**TyG指数与老年ACS患者院内MACE相关性及预测价值研究**

郭志霞1贺晓楠1▲

1.急诊危重症中心，首都医科大学附属北京安贞医院，北京，邮编100029

**[基金项目]**基金来源：国家自然科学基金资助项目《基于多中心多模态急性胸痛数据的多任务预警模型研究及临床应用》（编号：62272327）。

**[作者简介]**郭志霞（1994.5），女，医学硕士，住院医师。

**[通讯作者]**贺晓楠（1978.6），女，医学博士，主任医师，博士研究生导师。主持国家自然基金、北京中医药科技发展资金项目青年研究、首都医科大学基础与临床科研合作基金、博士后基金项目等。

**[摘要]目的：**探究TyG指数与老年ACS院内MACE相关性及预测价值。**方法：**回顾性分析2015年1月1日至2020年12月31日就诊于首都医科大学附属北京安贞医院急诊危重症中心的老年急性冠脉综合征（ACS）患者460例为研究对象，根据是否发生院内MACE将其分为两组：MACE组（59例）和非MACE组（401例）。通过医院电子病历系统收集患者资料，包括基本资料、实验室检查指标、超声心动图、冠脉造影结果等资料。采用二元Logistic回归分析老年ACS患者TyG指数与院内MACE发生风险的相关性，并绘制相关性的限制性立方样条图。基于多因素Logistic回归分析筛选的危险因素构建预测回归模型，同时采用受试者工作特征曲线（ROC）分析TyG指数及回归模型对老年ACS患者发生院内MACE的预测价值。**结果**：TyG指数在MACE组和非MACE组差异有统计学意义（P＜0.001），二元Logistic回归分析结果TyG指数水平的增加升高了MACE的风险比率，调整混杂因素后仍有统计学意义，且利用RCS验证老年ACS患者TyG指数水平与院内MACE发生风险呈线性增加。单因素回归分析结果提示MACE组糖尿病比例、脑血管病比例、LDL-C、心率、TG、FBG、CK-MB、MYO、TyG指数均比非MACE高，控制混杂因素纳入多因素Logistic回归分析结果显示：脑血管病(OR=3.18，95%CI1.73~7.71，p=0.009)、LDL-C(OR=1.81，95%CI1.04~3.14，p=0.035)、心率(OR=1.04，95%CI1.01~1.07，p=0.018)、TyG指数(OR=3.29，95%CI(1.39~7.83，p=0.007)是院内MACE的独立危险因素，利用独立危险因素构建预测回归模型。ROC曲线结果显示TyG指数、回归模型预测老年ACS患者发生院内MACE的AUC分别为0.780、0.855，敏感度为69.0%、90.5%，特异度为96.2%、84.6%。**结论：**在老年ACS患者中，TyG指数与院内MACE发生独立预测因子，二者呈正相关，TyG指数及基于TyG指数构建的回归模型在预测该类患者院内MACE的发生中具有一定的临床价值。

**[关键词]**急性冠脉综合征；TyG指数；MACE；风险评估；预测模型

**StudyonthecorrelationandpredictivevalueofTyGindexwithin-hospitalMACEinelderlyACSpatients**

GUOZhixia1，HeXiaonan1▲

1.EmergencyCriticalCareCentre,BeijingAnzhenHospital,CapitalMedicalUniversity,Beijing,China100029

