· 临床研究 ·

系统性炎症综合指数与慢性肾脏病患者心血管疾病风险的关联研究

刘慧[1]　张强[2]　刘晓萌[2]　魏博[2]　魏明慧[3]　冯艳梅[4]

[1]黑龙江中医药大学附属第二医院物理诊断科，哈尔滨 150001；[2]中国人民解放军联勤保障部队第九六二医院中医风湿科，哈尔滨 150080；[3]黑龙江中医药大学附属第二医院心病科，哈尔滨 150001；[4]北大荒集团总医院肾内科，哈尔滨 150006

通信作者：张强，Email：77200439@qq.com

【摘要】 目的　探究系统性炎症综合指数（aggregate index of systemic inflammation，AISI）与慢性肾脏病（chronic kidney disease，CKD）患者心血管疾病（cardiovascular disease，CVD）风险之间的关系。**方法**　提取NHANES 2007～2018年数据，根据参与者有无CVD进行分组差异性分析，运用机器学习算法筛选重要特征构建模型协变量子集，采用随机森林的夏普值评估协变量贡献，根据AISI四分位数进行多模型逻辑回归和趋势性检验，评估模型性能并进行亚组分析。**结果**　最终纳入5007例参与者，无CVD组3741例（74.72%），CVD组1266例（25.28%）。CVD组患者AISI显著高于无CVD组（338.38比309.32，$P<0.001$）。在最终模型中，AISI数值升高使CKD患者CVD风险呈线性正相关（总体效应$P<0.001$；非线性检验$P=0.074$）（$OR=1.216$，95%CI：1.127～1.311）。最终模型性能稳定（AUC=0.763，95%CI：0.749～0.778）。男性、中青年、体重指数≥30 kg/m^2、高血压的CKD患者CVD风险升高。**结论**　AISI与CKD患者CVD风险呈显著正相关的线性关系，通过机器学习构建的模型性能稳定，为CKD患者CVD的早期识别、预防和管理提供理论和数据依据。

【关键词】 慢性肾脏病；系统性炎症综合指数；心血管疾病；横断面研究；机器学习

基金项目：黑龙江省中医药科研课题项目（ZHY18-089）

DOI：10.3969/j.issn.1671-2390.2026.09.001

Association between the aggregate index of systemic inflammation and cardiovascular disease risk in patients with chronic kidney disease

Liu Hui[1], *Zhang Qiang*[2], *Liu Xiao-meng*[2], *Wei Bo*[2], *Wei Ming-hui*[3], *Feng Yan-mei*[4]

[1]*Department of Physical Diagnostics, the Second Affiliated Hospital of Heilongjiang University of Chinese Medicine, Harbin* 150001, *China*; [2]*Department of Rheumatology of Traditional Chinese Medicine, the* 962*nd Hospital of the PLA Joint Logistic Support Force, Harbin* 150080, *China*; [3]*Department of Cardiology, the Second Affiliated Hospital of Heilongjiang University of Chinese Medicine, Harbin* 150001, *China*; [4]*Department of Nephrology, General Hospital of Beidahuang Group, Harbin* 150006, *China*

Corresponding author: Zhang Qiang, Email: 77200439@qq.com

【Abstract】 Objective　To explore the relationship between the aggregate index of systemic inflammation (AISI) and the risk of cardiovascular disease (CVD) in patients with chronic kidney disease (CKD). **Methods**　Data from National Health and Nutrition Examination Survey (NHANES) 2007-2018 were extracted. Participants were grouped by the presence or absence of CVD for group difference analyses. Machine learning algorithms were used to screen important features to construct model covariate subsets. The Sharpe value from random forest was applied to evaluate covariate contributions. Based on AISI quartiles, multi-model logistic regression and trend tests were performed, the model performance was evaluated, and subgroup analyses were conducted. **Results**　A total of 5 007 participants were

ultimately included, including 3 741 in the no-CVD group (74.72%) and 1 266 in the CVD group (25.28%). AISI in the CVD group was significantly higher than that in the no-CVD group (338.38 *vs* 309.32, $P<0.001$). In the final model, increasing AISI showed a linear positive association with CVD risk in CKD patients (P for overall <0.001; P for nonlinear=0.074) (OR=1.216, 95%CI: 1.127-1.311). The performance of the final model was stable (AUC=0.763, 95%CI: 0.749-0.778). CVD risk increased in CKD patients who were male, younger/middle-aged, obese, and had hypertension. **Conclusions** AISI is significantly and linearly positively associated with CVD risk in CKD patients. The model constructed using machine learning demonstrated stable performance and provides theoretical and data-based evidence for early identification, prevention, and management of CVD in CKD patients.

