

• 论 著 •

TyG 指数、AIP、SII 与急性冠状动脉综合征及冠状动脉狭窄程度的关系*

申少梦, 申亚晴, 张丽娜, 孟利民, 李 敏, 刘丽军
河北省邯郸市第一医院, 河北邯郸 056002

摘要:目的 探讨三酰甘油葡萄糖乘积(TyG)指数、血浆动脉硬化指数(AIP)、系统性免疫炎症指数(SII)与急性冠状动脉综合征(ACS)患者病情及冠状动脉狭窄程度的关系。方法 回顾性分析 2021 年 11 月至 2023 年 12 月因疑似冠心病在该院住院行冠状动脉血管造影术的患者, 将其分为 ACS 组(1 446 例)和对照组(690 例), 收集患者的一般基线资料和实验室资料, 并计算 TyG 指数、AIP、SII; 利用 Gensini 评分对患者冠状动脉狭窄程度进行评估; 采用多因素 Logistic 回归分析方法确定 ACS 的危险因素; 绘制受试者工作特征(ROC)曲线分析各指标对 ACS 患者冠状动脉狭窄程度的诊断价值。结果 ACS 组 TyG 指数、AIP、SII 明显高于对照组($P < 0.05$); 通过多因素 Logistic 回归分析发现, TyG 指数、AIP、SII 是 ACS 的危险因素($P < 0.05$); 通过绘制 ROC 曲线得出, TyG 指数、AIP、SII 对于 ACS 患者冠状动脉狭窄程度具有一定的诊断价值, 通过 TyG 指数、AIP、SII 的最佳截断值将所有患者再次分为不同亚组, 结果显示, 高 TyG 指数、AIP、SII 组 Gensini 评分明显高于低 TyG 指数、AIP、SII 组($P < 0.05$)。结论 TyG 指数、AIP、SII 与 ACS 有密切关系, 可以作为诊断 ACS 的简便的实验室指标, 同时还能对冠状动脉狭窄程度有较好的诊断价值。

关键词:三酰甘油葡萄糖乘积指数; 血浆动脉硬化指数; 系统性免疫炎症指数; 急性冠状动脉综合征

DOI:10.3969/j.issn.1673-4130.2024.23.022

中图分类号:R446.1

文章编号:1673-4130(2024)23-2927-05

文献标志码:A

Relationship between TyG index, AIP, SII with acute coronary syndrome
and coronary artery stenosis degree*

SHEN Shaomeng, SHEN Yaqing, ZHANG Lina, MENG Limin, LI Min, LIU Lijun
Handan First Hospital, Handan, Hebei 056002, China

Abstract: Objective To investigate the relationship between the triglyceride glucose product (TyG) index, plasma arteriosclerosis index (AIP), systemic immune inflammation index (SII), and the severity of acute coronary syndrome (ACS) and coronary artery stenosis degree in patients. **Methods** A retrospective analysis was conducted on patients who underwent coronary angiography at the hospital from November 2021 to December 2023 due to suspected coronary heart disease, and they were divided into an ACS group (1 446 cases) and a control group (690 cases). General baseline and laboratory data of the patients were collected, and TyG index, AIP and SII in were calculated. Gensini score was used to evaluate the degree of coronary artery stenosis. The risk factors of ACS were determined by binary multivariate Logistic regression analysis. Receiver operating characteristic (ROC) curve was drawn to analyze the diagnostic value of various indicators for the degree of coronary artery stenosis in ACS patients. **Results** TyG index, AIP and SII in ACS group were significantly higher than those in control group ($P < 0.05$). Binary multivariate Logistic regression analysis results showed that TyG index, AIP and SII were risk factors for ACS ($P < 0.05$). The ROC curve results showed that TyG index, AIP and SII had certain diagnostic value for the degree of coronary artery stenosis in ACS patients. According to the cut off values of TyG index, AIP, and SII, the patients were further divided into different subgroups, the Gensini scores in the high TyG index, AIP, and SII groups were significantly higher than those in the low TyG index, AIP, and SII groups ($P < 0.05$). **Conclusion** TyG index, AIP and SII are closely related to ACS, which could be used as simple laboratory indexes for diagnosis of ACS, and also have good diagnostic value for the coronary artery stenosis degree.