**[Abstract]Objective:**ToinvestigatethecorrelationandpredictivevalueofTyGindexwithin-hospitalMACEinelderlyACS.**Methods:**460elderlyacutecoronarysyndrome(ACS)patientsattendingtheEmergencyCriticalCareCentreofBeijingAnzhenHospitalaffiliatedtoCapitalMedicalUniversityfromJanuary1,2015toDecember31,2020wereretrospectivelyanalysedasthestudysubjects,andtheyweredividedintotwogroupsaccordingtowhetherornotin-hospitalMACEoccurred:MACEgroup(59cases)andnon-MACEgroup(401cases).Patientdatawerecollectedthroughthehospital'selectronicmedicalrecordsystem,includingbasicdata,laboratorytestindexes,echocardiography,coronaryangiographyresultsandotherdata.BinarylogisticregressionwasusedtoanalysethecorrelationbetweenTyGindexandtheriskofin-hospitalMACEinelderlyACSpatients,andrestrictedcubicsplineplotsofthecorrelationweredrawn.Apredictiveregressionmodelwasconstructedbasedontheriskfactorsscreenedbymultifactoriallogisticregressionanalysis,andthepredictivevalueoftheTyGindexandtheregressionmodelfortheoccurrenceofin-hospitalMACEinelderlyACSpatientswasanalysedbyusingthesubjectoperatingcharacteristiccurve(ROC).**Results:**ThedifferencebetweentheTyGindexintheMACEandnon-MACEgroupswasstatisticallysignificant(P<0.001),andbinarylogisticregressionanalysesshowedthatincreasedlevelsoftheTyGindexelevatedtheriskratioforMACE,whichwasstillstatisticallysignificantafteradjustingforconfounders,andalinearincreaseintheTyGindexlevelandtheriskofin-hospitalMACEwasverifiedusingRCSinelderlyACSpatients.Theresultsofunivariateregressionanalysissuggestedthattheproportionofdiabetesmellitus,proportionofcerebrovasculardisease,LDL-C,heartrate,TG,FBG,CK-MB,MYO,andTyGindexwerehigherintheMACEgroupthaninthenon-MACEgroup.0.009),LDL-C(OR=1.81,95%CI1.04~3.14,p=0.035),heartrate(OR=1.04,95%CI1.01~1.07,p=0.018),andTyGindex(OR=3.29,95%CI(1.39~7.83,p=0.007)weretheindependentriskforin-hospitalMACE.Theindependentriskfactorswereusedtoconstructapredictiveregressionmodel.TheresultsofROCcurvesshowedthattheAUCofTyGindexandregressionmodelforpredictingtheoccurrenceofin-hospitalMACEinelderlyACSpatientswere0.780and0.855,withthesensitivityof69.0%and90.5%,andthespecificityof96.2%and84.6%,respectively.**Conclusion**:InelderlypatientswithACS,TyGindexisanindependentpredictorofin-hospitalMACE,andthetwoarepositivelycorrelated.TheTyGindexandtheregressionmodelbasedontheTyGindexhavecertainclinicalvalueinpredictingtheoccurrenceofin-hospitalMACEinthesepatients.

**[Keywords]**Acutecoronarysyndrome;TyGindex;MACE;riskassessment;predictivemodelling

急性冠脉综合征(acutecoronarysyndromes,ACS)是指冠状动脉内不稳定的粥样硬化斑块破裂或糜烂继发新鲜血栓形成所导致的心脏急性缺血综合征[1]，具有起病急、病情进展快等特征。相较于一般人群，老年ACS患者主要不良心血管事件（majoradversecardiovascularevents，MACE）发生率高且预后差，有研究显示[2]，老年ACS患者PCI术后MACE发生率高达31.9％，严重影响患者预后及生存质量。

胰岛素抵抗（Insulinresistance，IR）是T2DM主要发病机制，还是心血管疾病发生和不良预后的独立危险因素。胰岛素-正葡萄糖钳夹技术(hyperinsulinemic-euglycemicclamptechnique,HEC)被认为是评估IR的"金标准，但其操作复杂价格昂贵，目前临床常采用稳态模型评估胰岛素抵抗指数（homeostasismodelassessmentofIR，HOMA-IR）评估IR。甘油三酯葡萄糖乘积（triglyceride-glucose，TyG）指数是近几年国内外通过实验发现新型的评估IR指标[3]，通过实验室生化指标计算，相对容易获取。有研究表明[4]，无论是在有或无T2DM的个体中，TyG指数与HEC测量的IR高度相关，甚至比HOMA⁃IR表现得更好，对于心血管疾病发生及预后风险有一定预测价值[5][6]。本研究重点探讨TyG指数预测老年ACS院内MACE的预测价值，为临床诊治和改善预后提供新的思路和有效依据。

