

# 肌肉减少指数对急性心肌梗死患者急诊PCI术后发生院内不良事件的预测价值

李成思<sup>1,2</sup>, 王张羽<sup>1,2</sup>, 曹少清<sup>1,2</sup>, 王玉琴<sup>1,2</sup>, 叶江平<sup>1,2</sup>, 刘叶红<sup>3</sup>, 靳天慧<sup>3</sup>, 宗刚军<sup>1,2,3\*</sup>

<sup>1</sup>安徽医科大学无锡临床学院心内科, 江苏无锡 214044; <sup>2</sup>安徽医科大学第五临床医学院, 安徽合肥 230032; <sup>3</sup>解放军联勤保障部队第904医院心血管内科, 江苏无锡 214044

[中图分类号] R541.4 [文献标志码] A [DOI] 10.11855/j.issn.0577-7402.0866.2023.1208

[声明] 本文所有作者声明无利益冲突

[引用本文] 李成思, 王张羽, 曹少清, 等. 肌肉减少指数对急性心肌梗死患者急诊PCI术后发生院内不良事件的预测价值[J]. 解放军医学杂志, 2024, 49(4): 408-415.

[收稿日期] 2023-06-25 [录用日期] 2023-07-28 [上线日期] 2023-12-08

**[摘要]** **目的** 探讨血清肌酐/胱抑素C比值(SCr/Cys C)作为肌肉减少指数(SI), 与急性心肌梗死(AMI)患者行急诊经皮冠状动脉介入治疗(PCI)后, 发生院内不良事件之间的相关性, 并评估SI预测发生院内主要不良心血管事件(MACEs)的效能。**方法** 选取2020年1月—2023年3月在解放军联勤保障部队第904医院接受急诊PCI的306例AMI患者进行回顾性分析。根据患者术后住院期间是否发生MACEs分为MACEs组( $n=43$ )与非MACEs组( $n=263$ )。收集两组患者的临床特征和急诊PCI术前实验室检查结果并进行比较。对有差异的指标进一步采用单因素和多因素logistic回归分析影响AMI患者PCI术后住院期间发生MACEs的独立危险因素, 并绘制受试者工作特征(ROC)曲线评价SI的预测效能。**结果** AMI患者住院期间MACEs发生率为14.1%。术前MACEs组SI水平明显低于非MACEs组, 差异有统计学意义( $P<0.001$ )。通过多次校正多因素logistic回归分析结果显示, 新发房颤、Killip 2—4级、SI、三酰甘油是急诊PCI术后院内不良事件的独立危险因素。ROC曲线结果显示, 采用SCr/Cys C比值计算的SI(AUC=0.741, 95%CI 0.666~0.816)对急诊PCI术后MACEs的预测价值优于单项Cys C(AUC=0.658, 95%CI 0.570~0.746), 差异有统计学意义( $P<0.05$ ), 且SI的最佳截断值为78.14。根据截断值对SI分层后, 与较高的SI组相比, 较低的SI组具体不良事件心力衰竭( $P<0.001$ )、恶性心律失常( $P=0.009$ )、卒中( $P=0.003$ )的发生更多, 差异有统计学意义。**结论** SI是AMI患者行急诊PCI术后住院期间发生MACEs的独立危险因素, 是预测患者预后的有效指标。

**[关键词]** 肌肉减少指数; 急性心肌梗死; 主要不良心血管事件; 血清肌酐/胱抑素C; 经皮冠状动脉介入治疗

## Sarcopenia index as a predictor of in-hospital adverse events in patients with acute myocardial infarction after emergency PCI

Li Cheng-Si<sup>1,2</sup>, Wang Zhang-Yu<sup>1,2</sup>, Cao Shao-Qing<sup>1,2</sup>, Wang Yu-Qin<sup>1,2</sup>, Ye Jiang-Ping<sup>1,2</sup>, Liu Ye-Hong<sup>3</sup>, Jin Tian-Hui<sup>3</sup>, Zong Gang-Jun<sup>1,2,3\*</sup>

<sup>1</sup>Department of Cardiology, Wuxi Clinical College of Anhui Medical University, Wuxi, Jiangsu 214044, China

<sup>2</sup>Department of Cardiology, the Fifth School of Clinical Medicine, Anhui Medical University, Hefei, Anhui 230032, China

<sup>3</sup>Department of Cardiology, the 904th Hospital of PLA Joint Logistics Support Force, Wuxi, Jiangsu 214044, China

\*Corresponding author, E-mail: zonggj@163.com

This work was supported by the Major Project of Jiangsu Commission of Health (ZD2021020)

**[Abstract]** **Objective** To investigate the association between the serum creatinine/cystatin C ratio (SCr/Cys C) as a Sarcopenia index (SI) and the incidence of in-hospital adverse events in patients with acute myocardial infarction (AMI) undergoing emergency percutaneous coronary intervention (PCI). Additionally, we evaluate the predictive efficacy of the SI in predicting major

[基金项目] 江苏省卫健委重大课题(ZD2021020)

[作者简介] 李成思, 硕士研究生, 主要从事冠心病、急性冠脉综合征等方面的研究

[通信作者] 宗刚军, E-mail: zonggj@163.com

adverse cardiovascular events (MACEs) during hospitalization. **Methods** A total of 306 patients with AMI who underwent emergency PCI in the 904th Hospital of PLA Joint Logistics Support Force from January 2020 to March 2023 were consecutively included in this retrospective analysis. Patients were divided into two groups based on the occurrence of MACEs during hospitalization: MACEs group ( $n=43$ ) and non-MACEs group ( $n=263$ ). Clinical characteristics and pre-PCI laboratory test results were collected. Univariate and multivariate logistic regression analyses were performed to identify independent risk factors for MACEs. The predictive performance of SI was assessed using receiver operating characteristic (ROC) curve analysis. **Results** The incidence of in-hospital MACEs in AMI patients was 14.1%. The results of the independent samples t-test showed that the SI level in MACEs group was significantly lower than that in non-MACEs group, with a statistically significant difference ( $P<0.001$ ). The results of the multivariate logistic regression analysis suggested that new-onset atrial fibrillation, Killip class 2-4, SI, and TG were independent risk factors for in-hospital adverse events after emergency PCI. The ROC curve results showed that the predictive value of SI (AUC=0.741, 95%CI 0.666-0.816) using the SCr/Cys C ratio was superior to that of single Cys C (AUC=0.658, 95%CI 0.570-0.746) for predicting post-PCI MACEs, with a statistically significant difference ( $P<0.05$ ), and the optimal cutoff value for SI was 78.14. After stratifying SI based on the cutoff value, the results of the independent samples t-test showed that compared to the higher SI group, the lower SI group had a higher occurrence of specific adverse events such as heart failure ( $P<0.001$ ), malignant arrhythmias ( $P=0.009$ ), and strokes ( $P=0.003$ ), with statistically significant differences. **Conclusions** The results highlight SI as an independent risk factor for MACEs during hospitalization after emergency PCI in AMI patients. Furthermore, SI has proven to be an effective prognostic index for patient outcomes.

