

· 临床研究 · doi:10.3969/j.issn.1671-8348.2026.01.019

网络首发 [https://link.cnki.net/urlid/50.1097.R.20251114.1833.005\(2025-11-14\)](https://link.cnki.net/urlid/50.1097.R.20251114.1833.005(2025-11-14))

## 中青年高血压患者 TyG、AIP 与颈动脉粥样硬化的相关性研究\*

阿地力·阿布都拉 尼亚孜艾里·阿布都克力木 李红建<sup>△</sup>  
(新疆医科大学第五附属医院高血压科, 乌鲁木齐 830000)

**[摘要]** **目的** 探讨甘油三酯-葡萄糖指数(TyG)、血浆致动脉粥样硬化指数(AIP)与中青年高血压患者颈动脉粥样硬化(CAS)之间的相关性。**方法** 选取 2024 年 1—12 月该院高血压科收治的 1 113 例中青年高血压患者作为研究对象,行颈动脉超声检查,依据颈动脉内膜中层厚度(cIMT)分为单纯高血压组( $n=478$ )、高血压合并颈动脉早期硬化组( $n=169$ )、高血压合并颈动脉斑块组( $n=466$ )。采集空腹静脉血 10 mL 用于生化指标测定,包括空腹血糖(FBG)、TG、TC、LDL-C、HDL-C、尿酸(UA)、同型半胱氨酸(Hcy)、脂蛋白 a[Lp(a)]、总胆红素(TBil)、直接胆红素(DBil)、间接胆红素(IBil)、ALT、AST、 $\gamma$ -谷氨酰转肽酶(GGT)、BUN、Cr、胱抑素 C,并计算出 TyG、AIP。**结果** cIMT 与 TyG、AIP 及其他多项指标存在相关性( $P<0.05$ )。多重线性回归分析结果显示,性别、年龄、BMI、GGT、Lp(a)、TyG、AIP 与 cIMT 呈独立线性相关( $P<0.05$ )。3 组间性别、年龄、吸烟、BMI、全天平均舒张压、ALT、GGT、BUN、TG、HDL-C、Lp(a)、胱抑素 C、FBG、TyG、AIP 比较,差异有统计学意义( $P<0.05$ )。受试者工作特征(ROC)曲线分析结果显示,在诊断高血压合并颈动脉早期硬化中, TyG+AIP 的 AUC 最高(AUC=0.655,95%CI:0.608~0.702);在诊断高血压合并颈动脉斑块中, TyG+AIP 的 AUC 最高(AUC=0.757,95%CI:0.727~0.788)。**结论** TyG、AIP 与中青年高血压患者 cIMT 相关,具有预测颈动脉增厚及颈动脉斑块发生的效能。

**[关键词]** 甘油三酯-葡萄糖指数;血浆致动脉粥样硬化指数;高血压;颈动脉粥样硬化;颈动脉内中膜厚度  
**[中图法分类号]** R544.1 **[文献标识码]** A **[文章编号]** 1671-8348(2026)01-0109-07

## Correlation between TyG and AIP with carotid atherosclerosis in young and middle-aged patients with hypertension\*

Adili·Abudula, Niyaziaili·Abudukelimu, LI Hongjian<sup>△</sup>  
(Department of Hypertension, Fifth Affiliated Hospital, Xinjiang Medical University, Urumchi, Xinjiang 830000, China)

**[Abstract]** **Objective** To investigate the correlation between triglyceride glucose index (TyG) and plasma atherogenic index (AIP) with carotid atherosclerosis (CAS) in young and middle-aged patients with hypertension. **Methods** A total of 1 113 young and middle-aged patients with essential hypertension admitted and treated in the hypertension department of this hospital from January 2024 to December 2024 were selected as the study subjects, underwent the carotid ultrasonographic examination and were divided into the simple hypertension group (478 cases), the hypertension complicating early carotid atherosclerosis group (169 cases) and the hypertension complicating carotid plaque group (466 cases) according to the carotid intima-media thickness (cIMT). 10 mL of fasting venous blood was collected for detecting the biochemical indicators including the fasting blood glucose (FBG), triglycerides (TG), total cholesterol (TC), low-density lipoprotein cholesterol (LDL-C), high-density lipoprotein cholesterol (HDL-C), uric acid (UA), homocysteine (Hcy), lipoprotein (a) [LP(a)], total bilirubin (TBil), direct bilirubin (DBil), indirect bilirubin (IBil), alanine aminotransferase (ALT), aspartate aminotransferase (AST), gamma-glutamyltransferase (GGT), urea nitrogen (BUN), creatinine (Cr) and cystatin C. TyG and AIP were calculated. **Results** cIMT had the correlation with the other multiple indexes ( $P<0.05$ ). The multivariate linear regression analysis results showed that the gender, age, BMI, GGT, LP(a), TyG and AIP had the independent linear correlation with cIMT ( $P<0.05$ ). The

