[11]</sup>。本研究发现,与稳定性斑块患者和对照者相比,不稳定性斑块患者血清 UA/Cr 更高,且 IMT 与 UA/Cr 呈正相关。说明 UA/Cr 与斑块形成及斑块稳定性之间密切相关。张倩倩等<sup>[12]</sup>研究报道,UA/Cr 与 2 型糖尿病患者颈动脉斑块的稳定性密切相关。UA 可通过减少一氧化碳释放,促使血管收缩,加重内皮功能损伤,促进斑块形成;还可以诱发线粒体损伤,产生活性氧,增加斑块的不稳定性。在本研究中,Cox 回归分析显示,不稳定性斑块、高 UA/Cr 为继发 ACI 的危险因素。说明 UA/Cr 与 ACI 的发生存在一定关系。UA/Cr 比值反映机体抗氧化能力较弱,并持续损伤神经元,损害神经功能<sup>[13]</sup>。

Hcy 是在蛋氨酸转化为半胱氨酸的过程中产生的中间氨基酸,其水平的升高与自由基的过度产生、氧化应激、线粒体损伤、全身性炎症反应以及冠状动脉疾病和动脉粥样硬化的风险增加密切相关<sup>[14]</sup>。研究显示,Hcy 能够与动脉壁中的蛋白质发生相互作用,特异性地影响动脉壁的内皮层、中层和外膜层的机制功能<sup>[15]</sup>。此外,Hcy 能够通过影响甲基化过程和/或氧化还原电位,引起细胞内钙离子流动的改变,或促成淀粉样蛋白和/或 tau 蛋白的累积,从而导致细胞凋亡和神经元的死亡<sup>[16]</sup>。研究发现,钴转运蛋白 II 基因的 rs9606756 位点变异与中青年患者 Hcy 的代谢水平密切相关,并对脑梗死复发产生一定的影响<sup>[17]</sup>。本研究显示,与稳定性斑块患者和对照者相比,不稳定性斑块患者的 Hcy 水平更高,且颈动脉 IMT 与 Hcy 之间存在正相关性。这表明 Hcy 与斑块的形成及其稳定性之间存在紧密的联系。此外,Cox 回归分析亦显示,高水平 Hcy 为继发 ACI 的危险因素。这说明 Hcy 与 ACI 的发生存在一定的关系。方昱煜等<sup>[18]</sup>研究报道,高水平 Hcy 为 ACI 发生及斑块形成的独立危险因素,且其

水平越高,斑块稳定性越差。考虑其原因可能为 Hcy 通过影响内皮细胞的损伤、刺激氧化应激反应以及导致脂质代谢紊乱等病理机制,从而导致斑块不稳定,并对神经功能造成损害<sup>[19]</sup>。

ApoA1 属于载脂蛋白家族,并且是高密度脂蛋白颗粒中的主要蛋白质成分,具有抗炎、抗动脉粥样硬化、抗细胞凋亡以及抗血栓形成的特性。相较于传统的血脂指标,临床研究认为 ApoA1 在诊断动脉粥样硬化方面具有更高的效能<sup>[19]</sup>。研究表明,ApoA1 具备抗动脉粥样硬化的作用,在动脉粥样硬化病变的炎症和氧化应激病理条件下,其水平会发生异常变化。此外,促动脉粥样硬化的 ApoA1 特异性 IgG 抗体能够与靶细胞中的 Toll 样受体相互作用,引发多种促炎反应<sup>[20]</sup>。另有研究发现,ApoA1-Mi 可通过抑制血小板聚集减少脑梗死体积,且不易引起出血转化和中性粒细胞活化<sup>[21]</sup>。本研究显示,相较于稳定性斑块患者和对照者,不稳定性斑块患者 ApoA1 水平更低,且 IMT 与 ApoA1 呈负相关。说明 ApoA1 与斑块的形成及其稳定性之间密切相关。Cox 回归分析亦显示,高水平 ApoA1 为继发 ACI 的保护因素。这说明 ApoA1 与 ACI 的发生存在一定的关系。周世敏等<sup>[22]</sup>研究报道,ApoA1 为影响斑块稳定性的独立影响因素,本研究结果与之一致,但该研究未对 ApoA1 与继发 ACI 之间的关系进行进一步分析。考虑其原因,ApoA1 可通过调节脂质代谢相关因子,减缓不稳定性斑块形成,降低不稳定性斑块对 ACI 的不利影响,保护神经功能<sup>[23]</sup>。

