

本文引用: 牛镜磊, 张丽霞, 白明. TyG 指数和 AIP 与慢性冠脉综合征严重程度的相关性[J]. 中国动脉硬化杂志, 2024, 32(7): 590-596. DOI: 10.20039/j.cnki.1007-3949.2024.07.006.

· 临床研究 ·

[文章编号] 1007-3949(2024)32-07-0590-07

## TyG 指数和 AIP 与慢性冠脉综合征严重程度的相关性

牛镜磊, 张丽霞, 白明

兰州大学第一医院心内科, 甘肃省兰州市 730000

[摘要] [目的] 探讨慢性冠脉综合征(CCS)患者血浆动脉硬化指数(AIP)和甘油三酯葡萄糖乘积(TyG)指数与其严重程度的相关性。[方法] 回顾性选取2017年5月—2023年5月就诊于兰州大学第一医院心内科行冠状动脉造影检查确诊为CCS的患者298例,收集临床指标,根据冠状动脉造影结果计算Gensini积分,比较不同Gensini积分组的临床资料,线性回归分析Gensini积分升高的影响因素,受试者工作特征(ROC)曲线判断AIP和TyG指数对CCS患者冠状动脉病变严重程度的预测价值。[结果] 该人群男性占77.9%,平均年龄(61.9±8.0)岁;Gensini高积分组的校正AIP(aAIP)和TyG指数高于低积分组和中积分组,差异具有显著性;线性回归分析显示总胆固醇(TC)、高密度脂蛋白胆固醇(HDL)、aAIP和TyG指数是Gensini积分升高的影响因素(均 $P<0.05$ );相关分析显示aAIP和TyG指数与左心室射血分数(LVEF)呈负相关,与Gensini积分呈正相关,与支架植入和支架植入数量呈正相关(均 $P<0.05$ );ROC曲线结果显示,aAIP阈值为1.924时预测Gensini积分 $\geq 41$ 分的ROC曲线下面积(AUC)为0.583(95%CI 0.525~0.640),灵敏度为92.62%,特异度为25.50%,约登指数为0.181;TyG指数阈值为8.748时预测Gensini积分 $\geq 41$ 分的AUC为0.768(95%CI 0.716~0.815),灵敏度为77.18%,特异度为67.11%,约登指数为0.443。[结论] aAIP和TyG指数与CCS患者的严重程度正相关,两者升高均可预测CCS患者冠状动脉病变严重程度,但TyG指数预测能力优于aAIP。

[关键词] 慢性冠脉综合征; 甘油三酯葡萄糖乘积指数; 血浆动脉粥样硬化指数

[中图分类号] R5

[文献标识码] A

### Correlation of TyG and AIP indices with the severity of chronic coronary syndrome

NIU Jinglei, ZHANG Lixia, BAI Ming

Department of Cardiology, the First Hospital of Lanzhou University, Lanzhou, Gansu 730000, China

[ABSTRACT] **Aim** To explore the correlation between atherogenic index of plasma (AIP), triglyceride-glucose (TyG) index and their severity in patients with chronic coronary syndrome (CCS). **Methods** A total of 298 patients diagnosed with CCS by coronary angiography were retrospectively selected from Cardiology Department of the First Hospital of Lanzhou University, from May 2017 to May 2023. Clinical indexes were collected and Gensini scores were calculated based on the results of the coronary angiography, clinical data of different Gensini integral groups was compared. Linear regression was used to analyze factors that influence the elevation of Gensini scores, and receiver operator characteristic (ROC) curve was used to determine the predictive value of AIP and TyG index for the severity of coronary artery lesions in CCS. **Results** The research sample consisted mostly of males (77.9%) with a mean age of (61.9±8.0) years. The adjusted AIP (aAIP) and TyG index of high Gensini score group were higher than those of low Gensini score group and medium Gensini score group, and the differences were significant. Linear regression analysis revealed that total cholesterol (TC), high density lipoprotein cholesterol (HDL), aAIP and TyG index were the factors influencing the elevated Gensini scores (all  $P<0.05$ ). Correlation analysis revealed that aAIP and TyG index were negatively correlated with left ventricular ejection fraction (LVEF), positively correlated with Gensini scores, and positively correlated with stent implantation and the number of stent implantation (all  $P<0.05$ ). The ROC curve results indicated that when the aAIP

[收稿日期] 2023-12-11

[修回日期] 2024-02-27

[基金项目] 甘肃省自然科学基金项目(23JRRA1602)

[作者简介] 牛镜磊, 硕士, 主治医师, 研究方向为冠状动脉粥样硬化性心脏病及冠状动脉介入诊疗, E-mail: njl.doctor@163.com。通信作者白明, 博士, 主任医师, 博士研究生导师, 研究方向为冠状动脉粥样硬化性心脏病及冠状动脉介入诊疗, E-mail: baiming@vip.163.com。

threshold was 1.924, the area under the ROC curve (AUC) for predicting Gensini score  $\geq 41$  points was 0.583 (95% CI 0.525 ~ 0.640), with a sensitivity of 92.62%, a specificity of 25.50%, and Yoden index of 0.181. When the TyG index threshold was 8.748, the AUC for predicting Gensini score  $\geq 41$  points was 0.768 (95% CI 0.716 ~ 0.815), with a sensitivity of 77.18%, specificity of 67.11%, and Yoden index of 0.443.