【Key words】 Chronic kidney disease; Aggregate index of systemic inflammation; Cardiovascular disease; Cross-sectional study; Machine learning

Fund program: Heilongjiang Provincial Scientific Research Project on Traditional Chinese Medicine(ZHY18-089)

DOI: 10.3969/j.issn.1671-2390.2026.09.001

慢性肾脏病(chronic kidney disease, CKD)已成为全球范围内日益严峻的公共卫生挑战,影响着全球约10%的人口[1]。CKD患者的发病率和病死率不断攀升,其中心血管疾病(cardiovascular disease, CVD)是其主要"元凶"[2]。CKD患者因CVD导致的不良心血管事件和过早死亡,给公共卫生和医疗费用带来了沉重负担[3]。CKD患者发生CVD的风险高出普通人群3～10倍,即使在CKD的早期阶段,患者也处于CVD的高风险[4]。这种高风险与肾功能下降所伴随的多重病理机制密切相关,包括慢性炎症、氧化应激、代谢紊乱及血管钙化等[5]。慢性炎症在CKD进展及心血管事件中扮演着关键角色,传统炎症标志物如C反应蛋白、白细胞介素-6、肿瘤坏死因子等虽已被广泛研究,但单一指标难以全面反映复杂的全身炎症状态[6-8]。

系统性炎症综合指数(aggregate index of systemic inflammation, AISI)是一种用于全身炎症反应的综合评分系统,能有效反映全身炎症状态和器官功能损伤,与CVD、CKD的发生和不良预后相关[9]。然而,目前关于AISI与CKD患者CVD风险之间关系的研究较少,尚不清楚AISI的水平是否会影响CKD患者CVD的发生和进展。

本研究分析了美国健康和营养检查调查(National Health and Nutrition Examination Surveys, NHANES)6个周期的数据。采用机器学习构建模型探究分析AISI与CKD患者CVD风险潜在关联并评估模型稳定性,为协助临床医生更精确地评估CVD风险,筛查高危患者,有效实施CKD管理策略奠定理论基础。

对象与方法

一、研究对象

本研究的数据采集依托于美国疾病控制与预防中心管辖下的NHANES数据库。该调查经美国卫生统计中心伦理审查委员会批准(https://www.cdc.gov/nchs/nhanes/about/erb.html),所有参与者均已签署知情同意书。本研究纳入NHANES 2007～2018年的数据,初步筛选了59 824例参与者。最终54 817例不符合条件的参与者被排除[年龄小于20岁(n=25 072),孕妇(n=372),其他人群,缺少CKD信息(n=23 674),缺少CVD信息(n=128),缺少AISI信息(n=218)]。排除了上述人群后,5007例参与者纳入研究。

二、方法

1. CKD的定义 CKD定义为估算肾小球滤过率(estimated glomerular filtration rate, eGFR)<60 mL·min^{-1}·(1.73 m^2)$^{-1}$,或尿白蛋白与肌酐比值$\geq$30 mg/g。应用CKD流行病学合作组织公式计算[10]。

2. CVD的定义 CVD根据参与者健康情况调查问卷报告,包括充血性心力衰竭(congestive heart failure, CHF)、冠状动脉粥样硬化性心脏病(coronary heart disease, CHD)、心绞痛,心肌梗死和卒中[11]。

3. AISI的定义 AISI通过整合中性粒细胞计数、血小板计数、淋巴细胞计数和单核细胞计数,量化个体的全身炎症负荷状态[12]。计算公式为:AISI=中性粒细胞计数(10^9/L)×血小板计数(10^9/L)×单核细胞计数(10^9/L)/淋巴细胞计数(10^9/L)

4. 协变量　参与者相关的社会人口学特征、生活方式等特征作为研究的协变量被收集，包括年龄、性别、体重指数（body mass index，BMI）、血压值、吸烟、饮酒、高血压、糖尿病（diabetes mellitus，DM）、慢性阻塞性肺疾病（chronic obstructive pulmonary disease，COPD）、肿瘤和16项实验室检查。

三、统计学方法

根据NHANES分析指南推荐选择加权变量。符合正态分布的连续变量以$\bar{x}\pm s$表示，而计数资料则以例（%）呈现。计数资料使用χ^2检验，连续变量则采用t检验来比较组间差异。使用Boruta算法筛选重要特征构建模型3的协变量子集并应用随机森林（random forest，RF）模型夏普解释评估协变量风险度量。根据AISI四分位数进行多模型逻辑回归和趋势性检验。应用限制性立方样条、受试者工作特征曲线、校准曲线和决策曲线分别评估趋势性、区分度，预测概率和临床获益，并进行亚组分析。

结　果

一、基线特征分析

本研究共纳入5007例参与者，按有无CVD将其分为无CVD组3741例（74.72%），CVD组1266例（25.28%）。CVD组中男性比例显著高于无CVD组（50.10%比39.60%，$P<0.001$），年龄（69.97岁比57.19岁，$P<0.001$），BMI（31.04 kg/m^{2}比29.92 kg/m^2，$P<0.001$）显著升高。CVD组吸烟比例显著高于无CVD组（56.56%比45.54%，$P<0.001$）。此外，CVD组中高血压、DM、COPD和肿瘤的患病率均显著高于无CVD组$P<0.05$。相对于无CVD组，AISI在CVD组中显著增高（338.38比309.32，$P<0.001$）。CVD组的血红蛋白、血小板、eGFR、白蛋白、总胆固醇、低密度脂蛋白、高密度脂蛋白显著低于无CVD组，而尿素氮、血肌酐、葡萄糖、糖化血红蛋白显著升高。（图1、表1）

二、协变量筛选与模型构建

本研究建立3个逻辑回归模型来探究AISI与CKD患者CVD风险之间的关联。模型3中的调整协变量通过Boruta和RF算法筛选，协变量子集如下：年龄、高血压、COPD、BMI、舒张压、总胆固醇、eGFR、血肌酐、尿素氮、血小板、糖化血红蛋白、低密度脂蛋白、尿蛋白。RF模型中年龄、高血压、COPD的贡献度最高，瀑布图展示个案样本预测效应值。（图2）

