

· 临床研究 · doi:10.3969/j.issn.1671-8348.2024.19.007

网络首发 [https://link.cnki.net/urlid/50.1097.R.20240709.0958.006\(2024-07-09\)](https://link.cnki.net/urlid/50.1097.R.20240709.0958.006(2024-07-09))

## 多种指标对不同 BMI 分层下急性心肌梗死患者左心室收缩功能障碍的预测价值研究\*

何世林<sup>1</sup>, 李文强<sup>1</sup>, 彭瑜<sup>2,3</sup>, 张钲<sup>1,2,3△</sup>

(1. 兰州大学第一临床医学院, 兰州 730000; 2. 兰州大学第一医院心脏中心, 兰州 730000; 3. 甘肃省心血管病临床医学研究中心, 兰州 730000)

**[摘要]** **目的** 研究心率(HR)、C反应蛋白(CRP)、氨基端前脑钠素(NT-proBNP)、肌红蛋白(MYO)等临床指标对不同 BMI 分层下经皮冠状动脉介入治疗(PCI)术后急性心肌梗死(AMI)患者左心室收缩功能障碍(LVSD)的预测价值。**方法** 选取兰州大学第一医院 2020 年 1—12 月收治的 353 例 AMI 患者作为研究对象。采用 Simpson 法检测 LVEF, 将 LVEF<0.5 的研究对象纳入 LVSD 组, LVEF≥0.5 的研究对象纳入对照组。依照 BMI 把 AMI 患者分为瘦型/正常型(BMI<24 kg/m<sup>2</sup>)与超重/肥胖型(BMI≥24 kg/m<sup>2</sup>)。收集患者一般资料、实验室指标和心肌酶指标, 对不同 BMI 分层的不同组患者进行比较。采用受试者工作特征(ROC)曲线和曲线下面积(AUC)分析不同指标的预测效能。**结果** 瘦型/正常型 AMI 患者 153 例, 其中 LVSD 组 54 例, 对照组 99 例; 超重/肥胖型 AMI 患者 200 例, 其中 LVSD 组 60 例, 对照组 140 例。在瘦型/正常型 AMI 患者中, LVSD 组 HR、CRP、NT-proBNP、MYO、cTnI 水平均高于对照组, 差异有统计学意义( $P<0.05$ ); 在超重/肥胖型 AMI 患者中, LVSD 组 HR、CRP、NEUT、PLT、NT-proBNP 水平均高于对照组, 年龄低于对照组, 差异有统计学意义( $P<0.05$ )。瘦型/正常型 AMI 患者中, HR 为单指标预测效果最好的因子, AUC 为 0.701(95% CI: 0.612~0.790); HR+MYO+CRP 为联合预测瘦型/正常型 AMI 患者 LVSD 效果最好的因子组合, AUC 为 0.769(95% CI: 0.690~0.849) 超重/肥胖型 AMI 患者中, NT-proBNP 为单指标预测效果最好的因子, AUC 为 0.706(95% CI: 0.613~0.786); NT-proBNP+CRP 是联合预测超重/肥胖型 AMI 患者 LVSD 效果最好的因子组合, AUC 为 0.761(95% CI: 0.687~0.833)。**结论** 不同 BMI 分层 AMI 患者中, 联合预测比单指标预测的预测效果更好, HR+MYO+CRP 对瘦型/正常型 AMI 患者 LVSD 具有更好的预测效果, 而 NT-proBNP+CRP 对超重/肥胖型 AMI 患者 LVSD 具有更好的预测效果。

**[关键词]** 急性心肌梗死; 体重指数; 左心室收缩功能; 左心室射血分数; 术前心率; 氨基端前脑钠肽

**[中图法分类号]** R542 **[文献标识码]** A **[文章编号]** 1671-8348(2024)19-2916-07

## Study on predictive value of multiple indicators for left ventricular systolic dysfunction in patients with acute myocardial infarction under different body mass indexes stratification\*

HE Shilin<sup>1</sup>, LI Wenqiang<sup>1</sup>, PENG Yu<sup>2,3</sup>, ZHANG Zheng<sup>1,2,3△</sup>

(1. First Clinical Medical College of Lanzhou University, Lanzhou, Gansu 730000, China; 2. Heart Center, First Hospital of Lanzhou University, Lanzhou, Gansu 730000, China; 3. Gansu Provincial Clinical Medical Research Center for Cardiovascular Diseases, Lanzhou, Gansu 730000, China)