**[Key words]** Sarcopenia index; acute myocardial infarction; major adverse cardiovascular events; serum creatinine/cystatin C; percutaneous coronary intervention

急性心肌梗死(acute myocardial infarction, AMI)是心血管疾病中较严重的类型,在世界范围内发病率和病死率均较高<sup>[1]</sup>。肥胖作为冠心病的危险因素,既往许多国内外大型研究均提示,肥胖与心血管疾病病死率增高有关<sup>[2-3]</sup>,但新近有研究发现肥胖在心血管疾病住院患者尤其是老年患者中起保护作用<sup>[4-5]</sup>。基于体重指数(BMI)的研究发现,BMI增高与较低的住院病死率独立相关,超重组心血管全因死亡率与轻度肥胖组比较明显降低,且BMI为 $35\text{ kg/m}^2$ 的冠心病患者死亡风险降低<sup>[6-7]</sup>。这些研究表明,BMI缺乏对体脂和肌肉质量的描述,在没有超重的情况下,脂肪量的增加、肌肉质量的下降,以及脂肪向腹部重新分布均可发生。2010年,欧洲老年人肌肉减少症工作组(EWGSOP)发布了肌肉减少症的定义<sup>[8]</sup>,提示肌肉减少症是一种肌肉衰竭疾病,其根源是终生不断累积的不良肌肉变化。而众多研究证实,肌肉减少症与各种心血管疾病的风险<sup>[9-14]</sup>和病死率增高<sup>[15-17]</sup>相关。目前判断肌肉减少症的方法多依赖于全身肌肉质量即阑尾肌肉质量、磁共振成像(MRI)、双能X线吸收仪(DXA)、生物电阻抗分析(BIA)等工具实现<sup>[18]</sup>。这些检测方法和工具或多或少受到场地、经济成本及从业人员的限制,难以在临床工作中广泛开展。因此,基于血清肌酐(SCr)与胱抑素C(Cys C)的比值的计算—肌肉减少指数(sarcopenia index, SI)应运而生<sup>[19]</sup>。近期已有报道,较低的SI是阻塞性冠状动脉疾病(CAD)患者发生长期主要不良心血管事件(major adverse cardiovascular events, MACEs)的独立危险因素<sup>[10]</sup>。然而SI对短期不良临床事件的发生是否有意义仍有待研究,因此

本研究旨在探寻SI与AMI患者经皮冠状动脉介入治疗(percutaneous coronary intervention, PCI)术后短期内MACEs发生的关系,并挖掘其预测价值。

## 1 资料与方法

**1.1 研究对象** 收集2020年1月—2023年3月就诊于联勤保障部队第904医院心血管内科首次发生急性心肌梗死(AMI)并接受急诊冠状动脉造影术的306例患者进行回顾性分析。AMI的诊断参考2022年《综述:急性冠脉综合征的诊断与治疗》指南推荐<sup>[20]</sup>。纳入标准:(1)年龄18~80岁,确诊为AMI后行PCI治疗;(2)神志清楚,可以交流沟通,无严重神经及精神类疾病。所有受试者入院后均规范服用阿司匹林、替格瑞洛/氯吡格雷双抗治疗。排除标准:(1)既往有慢性冠心病、陈旧性心肌梗死、脑梗死病史,或行PCI、冠状动脉旁路移植术病史;(2)急性肾损伤及终末期肾病(ESRD),定义为血肌酐(SCr) $\geq 110\text{ }\mu\text{mol/L}$ 或肾小球滤过率(GFR) $\leq 15\text{ ml}/(\text{min}\cdot 1.73\text{ m}^2)$ 或已接受肾脏替代治疗;(3)严重肝脏疾病;(4)存在免疫性疾病、恶性肿瘤、血液系统疾病或严重精神功能障碍;(5)缺少研究所需临床数据。观察患者入院期间是否发生MACEs,发生MACEs的43例AMI患者设为MACEs组;未发生MACEs的263例AMI患者设为非MACEs组。本研究获解放军联勤保障部队第904医院伦理委员会审批(20231201),所有患者均已签署知情同意书。

## 1.2 方法

**1.2.1 一般资料收集** 所有基础数据通过详细的病历回顾获得,包括患者的临床人口统计数据,如年

龄、性别、高血压病史、糖尿病史、吸烟史。患者急诊PCI前空腹采集肘静脉血,检测血常规:血红蛋白(Hb)、红细胞计数(RBC)、白细胞计数(WBC)、血小板计数(PLT)、淋巴细胞计数(LY)、单核细胞计数(MONO)等、凝血功能[包括D-二聚体、血浆纤维蛋白原(FIB)];采用全自动生化分析仪(美国Beckman公司)检测白蛋白(ALB)、SCr、Cys C、 $\beta_2$ 微球蛋白( $\beta_2$ -MG)、总胆固醇(TC)、三酰甘油(TG)、载脂蛋白A1(ApoA-1)、载脂蛋白B(ApoB)、低密度脂蛋白胆固醇(LDL-C)、高密度脂蛋白胆固醇(HDL-C),并计算SI值[SI=(SCr/Cys C) $\times$ 100];采用彩色多普勒超声诊断仪(飞利浦EPIQ5型)检测左室射血分数(LVEF)。冠脉病变分析方法采用标准Judkins法行冠脉造影,冠脉狭窄程度及病变血管支数由两名以上介入专科医师根据造影结果进行判断,并使用Gensini冠脉评分评价冠脉病变严重程度(轻度狭窄,Gensini评分 $\leq$ 58分;重度狭窄,Gensini评分 $>$ 58分)。