三、CVD及其亚组的多模型分析

通过多模型逻辑回归分析，模型1未调整，模型2调整了性别、年龄，模型3经特征性选择的变量子集；研究发现在模型1中，随AISI数值升高，发生CVD（*OR*=1.172，95%*CI*：1.102～1.246），CHF、CHD、心肌梗死、中风风险升高。在模型3中，随AISI数值升高，发生CVD（*OR*=1.216，95%*CI*：1.127～1.311），CHF、CHD风险升高。相对于最低四分位数Q1，最高四分位数Q4的CVD风险显著升高（*OR*=1.748，95%*CI*：1.408～2.173）（表2）。AISI与CKD患者发生CVD风险呈线性正相关关系（总体效应$P<0.001$；非线性检验$P=0.074$），同时CVD中模型3的曲线下面积（AUC=0.763，95%*CI*：0.749～0.778）显著高于模型1（Delong's test：$Z=19.19$，$P<0.001$；Bootstrap Delong's test：$Z=19.67$，$P<0.001$）和模型2（Delong's test：$Z=9.46$，$P<0.001$；Bootstrap Delong's test：$Z=9.03$，$P<0.001$）（图3）。

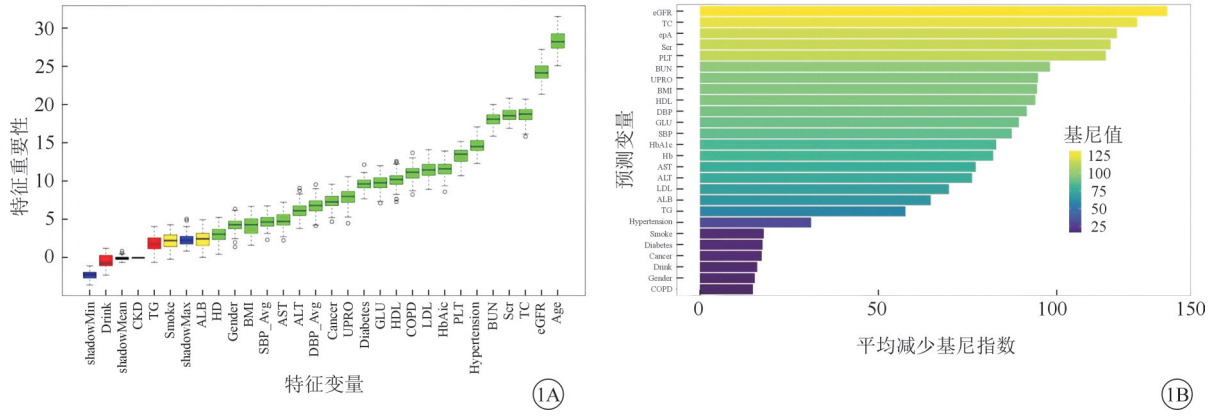


图1　协变量特征重要性排序　1A. 基于Boruta算法特征重要性排序；1B. 基于随机森林模型特征重要性排序

Fig 1　Ranking of covariate feature importance　1A. Feature importance ranking based on the Boruta algorithm; 1B. Feature importance ranking based on the random forest model

