

doi: 10.13241/j.cnki.pmb.2024.14.015

血清 GGT、CysC、ApoB/ApoA1 比值与急性 ST 段抬高型心肌梗死合并 2 型糖尿病患者预后的关系*

李杰¹ 龙燕¹ 陈秋雄^{2△} 张磊³ 尹宪华³

(1 广州中医药大学第二临床医学院 广东 广州 510405; 2 广东省中医院心血管内科 广东 广州 510120;

3 重庆市永川区中医院急诊科 重庆 402160)

摘要 目的:探讨血清 γ -谷氨酰转氨酶(GGT)、胱抑素 C(CysC)、载脂蛋白 B/载脂蛋白 A1(ApoB/ApoA1)比值与急性 ST 段抬高型心肌梗死(ASTEMI)合并 2 型糖尿病(T2DM)患者预后的关系。**方法:**回顾性收集 175 例在广东省中医院行经皮冠状动脉介入治疗(PCI)的 ASTEMI 合并 T2DM 患者的临床资料,根据 PCI 术后 1 个月的预后分为不良预后组(63 例)和良好预后组(112 例),检测血清 GGT、CysC 水平和计算 ApoB/ApoA1 比值。采用多因素 Logistic 回归分析 ASTEMI 合并 T2DM 患者 PCI 术后不良预后的因素,受试者工作特征曲线(ROC)分析血清 GGT、CysC、ApoB/ApoA1 比值对 ASTEMI 合并 T2DM 患者 PCI 术后不良预后的预测价值。**结果:**术后随访 1 个月,175 例 ASTEMI 合并 T2DM 患者 PCI 术后不良预后发生率为 36.00%(63/175)。与良好预后组比较,不良预后组血清 GGT、CysC、ApoB/ApoA1 比值升高($P<0.05$)。Killip 分级 \geq II 级和血清 GGT、CysC、ApoB/ApoA1 比值升高为 ASTEMI 合并 T2DM 患者 PCI 术后不良预后的独立危险因素($P<0.05$)。血清 GGT、CysC、ApoB/ApoA1 比值联合预测 ASTEMI 合并 T2DM 患者 PCI 术后不良预后的曲线下面积(AUC)为 0.924,大于血清 GGT、CysC、ApoB/ApoA1 比值单独预测的 0.776、0.778、0.785。**结论:**血清 GGT、CysC、ApoB/ApoA1 比值升高与 ASTEMI 合并 T2DM 患者 PCI 术后不良预后有关,血清 GGT、CysC、ApoB/ApoA1 比值联合检测对 ASTEMI 合并 T2DM 患者 PCI 术后不良预后具有较高的预测价值。

关键词:急性 ST 段抬高型心肌梗死;2 型糖尿病; γ -谷氨酰转氨酶;胱抑素 C;载脂蛋白 B/载脂蛋白 A1 比值;预后
中图分类号:R542.22 **文献标识码:**A **文章编号:**1673-6273(2024)14-2683-06

Relationship between Serum GGT, CysC, ApoB/ApoA1 Ratio and Prognosis of Patients with Acute ST Elevation Myocardial Infarction Complicated with Type 2 Diabetes Mellitus*

LI Jie¹, LONG Yan¹, CHEN Qiu-xiong^{2△}, ZHANG Lei³, YIN Xian-hua³

(1 The Second Clinical Medical College of Guangzhou University of Traditional Chinese Medicine, Guangzhou, Guangdong, 510405, China;

2 Department of Internal Medicine-Cardiovascular, Guangdong Provincial Hospital of Traditional Chinese Medicine, Guangzhou,

Guangdong, 510120, China; 3 Department of Emergency, Chongqing Yongchuan District Traditional Chinese Medicine Hospital,

Chongqing, 402160, China)

ABSTRACT Objective: To investigate the relationship between serum γ -glutamyl transferase (GGT), cystatin C (CysC), apolipoprotein B/apolipoprotein A1 (ApoB/ApoA1) ratio and the prognosis of patients with acute ST elevation myocardial infarction (STEMI) complicated with type 2 diabetes mellitus (T2DM). **Methods:** The clinical data of 175 patients with ASTEMI complicated with T2DM who underwent percutaneous coronary intervention (PCI) in Guangdong Provincial Hospital of Traditional Chinese Medicine were retrospectively collected, patients were divided into poor prognosis group (63 cases) and good prognosis group (112 cases) according to the prognosis at 1 month after PCI, Serum GGT and CysC levels were detected and ApoB/ApoA1 ratio was calculated. The factors affecting the poor prognosis of ASTEMI patients complicated with T2DM after PCI were analyzed by multivariate Logistic regression, the predictive value of serum GGT, CysC and ApoB/ApoA1 ratio for the poor prognosis of ASTEMI patients complicated with T2DM after PCI were analyzed by receiver operating characteristic curve (ROC). **Results:** 1 month after follow-up, the incidence of poor prognosis after PCI in 175 ASTEMI patients complicated with T2 DM was 36.00%(63/175). Compared with good prognosis group, the serum GGT, CysC and ApoB/ApoA1 ratio in poor prognosis group increased($P<0.05$). Killip grade \geq II and elevated serum GGT, CysC, ApoB ApoA1 ratio were independent risk factors for poor prognosis in ASTEMI patients complicated with T2 DM after PCI ($P<0.05$). The area under the curve (AUC) of serum GGT, CysC and ApoB/ApoA1 ratio combined to predict the poor prognosis of ASTEMI patients complicated

