

本文引用: 赵媛媛, 赵延龙, 王帅, 等. 应激性高血糖比值对急性心肌梗死患者 PCI 术后左心室重塑的预测价值[J]. 中国动脉硬化杂志, 2026, 34(2): 129-136. DOI: 10.20039/j.cnki.1007-3949.2026.02.005.

[文章编号] 1007-3949(2026)34-02-0129-08

· 临床研究 ·

应激性高血糖比值对急性心肌梗死患者 PCI 术后左心室重塑的预测价值

赵媛媛, 赵延龙, 王帅, 于淇丞, 曾静, 刘志

首都医科大学宣武医院急诊科, 北京市 100053

[摘要] **[目的]** 探讨应激性高血糖比值(SHR)与急性心肌梗死患者经皮冠状动脉介入治疗(PCI)术后左心室重塑的关系。**[方法]** 回顾性分析自 2016 年 1 月至 2023 年 12 月在首都医科大学宣武医院心内科住院接受 PCI 术且具备完整超声心动图随访资料的 1 160 例急性心肌梗死患者,根据是否发生左心室重塑分为重塑组($n=262$)与非重塑组($n=898$),比较两组患者 SHR 的差异;进一步将 SHR 按三分位数分组,分析不同水平 SHR 与左心室重塑的关系;运用多因素 Logistic 回归分析,评估 SHR 与左心室重塑的独立相关性。**[结果]** 重塑组 SHR 显著高于非重塑组($P=0.023$)。按 SHR 三分位数分组分析显示,高 SHR 组左心室重塑的发生率显著高于低 SHR 组(27.9%比 17.8%, $P=0.003$)。多因素 Logistic 回归分析显示,在调整混杂因素后,SHR 仍是左心室重塑的独立危险因素($OR=1.53$,95% $CI:1.01\sim 2.29$, $P=0.043$)。ROC 曲线分析显示,SHR 预测左心室重塑的曲线下面积为 0.57(95% $CI:0.52\sim 0.63$),最佳截断值为 0.88。另外,SHR 在各亚组中的表现稳定。**[结论]** SHR 与急性心肌梗死患者 PCI 术后左心室重塑的发生呈正相关关系,是预测左心室重塑的独立危险因素。

[关键词] 应激性高血糖比值; 急性心肌梗死; 左心室重塑; 经皮冠状动脉介入治疗

[中图分类号] R5

[文献标识码] A

The predictive value of stress hyperglycemia ratio for left ventricular remodeling after PCI in patients with acute myocardial infarction

ZHAO Yuanyuan, ZHAO Yanlong, WANG Shuai, YU Qicheng, ZENG Jing, LIU Zhi

Emergency Department of Xuanwu Hospital, Capital Medical University, Beijing 100053, China

[ABSTRACT] **Aim** To investigate the relationship between stress hyperglycemia ratio (SHR) and left ventricular remodeling after percutaneous coronary intervention (PCI) in patients with acute myocardial infarction. **Methods** A retrospective analysis was conducted on 1 160 patients with acute myocardial infarction who underwent PCI and had complete echocardiographic follow-up data in the Cardiology Department of Xuanwu Hospital, Capital Medical University from January 2016 to December 2023. The patients were divided into the remodeling group ($n=262$) and the non-remodeling group ($n=898$) according to the presence or absence of left ventricular remodeling, and the differences in SHR between the two groups were compared. Furthermore, the SHR were grouped into tertiles to analyze the relationship between different levels of SHR and left ventricular remodeling. Multivariable Logistic regression was used to analyze the independent correlation between SHR and left ventricular remodeling. **Results** The SHR was significantly higher in the remodeling group than that in the non-remodeling group ($P=0.023$). Tertile analysis of SHR showed that the incidence of left ventricular remodeling in the high SHR group was significantly higher than that in the low SHR group (27.9% vs. 17.8%, $P=0.003$). Multivariable Logistic regression analysis showed that SHR remained an independent risk factor for left ventricular remodeling after adjusting for confounders ($OR=1.53$, 95% $CI: 1.01\sim 2.29$, $P=0.043$). ROC curve analysis showed that the area under the curve for predicting left ventricular remodeling in SHR was 0.57 (95% $CI: 0.52\sim 0.63$), with an optimal cutoff value of 0.88. Additionally, the performance of SHR remained stable across all subgroups.