**Conclusion** The aAIP and TyG index were positively correlated with the severity of coronary artery disease in CCS patients. Both elevated levels can predict the severity of coronary lesions in CCS patients, but TyG index showed superior predictive ability compared with aAIP.

[KEY WORDS] chronic coronary syndrome; triglyceride-glucose index; atherogenic index of plasma

随着我国老龄化进程加速,心血管疾病的发病率和死亡率也在持续上升,但疾病负担下降拐点目前尚未出现,冠状动脉疾病(coronary artery disease, CAD)的高发病率正成为重要公共卫生问题<sup>[1]</sup>。冠状动脉粥样硬化特别是慢性冠脉综合征(chronic coronary syndrome, CCS)的进展导致后续心血管事件的发生,因此在出现缺血性事件之前,有必要识别具有心血管事件风险的患者,这可以减少 CAD 不良事件及并发症的发生。由于冠状动脉造影检查的高成本或侵入性,许多患者无法接受冠状动脉造影检查,导致错过正确的医疗评估。因此,有必要开发一种简单、有效、广泛应用的方法来预测评估冠心病患者的严重程度<sup>[2]</sup>。血浆动脉粥样硬化指数(atherogenic index of plasma, AIP)是一种相对较新的动脉粥样硬化性指标,与简单的脂质参数相比,对心血管事件的预测能力更好<sup>[3]</sup>。甘油三酯葡萄糖乘积(triglyceride-glucose, TyG)指数是胰岛素抵抗的可靠替代指标,与心血管疾病和冠状动脉狭窄进展相关<sup>[4]</sup>。有研究证实,AIP 和 TyG 指数升高是动脉粥样硬化的独立危险因素,但二者与 CCS 及 Gensini 积分的关系鲜有报道,本研究旨在探讨 AIP 和 TyG 指数与 CCS 患者疾病严重程度的相关性,并比较二者对 CCS 患者冠状动脉病变严重程度的预测价值。

## 1 资料和方法

### 1.1 研究对象

依据《2019 欧洲心脏病学会慢性冠脉综合征的诊断和管理指南》<sup>[5]</sup>, CCS 主要包括以下 6 种临床情况:(1)疑似冠心病和有“稳定”型心绞痛症状者;(2)新出现心力衰竭或左心室功能障碍,疑为冠心病者;(3)急性冠脉综合征发病后 1 年内无症状或症状稳定或近期行血运重建者;(4)无论有无症状,最初诊断或血运重建后 1 年以上者;(5)心绞痛、疑似血管痉挛或微血管疾病者;(6)筛查时发现冠心病的无症状患者。本研究回顾性选取了 2017 年 5

月—2023 年 5 月就诊于兰州大学第一医院心内科行冠状动脉造影检查,依据上述诊断标准确诊为 CCS 的患者 298 例;排除存在冠状动脉造影禁忌证、不能配合血管功能检查、合并急性感染、恶性肿瘤、重度心律失常、重度肝肾功能异常、妊娠或哺乳期、重度血液系统及自身免疫系统等疾病以及临床资料不全的患者。

### 1.2 资料收集

收集患者性别、年龄、身高、体质量、吸烟史( $\geq 1$  支/天,连续或累计 6 个月)、高血压史和糖尿病史等资料。高血压患者为在未使用降压药物的情况下测量血压,收缩压  $\geq 140$  mmHg 和(或)舒张压  $\geq 90$  mmHg,以及患者自诉既往有高血压病史或正在服用降压药物者<sup>[6]</sup>。依据《中国 2 型糖尿病防治指南(2020 年版)》<sup>[7]</sup>,糖尿病患者为空腹血糖(fasting blood glucose, FBG)  $\geq 7.0$  mmol/L,餐后 2 h 血糖或随机血糖  $\geq 11.1$  mmol/L,及自我报告患有糖尿病和正在服用降糖药物者。采集患者晨起空腹静脉血,血细胞分析仪检测血常规,全自动生物化学分析仪检测肝功能、FBG、血脂[包括总胆固醇(total cholesterol, TC)、甘油三酯(triglyceride, TG)、低密度脂蛋白胆固醇(low density lipoprotein cholesterol, LDLC)和高密度脂蛋白胆固醇(high density lipoprotein cholesterol, HDLC)]、同型半胱氨酸(homocysteine, Hcy),光学法凝血仪检测凝血功能;心脏彩超检测左心室射血分数(left ventricular ejection fraction, LVEF)等。依据上述数据,计算如下指标。体质指数(body mass index, BMI) = 体质量(kg)/身高(m)<sup>2</sup>;内生肌酐清除率(creatinine clearance, CCr) = (140-年龄)×体质量/[0.818×血肌酐],女性乘以校正系数(0.85);TyG =  $\ln$ [TG(mg/L)×FBG(mg/L)×50];AIP =  $\lg$ [TG(mmol/L)/HDLC(mmol/L)],为避免 AIP 出现负值及保证数据的正态分布,分析时乘以 100 后再取其对数值,即校正 AIP(aAIP) =  $\lg$ [TG(mmol/L)/HDLC(mmol/L)×100]。