* 基金项目:广东省基础与应用基础研究基金项目(2022A1515220191)

作者简介:李杰(1994-),女,在读硕士研究生,从事中西医结合治疗心血管内科疾病方向的研究,E-mail: byby2027@163.com

△ 通讯作者:陈秋雄(1961-),男,博士,主任医师,从事中西医结合治疗心血管内科疾病方向的研究,E-mail: eric1961chen@aliyun.com

(收稿日期:2024-02-08 接受日期:2024-02-24)

with T2DM after PCI was 0.924, which was greater than the 0.776, 0.778 and 0.785 predicted by serum GGT, CysC and ApoB/ApoA1 ratio alone. **Conclusion:** Elevated serum GGT, CysC and ApoB/ApoA1 ratio are relate to the poor prognosis of ASTEMI patients complicated with T2DM after PCI, and the combined detection of serum GGT, CysC and ApoB/ApoA1 ratio has a high predictive value for the poor prognosis of ASTEMI patients complicated with T2DM after PCI.

Key words: Acute ST elevation myocardial infarction; Type 2 diabetes mellitus; γ -glutamyl transferase; Cystatin C; Apolipoprotein B/apolipoprotein A1 ratio; Prognosis

Chinese Library Classification(CLC): R542.22 **Document code:** A

Article ID: 1673-6273(2024)14-2683-06

前言

冠心病是中国心血管疾病首位病因和第3位死亡原因,其中急性ST段抬高型心肌梗死(acute ST elevation myocardial infarction, ASTEMI)作为最严重的冠心病类型,住院患者病死率较高,给医疗和社会经济造成了巨大负担^[1,2]。2型糖尿病(type 2 diabetes mellitus, T2DM)是ASTEMI发病的独立危险因素,近年来随着T2DM患病率的持续增加,ASTEMI合并T2DM发生率也随之增加^[3]。经皮冠状动脉介入治疗(percutaneous coronary intervention, PCI)是ASTEMI患者恢复冠状动脉血流的常用疗法,但仍然部分有患者在成功再通后发生主要不良心血管事件而影响预后,合并T2DM的患者预后更差^[4]。因此,及时预测ASTEMI合并T2DM患者PCI术后预后很有必要。动脉粥样硬化(atherosclerosis, AS)是PCI术后不良预后的重要原因^[5]。 γ -谷氨酰转氨酶(γ -glutamyl transferase, GGT)是一种二聚体糖蛋白,能通过氧化应激和炎症参与AS发生发展^[6]。胱抑素C(cystatin C, CysC)是一种细胞外抑制素,能通过脂代谢和炎症参与AS发生发展^[7]。载脂蛋白(apolipoprotein, Apo)B/ApoA1比值是新近开发的指标,能通过反映脂代谢和炎症参与AS发生发展^[8]。据报道,血清GGT水平与ASTEMI患者预后有关^[9],CysC、ApoB/ApoA1比值有助于预测急性心肌梗死(acute myocardial infarction, AMI)发生^[10,11]。然而,关于血清GGT、CysC、ApoB/ApoA1比值与ASTEMI合并T2DM患者PCI术后预后的关系尚未得到证实,本研究旨在研究ASTEMI合并T2DM患者血清GGT、CysC、ApoB/ApoA1比值的变化,探讨三者与患者PCI术后预后的关系,为早期临床改善ASTEMI合并T2DM预后提供理论依据。

1 资料与方法

1.1 临床资料

回顾性收集2019年9月-2022年5月在广东省中医院行PCI术治疗的175例ASTEMI合并T2DM患者的临床资料,年龄范围40~76岁,平均(64.28 \pm 8.17)岁;女71例、男104例;T2DM病程:中位5.00(4.00,8.00)年;罪犯血管:左前降支+左回旋支+右冠状动脉、左回旋支+右冠状动脉、左前降支+右冠状动脉、右冠状动脉、左回旋支、左前降支分别有1例、3例、7例、65例、14例、85例;Killip分级: \geq II级、 $<$ II级分别有35例、140例;心肌肌钙蛋白I:中位14.51(6.69,25.65)ng/mL。纳入标准:(1)年龄18岁以上;(2)接受PCI术治疗;(3)ASTEMI和T2DM分别符合《急性ST段抬高型心肌梗死诊断和治疗指南(2019)》^[12]和《中国2型糖尿病防治指南(2020年版)》^[13]诊断