gender, age, smoking, BMI, all-day mean diastolic blood pressure, ALT, GGT, BUN, TG, HDL-C, LP(a), cystatin C, FBG, TyG and AIP showed statistical differences among 3 groups ( $P < 0.05$ ). The results of the receiver operating characteristic (ROC) curves analysis showed that in diagnosis of hypertension complicating early carotid artery sclerosis, the area under the curve (AUC) of TyG+AIP was the highest (AUC=0.655, 95%CI: 0.608-0.702), in diagnosing hypertension complicating carotid plaque, the AUC of TyG+AIP was the highest (AUC=0.757, 95%CI: 0.727-0.788). **Conclusion** TyG and AIP are correlated with cIMT in young and middle-aged hypertensive patients, and have the efficiency for predicting the carotid artery thickening and carotid plaque occurrence.

**[Key words]** triglyceride-glucose index; plasma atherogenic index; hypertension; carotid atherosclerosis; carotid intima-media thickness

高血压是多种心血管及脑血管疾病的常见病因, 2019 年全球 30~79 岁人群高血压患者数量相比 1990 年增长 1 倍, 增至 12.78 亿人<sup>[1]</sup>。《中国心血管健康与疾病报告 2020 概要》指出, 我国约有 2.45 亿高血压患者, 高血压呈年轻化趋势<sup>[2]</sup>; 同时, 正常高值血压人群比例也在上升, 且主要集中在 65 岁以下人群。不健康的生活方式是中青年人群原发性高血压的主要发病因素之一<sup>[3]</sup>。长期高血压会持续增加血管壁压力, 可诱发动脉硬化。在临床评估中, 颈动脉粥样硬化(carotid atherosclerosis, CAS)是反映全身动脉硬化状态的关键生物标志物, 以动脉内脂质沉积、纤维组织增殖及钙盐沉积为特征, 可导致动脉弹性及顺应性下降、管腔/壁比值降低、动脉硬度增加<sup>[4]</sup>。甘油三酯-葡萄糖指数(triglyceride-glucose, TyG)在胰岛素抵抗评估中优于胰岛素抵抗稳态模型, 已成为研究热点<sup>[5]</sup>。YAN 等<sup>[6]</sup>发现, 基础 TyG 升高及长期高 TyG 均与动脉硬度增加独立相关。与甘油三酯相关的血浆致动脉粥样硬化指数(atherogenic index of plasma, AIP)也受到广泛关注。AIP 不仅与肥胖、糖尿病等多种心血管危险因素明显相关, 还与心血管疾病(如缺血性卒中、急性心肌梗死)患者的预后相关<sup>[7-8]</sup>。目前, 国内针对上述两项指标与中青年高血压人群的关联研究报道较少, 基于此, 本研究旨在分析中青年高血压患者 TyG、AIP 与 CAS 的相关性, 现报道如下。

## 1 资料与方法

### 1.1 一般资料

选取 2024 年 1-12 月本院高血压科收治的 1 113 例中青年高血压患者作为研究对象, 均行颈部血管超声检查, 依据颈动脉内膜中层厚度(carotid intima-media thickness, cIMT)分为单纯高血压组(cIMT<1.0 mm,  $n=478$ )、高血压合并颈动脉早期硬化组(cIMT 为 1.0~<1.5 mm, 超声提示颈动脉内膜增厚,  $n=169$ )及高血压合并颈动脉斑块组(cIMT $\geq$ 1.5 mm,  $n=466$ )。纳入标准:(1)高血压的诊断符合 2018 年修订版《中国高血压防治指南》<sup>[9]</sup>; (2)CAS 的诊断符合 2009 年《血管超声检查指南》<sup>[10]</sup>; (3)患者年龄 $\leq$ 65 岁。排除标准:(1)患有继发性高血压;(2)有糖

尿病病史;(3)存在肝肾功能明显异常、急性或慢性心衰急性加重;(4)患有急性冠状动脉综合征、恶性肿瘤、中重度贫血;(5)存在急性或慢性感染、精神或沟通障碍;(6)妊娠或哺乳;(7)病史记录不全、近 2 周内接受调脂药物治疗、LDL-C $\geq$ 4.9 mmol/L(190 mg/dL); (8)曾参与其他临床试验。本研究已获得新疆医科大学第五附属医院医学伦理委员会批准(审批号:XYDWFYLSk-2025-43), 回顾性研究免除患者知情同意。