**[Abstract]** **Objective** To investigate the predictive value of heart rate (HR), C-reactive protein (CRP), amino-probain natriuretic hormone (NT-proBNP), myoglobin (MYO) and other clinical indicators for left ventricular systolic dysfunction (LVSD) in the patients with acute myocardial infarction (AMI) after percutaneous coronary intervention (PCI) under different body mass index (BMI) stratification. **Methods** A total of 353 patients with AMI admitted and treated in the First Hospital of Lanzhou University from January 2020 to December 2020 were selected as the study subjects. The Simpson method was adopted to detect the left ventricular ejection fraction (LVEF). The study subjects with LVEF<0.5 were included in the LVSD group, while those with LVEF≥0.5 were included in the control group. The AMI patients were divided into the lean/normal type (BMI<24 kg/m<sup>2</sup>) and overweight/obese type (BMI≥24 kg/m<sup>2</sup>) according to BMI. The

general data of the patients, laboratory indexes and myocardial enzyme indicators were collected. The different groups with different BMI stratifications conducted the comparison. The receiver operating characteristic (ROC) curve and the area under the curve (AUC) were adopted to analyze the predictive efficiency of different indicators. **Results** There were 153 cases of lean/normal type AMI, in which there were 54 cases in the LVSD group and 99 cases in the control group. Among 200 cases of overweight/obese type AMI, 60 cases were in the LVSD group and 140 cases were in the control group. In the patients with lean/normal AMI, HR, CRP, NT-proBNP, MYO and cTnI levels in the LVSD group were higher than those in the control group, and the differences were statistically significant ( $P < 0.05$ ). In the patients with overweight/obese type AMI, HR, CRP, NEUT, PLT and NT-proBNP levels in the LVSD group were higher than those in the control group, the age was lower than that in the control group, and the differences were statistically significant ( $P < 0.05$ ). In the patients with the lean/normal type AMI, HR was the best factor for single index prediction effect, AUC was 0.701 (95%CI: 0.612–0.790). HR+MYO+CRP was the best factors combination of combination prediction for LVSD in the patients with lean/normal type AMI. AUC was 0.769 (95%CI: 0.690–0.849). In the patients with overweight/obese AMI, NT-proBNP was the best factor for the best effect of single indicator prediction, AUC was 0.706 (95%CI: 0.613–0.786); NT-proBNP+CRP was the best factor combination in the combination for predicting LVSD in the patients with overweight/obese type AMI, AUC was 0.761 (95%CI: 0.687–0.833). **Conclusion** In the patients with different BMI stratifications of AMI, the combination prediction has a better predictive effect than the single indicator. HR+MYO+CRP has the better predictive effect for LVSD in the patients with lean/normal type AMI, while NT-proBNP+CRP has better predictive effect for LVSD in the patients with overweight/obese type AMI.

**[Key words]** acute myocardial infarction; body mass index; left ventricular systolic function; left ventricular ejection fraction; preoperative heart rate; amino-terminal forebrain natriuretic peptide

心血管疾病 (cardiovascular disease, CVD) 是导致患者死亡的重要原因, 2020 年, 我国农村、城市 CVD 死亡分别占疾病死因的 48.00% 和 45.86%<sup>[1]</sup>。急性心肌梗死 (acute myocardial infarction, AMI) 是 CVD 死亡的主要原因, 严重威胁着人们的生命健康。近年来, AMI 致死率快速增长<sup>[2]</sup>, 引发了学者对 AMI 相关的探讨与研究, 对 AMI 患者预后的预测为热点研究方向之一。研究表明, 左心室射血分数 (left ventricular ejection fraction, LVEF) 是 AMI 患者经皮冠状动脉介入治疗 (percutaneous coronary intervention, PCI) 术后出现主要不良事件的独立预测因子<sup>[3]</sup>, 临床上常用 LVEF 反映左心室收缩功能<sup>[4]</sup>。

近年来, 不少研究探索 AMI 患者 PCI 术后 LVEF 的预测指标, 但缺乏 BMI 分层下的预测指标研究<sup>[5-6]</sup>。不同 BMI 的 AMI 患者左心室收缩功能存在差异性<sup>[7-8]</sup>, 患者 PCI 术后 LVEF 的改善情况各有不同。因此, 通过简单、经济、可靠的临床指标预测 BMI 分层下 AMI 患者 PCI 术后 LVEF 的变化, 具有临床意义。COPIE 等<sup>[9]</sup> 认为心率 (heart rate, HR) 是 AMI 患者 LVEF 的有效预测指标; BURGER 等<sup>[10]</sup> 提出 C 反应蛋白 (C-reactive protein, CRP) 可作为心力衰竭的独立危险标志物, 用于左心室收缩功能障碍 (left ventricular systolic dysfunction, LVSD) 的预测; CHARLOTTE 等<sup>[11]</sup> 认为氨基端前脑钠素 (N-terminal pro-brain natriuretic peptide, NT-proBNP) 可作为心力衰竭的有力预测指标, 用于预测 LVEF 的变

化<sup>[12]</sup>。但上述研究对象多为心力衰竭患者, 缺乏以 AMI 患者为研究对象的研究。因此, 本研究依照 BMI 把 AMI 患者分为不同人群<sup>[13]</sup>, 探讨术前 HR、CRP、肌红蛋白 (myoglobin, MYO)、NT-proBNP 等单一和联合指标对不同 AMI 患者 PCI 术后 LVSD 的预测价值。

