

冠心病患者血清尿酸/高密度脂蛋白胆固醇比值与房颤的相关性*

孙奕¹ 丁浩¹ 赵霞² 唐如柯¹ 李勇¹

(1. 江苏大学附属武进医院心内科, 江苏 常州 213100; 2. 诸暨市中医医院心内科, 浙江 诸暨 311899)

【摘要】 目的 探索冠心病(CHD)患者血清尿酸(SUA)/高密度脂蛋白胆固醇(HDL-C)比值(UHR)和心房颤动(AF)的相关性。方法 对2021年1月—2022年12月期间在江苏大学附属武进医院接受诊治的705例CHD患者进行了回顾性分析。根据心电图检查结果及既往史将CHD患者分为非AF组626例和AF组79例。收集研究对象一般资料、体格检查指标和血生化检查指标。计算研究对象UHR。将UHR水平分为4组,研究CHD患者UHR和AF患病率的关联。进行Pearson相关性方法检验UHR和左房内径(LAD)等指标的关联。进行多元logistic回归分析,探讨UHR与CHD患者AF风险的关联。通过操作者工作特征曲线(ROC)和曲线下面积(AUC)评估UHR对AF的预测效能。结果 AF组SUA、UHR、LAD、年龄、身高、体重、体重指数(BMI)、糖尿病史、高血压病史、饮酒史、吸烟史均显著高于非AF组,而HDL-C水平则显著低于非AF组。随着UHR水平的上升,Q1-Q4组AF检出率呈上升趋势。Pearson相关性分析结果显示,UHR与SUA、LAD、血清肌酐(SCr)、身高、体重、BMI、舒张压(DBP)均呈正相关,与HDL-C负相关。多因素logistic回归分析结果显示,UHR是CHD患者发生AF的独立危险因素($OR=1.006, 95\%CI: 1.003\sim 1.009, P<0.001$)。ROC曲线分析结果显示,研究对象UHR预测AF的AUC值为0.733。结论 高UHR水平可能参与左房重构而导致AF的发生。在CHD患者中,UHR水平与AF的发生具有显著相关性,是AF发生的危险因素。该指标可作为CHD患者早期筛查AF的简便评估指标。

【关键词】 冠状动脉粥样硬化性心脏病;心房颤动;血清尿酸/高密度脂蛋白胆固醇比值;危险因素

【中图分类号】 R541.1 **【文献标志码】** A **DOI:**10. 3969/j. issn. 1672-3511. 2025. 05. 024

Correlation between serum uric acid to high-density lipoprotein cholesterol ratio and atrial fibrillation in patients with coronary heart disease

SUN Yi¹, DING Hao¹, ZHAO Xia², TANG Ruke¹, LI Yong¹

(1. Department of Cardiology, Wujin Hospital, Jiangsu University, Changzhou 213100, Jiangsu, China;

2. Department of Cardiology, Zhuji Hospital of Traditional Chinese Medicine, Zhuji 311899, Zhejiang, China)

【Abstract】 Objective To explore the correlation of serum uric acid (SUA) / high-density lipoprotein cholesterol (HDL-C) ratio (UHR) and the prevalence of atrial fibrillation (AF) in patients suffering from coronary heart disease (CHD). **Methods** A total of 705 patients with CHD of Wujin People's Hospital affiliated to Jiangsu University from 2021 01 to 2022 12 were enrolled in this study, and they were divided into non-AF ($n=626$) and AF ($n=79$) based on the electrocardiogram results and past history. General data, physical examination indicators and blood biochemical tests were collected and the study subject UHR were calculated. UHR levels were divided into four groups to study the association between UHR and the prevalence of AF in CHD patients. Pearson correlation method was used to examine the relationship between UHR and indicators such as left atrial diameter (LAD). Multivariate logistic regression analysis was used to explore the association between UHR and the risk of AF in CHD patients. The receiver operating characteristic (ROC) curve and the area under the curve (AUC) was evaluated for the predictive performance of UHR for AF. **Results** SUA,

基金项目:常州市科技计划项目(CE20225003)

通信作者:李勇,E-mail:liyong2068@126.com

引用本文:孙奕,丁浩,赵霞,等.冠心病患者血清尿酸/高密度脂蛋白胆固醇比值与房颤的相关性[J].西部医学,2025,37(5):756-761. DOI:10.