标准;(4)资料完整。排除标准:(1)既往冠心病史或先天性心脏病、心力衰竭、心脏瓣膜病、急性心包炎等其他心脏病;(2)其他急性冠脉综合征类型;(3)1型糖尿病等其他糖尿病类型或多囊卵巢综合征、脂肪肝病等其他代谢疾病;(4)失访;(5)恶性肿瘤、自身免疫性疾病;(6)再生障碍性贫血等血液系统疾病;(7)病变血管未能成功再通或既往血运重建;(8)院内死亡;(9)伴脑卒中等器质性疾病;(10)严重肝肾功能障碍;(11)主动脉夹层、急性肺动脉栓塞;(12)PCI术禁忌证(如电解质紊乱、精神病不能配合、造影剂过敏、严重心力衰竭等)。

1.2 方法

1.2.1 血清GGT、CysC、ApoB/ApoA1比值检测 采集3 mL ASTEMI合并T2DM患者PCI术前静脉血,经3000 \times g离心25 min,取上层血清用全自动生化分析仪(日立LABOSPECT 008 AS)及配套试剂盒检测GGT(GPNA底物法)、ApoB(免疫比浊法)、ApoA1(免疫比浊法)水平,计算ApoB/ApoA1比值;使用深圳子科生物科技有限公司提供的酶联免疫吸附法试剂盒(编号:ZK-H838)检测CysC水平。

1.2.2 资料收集 收集并统计ASTEMI合并T2DM患者一般资料,包括性别、年龄、T2DM病程、吸烟、高脂血症、高血压、卒中史、罪犯血管、Killip分级、ST段抬高水平、血糖、糖化血红蛋白、心肌肌钙蛋白I、肌酸激酶同工酶、血脂四项、入门至球囊扩张时间、支架数量、出院后应用药物等。

1.3 预后分组

ASTEMI合并T2DM患者PCI术后随访1个月(电话或门诊),根据是否发生血运重建、心力衰竭、支架内血栓/再狭窄、再发AMI、恶性心律失常、全因死亡等主要不良心血管事件^[14]分为不良预后组和良好预后组。

1.4 统计学分析

使用SPSS28.0软件进行统计分析和GraphPad Prism 8.0软件制图。(%)表示的计数资料使用 χ^2 或Fisher检验; $M(P_{25}, P_{75})$ 表示的偏态计量资料使用U检验;表示的正态计量资料使用t检验;多因素Logistic回归分析ASTEMI合并T2DM患者PCI术后不良预后的因素;受试者工作特征曲线(ROC)分析血清GGT、CysC、ApoB/ApoA1比值对ASTEMI合并T2DM患者PCI术后不良预后的预测价值,DeLong检验比较血清GGT、CysC、ApoB/ApoA1比值单独与联合预测的曲线下面积(area under the curve, AUC);检验水准设定为 $\alpha=0.05$ 。

2 结果

2.1 两组血清GGT、CysC、ApoB/ApoA1比值比较

PCI术后随访1个月,175例ASTEMI合并T2DM患者

PCI 术后有 63 例发生主要不良心血管事件,血运重建、心力衰竭、支架内血栓 / 再狭窄、再发 AMI、全因死亡分别有 19 例、11 例、16 例、12 例、5 例,不良预后发生率为 36.00%(63/175)。与良好预后组比较,不良预后组血清 GGT、CysC、ApoB/ApoA1 比值升高($P<0.05$)。见表 1。

表 1 两组血清 GGT、CysC、ApoB/ApoA1 比值比较
Table 1 Comparison of serum GGT, CysC and ApoB/ApoA1 ratio between two groups

Groups	n	GGT(U/L, $\bar{x} \pm s$)	CysC[mg/L, $M(P_{25}, P_{75})$]	ApoB/ApoA1 ratio [$M(P_{25}, P_{75})$]
Poor prognosis group	63	49.45 \pm 11.42	1.05(0.99,1.14)	2.02(1.52,2.48)
Good prognosis group	112	38.19 \pm 8.80	0.93(0.80,1.03)	1.43(0.94,1.80)
t/U	-	6.772	-6.101	-6.248
P	-	<0.001	<0.001	<0.001