**1.2.2 观察终点** 主要观察终点为AMI患者急诊PCI术后住院期间是否发生MACEs,包括心力衰竭、再发心肌梗死/心绞痛、恶性心律失常、卒中及全因死亡。

**1.2.3 指标分析** 对比分析两组患者的一般临床数据、生化指标、血常规指标及冠状动脉造影结果,将有差异的参数纳入单因素logistic回归分析。对单因素logistic回归分析中有统计学意义( $P<0.05$ )的参数

进行共线性诊断,排除共线性指标后进行多因素logistic回归分析,得出AMI患者发生院内MACEs的独立危险因素;进一步根据SI截断值分层分析研究指标与具体院内MACEs之间的差异。最后比较研究指标对AMI患者急诊PCI术后住院期间发生MACEs的预测效能。

**1.3 统计学处理** 采用SPSS 27.0软件进行统计分析。计量资料中正态分布且方差齐者以 $\bar{x}\pm s$ 表示,两组间比较采用独立样本 $t$ 检验;偏态分布资料以 $M(Q_1, Q_3)$ 表示,组间比较采用非参数检验。计数资料以例(%)表示,组间比较采用 $\chi^2$ 检验。将一般资料纳入单因素logistic回归分析,将有统计学意义的参数排除共线性后进行多因素logistic回归分析。采用Spearman相关分析评估SI与PCI术后各个不良事件的相关性。采用MedCalc15.2.2统计软件绘制受试者工作特征(ROC)曲线。 $P<0.05$ 为差异有统计学意义。

## 2 结果

**2.1 两组一般资料比较** 与非MACEs组比较,MACEs组患者的年龄大,Killip 2—4级比例高,有糖尿病病史、新发房颤、冠脉多支病变及冠脉狭窄重度的患者比例高,Cys C、 $\beta_2$ -MG、D-二聚体、FIB水平明显升高,而身高、体重、左室射血分数(LVEF)、Hb、RBC、SI、ALB、ApoA-1、HDL-C、TG水平明显降低,差异均有统计学意义( $P<0.05$ ),而两组间Scr差异无统计学意义( $P=0.358$ ,表1)。

表1 AMI患者是否发生院内MACE的相关临床及生化指标

Tab.1 Clinical and biochemical indexes related to the occurrence of MACE in patients with AMI

指标	非MACEs组( $n=263$ )	MACEs组( $n=43$ )	$P$
年龄(岁, $\bar{x}\pm s$ )	58.8 $\pm$ 12.4	66.8 $\pm$ 10.7	<0.001
性别[例(%)]	231(87.8)	27(62.8)	<0.001
高血压病[例(%)]	155(58.9)	31(72.1)	0.101
糖尿病[例(%)]	72(27.4)	20(46.5)	0.011
吸烟史[例(%)]	180(68.4)	27(62.8)	0.463
新发房颤[例(%)]	11(4.2)	11(25.6)	<0.001
心肌梗死类型[例(%)]			0.158
STEMI	214(81.4)	31(72.1)	
非STEMI	49(18.6)	12(27.9)	
病变血管[例(%)]			0.004
1	103(39.2)	9(20.9)	
2	103(39.2)	15(34.9)	
3	57(21.7)	19(44.2)	
Gensini分级[例(%)]			0.033
轻度	150(57.0)	17(39.5)	
重度	113(43.0)	26(60.5)	

(续表)

指标	非 MACEs 组 (n=263)	MACEs 组 (n=43)	P
Killip 2—4 级 [例 (%)]	35 (13.3)	21 (48.8)	<0.001
LVEF [% , M(Q <sub>1</sub> , Q <sub>3</sub> )]	58.0 (50.0, 60.0)	51.0 (43.0, 58.0)	0.001
身高 [m, M(Q <sub>1</sub> , Q <sub>3</sub> )]	1.70 (1.65, 1.73)	1.65 (1.58, 1.72)	0.040
体重 [kg, M(Q <sub>1</sub> , Q <sub>3</sub> )]	70.00 (64.00, 78.00)	65.00 (60.00, 72.50)	0.008
BMI [kg/m <sup>2</sup> , M(Q <sub>1</sub> , Q <sub>3</sub> )]	24.80 (23.03, 26.66)	24.22 (23.04, 25.28)	0.126
Hb [g/L, $\bar{x} \pm s$ ]	139.79 ± 16.58	130.85 ± 20.65	0.004
RBC [×10 <sup>12</sup> /L, M(Q <sub>1</sub> , Q <sub>3</sub> )]	4.520 (4.145, 4.880)	4.300 (3.750, 4.840)	0.018
LY [×10 <sup>9</sup> /L, M(Q <sub>1</sub> , Q <sub>3</sub> )]	1.590 (1.200, 2.135)	1.350 (1.025, 2.080)	0.158
WBC [×10 <sup>9</sup> /L, M(Q <sub>1</sub> , Q <sub>3</sub> )]	9.630 (7.425, 12.150)	10.040 (7.295, 12.155)	0.769
PLT [×10 <sup>9</sup> /L, M(Q <sub>1</sub> , Q <sub>3</sub> )]	207 (169, 244)	212 (158, 254)	0.966
ALB [mg/dl, $\bar{x} \pm s$ ]	37.883 ± 4.326	36.041 ± 3.922	0.025
SCr [mg/L, $\bar{x} \pm s$ ]	0.832 ± 1.752	0.800 ± 0.217	0.358
Cys C [μmol/L, M(Q <sub>1</sub> , Q <sub>3</sub> )]	0.890 (0.765, 1.050)	1.040 (0.870, 1.225)	0.001
β <sub>2</sub> -MG [mg/L, M(Q <sub>1</sub> , Q <sub>3</sub> )]	1.750 (1.350, 2.150)	2.315 (1.613, 2.805)	<0.001
ApoA-1 [g/L, M(Q <sub>1</sub> , Q <sub>3</sub> )]	0.980 (0.810, 1.065)	0.930 (0.700, 1.015)	0.015
ApoB [g/L, M(Q <sub>1</sub> , Q <sub>3</sub> )]	0.900 (0.710, 1.050)	0.910 (0.755, 1.090)	0.322
LDL-C [mmol/L, M(Q <sub>1</sub> , Q <sub>3</sub> )]	2.66 (2.16, 3.13)	2.66 (2.11, 3.24)	0.717
HDL-C [mmol/L, M(Q <sub>1</sub> , Q <sub>3</sub> )]	1.02 (0.88, 1.19)	0.93 (0.80, 1.14)	0.013
TG [mmol/L, M(Q <sub>1</sub> , Q <sub>3</sub> )]	1.520 (1.075, 2.025)	1.160 (0.815, 1.525)	0.005
TC [mmol/L, M(Q <sub>1</sub> , Q <sub>3</sub> )]	4.390 (3.665, 5.020)	4.300 (3.735, 5.060)	0.766
D-二聚体 [mg/L, M(Q <sub>1</sub> , Q <sub>3</sub> )]	0.32 (0.21, 0.55)	0.67 (0.42, 1.34)	<0.001
FIB [g/L, M(Q <sub>1</sub> , Q <sub>3</sub> )]	3.07 (2.55, 3.82)	3.40 (3.08, 4.81)	<0.001
SI [M(Q <sub>1</sub> , Q <sub>3</sub> )]	89.953 (79.251, 104.011)	73.575 (65.193, 88.948)	<0.001