1. **材料和方法**

1.1一般资料

回顾性分析2015年1月1日至2020年12月31日就诊于首都医科大学附属北京安贞医院急诊危重症中心的老年ACS患者的病历资料，纳入病例460例，其中男356例，女104例，平均年龄67.73±5.70岁。所有患者均完成冠脉造影，其中发生住院期间MACE59例，非MACE为401例。院内MACE包括：住院期间出现心原性休克、严重心力衰竭、严重心律失常(室性心动过速、心室颤动、高度房室传导阻滞)、急性支架内血栓形成或再次急性心肌梗死、心源性死亡。

* 1. 纳入和排出标准

纳入标准：（1）年龄>60岁，基线资料齐全。（2）符合《急性冠脉综合征急诊快速诊治指南（2019）》[1]中关于ACS的诊断标准。

排除标准：（1）严重瓣膜性心脏病、失代偿性心力衰竭、非缺血性扩张性心肌病、急性脑血管疾病、有症状的外周动脉疾病；(2)严重的肝脏疾病、肾脏疾病、恶性肿瘤、血液病、自身免疫性疾病；(3)实验室检验及病历不完整。

* 1. 方法（临床观察指标）

收集一般资料，包括：性别、年龄、既往病史（高血压病史、糖尿病病史、脑血管病病史、冠心病病史）、吸烟史、饮酒史、收缩压（SBP）、舒张压(DBP)等；实验室资料（在空腹状态下，禁食最少8小时）：空腹血糖（FBG）、糖化血红蛋白（HbA1C）、总胆固醇（TC）、甘油三酯（TG）、低密度脂蛋白胆固醇（LDL-C）、高密度脂蛋白固醇（HDL-C）、血肌酐（SCr）、CK-MB、肌钙蛋白I、NT-proBNP、冠脉造影和超声心动图结果。根据实验室相关化验指标计算出所有研究对象的TyG指数（TyG指数=Ln[TG(mg/dl)×FPG(mg/dl)÷2]）。

* 1. 数据来源

所有患者均由心内科经验丰富医生行急诊冠脉造影，管腔直径狭窄≥50%为有意义病变，按受累分支血管数分为单血管病变、双血管病变和多血管病变，其中多支病变包括三支血管病变和左主病变。

* 1. 统计学方法

数据采用SPSS28.0统计学软件进行处理。符合正态分布的定量资料以均数±标准差(x±s)表示，组间比较采用独立样本t检验；偏态分布的计量资料以M(Q1,Q3)表示，并使用Mann-Whitney检验进行组间比较。计数资料用例（%）表示，组间比较使用χ2检验或Fisher确切概率法。P<0.05表示差异有统计学意义。采用二元Logistic回归分析老年ACS患者TyG指数与院内MACE发生风险的相关性，多因素Logistic回归分析筛选独立危险因素并建立回归模型，通过绘制受试者工作特征（ROC）曲线，评估TyG指数及回归模型对老年ACS患者发生院内MACE的预测价值。采用限制性立方样条（RCS）进行评估并绘制TyG指数与老年ACS患者发生院内MACE发生风险相关性的RCS图。

1. **结果**
   1. MACE组与非MACE组一般资料对比

在随访期间，59例（12.83%）患者发生院内MACE，其中18例（3.91%）心原性休克，17例（3.70%）严重心力衰竭，17例（3.70%）严重心律失常，4例（0.87%）心源性死亡及3例（0.65%）急性支架内血栓形成或再次急性心肌梗死。

两组患者人口学信息资料、临床资料如表1所示。MACE组的心率、LDL-C/FBG、CK-MB、TG、肌钙蛋白I、肌钙蛋白T、MYO、HbA1C、NT-proBNP、TyG指数、TG/HDL、心功能Killip分级、既往脑血管病、糖尿病患病比例均高于非MACE组，HDL-C和LVEF均低于非MACE组，差异有统计学意义（P＜0.05）。