表 1　参与者的基线资料比较

Tab 1　Baseline characteristics of participants

项目	总体(n=5007)	无CVD组(n=3741)	CVD组(n=1266)	χ^2/t值	P值
性别[例(%)]				38.87	＜0.001
男	2 320(41.91)	1 630(39.60)	690(50.10)		
女	2 687(58.09)	2 111(60.40)	576(49.90)		
年龄(岁,$\bar{x}\pm s$)	60.00±0.31	57.19±0.36	69.97±0.33	26.07	＜0.001
BMI(kg/m^2,$\bar{x}\pm s$)	30.16±0.16	29.92±0.19	31.04±0.27	3.44	＜0.001
收缩压(mmHg,$\bar{x}\pm s$)	131.76±0.46	130.85±0.52	134.97±0.78	4.62	＜0.001
舒张压(mmHg,$\bar{x}\pm s$)	69.56±0.31	70.67±0.32	65.64±0.54	8.95	＜0.001
饮酒[例(%)]	2 908(58.35)	2 227(59.82)	681(53.14)	15.77	＜0.001
吸烟[例(%)]	2 435(47.96)	1 717(45.54)	718(56.56)	41.80	＜0.001
合并症[例(%)]					
高血压	3 165(58.95)	2 144(52.79)	1 021(80.78)	278.28	＜0.001
糖尿病	2 074(35.09)	1 391(30.35)	683(51.89)	175.12	＜0.001
慢性阻塞性肺疾病	198(3.85)	101(2.61)	97(8.26)	74.15	＜0.001
肿瘤	836(18.02)	529(15.43)	307(27.23)	81.01	＜0.001
实验室检查					
AISI(mmol/L,$\bar{x}\pm s$)	315.72±3.52	309.32±3.99	338.38±7.04	3.60	＜0.001
血红蛋白(g/L,$\bar{x}\pm s$)	138.20±0.40	138.80±0.40	135.90±0.60	-4.90	＜0.001
血小板(10^9/L,$\bar{x}\pm s$)	233.13±1.18	238.48±1.33	214.16±2.27	-9.58	＜0.001
尿蛋白(g/L,$\bar{x}\pm s$)	0.177±0.01	0.171±0.01	0.194±0.02	0.94	0.350
估算肾小球滤过率[mL·min^{-1}·(1.73 m^2)$^{-1}$]	73.20±0.55	77.55±0.66	57.79±0.60	-23.76	＜0.001
尿素氮(mmol/L,$\bar{x}\pm s$)	6.340±0.050	5.980±0.061	7.660±0.114	12.16	＜0.001
血肌酐(μmol/L,$\bar{x}\pm s$)	97.24±0.88)	92.82±0.88)	114.92±1.77	9.57	＜0.001
白蛋白(g/L,$\bar{x}\pm s$)	41.70±0.10	41.90±0.10	40.80±0.10	-6.76	＜0.001
天冬氨酸转氨酶(U/L,$\bar{x}\pm s$)	24.55±0.45	24.60±0.39	24.35±1.48	-0.16	0.870
丙氨酸转氨酶(U/L,$\bar{x}\pm s$)	26.59±0.40	26.53±0.43	26.79±0.84	0.28	0.777
葡萄糖(mmol/L,$\bar{x}\pm s$)	6.490±0.049	6.400±0.059	6.860±0.103	3.85	＜0.001
糖化血红蛋白(%,$\bar{x}\pm s$)	6.19±0.03[a]	6.12±0.03	6.45±0.06	4.92	＜0.001
总胆固醇(mmol/L,$\bar{x}\pm s$)	5.000±0.026	5.110(0.029)	4.620(0.032)	-12.28	＜0.001
三酰甘油(mmol/L,$\bar{x}\pm s$)	1.430(0.016)	1.420(0.018)	1.480(0.033)	1.66	0.100
低密度脂蛋白(mmol/L,$\bar{x}\pm s$)	2.770(0.012)	2.810(0.015)	2.590(0.021)	-7.65	＜0.001
高密度脂蛋白(mmol/L,$\bar{x}\pm s$)	1.370(0.011)	1.390(0.013)	1.290(0.016)	-5.92	＜0.001

注:CKD为慢性肾脏病;AISI为系统性炎症综合指数;CVD为心血管疾病;BMI为体重指数1 mmHg=0.133 kPa。

四、亚组分析

本研究通过绘制亚组森林图,评估了不同人群对该关联的影响,结果显示不同性别、BMI、DM人群在添加混杂因素后风险发生变化。男性(OR=1.252,95%CI:1.129～1.389)、中青年(OR=1.294,95%CI:1.094～1.532)、体重指数≥30 kg/m^2(OR=1.407,95%CI:1.257～1.576)、高血压(OR=1.265,95%CI:1.163～1.376)患者发生CVD的风险升高。肿瘤患者对CVD的结局存在潜在的交互效应(调整前交互效应P=0.057;调整后交互效应P=0.029),可能与肿瘤患者数量少相关,存在潜在的偏倚,其余亚组对结局的影响不存在交互效应。(图4)

讨　论

本研究旨在探讨AISI与CKD患者发生CVD风险的关系。通过差异性分析、多元逻辑回归、限制性立方样条、受试者工作特征曲线、决策曲线、校准曲线和亚组分析,验证了AISI与CKD患者CVD风险的稳健性。本研究结果显示,AISI与CKD患者发生CVD的概率呈显著正相关的线性关系。

纳入的5007例CKD患者中,CVD患病率为25.28%,高于普通人群20%,与陈胜男等[13]研究结果高度一致,住院CKD患者中CVD的患病率为27.8%,透析患者中CVD的患病率高达45.5%。性