### 1.2 方法

收集 3 组患者的一般资料, 包括性别、年龄、吸烟史、血压、BMI 等。患者均于次日晨起采集空腹静脉血 10 mL 用于生化指标测定, 包括空腹血糖(fasting blood glucose, FBG)、TG、TC、LDL-C、HDL-C、尿酸(uric acid, UA)、同型半胱氨酸(homocysteine, Hcy)、脂蛋白 a[lipoprotein(a), Lp(a)]、总胆红素(total bilirubin, TBil)、直接胆红素(direct bilirubin, DBil)、间接胆红素(indirect bilirubin, IBil)、ALT、AST、 $\gamma$ -谷氨酰转氨酶( $\gamma$ -glutamyl transferase, GGT)、BUN、Cr、胱抑素 C。计算 TyG、AIP, TyG= $\ln(TG \times FBG/2)$ ; AIP= $\log(TG/HDL-C)$ 。遵循《中国血压测量指南》的规定进行血压测量<sup>[11]</sup>。颈动脉彩色多普勒超声检查由超声医学科专职医师使用同一台仪器完成。

### 1.3 统计学处理

采用 SPSS26.0 软件进行数据处理。符合正态分布和方差齐性检验的计量资料以  $\bar{x} \pm s$  表示, 组间比较采用  $t$  检验。不符合正态分布和方差齐性的计量资料以  $M(Q_1, Q_3)$  表示, 组间比较采用秩和检验。计数资料以例数或百分比表示, 组间比较采用  $\chi^2$  检验。采用 Spearman 相关系数对 cIMT 与各指标间的相关性进行分析; 采用多重线性回归对 cIMT 的影响因素进行分析; 采用受试者工作特征(receiver operating characteristic, ROC)曲线和曲线下面积(area under the curve, AUC)分析 TyG、AIP 及两者联合的诊断效能。以  $P < 0.05$  为差异有统计学意义。

## 2 结果

### 2.1 cIMT 与各指标间的相关性分析

cIMT 与 TyG、AIP 及其他多项指标存在相关性 ( $P < 0.05$ ), 见表 1。

表 1 cIMT 与各指标间的相关性分析

项目	r	P
性别	0.079	0.009
年龄	0.390	<0.001
吸烟	0.103	0.001
BMI	-0.098	0.001
全天平均收缩压	0.016	0.599
全天平均舒张压	-0.088	0.004
TBiL	0.042	0.162
DBiL	0.033	0.272
IBiL	0.045	0.131
ALT	-0.080	0.008
AST	-0.045	0.138
GGT	-0.073	0.016
BUN	0.095	0.001
Cr	0.037	0.217
UA	0.059	0.049
TC	0.064	0.032
TG	0.298	<0.001
HDL-C	-0.708	<0.001
LDL-C	0.029	0.326
Lp(a)	0.109	<0.001
胱抑素 C	0.134	<0.001
Hcy	0.027	0.370
FBG	0.627	<0.001
TyG	0.337	<0.001
AIP	0.411	<0.001

2.2 cIMT 与各指标间的多重线性回归影响因素分析

将表 1 中与 cIMT 具有相关性的指标纳入多重线性回归。共线性诊断结果显示,自变量方差膨胀因子 (variance inflation factor, VIF) < 10, 自变量之间不存在严重共线性问题, 见表 2。为考虑自变量之间共线性对回归模型的影响, 将 TG、HDL-C、FBG 排除在回归模型之外。模型统计检验结果显示,  $F = 67.033$ ,  $P < 0.001$ 。多重线性回归分析结果显示, 性别、年龄、BMI、GGT、Lp(a)、TyG、AIP 与 cIMT 呈独立线性相关 ( $P < 0.05$ ), 见表 3。

2.3 3 组间基线资料比较

3 组间性别、年龄、吸烟、BMI、全天平均舒张压、ALT、GGT、BUN、TG、HDL-C、Lp(a)、胱抑素 C、FBG、TyG、AIP 比较, 差异有统计学意义 ( $P < 0.05$ ), 见表 4。

表 2 多因素多重线性回归分析 VIF

自变量	方差膨胀因子 (VIF)	自变量	方差膨胀因子 (VIF)
性别	2.032	GGT	1.245
年龄	1.324	UA	1.381
吸烟	1.683	TC	1.483
BMI	1.222	Lp(a)	1.069
全天平均舒张压	1.160	TyG	9.461
ALT	1.166	AIP	8.579

2.4 TyG、AIP 诊断高血压合并颈动脉早期硬化、颈动脉斑块的 ROC 曲线分析

在诊断高血压合并颈动脉早期硬化中, TyG + AIP 的 AUC 最高 ( $AUC = 0.655$ ,  $95\% CI: 0.608 \sim 0.702$ ); 在诊断高血压合并颈动脉斑块中, TyG + AIP 的 AUC 最高 ( $AUC = 0.757$ ,  $95\% CI: 0.727 \sim 0.788$ ), 见表 5、图 1~2。