## 1 资料与方法

### 1.1 一般资料

选取兰州大学第一医院 2020 年 1–12 月收治的符合纳入排除标准的 353 例 AMI 患者作为研究对象。收集患者一般资料、实验室指标和心肌酶指标。一般资料包括性别、年龄、糖尿病、高血压、吸烟史、饮酒史、收缩压 (systolic blood pressure, SBP)、舒张压 (diastolic blood pressure, DBP)、HR、BMI; 实验室指标包括肌酐 (creatinine, Cr)、尿酸 (uric acid, UA)、血糖 (glucose, Glu)、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)、总胆固醇 (total cholesterol, TC)、CRP、血细胞比容 (hematocrit, HCT)、中性粒细胞计数 (neutrophil, NEUT)、淋巴细胞计数 (lymphocyte, LYM)、中性粒细胞计数与淋巴细胞计数比值 (neutrophil lymphocyte ratio, NLR)、Hb、PLT、NT-proBNP、LVEF; 心肌酶指标包括 MYO、肌酸激酶同工酶 (creatinine kinase isoenzymes MB, CK-MB)、心肌肌钙蛋白 I (cardiac troponin I, cTnI) 等资料。纳入标准: (1) 临床检

查符合 AMI 的诊断标准<sup>[14]</sup>,且均经冠状动脉造影(coronary angiography, CAG)检查确诊;(2)初发心肌梗死患者;(3)患者无手术禁忌证,均于发病后接受急诊 PCI 治疗;(4)患者基本临床资料完整;(5)住院期间完成心脏彩色多普勒超声检查;(6)既往 LVEF 正常。排除标准:(1)合并心瓣膜疾病、心肌病及心肌炎疾病;(2)既往发生过心肌梗死;(3)合并肿瘤、感染性疾病、出血异常疾病。本研究经兰州大学第一医院伦理委员会审批通过(审批号: LDYYLL2024-191),患者均知情同意。

## 1.2 方法

### 1.2.1 治疗方法

所有患者术前给予阿司匹林肠溶片 300 mg 联合氯吡格雷 300 mg/替格瑞洛片 180 mg 嚼服,于兰州大学第一医院行 CAG 和 PCI。手术均由兰州大学第一医院心血管内科介入医师(具有冠心病介入治疗资质)完成。术后根据 AMI 治疗指南均给予双联抗血小板联合他汀药物治疗。根据患者病情及个体化情况,给予血管紧张素转化酶抑制剂/血管紧张素受体拮抗剂/血管紧张素受体脑啡肽酶抑制剂、 $\beta$ 受体阻滞剂、质子抑制剂等药物治疗。

### 1.2.2 左心室收缩功能评价

所有患者 PCI 术后 24~48 h 内行床旁超声心动图检测(CX50 心脏彩超超声系统,美国 Philips 公司),采用 Simpson 法检测 LVEF,将 LVEF<0.5 的研究对象纳入 LVSD 组,LVEF $\geq$ 0.5 的研究对象纳入对照

组<sup>[15-16]</sup>。依照 BMI 把 AMI 患者分为瘦型/正常型(BMI<24 kg/m<sup>2</sup>)与超重/肥胖型(BMI $\geq$ 24 kg/m<sup>2</sup>)。

### 1.3 统计学处理

采用 Excel2021 进行数据录入,采用 SPSS26.0 软件进行数据处理。满足正态分布和方差齐性检验的计量资料,以  $\bar{x}\pm s$  表示,组间比较采用  $t$  检验。不符合正态分布和方差齐性的计量资料以  $M(Q_1, Q_3)$  表示,组间比较采用秩和检验。计数资料以例数或百分比表示,组间比较采用  $\chi^2$  检验。采用受试者工作特征(receiver operating characteristic, ROC)曲线和曲线下面积(area under the curve, AUC)分析不同指标的预测效能。运用 R 软件“pROC”包进行无须校正协变量的 ROC 曲线绘制,运用 R 软件“ROCNReg”包中的 AROC.sp 函数进行校正协变量的 ROC 曲线绘制。以  $P<0.05$  为差异有统计学意义。

## 2 结果

### 2.1 不同 BMI 分层 AMI 患者的临床资料比较

瘦型/正常型 AMI 患者 153 例,其中 LVSD 组 54 例,对照组 99 例;超重/肥胖型 AMI 患者 200 例,其中 LVSD 组 60 例,对照组 140 例。在瘦型/正常型 AMI 患者中, LVSD 组 HR、CRP、NT-proBNP、MYO、cTnI 水平均高于对照组,差异有统计学意义( $P<0.05$ );在超重/肥胖型 AMI 患者中, LVSD 组 HR、CRP、NEUT、PLT、NT-proBNP 水平均高于对照组,年龄低于对照组,差异有统计学意义( $P<0.05$ ),详见表 1、2。