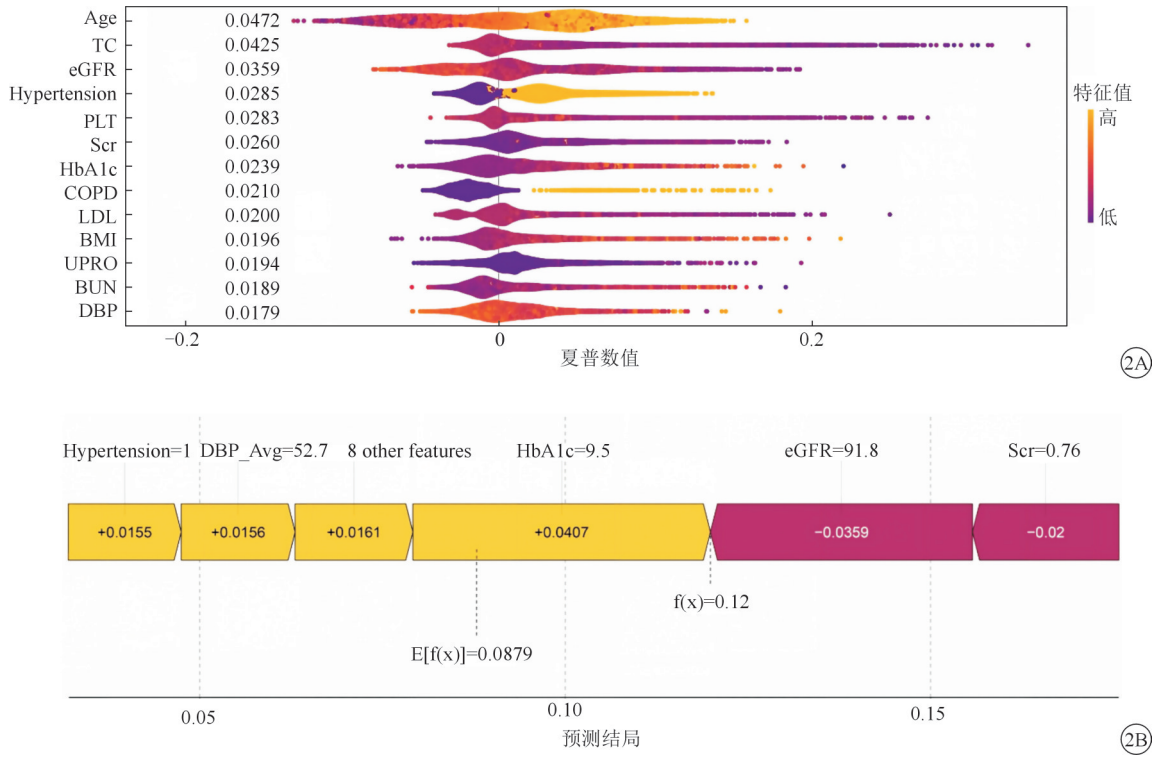


图2　基于随机森林模型协变量子集夏普解释　2A. 夏普值分布图(各协变量特征对模型预测结局的贡献分布);2B. 个案示例瀑布图(示例样本各协变量对结局预测值的贡献)

Fig 2　Sharpe interpretation of the covariate subset based on the random forest model　2A. Distribution plot of SHAP values (distribution of each covariate feature's contribution to model prediction outcome); 2B. Case example waterfall plot (illustrative sample's covariate contributions to the predicted outcome)

表2　AISI与CKD患者发生CVD的多模型逻辑回归

Tab 2　Multi-model logistic regression of AISI and the occurrence of CVD in CKD patients

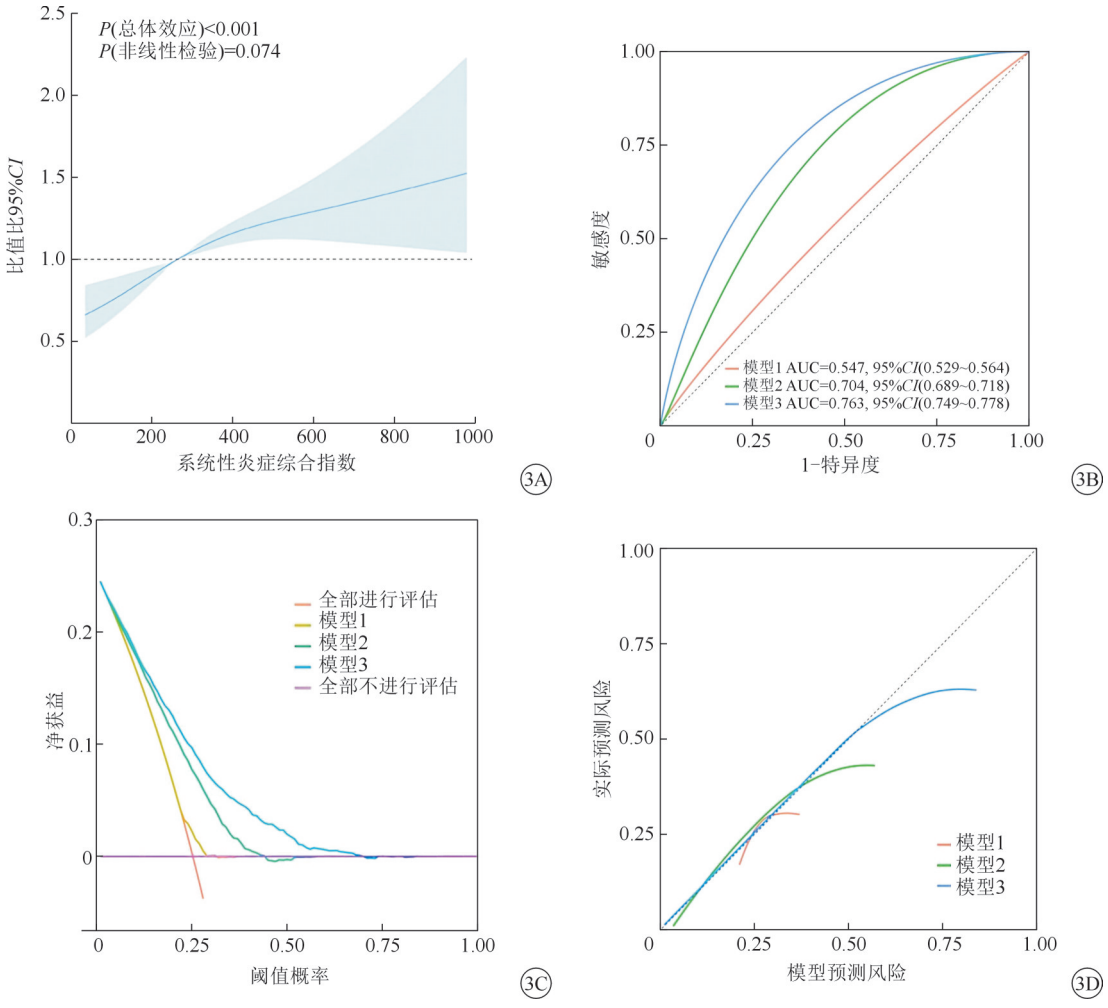
协变量	模型1			模型2			模型3		
	*OR*值	95%*CI*	*P*值	*OR*值	95%*CI*	*P*值	*OR*值	95%*CI*	*P*值
AISI	1.172	1.102～1.246	＜0.001	1.127	1.055～1.203	＜0.001	1.216	1.127～1.311	＜0.001
Q1	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Q2	1.020	0.844～1.232	0.839	0.980	0.804～1.193	0.837	1.090	0.885～1.341	0.418
Q3	1.251	1.041～1.504	0.017	1.122	0.925～1.361	0.244	1.298	1.053～1.600	0.014
Q4	1.584	1.324～1.896	＜0.001	1.400	1.159～1.693	＜0.001	1.748	1.408～2.173	＜0.001
趋势性检验	-	-	＜0.001	-	-	＜0.001	-	-	＜0.001