### 1.3 冠状动脉 Gensini 评分系统

采用 Judkins 法对左、右冠状动脉进行造影来诊

断冠心病,根据冠状动脉狭窄程度和狭窄发生的动脉分支计算 Gensini 积分,以此评估患者的冠状动脉病变严重程度。狭窄直径 $\leq 25\%$ 计 1 分,26%~50%计 2 分,51%~75%计 4 分,76%~90%计 8 分,91%~99%计 16 分,完全闭塞计 32 分;再分别乘以狭窄发生的动脉分支系数:左主干及左前降支近段、中段、远段的系数分别为 5、2.5、1.5、1.0,第一对角支、第二对角支、左回旋支近段和远段、钝缘支的系数分别为 1.0、0.5、2.5、1.0、1.0,右冠状动脉近段、中段、远段、后降支、后侧支的系数分别为 1.0、1.0、1.0、1.0、0.5。各狭窄段分数与病变分支系数的乘积相加即为该患者的 Gensini 积分<sup>[8]</sup>。同时记录患者最终选择的治疗方式(药物治疗或支架植入)和支架植入数量。

#### 1.4 统计学方法

使用 SPSS 26.0 和 MedCalc18.2.1 软件处理数据。正态分布的计量资料采用  $\bar{x}\pm s$  表示,非正态分布的计量资料采用中位数和四分位数表示,计数资料用例数和百分率表示。正态分布数据两组间比较采用  $t$  检验,多组间比较采用 ANOVA 分析,非正态分布数据组间比较采用非参数检验;计数资料组间率的比较采用  $\chi^2$  检验。多元线性回归分析 Gensini 积分升高的影响因素, Pearson 相关分析 Gensini 积分与 LVEF 与 aAIP 和 TyG 指数的相关

性。采用 MedCalc18.2.1 软件进行受试者工作特征(receiver operator characteristic, ROC)曲线分析,根据 Gensini 积分中位数(41 分)为分界点计算曲线下面积(area under the curve, AUC),评估 aAIP 和 TyG 指数对 Gensini 积分升高的预测能力。 $P<0.05$  为差异有统计学意义。

## 2 结果

### 2.1 不同 Gensini 积分的 CCS 患者临床资料比较

该研究纳入 298 例 CCS 患者,77.9% 为男性,平均年龄(61.9 $\pm$ 8.0)岁。根据患者 Gensini 积分的三分位数将人群分为低、中、高积分组,与低积分组相比,中积分组 HDLC 和 LVEF 降低, aAIP 和糖尿病患病率升高(均  $P<0.05$ );高积分组 BMI、白细胞计数、FBG、TC、aAIP、TyG 指数、支架植入比例和糖尿病患病率显著升高, HDLC 和 LVEF 显著降低,差异具有显著性(均  $P<0.05$ )。与中积分组相比,高积分组 BMI、白细胞计数、FBG、TC、TyG 指数、支架植入比例和糖尿病患病率均显著升高, LVEF 降低,差异具有显著性(均  $P<0.05$ )。人群的性别构成、年龄、LDLC、TG、Hcy、吸烟史和高血压病史等在三组之间差异无统计学意义(均  $P>0.05$ ;表 1)。

表 1. 不同 Gensini 积分的 CCS 患者临床资料比较

Table 1. Comparison of clinical data of patients with chronic coronary syndrome in different Gensini scores