AMI. 急性心肌梗死; MACEs. 主要不良心血管事件; STEMI. ST 段抬高型心肌梗死; 非 STEMI. 非 ST 段抬高型心肌梗死; LVEF. 左室射血分数; BMI. 体重指数; Hb. 血红蛋白; RBC. 红细胞; LY. 淋巴细胞; WBC. 白细胞; PLT. 血小板; ALB. 白蛋白; SCr. 血清肌酐; Cys C. 胱抑素 C; β<sub>2</sub>-MG. β 微球蛋白; ApoA-1. 载脂蛋白 A1; ApoB. 载脂蛋白 B; LDL-C. 低密度脂蛋白胆固醇; HDL-C. 高密度脂蛋白胆固醇; TG. 三酰甘油; TC. 胆固醇; FIB. 纤维蛋白原; SI. 肌肉减少指数

**2.2** PCI 术后院内不良事件影响因素的单因素 logistic 回归分析 筛选出一般资料中有差异的参数 (P<0.1) 纳入单因素 logistic 回归分析, 结果显示, 年龄、性别、糖尿病、新发房颤、Killip 2—4 级、病变血管支数、Gensini 分级、Hb、RBC、ALB、Cys C、β<sub>2</sub>-MG、ApoA-1、HDL-C、TG、FIB 及 SI 是 AMI 患者急诊 PCI 术后院内不良事件发生的危险因素 (P<0.05, 表 2)。

**2.3** PCI 术后院内不良事件影响因素的多因素 logistic 回归分析 选择单因素 logistic 分析结果中有统计学意义的指标 (P<0.05), 经共线性诊断提示各指标方差膨胀因子均 <10, 容忍度 >0.1, 将新发房颤、Killip 2—4 级、LVEF、Hb、RBC、ALB、Cys C、β<sub>2</sub>-MG、ApoA-1、HDL-C、TG、FIB、SI 纳入多因素 logistic 回归分析得到模型 1。其中, SI (OR=0.949, 95%CI 0.920~0.979, P<0.001) 是 AMI 患者急诊 PCI 术后院内不良事件发生的独立危险因素。进一步通过校正心肌梗死类型、性别、年龄、身高、体重、高

血压病、糖尿病、吸烟史等参数构建模型 2, 其中, 新发房颤、Killip 2—4 级、β<sub>2</sub>-MG、TG、FIB、SI 是 AMI 患者急诊 PCI 术后院内不良事件发生的独立危险因素。最后再进一步通过校正冠脉血管病变支数及冠脉狭窄情况构建模型 3, 结果显示, 新发房颤、Killip 2—4 级、SI、TG 仍然是 AMI 患者急诊 PCI 术后院内不良事件的独立危险因素 (P<0.05, 表 3)。

**2.4** SI 对急诊 PCI 术后院内不良事件的预测价值 通过上述分析, SI 与 AMI 患者急诊 PCI 术后院内不良事件发生呈负相关, 因此取 SI 倒数。采用 ROC 曲线评估 SI 倒数和 Cys C 的预测价值, 并对曲线下面积 (AUC) 进行比较。SI 倒数与 Cys C 的 AUC 分别为 0.741 (95%CI 0.666~0.816) 和 0.658 (95%CI 0.570~0.746)。SI 与 Cys C 的敏感度和特异度分别为 60.5%、77.6% 和 51.2%、74.1%, SI 的最佳截断值为 78.14 (图 1)。

**2.5** SI 分层对 PCI 术后不良事件的影响 通过上述 SI 截断值将患者分为低 SI 组 (SI<78.14) 与高 SI 组 (SI≥

表2 AMI患者急诊PCI术后院内不良事件的单因素logistic回归分析结果

Tab. 2 Univariate logistic regression analysis of in-hospital adverse events in AMI patients after emergency PCI

危险因素	$\beta$	OR(95%CI)	P
年龄	0.059	1.061(1.030~1.093)	<0.001
性别	1.458	4.278(2.081~8.792)	<0.001
糖尿病	0.836	2.307(1.195~4.453)	0.013
新发房颤	2.064	7.875(3.160~19.625)	<0.001
Killip 2—4级	1.827	6.218(3.101~12.456)	<0.001
病变血管支数			0.006
1(参考值)			
2	0.511	1.667(0.698~3.980)	0.250
3	1.339	3.815(1.620~8.984)	0.002
Gensini 分级	0.708	2.030(1.051~3.921)	0.035
LVEF	-0.058	0.944(0.912~0.977)	0.001
身高	-5.335	0.005(0.000~0.351)	0.015
体重	-0.028	0.973(0.945~1.001)	0.061
Hb	-0.031	0.970(0.952~0.988)	0.001
RBC	-0.751	0.472(0.268~0.830)	0.009
ALB	-0.092	0.912(0.841~0.988)	0.025
Cys C	1.610	5.002(1.858~13.466)	0.001
$\beta_2$ -MG	0.756	2.130(1.397~3.249)	<0.001
ApoA-1	-1.868	0.154(0.032~0.741)	0.020
HDL-C	-1.964	0.140(0.031~0.630)	0.010
TG	-0.573	0.564(0.346~0.918)	0.021
D-二聚体	0.041	1.042(0.957~1.135)	0.344
FIB	0.316	1.372(1.107~1.701)	0.004
SI	-0.050	0.951(0.932~0.971)	<0.001