本研究中,ROC 曲线分析显示,UA/Cr、Hcy 和 ApoA1 单独预测 ACI 的截断值分别为 4.86、12.37  $\mu\text{mol/L}$  和 0.95 g/L, AUC 分别为 0.714、0.778 和 0.725,具有一定的预测效能。而 UA/Cr、Hcy 和 ApoA1 联合预测 CAS 患者继发 ACI 的 AUC 达 0.920,具有较高的预测效能,且其灵敏度和特异度远高于单独预测。这表明,尽管使用多种指标进行联合预测可能会增加成本,相较于单一指标的诊断方法,上述指标均能通过调节 ACI 的多个生物病

理机制发挥作用。此外,联合使用这些指标能更有效地提升预测的准确性,确保患者能够及时接受治疗,减少因漏诊或误诊而导致的治疗延误风险。

综上所述,血清 UA/Cr、Hcy 和 ApoA1 水平与 CAS 患者斑块的形成及其稳定性密切相关,且三者均为 CAS 患者继发 ACI 的独立影响因素,联合预测 ACI 发生的效能较高。然而,本研究为单中心、小样本研究,其研究结果可能存在一定的偏倚,未来仍需要扩大研究样本量,进行多中心研究,以提高结果的可靠性。

#### [参考文献]

- [1] 潘雯,张立敏,李茹,等. 辽宁省农村地区 40 岁及以上人群颈动脉粥样硬化流行病学特征现状分析[J]. 中国公共卫生, 2021, 37(1): 92-96.  
PAN W, ZHANG L M, LI R, et al. Prevalence and risk factors of carotid atherosclerosis among rural resident aged 40 years and older in Liaoning province[J]. Chin J Public Health, 2021, 37(1): 92-96.
- [2] 徐倩,姜志胜. 动脉粥样硬化机制研究的新认识[J]. 中国动脉硬化杂志, 2024, 32(11): 921-931.  
XU Q, JIANG Z S. New insights into the mechanisms of atherosclerosis[J]. Chin J Arterioscler, 2024, 32(11): 921-931.
- [3] 刘良进,毕俊英,曾艳妮,等. 能谱 CT 成像对颈动脉粥样硬化斑块性质评估及其与脑卒中发生率的关系[J]. 中国 CT 和 MRI 杂志, 2021, 19(1): 44-46.  
LIU L J, BI J Y, ZENG Y N, et al. Evaluation of atherosclerotic plaque properties by energy spectrum CT coronary angiography imaging and its relationship with the incidence of stroke[J]. Chin J CT MRI, 2021, 19(1): 44-46.
- [4] 牛家龙,李可立,石晓燕. 外周血 PLR、LDL、Hcy 水平与老年高血压患者颈动脉斑块形成及稳定性的关系分析[J]. 临床和实验医学杂志, 2023, 22(18): 1925-1929.  
NIU J L, LI K L, SHI X Y. Analysis of the relationship between peripheral blood PLR, LDL, and Hcy levels and carotid plaque formation and stability in elderly hypertensive patients[J]. J Clin Exp Med, 2023, 22(18): 1925-1929.
- [5] ÇIÇEKÇIOĞLU H, BALUN A, ÇETIN Z G, et al. The relationship between the serum uric acid/creatinine ratio and prognosis in patients with transcatheter aortic valve implantation[J]. Eur Rev Med Pharmacol Sci, 2023, 27(11): 5145-5152.
- [6] 马媛媛,张彩霞,张丽丽,等. 颈动脉斑块高分辨 MRI、血清 ApoB/ApoA1 及 FT3/FT4 与缺血性脑卒中短期预后的关系[J]. 临床和实验医学杂志, 2024, 23(10): 1083-1086.  