3969/j. issn. 1672-3511. 2025. 05. 024

UHR, left atrial diameter (LAD), age, body weight, height, body mass index (BMI), alcohol consumption, history of smoking, hypertension and diabetes were significantly higher than the non-AF group. However, the high-density lipoprotein-cholesterol (HDL-C) levels were significantly lower than those in the non-AF group. With the increase of UHR level, the AF detection rate of Q1-Q4 group increased. Pearson's correlation analysis showed that UHR was positively associated with SUA, LAD, serum creatinine (SCr), height, weight, BMI, diastolic blood pressure (DBP), and negatively correlated with HDL-C. The results of multivariate logistic regression analysis showed that UHR was an independent risk factor for AF in CHD patients ($OR=1.006$, $95\%CI: 1.003-1.009$, $P<0.001$). ROC curve was drawn and it was found that the AUC of UHR to identify the occurrence of AF was 0.733. **Conclusion** High UHR levels may participate in left atrial remodeling leading to the development of AF. In CHD patients, UHR levels had a significant correlation with the occurrence of AF and was a risk factor for the occurrence of AF. This index can be used as a simple evaluation index for the early screening of AF in CHD patients.

【Key words】 Coronary heart disease; Serum uric acid/high-density lipoprotein cholesterol ratio; Atrial fibrillation; Risk factors

心房颤动(Atrial fibrillation, AF)临床常见的心律失常之一,而冠心病(Coronary Heart Disease, CHD)也是一种常见的心血管疾病,其患病率皆随年龄的增长而增加。目前,由于逐渐上涨的社会经济和愈加突出的人口老龄化问题,CHD和AF的发病率也不断攀升,这也增加了CHD合并AF的患者人数。研究报道,稳定型冠心病患者中发生AF的比例有6%~15%,急性冠状动脉综合征患者伴发AF的比率甚至高达10%~37%^[1-2]。人体内的次黄嘌呤和黄嘌呤代谢最终生成尿酸(SUA),它具有促炎和促氧化的特性。有证据表明,SUA的高浓度与高风险的AF存在显著的关联^[3]。HDL-C是一种脂蛋白胆固醇,能够通过抗氧化和抗炎多种机制预防动脉粥样硬化的发生发展。近年来有研究称HDL-C水平与AF的发生存在负相关关系^[4],但也有研究发现,HDL-C与AF无关联^[5]。两者存在拮抗、竞争关系,而SUA与HDL-C的比值(UHR)这个新型的指标不仅可以揭示体内氧化应激和炎症状态,而且与多种代谢相关性疾病之间存在密切关系^[6-7]。炎症反应、氧化应激参与AF发生发展,导致心房电重构及结构重构^[8]。因此,UHR可能更好的预测AF的发生。本研究主要探讨CHD患者UHR与AF的关联性,为CHD患者发生AF的防治提供新的参考依据。

1 资料与方法

1.1 一般资料 收集2021年1月—2022年12月就诊于江苏大学附属武进医院确诊为CHD患者705例。纳入标准:经冠状动脉造影或者冠状动脉CTA检查确诊为CHD的患者。排除标准:①近期运用影响尿酸水平药物患者(如:降尿酸药物、抗生素、利尿剂、 β -受体阻滞剂、抗结核药等)。②伴有严重肝肾功能不全、恶性肿瘤、严重感染、甲状腺疾病、自身免疫功能或严重的其他系统严重疾病。③有大量饮酒史(女

性摄入乙醇>40 g/d,男性摄入乙醇>80 g/d,饮酒时间5年以上)。④瓣膜性AF患者。

1.2 资料收集 收集受试者入院时的临床指标,包括性别、年龄、体重、身高、心室率、DBP、SBP、丙氨酸转氨酶(ALT)、SUA、LDL-C、门冬氨酸氨基转移酶(AST)、HDL-C、SCr、LAD、饮酒史、吸烟史、糖尿病史、高血压史及脑梗死史等。脑梗死史、糖尿病史、高血压史等以既往病史为依据。对入院时患有AF与否进行分类,分为AF组79例和非AF组626例。根据UHR的四分位数水平,将研究对象进一步分为Q1至Q4四个组别。

1.3 统计学分析 采用SPSS 26.0软件进行统计学分析。对于正态分布数据,采用独立样本 t 检验或方差分析进行比较。对于非正态分布数据,使用Mann-Whitney U 检验。对于计数数据,采用卡方检验进行组间比较。根据UHR水平高低分为4分位组,分析UHR水平与CHD患者中AF患者占比之间的关系。采用Pearson相关性检验对UHR与LAD等指标之间的相关性进行分析。通过多元logistics线性回归方法探讨UHR与CHD患者AF患病率的关联。绘制UHR预测CHD患者中发生AF风险的ROC曲线,进一步计算AUC。分析UHR指标在CHD患者中发生AF的意义。 $P<0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 根据AF分组的临床特征比较 这项研究纳入CHD患者705名,其中有79例AF患者。对比分析AF组和非AF组的临床特征后发现以下结果:AF组SUA、UHR、LAD、年龄、身高、BMI、体重、饮酒史、吸烟史、糖尿病史、高血压病史均显著高于非AF组(P 值均 <0.05),而HDL-C水平则显著低于非AF组($P<0.001$),差异均有统计学意义,见表1。