表**MACE组与非MACE组患者一般资料对比**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **指标** | **mace(n=59)** | **非mace(n=401)** |  | **p-value** |
| **人口学信息资料** |  |  |  |  |
| 年龄 | 66.0(63.97,72.03) | 66.77(63.0,71.0) | 12434.5 | 0.526 |
| 性别（男性） | 77.97% | 77.31% | 0 | 1 |
| 吸烟 | 35.59% | 38.4% | 0.0738 | 0.7859 |
| 高血压 | 72.88% | 64.34% | 1.3031 | 0.2536 |
| 糖尿病 | 49.15% | 33.17% | 5.0813 | 0.0242 |
| 脑血管病 | 16.95% | 5.99% | 7.5018 | 0.0062 |
| 冠心病病史 | 8.47% | 5.74% | 0.2808 | 0.5961 |
| **临床资料** |  |  |  |  |
| 收缩压 | 116.0(104.0,124.5) | 120.0(110.0,132.0) | 10366 | 0.1245 |
| 舒张压 | 70.0(62.5,80.0) | 70.0(65.0,80.0) | 11160.5 | 0.4813 |
| 心率 | 80.0(70.0,88.5) | 71.0(65.0,80.0) | 14924.5 | 0.0012 |
| LDL-C(mmol·L-1) | 3.09±0.97 | 2.59±0.91 | 3.8444 | 0.0001 |
| HDL-C(mmol·L-1) | 1.25±0.31 | 0.94±0.29 | 7.6594 | ＜0.001 |
| TC(mmol·L-1) | 4.11(3.67,5.13) | 4.36(3.7,5.06) | 11461.5 | 0.6999 |
| TG(mmol·L-1) | 1.77(1.32,2.29) | 0.92(0.42,1.63) | 17825 | ＜0.001 |
| FBG(mmol·L-1) | 7.46(6.1,9.45) | 6.57(5.41,8.6) | 14909.5 | 0.0012 |
| HbA1C(%) | 7.24(6.0,7.24) | 6.71(5.8,6.9) | 9469.5 | 0.0104 |
| Cr(mmol·L-1) | 84.4(68.5,103.34) | 80.1(67.6,99.34) | 12602 | 0.4181 |
| Hb(g·mL-1) | 142.0(131.5,149.0) | 142.0(132.0,151.0) | 11486.5 | 0.7193 |
| CK-MB(ng·mL-1) | 155.0(49.64,299.0) | 102.0(17.7,224.08) | 14244 | 0.0113 |
| 肌钙蛋白I(pg·mL-1) | 55.61(13.18,102.0) | 33.0(3.53,102.0) | 13381.5 | 0.103 |
| 肌钙蛋白T | 501.5(501.5,501.5) | 496.42(496.42,496.42) | 22974 | ＜0.001 |
| MYO(ng·mL-1) | 712.64(599.85,712.64) | 388.26(194.0,388.26) | 18250.5 | ＜0.001 |
| NT-proBNP(pg·mL-1) | 5645.57(5645.57,5645.57) | 610.02(610.02,610.02) | 21261 | ＜0.001 |
| TyG指数 | 9.31(8.95,9.65) | 8.51(7.73,9.19) | 18204 | ＜0.001 |
| LVEF(%) | 48.0(41.0,53.0) | 53.77(50.0,58.0) | 6797 | ＜0.001 |
| 行PCI（是） | 89.83% | 91.77% | 0.5244 | 0.469 |
| **ACS分型** |  |  | 0 | 1 |
| STEMI | 91.53% | 91.77% |  |  |
| NSTEMI | 6.78% | 8.23% |  |  |
| UAP | 1.69% | 0 |  |  |
| **Killip分级** |  |  | 52.4801 | ＜0.01 |
| I级 | 50.85% | 11.97% |  |  |
| II-III级 | 58.74% | 10.49% |  |  |
| **血管病变** |  |  | 1.8187 | 0.4028 |
| 单支 | 83.05% | 89.03% |  |  |
| 双支 | 6.78% | 4.74% |  |  |
| 多支 | 10.17% | 6.23% |  |  |