AMI. 急性心肌梗死; PCI. 经皮冠状动脉介入治疗; LVEF. 左室射血分数; BMI. 体重指数; Hb. 血红蛋白; RBC. 红细胞; ALB. 白蛋白; Cys C. 胱抑素 C;  $\beta_2$ -MG.  $\beta$  微球蛋白; ApoA-1. 载脂蛋白 A1; HDL-C. 高密度脂蛋白胆固醇; TG. 三酰甘油; FIB. 纤维蛋白原; SI. 肌肉减少指数

78.14)。住院期间, 低 SI 组患者的住院 MACEs 发生率明显高于高 SI 组 ( $P < 0.001$ )。而在具体的住院 MACEs 中, 高 SI 组的心力衰竭 ( $P < 0.001$ )、恶性心律失常 ( $P = 0.009$ )、卒中 ( $P = 0.003$ ) 发生率明显低于低 SI 组, 但两组间再发心肌梗死/心绞痛和全因死亡率发生率差异无统计学意义 ( $P > 0.05$ , 表 4)。

表3 AMI患者急诊PCI术后院内不良事件的多因素logistic回归分析结果

Tab. 3 Multivariate logistic regression analysis of in-hospital adverse events in AMI patients after emergency PCI

参数	$\beta$	OR(95%CI)	P
模型 1			
新发房颤	1.632	5.116(1.603~16.328)	0.006
Killip 2—4级	-1.567	0.209(0.084~0.517)	<0.001

(续表)

参数	$\beta$	OR(95%CI)	P
LVEF	-0.021	0.979(0.934~1.025)	0.366
Hb	-0.009	0.991(0.968~1.014)	0.425
RBC	-0.010	0.990(0.906~1.082)	0.826
ALB	0.006	0.994(0.896~1.102)	0.903
Cys C	-1.437	0.238(0.037~1.542)	0.132
$\beta_2$ -MG	0.610	1.840(0.963~3.516)	0.065
ApoA-1	-1.106	0.331(0.015~7.079)	0.479
HDL-C	-1.367	0.255(0.014~4.713)	0.358
TG	-0.767	0.465(0.243~0.888)	0.020
FIB	0.287	1.333(1.013~1.752)	0.040
SI	-0.052	0.949(0.920~0.979)	<0.001

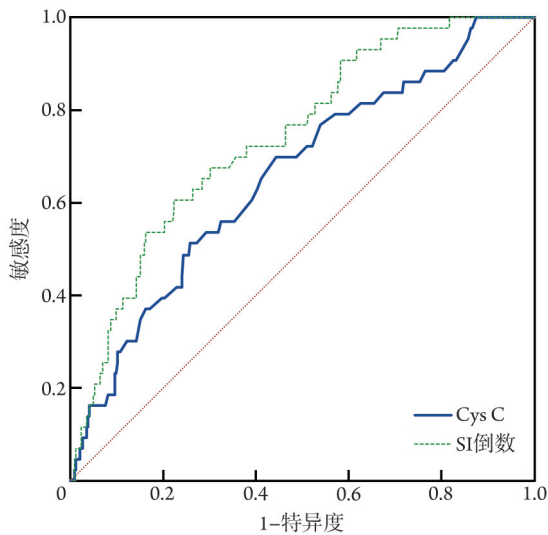
模型 2

心肌梗死类型	0.715	2.044(0.761~6.231)	0.208
新发房颤	1.590	4.903(1.416~16.971)	0.012
Killip 2—4级	-1.501	0.223(0.085~0.586)	0.002
LVEF	-0.013	0.987(0.936~1.041)	0.629
Hb	0.002	1.002(0.974~1.030)	0.909
RBC	-0.007	0.993(0.904~1.090)	0.881
ALB	-0.059	0.942(0.834~1.064)	0.340
Cys C	-2.054	0.128(0.016~1.037)	0.054
$\beta_2$ -MG	0.747	2.111(1.053~4.233)	0.035
ApoA-1	-1.712	0.180(0.007~4.532)	0.298
HDL-C	-1.032	0.356(0.020~6.398)	0.484
TG	-0.873	0.418(0.210~0.831)	0.013
FIB	0.318	1.375(1.016~1.860)	0.039
SI	-0.051	0.950(0.918~0.983)	0.003

模型 3

Gensini 分级	0.512	1.669(0.665~4.189)	0.275
病变血管支数	0.164	1.178(0.640~2.167)	0.599
新发房颤	1.524	4.593(1.283~16.439)	0.019
Killip 2—4级	-1.480	0.228(0.086~0.602)	0.003
LVEF	-0.013	0.987(0.935~1.041)	0.627
Hb	0.002	1.002(0.974~1.030)	0.908
RBC	-0.008	0.992(0.902~1.092)	0.872
ALB	-0.066	0.936(0.827~1.059)	0.292
Cys C	-1.948	0.143(0.017~1.193)	0.072
$\beta_2$ -MG	0.690	1.993(0.995~3.992)	0.052
ApoA-1	-1.256	0.285(0.011~7.323)	0.448
HDL-C	-1.175	0.309(0.017~5.721)	0.430
TG	-0.834	0.434(0.218~0.864)	0.018
FIB	0.312	1.366(0.994~1.878)	0.055
SI	-0.050	0.951(0.919~0.984)	0.004

AMI. 急性心肌梗死; PCI. 经皮冠状动脉介入治疗; LVEF. 左室射血分数; Hb. 血红蛋白; RBC. 红细胞; ALB. 白蛋白; Cys C. 胱抑素 C;  $\beta_2$ -MG.  $\beta$  微球蛋白; ApoA-1. 载脂蛋白 A1; HDL-C. 高密度脂蛋白胆固醇; TG. 三酰甘油; FIB. 纤维蛋白原; SI. 肌肉减少指数



Cys C. 胱抑素 C; SI. 肌肉减少指数; AMI. 急性心肌梗死; PCI. 经皮冠状动脉介入治疗

图 1 SI 及 Cys C 预测 AMI 患者急诊 PCI 术后院内不良事件的 ROC 曲线

Fig. 1 ROC curve of SI and Cys C for predicting in-hospital adverse events after emergency PCI

表 4 SI 分层对 AMI 患者急诊 PCI 术后不良事件的影响 [例(%)]