[收稿日期] 2025-03-30

[修回日期] 2025-09-18

[基金项目] 国家自然科学基金项目(62172288)

[作者简介] 赵媛媛, 博士研究生, 研究方向为心血管疾病, E-mail:zhyy1105@163.com。通信作者刘志, 博士研究生导师, 研究方向为心血管疾病, E-mail:xwyy168@163.com。

Conclusion SHR is positively correlated with the occurrence of left ventricular remodeling after PCI in patients with acute myocardial infarction, and is an independent risk factor for predicting left ventricular remodeling.

[**KEY WORDS**] stress hyperglycemia ratio; acute myocardial infarction; left ventricular remodeling; percutaneous coronary intervention

急性心肌梗死 (acute myocardial infarction, AMI) 作为心血管病中的急危重症, 有着高发病率和死亡率的特点, 为社会及家庭带来了沉重的负担^[1-2]。尽管随着经皮冠状动脉介入治疗 (percutaneous coronary intervention, PCI) 和现代药物治疗的发展, AMI 患者的短期预后有所改善, 但部分患者在事件后仍会发生不良左心室重塑, 从而导致心力衰竭的发生, 显著影响患者的长期预后。

左心室重塑是 AMI 患者急性期后常见的不良后果, 表现为心室几何结构和功能的病理性改变, 包括左心室射血分数 (left ventricular ejection fraction, LVEF) 下降、左心室舒张末内径 (left ventricular end-diastolic diameter, LVEDD) 和左心室收缩末内径 (left ventricular end-systolic diameter, LVESD) 增加等, 这种不良重塑是心肌梗死后心力衰竭的重要病理基础, 其发生机制复杂, 涉及炎症反应、纤维化、氧化应激及心肌代谢紊乱等多种因素^[3]。近年来, 研究表明, 急性应激状态下出现的高血糖水平, 即应激性高血糖, 可能是影响 AMI 患者左心室重塑的关键驱动因素之一。应激性高血糖是急性应激反应中常见的代谢异常现象, 其发生机制涉及交感神经系统的激活、炎症介质的释放以及胰岛素抵抗的加剧^[4]。传统上, 通常以入院血糖水平来评估应激性高血糖。然而, 动脉血气分析无法区分急性应激反应与慢性高血糖状态, 这在一定程度上限制了其在预测患者预后中的应用价值。近年来, 应激性高血糖比值 (stress hyperglycemia ratio, SHR) 作为一种新型评估指标, 逐渐受到广泛关注^[5-7]。SHR 通过入院血糖与糖化血红蛋白 (glycosylated hemoglobin, HbA1c) 的计算得出, 能够更准确地反映患者在急性应激状态下的相对高血糖水平^[8]。

已有研究表明, SHR 与 AMI 患者的不良预后密切相关, 包括院内死亡率、主要不良心血管事件 (major adverse cardiac events, MACE) 以及心肌损伤程度等^[7]。然而, 目前关于 SHR 与 AMI 患者左心室重塑之间关系的研究仍较为有限。因此, 本研究选取 AMI 患者作为研究对象, 旨在深入分析 SHR 与 PCI 术后左心室重塑之间的关联, 并探讨 SHR 作为预测 AMI 患者左心室重塑的潜在临床应用价值, 从而为优化 AMI 患者的治疗策略及提升其长期预