2.2 2 组一般资料比较

与良好预后组比较,不良预后组 KILLIP 分级 \geq II 级比例、罪犯血管、血糖、血脂四项、入门至球囊扩张时间、出院后应用糖化血红蛋白、心肌肌钙蛋白 I、肌酸激酶同工酶升高($P<0.05$), 两组性别、年龄、T2DM 病程、吸烟、高脂血症、高血压、卒中心、药物比较无差异($P>0.05$)。见表 2。

表 2 两组一般资料比较
Table 2 Comparison of general information between two groups

Project	Poor prognosis group (n=63)	Good prognosis group (n=112)	$\chi^2/t/U$	P
Sex [cases (%)]				
Male	41(65.08)	63(56.25)	1.304	0.254
Female	22(34.92)	49(43.75)		
Age (years, $\bar{x} \pm s$)	62.37 \pm 8.87	60.01 \pm 7.66	1.844	0.067
Duration of T2DM [years, $M(P_{25}, P_{75})$]	6.00(4.00,8.00)	5.00(3.00,7.75)	-0.835	0.404
Smoking [example (%)]	37(58.73)	50(44.64)	3.201	0.074
Hyperlipidemia [cases (%)]	22(34.92)	33(29.46)	0.557	0.455
Hypertension [example (%)]	39(61.90)	56(50.00)	2.303	0.129
History of stroke [example (%)]	12(19.05)	11(9.82)	3.007	0.083
Criminal vessel [example (%)]				
Left anterior descending branch	26(41.27)	59(52.68)	9.638	0.086
Left circumflex branch	3(4.76)	11(9.82)		
Right coronary artery	26(41.27)	39(34.82)		
Left anterior descending branch and right coronary artery	5(7.94)	2(1.79)		
Left circumflex branch and right coronary artery	2(3.17)	1(0.89)		
Left anterior descending branch and left circumflex branch and right coronary artery	1(1.59)	0(0.00)		
Killip classification [example (%)]				
\geq II Class	21(33.33)	14(12.50)	10.938	0.001
< II Class	42(66.67)	98(87.50)		
ST segment elevation level (mm, $\bar{x} \pm s$)	13.52 \pm 4.52	12.47 \pm 4.17	1.551	0.123
blood glucose [mmol/L, $M(P_{25}, P_{75})$]	8.77(8.48,9.08)	8.66(8.32,8.93)	-1.840	0.066
Glycosylated hemoglobin (% , $\bar{x} \pm s$)	8.05 \pm 0.65	7.77 \pm 0.63	2.801	0.006
Cardiac troponin I [ng/mL, $M(P_{25}, P_{75})$]	17.56(14.21,25.67)	11.71(6.00,25.65)	-2.733	0.006
Creatine kinase isoenzyme [U/L, $M(P_{25}, P_{75})$]	210.97(84.60,320.08)	144.92(93.77,242.50)	-2.431	0.015

TC(mmol/L, $\bar{x} \pm s$)	4.56± 0.24	4.49± 0.36	1.350	0.179
TG(mmol/L, $\bar{x} \pm s$)	1.63± 0.25	1.62± 0.25	0.190	0.849
HDL-C(mmol/L, $\bar{x} \pm s$)	1.11± 0.30	1.14± 0.20	-0.740	0.461
LDL-C(mmol/L, $\bar{x} \pm s$)	3.20± 0.20	3.16± 0.27	1.137	0.257
door-to-balloon time (min, $\bar{x} \pm s$)	96.87± 21.32	90.66± 23.73	1.723	0.087
Number of brackets [pcs, $M(P_{25}, P_{75})$]	2.00(1.00,2.00)	2.00(1.00,2.00)	-0.812	0.417
Use of drugs after discharge [cases (%)]				
Dual antiplatelet therapy	63(100.00)	110(98.21)	-	0.537
Angiotensin-converting enzyme inhibitors or angiotensin receptor blockers	37(58.73)	54(48.21)	1.786	0.181
Angiotensin receptor - enkephalin inhibitors	2(3.17)	0(0.00)	-	0.128
β-blocker	53(84.13)	94(83.93)	0.001	0.973
Statins	61(96.83)	111(99.11)	0.260	0.610
Metformin	26(41.27)	37(33.04)	1.187	0.276
Other hypoglycemic drugs	17(26.98)	34(30.36)	0.222	0.637
Insulin injection	18(28.57)	40(35.71)	0.928	0.335

Note: "-" represents Fisher's test.