MA Y Y, ZHANG C X, ZHANG L L, et al. Relationship between carotid plaque high-resolution MRI, serum ApoB/ApoA1 and FT3/FT4 and short-term prognosis of ischemic stroke[J]. J Clin Exp Med, 2024, 23(10): 1083-1086.
- [7] 金兆维,马飞龙,张丹丹,等. CTA 评估缺血性脑卒中合并 T2DM 患者颈动脉斑块特征与血 Hcy、Cys-C、ApoA1 及 UA 的相关性[J]. 影像科学与光化学, 2022, 40(5): 1226-1230.  
JIN Z W, MA F L, ZHANG D D, et al. Correlation between carotid plaque characteristics and serum Hcy, Cys-C, ApoA1 and UA in patients with ischemic stroke complicated with T2DM assessed by CTA[J]. Imaging Sci Photochem, 2022, 40(5): 1226-1230.
- [8] 中华医学会神经病学分会,中华医学会神经病学分会脑血管病学组. 中国头颈部动脉粥样硬化诊治共识[J]. 中华神经科杂志, 2017, 50(8): 572-578.  
Neurology Branch of Chinese Medical Association, Cerebrovascular Disease Group, Neurology Branch of Chinese Medical Association. Chinese consensus on the diagnosis and treatment of head and neck atherosclerosis[J]. Chin J Neurol, 2017, 50(8): 572-578.
- [9] 中华医学会神经病学分会,中华医学会神经病学分会脑血管病学组. 中国急性缺血性脑卒中诊治指南 2018 [J]. 中华神经科杂志, 2018, 51(9): 666-682.  
Neurology Branch of Chinese Medical Association, Cerebrovascular Disease Group, Neurology Branch of Chinese Medical Association. Chinese guidelines for diagnosis and treatment of acute ischemic stroke 2018 [J]. Chin J Neurol, 2018, 51(9): 666-682.
- [10] 王天舒,景黎君,杨亚琼,等. 血清 KLF2、NOS3 水平对大动脉粥样硬化型急性脑梗死患者的诊断及病情评估价值[J]. 中国动脉硬化杂志, 2024, 32(6): 527-531.  
WANG T S, JING L J, YANG Y Q, et al. Value of serum KLF2 and NOS3 levels in the diagnosis and disease assessment of patients with acute cerebral infarction of large-artery atherosclerosis type[J]. Chin J Arterioscler, 2024, 32(6): 527-531.
- [11] XI X, CAI J, ZHANG C, et al. Does serum uric acid to creatinine ratio predict mortality risk in patients with heart failure? [J]. Tex Heart Inst J, 2024, 51(1): e238210.
- [12] 张倩倩,陈丽,王国娟. 血尿酸/肌酐比值与 2 型糖尿病患者颈动脉斑块稳定性因素的相关性研究[J]. 国际内分泌代谢杂志, 2024, 44(3): 167-171.  
ZHANG Q Q, CHEN L, WANG G J. Correlation between serum uric acid to creatinine ratio and stability factors of carotid plaque in type 2 diabetes patients[J]. Int J Endocrinol Metab, 2024, 44(3): 167-171.
- [13] 王雪颀,王育珊,姚华. 血清尿酸/肌酐比值与脑血流