注:CKD为慢性肾脏病;AISI为系统性炎症综合指数;CVD为心血管疾病;模型1为未调整;模型2为调整性别和年龄;模型3为调整年龄、高血压、慢性阻塞性肺疾病、体重指数、平均舒张压、总胆固醇、肾小球滤过率、血肌酐、尿素氮、血小板、糖化血红蛋白、低密度脂蛋白和尿蛋白。

别分布显示,CVD组男性比例(50.10%)显著高于非CVD组(39.60%),这可能是因为CKD患者常合并高血压,高血压是CVD的重要危险因素,男性CKD患者高血压的患病率较高,且血压控制难度更大,使得男性患者面临更高的CVD风险[14]。

本研究发现,AISI每升高1个单位,CVD风险增加26%(*OR*=1.26),且呈线性趋势(*P*＜0.001)。这与Qu等[15]的一项回顾性队列研究结果一致,AISI与患有骨质疏松症或骨质减少绝经后妇女的CVD病死率呈正相关(*HR*=1.15, 95%*CI*: 1.01～1.30, *P*=0.032)。一项NHANES调查结果也揭示了相关关联,AISI水平升高与心血管死亡风险的显著增加密切相关,即使在完全调整混杂因素后,AISI水平极高的高血压患者,其心血管死亡风险仍高出近1倍[12]。

机器学习筛选显示高血压(*OR*=1.27)、年龄(*OR*=1.25)、COPD(*OR*=1.18)为核心风险因素。高血压在本研究中的患病率(58.95%)显著高于普



注：overall为总体效应；nonlinear为非线性检验。

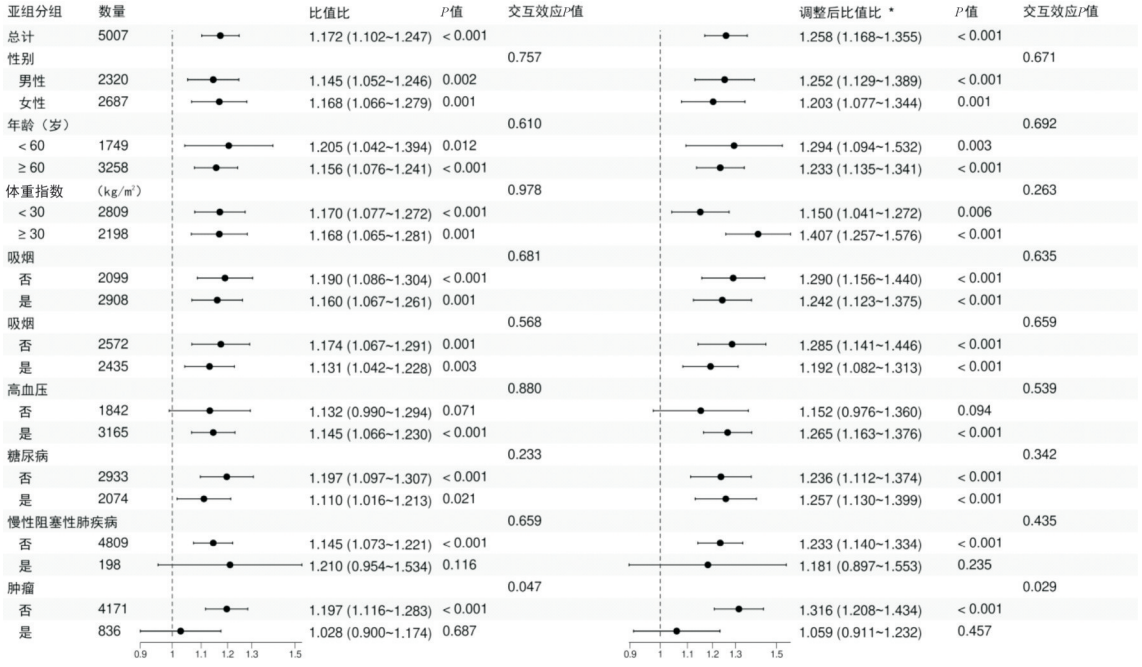
图3　模型评估图　3A. 最终模型的限制性立方样条图；3B. 3个模型的受试者工作特征曲线比较；3C. 3个模型的决策曲线比较；3D. 3个模型的校准曲线比较

