

甘油三酯葡萄糖指数与老年AMI患者冠状动脉病变程度的研究

张浩, 安毅*

青岛大学附属医院心内科, 山东 青岛

收稿日期: 2022年12月19日; 录用日期: 2023年1月11日; 发布日期: 2023年1月29日

摘要

目的: 探究甘油三酯葡萄糖指数(triglyceride-glucose index, TyG)与老年急性心肌梗死(acute myocardial infarction, AMI)患者冠状动脉病变程度的关系。方法: 回顾性分析2018-1至2021-9就诊于青岛大学附属医院冠状动脉造影术(coronary angiography, CAG)诊断为急性心肌梗死的老年患者(年龄 > 65岁), 共纳入248例。根据Gensini评分, 将入组患者分轻中度病变组($GS \leq 50$, 117例), 重度病变组($GS > 50$, 131例), 根据造影病变支数的不同, 分为单支病变组63例、双支病变组103例和多支病变组82例。比较各组TyG的差异, 并分析TyG与老年AMI患者冠状动脉病变严重程度的关系。结果: 老年AMI患者重度病变组TyG水平明显高于轻中度病变组, 多支病变组TyG指数明显高于双支病变组和单支病变组, 差异有统计学意义($P < 0.05$)。将Gensini评分与TyG指数进行Spearman相关分析显示, Gensini评分与TyG指数水平呈正相关($r = 0.319, P < 0.001$), 二元Logistic回归分析结果显示: TyG指数为老年AMI患者冠脉重度病变的独立危险因素(OR 3.009, 95% CI 1.613~5.612, $P < 0.001$), TyG预测老年AMI患者冠脉重度病变的ROC (接受者操作特征)曲线下面积为0.664 (95% CI 0.596~0.731, $P < 0.001$), 最佳诊断分界点为8.47, 敏感度为82%, 特异度为45%。结论: TyG指数水平可作为评估老年AMI患者冠状动脉病变程度的指标。

关键词

甘油三酯葡萄糖指数, 老年, 急性心肌梗死, 冠脉病变严重程度, Gensini评分

Triglyceride Glucose Index in the Severity of Coronary Artery Disease in Elderly Patients with AMI

Hao Zhang, Yi An*

Cardiology Department, Affiliated Hospital of Qingdao University, Qingdao Shandong

*通讯作者 Email: any2018@qdu.edu.cn

Abstract

Objective: To investigate the relationship between triglyceride glucose index (TyG) and the severity of coronary artery disease in elderly patients with acute myocardial infarction (AMI). **Methods:** A total of 248 elderly patients (age > 65 years) diagnosed with acute myocardial infarction by coronary angiography (CAG) in the Affiliated Hospital of Qingdao University from January 2018 to September 2021 were retrospectively analyzed. According to Gensini score, the enrolled patients were divided into mild to moderate disease group (GS ≤ 50, 117 cases) and severe disease group (GS > 50, 131 cases). According to the number of angiographic lesions, the patients were divided into single-vessel disease group (n = 63), double-vessel disease group (n = 103) and multi-vessel disease group (n = 82). The differences of TyG in each group were compared, and the relationship between TyG and the severity of coronary artery disease in elderly AMI patients was analyzed. **Results:** The level of TyG in elderly patients with AMI was significantly higher than that in patients with mild AMI. The TyG index in patients with multivessel disease was significantly higher than that in patients with double-vessel disease and single-vessel disease (P < 0.05). Spearman correlation analysis between Gensini score and TyG index showed that Gensini score was positively correlated with TyG index level (r = 0.319, P < 0.001). Binary Logistic regression analysis showed that TyG index was an independent risk factor for severe coronary artery disease in elderly patients with AMI (OR 3.009, 95% CI 1.613~5.612, P < 0.001). The ROC (receiver operating characteristic) curve of TyG in predicting severe coronary artery disease in elderly patients with AMI was 0.664 (95% CI 0.596~0.731, P < 0.001), the optimal diagnostic cut-off point was 8.47, the sensitivity was 82%, and the specificity was 45%. **Conclusion:** TyG index can be used as an index to evaluate the severity of coronary artery disease in elderly patients with AMI.