2.3 ASTEMI 合并 T2DM 患者 PCI 术后不良预后的多因素 Logistic 回归分析

以不良预后(是/否=1/0)为因变量,表 1、表 2 有差异的项目[Killip 分级(\geq II 级/ $<$ II 级=1/0)、糖化血红蛋白、心肌肌钙蛋白 I、肌酸激酶同工酶、GGT、CysC、ApoB/ApoA1 比(连续

变量均原录入)]为自变量,进行 Logistic 回归分析。结果显示: Killip 分级 \geq II 级和 GGT、CysC、ApoB/ApoA1 比升高为 ASTEMI 合并 T2DM 患者 PCI 术后不良预后的独立危险因素 ($P<0.05$)。见表 3。

表 3 ASTEMI 合并 T2DM 患者 PCI 术后不良预后的多因素 Logistic 回归分析

Table 3 Multifactorial logistic regression analysis of poor prognosis after PCI in patients with ASTEMI complicated with T2DM

Variable	β	SE	Wald χ^2	P	OR	95%CI
Killip grade \geq II Class	1.161	0.539	4.637	0.031	3.192	1.110~9.179
Elevated glyated haemoglobin	0.507	0.436	1.354	0.245	1.660	0.707~3.900
Elevated cardiac troponin I	0.005	0.003	3.670	0.055	1.005	1.000~1.010
Elevated creatine kinase isoenzyme	0.003	0.002	2.283	0.131	1.003	0.999~1.007
Elevated GGT	0.110	0.029	14.318	<0.001	1.116	1.054~1.181
Elevated CysC	0.093	0.022	17.391	<0.001	1.097	1.051~1.146
Elevated ApoB/ApoA1 ratio	0.023	0.054	17.992	<0.001	1.259	1.132~1.400

2.4 血清 GGT、CysC、ApoB/ApoA1 比对 ASTEMI 合并 T2DM 患者 PCI 术后不良预后的预测价值

通过 Logistic 回归拟合血清 GGT、CysC、ApoB/ApoA1 比联合预测概率 [$\ln(P/1-P)=-18.617+0.116 \times \text{GGT}+0.092 \times \text{CysC}+0.236 \times \text{ApoB/ApoA1 比}$]。绘制血清 GGT、CysC、ApoB/ApoA1 比单独与联合预测 ASTEMI 合并 T2DM 患者 PCI 术后不良预后的 ROC 曲线,并计算和比较 AUC。结果显示:血清 GGT、CysC、ApoB/ApoA1 比联合预测的 AUC 为 0.924,大于血清 GGT、CysC、ApoB/ApoA1 比单独预测的 0.776、0.778、0.785(Z 分别为 4.422、4.591、4.707, P 均 <0.001)。见表 4 和图 1。

3 讨论

ASTEMI 和 T2DM 是临床常见病,二者具有多种共同的危险因素(如肥胖、高血压、高胆固醇和缺乏运动等),T2DM 能通过糖脂代谢紊乱阻塞冠状动脉导致 ASTEMI 发生,ASTEMI 也能通过胰岛素抵抗和代谢紊乱加重现有糖尿病进展,二者合并后可进一步促进病情进展,故合并 T2DM 的 ASTEMI 患者往往相比未合并 T2DM 患者的冠脉病变更严重和 PCI 术后预后更差^[3,15]。本研究 ASTEMI 合并 T2DM 患者 PCI 术后 1 个月不良预后发生率为 36.00%,与国内学者孙宗祺等^[14]报道的 34.78%相近,说明 ASTEMI 合并 T2DM 患者预后较差。早期准

表 4 血清 GGT、CysC、ApoB/ApoA1 比对 ASTEMI 合并 T2DM 患者 PCI 术后不良预后的预测价值

Table 4 The predictive value of serum GGT, CysC, ApoB/ApoA1 ratio on the poor prognosis of ASTEMI patients complicated with T2DM after PCI

Indexs	AUC	95%CI	P	Cut-off	Sensitivity (%)	Specificity (%)	Youden index
GGT	0.776	0.707~0.836	<0.001	44.65 U/L	71.43	77.68	0.491
CysC	0.778	0.709~0.837	<0.001	0.98 mg/L	80.95	66.96	0.479
ApoB/ApoA1 ratio	0.785	0.717~0.843	<0.001	2.04	49.21	91.07	0.403
Combination	0.924	0.874~0.958	<0.001	0.44	79.37	91.07	0.704

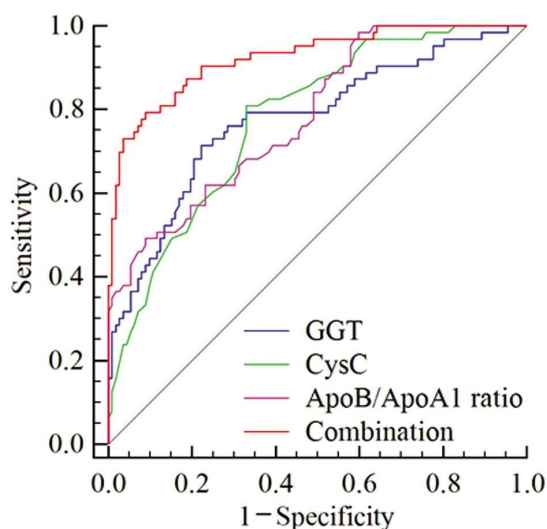


图 1 血清 GGT、CysC、ApoB/ApoA1 比值预测 ASTEMI 合并 T2DM 患者 PCI 术后不良预后的 ROC 曲线

Fig.1 ROC curve of serum GGT, CysC and ApoB/ApoA1 ratio in predicting the poor prognosis of ASTEMI patients complicated with T2DM after PCI