临床资料	总人群 (n=298)	Gensini 低积分组 (n=102)	Gensini 中积分组 (n=97)	Gensini 高积分组 (n=99)	统计量	P
男性/[例(%)]	232(77.9)	77(75.5)	77(79.4)	78(78.8)	0.512	0.774
年龄/岁	61.9 $\pm$ 8.0	61.9 $\pm$ 9.0	60.8 $\pm$ 7.8	63.0 $\pm$ 7.0	1.930	0.147
BMI/(kg/m <sup>2</sup> )	25.2 $\pm$ 3.1	24.9 $\pm$ 2.9	25.1 $\pm$ 3.1	26.2 $\pm$ 3.0 <sup>ab</sup>	5.606	0.004
白细胞计数/( $\times 10^9$ L <sup>-1</sup> )	6.34 $\pm$ 1.53	6.13 $\pm$ 1.50	6.32 $\pm$ 1.66	6.76 $\pm$ 1.27 <sup>ab</sup>	3.653	0.027
中性粒细胞计数/( $\times 10^9$ L <sup>-1</sup> )	3.98 $\pm$ 1.35	3.87 $\pm$ 1.21	3.99 $\pm$ 1.29	4.08 $\pm$ 1.52	1.227	0.295
淋巴细胞计数/( $\times 10^9$ L <sup>-1</sup> )	1.78 $\pm$ 0.64	1.72 $\pm$ 0.66	1.85 $\pm$ 0.69	1.77 $\pm$ 0.55	0.984	0.375
血红蛋白/(g/L)	150.7 $\pm$ 15.3	148.5 $\pm$ 16.2	151.1 $\pm$ 17.0	152.6 $\pm$ 11.9	1.861	0.157
血小板计数/( $\times 10^9$ L <sup>-1</sup> )	194.8 $\pm$ 59.6	191.3 $\pm$ 66.5	191.5 $\pm$ 54.9	201.5 $\pm$ 56.5	0.949	0.388
白蛋白/(g/L)	45.3 $\pm$ 3.5	45.6 $\pm$ 2.9	45.5 $\pm$ 4.0	44.7 $\pm$ 3.5	1.925	0.148
总胆红素/( $\mu$ mol/L)	16.2 $\pm$ 7.1	16.7 $\pm$ 7.4	15.4 $\pm$ 5.9	16.5 $\pm$ 8.0	0.901	0.407
肌酐/( $\mu$ mol/L)	74.4 $\pm$ 12.8	73.0 $\pm$ 13.8	74.4 $\pm$ 12.6	75.9 $\pm$ 12.0	1.266	0.283
CCr/(mL/min)	92.8 $\pm$ 22.9	95.8 $\pm$ 21.5	95.5 $\pm$ 21.9	93.5 $\pm$ 19.2	0.343	0.710
FBG/(mmol/L)	6.40 $\pm$ 2.51	6.35 $\pm$ 2.21	6.13 $\pm$ 1.95	7.41 $\pm$ 2.12 <sup>ab</sup>	24.223	<0.001
TC/(mmol/L)	4.04 $\pm$ 1.09	3.91 $\pm$ 1.01	3.92 $\pm$ 1.18	4.29 $\pm$ 1.06 <sup>ab</sup>	3.828	0.023
HDLC/(mmol/L)	1.08 $\pm$ 0.25	1.15 $\pm$ 0.25	1.06 $\pm$ 0.25 <sup>a</sup>	1.03 $\pm$ 0.23 <sup>a</sup>	0.7838	0.000

续表

临床资料	总人群 (n=298)	Gensini 低积分组 (n=102)	Gensini 中积分组 (n=97)	Gensini 高积分组 (n=99)	统计量	P
LDLC/(mmol/L)	2.38±0.92	2.31±0.81	2.39±0.93	2.43±1.02	0.417	0.659
TG/(mmol/L)	1.57(1.12,2.33)	1.46(1.03,2.26)	1.62(1.28,2.48)	1.71(1.13,2.28)	0.175	0.840
尿酸/(μmol/L)	349±83	342±90	348±81	356±76	0.765	0.466
Hcy/(μmol/L)	17.4(13.4,24.0)	16.5(13.3,22.4)	16.9(13.4,23.1)	18.9(14.4,26.0)	1.868	0.156
纤维蛋白原/(g/L)	2.97±0.62	2.86±0.55	3.01±0.63	3.03±0.68	2.118	0.122
LVEF/%	63.7±5.2	69.1±1.3	64.3±1.5 <sup>a</sup>	57.5±3.2 <sup>ab</sup>	71.346	<0.001
aAIP	2.20±0.26	2.14±0.29	2.22±0.25 <sup>a</sup>	2.24±0.25 <sup>a</sup>	4.134	0.017
TyG 指数	8.68±1.08	8.93±0.72	9.00±0.58	9.20±0.59 <sup>ab</sup>	8.264	<0.001
支架植入治疗/[例(%)]	270(90.6)	88(86.3)	86(88.7)	96(97.0) <sup>ab</sup>	7.389	0.025
吸烟史/[例(%)]	160(53.7)	49(48.0)	61(62.9)	60(60.6)	6.777	0.148
糖尿病史/[例(%)]	113(37.9)	22(21.6)	37(38.1) <sup>a</sup>	54(54.5) <sup>ab</sup>	23.211	<0.001
高血压病史/[例(%)]	176(59.1)	62(60.8)	55(56.7)	59(59.6)	0.360	0.835

注:a为P&lt;0.05,与Gensini低积分组比较;b为P&lt;0.05,与Gensini中积分组比较。

## 2.2 CCS 患者 Gensini 积分升高的影响因素分析

多元线性回归分析 CCS 患者 Gensini 积分升高的影响因素,以 Gensini 积分为因变量,纳入单因素线性回归分析中具有统计学差异的变量进行多因素线性回归分析,结果显示,TC、HDLC、aAIP 和 TyG 指数是 CCS 患者 Gensini 积分升高的影响因素(均 P<0.001,表 2)。

表 2. 多元线性回归分析 Gensini 积分升高的影响因素

Table 2. Multiple linear regression analysis of factors influencing the Gensini score elevation