表 3 多重线性回归影响因素分析

项目	单因素			多因素		
	B(95%CI)	t	P	B(95%CI)	t	P
性别(女 vs. 男)	0.153(0.039~0.268)	2.627	0.009	0.149(0.021~0.278)	2.278	0.023
年龄	0.042(0.036~0.048)	14.646	<0.001	0.032(0.026~0.037)	11.235	<0.001
吸烟(是 vs. 否)	0.190(0.082~0.298)	3.447	<0.001	-0.049(-0.160~0.061)	-0.871	0.384
BMI	-0.024(-0.037~-0.009)	-3.298	0.001	-0.019(-0.031~-0.007)	-3.055	0.002
全天平均舒张压	-0.008(-0.013~-0.003)	-2.970	0.003	-0.002(-0.006~0.002)	-0.875	0.382
ALT	-0.004(-0.006~-0.001)	-2.785	0.005	-0.001(-0.003~0.002)	-0.611	0.541
GGT	-0.001(-0.003~0.000)	-1.993	0.046	-0.004(-0.005~-0.003)	-6.338	<0.001
BUN	0.007(-0.014~0.027)	0.659	0.510			
UA	0.001(0~0.001)	2.199	0.028	0.001(0~0.001)	1.747	0.081
TC	0.057(0.006~0.108)	2.176	0.030	-0.036(-0.086~0.013)	-1.433	0.152
Lp(a)	0.001(0~0.001)	3.368	<0.001	0.001(0~0.001)	4.637	<0.001

续表 3 多重线性回归影响因素分析

项目	单因素			多因素		
	B(95%CI)	t	P	B(95%CI)	t	P
胱抑素 C	-0.003(-0.008~0.003)	-0.997	0.319			
TyG	0.732(0.653~0.810)	18.204	<0.001	0.357(0.141~0.572)	3.249	0.001
AIP	1.492(1.332~1.653)	18.200	<0.001	0.882(0.463~1.301)	4.129	<0.001

表 4 3 组一般资料比较

项目	单纯高血压组 (n=478)	高血压合并颈动脉 早期硬化组(n=169)	高血压合并颈 动脉斑块组(n=466)	$\chi^2/F/Z$	P
性别[n(%)]				7.054	0.029
男	298(62.34)	115(68.05)	328(70.39)		
女	180(37.66)	54(31.95)	138(29.61)		
年龄( $\bar{x}\pm s$ ,岁)	44.90 $\pm$ 9.64	50.70 $\pm$ 7.36	52.60 $\pm$ 6.34	112.161	<0.001
吸烟[n(%)]	199(41.63)	73(43.20)	246(52.79)	12.704	0.002
BMI( $\bar{x}\pm s$ ,kg/m <sup>2</sup> )	27.48 $\pm$ 4.18	26.16 $\pm$ 3.08	26.65 $\pm$ 3.76	9.401	<0.001
全天平均收缩压( $\bar{x}\pm s$ ,mmHg)	134.40 $\pm$ 12.99	135.15 $\pm$ 14.74	135.18 $\pm$ 13.91	0.430	0.651
全天平均舒张压( $\bar{x}\pm s$ ,mmHg)	87.82 $\pm$ 10.46	86.80 $\pm$ 11.43	85.77 $\pm$ 10.06	4.408	0.012
TBiL[M(Q <sub>1</sub> ,Q <sub>3</sub> ), $\mu$ mol/L]	13.70(11.03,18.60)	14.50(11.50,18.60)	14.60(11.40,18.60)	2.349	0.309