2.2 UHR四分位各组间AF发生率的比较 根据

表 1 根据 AF 分组的临床特征比较($\bar{x} \pm s$)

Table 1 Comparison of clinical characteristics according to AF grouping

临床指标	非 AF 组 (n=626)	AF 组 (n=79)	Z/t	P	临床指标	非 AF 组 (n=626)	AF 组 (n=79)	Z/t	P
SUA($\mu\text{mol/L}$)	317.00±76.41	367.19±82.77	-4.344	<0.001	性别			-1.408	0.159
HDL-C(mmol/L)	1.15±0.25	1.02±0.19	4.055	<0.001	女	274	28		
UHR	286.45±89.88	379.29±130.25	-5.876	<0.001	男	352	51		
SCr($\mu\text{mol/L}$)	71.84±23.33	76.54±19.66	-1.467	0.144	吸烟史			-1.984	0.047
LAD(mm)	36.19±3.37	41.73±3.96	-10.480	<0.001	否	497	55		
LDL-C(mmol/L)	2.55±0.90	2.49±0.91	0.414	0.679	是	129	24		
ALT(U/L)	22.19±18.03	21.90±11.30	0.128	0.898	饮酒史			-2.060	0.039
AST(U/L)	30.06±23.96	29.05±21.50	0.301	0.764	否	555	76		
年龄(岁)	66.93±7.79	69.76±6.46	-2.660	0.008	是	71	3		
身高(cm)	162.90±8.38	165.34±8.29	-1.998	0.047	高血压史			-3.726	<0.001
体重(kg)	61.42±10.13	70.09±11.44	-5.556	<0.001	否	227	12		
BMI(kg/cm^2)	23.07±2.94	25.58±3.39	-5.470	<0.001	是	399	67		
心率(bpm)	73.10±13.60	74.03±12.69	-0.481	0.631	糖尿病史			-2.354	0.019
收缩压(mmHg)	137.97±20.15	138.77±17.91	-0.283	0.777	否	424	43		
舒张压(mmHg)	76.87±11.37	79.20±12.14	-1.366	0.174	是	202	36		
					脑梗死史			-0.187	0.852
					否	542	69		
					是	84	10		

UHR 水平,将 CHD 患者分为 Q1、Q2、Q3、Q4 四组,然后计算 4 组间 AF 的发生率。结果显示,各组的 AF 发生率为:3.4%、10.8%、13.0%和 17.6%,4 组间

AF 的发生率比较均具有统计学差异($P < 0.001$),随着 UHR 水平的升高,CHD 患者中 AF 的发生率也逐渐升高,见表 2。

表 2 UHR 四分位各组间 AF 发生率的比较

Table 2 Comparison of the incidence of AF among UHR quartile groups

分组	Q1	Q2	Q3	Q4	χ^2	P
非 AF 组	170 [ⓐ] (96.60%)	157 [ⓑ] (89.20%)	154 [ⓐ] (87.00%)	145 [ⓑ] (82.40%)		
AF 组	6 [ⓐ] (3.40%)	19 [ⓑ] (10.80%)	23 [ⓐ] (13.00%)	31 [ⓑ] (17.60%)	18.614 [ⓐ]	<0.001

注:ⓐⓑ表示不同亚组,两两比较均经过 Bonferroni 校正。

2.3 相关性分析 Pearson 相关性检验方法表明,UHR 与 SUA、LAD、SCr、身高、体重、BMI 和 DBP 之间存在密切的正向关联($P < 0.05$),与 HDL-C 负相关($P < 0.001$),见表 3。

表 3 Pearson 相关性分析

Table 3 Pearson correlation analysis

指标	r	P
SUA	0.760	<0.001
HDL-C	-0.602	<0.001
LAD	0.377	<0.001
SCr	0.420	<0.001
LDL-C	-0.096	0.182
年龄	-0.070	0.330
身高	0.231	0.001
体重	0.363	<0.001
BMI	0.299	<0.001
心率	-0.004	0.960
SBP	0.015	0.840
DBP	0.177	0.014
ALT	0.117	0.103
AST	0.093	0.195