指标	β(SE)	P	R <sup>2</sup>	调整后 R <sup>2</sup>
白细胞计数	0.657(0.448)	0.339		
血红蛋白	0.102(0.108)	0.343		
白蛋白	-0.541(0.430)	0.209		
FBG	0.804(0.701)	0.252		
TC	12.708(2.872)	<0.001	0.268	0.242
HDLC	-45.250(8.173)	<0.001		
LDLC	4.046(3.038)	0.184		
aAIP	39.500(7.134)	<0.001		
TyG 指数	11.633(1.400)	<0.001		
糖尿病史	5.321(3.312)	0.109		

## 2.3 AIP 和 TyG 指数与 Gensini 积分和 LVEF 的相关性

分别将 aAIP 和 TyG 指数与 Gensini 积分和 LVEF 进行 Pearson 相关分析,结果显示,aAIP 和 TyG 指数与 Gensini 积分呈正相关,相关系数 r 值分别为 0.121、0.513(均 P<0.05);aAIP 和 TyG 指数与 LVEF

呈负相关,相关系数 r 值分别为-0.150、-0.208(均 P<0.05)。由此可见,TyG 指数与 Gensini 积分和 LVEF 的相关系数绝对值均高于 aAIP(图 1)。

## 2.4 AIP 和 TyG 指数与 CCS 患者治疗方式的关系

CCS 患者行支架植入治疗者与药物治疗者相比,aAIP 升高 0.41,TyG 指数升高 1.14(均 P<0.05)。支架植入数量为 2 个与 1 个的患者相比,aAIP 升高 0.19(P<0.05),TyG 指数无统计学差异;支架植入数量为 3 个与 1 个的患者相比,aAIP 和 TyG 指数分别升高 0.24、0.53(均 P<0.05);支架植入数量为 3 个与 2 个的患者相比,TyG 指数升高 0.16(P<0.05),aAIP 差异无统计学意义(表 3)。

表 3. 校正 AIP 和 TyG 指数与 CCS 患者治疗方式的关系

Table 3. Association of aAIP and TyG indices with treatment modalities in patients with chronic coronary syndrome

治疗	n	aAIP	TyG 指数
治疗方式			
药物治疗	28	1.83±0.14	8.03±0.19
支架植入	270	2.24±0.24	9.17±0.59
t 值		-8.708	-10.194
P 值		<0.001	<0.001
支架植入数量			
1 个	10	2.03±0.20	8.72±0.35
2 个	108	2.22±0.25 <sup>a</sup>	9.09±0.60
3 个	152	2.27±0.24 <sup>a</sup>	9.25±0.57 <sup>ab</sup>
F 值		5.213	5.819
P 值		0.006	0.003