DBiL[M(Q <sub>1</sub> ,Q <sub>3</sub> ), $\mu$ mol/L]	2.40(1.90,3.20)	2.50(2.00,3.20)	2.50(2.00,3.27)	1.725	0.422
IBiL[M(Q <sub>1</sub> ,Q <sub>3</sub> ), $\mu$ mol/L]	11.45(9.03,15.57)	12.00(9.40,15.10)	12.00(9.53,15.50)	2.624	0.269
ALT[M(Q <sub>1</sub> ,Q <sub>3</sub> ),U/L]	24.00(17.25,37.00)	22.00(17.00,30.00)	22.00(17.00,31.00)	7.876	0.019
AST[M(Q <sub>1</sub> ,Q <sub>3</sub> ),U/L]	21.00(18.00,27.00)	21.00(18.00,26.00)	21.00(18.00,25.00)	2.243	0.326
GGT[M(Q <sub>1</sub> ,Q <sub>3</sub> ),U/L]	34.00(22.00,49.00)	30.00(18.00,46.00)	29.00(21.00,43.00)	7.449	0.024
BUN[M(Q <sub>1</sub> ,Q <sub>3</sub> ),mmol/L]	5.10(4.40,5.98)	5.05(4.23,6.11)	5.36(4.59,6.23)	11.511	0.003
Cr( $\bar{x}\pm s$ , $\mu$ mol/L)	71.36 $\pm$ 16.22	73.19 $\pm$ 15.67	73.33 $\pm$ 17.24	1.857	0.157
UA( $\bar{x}\pm s$ , $\mu$ mol/L)	355.29 $\pm$ 97.00	366.99 $\pm$ 93.66	368.74 $\pm$ 91.24	2.617	0.073
TC( $\bar{x}\pm s$ ,mmol/L)	4.68 $\pm$ 0.99	4.69 $\pm$ 1.08	4.83 $\pm$ 1.10	2.641	0.072
TG[M(Q <sub>1</sub> ,Q <sub>3</sub> ),mmol/L]	1.67(1.23,2.45)	1.78(1.36,2.50)	2.09(1.63,2.75)	49.005	<0.001
HDL-C( $\bar{x}\pm s$ ,mmol/L)	1.66 $\pm$ 0.33	1.34 $\pm$ 0.28	1.17 $\pm$ 0.29	301.576	<0.001
LDL-C( $\bar{x}\pm s$ ,mmol/L)	2.83 $\pm$ 0.71	2.86 $\pm$ 0.77	2.89 $\pm$ 0.81	0.655	0.520
Lp(a)[M(Q <sub>1</sub> ,Q <sub>3</sub> ),mg/L]	95.00(45.06,199.57)	92.80(50.60,216.90)	127.81(61.40,254.86)	14.352	0.001
胱抑素 C[M(Q <sub>1</sub> ,Q <sub>3</sub> ),mg/L]	0.75(0.66,0.86)	0.79(0.69,0.89)	0.81(0.70,0.91)	21.965	<0.001
Hcy[M(Q <sub>1</sub> ,Q <sub>3</sub> ), $\mu$ mol/L]	14.00(12.00,17.00)	14.00(12.00,18.00)	14.00(12.00,17.00)	1.456	0.483
FBG[M(Q <sub>1</sub> ,Q <sub>3</sub> ),mmol/L]	4.55(4.11,5.09)	4.97(4.66,5.49)	5.56(5.17,5.99)	350.219	<0.001
TyG( $\bar{x}\pm s$ )	8.79 $\pm$ 0.60	8.91 $\pm$ 0.53	9.17 $\pm$ 0.47	59.127	<0.001
AIP[M(Q <sub>1</sub> ,Q <sub>3</sub> )]	0(-0.14,0.20)	0.12(-0.03,0.32)	0.26(0.11,0.43)	187.797	<0.001