Key words: triglyceride glucose product index; plasma arteriosclerosis index; systemic immune inflammation index; acute coronary syndrome

* 基金项目: 邯郸市科技研究与发展计划项目(23422080432C)。

作者简介: 申少梦, 女, 主治医师, 主要从事心血管介入方向的研究。

近年来,急性冠状动脉综合征(ACS)因在全球范围内高发而对人类健康造成了极大的威胁,ACS 多是由于冠状动脉内的不稳定斑块发生破裂,导致血管内形成血栓,进而出现管腔狭窄或堵塞致心脏血氧供应不足,造成心肌细胞发生不可逆性的损伤^[1]。而其中的不稳定斑块主要是由薄纤维帽、大而富含脂质的坏死核心、新生血管形成及巨噬和炎症细胞浸润等构成,因此除了脂质代谢物沉积,炎症反应在斑块不稳定和破裂中也起着十分关键的作用^[2]。目前,血脂异常已被证实是心血管疾病的独立危险因素之一,其中除了已经被研究证实的低密度脂蛋白胆固醇(LDL-C)之外,三酰甘油(TG)和高密度脂蛋白胆固醇(HDL-C)水平也被认为与心血管疾病之间存在着紧密的联系^[3]。血浆动脉硬化指数(AIP)作为 TG 与 HDL-C 比值的对数,被视作 LDL-C 颗粒的替代品,与 LDL-C 颗粒大小成反比,亦被证实是冠心病的独立危险因素之一^[4]。三酰甘油葡萄糖乘积(TyG)指数作为胰岛素抵抗(IR)相关的预测指标,是冠状动脉粥样硬化进展和钙化的可靠预测指标^[5]。系统性免疫炎症指数(SII)是一种基于中性粒细胞与淋巴细胞比值和血小板与淋巴细胞比值的全身性炎症指标^[6]。SII 作为一种新型炎症因子指标,在越来越多的疾病评估中起着不可或缺的作用。近年来有研究发现,SII 可能与不稳定斑块具有一定的相关性^[7]。而在临床工作中发现,ACS 患者常常因症状不典型、自身意识不够,不能得到及时诊治,进而出现疾病进展及恶化,而部分行经皮冠状动脉支架植入术(PCI)后的患者也可能因忽略了冠状动脉粥样硬化的危险因素,术后再次出现冠状动脉狭窄加重,这不仅导致患者身心都受到了创伤,也带来了很大的经济负担,因此无论在 ACS 疾病发病初期或 PCI 后,都需要通过一些简单且便宜的实验室检查方法对病情进行评估,对相关指标进行早期干预,因此,本研究旨在分析探讨 TyG 指数、AIP、SII 与 ACS 患者病情及冠状动脉狭窄程度的关系。现报道如下。

1 资料与方法

1.1 一般资料 回顾性分析 2021 年 11 月至 2023 年 12 月在本院因疑诊为冠心病而入院行冠状动脉血管造影术(CAG)的患者,根据 CAG 显示冠状动脉 1 支或 1 支以上狭窄程度≥50%者定义为 ACS 组,根据 CAG 显示冠状动脉狭窄<50%者定义为对照组。排除标准:(1)年龄≤18 周岁;(2)既往有经皮冠状动

脉介入治疗史、冠状动脉旁路移植术史;(3)严重肝肾功能衰竭,活动期的结缔组织疾病,严重的血液系统疾病及恶性肿瘤;(4)近 3 个月内有应用降糖药物和调脂药物史。根据纳入标准及排除标准,共筛选出 2 136 例研究对象,其中对照组(690 例)和 ACS 组(1 446 组)。本研究经本院伦理委员会批准,所有患者签署知情同意书。

1.2 方法 收集患者性别、年龄、体质量指数(BMI)、既往病史(高血压、脑梗死、糖尿病)、吸烟史等一般基线资料;抽取受试者空腹静脉血,统计中性粒细胞指数(NE)、淋巴细胞指数(Ly)、血小板计数(Plt)、空腹血糖(FBG)、TG、总胆固醇(CHOL)、LDL-C、HDL-C、丙氨酸氨基转移酶(ALT)、血肌酐(Scr)等实验室指标,并计算 TyG 指数、AIP、SII。CAG 是由两位经验丰富的介入医师共同进行检查及评估冠状动脉狭窄程度,如两位意见不同,则邀请第 3 位介入医师参与,并综合采纳较多人认可的 CAG 结果,术中利用 Gensini 评分系统^[8]评估患者冠状动脉狭窄程度,管腔狭窄≤25%为 1 分,>25%~50%为 2 分,>50%~75%为 4 分,>75%~90%为 8 分,>90%~99%为 16 分,>99%为 32 分,各冠状动脉血管权重系数如下,左主干计系数为 5.0,左前降支近端、左回旋支近端计系数为 2.5,左前降支中端计系数为 1.5,左前降支远端、第 1 对角支、左回旋支远端、后降支、右冠、后降支计系数为 1.0,第 2 对角支、后侧支计系数为 0.5。总积分 0~30 分定义为轻度病变,>30~60 分定义为中度病变,>60 分定义为重度病变。