注:a为P&lt;0.05,与支架植入1个相比;b为P&lt;0.05,与支架植入2个相比。

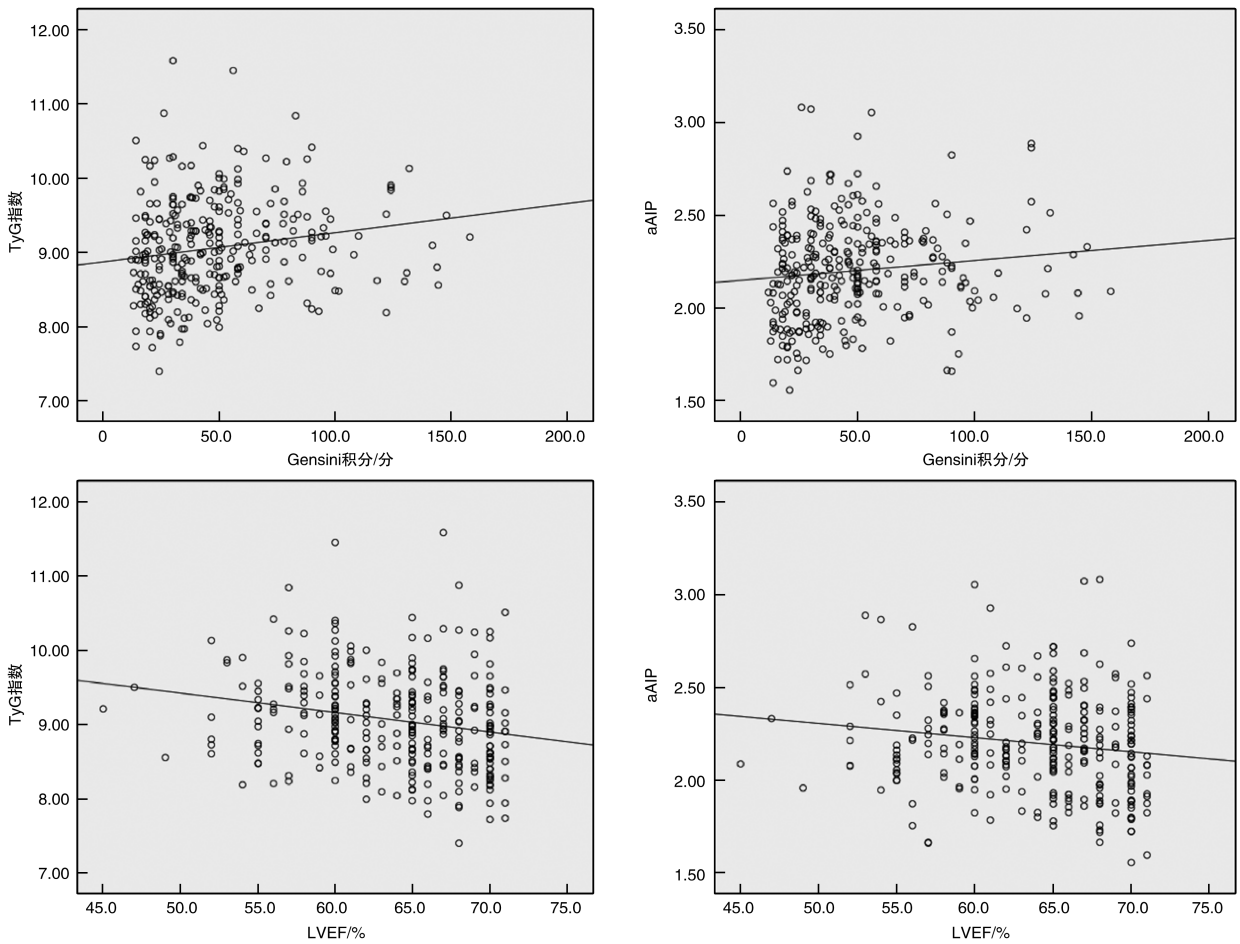


图 1. 校正 AIP 和 TyG 指数与 Gensini 积分和 LVEF 的相关性分析

Figure 1. Correlation analysis of aAIP, TyG index with Gensini score and LVEF

2.5 AIP 和 TyG 指数对 CCS 患者冠状动脉严重程度的预测价值

ROC 曲线结果显示,当 aAIP 阈值为 1.924 时预测 Gensini 积分  $\geq 41$  分的 AUC 为 0.583 (95% CI 0.525 ~ 0.640), 灵敏度为 92.62%, 特异度为

25.50%, 约登指数为 0.181; 当 TyG 指数阈值为 8.748 时预测 Gensini 积分  $\geq 41$  分的 AUC 为 0.768 (95% CI 0.716 ~ 0.815), 灵敏度为 77.18%, 特异度为 67.11%, 约登指数为 0.443 (图 2)。

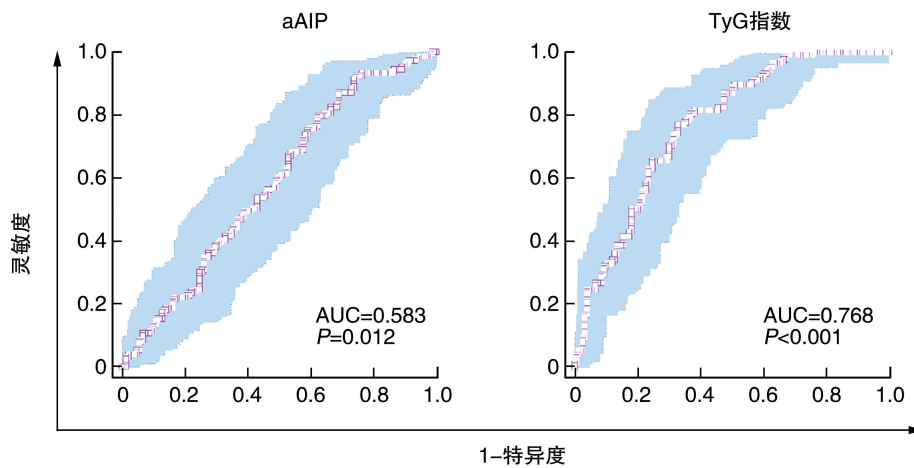


图 2. 校正 AIP 和 TyG 指数的 ROC 曲线

Figure 2. ROC curves for corrected AIP and TyG index

### 3 讨论

CCS 是一种进展性的 CAD, 可通过改变生活方式、药物治疗和介入手术进行治疗, 早期识别 CCS 患者对于推进疾病预防管理和减轻不良事件至关重要。研究表明, Gensini 评分系统在 CCS 患者预后方面提供了有价值的信息, 并可预测冠状动脉斑块的患病率<sup>[9]</sup>, 可作为血管造影检测冠状动脉疾病严重程度、显示预后和预测治疗获益可能有效的评分系统<sup>[10]</sup>。