表 5 ROC 曲线分析

项目	AUC	95%CI	P	截断值	灵敏度	特异度	Youden 指数
高血压合并颈动脉早期硬化							
TyG	0.573	0.524~0.621	0.004	8.860	53.85	59.41	0.133
AIP	0.628	0.580~0.675	<0.001	0.067	62.13	59.62	0.218

续表 5 ROC 曲线分析

项目	AUC	95%CI	P	截断值	灵敏度	特异度	Youden 指数
TyG+AIP	0.655	0.608~0.702	<0.001	0.284	57.40	69.25	0.266
高血压合并颈动脉斑块							
TyG	0.710	0.677~0.743	<0.001	8.893	73.18	60.88	0.341
AIP	0.755	0.724~0.786	<0.001	0.052	84.12	58.37	0.425
TyG+AIP	0.757	0.727~0.788	<0.001	0.416	82.40	59.00	0.414

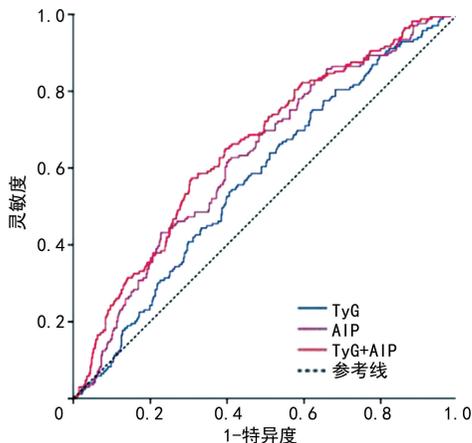


图 1 高血压合并颈动脉早期硬化的 ROC 曲线

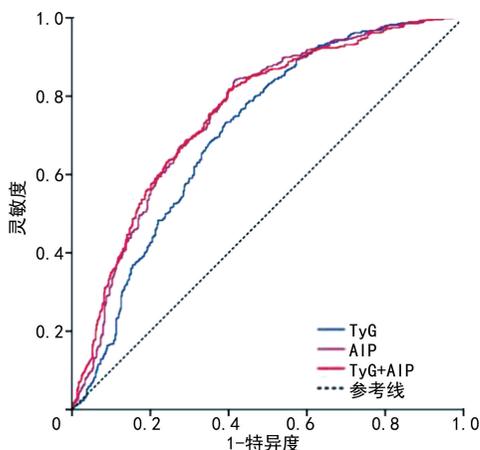


图 2 高血压合并颈动脉斑块的 ROC 曲线

### 3 讨论

2012—2015 年全国调查结果显示<sup>[12]</sup>, 35~44 岁和 45~54 岁中青年人群的高血压患病率分别达 15.0% 和 29.6%, 中青年高血压患者已成为心血管疾病防控的重点关注人群。CAS 是影响高血压患者长期血压达标的临床标志, 识别 CAS 能为初始抗高血压治疗的个体化方法制订提供临床依据。血脂代谢紊乱是 CAS 进展的核心驱动因素。病变早期, 血管壁内出现胆固醇沉积, 诱导泡沫细胞形成, 伴随细胞外基质聚积并形成脂纹; 随着病程进展, 动脉壁平滑肌细胞发生表型转化, 呈合成型特征, 不仅增强了对脂蛋白的吞噬能力, 还增加了基质蛋白分泌量, 进而参与纤维帽结构形成, 最终在血小板、吞噬细胞及内皮细胞等多种成分共同参与下形成纤维斑块<sup>[13-14]</sup>。此外, 颈动脉斑块特征与心血管事件风险密切相

关<sup>[15-16]</sup>, 黄金钗<sup>[17]</sup> 研究发现,  $cIMT > 1 \text{ mm}$  是冠心病患者发生不良心血管事件的独立影响因素。CAS 不仅与冠心病密切相关, 还与卒中存在密切关联<sup>[18-19]</sup>; 颈动脉内膜下出血和总斑块体积是中度至重度颈动脉狭窄患者复发性同侧缺血性卒中或短暂性脑缺血发作的独立影响因素<sup>[20]</sup>。CAS 患者还可出现不同程度的头晕、突发性耳聋、耳鸣、记忆力减退及认知功能障碍等临床症状<sup>[21-24]</sup>。

研究表明, TyG 异常升高与 CAS 存在一定相关性<sup>[25]</sup>。AIP 作为一种新型脂质指数, 是动脉粥样硬化的可靠标志物, 有助于识别心血管疾病风险<sup>[26-27]</sup>。本研究对 1 113 例中青年高血压患者的  $cIMT$  与各指标进行相关性分析后发现,  $cIMT$  与 TyG、AIP 及其他多项指标均有相关性 ( $P < 0.05$ ), 其中与 TyG 和 AIP 的相关系数分别为 0.337 和 0.411, 提示人群  $cIMT$  水平随 TyG、AIP 升高而增加。进一步多重线性回归分析证实,  $cIMT$  与 TyG、AIP 均保持独立相关性 ( $P < 0.05$ )。AIP 作为综合生物标志物, 可反映 TG 与 HDL-C 的平衡状态, 较高的 AIP 与不良心脏事件及其子终点 (中风、心肌梗死) 风险升高相关, 且该关联独立于传统心血管疾病危险因素<sup>[28]</sup>。

近年来, TyG 因成本效益明显, 在临床实践中的认可度与应用率日益提升。TyG 不仅与  $cIMT$  增加密切相关, 还可用于评估心血管疾病、急性肾损伤的发生风险<sup>[29-30]</sup>。AIP 与 TyG 或可作为心血管疾病早期诊断的潜在生物标志物。本研究按  $cIMT$  水平将研究对象分为 3 组并比较基线资料后发现, 3 组间性别、年龄、吸烟、BMI、全天平均舒张压、ALT、GGT、BUN、TG、HDL-C、Lp(a)、胱抑素 C、FBG、TyG、AIP 比较差异均有统计学意义 ( $P < 0.05$ )。为进一步明确 TyG、AIP 对中青年高血压合并颈动脉早期硬化及颈动脉斑块形成的预测价值, 本研究进行了 ROC 曲线分析, 结果显示, 在诊断高血压合并颈动脉早期硬化中, TyG+AIP 的 AUC 最高 ( $AUC = 0.655, 95\%CI: 0.608 \sim 0.702$ ); 在诊断高血压合并颈动脉斑块中, TyG+AIP 的 AUC 最高 ( $AUC = 0.757, 95\%CI: 0.727 \sim 0.788$ ), 提示 TyG、AIP 对高血压合并颈动脉早期硬化及颈动脉斑块形成具有一定预测效能。

本研究仍存在局限性: (1) 作为观察性回顾性研究, 其结果无法推断因果关系; (2) 未记录研究对象的

饮食和身体活动情况,这些因素可能作为潜在混杂因素影响动脉粥样硬化进程;(3)尽管本队列可代表中国西北地区普通人群,但研究结果对全国人群的普适性仍需进一步验证;(4)尚未完全阐明 AIP、TyG 导致动脉粥样硬化作用的详细机制,需通过进一步试验及临床研究来阐明。