Tab. 4 Impact of SI stratification on post-PCI adverse events [n(%)]

指标	低 SI 组 (n=85)	高 SI 组 (n=221)	P
复合 MACEs	26(8.5)	17(5.6)	<0.001
心力衰竭	19(6.2)	11(3.6)	<0.001
再发心肌梗死/心绞痛	2(0.7)	3(1.0)	0.538
恶性心律失常	9(2.9)	7(2.3)	0.009
卒中	6(2.0)	2(0.7)	0.003
全因死亡	2(0.7)	1(0.3)	0.131

SI. 肌肉减少指数; AMI. 急性心肌梗死; PCI. 经皮冠状动脉介入治疗; MACEs. 主要不良心血管事件;

### 3 讨 论

心血管疾病已成为全球性的公共卫生问题，AMI 则是心血管疾病中比较严重的高病死率疾病，直接威胁患者的健康<sup>[20-21]</sup>。近年来，虽然随着急诊 PCI 的推广普及和医师技术的提升，再灌注治疗率逐年上升，在很大程度上降低了 AMI 患者的病死率<sup>[22-23]</sup>，然而患者的院内 MACEs 发生率并未明显下降。因此，大量研究在血清学、影像学、药理学和各种评分量表等方面探究影响院内 MACEs 发生的因素<sup>[24-27]</sup>。在日常实践中，年龄或慢性基础性疾病相关的冠状动脉事件可能促成心肌梗死发生已成为共识。然而，在较年轻的患者中，也可能因肌肉减少

或质量下降出现相关临床疾病<sup>[27]</sup>。SI 通过 Scr/Cys C 比值这种简易方法获得的预测不良事件发生的生物标志物有助于辅助临床医师及护理人员识别并重点关注高危患者，从而改善 AMI 患者院内短期临床预后。

本研究发现，传统指标 BMI 对 AMI 患者是否发生院内 MACEs 的差异无统计学意义；而 SI 不仅差异有统计学意义，且多因素分析显示，SI 是患者院内 MACEs 发生的独立危险因素，且较低的 SI 与院内 MACEs 的发生明显相关；提示 BMI 是缺乏区分体脂与肌肉质量的局限性指标，与健康人相比，应充分考虑 AMI 患者的肌肉质量。此外，非 MACEs 组的患者较 MACEs 组的患者更年轻，且男性居多，笔者认为与患者肌肉质量密切相关<sup>[28]</sup>。随着年龄的增长，肌肉质量逐渐下降。

笔者总结了 3 种 AMI 与 SI 之间的关系推断：(1) 炎症和氧化应激在 AMI 的各个时期均发挥关键作用，并与缺血再灌注损伤、心脏重构不良、梗死面积和预后不良相关<sup>[29]</sup>；研究表明，白细胞介素-6(IL-6) 水平升高可促进肌肉的分解代谢和肌肉萎缩<sup>[30]</sup>；活性氧(ROS) 在引起血管收缩，促使动脉高血压、动脉粥样硬化斑块形成的同时，累积的 ROS 可通过促进肌肉水解而导致肌肉减少<sup>[31]</sup>。在既往研究的慢性炎症患者中观察到较高的 Cys C 水平，故而较低的 Scr/Cys C 水平与炎症有关<sup>[32]</sup>。(2) 肌肉作为分泌器官，其肌肉纤维产生、表达和释放的肌因子对心血管是有益的<sup>[33]</sup>。(3) 肌肉减少症的病理生理不仅涉及正常衰老相关的躯体功能损害，且可能与心肌梗死具有相似的危险因素<sup>[34]</sup>。此外，本研究还发现 MACEs 组患者既往有糖尿病病史者更多，这与许多近期关于糖尿病与 SI 的研究高度符合<sup>[32,35-36]</sup>；西班牙一项观察性研究发现，49.5% 的心房颤动患者会出现肌肉减少症<sup>[37]</sup>。病理学上，有研究纳入 320 例肌肉减少症患者发现其心传导系统的纤维化增加<sup>[38]</sup>。此外，肌肉减少也与左室舒张功能受损有关<sup>[39]</sup>，并可能导致心房颤动的发生<sup>[40]</sup>。

由于临床多种因素可对 AMI 患者急诊 PCI 术后院内 MACEs 产生影响，本研究采取分级建模的方法检测 SI 的评估价值。其中，构建的模型 2 校正了心肌梗死类型、性别、年龄、身高、体重、高血压、糖尿病、吸烟史等对 SI 患者急诊 PCI 预后有明显影响的临床因素，结果发现，新发房颤、Killip 2—4 级、 $\beta_2$ -MG、TG、FIB、SI 是急诊 PCI 术后院内 MACEs 的独立危险因素。随后进一步校正了冠脉病变血管数和冠脉狭窄程度得到模型 3，结果仍显示 SI 是稳定的急诊 PCI 术后院内 MACEs 的预测因子。此外，本研究发现，在具体不良事件中，与高 SI 组比

较,低SI组更易发生心力衰竭、恶性心律失常、卒中( $P<0.05$ ),而再发心肌梗死/心绞痛及全因死亡差异无统计学意义( $P>0.05$ )。本研究还发现,新发房颤、Killip分级、TG也与院内MACEs的发生密切相关,与Fauchier等<sup>[41]</sup>的早期研究结论一致:AMI后30 d内首次记录的房颤与死亡和缺血性卒中的风险独立相关,高于无房颤或先前已有房颤的患者。血清TG水平与PCI治疗ST段抬高心肌梗死(STEMI)患者的院内死亡和晚期结局呈负相关<sup>[42]</sup>。

有研究显示,血清Cys C水平可作为各种心血管疾病患者短期和长期不良结局的预测因子<sup>[43-46]</sup>。其中,Budano等<sup>[46]</sup>建议在行冠状动脉造影前应先测定Cys C的基线水平,并提出Cys C是排除随后发生急性肾损伤和长期不良事件的有力指标。本研究进一步分析发现,在AMI患者中,由Scr/Cys C衍生的SI指标具有更好的短期预测价值。而SCr是一种由肌肉释放的内源性产物,其血药浓度依赖于肌肉质量,但受肾功能的影响<sup>[32]</sup>。因此,本研究在初始纳入标准中便排除了 $SCr\geq 110\ \mu\text{mol/L}$ 的患者,以避免肾功能不全对冠状动脉的影响。