准确地预测 ASTEMI 合并 T2DM 患者 PCI 术后预后，有助于采取更积极的治疗、管理策略和预后的改善。

AS 不仅参与 ASTEMI 发生，还能通过加重冠状动脉狭窄或阻塞影响 PCI 术后缺血心肌再灌注效果，加剧心功能损害，从而增加多种主要不良心血管事件而降低预后^[6]。AS 是多种因素参与的过程，氧化应激、血脂紊乱、炎症在其中发挥至关重要的作用^[7]。GGT 是主要存在于肝脏、胰脏、脾脏、肾脏和胆囊等组织中的酶，在体内的作用是参与谷氨酸的转移代谢，此外 GGT 还参与细胞内氧化还原过程，GGT 能在氧化还原过程中产生活性氧，进而激活氧化应激和炎症反应^[6]。肝脏是重要的代谢调节器官和胰岛素清楚的主要场所，GGT 作为反映肝功能水平的重要指标，其浓度升高常反映胰岛素抵抗，是 T2DM 发病的重要危险因素^[8]。实验发现，促炎型巨噬细胞能增强 AS 斑块内 GGT 积累，进而促进 AS 斑块不稳定进展^[9]。AS 细胞模型中，上调 GGT 可激活 Toll 样受体 4/核因子- κ B 信号通路，通过炎症促进 AS 发生发展^[20]。近年有学者报道，血清 GGT 升高与 ASTEMI 患者预后有关^[9]，还与 T2DM 合并冠心病患者冠状动脉狭窄程度加重有关^[21]。本研究结果显示，血清 GGT 水平升高的 ASTEMI 合并 T2DM 患者 PCI 术后不良预后风险更高。分析原因如下：(1)GGT 能通过细胞内氧化还原过程促进氧化应激，并以此激活炎症反应共同促进 AS 形成，加重冠状动脉

微循环功能障碍，导致心肌损伤进一步加重而增加不良预后风险^[4]；(2)GGT 升高反映肝功能障碍，通过增强胰岛素抵抗促进冠状动脉 AS 形成和功能障碍，导致不良预后风险增加^[17]；(3)GGT 介导的氧化应激和炎症还能诱导心肌及内皮细胞凋亡，加剧心肌缺血后损伤，增加不良预后风险^[22]。

CysC 是一种由核糖体合成的小分子蛋白质，在各种体液和有核细胞中均广泛存在，其主要功能是抑制内源性半胱氨酸蛋白酶活性，由于 CysC 主要由肾脏代谢，因此通常被认为是肾小球滤过的良好标志物^[7]。基于 CysC 与肾功能的关系，近年来 CysC 被报道与糖尿病肾病密切相关，如陈朝娟等^[23]报道，血清 CysC 水平随着早期糖尿病肾病患者肾功能降低而升高。匡蕾等^[24]报道，血清 CysC 水平升高不仅加重了糖尿病肾病患者病变严重程度，还与主要不良心血管事件发生有关。血清 CysC 水平升高会增加 AMI 风险^[10]，并与 AMI 患者 PCI 术后心室重构和心功能降低有关^[25]。然而，关于血清 CysC 与 ASTEMI 合并 T2DM 患者 PCI 术后预后的关系尚未可知。本研究结果显示，血清 CysC 水平升高的 ASTEMI 合并 T2DM 患者 PCI 术后不良预后风险更高。分析原因为血清 CysC 水平是反映肾小球滤过的良好标志物，血清 CysC 水平升高反映 ASTEMI 合并 T2DM 患者肾功能不全，肾功能不全会加重患者心脏负荷，诱导心室肥厚和心室重构，从而增加不良预后风险^[26]。