2.4 多因素 logistic 回归分析影响 AF 的独立危险因

素 首先对所有变量与 AF 的关系在单因素 logistic 回归分析中进行评估,分析后发现更高水平的 UHR、更大的 LAD、更低水平的 LDL-C、更大的年龄、更高的体重指数以及更低的高血压患病率均和更高风险的 AF 显著关联($P < 0.05$)。然而,其他的变量在预测 AF 风险方面无统计学关联($P > 0.05$),见表 4。在此基础上,将单因素分析中具有统计学显著性的变量进行多因素 logistic 回归分析后可以发现,UHR[OR=1.006,95%CI(1.003~1.009), $P < 0.001$]、LAD[OR=1.452,95%CI(1.309~1.611), $P < 0.001$]、LDL-C[OR=0.613,95%CI(0.424~0.885), $P < 0.05$]、年龄[OR=1.046,95%CI(1.001~1.093), $P < 0.05$]、BMI[OR=1.006,95%CI(1.003~1.009), $P < 0.001$]和高血压史[OR=0.430,95%CI(0.193~0.958), $P < 0.05$],所以这些指标均是 CHD 患者发生 AF 的独立危险因素($P < 0.05$)。见表 5。

2.5 血清中 UHR 水平对 AF 的预测价值 绘制 ROC 曲线,CHD 患者中 UHR 预测 AF 的 AUC 为 0.733,其最佳截断值为 337.43,特异度 0.783,灵敏度 0.633,约登指数 0.416,见图 1。

表 4 单因素 logistic 回归评估变量与 CHD 合并 AF 风险的关联

Table 4 Univariate logistic regression to assess the association between variables and the risk of CHD combined with AF

影响因素	β	S. E.	Wald/ χ^2	OR	95%CI	P
UHR	0.007	0.002	12.23	1.007	1.003~1.010	<0.001
LAD	0.406	0.058	48.394	1.500	1.338~1.682	<0.001
SCr	-0.008	0.008	1.021	0.992	0.976~1.008	0.3120
LDL-C	-0.45	0.205	4.798	0.638	0.426~0.954	0.028
年龄	0.051	0.026	3.945	1.053	1.001~1.108	0.047
BMI	0.239	0.068	12.495	1.27	1.112~1.450	<0.001
心率	-0.029	0.015	3.492	0.972	0.943~1.001	0.062
SBP	-0.013	0.014	2.051	1.007	0.958~1.097	0.075
DBP	0.018	0.017	1.158	1.018	0.985~1.052	0.282
ALT	-0.005	0.015	0.132	0.995	0.967~1.024	0.716
AST	0.011	0.011	1.02	1.011	0.99~1.032	0.313
性别	0.465	0.391	1.409	1.591	0.739~3.427	0.235
吸烟史	-0.749	0.447	2.810	0.473	0.197~1.135	0.094
饮酒史	0.610	0.872	0.49	1.841	0.333~10.168	0.484
高血压史	-0.894	0.434	4.239	0.409	0.174~0.958	0.039
糖尿病史	-0.662	0.36	3.378	0.516	0.255~1.045	0.066
脑梗死史	0.998	0.582	2.712	1.000	0.867~8.484	0.086

表 5 多因素 logistic 回归评估 CHD 合并 AF 风险的独立预测因素

Table 5 Multifactorial logistic regression to evaluate independent predictors of risk for CHD combined with AF

指标	β	S. E.	Wald/ χ^2	OR	95%CI	P
UHR	0.006	0.002	15.064	1.006	1.003~1.009	<0.001
LAD	0.373	0.053	49.698	1.452	1.309~1.611	<0.001
LDL-C	-0.490	0.187	6.835	0.613	0.424~0.885	0.009
年龄	0.045	0.022	4.034	1.046	1.001~1.093	0.045
BMI	0.236	0.061	14.993	1.267	1.124~1.428	<0.001
高血压史	-0.843	0.408	4.263	0.430	0.193~0.958	0.039