1.3 统计学处理 采用 SPSS26.0 软件进行统计学分析。符合正态分布的计量资料以 $\bar{x} \pm s$ 表示,组间比较采用 *t* 检验;非正态分布的计量资料以 $M(P_{25}, P_{75})$ 表示,组间比较采用 Mann-Whitney *U* 检验;计数资料采用频数或百分率表示,组间比较采用 χ^2 检验。采用多因素 Logistic 回归分析法确定 ACS 发生的危险因素,绘制受试者工作特征(ROC)曲线分析各指标对 ACS 的诊断价值, $P<0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结 果

2.1 两组一般基线资料对比 ACS 组和对对照组性别、年龄、高血压史、脑梗死史、术前 ALT、Scr 水平比较,差异均无统计学意义($P>0.05$),ACS 组糖尿病史及吸烟史占比高于对照组($P<0.05$)。见表 1。

表 1 两组一般基线资料对比[n(%)或 $\bar{x} \pm s$]

组别	<i>n</i>	性别(男)	年龄(岁)	高血压史	糖尿病史	脑梗死史	吸烟史	ALT(U/L)	Scr(μmol/L)
对照组	690	356(51.59)	58.49±11.80	358(51.88)	94(13.62)	43(6.23)	330(47.83)	39.12±3.63	67.21±18.31
ACS 组	1 446	767(53.04)	61.28±11.19	764(52.84)	392(27.11)	127(8.78)	705(48.76)	38.76±3.70	69.12±23.42
<i>t/χ²</i>		0.393	3.737	0.170	51.729	4.896	4.184	1.337	3.453
<i>P</i>		0.531	0.053	0.681	<0.001	0.180	0.041	0.897	0.744

2.2 两组实验室指标及 TyG 指数、AIP、SII 对比
两组 Ly 水平比较差异无统计学意义 ($P>0.05$), ACS 组 NE、Plt、FBG、TG、CHOL、LDL-C 水平均高

于对照组 ($P<0.05$), ACS 组 HDL-C 水平低于对照组 ($P<0.05$); ACS 组 TyG 指数、AIP、SII 均高于对照组 ($P<0.05$)。见表 2。

表 2 两组实验室指标及 TyG 指数、AIP、SII 对比 $[\bar{x}\pm s$ 或 $M(P_{25},P_{75})]$

项目	对照组($n=690$)	ACS 组($n=1\,446$)	t/U	P
NE($\times 10^9/L$)	5.21 $\pm$ 2.45	7.46 $\pm$ 3.66	-12.206	<0.001
Ly($\times 10^9/L$)	1.67 $\pm$ 0.61	1.68 $\pm$ 0.71	-0.303	0.762
Plt($\times 10^9/L$)	226.36 $\pm$ 60.53	232.28 $\pm$ 65.23	-2.009	0.045
FBG(mmol/L)	6.03 $\pm$ 1.62	7.86 $\pm$ 4.03	-11.499	<0.001
TG(mmol/L)	4.01 $\pm$ 0.96	4.61 $\pm$ 1.10	-12.284	<0.001
CHOL(mmol/L)	1.25(0.91,1.78)	1.46(1.06,2.07)	-6.864	<0.001
LDL-C(mmol/L)	2.46 $\pm$ 0.65	3.01 $\pm$ 0.75	-16.424	<0.001
HDL-C(mmol/L)	1.15 $\pm$ 0.46	1.09 $\pm$ 0.26	4.139	<0.001
TyG 指数	8.71 $\pm$ 0.54	9.09 $\pm$ 0.68	-12.814	<0.001
AIP	0.59 $\pm$ 0.11	0.60 $\pm$ 0.12	-2.500	0.012
SII	544.15(380.41,788.33)	770.54(457.92,1\,206.00)	-9.362	<0.001