表 1 瘦型/正常型 AMI 患者中 LVSD 组和对照组的临床资料比较

项目	LVSD 组( $n=54$ )	对照组( $n=99$ )	$\chi^2/t/Z$	$P$
一般资料				
男/女( $n/n$ )	44/10	78/21	0.157	0.692
年龄( $\bar{x}\pm s$ , 岁)	65.43 $\pm$ 10.44	63.63 $\pm$ 10.66	-1.005	0.317
糖尿病( $n$ )	8	18	0.281	0.596
高血压( $n$ )	26	33	3.237	0.072
吸烟史( $n$ )	26	37	1.675	0.196
饮酒史( $n$ )	10	20	0.063	0.802
SBP( $\bar{x}\pm s$ , mmHg)	119 $\pm$ 26	126 $\pm$ 23	1.765	0.080
DBP( $\bar{x}\pm s$ , mmHg)	73 $\pm$ 13	74 $\pm$ 13	0.033	0.974
HR[ $M(Q_1, Q_3)$ , 次/min]	80.00(70.00, 104.00)	71.00(64.00, 80.00)	-4.102	<0.001
实验室指标				
Cr[ $M(Q_1, Q_3)$ , $\mu$ mol/L]	70.00(57.00, 85.00)	66.00(56.00, 79.00)	-0.899	0.368
UA[ $M(Q_1, Q_3)$ , $\mu$ mol/L]	343.00(291.00, 421.00)	317.00(262.00, 375.00)	-1.861	0.063
Glu[ $M(Q_1, Q_3)$ , mmol/L]	6.63(5.54, 9.23)	6.58(5.39, 8.68)	-0.838	0.402
LDL-C( $\bar{x}\pm s$ , mmol/L)	2.76 $\pm$ 0.91	2.71 $\pm$ 0.72	-0.351	0.726
HDL-L( $\bar{x}\pm s$ , mmol/L)	1.12 $\pm$ 0.27	1.10 $\pm$ 0.24	-0.559	0.577
TC( $\bar{x}\pm s$ , mmol/L)	4.17 $\pm$ 1.15	4.09 $\pm$ 0.96	-0.454	0.650
CRP[ $M(Q_1, Q_3)$ , mg/L]	12.31(3.04, 37.45)	5.04(1.64, 13.26)	-2.580	0.010
HCT[ $M(Q_1, Q_3)$ , %]	42.80(37.68, 45.95)	43.20(39.80, 46.60)	-0.645	0.519
NEUT[ $M(Q_1, Q_3)$ , $\times 10^9/L$ ]	8.02(5.96, 11.53)	7.30(5.33, 9.77)	-1.315	0.188

续表 1 瘦型/正常型 AMI 患者中 LVSD 组和对照组的临床资料比较

项目	LVSD 组 (n=54)	对照组 (n=99)	$\chi^2/t/Z$	P
LYM[M(Q <sub>1</sub> , Q <sub>3</sub> ), ×10 <sup>9</sup> /L]	1.20(0.80, 1.55)	1.34(0.89, 1.79)	-1.495	0.135
NLR[M(Q <sub>1</sub> , Q <sub>3</sub> )]	5.81(3.40, 12.19)	5.62(3.32, 8.95)	-0.758	0.449
Hb[M(Q <sub>1</sub> , Q <sub>3</sub> ), g/L]	147.00(133.00, 157.00)	145.00(131.00, 157.00)	-0.032	0.974
PLT( $\bar{x} \pm s$ , ×10 <sup>9</sup> /L)	180±54	175±53	-0.537	0.592
NT-ProBNP[M(Q <sub>1</sub> , Q <sub>3</sub> ), pg/mL]	1 103.00(422.00, 4 970.00)	769.00(412.00, 1 380.00)	-2.090	0.037
心肌酶指标				
MYO[M(Q <sub>1</sub> , Q <sub>3</sub> ), ng/mL]	610.00(208.00, 900.00)	293.00(100.00, 625.00)	-2.982	0.003
CK-MB[M(Q <sub>1</sub> , Q <sub>3</sub> ), ng/mL]	137.00(16.00, 336.25)	78.00(26.00, 222.00)	-1.261	0.207
cTnI[M(Q <sub>1</sub> , Q <sub>3</sub> ), ng/mL]	3.70(0.92, 15.00)	2.10(0.59, 6.50)	-2.081	0.037