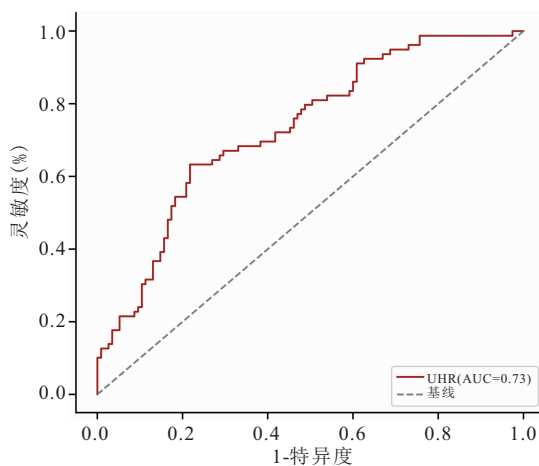


图 1 UHR 预测 CHD 患者中 AF 发生风险的 ROC 曲线

Figure 1 ROC curve of UHR for predicting the risk of AF in CHD patients

3 讨论

随着中国人口老龄化的加速,预计至 2040 年,60 岁及以上成年人的比例将增至 28%^[9],这使得 AF 成为一种日益严重的公共卫生问题。由 Shi 等^[10]进行

的一项纳入 114 039 名受试者全国横断面观察性调查显示,我国成年群体中有 1.6% 的 AF 患者,并且这一概率与年龄呈现正相关 CHD 等是 AF 的重要相关因素,与 2004 年进行的先前研究相比增加了 146%。本研究中纳入 705 名 CHD 患者,其中有 AF 患者 69 名,AF 的发生率为 11.2%,与之前研究相符^[2]。

SUA 具有促炎和增加氧化应激作用,与 AF 发生密切相关。Li 等^[11]发现长期升高的 SUA 水平与 AF 发生有关,发现 SUA 每上升 10 mmol/L,AF 的发生风险增加 1.3 倍。HDL-C 是一种脂蛋白胆固醇,能够通过抗氧化和抗炎多种机制预防动脉粥样硬化的发生发展。近年来大量研究显示 HDL-C 水平降低及功能下降两种情况均可增加 AF 的发生风险^[12]。Lee 等^[13]对 366 085 人平均随访 5.4 年,其中有 27 581 人发生 AF,AF 组较非 AF 组基线 HDL-C 水平明显降低,高 HDL-C 组(1.52-1.64 mmol/L)AF 发生风险较低 HDL-C 组(1.17-1.29 mmol/L)降低 6%。因此,SUA 和 HDL-C 之间可能存在一种相互对抗的情况,而为了更准确地反映体内的氧化应激水平、炎症状态和代谢平衡情况,可以通过计算 SUA 与 HDL-C 的比值(UHR)来实现^[14]。

在本研究中,比较 AF 组和非 AF 组两组临床资料发现,AF 组 SUA、UHR、LAD、年龄、身高、BMI、体重、饮酒史、吸烟史、糖尿病史、高血压病史均显著高于非 AF 组,而 HDL-C 水平则显著低于非 AF 组。根据 UHR 水平,按照四分位法将 CHD 患者分为 Q1、Q2、Q3、Q4 四组,各组的 AF 发生率为:3.4%、10.8%、13.0%和 17.6%,各组之间 AF 的发生率比较均具有统计学差异($P < 0.001$),随着 UHR 水平升高,CHD 患者中的 AF 发生率也随之升高。进一步进行 Pearson 相关分析结果显示,UHR 与 LAD 呈正相关($r = 0.377, P < 0.001$),这与既往研究结果中大多一致^[15],考虑高水平 UHR 可能使人体长期处于氧化应激、炎症状态和代谢紊乱,导致心房的电重构和结构重构,诱发房颤的发生及发展。此外,单因素回归方法表明以下因素与 AF 的发生存在显著关联:UHR、LAD、LDL-C、年龄、体重指数以及高血压患病率,然后将这些指标 UHR、LAD、LDL-C、年龄、体重指数及高血压史进行多因素 logistic 回归分析,均 $P < 0.05$,这与 Tomasdottir 等^[16]在一项针对 13 153 名治疗最佳的 CHD 患者的研究中,得出的年龄的增加、BMI 的高水平、高血压等因素能促进 AF 发生的结果相仿。绘制预测 CHD 患者中 AF 发生风险的 ROC 曲线,结果显示,AUC=0.733,提示 UHR 是 CHD 患者发生 AF 的良好预测指标。