后效果提供新的科学依据。

1 资料和方法

1.1 研究对象

收集自 2016 年 1 月至 2023 年 12 月在首都医科大学宣武医院心内科住院并接受 PCI 手术且进行心脏彩超复查的 1 160 例患者资料, 其中男性 929 例, 女性 231 例, 平均年龄为 (61.7±11.7) 岁。纳入标准: AMI 患者^[9], 年龄>18 岁; 具备基线及 6 个月后的心脏彩超复查资料。排除标准: 恶性肿瘤患者; 确诊患有心肌病、先天性心脏病、心包疾病、严重心律失常或瓣膜疾病的患者; 无法接受常规治疗的患者; 曾接受心脏外科手术 (冠状动脉搭桥手术除外) 的患者; 缺失空腹血糖 (fasting plasma glucose, FPG)、HbA1c 等关键变量的患者。本研究为单中心回顾性队列研究, 经本院伦理委员会审批 (伦理批件号: 2022161), 入选患者对本人治疗情况均知情同意。

1.2 临床资料收集

收集患者的临床资料: ①一般资料: 包括性别、年龄、血压、体重指数等; ②既往病史: 高血压、糖尿病等, 其中, 高血压定义为既往已确诊为高血压, 或目前正在服用任何降压药物; 糖尿病则定义为既往已确诊为糖尿病, 或正在接受口服降糖药物或胰岛素治疗; ③实验室检查: 入院时采集患者静脉血液样本, 依据标准方法进行生物化学指标检测; ④其他: 依据住院医嘱及出院带药情况, 收集患者用药信息, 以及根据心电图及出院诊断结果, 确定梗死部位。

1.3 冠状动脉造影及 PCI 手术资料收集

PCI 手术由 1~3 名具备丰富介入经验的医师严格按照诊疗指南进行操作。根据病历系统中的冠状动脉造影及手术记录结果, 收集罪犯血管、病变血管支数等相关资料。

1.4 超声心动图指标收集

纳入的所有患者均于入院后 24 h 内及出院后 6 个月接受经胸超声心动图检查。超声检查由具备专业资质的专职超声医师负责执行, 统一使用美国 GE 公司生产的彩色多普勒超声诊断仪进行检查。

收集的超声心动图指标包括 LVEF、左心室舒张末容积(left ventricular end-diastolic volume, LVEDV)、LVEDD 和 LVESD 等。

1.5 SHR 的计算及随访结局指标

SHR 的计算公式为: $[FPG(\text{mmol/L})]/[1.59 \times \text{HbA1c}(\%) - 2.59]$ 。SHR 采用三分位数法进行分组,依据 SHR 水平分为 Q1 组(<0.817)、Q2 组($0.817 \sim 0.984$)、Q3 组($0.985 \sim 5.849$)。所有患者出院后均接受随访,并收集超声心动图数据。不良左心室重塑的定义为:在 6 个月时,LVEDV 较基线增加 20% 及以上^[10-11]。

1.6 统计学分析

使用 R 软件和 Free Statistics 软件 2.1 版进行统计分析。计量资料以 $\bar{x} \pm s$ 表示,符合正态分布的资料采用 *t* 检验,不符合正态分布的资料以中位数(四分位数)表示。多因素 Logistic 回归分析用于评估 AMI 患者左心室重塑的影响因素。在调整变量时,采用协变量筛查方法,纳入那些导致主要暴露因素效应值变化超过 10% 的变量,并补充基于临床专业知识与左心室重塑具有临床相关性的因素。采用 ROC 曲线评估 SHR 对 AMI 患者左心室重塑的预测价值。通过基于 Logistic 回归模型的限制性立方样条分析,探讨 SHR 与左心室重塑之间是否存在

非线性关系,所得效应值已调整混杂因素。此外,亚组分析用于评估 SHR 在各亚组间的交互作用。 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 基线特征比较

本研究共纳入 1 160 例 AMI 患者,随访期间发生左心室重塑者 262 例,发生率为 22.6%。按 SHR 三分位数分组分析显示,年龄、心率、舒张压、糖尿病、急诊手术、低密度脂蛋白胆固醇(low density lipoprotein cholesterol,LDLC)、入院血糖、HbA1c、中性粒细胞计数、淋巴细胞计数、中性粒细胞与淋巴细胞比值(neutrophil-to-lymphocyte ratio,NLR)及左心室重塑在三组间存在显著差异,其中,入院血糖在 Q2 组和 Q3 组分别较 Q1 组升高 13.7% 和 70.6%,HbA1c 在 Q2 组下降 5.0%,在 Q3 组升高 3.3%,左心室重塑发生率在 Q2 组和 Q3 组较 Q1 组分别增加 23.6% 和 56.7% ($P < 0.05$ 或 $P < 0.01$),而性别、吸烟、高血压、高密度脂蛋白胆固醇(high density lipoprotein cholesterol,HDLC)、肌酐、心肌梗死部位、使用药物情况等在三组间不存在显著差异 ($P > 0.05$; 表 1)。