本研究结果显示, aAIP 和 TyG 指数与 CCS 患者的 Gensini 积分、LVEF、治疗方式和支架植入数量等冠状动脉病变严重程度指标相关。有研究显示, 在所有脂蛋白标志物中, AIP 与 Gensini 积分、吸烟、糖尿病和高血压病史相关, 被认为是 CAD 风险增加的标志, 可能优于 TC、LDLC 和 HDLC 以及其他脂质参数<sup>[11]</sup>, 本研究结果与报道一致。AIP 也被认为是小而致密低密度脂蛋白 (small and dense LDL, sdLDL) 的替代物, 能准确反映 sdLDL 水平, 并与 LDLC 颗粒直径相关<sup>[12-13]</sup>, 这些指标通过增加脂质过氧化、激活氧自由基、表达与内皮功能障碍相关的黏附分子来引起动脉粥样硬化<sup>[14]</sup>, 因此 AIP 升高可用于 CCS 患者冠状动脉粥样硬化风险评估及严重程度的判断。胰岛素抵抗与血脂异常、高血压和高血糖风险增加有关, 在普通人群和糖尿病患者中, 胰岛素抵抗均被认为是心血管疾病的致病原因和疾病发展的预测因素<sup>[15]</sup>。TyG 指数是胰岛素抵抗的简单替代标志物, 也是一系列与全身炎症、内皮功能障碍、氧化应激和血栓前状态相关的病理状况的标志物, 与动脉粥样硬化斑块的发生进展密切相关<sup>[16-17]</sup>。一项纳入 1 250 例没有传统心血管疾病危险因素的无症状人群的回顾性研究显示<sup>[18]</sup>, TyG 指数与 CAD 风险增加相关, 在非钙化和混合斑块患者中相关性更显著。TyG 指数同时被认为是早期检测亚临床冠状动脉粥样硬化的有效标志物<sup>[19]</sup>。Won 等<sup>[20]</sup>研究也发现, TyG 指数是冠状动脉斑块进展的独立预测因子, 特别是在基线没有严重冠心病的成人中。TyG 指数作为胰岛素抵抗指标与 CCS 的相关性可能源于其反映葡萄糖和脂质代谢紊乱的能力<sup>[21]</sup>。本研究结果还显示, aAIP 和 TyG 指数均可预测 CCS 患者的冠状动脉病变严重程度, 但 TyG 指数预测能力优于 aAIP。研究显示, AIP 是 CAD 患者最佳的脂质预测指标<sup>[22]</sup>, 但 TyG 指数是糖代谢异常和脂质失调的组合指标, 与单纯的脂质指数 aAIP 相比对 CAD 产生风险进行更稳定和全面

的估计<sup>[23]</sup>; 已有研究显示, 无论是否患有糖尿病, 较高水平的 TyG 指数都可预测 CCS 患者更广泛、更复杂的冠状动脉血管病变<sup>[24]</sup>。本研究获得了同样的结果。

综上所述, aAIP 和 TyG 指数与 CCS 患者的严重程度正相关, 包括 Gensini 积分、LVEF、支架植入治疗和支架植入数量; 两者升高均可预测 CCS 患者冠状动脉病变严重程度, 但 TyG 指数预测能力优于 aAIP。CCS 概念的提出旨在强调非急性期冠心病的“稳定”只是相对的, 随时有可能进展为急性冠脉综合征, TyG 指数作为非侵入性指标, 简单易得, 临床上可作为 CCS 风险评估和管理工具, 通过早期干预最终降低 CCS 患者未来急性心脏不良事件的发生率。

#### [参考文献]

- [1] ROTH G A, MENSAH G A, JOHNSON C O, et al. Global burden of cardiovascular diseases and risk factors, 1990-2019: update from the GBD 2019 study [J]. *J Am Coll Cardiol*, 2020, 76(25): 2982-3021.
- [2] ZHANG W, LIU L, CHEN H, et al. Association between the triglyceride-glucose index and the presence and prognosis of coronary microvascular dysfunction in patients with chronic coronary syndrome [J]. *Cardiovasc Diabetol*, 2023, 22(1): 113.
- [3] AFSIN A, KAYA H, SUNER A, et al. Plasma atherogenic indices are independent predictors of slow coronary flow [J]. *BMC Cardiovasc Disord*, 2021, 21(1): 608.
- [4] TAO L C, XU J N, WANG T T, et al. Triglyceride-glucose index as a marker in cardiovascular diseases: landscape and limitations [J]. *Cardiovasc Diabetol*, 2022, 21(1): 68.
- [5] KNUUTI J, WIJNS W, SARASTE A, et al. 2019 ESC guidelines for the diagnosis and management of chronic coronary syndromes [J]. *Eur Heart J*, 2020, 41(3): 407-477.
- [6] 孙 恕, 易 松. 2023 年《中国高血压防治指南》更新临床实践 [J]. *心电与循环*, 2023, 42(3): 203-206, 212. SUN S, YI S. Clinical practice of 2023 hypertension guidelines update [J]. *J Electrocardiol Circ*, 2023, 42(3): 203-206, 212.
- [7] 中华医学会糖尿病学分会. 中国 2 型糖尿病防治指南 (2020 年版) [J]. *中华内分泌代谢杂志*, 2021, 37(4): 311-398. Chinese Diabetes Society. Guideline for the prevention and treatment of type 2 diabetes mellitus in China (2020 edition) [J]. *Chin J Endocrinol Metab*, 2021, 37(4): 311-398.
- [8] GENSINI G G. A more meaningful scoring system for deter-