表 2 超重/肥胖型 AMI 患者中 LVSD 组和对照组的临床资料比较

项目	LVSD 组 (n=60)	对照组 (n=140)	$\chi^2/t/Z$	P
一般资料				
男/女 (n/n)	52/8	118/22	0.187	0.666
年龄( $\bar{x} \pm s$ , 岁)	57.27±9.77	60.69±11.18	2.056	0.041
糖尿病 (n)	17	35	0.243	0.622
高血压 (n)	32	65	0.802	0.371
吸烟史 (n)	24	53	0.081	0.775
饮酒史 (n)	12	30	0.052	0.820
SBP( $\bar{x} \pm s$ , mmHg)	127±28	134±24	1.709	0.089
DBP( $\bar{x} \pm s$ , mmHg)	80±17	80±14	-0.059	0.953
HR( $\bar{x} \pm s$ , 次/min)	88±18	76±13	-4.647	<0.001
实验室指标				
Cr[M(Q <sub>1</sub> , Q <sub>3</sub> ), μmol/L]	72.00(63.00, 96.00)	71.00(62.00, 82.00)	-0.781	0.435
UA[M(Q <sub>1</sub> , Q <sub>3</sub> ), μmol/L]	349.00(299.00, 441.00)	338.00(286.00, 416.00)	-1.341	0.180
Glu[M(Q <sub>1</sub> , Q <sub>3</sub> ), mmol/L]	7.50(5.70, 11.17)	7.42(6.11, 9.88)	-0.048	0.962
LDL-C( $\bar{x} \pm s$ , mmol/L)	3.11±0.89	3.15±0.85	0.304	0.762
HDL-L( $\bar{x} \pm s$ , mmol/L)	1.06±0.27	1.04±0.20	-0.743	0.460
TC( $\bar{x} \pm s$ , mmol/L)	4.62±1.19	4.55±1.19	-0.399	0.690
CRP[M(Q <sub>1</sub> , Q <sub>3</sub> ), mg/L]	19.49(3.73, 70.03)	5.21(2.29, 12.06)	-3.879	<0.001
HCT( $\bar{x} \pm s$ , %)	44.58±7.26	44.20±5.33	0.721	0.466
NEUT[M(Q <sub>1</sub> , Q <sub>3</sub> )×10 <sup>9</sup> /L]	8.17(5.82, 10.80)	6.68(5.37, 9.30)	-2.386	0.017
LYM[M(Q <sub>1</sub> , Q <sub>3</sub> ), ×10 <sup>9</sup> /L]	1.40(1.03, 1.92)	1.45(0.96, 1.88)	-0.303	0.762
NLR[M(Q <sub>1</sub> , Q <sub>3</sub> )]	5.78(3.70, 9.73)	4.86(3.03, 8.45)	-1.212	0.226
Hb( $\bar{x} \pm s$ , g/L)	149±22	150±19	0.118	0.906
PLT( $\bar{x} \pm s$ , ×10 <sup>9</sup> /L)	197±63	178±53	-2.176	0.031
NT-ProBNP[M(Q <sub>1</sub> , Q <sub>3</sub> ), pg/mL]	1 125.00(248.00, 3 907.00)	428.00(164.00, 1 052.00)	-3.828	<0.001
心肌酶指标				
MYO[M(Q <sub>1</sub> , Q <sub>3</sub> ), ng/mL]	382.00(131.00, 897.00)	216.00(82.00, 711.00)	-1.911	0.056
CK-MB[M(Q <sub>1</sub> , Q <sub>3</sub> ), ng/mL]	73.50(23.00, 168.70)	52.00(14.00, 204.00)	-0.864	0.388
cTnI[M(Q <sub>1</sub> , Q <sub>3</sub> ), ng/mL]	2.60(0.87, 7.93)	1.60(0.28, 8.58)	-1.607	0.108

## 2.2 多种指标预测不同 BMI 分层 AMI 患者 LVSD 的 ROC 曲线

### 2.2.1 预测瘦型/正常型 AMI 患者 LVSD 的 ROC 曲线

选取表 1 中 LVSD 组和对照组比较差异有统计

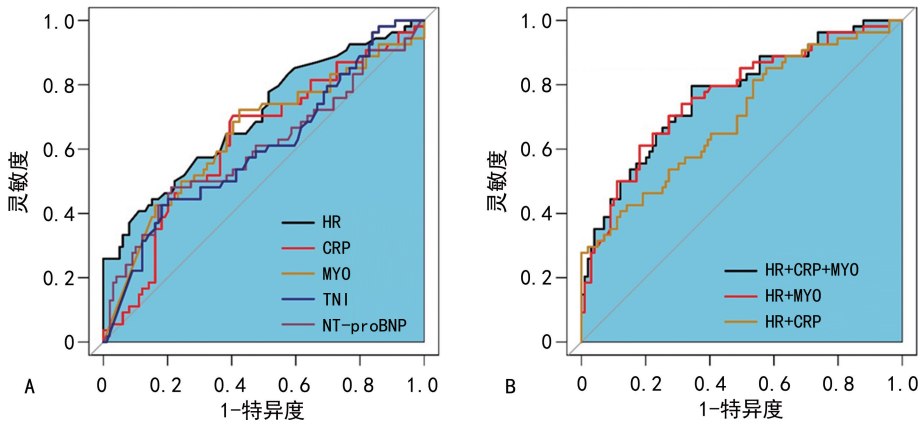
学意义的指标绘制预测瘦型/正常型 AMI 患者 LVSD 的 ROC 曲线。结果显示, HR 的 AUC 为 0.701(95% CI: 0.612 ~ 0.790), CRP 的 AUC 为 0.627(95% CI: 0.533 ~ 0.721), MYO 的 AUC 为 0.645(95% CI: 0.550 ~ 0.740), cTnI 的 AUC 为

0.602(95%CI:0.506~0.698),NT-proBNP 的 AUC 为 0.602(95%CI:0.502~0.702);指标联合预测中,AUC 排名前 3 位的分别为 HR+MYO+CRP (AUC=0.769,95%CI:0.690~0.849)、HR+MYO (AUC=0.764,95%CI:0.683~0.845)、HR+CRP (AUC=0.698,95%CI:0.609~0.786),见图 1。