表 1. 患者的基本资料

Table 1. Baseline characteristics of patients

项目	SHR			P
	Q1 组($n=387$)	Q2 组($n=386$)	Q3 组($n=387$)	
年龄/岁	62.9±12.4	61.5±11.3	60.6±11.2	0.025
性别/[例(%)]				0.781
男性	306(79.1)	313(81.1)	310(80.1)	
女性	81(20.9)	73(18.9)	77(19.9)	
吸烟/[例(%)]	249(64.3)	229(59.3)	223(57.6)	0.139
收缩压/mmHg	131.0±20.5	130.0±20.4	129.8±21.2	0.697
舒张压/mmHg	72.0(65.0,82.0)	76.0(66.0,86.0)	75.0(66.0,87.0)	0.004
体重指数/(kg/m^2)	25.82±3.71	25.38±3.19	25.71±3.45	0.174
心率/(次/分)	75.7±38.5	75.2±16.4	80.4±15.6	0.009
糖尿病/[例(%)]	124(32.0)	92(23.8)	184(47.5)	<0.001
高血压/[例(%)]	231(59.7)	212(54.9)	220(56.8)	0.403
总胆固醇/(mmol/L)	4.2±1.0	4.3±0.9	4.4±1.0	0.020
甘油三酯/(mmol/L)	1.5(1.1,2.1)	1.5(1.0,2.1)	1.5(1.0,2.2)	0.936
HDLC/(mmol/L)	1.0±0.3	1.1±0.3	1.1±0.3	0.069
LDLC/(mmol/L)	2.6±0.8	2.7±0.8	2.8±0.8	0.034
入院血糖/(mmol/L)	5.1(4.7,5.9)	5.8(5.4,6.8)	8.7(7.0,12.3)	<0.001
肌酐/($\mu\text{mol}/\text{L}$)	72.0(62.0,84.0)	70.0(62.0,81.0)	70.0(60.0,84.0)	0.276

续表

项目	SHR			P
	Q1 组 (n=387)	Q2 组 (n=386)	Q3 组 (n=387)	
尿酸/(mmol/L)	362.7±102.4	348.8±94.9	354.3±97.7	0.144
HbA1c/%	6.0(5.6,6.9)	5.7(5.4,6.4)	6.2(5.5,7.9)	<0.001
中性粒细胞/(×10 ⁹ L ⁻¹)	6.6±2.7	7.2±3.1	8.3±4.0	<0.001
血小板/(×10 ⁹ L ⁻¹)	227.5±61.9	219.5±60.6	226.1±61.5	0.155
淋巴细胞/(×10 ⁹ L ⁻¹)	1.8±0.8	1.7±0.8	1.6±0.8	<0.001
NLR	1.5±0.6	1.6±0.7	1.8±0.9	<0.001
IL-6/(ng/L)	17.9(9.2,32.5)	19.0(10.0,37.2)	19.0(9.5,40.5)	0.207
hs-CRP/(mg/L)	5.1(2.1,14.3)	5.2(1.7,16.3)	5.5(1.9,19.7)	0.749
左心室重塑/[例(%)]	69(17.8)	85(22.0)	108(27.9)	0.003
急诊手术/[例(%)]	114(29.5)	150(38.9)	201(51.9)	<0.001
心肌梗死部位/[例(%)]				0.315
前壁	83(44.6)	107(47.8)	140(54.3)	
下壁	94(50.5)	104(46.4)	106(41.1)	
侧壁	9(4.8)	13(5.8)	12(4.7)	
罪犯血管/[例(%)]				0.287
左主干	2(0.7)	2(0.6)	8(2.6)	
前降支	161(53.7)	167(53.4)	179(57.4)	
右冠状动脉	105(35.0)	107(34.2)	92(29.5)	
回旋支	32(10.7)	37(11.8)	33(10.6)	
三支血管病变/[例(%)]	23(23.7)	38(33)	31(29.5)	0.313
用药情况/[例(%)]				
阿司匹林	246(99.6)	256(100)	232(100)	0.642
氯吡格雷	233(95.9)	232(91.3)	213(94.7)	0.09
他汀类	246(100)	255(100)	230(100)	1
ACEI/ARB	219(99.5)	220(98.2)	193(98.5)	0.649
SGLT-2i	4(28.6)	3(13.0)	7(23.3)	0.492
β受体阻滞剂	190(96.9)	192(96.0)	182(96.3)	0.662
手术方式/[例(%)]				0.173
PCI	81(75.7)	104(83.2)	96(85.0)	
冠状动脉搭桥术	26(24.3)	21(16.8)	17(15.0)	