目前国内外关于 UHR 与 AF 之间的研究较少,两者之间的潜在影响机制尚不明确。黄嘌呤氧化酶是 UA 形成过程中的关键酶,在此过程中该酶可产生活性氧而诱发炎症反应,从而能损伤血管的内皮细胞并且促进血栓形成^[17]。已有研究表明,SUA 还与肾素-血管紧张素-醛固酮系统激活有关,而血管紧张素 II、醛固酮的升高可促进氧化反应的发生,并进一步导致心房纤维化,促进 AF 的发生^[18]。另外,SUA 可提高转化生长因子- β 1 和 Caspase-3 蛋白的表达,从而诱导心房的纤维化并加速心房重构^[19]。此外,SUA 可激活心房肌细胞的 ERK 通路,增加 Kv1.5 通道蛋白的表达,从而缩短动作电位时程,造成心房的电重构^[20]。以上结果均表明,SUA 可通过多种途径,导致心房的纤维化、电重构以及结构重构而参与 AF 的发生,这与本研究中 UHR 水平与 LAD 呈正相关的结果相一致。关于 HDL-C 在 AF 的发生及发展中的作用机制尚不明确。脂蛋白的氧化修饰被认为是动脉粥样硬化形成的关键步骤,脂质过氧化诱导心肌细胞的电生理改变及损伤,包括跨膜离子电流的后去极化的产生^[21]。HDL-C 可能有一种类似的保护动脉粥样硬化的机制在减少心律失常中发挥了作用^[22]。另外,HDL-C 不仅具有抗炎、抗氧化、抗凋亡和抗血栓功能,而且富含急性期反应蛋白,并携带调节补体激活和蛋白水解的蛋白家族^[23-24]。也有研究显示,高 SUA 和低 HDL-C 两者可通过氧化应激反应损伤细胞内皮功能及降低胰岛素的敏感性共同作用于心血管系统^[25]。因此,高 UHR 水平可能通过促炎、促氧化等作用机制,从而诱导 AF 的发生、促进 AF 的发展。

本研究存在以下局限性:①SUA 受饮食因素的影响比较大,受到客观因素限制本研究并未能涉及,需在后续研究中进一步纳入分析。②此研究仅仅纳入对于入院时心电图及 24 h 动态心电图检查结果确诊的 AF 患者及既往有 AF 病史的患者,可能存在遗漏阵发性 AF 的患者情况出现。③此研究主要以入院期间所测得的 UHR 作为研究对象,但无法考虑 CHD 本身的炎症反应对于 UHR 指标的影响。④此研究仅仅局限于 CHD 患者的单中心研究,但不可避免会发生偏倚,AF 也尚未分类,需进一步扩大样本作进一步研究。⑤本研究的设计和数据分析未能明确超高反应性(UHR)与 AF 之间的因果关系。要进一步探讨两者之间的潜在因果关联,可以考虑开展前瞻性队列研究。这种研究设计能够更好地控制混杂因素,追踪一段时间内个体的健康状况变化,从而提供更为有力的证据来验证 UHR 是否直接导致 AF 的发生。此外,通过多中心合作和大样本量的研究,可以增强研

究的普适性和结果的可靠性。同时,未来的研究还应结合生物标志物检测、基因分析等手段,以多层次、多角度地揭示 UHR 和 AF 之间的复杂关系。这不仅有助于明确两者之间的因果关系,也为预防和治疗 AF 提供新的思路和方法。

4 结论

在 CHD 患者中,UHR 与 AF 的发生存在显著相关性,UHR 可能是影响 CHD 患者 AF 发生的危险因素之一。因此,可以通过监测 UHR 的水平来预测 AF 的发生,以及早发现、早诊断、早治疗,从而改善预后。