Fig 3　Model evaluation　3A. Restricted cubic spline plot of the final model; 3B. Comparison of ROC curves among the three models; 3C. Comparison of decision curves among the three models; 3D. Comparison of calibration curves among the three models

通人群(29.20%)，与既往研究结果一致。《中国慢性肾脏病患者高血压管理指南(2023年版)》显示非透析CKD患者中高血压的患病率为67.30%，而中国普通人群高血压的患病率约为35.40%[16]。高血压通过激活肾素-血管紧张素-醛固酮系统促进血管重构，在CKD患者中的CVD风险增幅(*HR*=2.1)是普通人群的1.5倍[17]。本研究显示，CKD患者CVD组平均年龄高于非CVD组(69.97岁比57.19岁)，一项对27 465例CKD患者的研究也揭示了在66岁及以上的患者中，64.50%的人患有CVD，而同一年龄段的非CKD患者仅占32.40%[18]。COPD与CVD有多种相同危险因素，在CKD患者中，COPD加重可能导致全身炎症反应加剧、血流动力学改变和缺氧，这些因素均会增加心血管事件的风险[19]。

亚组分析显示，肥胖(BMI≥30 kg/m^2)患者CVD风险显著升高(*OR*=1.41)，Li等[20]的研究也发现肥胖患者的CHF风险增加，BMI每增加1 kg/m^2，男性CHF风险增加5%，女性增加7%。青中年(<60岁)患者风险增幅更大(*OR*=1.29)，这与中国一项研究结果一致，推测与年轻患者代谢负担重、生活方式不良有关[21]。高血压患者中AISI的效应值(*OR*=1.27)高于非高血压组(*OR*=1.15)，提示炎症与高血压可能存在协同作用。值得注意的是，肿瘤患者中AISI的预测效能减弱(*OR*=1.06)，可能与化疗药物的免疫抑制作用有关[22]。

本研究基于美国NHANES数据分析，样本量大，且代表性强。通过机器学习算法对协变量进行筛选突破了传统依赖临床经验或既往研究思路的局限，构建了更为科学合理的模型变量子集，并进行了多种模型稳健性评估。本研究存在一些局限性，



注：*调整血小板、肾小球滤过率、24 h尿蛋白量、尿素氮、血肌酐、糖化血红蛋白总胆固醇、低密度脂蛋白

图4　亚组分析森林图

Fig 4　Forest plots of subgroup analyses

NHANES数据库中CVD诊断依赖于患者的自我报告，缺乏特异性影像学或临床诊断数据，缺少随访疾病发展情况作为增强因果关系的论证。

未来基于临床患者的纵向研究和随机对照试验将有助于进一步明确AISI与CKD患者CVD风险的关联，并通过引入精准临床检查数据提高数据的准确性，为CKD患者CVD风险预测提供更为有力的证据。

利益冲突　所有作者均声明没有利益冲突

参　考　文　献

[1] Rai NK, Wang Z, Drawz PE, et al. CKD progression risk and subsequent cause of death: a population-based cohort study[J]. Kidney Med, 2023, 5(4): 100604. DOI: 10.1016/j.xkme.2023.100604.

[2] Kalantar-Zadeh K, Jafar TH, Nitsch D, et al. Chronic kidney disease[J]. Lancet, 2021, 398(10302): 786-802. DOI: 10.1016/S0140-6736(21)00519-5.

[3] Thomas B, Matsushita K, Abate KH, et al. Global cardiovascular and renal outcomes of reduced GFR[J]. J Am Soc Nephrol, 2017, 28(7): 2167-2179. DOI: 10.1681/asn.2016050562.

[4] Li XJ, Lindholm B. Cardiovascular risk prediction in chronic kidney disease[J]. Am J Nephrol, 2023, 53(10): 730-739. DOI: 10.1159/000528560.

[5] Xu CC, Tsihlis G, Chau K, et al. Novel perspectives in chronic kidney disease-specific cardiovascular disease[J]. Int J Mol Sci, 2024, 25(5): 2658. DOI: 10.3390/ijms25052658.

[6] Zoccali C, Vanholder R, Massy ZA, et al. The systemic nature of CKD[J]. Nat Rev Nephrol, 2017, 13(6): 344-358. DOI: 10.1038/nrneph.2017.52.

[7] Li JX, Chen JZ, Lan HY, et al. Role of C-reactive protein in kidney diseases[J]. Kidney Dis, 2023, 9(2): 73-81. DOI: 10.1159/000528693.

[8] Filev R, Lyubomirova M, Bogov B, et al. IL-6 and SAA-strong predictors for the outcome in COVID-19 CKD patients[J]. Int J Mol Sci, 2023, 25(1): 311. DOI: 10.3390/ijms25010311.

[9] Ercan Z, Evren Öztop K, Pınar M, et al. The aggregate index of systemic inflammation may predict mortality in COVID-19 patients with chronic renal failure[J]. Eur Rev Med Pharmacol Sci, 2023, 27(8): 3747-3752. DOI: 10.26355/eurrev_202304_32173.