综上所述,本研究发现,SI是AMI患者急诊PCI术后院内MACEs的独立危险因素,且SI水平较低者发生心力衰竭、恶性心律失常、卒中的风险较高,在预测住院期间不良事件的发生方面优于单独测量Cys C水平。但本研究仍存在一定的局限性:(1)为单中心回顾性设计,可能存在选择性偏倚;(2)血液参数均为急诊PCI术前的单次采样,对于多次采样或PCI手术前后的参数水平未进行动态水平监测;(3)未纳入其他用于评估营养状况的指标,如老年营养风险指数、控制营养状态评分和预后营养指数等,无法比较这些不同指标对住院MACEs发生的预测效果。因此,未来仍需通过多中心、大样本的前瞻性研究和长期随访来探讨SI对AMI患者急诊PCI术后住院期间及远期发生MACEs的预测价值。笔者将在后续的研究工作中对患者入院后不同时间节点,尤其是PCI术前及术后不同时间点进行多次采血分析比较,以探讨SI的动态变化对AMI患者急诊PCI术后住院期间及远期MACEs的预测价值。

#### 【参考文献】

- [1] Reed GW, Rossi JE, Cannon CP. Acute myocardial infarction[J]. *Lancet*, 2017, 389(10065): 197-210.
- [2] Chien SC, Chandramouli C, Lo CI, *et al.* Associations of obesity and malnutrition with cardiac remodeling and cardiovascular outcomes in Asian adults: a cohort study[J]. *PLoS Med*, 2021, 18(6): e1003661.
- [3] Global BMI Mortality Collaboration, Di Angelantonio E, Bhupathiraju S, *et al.* Body-mass index and all-cause mortality: individual-participant-data meta-analysis of 239 prospective studies in four continents[J]. *Lancet*, 2016, 388(10046): 776-786.
- [4] Antonopoulos AS, Oikonomou EK, Antoniadis C, *et al.* From the BMI paradox to the obesity paradox: the obesity-mortality association in coronary heart disease[J]. *Obes Rev*, 2016, 17(10): 989-1000.
- [5] Elagizi A, Kachur S, Lavie CJ, *et al.* An overview and update on obesity and the obesity paradox in cardiovascular diseases[J]. *Prog Cardiovasc Dis*, 2018, 61(2): 142-150.
- [6] Song C, Fu R, Yang J, *et al.* The association between body mass index and in-hospital outcome among patients with acute myocardial infarction-Insights from China Acute Myocardial Infarction (CAMI) registry[J]. *Nutr Metab Cardiovasc Dis*, 2019, 29(8): 808-814.
- [7] Romero-Corral A, Montori VM, Somers VK, *et al.* Association of bodyweight with total mortality and with cardiovascular events in coronary artery disease: a systematic review of cohort studies[J]. *Lancet*, 2006, 368(9536): 666-678.
- [8] Cruz-Jentoft AJ, Baeyens JP, Bauer JM, *et al.* Sarcopenia: European consensus on definition and diagnosis: Report of the European Working Group on Sarcopenia in Older People[J]. *Age Ageing*, 2010, 39(4): 412-423.
- [9] Xia MF, Chen LY, Wu L, *et al.* Sarcopenia, sarcopenic overweight/obesity and risk of cardiovascular disease and cardiac arrhythmia: a cross-sectional study[J]. *Clin Nutr*, 2021, 40(2): 571-580.
- [10] Lu YW, Tsai YL, Chou RH, *et al.* Serum creatinine to cystatin C ratio is associated with major adverse cardiovascular events in patients with obstructive coronary artery disease[J]. *Nutr Metab Cardiovasc Dis*, 2021, 31(5): 1509-1515.
- [11] Fujimoto Y, Maeda D, Kagiya N, *et al.* Prevalence and prognostic impact of the coexistence of cachexia and sarcopenia in older patients with heart failure[J]. *Int J Cardiol*, 2023, 381: 45-51.
- [12] Honda S, Uemura Y, Shibata R, *et al.* Clinical implications of severe sarcopenia in Japanese patients with acute heart failure[J]. *Geriatr Gerontol Int*, 2022, 22(6): 477-482.
- [13] Campos AM, Moura FA, Santos SN, *et al.* Sarcopenia, but not excess weight or increased caloric intake, is associated with coronary subclinical atherosclerosis in the very elderly[J]. *Atherosclerosis*, 2017, 258: 138-144.
- [14] Uchida S, Kamiya K, Hamazaki N, *et al.* Association between sarcopenia and atherosclerosis in elderly patients with ischemic heart disease[J]. *Heart Vessels*, 2020, 35(6): 769-775.
- [15] Jung CY, Joo YS, Kim HW, *et al.* Creatinine-cystatin C ratio and mortality in patients receiving intensive care and continuous kidney replacement therapy: a retrospective cohort study[J]. *Am J Kidney Dis*, 2021, 77(4): 509-516. e1.
- [16] Han P, Chen X, Yu X, *et al.* The predictive value of sarcopenia and its individual criteria for cardiovascular and all-cause mortality in suburb-dwelling older Chinese[J]. *J Nutr Health Aging*, 2020, 24(7): 765-771.
- [17] Liu P, Hao Q, Hai S, *et al.* Sarcopenia as a predictor of all-cause mortality among community-dwelling older people: a systematic review and meta-analysis[J]. *Maturitas*, 2017, 103: 16-22.
- [18] 蒋冠华, 张勇勤, 崔娜, 等. 老年肌少症及其合并症的营养干预研究进展[J]. *新乡医学院学报*, 2023, 40(12): 1184-1190.
- [19] Kashani KB, Frazee EN, Kukrálóvá L, *et al.* Evaluating muscle mass by using markers of kidney function: development of the sarcopenia