- mining the severity of coronary heart disease [J]. *Am J Cardiol*, 1983, 51(3): 606.
- [9] SINNING C, LILLPOPP L, APPELBAUM S, et al. Angiographic score assessment improves cardiovascular risk prediction; the clinical value of SYNTAX and Gensini application [J]. *Clin Res Cardiol*, 2013, 102(7): 495-503.
- [10] CHARACH L, BLATT A, JONAS M, et al. Using the Gensini score to estimate severity of STEMI, NSTEMI, unstable angina, and anginal syndrome [J]. *Medicine (Baltimore)*, 2021, 100(41): e27331.
- [11] WU T T, GAO Y, ZHENG Y Y, et al. Atherogenic index of plasma (AIP): a novel predictive indicator for the coronary artery disease in postmenopausal women [J]. *Lipids Health Dis*, 2018, 17(1): 197.
- [12] DOBIÁSOVÁ M, FROHLICH J, SEDOVÁ M, et al. Cholesterol esterification and atherogenic index of plasma correlate with lipoprotein size and findings on coronary angiography [J]. *J Lipid Res*, 2011, 52(3): 566-571.
- [13] DOBIÁSOVÁ M, FROHLICH J. The plasma parameter log (TG/HDL-C) as an atherogenic index: correlation with lipoprotein particle size and esterification rate in apoB-lipoprotein-depleted plasma (FER (HDL)) [J]. *Clin Biochem*, 2001, 34(7): 583-588.
- [14] 石宝兰, 王红, 张向阳. 血浆致动脉硬化指数与臂-踝脉搏波传导速度在早发冠心病发生及其冠状动脉病变程度中的评估价值 [J]. *中国心血管病研究*, 2023, 21(5): 422-427.
- SHI B L, WANG H, ZHANG X Y. The value of atherogenic index of plasma and brachial-ankle pulse wave conduction velocity in the development of premature coronary artery disease and the degree of its coronary lesion [J]. *Chin J Cardiovasc Res*, 2023, 21(5): 422-427.
- [15] BAYDAR O, KILIC A, OKCUOGLU J, et al. The triglyceride-glucose index, a predictor of insulin resistance, is associated with subclinical atherosclerosis [J]. *Angiology*, 2021, 72(10): 994-1000.
- [16] ORMAZABAL V, NAIR S, ELFEKY O, et al. Association between insulin resistance and the development of cardiovascular disease [J]. *Cardiovasc Diabetol*, 2018, 17(1): 122.
- [17] 陈艳丽, 何雄, 帕尔哈提·吐尔逊. 急性心肌梗死患者 TyG 指数与冠状动脉病变严重程度的相关性 [J]. *中国动脉硬化杂志*, 2023, 31(11): 969-974.
- CHEN Y L, HE X, TURSON P. Correlation between TyG index and severity of coronary artery disease in patients with acute myocardial infarction [J]. *Chin J Arterioscler*, 2023, 31(11): 969-974.
- [18] PARK G M, CHO Y R, WON K B, et al. Triglyceride glucose index is a useful marker for predicting subclinical coronary artery disease in the absence of traditional risk factors [J]. *Lipids Health Dis*, 2020, 19(1): 7.
- [19] 张勇, 蔡翔, 钟钟, 等. 甘油三酯葡萄糖乘积指数对急性冠状动脉综合征患者行急诊 PCI 术远期预后的预测价值 [J]. *中国动脉硬化杂志*, 2023, 31(8): 687-696.
- ZHANG Y, CAI X, ZHONG Z, et al. The predictive value of the triglyceride-glucose index for cardiovascular and cerebro-vascular outcomes in patients with acute coronary syndrome underwent emergency percutaneous coronary intervention [J]. *Chin J Arterioscler*, 2023, 31(8): 687-696.
- [20] WON K B, PARK E J, HAN D, et al. Triglyceride glucose index is an independent predictor for the progression of coronary artery calcification in the absence of heavy coronary artery calcification at baseline [J]. *Cardiovasc Diabetol*, 2020, 19(1): 34.
- [21] LV L, ZHOU Y, CHEN X, et al. Relationship between the TyG index and diabetic kidney disease in patients with type-2 diabetes mellitus [J]. *Diabetes Metab Syndr Obes*, 2021, 14: 3299-3306.
- [22] HONG L F, YAN X N, FAN Y, et al. Is the ratio of apoB/apoA-1 the best predictor for the severity of coronary artery lesions in Chinese diabetics with stable angina pectoris? An assessment based on Gensini scores [J]. *J Geriatr Cardiol*, 2015, 12(4): 402-409.
- [23] WEBER C, NOELS H. Atherosclerosis: current pathogenesis and therapeutic options [J]. *Nat Med*, 2011, 17(11): 1410-1422.
- [24] XIONG S, CHEN Q, LONG Y, et al. Association of the triglyceride-glucose index with coronary artery disease complexity in patients with acute coronary syndrome [J]. *Cardiovasc Diabetol*, 2023, 22(1): 56.
- (此文编辑 许雪梅)