注:IL-6;白细胞介素6;hs-CRP;高敏C反应蛋白;ACEI;血管紧张素转换酶抑制剂;ARB;血管紧张素受体拮抗剂;SGLT-2i;钠-葡萄糖共转运蛋白2抑制剂。

2.2 心脏超声指标比较

PCI术前的超声心动图结果显示,与非重塑组比较,重塑组LVESD升高,LVEDD减小,室间隔厚度(interventricular septum diameter,IVSD)和左心室后壁厚度(left ventricular posterior wall diameter,LVPWD)显著增厚,左心室舒张末容积(left ventricular end-diastolic volume,LVEDV)减小($P<0.05$ 或 $P<0.01$),而左心房内经(left atrial diameter,LAD)、左心室流出道内经(left ventricular outflow tract diameter,LVOTD)、LVEF在两组间差异无显著性(均 $P>0.05$)。PCI

术后6个月随访时,与非重塑组比较,LAD、LVEDD、LVEDV增加,LVEF降低($P<0.05$ 或 $P<0.01$),而LVESD、IVSD和LVPWD在两组间差异无显著性(均 $P>0.05$;表2)。

2.3 SHR与心肌梗死患者心室重塑发生风险的多因素 Logistic 回归分析

以是否发生左心室重塑作为因变量,以SHR为自变量,建立Logistic回归模型。多因素Logistic回归结果显示,在调整混杂因素后,SHR仍是左心室重塑的独立危险因素($OR=1.53,95\%CI:1.10\sim$

2.29, $P=0.043$)。进一步将 SHR 分为 Q1、Q2、Q3 三组,结果显示高 SHR 组(Q3 组)与低 SHR 组(Q1 组)相比,左心室重塑的风险显著增加($OR=1.81$, $95\% CI:1.26 \sim 2.60$, $P=0.001$;表 3)。采用基于

Logistic 回归模型的限制性立方样条分析探讨 SHR 与左心室重塑是否存在非线性关系,曲线拟合图显示,SHR 与左心室重塑的发生风险呈正相关线性关系($P_{non-linearity}=0.491$;图 1)。

表 2. 心脏超声指标比较

Table 2. Comparison of echocardiographic parameters

项目	非重塑组 (n=898)	重塑组 (n=262)	P	项目	非重塑组 (n=898)	重塑组 (n=262)	P
术前 LAD/mm	37.9±5.0	37.4±4.8	0.123	术后 LAD/mm	38.2±5.2	40.0±6.0	<0.001
LVOTD/mm	29.1±11.0	28.1±3.2	0.186	LVOTD/mm	28.4±3.4	29.1±3.5	0.005
LVESD/mm	16.6±1.7	16.9±2.1	0.032	LVESD/mm	17.2±2.8	17.6±4.0	0.152
LVEDD/mm	52.6±5.2	48.8±5.1	<0.001	LVEDD/mm	50.9±6.0	56.0±5.8	<0.001
IVSD/mm	10.1±1.6	10.7±1.7	<0.001	IVSD/mm	10.1±3.1	9.7±1.7	0.081
LVPWD/mm	10.1±1.4	10.6±1.4	<0.001	LVPWD/mm	10.1±3.5	9.9±1.3	0.467
LVEF/%	56.1±10.0	57.1±10.1	0.180	LVEF/%	59.9±9.7	55.0±11.2	<0.001
LVEDV/mL	135.7±32.8	111.3±28.0	<0.001	LVEDV/mL	126.1±33.5	157.6±38.7	<0.001