* 1. TyG指数水平与老年ACS患者院内MACE发生风险的相关性

以老年ACS患者是否发生院内MACE为因变量（赋值：否=0，是=1），以TyG指数水平为自变量进行二元Logistic回归分析，模型1未调整混杂因素分析结果显示，TyG指数水平的增加升高了MACE的风险比率。模型2、模型3、模型4分别调整了混杂因素后（见表2），这种关系在统计学上仍然显著（P＜0.05），MACE的风险增至2.90、2.91、3.29倍。

表2**TyG指数与老年ACS患者院内MACE发生风险相关性的Logistic回归分析**

| Variables | Model1 | |  | Model2 | |  | Model3 | |  | Model4 | |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| OR(95%CI) | *P* | OR(95%CI) | *P* | OR(95%CI) | *P* | OR(95%CI) | *P* |
| TyG指数 | 2.87(2.00~4.11) | **<.001** |  | 2.90(1.99~4.24) | **<.001** |  | 2.91(1.44~5.88) | **0.003** |  | 3.29(1.39~7.83) | **0.007** |
| Model1:未调整混杂因素；Model2:调整年龄、性别、BMI、吸烟史、饮酒史；Model3进一步调整心率,糖尿病，脑血管病史；Model4:进一步调整LDL-C、HDL-C、FBG、CK-MB、TG、肌钙蛋白I、肌钙蛋白T、肌红蛋白、HbA1C、NT-proBNP。 | | | | | | | | | | | |

进一步利用RCS验证TyG指数与老年ACS患者院内MACE发生风险的相关性，结果显示，随着TyG指数增加，老年ACS患者院内MACE发生风险呈线性增加（P非线性=0.100），见图1。

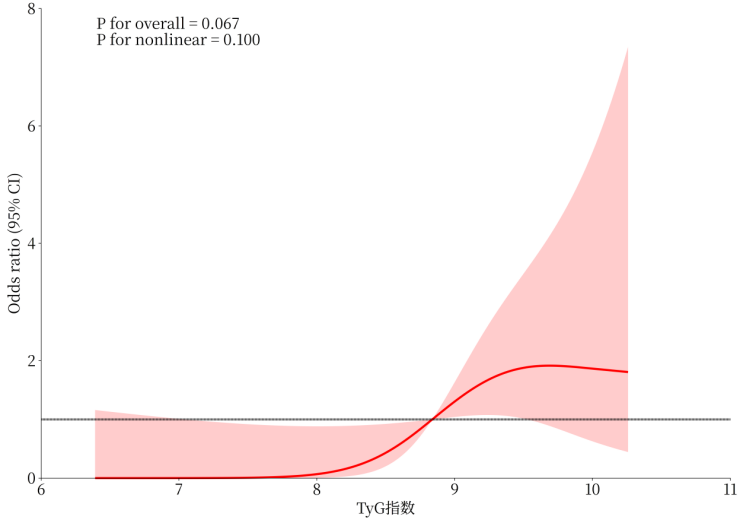


图1**TyG指数与MACE结局关系的限制性立方样条图**

* 1. 老年ACS患者发生院内MACE影响因素的单因素及多因素Logistic回归分析

将表1中P＜0.05的变量进行单一因素回归分析，结果提示MACE组糖尿病比例、脑血管病比例、LDL-C、心率、TG、FBG、CK-MB、MYO、TyG指数均比非MACE高，差异有统计学意义。为分析老年ACS患者院内MACE的独立危险因素，控制混杂因素，以MACE为因变量，进一步将单因素分析中有统计学意义的因素纳入多因素Logistic回归分析，结果显示：脑血管病(OR=3.18，95%CI1.73~7.71，p=0.009)、LDL-C(OR=1.81，95%CI1.04~3.14，p=0.035)、心率(OR=1.04，95%CI1.01~1.07，p=0.018)、TyG指数(OR=3.29，95%CI(1.39~7.83，p=0.007)是院内MACE的独立危险因素。见表3。