【参考文献】

- [1] GIZURARSON SIGFUS, STÅHLMAN MARCUS, JEPPSSON ANDERS, *et al.* Atrial fibrillation in patients admitted to coronary care units in western Sweden-focus on obesity and lipotoxicity[J]. *J Electrocardiol*, 2015, 48(5), 853-860.
- [2] ZIELONKA ANNA, TKACZYSHYN MICHAŁ, MENDE MACIEJ, *et al.* Atrial fibrillation in outpatients with stable coronary artery disease: results from the multicenter RECENT study[J]. *Pol Arch Med Wewn*, 2015, 125(3), 162-171.
- [3] MANTOVANI A, RIGOLON R, PICHIRI I, *et al.* Hyperuricemia is associated with an increased prevalence of atrial fibrillation in hospitalized patients with type 2 diabetes[J]. *J Endocrinol Invest*, 2016, 39(2), 159-167.
- [4] TRIEB MARKUS, KORNEJ JELENA, KNUPLEZ EVA, *et al.* Atrial fibrillation is associated with alterations in HDL function, metabolism, and particle number[J]. *Basic Res Cardiol*, 2019, 114(4): 27.
- [5] LI XINTAO, GAO LIANJUN, WANG ZHAO, *et al.* Lipid profile and incidence of atrial fibrillation: A prospective cohort study in China[J]. *Clin Cardiol*, 2018, 41(3), 314-320.
- [6] PARK BYOUNGJIN, JUNG DONG-HYUK, LEE YONG-JAE. Predictive Value of Serum Uric Acid to HDL Cholesterol Ratio for Incident Ischemic Heart Disease in Non-Diabetic Koreans[J]. *Biomedicines*, 2022, 10(6):1422.
- [7] KOSEKLI MEHMET ALI, KURTKULAGII OZGE, KAHVECI GIZEM, *et al.* The association between serum uric acid to high density lipoprotein-cholesterol ratio and non-alcoholic fatty liver disease: the abund study[J]. *Rev Assoc Med Bras (1992)*, 2021, 67(4): 549-554.
- [8] RAMOS-MONDRAGÓN ROBERTO, LOZHKIN ANDREY, VENDROV ALEKSANDR E, *et al.* NADPH Oxidases and Oxidative Stress in the Pathogenesis of Atrial Fibrillation[J]. *Antioxidants (Basel)*, 2023, 12(10): 1833.
- [9] FANG EVANDRO F, XIE CHENGLONG, SCHENKEL JOSEPH A, *et al.* A research agenda for ageing in China in the 21st century (2nd edition): Focusing on basic and translational research, long-term care, policy and social networks[J]. *Ageing Res Rev*, 2020, 64: 101174.
- [10] SHI SHAOBO, TANG YANHONG, ZHAO QINGYAN, *et al.* Prevalence and risk of atrial fibrillation in China: A national

- cross-sectional epidemiological study[J]. *Lancet Reg Health West Pac*, 2022, 23: 100439.
- [11] LI SHANSHAN, CHENG JIN, CUI LIUFU, *et al.* Cohort Study of Repeated Measurements of Serum Urate and Risk of Incident Atrial Fibrillation[J]. *J Am Heart Assoc*, 2019, 8: e012020.
- [12] LI ZHI-ZHAO, DU XIN, GUO XUE-YUAN, *et al.* Association Between Blood Lipid Profiles and Atrial Fibrillation: A Case-Control Study[J]. *Med Sci Monit*, 2018, 24: 3903-3908.
- [13] LEE HYUN-JUNG, LEE SO-RYOUNG, CHOI EUE-KEUN, *et al.* Low Lipid Levels and High Variability are Associated With the Risk of New-Onset Atrial Fibrillation[J]. *J Am Heart Assoc*, 2019, 8: e012771.
- [14] AKTAS GULALI, KOC AKMEHMET ZAHID, BILGIN SATILMIS, *et al.* Uric acid to HDL cholesterol ratio is a strong predictor of diabetic control in men with type 2 diabetes mellitus [J]. *Aging Male*, 2020, 23: 1098-1102.
- [15] CHENG YANG, ZHANG HAO, ZHENG HUI, *et al.* Association between serum uric acid/HDL-cholesterol ratio and chronic kidney disease: a cross-sectional study based on a health check-up population[J]. *BMJ Open*, 2022, 12: e066243.
- [16] TOMASDOTTIR MARIA, HELD CLAES, HADZIOS-MANOVIĆ NERMIN, *et al.* Risk markers of incident atrial fibrillation in patients with coronary heart disease[J]. *Am Heart J*, 2021, 233: 92-101.
- [17] KIMURA YOSHITAKA, TSUKUI DAISUKE, KONO HAJIME. Uric Acid in Inflammation and the Pathogenesis of Atherosclerosis[J]. *Int J Mol Sci*, 2021, 22(22): 12394.
- [18] MILANESI SAMANTHA, VERZOLADANIELA, CAPPADONA FRANCESCA, *et al.* Uric acid and angiotensin II additively promote inflammation and oxidative stress in human proximal tubule cells by activation of toll-like receptor 4[J]. *J Cell Physiol*, 2019, 234: 10868-10876.
- [19] WANG DINGYU, SUN LI, ZHANG GUOWEI, *et al.* Increased Susceptibility of Atrial Fibrillation Induced by Hyperuricemia in Rats: Mechanisms and Implications[J]. *Cardiovasc Toxicol*, 2021, 21: 192-205.
- [20] MAHARANI NANI, TING YA KUANG, CHENG JIDONG, *et al.* Molecular Mechanisms Underlying Urate-Induced Enhancement of Kv1.5 Channel Expression in HL-1 Atrial Myocytes[J]. *Circ J*, 2015, 79: 2659-2668.
- [21] STEINBERG D. Atherosclerosis in perspective; hypercholesterolemia and inflammation as partners in crime[J]. *Nat Med*, 2002, 8(11):1211-1217.
- [22] BOUDI FARZIN BRIAN, KALAYEH NICHOLAS, MOVAHED MOHAMMAD REZA. High-Density Lipoprotein Cholesterol (HDL-C) Levels Independently Correlates With Cardiac Arrhythmias and Atrial Fibrillation[J]. *J Intensive Care Med*, 2020, 35: 438-444.
- [23] ROHRER LUCIA, HERSBERGER MARTIN, VON ECK-ARDSTEIN ARNOLD. High density lipoproteins in the intersection of diabetes mellitus, inflammation and cardiovascular disease[J]. *Curr Opin Lipidol*, 2004, 15: 269-278.
- [24] AMMIRATI ENRICO, CANNISTRACI CARLO V, CRISTELL NICOLE A, *et al.* Identification and predictive value of interleukin-6+ interleukin-10+ and interleukin-6- interleukin-10 + cytokine patterns in ST-elevation acute myocardial infarction [J]. *Circ Res*, 2012, 111: 1336-1348.
- [25] LIU RUIHUA, PENG YUAN, WU HAISHAN, *et al.* Uric acid to high-density lipoprotein cholesterol ratio predicts cardiovascular mortality in patients on peritoneal dialysis [J]. *Nutr Metab Cardiovasc Dis*, 2021, 31: 561-569.