Keywords

Triglyceride-Glucose Index, Elderly, Acute Myocardial Infarction, Coronary Lesion Severity, Gensini Score

Copyright © 2023 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 前言

急性心肌梗死(acute myocardial infarction, AMI)是在冠脉病变的基础上发生冠脉血流中断,从而引起心肌持续严重缺血缺氧导致坏死,是临床常见的心血管疾病。AMI以老年患者为主要发病群体,发病率高,死亡风险大[1]。胰岛素抵抗(insulin resistance, IR)是一种对胰岛素作用的敏感性和反应性降低的状态,从而导致代谢紊乱,与心血管疾病预后不良密切相关[2]。既往研究表明,IR可通过介导炎症反应和氧化应激共同促进内皮细胞的损伤,这是启动动脉粥样硬化的重要病理生理基础[3]。高胰岛素-正葡萄糖钳夹试验(HOMA-IR)目前为评估胰岛素抵抗的“金标准”[4],但取样困难且价格昂贵,无法在临床中大规模开展。近年来,甘油三酯-葡萄糖(triglyceride-glucose index, TyG)指数被视为新型IR替代物,计算方法简单,适合在临床广泛应用[5]。它采用 $\text{Ln}[\text{空腹甘油三酯}(\text{mg/dL}) \times \text{空腹血糖}(\text{mg/dL})/2]$ 公式计算,仅需获取患者次日空腹血清并送检即可计算得出。且研究表明,TyG指数对IR的预测能力更优于HOMA-IR

[6]。目前, TyG 指数在老年 AMI 患者中的应用研究较少, 本研究的目的是探究 TyG 指数与老年急性心肌梗死(acute myocardial infarction, AMI)患者冠状动脉病变程度的关系。

2. 资料与方法

2.1. 研究对象

回顾性分析 2018-1 至 2021-9 就诊于青岛大学附属医院疑诊为急性心肌梗死(acute myocardial infarction, AMI)并行冠状动脉造影术(coronary angiography, CAG)的老年患者(年龄 > 65 岁), 共纳入 248 例, 本研究经青岛大学附属医院伦理委员会批准, 所有研究对象知情同意。

纳入标准: 年龄 > 65 岁; 符合 2019 年急性冠脉综合征指南中 AMI 诊断和治疗标准、临床数据资料完整。所有患者在接受有效药物治疗的同时, 均进行了 CAG, 而无论患者是否同期进行了冠状动脉血运重建治疗, 包括经皮冠状动脉介入治疗(percutaneous coronary intervention, PCI)以及冠状动脉旁路移植(coronary artery bypass graft, CABG)。

排除标准: ① 临床资料丢失或不完整的患者; ② 先天性心脏病、心肌病、严重瓣膜性心脏病等; ③ 肝、肾功能严重不全及正在服用糖皮质激素的患者; ④ 既往冠状动脉造影术, 有急性心肌梗死或冠状动脉血运重建病史, 入院前行溶栓治疗; ⑤ 近 3 个月内严重感染或患有炎症性疾病的患者; ⑥ 合并血液系统疾病、结缔组织病、恶性肿瘤的患者。

2.2. 一般资料及血清学资料

收集患者病历资料和实验室检查资料。病史资料采集: 查阅 HIS 系统获取患者入院记录等病历资料, 提取性别、年龄、吸烟饮酒史、高血压、糖尿病史、身高、体重、BMI 等一般临床资料。血清学资料包括空腹血糖(Fasting blood glucose, FBG)、谷丙转氨酶(Alanine transferase, ALT)、谷草转氨酶(Aspartate transaminase, AST)、甘油三酯(Triglyceride, TG)、总胆固醇(Total cholesterol, TC)、低密度脂蛋白胆固醇(Low-density lipoprotein cholesterol, LDL-C)、高密度脂蛋白胆固醇(High-density lipoprotein cholesterol, HDL-C)、载脂蛋白 A1 (ApolipoproteinA1, apoA1)、载脂蛋白 B (ApolipoproteinB, apoB)、脂蛋白(a) (Lipoproteins(a), LP(a)), 肌酐(Creatinine, Cr)以及尿酸(Uric acid, UA)等实验室检查指标, 同时根据 TG、FBG 计算 TyG 指数 $[\text{Ln}(\text{甘油三酯}(\text{mg/dl}) \times \text{葡萄糖}(\text{mg/dl})/2)]$ 。