ApoB 是一种主要存在于低密度脂蛋白和极低密度脂蛋白等脂蛋白颗粒表面的蛋白，参与内源性脂肪、膳食脂肪运输和脂质沉积，同时承载 ApoB 的氧化低密度脂蛋白可激活内皮细胞、巨噬细胞促进炎症反应；ApoA1 是高密度脂蛋白的主要蛋白成份，能够逆转胆固醇运输并促进胆固醇的排泄，并抑制单核细胞趋化、黏附和活化发挥抗炎作用，ApoB/ApoA1 比值可以很好地反映脂代谢和炎症平衡^[8]。研究表明，血清 ApoB/ApoA1 比值升高增加了不稳定型心绞痛进展为急性心肌梗死风险^[27]；血清 ApoB/ApoA1 比值升高会增加 AMI 风险^[11]；血清 ApoB/ApoA1 比值升高与首发急性心肌梗死患者 PCI 术后心力衰竭发生有关^[28]。本研究结果显示，血清 ApoB/ApoA1 比值升高的 ASTEMI 合并 T2DM 患者 PCI 术后不良预后风险更高。究其原因，血清 ApoB/ApoA1 比值升高反映脂质代谢异常，促进冠状动脉微循环功能障碍加重，影响心肌血供增加不良预后风险；同时，血清 ApoB/ApoA1 比值升高反映炎症与抗炎失衡，炎症反应增强通过影响心肌血流灌注和诱导心肌细胞凋亡而导致不良预后风险增加^[29]。

本研究结果还发现，Killip 分级 \geq II 级的 ASTEMI 合并 T2DM 患者 PCI 术后不良预后风险更高，考虑与该类患者心功

能更差有关。ROC 曲线显示,血清 GGT、CysC、ApoB/ApoA1 比值预测 ASTEMI 合并 T2DM 患者 PCI 术后不良预后的 AUC 为 0.776、0.778、0.785, 血清 GGT、CysC、ApoB/ApoA1 比值联合预测的 AUC 为 0.924, 大于血清 GGT、CysC、ApoB/ApoA1 比值单独预测。这说明血清 GGT、CysC、ApoB/ApoA1 比值有助于 ASTEMI 合并 T2DM 患者预后预测,同时检测血清 GGT、CysC、ApoB/ApoA1 比值可以更准确地预测 ASTEMI 合并 T2DM 患者预后。

综上所述,ASTEMI 合并 T2DM 患者血清 GGT、CysC、ApoB/ApoA1 比值升高,是 PCI 术后不良预后的独立危险因素,血清 GGT、CysC、ApoB/ApoA1 比值联合预测 ASTEMI 合并 T2DM 患者 PCI 术后不良预后的价值较高。

参考文献(References)

[1] 《中国心血管健康与疾病报告 2022》编写组.《中国心血管健康与疾病报告 2022》概述[J]. 中国心血管病研究, 2023, 21(7): 577-600.

[2] 国家中医药管理局重大疑难疾病(急性心肌梗死)中西医结合临床协作试点项目组, 通心络防治急性 ST 段抬高型心肌梗死心肌无再流专家共识编制组. 中药通心络防治急性 ST 段抬高型心肌梗死心肌无再流中国专家共识 (2022 年)[J]. 疑难病杂志, 2022, 21(7): 675-682.

[3] 中华医学会心血管病学分会代谢性心血管病学组, 中华心血管病杂志编辑委员会. 心血管病合并糖代谢异常患者心血管风险综合管理中国专家共识[J]. 中华心血管病杂志, 2021, 49(7): 656-672.

[4] 中华医学会心血管病学分会, 中华心血管病杂志编辑委员会. ST 段抬高型心肌梗死患者急诊 PCI 微循环保护策略中国专家共识[J]. 中华心血管病杂志, 2022, 50(3): 221-230.

[5] 中国康复医学会心脏介入治疗与康复专业委员会, 世界中医药学会联合会心脏康复专业委员会, 世界中医药学会联合会介入心脏病学专业委员会. 经皮冠状动脉介入术后中西医结合心脏康复专家共识[J]. 中国康复医学杂志, 2022, 37(11): 1517-1528.

[6] 任懿, 尹伶. γ -谷氨酰转氨酶与心血管疾病相关性的研究进展[J]. 实用心脑血管病杂志, 2020, 28(5): 107-111.

[7] 王建彬, 邱龄. 胱抑素 C 与冠心病关系的研究进展 [J]. 中西医结合心脑血管病杂志, 2021, 19(5): 783-786.

[8] Kounatidis D, Vallianou NG, Poulaki A, et al. ApoB100 and atherosclerosis: What's new in the 21st century? [J]. *Metabolites*, 2024, 14(2): 123.

[9] 胡广全, 汪麟, 方玉, 等. 急性 ST 段抬高型心肌梗死患者血清 Lp(a)、UA、GGT 与冠状动脉病变和 PCI 术后主要心血管不良事件的关系研究[J]. 现代生物医学进展, 2023, 23(13): 2489-2493, 2449.

[10] 阮士苗, 刘松, 曹丽华, 等. 胱抑素 C 及颈动脉超声预测急性心肌梗死的临床价值分析[J]. 中国医刊, 2021, 56(10): 1072-1075.