表3**老年ACS患者发生院内MACE的单因素及多因素**Logistic**回归分析**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Variables | 单因素 | | 多因素 | |
| OR(95%CI) | *P* | OR(95%CI) | *P* |
| 糖尿病 | 1.95(1.12~3.38) | **0.018** |  |  |
| 脑血管病 | 3.21(1.45~7.10) | **0.004** | 3.18(1.73~7.71) | **0.009** |
| LDL-C | 1.70(1.28~2.25) | **<.001** | 1.81(1.04~3.14) | **0.035** |
| 心率 | 1.03(1.01~1.05) | **0.003** | 1.04(1.01~1.07) | **0.018** |
| TG | 1.52(1.23~1.89) | **<.001** |
| FBG | 1.12(1.03~1.21) | **0.005** |
| CK-MB | 1.01(1.01~1.01) | **0.016** |
| MYO | 1.01(1.01~1.01) | **0.025** |
| TyG指数 | 2.87(2.00~4.11) | **<.001** | 3.29(1.39~7.83) | **0.007** |

* 1. 建立多因素联合预测模型

根据多因素回归分析结果，将TyG指数及其他三个独立危险因素，包括脑血管病史、LDL-C、心率作为输入变量，构建联合预测模型：Logit（P）=1.15\*TyG指数+0.017\*心率+0.323\*脑血管病史+0.48\*LDL-C检测值-15.09。

2.5TyG指数及多因素联合预测模型对老年ACS患者发生院内MACE的预测价值

以院内MACE为结局，利用TyG指数及联合预测模型建立ROC曲线，TyG指数预测老年ACS患者发生院内MACE的曲线下面积（AUC）为0.780，F1值为0.556，灵敏度为69.0%，特异度为96.2%。联合预测模型的AUC为0.855，F1值为0.733，灵敏度为90.5%，特异度为84.6%。见表4，图2。

表4TyG指数及联合预测模型预测老年ACS患者发生院内MACE的ROC曲线分析结果

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | AUC | 灵敏度 | 特异度 | 阳性预测值 | 阴性预测值 | 准确度 | F1值 |
| TyG指数 | 0.780 | 0.690 | 0.962 | 0.989 | 0.391 | 0.605 | 0.556 |
| 联合预测模型 | 0.855 | 0.905 | 0.846 | 0.966 | 0.647 | 0.763 | 0.733 |

图表

描述已自动生成

图2TyG指数及联合预测模型预测老年ACS患者发生院内MACE的ROC曲线

1. **讨论**

目前国内外有研究证实TyG指数与冠状动脉钙化、颈动脉粥样硬化、有症状的冠脉疾病相关[7]，较少关于TyG指数对ACS患者临床结局影响的数据。本研究的主要目的是研究TyG指数对老年ACS患者预后的预测价值。

本研究我们发现在老年ACS患者中，院内MACE的发生和TyG指数间存在显著相关性，即使在调整混杂因素及心血管危险因素后，仍存在独立的相关性，且经RCS验证TyG指数水平与院内MACE风险呈线性相关。有大规模前瞻性研究也指出，TyG指数水平升高与MACE之间存在相关性[8],[9]。研究证实，TyG指数是STEMI患者PCI术后发生MACE的独立预测因子[10]，高TyG指数组与最低TyG指数组相比，PCI术后1年MACE的风险比为1.529(95%CI1.001–2.061;P=0.003) [11]。在非糖尿病的ACS患者中，也有研究证实高TyG组患者MACE发生率较低TyG明显升高[12]。