2.3. 冠状动脉造影术及 Gensini 评分

所有入选患者均采用选择性冠状动脉造影术(CAG), 并以 Gensini 评分(Gensini score, GS)为标准对冠状动脉病变的狭窄程度进行评估。冠状动脉造影术由两名经验丰富且对研究不知情的心血管病介入医师完成, 同时完成对患者造影的 GS 评分。当意见不一致时, 由第三名经验丰富的心血管病介入医师进行复核。

2.4. 研究分组

1) 根据 Gensini 评分, 将入组患者分为 2 组: 轻中度病变组(GS ≤ 50, 117 例), 重度病变组(GS > 50, 131 例)。

2) 冠状动脉病变支数分组: 根据造影病变支数的不同, 分为单支病变组 63 例、双支病变组 103 例和多支病变组 82 例。

2.5. 统计学方法

采用 SPSS 26.0 软件进行统计分析。采用 Kolmogorov-Smirnov 检验、P-P 图、Q-Q 图对计量资料进

行正态性检验。正态分布的连续变量以均数加减标准差表示($\bar{x} \pm s$), 比较采用独立样本 t 检验; 非正态分布的连续变量以中位数和四分位数间距表示; 并采用 Mann-Whitney U 进行检验。分类变量以计数和百分比表示, 采用卡方检验进行比较。采用 Spearman 相关分析统计 TyG 指数与 Gensini 评分的相关性。采用 Logistic 回归分析确定老年 AMI 患者冠脉病变严重程度的独立预测因素。采用受试者工作特性曲线(receiver operating characteristic curve, ROC curve)分析 TyG 指数对老年 AMI 冠脉重度病变的预测价值。P < 0.05 认为差异有统计学意义。

3. 结果

3.1. 以 Gensini 评分进行分组的患者临床资料比较

根据 GS 评分进行分组, 将入组的患者分为两组, 轻中度病变组(GS ≤ 50, 117 例), 重度病变组(GS > 50, 131 例)。两组一般资料及实验室指标水平比较见表 1。如表 1 所示, 两组间临床资料比较, 轻中度病变组在年龄、性别、吸烟史、饮酒史、BMI、TG、HDL-C、LP(a)、apoA1、apoB、ALT、AST、UA 方面与重度病变组比较, 差异无统计学意义(P = 0.307、0.634、0.502、0.419、0.220、0.050、0.840、0.381、0.289、0.183、0.927、0.834、0.571)。重度病变组高血压、糖尿病患病率较轻中度病变组高(P = 0.048、0.009), 重度病变组 TG、LDL-C、FBG、Cr、TyG 指数水平较轻中度病变组高, 差异有统计学意义(P = 0.001、0.049、0.019、0.019、0.001)。

Table 1. Comparison of clinical data of different coronary artery disease groups

表 1. 不同冠脉病变组临床资料比较

例(%), M(P₂₅, P₇₅)

项目	轻中度病变组(n = 117)	重度病变组(n = 131)	Z/ χ^2	P
年龄(岁)	73 (68, 79)	72 (68, 77)	-1.021	0.307
男(%)	74 (63.2)	79 (60.3)	0.026	0.634
吸烟史(%)	45 (38.5)	45 (34.4)	0.452	0.502
饮酒史(%)	32 (27.4)	30 (22.9)	0.653	0.419
高血压(%)	70 (59.8)	94 (71.8)	3.925	0.048*
糖尿病(%)	38 (32.5)	64 (48.9)	6.845	0.009*
BMI (kg·m ⁻²)	24.46 (22.79, 27.22)	25.24 (23.18, 26.89)	-1.225	0.220
TG (mmol/L)	1.17 (0.91, 1.59)	1.50 (1.13, 1.87)	-4.111	0.001*
TC (mmol/L)	3.79 (3.18, 4.74)	4.31 (3.45, 4.84)	-1.963	0.050
HDL-C (mmol/L)	1.19 (1.00, 1.36)	1.16 (1.02, 1.34)	-0.201	0.840
LDL-C (mmol/L)	2.24 (1.66, 2.92)	2.47 (1.92, 3.03)	-1.967	0.049*
LP (a) (mg/L)	193 (116.6, 389)	230 (133, 396)	-0.887	0.381
apoA1 (g/L)	1.26 (1.02, 1.39)	1.17 (1.04, 1.34)	-1.061	0.289
apoB (g/L)	0.75 (0.60, 0.98)	0.87 (0.65, 0.99)	-1.333	0.183
FBG (mmol/L)	5.47 (4.89, 6.63)	6.08 (5.04, 7.68)	-2.349	0.019*
ALT (U/L)	23.2 (15.8, 32.5)	22.0 (16.0, 31.0)	-0.092	0.927
AST (U/L)	25 (17, 44)	24.2 (18, 40)	-0.209	0.834
Cr (umol/L)	81.4 (66, 96.5)	88 (72.6, 106)	-2.349	0.019*
UA (umol/L)	323 (273, 388)	337 (275, 403)	-0.567	0.571
TyG 指数	8.59 (8.29, 8.98)	8.86 (8.53, 9.28)	-4.445	<0.001*