- index[J]. *Crit Care Med*, 2017, 45(1): e23-e29.
- [20] Bhatt DL, Lopes RD, Harrington RA. Diagnosis and treatment of acute coronary syndromes: a review[J]. *JAMA*, 2022, 327(7): 662-675.
- [21] 宣凤琦, 王祖禄. «中国心血管病一级预防指南»解读[J]. *临床军医杂志*, 2022, 50(6): 551-553.
- [22] 周鹤, 裘淼涵, 那堃, 等. 行直接PCI的急性心肌梗死患者TYG与缺血事件的相关性分析[J]. *解放军医学杂志*, 2023, 48(8): 944-949.
- [23] 焦晓芳, 刘楠楠, 周微微, 等. 实时心肌超声造影结合二维应变评价急性心肌梗死介入术后心肌灌注与收缩功能[J]. *临床军医杂志*, 2023, 51(12): 1227-1230, 1236.
- [24] Wu ZF, Su WT, Chen S, *et al*. PTH predicts the in-hospital MACE after primary percutaneous coronary intervention for acute ST-segment elevation myocardial infarction[J]. *Ther Clin Risk Manag*, 2023, 19: 699-712.
- [25] Yang N, Liu J, Liu J, *et al*. In-hospital outcomes of ticagrelor versus clopidogrel in patients 75 years or older with acute coronary syndrome: findings from the Improving Care for Cardiovascular Disease in China (CCC)-Acute Coronary Syndrome Project[J]. *Age Ageing*, 2022, 51(11): afac231.
- [26] Camaro C, Aarts GWA, Adang EMM, *et al*. Rule-out of non-ST-segment elevation acute coronary syndrome by a single, pre-hospital troponin measurement: a randomized trial[J]. *Eur Heart J*, 2023, 44(19): 1705-1714.
- [27] Rolland Y, Czerwinski S, Abellan van Kan G, *et al*. Sarcopenia: its assessment, etiology, pathogenesis, consequences and future perspectives[J]. *J Nutr Health Aging*, 2008, 12(7): 433-450.
- [28] Rizk JG, Streja E, Wenziger C, *et al*. Serum creatinine-to-cystatin-C ratio as a potential muscle mass surrogate and racial differences in mortality[J]. *J Ren Nutr*, 2023, 33(1): 69-77.
- [29] Mitsis A, Kadoglou NPE, Lambadiari V, *et al*. Prognostic role of inflammatory cytokines and novel adipokines in acute myocardial infarction: an updated and comprehensive review[J]. *Cytokine*, 2022, 153: 155848.
- [30] Kalinkovich A, Livshits G. Sarcopenic obesity or obese sarcopenia: a cross talk between age-associated adipose tissue and skeletal muscle inflammation as a main mechanism of the pathogenesis[J]. *Ageing Res Rev*, 2017, 35: 200-221.
- [31] Dziegielewska-Gesiak S. Metabolic syndrome in an aging society - role of oxidant-antioxidant imbalance and inflammation markers in disentangling atherosclerosis[J]. *Clin Interv Aging*, 2021, 16: 1057-1070.
- [32] Mesinovic J, Zengin A, de Courten B, *et al*. Sarcopenia and type 2 diabetes mellitus: a bidirectional relationship[J]. *Diabetes Metab Syndr Obes*, 2019, 12: 1057-1072.
- [33] Pedersen BK, Febbraio MA. Muscles, exercise and obesity: skeletal muscle as a secretory organ[J]. *Nat Rev Endocrinol*, 2012, 8(8): 457-465.
- [34] Cesari M, Nobili A, Vitale G. Frailty and sarcopenia: From theory to clinical implementation and public health relevance[J]. *Eur J Intern Med*, 2016, 35: 1-9.
- [35] Wei W, Li S, Liu J, *et al*. Prognostic value of creatinine-to-cystatin c ratio in patients with type 2 diabetes mellitus: a cohort study[J]. *Diabetol Metab Syndr*, 2022, 14(1): 176.
- [36] Shin JY. Low serum creatinine to cystatin C ratio is independently associated with sarcopenia and high carotid plaque score in patients with type 2 diabetes[J]. *Nutr Metab Cardiovasc Dis*, 2022, 32(6): 1454-1462.
- [37] Requena Calleja MA, Arenas Miquélez A, Díez-Manglano J, *et al*. Sarcopenia, frailty, cognitive impairment and mortality in elderly patients with non-valvular atrial fibrillation[J]. *Rev Clin Esp (Barc)*, 2019, 219(8): 424-432.
- [38] Song Y, Yao Q, Zhu J, *et al*. Age-related variation in the interstitial tissues of the cardiac conduction system; and autopsy study of 230 Han Chinese[J]. *Forensic Sci Int*, 1999, 104(2-3): 133-142.
- [39] Ko BJ, Chang Y, Kang JG, *et al*. Low relative muscle mass and left ventricular diastolic dysfunction in middle-aged adults[J]. *Int J Cardiol*, 2018, 255: 118-123.
- [40] Ling LH, Kistler PM, Ellims AH, *et al*. Diffuse ventricular fibrosis in atrial fibrillation: noninvasive evaluation and relationships with aging and systolic dysfunction[J]. *J Am Coll Cardiol*, 2012, 60(23): 2402-2408.
- [41] Fauchier L, Bisson A, Bodin A, *et al*. Outcomes in patients with acute myocardial infarction and new atrial fibrillation: a nationwide analysis[J]. *Clin Res Cardiol*, 2021, 110(9): 1431-1438.
- [42] Cheng YT, Liu TJ, Lai HC, *et al*. Lower serum triglyceride level is a risk factor for in-hospital and late major adverse events in patients with ST-segment elevation myocardial infarction treated with primary percutaneous coronary intervention- a cohort study[J]. *BMC Cardiovasc Disord*, 2014, 14: 143.
- [43] Jin S, Xu J, Shen G, *et al*. Predictive value of circulating cystatin C level in patients with acute coronary syndrome: a meta-analysis[J]. *Scand J Clin Lab Invest*, 2021, 81(1): 1-7.
- [44] Wang J, Yang B, Liu M, *et al*. Serum cystatin C is a potential predictor of short-term mortality and acute kidney injury in acute aortic dissection patients: a retrospective cohort study[J]. *J Thorac Dis*, 2022, 14(8): 2977-2986.
- [45] Fu Z, Yang X, Shen M, *et al*. Prognostic ability of cystatin C and homocysteine plasma levels for long-term outcomes in very old acute myocardial infarction patients[J]. *Clin Interv Aging*, 2018, 13: 1201-1209.
- [46] Budano C, Andreis A, de Filippo O, *et al*. A single cystatin C determination before coronary angiography can predict short and long-term adverse events[J]. *Int J Cardiol*, 2020, 300: 73-79.

(责任编辑: 张小利)