[11] 曹学民, 张颖. 血清 ApoB/ApoA1、LTBP-2、VASP 对不稳定型心绞痛进展至急性心肌梗死的预测效能 [J]. 河北医药, 2023, 45(11): 1637-1640, 1645.

[12] 中华医学会心血管病学分会, 中华心血管病杂志编辑委员会. 急性 ST 段抬高型心肌梗死诊断和治疗指南(2019)[J]. 中华心血管病杂志, 2019, 47(10): 766-783.

[13] 中华医学会糖尿病学分会. 中国 2 型糖尿病防治指南(2017 年版)

[J]. 中华糖尿病杂志, 2018, 10(1): 4-67.

[14] 孙宗祺, 孙磊, 章福彬, 等. 急性 ST 段抬高型心肌梗死合并 2 型糖尿病患者 PCI 术前后与平均血糖波动幅度的相关性[J]. 中国急救复苏与灾害医学杂志, 2023, 18(5): 587-591.

[15] 中国医师协会心血管内科医师分会.《2 型糖尿病患者泛血管疾病风险评估与管理中国专家共识(2022 版)》专家组.2 型糖尿病患者泛血管疾病风险评估与管理中国专家共识 (2022 版)[J]. 中华糖尿病杂志, 2022, 14(10): 1017-1034.

[16] 王爱琴. 瑞舒伐他汀与辛伐他汀对急性 ST 段抬高型心肌梗死患者经皮冠状动脉介入治疗术后存活心肌功能及动脉粥样硬化的影响[J]. 实用心脑血管病杂志, 2014, 22(6): 23-24.

[17] 中华心血管病杂志(网络版)编辑委员会. 动脉粥样硬化斑块的筛查与临床管理专家共识[J]. 中华心血管病杂志(网络版), 2022, 05(1): 1-13.

[18] 白云端, 苗鑫蕾, 唐桂敏, 等. 健康体检队列人群 γ -谷氨酰转氨酶发展轨迹与新发 2 型糖尿病的相关性研究 [J]. 中华糖尿病杂志, 2023, 15(6): 533-539.

[19] Pucci A, Franzini M, Matteucci M, et al. b-Gamma-glutamyltransferase activity in human vulnerable carotid plaques[J]. *Atherosclerosis*, 2014, 237(1): 307-313.

[20] Sanguinetti C, Scalise V, Neri T, et al. Binding of gamma-glutamyl transferase to TLR4 signalling allows tissue factor activation in monocytes[J]. *Int J Mol Sci*, 2022, 23(20): 12207.

[21] 闫庆凯. 2 型糖尿病合并冠心病患者血清 GGT 与冠脉病变严重程度的相关性[D]. 重庆:第三军医大学, 2015.

[22] Koyama T, Tsubota A, Sawano T, et al. Involvement of γ -glutamyl transpeptidase in ischemia/reperfusion-induced cardiac dysfunction in isolated rat hearts[J]. *Biol Pharm Bull*, 2019, 42(11): 1947-1952.

[23] 陈朝娟, 陈丽, 王新, 等. 早期糖尿病肾病肾功能转归与 CysC、BUN 和 mAlb、a1-MG 水平变化的关系 [J]. 中国实验诊断学, 2023, 27(8): 891-894.

[24] 匡蕾, 戴武, 邹玲玲, 等. 血清 CysC、CRP 及 GADA 与糖尿病肾病患者病变严重程度及心血管事件的关系[J]. 分子诊断与治疗杂志, 2023, 15(4): 660-664.

[25] 安静霞, 郭会敏, 李辉. CysC、cTn I 水平及心功能指标对 AMI 患者 PCI 术后短期预后的预测价值 [J]. 标记免疫分析与临床, 2023, 30(4): 636-640.

[26] 饶甲环, 马煜盛, 龙洁旒, 等. 肾功能不全致心血管疾病机制的研究进展[J]. 广东医学, 2018, 39(15): 2388-2390.

[27] 刘超, 唐洁, 孟凡鹏, 等. 首发急性心肌梗死患者经皮冠状动脉介入治疗后射血分数保留的心力衰竭的影响因素研究[J]. 实用心脑血管病杂志, 2019, 27(8): 31-36.

[28] Fu C, Liu D, Liu Q, et al. Revisiting an old relationship: the causal associations of the ApoB/ApoA1 ratio with cardiometabolic diseases and relative risk factors—a mendelian randomization analysis [J]. *Cardiovasc Diabetol*, 2024, 23(1): 51.

[29] 熊静, 赵丹雪, 冯晓敏, 等. 血清 ApoB/ApoA1 比值、TG/HDL-C 比值、LDH 及 ALP 水平与冠心病患者冠状动脉病变严重程度的关系及其预测价值分析 [J]. 现代生物医学进展, 2023, 23(19): 3660-3664.