**2.2.2 预测超重/肥胖型 AMI 患者 LVSD 的 ROC 曲线**

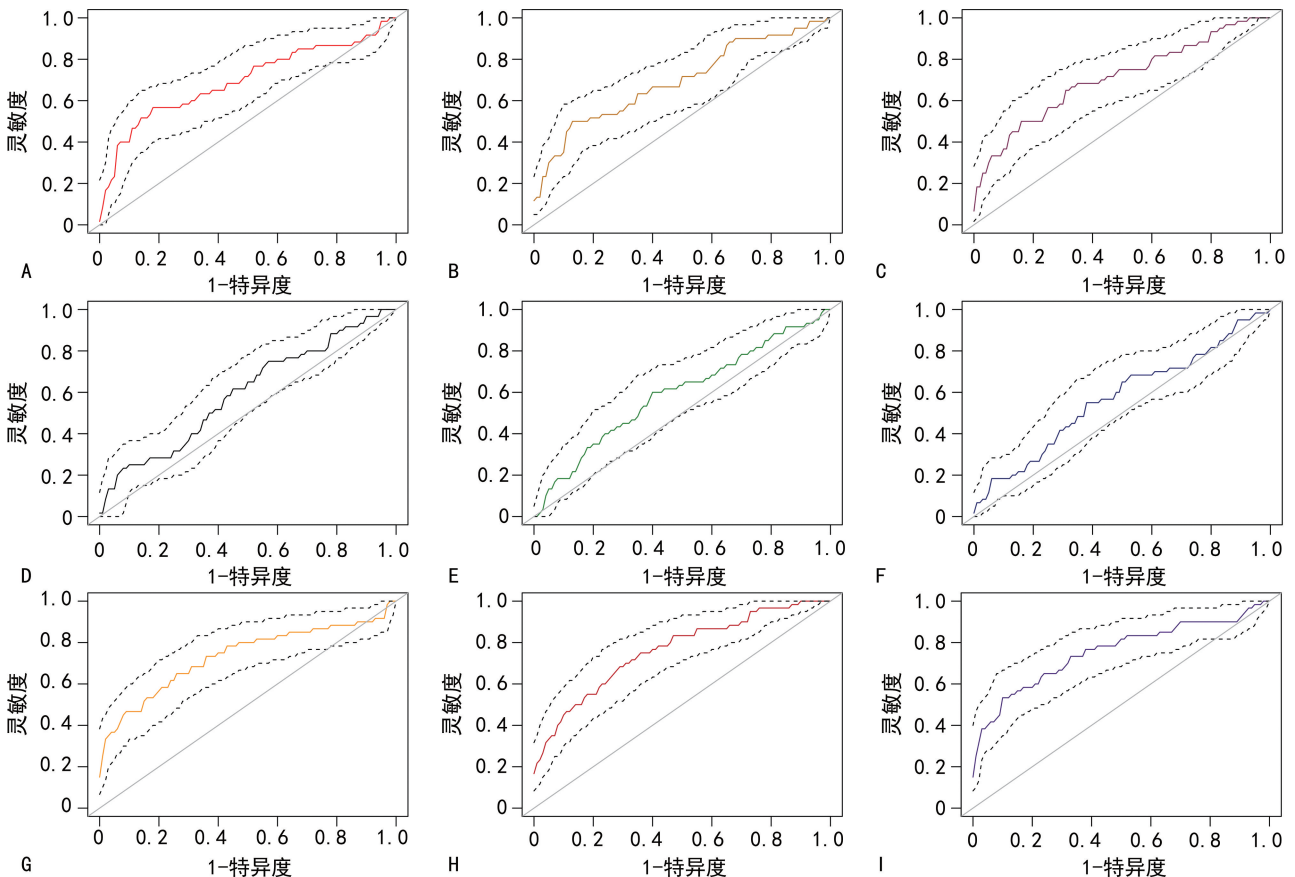
校正年龄后,选取表 2 中 LVSD 组和对照组比较差异有统计学意义的指标(包括 MYO),绘制预测超重/肥胖型 AMI 患者 LVSD 的 ROC 曲线。结果显

示,HR 的 AUC 为 0.694(95%CI:0.604~0.779),CRP 的 AUC 为 0.694(95%CI:0.606~0.771),NT-proBNP 的 AUC 为 0.706(95%CI:0.613~0.786),MYO 的 AUC 为 0.597(95%CI:0.513~0.672),NEUT 的 AUC 为 0.591(95%CI:0.498~0.679),OLT 的 AUC 为 0.571(95%CI:0.480~0.667);指标联合预测中,AUC 排名前 3 位的分别为 NT-proBNP+HR (AUC=0.733,95%CI:0.647~0.814)、NT-proBNP+CRP (AUC=0.761,95%CI:0.687~0.833)、NT-proBNP+HR+CRP (AUC=0.755,95%CI:0.672~0.840),见图 2。