综上所述,TyG、AIP 与中青年高血压患者 CAS 具有相关性,在预测该人群 CAS 风险方面具有一定临床价值。

**利益冲突:**所有作者声明不存在利益冲突

## 参考文献

- [1] CUREAU F V, FUCHS F D, FUCHS S C P C, et al. Worldwide trends in hypertension prevalence and progress in treatment and control from 1990 to 2019: a pooled analysis of 1 201 population-representative studies with 104 million participants[J]. *Lancet*, 2021, 398(10304): 957-980.
- [2] 中国心血管健康与疾病报告编写组. 中国心血管健康与疾病报告 2020 概要[J]. *中国循环杂志*, 2021, 36(6): 521-545.
- [3] ONDIMU D O, KIKUVI G M, OTIENO W N. Risk factors for hypertension among young adults (18-35 years) attending in Tenwek Mission Hospital, Bomet County, Kenya in 2018 [J]. *Pan Afr Med J*, 2019, 33: 210.
- [4] NIU L L, ZHANG Y L, QIAN M, et al. Impact of multiple cardiovascular risk factors on carotid intima-media thickness and elasticity [J]. *PLoS One*, 2013, 8(7): e67809.
- [5] GUERRERO-ROMERO F, SIMENTAL-MENDIA L E, GONZALEZ-ORTIZ M, et al. The product of triglycerides and glucose, a simple measure of insulin sensitivity. Comparison with the euglycemic-hyperinsulinemic clamp [J]. *J Clin Endocrinol Metab*, 2010, 95(7): 3347-3351.
- [6] YAN Y, WANG D, SUN Y, et al. Triglyceride-glucose index trajectory and arterial stiffness: results from Hanzhong adolescent hypertension cohort study [J]. *Cardiovasc Diabetol*, 2022, 21(1): 33.
- [7] ZHENG H C, WU K Y, WU W Q, et al. Relationship between the cumulative exposure to atherogenic index of plasma and ischemic stroke: a retrospective cohort study [J]. *Cardiovasc Diabetol*, 2023, 22(1): 313.
- [8] QIN M H, CHEN B. Association of atherogenic index of plasma with cardiovascular disease mortality and all-cause mortality in the general US adult population: results from NHANES 2005-2018 [J]. *Cardiovasc Diabetol*, 2024, 23(1): 255.
- [9] 中国高血压防治指南修订委员会, 高血压联盟(中国), 中华医学会心血管病学分会中国医师协会高血压专业委员会, 等. 中国高血压防治指南(2018 年修订版) [J]. *中国心血管杂志*, 2019, 24(1): 24-56.
- [10] 中国医师协会超声医师分会. 血管超声检查指南 [J]. *中华超声影像学杂志*, 2009, 18(10): 911-920.
- [11] 王文, 张维忠, 孙宁玲, 等. 中国血压测量指南 [J]. *中华高血压杂志*, 2011, 19(12): 1101-1115.
- [12] WANG Z W, CHEN Z, ZHANG L F, et al. Status of hypertension in China: results from the China hypertension survey, 2012-2015 [J]. *Circulation*, 2018, 137(22): 2344-2356.
- [13] WANG M X, MEI L R, JIN A M, et al. Association between triglyceride glucose index and atherosclerotic plaques and burden: findings from a community-based study [J]. *Cardiovasc Diabetol*, 2022, 21(1): 204.
- [14] JIANG Y, LI Y, SHI K, et al. The additive effect of essential hypertension on coronary artery plaques in type 2 diabetes mellitus patients: a coronary computed tomography angiography study [J]. *Cardiovasc Diabetol*, 2022, 21(1): 1.
- [15] PARK J I, PARK K H, KIM U, et al. Contributing factors to the short-term progression of carotid plaque and its relation to cardiovascular outcomes [J]. *J Clin Lipidol*, 2025, 19(4): 878-887.
- [16] YAN H L, WU X, HE Y, et al. Carotid intra-plaque neovascularization on contrast-enhanced ultrasound correlates with cardiovascular events and poor prognosis: a systematic review and meta-analysis [J]. *Ultrasound Med Biol*, 2021, 47(2): 167-176.
- [17] 黄金钗. 颈动脉超声联合心脏超声预测冠状动脉粥样硬化性心脏病患者主要不良心血管事件的价值 [J]. *大医生*, 2024, 9(19): 130-132.
- [18] BHAKTA S, TARKIN J M, CHOWDHURY M M, et al. Carotid atherosclerotic plaque microcalcification is independently associated with recurrent neurovascular events: a pilot study [J]. *Int J Stroke*, 2024, 19(10): 1155-