2.3 多因素 Logistic 回归模型 年龄增长、NE 升高、FBG 增高、LDL-C 增高、HDL-C 降低、SII 升高、TyG 指数升高、AIP 升高均是发生 ACS 的危险因素 ($P<0.05$)。见表 3。

表 3 多因素 Logistic 回归模型

项目	B	P	OR	95% CI
年龄	0.022	<0.001	1.022	1.013~1.030
SII	0.001	<0.001	1.001	1.001~1.001
TyG 指数	1.015	<0.001	2.760	2.337~3.261
AIP	7.108	<0.001	1\,221.866	469.723~3\,178.375
NE($\times 10^9/L$)	0.203	<0.001	1.225	1.161~1.293
Ly($\times 10^9/L$)	-0.012	0.890	0.988	0.836~1.169
Plt($\times 10^9/L$)	-0.002	0.065	0.998	0.997~1.000
FBG(mmol/L)	0.259	<0.001	1.296	1.219~1.378
CHOL(mmol/L)	0.014	0.800	1.014	0.909~1.131
TG(mmol/L)	-0.234	0.146	0.791	0.577~1.085
LDL-C(mmol/L)	1.649	<0.001	5.203	3.444~7.862
HDL-C(mmol/L)	-1.332	<0.001	0.264	0.158~0.442
ALT(U/L)	0.001	0.674	1.001	0.997~1.005
Scr(μ mol/L)	0.010	0.030	1.010	1.003~1.016

2.4 SII、TyG 指数、AIP 对 ACS 的诊断效能分析
TyG 指数诊断 ACS 的曲线下面积(AUC)为 0.668 (95% CI : 0.644~0.692, $P<0.001$); AIP 诊断 ACS 的 AUC 为 0.708 (95% CI : 0.685~0.731, $P<0.001$); SII 诊断 ACS 的 AUC 为 0.625 (95% CI : 0.601~0.649, $P<0.001$)。见表 4。

2.5 高 SII 组和低 SII 组资料对比 根据 SII 最佳截断值将所有患者分为低 SII 组(1 455 例)和高 SII 组

(681 组); 两组性别、年龄、高血压史、糖尿病史、脑梗死史、吸烟史占比比较, 差异均无统计学意义 ($P>0.05$); 高 SII 组术中 Gensini 评分高于低 SII 组 ($P<0.05$)。见表 5。

表 4 SII、TyG 指数、AIP 对 ACS 的诊断效能分析

项目	AUC	最佳截断值	P	95% CI	
				下限	上限
SII	0.625	881.165	<0.001	0.601	0.649
TyG 指数	0.668	8.811	<0.001	0.644	0.692
AIP	0.708	0.604	<0.001	0.685	0.731

表 5 高 SII 组和低 SII 组资料对比 $[n(\%)$ 或 $\bar{x}\pm s$ 或 $M(P_{25},P_{75})]$

项目	高 SII 组($n=681$)	低 SII 组($n=1\,455$)	$\chi^2/t/U$	P
男性	371(54.49)	752(52.04)	1.103	0.294
年龄(岁)	58.89 $\pm$ 11.27	61.41 $\pm$ 0.89	4.953	0.482
高血压史	367(53.89)	755(52.25)	0.501	0.479
糖尿病史	165(24.23)	321(22.21)	1.065	0.302
脑梗死史	52(7.64)	118(8.17)	0.177	0.674
吸烟史	330(48.45)	705(48.79)	0.200	0.887
Gensini 评分(分)	26(7.47)	19(8.44)	0.716	<0.001

2.6 高 TyG 指数组和低 TyG 指数组资料对比 根据 TyG 指数最佳截断值将所有患者分为低 TyG 指数组(942 例)和高 TyG 指数组(1 194 组); 两组性别、年龄、高血压史、脑梗死史、吸烟史占比, 比较差异均无统计学意义 ($P>0.05$); 高 TyG 指数组糖尿病史占比高于低 TyG 指数组 ($P<0.05$); 高 TyG 指数组术中

Gensini 评分高于低 TyG 指数组 ($P<0.05$)。见表 6。

表 6 高 TyG 指数组和低 TyG 指数组资料对比 [$n(\%)$ 或 $\bar{x}\pm s$ 或 $M(P_{25},P_{75})$]				
项目	高 TyG 指数组 ($n=1194$)	低 TyG 指数组 ($n=942$)	$\chi^2/t/U$	P
男性	356(51.59)	767(53.04)	1.134	0.769
年龄(分)	60.14 $\pm$ 11.20	61.20 $\pm$ 10.90	2.188	0.589
高血压史	623(52.18)	499(52.97)	0.133	0.715
糖尿病史	324(27.13)	162(17.20)	29.591	<0.001
脑梗死史	93(7.79)	77(8.17)	0.107	0.744
吸烟史	584(48.91)	451(47.88)	0.226	0.635
Gensini 评分(分)	18(7.44)	22(8.48)	1.609	<0.001