注: *代表差异有统计学意义。

3.2. 不同冠脉病变支数各组临床资料比较

根据造影病变支数的不同, 分为单支病变组 63 例、双支病变组 103 例和多支病变组 82 例。不同冠脉病变支数各组临床资料水平比较见表 2, 如表 2 所示, 三组间年龄、男性、吸烟史、饮酒史、BMI、部分实验室参数(包括 TG、TC、HDL-C、LDL-C、LP(a)、apoB、ALT、AST、UA 水平)差异均无统计学意义($P > 0.05$)。三组间糖尿病患病率、FBG、TyG 指数存在统计学差异(均 $P < 0.001$), 三组间的高血压患病率、apoA1、Cr 水平差异亦具有统计学意义($P = 0.023$, $P = 0.032$, $P = 0.036$)。

Table 2. Comparison of clinical data between several groups of coronary artery lesions

表 2. 冠脉病变支数组间临床资料比较

例(%), M(P_{25} , P_{75})

项目	冠脉病变支数			P
	单支病变(n = 63)	双支病变(n = 103)	多支病变(n = 82)	
年龄(岁)	73 (68, 78)	72 (68, 78)	73 (68, 78)	0.717
男(%)	36 (57.1)	66 (64.1)	51 (66.2)	0.667
吸烟史(%)	24 (38.1)	38 (36.9)	28 (34.1)	0.875
饮酒史(%)	18 (28.6)	23 (22.3)	21 (25.6)	0.658
高血压(%)	35 (55.6)	66 (64.1)	63 (76.8) ^Δ	0.023*
糖尿病(%)	14 (22.2)	37 (35.9)	51 (62.2) ^{Δ*}	<0.001*
BMI ($\text{kg}\cdot\text{m}^{-2}$)	24.91 (22.98, 27.34)	25.21 (22.85, 27.35)	24.16 (22.55, 26.66)	0.229
TG (mmol/L)	1.19 (0.95, 1.62)	1.35 (0.96, 1.67)	1.39 (1.06, 1.90)	0.065
TC (mmol/L)	3.84 (3, 21, 4.98)	4.09 (3.32, 4.83)	4.18 (3.37, 4.71)	0.922
HDL-C (mmol/L)	1.2 (1.06, 1.35)	1.18 (1.03, 1.37)	1.13 (0.95, 1.31)	0.252
LDL-C (mmol/L)	2.31 (1.68, 3.06)	2.38 (1.88, 2.95)	2.44 (1.83, 2.81)	0.966
LP (a) (mg/L)	193 (106, 394)	206 (127, 356)	239 (129, 396)	0.698
apoA1 (g/L)	1.28 (1.02, 1.38)	1.24 (1.07, 1.42)	1.13 (1.01, 1.28)*	0.032*
apoB (g/L)	0.85 (0.63, 1.05)	0.80 (1.67, 0.97)	0.85 (0.62, 0.98)	0.969
FBG (mmol/L)	5.26 (4.62, 6.56)	5.73 (4.96, 6.74)	6.74 (5.14, 8.78) ^{Δ*}	<0.001*
ALT (U/L)	25 (15.8, 31.3)	23 (15.4, 32)	22 (16.27, 22.32)	0.883
AST (U/L)	24.8 (17, 54)	24 (18, 33)	26.5 (18.75, 41.2)	0.797
Cr ($\mu\text{mol/L}$)	78 (65, 90)	89 (68, 101)	89.85 (71.77, 108.35) ^Δ	0.036*
UA ($\mu\text{mol/L}$)	353 (279, 388)	336 (280, 397)	321 (259, 404)	0.842
TyG 指数	8.53 (8.29, 8.87)	8.71 (8.41, 9.04)	8.96 (8.58, 9.35) ^{Δ*}	<0.001*