A:单指标预测瘦型/正常型 AMI 患者 LVSD;B:多指标联合预测瘦型/正常型 AMI 患者 LVSD。

图 1 多种指标预测瘦型/正常型 AMI 患者 LVSD 的 ROC 曲线



A:HR;B:CRP;C:NT-proBNP;D:MYO;E:NEUT;F:PLT;G:NT-proBNP+HR;H:NT-proBNP+CRP;I:NT-proBNP+CRP+HR。

图 2 多种指标预测超重/肥胖型 AMI 患者 LVSD 的 ROC 曲线

### 3 讨 论

AMI 是全球居民发病和死亡的主要原因<sup>[17]</sup>, LVSD 是 AMI 的严重并发症。不同 BMI 分层患者左心室收缩功能变化具有差异性<sup>[18]</sup>, 尽早识别出 LVSD 患者有利于临床早期干预, 并进行个体化及精准治疗。在不同 BMI 分层下, 各临床指标表现出对 LVSD 不同效果的预测能力。本研究结果发现, 瘦型/正常型 AMI 患者中, HR 为单指标预测效果最好的因子, AUC 为 0.701 (95% CI: 0.612~0.790)。LOGE-ART 等<sup>[19]</sup>的研究表明 HR 本身可能会影响心脏功能, 与中等水平的 HR 比较, 低水平 HR 可能对 LVSD 患者有益, 临床上常用  $\beta$  受体阻滞剂控制 AMI 患者在非急性期的 HR<sup>[20]</sup>; FERRARI 等<sup>[21]</sup>发现降低 HR 可以明显改善 AMI 患者的左心室收缩功能, 在有冠状动脉微循环缺陷的情况下, HR 的短期提高(如在运动或情绪时)是缺血的决定因素, 降低 HR 与提高低灌注肌细胞的缺血阈值有利于预防心绞痛。本研究结果显示, 超重/肥胖型 AMI 患者中, NT-proBNP 为单指标预测效果最好的因子, AUC 为 0.706 (95% CI: 0.613~0.786)。VERGARO 等<sup>[22]</sup>的研究表明 NT-proBNP 在超重/肥胖型的心力衰竭患者中具有较高预测能力, 这可能与 NT-proBNP 生化特性密切相关<sup>[23]</sup>。本研究中, CRP、MYO、NEUT、PLT 的单指标预测也表现出一定的预测效果, 这可能与不同 BMI 分层患者的代谢与免疫反应相关<sup>[24]</sup>。

在临床上, 多指标预测通常较单指标预测的正确率和可信度更高。本研究结果发现, HR+MYO+CRP 为联合预测瘦型/正常型 AMI 患者 LVSD 效果最好的因子组合, AUC 为 0.769 (95% CI: 0.690~0.849)。KOLLER 等<sup>[25]</sup>研究表明, CRP 是 LVSD 的有力预测因子。MYO 是心肌梗死早期的重要预测指标, 也是左心室收缩功能的预测因子, 具有 AMI 的诊断价值与预测价值<sup>[26]</sup>, 这可能是因为瘦型/正常型 AMI 患者的炎症反应更为明显<sup>[27-28]</sup>。本研究结果显示, NT-proBNP+CRP 是联合预测超重/肥胖型 AMI 患者 LVSD 效果最好的因子组合, AUC 为 0.761 (95% CI: 0.687~0.833)。欧洲心脏病学会指南 2023 年重点更新中提及了 NT-proBNP、CRP 对于 LVEF 的预测价值, 二者联合预测可能更具有临床意义<sup>[29]</sup>。

本研究使用患者一般资料与检验指标预测 AMI 患者 PCI 术后 LVSD, 此方法具有简单、经济、可行的特点, 在临床上特别是在基层医院具有巨大的应用潜力。

本研究也存在局限性: (1) 样本量相对较小; (2) 未单独对肥胖人群 ( $BMI \geq 28 \text{ kg/m}^2$ ) 进行分析, 而相

关研究表明 NT-proBNP 对该类人群的预测效果较好<sup>[30]</sup>; (3) 本研究随访时间相对较短, LVEF 可能在短期内波动影响试验结果的真实性。

综上所述, 不同 BMI 分层 AMI 患者中, 联合预测比单指标预测的预测效果更好, HR+MYO+CRP 对瘦型/正常型 AMI 患者 LVSD 具有更好的预测效果, 而 NT-proBNP+CRP 对超重/肥胖型 AMI 患者 LVSD 具有更好的预测效果。

### 参考文献

- [1] Writing Committee of the Report on Cardiovascular Health and Diseases in China. Report on cardiovascular health and diseases in China 2022: an updated summary[J]. *Biomed Environ Sci*, 2023, 36(8): 669-701.
- [2] LI J, LI X, WANG Q, et al. ST-segment elevation myocardial infarction in China from 2001 to 2011 (the China PEACE-retrospective acute myocardial infarction study): a retrospective analysis of hospital data[J]. *Lancet*, 2015, 385(9966): 441-451.
- [3] RICHARDS A M, NICHOLLS M G, ESPINER E A, et al. B-type natriuretic peptides and ejection fraction for prognosis after myocardial infarction[J]. *Circulation*, 2003, 107(22): 2786-2792.
- [4] JANWANISHSTAPORN S, FENG S, TEERLINK J, et al. Relationship between left ventricular ejection fraction and cardiovascular outcomes following hospitalization for heart failure: insights from the RELAX-AHF-2 trial[J]. *Eur J Heart Fail*, 2020, 22(4): 726-738.
- [5] YOSHIOKA G, TANAKA A, WATANABE N, et al. Prognostic impact of incident left ventricular systolic dysfunction after myocardial infarction[J]. *Front Cardiovasc Med*, 2022, 9: 1009691.
- [6] ZHANG J, BEGLEY A, JACKSON R, et al. Body mass index and all-cause mortality in heart failure patients with normal and reduced ventricular ejection fraction: a dose-response meta-analysis[J]. *Clin Res Cardiol*, 2019, 108(2): 119-132.
- [7] YE L F, LI X L, WANG S M, et al. Body mass index: an effective predictor of ejection fraction