关于TyG指数与MACE的相关性机制尚不明确，考虑原因可能是IR可增加交感神经活性、儿茶酚胺分泌和心肌耗氧量，并通过激活肾素血管紧张素－醛固酮系统，加速心室重构，最终导致心功能不全[13]。同时IR可引起脂肪变性、炎症加剧和巨噬细胞产生多种影响，这可能会导致心血管代谢综合征，并增加心血管疾病风险[14]。IR降低了血管平滑肌细胞的存活率，使粥样斑块中的纤维帽变薄，可能促进动脉粥样硬化进展[15]，增加MACE风险。

ACS患者发生MACE临床预后复杂、治疗难度大，且治疗花费高昂，寻找可以预测ACS患者发生MACE的临床指标十分迫切。TyG指数在临床工作中较易获取，本研究也表明TyG指数与老年ACS患者院内MACE发生的发生独立相关，同时建立了包括TyG指数在内的回归模型，并且证实了他们对老年ACS患者院内MACE发生的预测价值。Wang等[16]研究表明TyG指数对糖尿病合并ACS患者发生MACE预测的敏感性为46.0%，特异性为63.6%，并可能作为MACE风险分层的标志物，但其独立预测时敏感性较低。与本研究结果一致，作者发现TyG指数预测老年ACS患者院内MACE的灵敏度为69.0%，特异度为96.2%，然而包括TyG指数在内的多因素联合预测模型灵敏度明显提升可达90.5%，特异度为84.6%。因此，在老年ACS患者的临床管理中，可以通过监测TyG指数及其他联合预测指标，提高院内MACE的预测能力，从而更加精确的实施个体化管理，降低院内MACE的发生率，改善患者预后。

本研究存在局限性，首先，本研究基于数据的观察，是回顾性研究，易受到未测的其他因素影响，如胰岛素使用情况，使得研究变量与相关因素间存在偏倚。其次，冠状动脉病变严重程度时只采用了冠脉病变支数，未考虑病变Genisi评分、斑块特点等情况，存在一定局限性。最后本研究样本且只纳入单中心数据，所以为进一步明确TyG指数对院内MACE预测价值需扩大样本量及范围进行研究。

1. **小结**

合并糖尿病、合并脑血管病、LDL-C、心率、TG、FBG、CK-MB、MYO、TyG指数老年ACS患者发生MACE的危险因素；控制混杂因素后脑血管病史、LDL-C、心率、TyG指数老年ACS患者发生MACE的独立危险因素。TyG指数水平升高与老年ACS患者MACE风险发生独立相关，且呈线性相关。TyG指数对老年ACS患者发生院内MACE有预测价值，有望成为早期识别老年ACS患者院内MACE发生的有效指标。

**利益冲突声明：**本文所有作者均声明不存在利益冲突。

**[参考文献]**

[1] 张新超, 于学忠, 陈凤英, and 朱华栋, ‘急性冠脉综合征急诊快速诊治指南(2019)’, 中国急救医学, vol. 39, no. 4, pp. 301–308, 2019.

[2] 陈红伟, 苏淑红, 王志方, 邢永生, 王培山, and 付云, ‘老年急性心肌梗死患者主要不良心血管事件的影响因素分析及预测研究’, 中华老年心脑血管病杂志, vol. 24, no. 3, pp. 260–263, 2022.

[3] 乔晶, 刘乙君, and 王彦, ‘甘油三酯-葡萄糖指数与胰岛素抵抗相关代谢性疾病的关系’, 国际内分泌代谢杂志, vol. 42, no. 3, pp. 223–226, 2022, doi: 10.3760/cma.j.cn121383-20210206-02013.

[4] N. M. K. Selvi, S. Nandhini, V. Sakthivadivel, S. Lokesh, A. R. Srinivasan, and S. Sumathi, ‘Association of Triglyceride-Glucose Index (TyG index) with HbA1c and Insulin Resistance in Type 2 Diabetes Mellitus’, *Maedica*, vol. 16, no. 3, pp. 375–381, Sep. 2021, doi: 10.26574/maedica.2021.16.3.375.