注: *代表差异有统计学意义; 与单支病变组比较, $\Delta P < 0.05$; 与双支病变组比较, * $P < 0.05$ 。

3.3. Gensini 评分与 TyG 的相关性分析

研究以冠脉病变 Gensini 评分与 TyG 指数进行 Spearman 相关性分析发现, TyG 指数与冠脉病变 Gensini 评分呈正相关, ($r = 0.319$, $P < 0.001$), 随着 TYG 指数的升高, 老年 AMI 患者冠脉病变程度逐渐加重。见表 3。

Table 3. Correlation analysis between TYG index and coronary Gensini score

表 3. TYG 指数与冠状动脉 Gensini 评分的相关性分析

项目	r	P 值
TyG 指数	0.319	<0.001

3.4. Logistic 回归分析老年 AMI 冠脉重度病变的独立预测因素

以冠脉是否为重度病变为因变量, 将年龄、吸烟史、高血压病史、糖尿病史、TG、TC、LDL-C、FBG、Cr、TyG 指数纳入多元 logistic 回归模型, 并校正单因素中 $P < 0.1$ 的指标, 结果表明, TG、TYG 指数为老年 AMI 患者冠脉重度病变的独立危险因素, 见表 4。

Table 4. Multivariate Logistic regression analysis of severe coronary artery disease in elderly patients with AMI

表 4. 老年 AMI 患者冠脉重度病变的多因素 Logistic 回归分析

变量	回归系数	Wald	P 值	OR	95%CI
TG	0.887	10.402	0.001	2.428	1.416~4.163
TyG 指数	1.102	11.999	0.001	3.009	1.613~5.612

3.5. TyG 指数预测老年 AMI 患者冠脉重度病变的 ROC 曲线分析

根据 ROC 曲线计算 TyG 指数预测老年 AMI 患者冠脉重度病变, 结果显示 ROC 曲线 $AUC = 0.664$ (95% CI 0.596~0.731 $P < 0.001$), 最佳诊断分界点为 8.47, 敏感度为 82%, 特异度为 45%。见图 1。

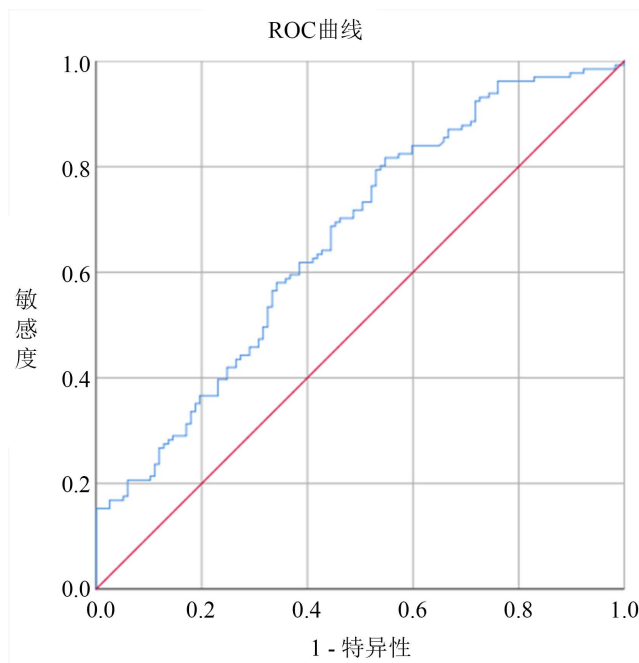


Figure 1. ROC curve of TyG index for predicting severe coronary artery disease in elderly patients with AMI

图 1. TyG 指数对老年 AMI 冠脉重度病变预测的 ROC 曲线图

4. 讨论

在中国, 人口老龄化形势愈发严峻。至 2019 年年底, 全国 60 岁以上老年人口达 2.53 亿, 占总人口比重达 18.1% [7], 且呈持续上升趋势。老年人口的增多导致心血管病发病及患病率持续上升。AMI 多发生在冠状动脉粥样硬化狭窄基础上, 心肌急性缺血缺氧导致坏死。对于老年 AMI 患者来说, 冠脉病变严重程度增加, 且易合并多种并发症, 病情重, 死亡率高, 给患者家庭和社会带来极大的负担。因此, 探索老年 AMI 患者冠脉病变严重程度的预测因素, 对延缓冠脉病变进程, 改善预后具有重大意义。