- improvement in heart failure[J]. *Front Cardiovasc Med*, 2021, 8: 586240.
- [8] MYHRE P L, VADUGANATHAN M, CLAGGETT B L, et al. Association of natriuretic peptides with cardiovascular prognosis in heart failure with preserved ejection fraction: secondary analysis of the TOPCAT randomized clinical trial[J]. *JAMA Cardiol*, 2018, 3(10): 1000-1005.
- [9] COPIE X, HNATKOVA K, STAUNTON A, et al. Predictive power of increased heart rate versus depressed left ventricular ejection fraction and heart rate variability for risk stratification after myocardial infarction. Results of a two-year follow-up study[J]. *J Am Coll Cardiol*, 1996, 27(2): 270-276.
- [10] BURGER P M, KOUDSTAAL S, MOSTERD A, et al. C-Reactive protein and risk of incident heart failure in patients with cardiovascular disease[J]. *J Am Coll Cardiol*, 2023, 82(5): 414-426.
- [11] KRAGELUND C, GRONNING B, KØBER L, et al. N-terminal pro-B-type natriuretic peptide and long-term mortality in stable coronary heart disease[J]. *N Engl J Med*, 2005, 352(7): 666-675.
- [12] SAVARESE G, ORSINI N, HAGE C, et al. Utilizing NT-proBNP for eligibility and enrichment in trials in HFpEF, HFmrEF, and HFrEF[J]. *JACC Heart Fail*, 2018, 6(3): 246-256.
- [13] 国家卫生健康委员会. 成人体重判定[EB/OL]. [2024-02-17]. <http://www.nhc.gov.cn/zw/gkzt/yingyang/201308/a233d450fdb47c5ad4f08b7e394d1e8.shtml>.
- [14] THYGESEN K, ALPERT J S, JAFFE A S, et al. Fourth universal definition of myocardial infarction (2018)[J]. *J Am Coll Cardiol*, 2018, 72(18): 2231-2264.
- [15] RILLIG A, MAGNUSSEN C, OZGA A K, et al. Early rhythm control therapy in patients with atrial fibrillation and heart failure[J]. *Circulation*, 2021, 144(11): 845-858.
- [16] ANZINI M, MERLO M, SABBADINI G, et al. Long-term evolution and prognostic stratification of biopsy-proven active myocarditis[J]. *Circulation*, 2013, 128(22): 2384-2394.
- [17] 中国心血管健康与疾病报告编写组. 中国心血管健康与疾病报告 2022 概要[J]. *中国循环杂志*, 2023, 38(6): 583-612.
- [18] BUCHOLZ E M, RATHORE S S, REID K J, et al. Body mass index and mortality in acute myocardial infarction patients[J]. *Am J Med*, 2012, 125(8): 796-803.
- [19] LOGEART D, GUEFFET J P, ROUZET F, et al. Heart rate per se impacts cardiac function in patients with systolic heart failure and pacing: a pilot study[J]. *Eur J Heart Fail*, 2009, 11(1): 53-57.
- [20] REED G W, ROSSI J E, CANNON C P. Acute myocardial infarction [J]. *Lancet*, 2017, 389(10065): 197-210.
- [21] FERRARI R, FOX K. Heart rate reduction in coronary artery disease and heart failure[J]. *Nat Rev Cardiol*, 2016, 13(8): 493-501.
- [22] VERGARO G, GENTILE F, MEEMS L M G, et al. NT-proBNP for risk prediction in heart failure: identification of optimal cutoffs across body mass index categories [J]. *JACC Heart Fail*, 2021, 9(9): 653-663.
- [23] VODOVAR N, SÉRONDE M F, LARIBI S, et al. Post-translational modifications enhance NT-proBNP and BNP production in acute decompensated heart failure [J]. *Eur Heart J*, 2014, 35(48): 3434-3441.
- [24] ZHANG Y, BAUERSACHS J, LANGER H F. Immune mechanisms in heart failure[J]. *Eur J Heart Fail*, 2017, 19(11): 1379-1389.
- [25] KOLLER L, KLEBER M, GOLIASCH G, et al. C-reactive protein predicts mortality in patients referred for coronary angiography and symptoms of heart failure with preserved ejection fraction[J]. *Eur J Heart Fail*, 2014, 16(7): 758-766.
- [26] BYRNE R A, ROSSELLO X, COUGHLAN J J, et al. 2023 ESC Guidelines for the management of acute coronary syndromes [J]. *Eur Heart J*, 2023, 44(38): 3720-3826.
- [27] LATINI R, GULLESTAD L, MASSON S, et al. Pentraxin-3 in chronic heart failure: the CORONA and GISSI-HF trials[J]. *Eur J Heart Fail*, 2012, 14(9): 992-999.
- [28] WOLSK E, CLAGGETT B, KØBER L, et al. Contribution of cardiac and extra-cardiac disease burden to risk of cardiovascular outcomes varies by ejection fraction in heart failure[J]. *Eur J Heart Fail*, 2018, 20(3): 504-510. (下转第 2929 页)