- 1161.
- [19] PUIG N, SOLE A, AGUILERA-SIMON A, et al. Novel therapeutic approaches to prevent atherothrombotic ischemic stroke in patients with carotid atherosclerosis[J]. *Int J Mol Sci*, 2023, 24(18):14325.
- [20] VAN DAM-NOLEN D, TRUIJMAN M, VAN DER KOLK A G, et al. Carotid plaque characteristics predict recurrent ischemic stroke and TIA: the PARISK (Plaque at RISK) study[J]. *JACC Cardiovasc Imaging*, 2022, 15(10):1715-1726.
- [21] 孟秀峰, 刘桂梅, 孙小妹, 等. 颈动脉超声联合经颅多普勒超声对头晕患者的诊断价值[J]. *影像研究与医学应用*, 2022, 6(20):22-24.
- [22] 李海朋, 云丽媛, 闫丽纬, 等. 颈部血管彩超血流参数与突发性耳聋及耳鸣的相关性分析[J]. *中国煤炭工业医学杂志*, 2023, 26(3):331-336.
- [23] 陈晨, 高玲, 商苏杭, 等. 颈动脉粥样硬化与认知障碍的关系: 一项以西安市农村地区 40 岁及以上脑卒中高危人群为基础的横断面研究[J]. *西安交通大学学报(医学版)*, 2025, 46(5):783-788.
- [24] WANG D Z, XIA J, LI L, et al. Effect of carotid artery stenting on cognitive function in patients with asymptomatic carotid artery stenosis, a multimodal magnetic resonance study [J]. *Magn Reson Imaging*, 2025, 117:110296.
- [25] LI W Z, CHEN D J, TAO Y Q, et al. Association between triglyceride-glucose index and carotid atherosclerosis detected by ultrasonogra-
- phy[J]. *Cardiovasc Diabetol*, 2022, 21(1):137.
- [26] ZHOU Y, MA Y, QIAN D L, et al. The atherogenic index of plasma predicts carotid in-stent restenosis: development and validation of a nomogram[J]. *Int J Gen Med*, 2024, 17:263-274.
- [27] XUE Y, JU J C, ZHAO W H, et al. Association between atherogenic index of plasma and asymptomatic intracranial arterial stenosis in middle-aged and elderly women: a cross-sectional study in Shandong, China [J]. *Nutr Metab Cardiovasc Dis*, 2024, 34(3):598-605.
- [28] LIU Z H, ZHANG L, WANG L Y, et al. The predictive value of cumulative atherogenic index of plasma (AIP) for cardiovascular outcomes: a prospective community-based cohort study[J]. *Cardiovasc Diabetol*, 2024, 23(1):264.
- [29] HUANG W, WANG H, SHEN Z M, et al. Association between TyG index and risk of carotid atherosclerosis in NAFLD patients: a retrospective cohort study[J]. *Front Endocrinol*, 2024, 15:1448359.
- [30] YANG Z W, GONG H X, KAN F Q, et al. Association between the triglyceride glucose (TyG) index and the risk of acute kidney injury in critically ill patients with heart failure: analysis of the MIMIC-IV database[J]. *Cardiovasc Diabetol*, 2023, 22(1):232.

(收稿日期:2025-08-02 修回日期:2025-11-12)  
(编辑:张芃捷)

(上接第 108 页)

- 剂量艾司氯胺酮联合右美托咪定对老年无痛胃镜检查患者生命体征与术后恢复、精神活动的影响[J]. *中国现代医学杂志*, 2025, 35(3):80-85.
- [26] 胡赛, 雷恩骏. 艾司氯胺酮围手术期应用的研究进展[J]. *实用临床医学*, 2024, 25(6):127-131.
- [27] 中国老年医学学会麻醉学分会. 中国老年患者术后谵妄防治专家共识[J]. *国际麻醉学与复苏杂志*, 2023, 44(1):1-27.
- [28] 印建军, 肖亚芬, 田敏, 等. 术中持续输注艾司氯胺酮对老年患者髋关节置换术后谵妄的影响[J]. *临床麻醉学杂志*, 2025, 41(2):119-124.
- [29] 商卫勋, 张栋斌, 鹿洪秀, 等. 艾司氯胺酮在降低老年患者术后认知功能障碍中的作用及其信号通路探讨[J]. *重庆医学*, 2025, 54(9):2213-2218, 2240.
- [30] 崔耀梅, 李雪飞, 谢丽霞, 等. 小剂量艾司氯胺酮对老年衰弱病人髋关节置换术后谵妄和炎症因子的影响[J]. *实用老年医学*, 2024, 38(12):1205-1209, 1214.
- [31] 王昊, 刘晴晴. 艾司氯胺酮联合咪达唑仑用于老年髋关节置换术患者的临床研究[J]. *中国临床药理学杂志*, 2025, 41(1):36-39.

(收稿日期:2025-06-28 修回日期:2025-09-28)  
(编辑:袁皓伟)