2.7 高 AIP 组和低 AIP 组资料对比 根据 AIP 最佳截断值将所有患者分为低 AIP 组(1 046 例)和高 AIP 组(1 090 组);两组性别、年龄、高血压史、脑梗死史、吸烟史占比比较,差异均无统计学意义 ($P>0.05$),高 AIP 组糖尿病史占比高于低 AIP 组 ($P<0.05$);高 AIP 组术中 Gensini 评分高于低 AIP 组 ($P<0.05$)。见表 7。

表 7 高 AIP 组和低 AIP 组资料对比[$n(\%)$ 或 $\bar{x}\pm s$ 或 $M(P_{25},P_{75})$]				
项目	高 AIP ($n=1090$)	低 AIP 组 ($n=1046$)	$\chi^2/t/U$	P
男性	356(51.59)	767(53.04)	1.134	0.769
年龄(岁)	59.94 $\pm$ 11.30	61.30 $\pm$ 10.79	2.852	0.270
高血压史	569(52.20)	553(52.87)	0.096	0.758
糖尿病史	278(25.50)	208(19.89)	9.590	0.002
脑梗死史	89(8.17)	81(7.74)	0.129	0.719
吸烟史	532(48.81)	503(48.09)	0.111	0.739
Gensini 评分(分)	27(10.53)	20(7.44)	1.241	<0.001

3 讨 论

有研究表明,TyG 指数、AIP、SII 可分别作为 IR、动脉粥样硬化和全身性炎症反应的新标志物^[9]。IR 反映的是机体对胰岛素的低或无反应,它通过促进脂蛋白的合成和释放,促使血管平滑肌细胞生长和增殖,同时增加 LDL-C 向动脉平滑肌细胞地转运,高血糖状态还可激活氧自由基,均可破坏脂质代谢平衡和触发内皮功能障碍,导致粥样硬化斑块的形成^[10]。IR 同时会抑制激素敏感性 TG 脂肪酶活性,干扰脂肪细胞功能,引起炎症因子水平进一步升高,导致体内免疫炎症损伤程度加重,并增加了凝血因子和血小板的活性,致机体长期处于高凝状态,易使血栓形成,进而加速动脉粥样硬化形成和进展,并导致其并发症的发生^[11]。传统的高胰岛素-正常血糖葡萄糖钳夹试验操作烦琐,费用高昂,但 TyG 指数与 IR 具有显著相关

性,是预测 IR 的可靠指标。本研究发现,TyG 指数诊断 ACS 的 AUC 为 0.668,最佳截断值为 8.811;且高 TyG 指数组 Gensini 评分明显高于低 TyG 指数组,这表明 TyG 指数不仅与 ACS 发病密切相关,还可作为诊断冠状动脉狭窄程度的可靠指标。

脂质理论认为,动脉粥样硬化是由于酸性黏多糖复合物的形成及脂质去除和沉积之间的不平衡导致动脉血管中的脂质渐进性聚集,其中动脉中的脂质积累和氧化、脂肪条纹的形成与动脉粥样硬化病变的进展息息相关^[12]。近几年,学者认为 LDL-C 是心血管疾病的独立危险因素,因此对 LDL-C 进行严格控制,然而临床发现,即使 LDL-C 水平正常,心血管事件的高风险也可能持续存在^[12]。AIP 的升高表明 HDL-C 数量减少、LDL 颗粒直径减少和小而密低密度脂蛋白(sd-LDL)增加,这不仅会促进泡沫细胞的形成和动脉粥样硬化斑块的发展,同时削弱了 HDL-C 对心脏及血管内皮的保护作用,此外,它还调节单核细胞的活化、黏附和迁移^[13]。本研究通过多因素 Logistic 回归分析发现,AIP 是发生 ACS 的危险因素,其诊断 ACS 的 AUC 为 0.708;且通过最佳截断值分为高 AIP 组和低 AIP 组发现,高 AIP 组 Gensini 评分明显高于低 AIP 组,表明 AIP 可以作为 ACS 及冠状动脉狭窄程度的诊断指标。