胰岛素抵抗(IR)是一种对胰岛素作用的敏感性和反应性降低的状态,在糖尿病发生之前就已经出现[2]。IR通过介导免疫炎症反应,释放炎症及细胞因子,引起内皮细胞功能障碍[8],共同参与斑块破裂及血栓形成,引发急性心肌梗死。同时IR可引起血脂异常等代谢紊乱,肝脏中甘油三酯含量和极低密度脂蛋白分泌增加[9],加重冠状动脉脂质沉积,导致冠脉狭窄。目前还没有具体测定IR的方法,高胰岛素-正葡萄糖钳夹试验(HOMA-IR)是目前IR测定的“金标准”,但因其具有侵入性且价格昂贵,目前临床应用较为困难[10]。甘油三酯葡萄糖(TyG)指数作为一种简单、低成本的IR替代标志物,已被证实在评估糖尿病患者和非糖尿病患者的IR方面优于HOMA-IR[11][12]。Wang L.等[13]在一项纳入2531人的队列研究中发现,高TyG指数与糖尿病合并急性冠脉综合征患者MACE风险增加独立相关。同时, Ma X.等[14]研究发现,在接受经皮冠状动脉介入治疗的776名2型糖尿病和急性冠脉综合征患者中, TyG指数与心血管不良结局显著相关,包括全因死亡、非致命性中风、非致命性心肌梗死和非计划的血运重建。国内研究指出[15],非ST段抬高型急性冠脉综合征患者中,随着TyG指数的增高,冠脉病变程度(SYNTAX评分)也随之增加。樊华秀等[16]研究发现, TyG联合HbA1c可以更好地预测急性心肌梗死患者冠脉病变严重程度。

本研究结果显示老年AMI患者重度病变组TyG水平明显高于轻度病变组,且TyG水平与GS评分之间呈正相关,说明TyG指数为老年AMI评估冠状动脉严重狭窄程度的预测指标。本研究结果显示轻中度病变组与重度病变组在高血压、糖尿病、TG、LDL-C差异有统计学意义($P < 0.05$),证实了上述传统指标对老年AMI冠脉病变严重程度的影响。结果显示TyG指数对老年AMI冠脉重度病变预测的ROC曲线AUC = 0.664 (95% CI 0.596~0.731 $P < 0.001$),表明TyG指数对老年AMI冠状动脉严重狭窄程度具有一定预测价值,但AUC值较低,需要纳入更多患者并进一步进行亚组分析,以探索不同亚组间TyG指数对老年AMI患者冠脉病变程度的预测价值大小。吸烟作为传统心血管病危险因素在两组之间差异无统计学意义,可能与样本量较小有关,可进一步收集相关数据,增加样本量。

最后,本研究存在一定的局限性。首先,本研究为单中心的回顾性研究,样本量较小,容易出现选择偏倚;其次采用GS评分进行冠脉病变评估仅能反应冠脉狭窄程度,无法体现斑块特点、易损性等其他临床特征;第三,本研究仅对入院次日患者TyG指数进行分析,未进行动态观察,无法评估TyG指数对老年AMI患者预后的影响,后续应仍需更大规模的研究进一步验证。

综上所述, TyG指数在预测老年AMI患者冠脉病变程度方面有一定价值。且TyG指数获取途径简单,价格低廉,特别是在一些无法开展冠状动脉造影术的地区,对老年AMI患者冠脉病变情况提供一定参考,制定干预策略,可广泛应用在社区及基层临床实践中。