(收稿日期:2024-09-07; 修回日期:2024-09-30; 编辑:张翰林)

(上接第 755 页)

- [23] SALEMI R, GATTUSO G, TOMASELLO B, *et al.* Co-Occurrence of Interleukin-6 Receptor Asp358Ala Variant and High Plasma Levels of IL-6: An Evidence of IL-6 Trans-Signaling Activation in Deep Vein Thrombosis (DVT) Patients[J]. *Biomolecules*, 2022, 12(5): 681-688.
- [24] STEINBRUGGER I, HAAS A, MAIER R, *et al.* Analysis of inflammation-and atherosclerosis-related gene polymorphisms in branch retinal vein occlusion [J]. *Molecular Vision*, 2009, 15: 609.
- [25] APTE RAJENDRA S, CHEN DANIEL S, FERRARA NAPOLEONE. VEGF in Signaling and Disease: Beyond Discovery and Development[J]. *Cell*, 2019, 176: 1248-1264.
- [26] KARAKASLAR E O, KATIYAR N, HASHAM M, *et al.* Transcriptional activation of Jun and Fos members of the AP-1 complex is a conserved signature of immune aging that contributes to inflammaging[J]. *Aging Cell*, 2023, 22(4): e13792.
- [27] SENATUS L M, SCHMIDT A M. The AGE-RAGE axis: implications for age-associated arterial diseases[J]. *Frontiers in genetics*, 2017, 8: 187.
- [28] 陈媛媛, 陈亚芬, 孙学然, 等. 糖基化终末产物调控糖尿病合并动脉粥样硬化中 FSTL1 表达的机制研究[J]. *国际心血管病杂志*, 2019, 46(1): 31-35.
- [29] 张苏慧, 张颖倩, 惠辉, 等. 流体剪切力作用于单核-巨噬细胞对动脉粥样硬化的影响[J]. *临床心血管病杂志*, 2022, 38(5): 412-417.
- [30] MOLINS B, MORA A, ROMERO-VÁZQUEZ S, *et al.* Shear stress modulates inner blood retinal barrier phenotype[J]. *Experimental eye research*, 2019, 187: 107751.
- [31] 王静波, 惠延年. 剪切力对视网膜色素上皮细胞 syndecan-1, 血管细胞黏附分子-1, E-选择素蛋白表达和肌动蛋白的影响[J]. *国际眼科杂志*, 2006(6): 1305-1308.
- [32] QIAO H M, ZHANG X J, ZHU C H, *et al.* Luteolin downregulates TLR4, TLR5, NF- κ B and p-p38MAPK expression, upregulates the p-ERK expression, and protects rat brains against focal ischemia[J]. *Brain research*, 2012, 1448: 71-81.
- [33] 权联姣, 秦婧婧, 权元鼎. 丹参提取物抑制高糖诱导的人视网膜内皮细胞凋亡的机制研究[J]. *临床内科杂志*, 2020, 37(5): 371-374.
- [34] 张海江, 梁亮. 姜黄素对视网膜缺血再灌注损伤大鼠视网膜组织结构及 IL-23 和 IL-17 表达的影响[J]. *国际眼科杂志*, 2017, 17(8): 1423-1426.

(收稿日期:2024-06-28; 修回日期:2024-09-17; 编辑:张翰林)