[5] J. Wang, X. Huang, C. Fu, Q. Sheng, and P. Liu, ‘Association between triglyceride glucose index, coronary artery calcification and multivessel coronary disease in Chinese patients with acute coronary syndrome’, *Cardiovasc. Diabetol.*, vol. 21, no. 1, p. 187, Sep. 2022, doi: 10.1186/s12933-022-01615-4.

[6] L.-C. Tao, J.-N. Xu, T.-T. Wang, F. Hua, and J.-J. Li, ‘Triglyceride-glucose index as a marker in cardiovascular diseases: landscape and limitations’, *Cardiovasc. Diabetol.*, vol. 21, no. 1, p. 68, May 2022, doi: 10.1186/s12933-022-01511-x.

[7] J. Alizargar, C.-H. Bai, N.-C. Hsieh, and S.-F. V. Wu, ‘Use of the triglyceride-glucose index (TyG) in cardiovascular disease patients’, *Cardiovasc. Diabetol.*, vol. 19, no. 1, p. 8, Jan. 2020, doi: 10.1186/s12933-019-0982-2.

[8] J.-L. Jin *et al.*, ‘Triglyceride glucose index for predicting cardiovascular outcomes in patients with coronary artery disease’, *J. Thorac. Dis.*, vol. 10, no. 11, pp. 6137–6146, Nov. 2018, doi: 10.21037/jtd.2018.10.79.

[9] S. Li *et al.*, ‘The role of the triglyceride (triacylglycerol) glucose index in the development of cardiovascular events: a retrospective cohort analysis’, *Sci. Rep.*, vol. 9, no. 1, p. 7320, May 2019, doi: 10.1038/s41598-019-43776-5.

[10] Q. Zhao *et al.*, ‘Impacts of triglyceride-glucose index on prognosis of patients with type 2 diabetes mellitus and non-ST-segment elevation acute coronary syndrome: results from an observational cohort study in China’, *Cardiovasc. Diabetol.*, vol. 19, no. 1, p. 108, Jul. 2020, doi: 10.1186/s12933-020-01086-5.

[11] E. Luo *et al.*, ‘High triglyceride-glucose index is associated with poor prognosis in patients with acute ST-elevation myocardial infarction after percutaneous coronary intervention’, *Cardiovasc. Diabetol.*, vol. 18, no. 1, p. 150, Nov. 2019, doi: 10.1186/s12933-019-0957-3.

[12] Y. Zhang, C. Chu, Z. Zhong, Y. Luo, F. Ning, and N. Guo, ‘High triglyceride–glucose index is associated with poor cardiovascular outcomes in Chinese acute coronary syndrome patients without diabetes mellitus who underwent emergency percutaneous coronary intervention with drug-eluting stents’, *Front. Endocrinol.*, vol. 14, p. 1101952, Feb. 2023, doi: 10.3389/fendo.2023.1101952.

[13] M. A. Hill *et al.*, ‘Insulin resistance, cardiovascular stiffening and cardiovascular disease’, *Metabolism.*, vol. 119, p. 154766, Jun. 2021, doi: 10.1016/j.metabol.2021.154766.

[14] J. Wittwer and D. Bradley, ‘Clusterin and Its Role in Insulin Resistance and the Cardiometabolic Syndrome’, *Front. Immunol.*, vol. 12, p. 612496, 2021, doi: 10.3389/fimmu.2021.612496.

[15] S. Wu *et al.*, ‘Association Between Insulin Resistance and Coronary Plaque Vulnerability in Patients With Acute Coronary Syndromes: Insights From Optical Coherence Tomography’, *Angiology*, vol. 70, no. 6, pp. 539–546, Jul. 2019, doi: 10.1177/0003319718809931.

[16] L. Wang *et al.*, ‘Triglyceride-glucose index predicts adverse cardiovascular events in patients with diabetes and acute coronary syndrome’, *Cardiovasc. Diabetol.*, vol. 19, no. 1, p. 80, Jun. 2020, doi: 10.1186/s12933-020-01054-z.