- 动力学及脑卒中相关危险因素分析[J]. 新疆医科大学学报, 2023, 46(8): 1105-1110.
- WANG X B, WANG Y S, YAO H. Analysis of serum uric acid/creatinine ratio and cerebral hemodynamics and stroke related risk factors [J]. J Xinjiang Med Univ, 2023, 46(8): 1105-1110.
- [14] YUAN D, CHU J, LIN H, et al. Mechanism of homocysteine-mediated endothelial injury and its consequences for atherosclerosis[J]. Front Cardiovasc Med, 2023, 9: 1109445.
- [15] BALINT B, JEPCHUMBA V K, GUÉANT J L, et al. Mechanisms of homocysteine-induced damage to the endothelial, medial and adventitial layers of the arterial wall [J]. Biochimie, 2020, 173: 100-106.
- [16] CORDARO M, SIRACUSA R, FUSCO R, et al. Involvements of hyperhomocysteinemia in neurological disorders [J]. Metabolites, 2021, 11(1): 37.
- [17] LIU J, JIANG Y, LIU D, et al. Relationship between cobalt transporter II gene rs9606756 site mutant and serum homocysteine level and recurrent cerebral infarction in young and middle-aged people[J]. Minerva Med, 2021, 112(2): 261-268.
- [18] 方昱煜, 曹晓光, 胡明霞, 等. 血清 ApoB、HCY、Cys-C 与急性脑梗死患者颈动脉粥样斑块性质的关系[J]. 山东医药, 2024, 64(22): 64-67.
- FANG Y Y, CAO X G, HU M X, et al. The Relationship between serum ApoB, HCY, Cys-C and carotid atherosclerotic plaque in patients with acute cerebral infarction [J]. Shandong Med J, 2024, 64(22): 64-67.
- [19] 王国珍, 郝井兰, 张成刚. 老年急性脑梗死患者 Hcy ApoB/ApoAI及动态动脉硬化指数与颈动脉斑块性质的关系分析[J]. 河北医学, 2024, 30(11): 1839-1844.
- WANG G Z, HAO J L, ZHANG C G. Relationship between Hcy ApoB/ApoA I and ambulatory arterial stiffness index and carotid plaque properties in elderly patients with acute cerebral infarction [J]. Hebei Med, 2024, 30(11): 1839-1844.
- [20] CHEN Y, SHANG D, SHAO J, et al. Prognostic significance of carotid plaque presence in peritoneal dialysis patients and its association with the apolipoprotein B/apolipoprotein A1 ratio[J]. Nephrology (Carlton), 2020, 25(12): 919-928.
- [21] DUCROUX C, DESILLES J P, MAWHIN M A, et al. Protective effect of ApoA1 (apolipoprotein a1)-Milano in a rat model of large vessel occlusion stroke[J]. Stroke, 2020, 51(6): 1886-1890.
- [22] 周世敏, 曹雷, 孙悦, 等. 外周血载脂蛋白 A1、载脂蛋白 B、脂蛋白(a)在颈动脉粥样硬化斑块易损性评价中的价值研究[J]. 陕西医学杂志, 2023, 52(11): 1541-1545.
- ZHOU S M, CAO L, SUN Y, et al. Value of peripheral blood ApoA1, ApoB and LP(a) in evaluation of vulnerability of carotid atherosclerotic plaque [J]. Shaanxi Med J, 2023, 52(11): 1541-1545.
- [23] 王海东, 王莉, 杨俐娜, 等. ApoA1、ApoB、ApoB/ApoA1 比值、LDLC/HDLC 比值及 CHOL 水平与 ACS 患者 Gensini 积分、冠状动脉易损斑块的关系分析[J]. 检验医学与临床, 2024, 21(19): 2797-2801, 2805.
- WANG H D, WANG L, YANG L N, et al. Analysis on relationship among ApoA1, ApoB, ApoB/ApoA1 ratio, LDLC/HDLC ratio and CHOL level with Gensini score and vulnerable plaque of coronary artery in patients with acute coronary syndrome [J]. Lab Med Clin, 2024, 21(19): 2797-2801, 2805.
- (此文编辑 文玉珊)