[10] Kanduri SR, Velez JCQ. Kidney dysfunction in the setting of liver failure: core curriculum 2024[J]. Am J Kidney Dis, 2024, 83(3): 386-401. DOI: 10.1053/j.ajkd.2023.08.013.

[11] Nedkoff L, Briffa T, Zemedikun D, et al. Global trends in atherosclerotic cardiovascular disease[J]. Clin Ther, 2023, 45(11): 1087-1091. DOI: 10.1016/j.clinthera.2023.09.020.

[12] Xiu JM, Lin XQ, Chen QS, et al. The aggregate index of systemic inflammation (AISI): a novel predictor for hypertension[J/OL]. Front Cardiovasc Med, 2023, 10: 1163900. DOI: 10.3389/fcvm.2023.1163900.

[13] 陈胜男，李宁，申燕. 2种风险预测模型在慢性肾脏病患者动脉粥样硬化风险预测中的价值[J]. 中南大学学报(医学版), 2021, 46(9): 966-973. DOI: 10.11817/j.issn.1672-7347.2021.200461.
Chen SN, Li N, Shen Y. Value of 2 risk prediction models in predicting the risk of atherosclerosis in patients with chronic kidney disease[J]. J Cent South Univ Med Sci, 2021, 46(9): 966-973. DOI: 10.11817/j.issn.1672-7347.2021.200461.

[14] 薛妙容, 朱文娇, 赖志满, 等. 非透析慢性肾脏病3～5期患者血管钙化发生及影响因素分析[J]. 中华肾脏病杂志, 2024, 40(6): 431-441. DOI: 10.3760/cma.j.cn441217-20240115-00117.
Xue MR, Zhu WJ, Lai ZM, et al. The occurrence and influencing factors of vascular calcification in non-dialysis chronic kidney disease patients of stage 3-5[J]. Chin J Nephrol, 2024, 40(6): 431-441. DOI: 10.3760/cma.j.cn441217-20240115-00117.

[15] Qu L, Zuo XL, Yu J, et al. Association of inflammatory markers with all-cause mortality and cardiovascular mortality in postmenopausal women with osteoporosis or osteopenia[J]. BMC Womens Health, 2023, 23(1): 487. DOI: 10.1186/s12905-023-02631-6.

[16] 中华医学会肾脏病学分会专家组. 中国慢性肾脏病患者高血压管理指南(2023年版)[J]. 中华肾脏病杂志, 2023, 39(1): 48-80. DOI: 10.3760/cma.j.cn441217-20220630-00650.
Chinese Society of Nephrology. Guidelines for hypertension management in patients with chronic kidney disease in China (2023)[J]. Chin J Nephrol, 2023, 39(1): 48-80. DOI: 10.3760/cma.j.cn441217-20220630-00650.

[17] 马全萍, 杨金龙, 杨震. Ang(1-7)对高血压心脏重构的作用机制研究进展[J]. 临床心血管病杂志, 2021, 37(1): 84-87. DOI: 10.13201/j.issn.1001-1439.2021.01.017.
Ma QP, Yang JL, Yang Z. Research progress in the mechanism of Ang(1-7)on cardiac remodeling in hypertensive patients [J]. J Clin Cardiol, 2021, 37(1): 84-87. DOI: 10.13201/j.issn.1001-1439.2021.01.017.

[18] 阿孜古丽·古拉木江, 罗梅. 老年肾功能不全患者冠脉病变特点的相关研究进展[J]. 临床医学进展, 2023, 13(11): 18335-18341. DOI: 10.12677/ACM.2023.13112574.
Aziguli Gulamujiang, Luo M. Research progress on the characteristics of coronary artery lesions in elderly patients with renal insufficiency[J]. Adv Clin Med, 2023, 13(11): 18335-18341. DOI: 10.12677/ACM.2023.13112574.

[19] Liu ZX, Ma ZM, Ding CW. Association between COPD and CKD: a systematic review and meta-analysis[J/OL]. Front Public Health, 2024, 12: 1494291. DOI: 10.3389/fpubh.2024.1494291.

[20] Li FD, Wang Y, Shi BQ, et al. Association between the cumulative average triglyceride glucose-body mass index and cardiovascular disease incidence among the middle-aged and older population: a prospective nationwide cohort study in China[J]. Cardiovasc Diabetol, 2024, 23(1): 16. DOI: 10.1186/s12933-023-02114-w.

[21] 方湘, 潘小蓉, 程毅松, 等.《中青年高血压管理中国专家共识》解读[J]. 中国循证医学杂志, 2020, 20(7): 753-758. DOI: 10.7507/1672-2531.202001091.
Fang X, Pan XR, Cheng YS, et al. Interpretation of expert consensus on the management of hypertension in young and middle-aged Chinese population[J]. Chin J Evid Based Med, 2020, 20(7): 753-758. DOI: 10.7507/1672-2531.202001091.

[22] Wang LY, Li XW, Liu M, et al. Association between monocyte-to-lymphocyte ratio and prostate cancer in the U.S. population: a population-based study[J/OL]. Front Cell Dev Biol, 2024, 12: 1372731. DOI: 10.3389/fcell.2024.1372731.

（收稿日期：2025-08-16）