SII 是一种新的全身性炎症反应标志物,其不仅是心血管疾病的独立危险因素,还可以评估病变的严重程度,其机制在于升高的中性粒细胞促使释放促炎细胞因子、氧自由基等活性分子引发炎症反应,还通过释放髓过氧化物酶、金属蛋白酶等颗粒蛋白促进纤维帽的耗损和破裂,引起细胞外基质降解,导致斑块容易破裂,而其中部分颗粒蛋白还可以激活巨噬细胞,促进泡沫细胞形成,造成血管内皮功能障碍和斑块不稳定性增加^[14]。血管内皮功能障碍可进一步刺激血小板活化、聚集,激活 CD40/CD40L 通道活化,增加金属蛋白酶的表达,血小板不仅增加急性血管内血栓形成,还参与血管壁的慢性炎症反应,进而增加粥样硬化斑块的不稳定性,并最终导致冠状动脉粥样斑块的形成^[15]。本研究发现,SII 诊断 ACS 的 AUC 为 0.625,最佳截断值为 881.165,且再次分亚组后,高 SII 组 Gensini 评分明显高于低 SII 组,提示 SII 与 ACS 及冠状动脉狭窄程度密切相关。

本研究结果显示,TyG 指数、AIP、SII 是发生 ACS 的独立危险因素,根据 ROC 曲线发现 TyG 指数、AIP、SII 均对 ACS 具有一定的诊断价值,通过 TyG 指数、AIP、SII 最佳截断值进一步将研究对象分为不同的亚组,得出高 TyG 指数、高 AIP、高 SII 亚组患者 Gensini 评分更高,也就说明了 TyG 指数、AIP、SII 可以评估冠状动脉狭窄程度。总而言之,TyG 指数、AIP、SII 可作为诊断 ACS 的简便的实验室指标,同时对于冠状动脉狭窄程度具有很好的评估价值。

参考文献

[1] LIU Q, CUI H Z, MA Y H, et al. Triglyceride-glucose index associated with the risk of cardiovascular disease: the Kailuan study[J]. *Endocrine*, 2022, 75(2):392-399.

[2] JIN Z, WU Q, CHEN S, et al. The associations of two novel inflammation indexes, SII and SIRI with the risks for cardiovascular diseases and all-cause mortality: a ten-year follow-up study in 85 154 individuals[J]. *J Inflamm Res*, 2021, 14:131-140.

[3] 王露朝, 柴小奇, 马妮娜, 等. 三酰甘油葡萄糖指数及血浆动脉硬化指数对不同性别老年稳定型心绞痛患者的影响[J]. *中国老年学杂志*, 2022, 42(10):2320-2323.

[4] 王雪华, 李红建. 血浆致动脉硬化指数的临床研究进展[J]. *中国动脉硬化杂志*, 2022, 30(5):449-453.

[5] SHAO Q Y, MA X T, YANG Z Q, et al. Prognostic significance of multiple triglycerides-derived metabolic indices in patients with acute coronary syndrome[J]. *J Geriatr Cardiol*, 2022, 19(6):456-468.

[6] DIONISIE V, FILIP G A, MANEA M C, et al. Neutrophil-to-lymphocyte ratio, a novel inflammatory marker, as a predictor of bipolar type in depressed patients: a quest for biological markers[J]. *J Clinic Med*, 2021, 10(9):1924.

[7] HOU D, WANG C, LUO Y, et al. Systemic immune-inflammation index (SII) but not platelet-albumin-bilirubin (PALBI) grade is associated with severity of acute ischemic stroke (AIS)[J]. *Intern J Neurosci*, 2021, 131(12):1203-1208.

[8] 林富, 胡雅光, 黄芳芳, 等. 老年人血脂异常与冠状动脉狭窄程度的相关性[J]. *慢性病学杂志*, 2021, 22(4):515-517.

[9] LIU J, BU H, DING Z, et al. The association of triglyceride glucose index for coronary artery disease in postmenopausal women[J]. *Clin Appl Thromb Hemost*, 2022, 28:10760296221094030.

[10] WANG A, LI Y, ZHOU L, et al. Triglyceride-glucose index is related to carotid plaque and its stability in nondiabetic adults: a crosssectional study[J]. *Front Neurol*, 2022, 13:823611.