参考文献

- [1] 冯琼. 老年急性心肌梗死治疗的研究进展[J]. 基层医学论坛, 2022, 26(5): 84-86.
- [2] Hill, M.A., Yang, Y., Zhang, L., et al. (2021) Insulin Resistance, Cardiovascular Stiffening and Cardiovascular Disease. *Metabolism*, **119**, Article ID: 154766. <https://doi.org/10.1016/j.metabol.2021.154766>
- [3] 赵茂宇, 李佑美, 刘焕云, 毛琦. 胰岛素抵抗标志物在动脉粥样硬化发病中的研究进展[J]. 基础医学与临床, 2022, 42(8): 1302-1305.
- [4] DeFronzo, R.A., Tobin, J.D. and Andres, R. (1979) Glucose Clamp Technique: A Method for Quantifying Insulin Secretion and Resistance. *American Journal of Physiology*, **237**, E214-E223. <https://doi.org/10.1152/ajpendo.1979.237.3.E214>
- [5] Chamroonkiadtikun, P., Ananchaisarp, T. and Wanichanon, W. (2020) The Triglyceride-Glucose Index, a Predictor of Type 2 Diabetes Development: A Retrospective Cohort Study. *Primary Care Diabetes*, **14**, 161-167. <https://doi.org/10.1016/j.pcd.2019.08.004>
- [6] Dikaiakou, E., Vlachopapadopoulou, E.A., Paschou, S.A., et al. (2020) Triglycerides-Glucose (TyG) Index Is a Sensitive Marker of Insulin Resistance in Greek Children and Adolescents. *Endocrine*, **70**, 58-64.

- <https://doi.org/10.1007/s12020-020-02374-6>
- [7] 项鑫, 王乙. 中国人口老龄化现状、特点、原因及对策[J]. 中国老年学杂志, 2021, 41(18): 4149-4152.
- [8] Ormazabal, V., Nair, S., Elfeky, O., *et al.* (2018) Association between Insulin Resistance and the Development of Cardiovascular Disease. *Cardiovascular Diabetology*, **17**, 122. <https://doi.org/10.1186/s12933-018-0762-4>
- [9] Reaven, G.M. (1995) Pathophysiology of Insulin Resistance in Human Disease. *Physiological Reviews*, **75**, 473-486. <https://doi.org/10.1152/physrev.1995.75.3.473>
- [10] Minh, H.V., Tien, H.A., Sinh, C.T., *et al.* (2021) Assessment of Preferred Methods to Measure Insulin Resistance in Asian Patients with Hypertension. *The Journal of Clinical Hypertension (Greenwich)*, **23**, 529-537. <https://doi.org/10.1111/jch.14155>
- [11] Simental-Mendía, L.E., Rodríguez-Morán, M. and Guerrero-Romero, F. (2008) The Product of Fasting Glucose and Triglycerides as Surrogate for Identifying Insulin Resistance in Apparently Healthy Subjects. *Metabolic Syndrome and Related Disorders*, **6**, 299-304. <https://doi.org/10.1089/met.2008.0034>
- [12] Placzkowska, S., Pawlik-Sobecka, L., Kokot, I. and Piwowar, A. (2019) Indirect Insulin Resistance Detection: Current Clinical Trends and Laboratory Limitations. *Biomedical Papers of the Medical Faculty of the University Palacky, Olomouc, Czechoslovakia*, **163**, 187-199. <https://doi.org/10.5507/bp.2019.021>
- [13] Wang, L., Cong, H.L., Zhang, J.X., *et al.* (2020) Triglyceride-Glucose Index Predicts Adverse Cardiovascular Events in Patients with Diabetes and Acute Coronary Syndrome. *Cardiovascular Diabetology*, **19**, Article No. 80. <https://doi.org/10.1186/s12933-020-01054-z>
- [14] Ma, X., Dong, L., Shao, Q., *et al.* (2020) Triglyceride Glucose Index for Predicting Cardiovascular Outcomes after Percutaneous Coronary Intervention in Patients with Type 2 Diabetes Mellitus and Acute Coronary Syndrome. *Cardiovascular Diabetology*, **19**, Article No. 31. <https://doi.org/10.1186/s12933-020-01006-7>
- [15] Mao, Q., Zhou, D., Li, Y., *et al.* (2019) The Triglyceride-Glucose Index Predicts Coronary Artery Disease Severity and Cardiovascular Outcomes in Patients with Non-ST-Segment Elevation Acute Coronary Syndrome. *Disease Markers*, **2019**, Article ID: 6891537. <https://doi.org/10.1155/2019/6891537>
- [16] 樊华秀, 胡书群, 燕宪亮. 甘油三酯葡萄糖指数与急性心肌梗死患者冠脉病变严重程度的相关性研究[J]. 中华急诊医学杂志, 2022, 31(7): 930-934.