[11] WANG L, CHEN F, XIAO Q C, et al. Atherogenic index of plasma is an independent risk factor for coronary artery disease and a higher SYNTAX score[J]. *Angiology*, 2021, 72(2):181-186.

[12] MAHDAVI-ROSHAN M, MOZAFARIHASHJIN M, SH-OAIBINOBARIAN N, et al. Evaluating the use of novel atherogenicity indices and insulin resistance surrogate markers in predicting the risk of coronary artery disease: a case-control investigation with comparison to traditional biomarkers[J]. *Lipids Health Dis*, 2022, 21(1):126.

[13] LIU T, LIU J, WU Z, et al. Predictive value of the atherogenic index of plasma for chronic total occlusion before coronary angiography[J]. *Clin Cardiol*, 2021, 44(4):518-525.

[14] 徐杰, 臧建波, 赵燕茹, 等. 全身免疫炎症指数对 STEMI 患者梗死相关动脉自发再通预测价值[J]. *医学研究杂志*, 2023, 52(2):104-109.

[15] JOSHI A, SCHMIDT L E, BURNAP S A, et al. Neutrophil-Derived protein S100A8/A9 alters the platelet proteome in acute myocardial infarction and is associated with changes in platelet reactivity[J]. *Arterioscler Thromb Vasc Biol*, 2022, 42(1):49-62.

(收稿日期:2024-03-03 修回日期:2024-08-02)

(上接第 2926 页)

[17] 孙祥军, 王程. miR-98 通过调控 PALM3 对肺炎链球菌诱导的肺泡上皮细胞凋亡和炎症因子分泌的影响[J]. *临床肺科杂志*, 2022, 27(4):520-526.

[18] ZHANG L, WEI Q, LIU X, et al. Exosomal microRNA-98-5p from hypoxic bone marrow mesenchymal stem cells inhibits myocardial ischemia-reperfusion injury by reducing TLR4 and activating the PI3K/Akt signaling pathway[J]. *Int Immunopharmacol*, 2021, 101(1):1-11.

[19] 梁海梅, 欧宗兴, 王蕾, 等. LncRNA CASC7/miR-98-5p/SIRT3 轴调控慢性阻塞性肺疾病大鼠气道炎症反应和平滑肌细胞变化[J]. *中国免疫学杂志*, 2022, 38(2):142-148.

[20] CHEN S N, TAN Y, XIAO X C, et al. Deletion of TLR4 attenuates lipopolysaccharide-induced acute liver injury by inhibiting inflammation and apoptosis[J]. *Acta Pharmacol Sin*, 2021, 42(10):1610-1619.

[21] KIM H J, KIM H, LEE J H, et al. Toll-like receptor 4 (TLR4): new insight immune and aging[J]. *Immun Aging*, 2023, 20(1):67-78.

[22] 李飞飞, 杨金艳, 韩瑞瑞, 等. 萎缩性胃炎患者外周血 TLR4、MyD88、NF-κB 及 PG 水平变化与 Hp 感染病变进程及炎症反应的关系[J]. *河北医学*, 2023, 29(10):1629-1634.

[23] COUTINHO-WOLINO K S, ALMEIDA P P, MAFRA D, et al. Bioactive compounds modulating Toll-like 4 receptor (TLR4)-mediated inflammation: pathways involved and future perspectives[J]. *Nutr Res*, 2022, 107(1):96-116.

[24] ABDELMAGEED M E, NADER M A, ZAGHLOUL M S. Targeting HMGB1/TLR4/NF-κB signaling pathway by protocatechuic acid protects against L-arginine induced acute pancreatitis and multiple organs injury in rats[J]. *Eur J Pharmacol*, 2021, 906(1):21-29.

[25] 张宗星, 刘道忠, 江露, 等. 三百棒通过调控 TLR4/NF-κB 信号通路对脂多糖诱导的 RAW264. 7 细胞极化的影响[J]. *中国病理生理杂志*, 2023, 39(10):1849-1858.

[26] ZHANG D, JING B, CHEN Z N, et al. Ferulic acid alleviates sciatica by inhibiting neuroinflammation and promoting nerve repair via the TLR4/NF-κB pathway[J]. *CNS Neurosci Ther*, 2023, 29(4):1000-1011.

[27] 徐宇秋. 激光针灸治疗干眼的临床研究及对 TLR4 信号通路的影响[D]. 晋中: 山西中医药大学, 2021.

(收稿日期:2024-02-15 修回日期:2024-07-20)