表 3. AMI 患者 PCI 术后左心室重塑的多因素 Logistic 回归分析

Table 3. Multivariable Logistic regression analysis for left ventricular remodeling after PCI in AMI patients

变量	未调整模型		模型 1		模型 2	
	OR(95% CI)	P	OR(95% CI)	P	OR(95% CI)	P
SHR	1.52(1.04 ~ 2.22)	0.031	1.52(1.04 ~ 2.21)	0.031	1.53(1.01 ~ 2.29)	0.043
按 SHR 分组						
Q1	ref		ref		ref	
Q2	1.30(0.91 ~ 1.86)	0.145	1.28(0.9 ~ 1.83)	0.170	1.26(0.88 ~ 1.81)	0.212
Q3	1.78(1.27 ~ 2.51)	0.001	1.77(1.25 ~ 2.49)	0.001	1.81(1.26 ~ 2.60)	0.001
P for trend		<0.001		<0.001		<0.001

注:模型 1 调整了年龄、性别,模型 2 调整了年龄、性别、高血压、糖尿病、急诊手术、hs-CRP、LDLC 及血尿酸。

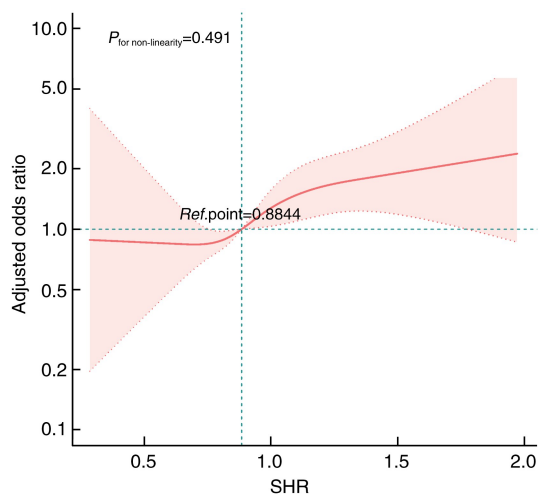


图 1. SHR 与 AMI 患者左心室重塑的限制性立方样条图
Figure 1. Restricted cubic spline plot of the association between SHR and left ventricular remodeling in AMI patients

2.4 SHR 预测 PCI 术后左心室重塑的 ROC 曲线分析

SHR 预测左心室重塑的曲线下面积(area under the curve, AUC)值为 0.57($P<0.05$),最佳临界值为 0.88,敏感度和特异度分别为 65% 和 55% (图 2)。

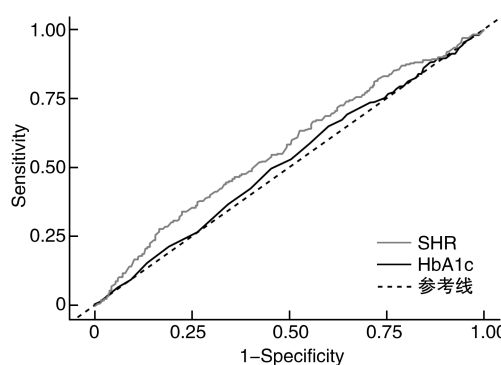


图 2. SHR 预测 AMI 患者左心室重塑的 ROC 曲线分析
Figure 2. ROC curve analysis of SHR for predicting left ventricular remodeling in AMI patients

2.5 亚组分析

亚组分析结果显示,交互作用的 P 值均大于 0.05,表明 SHR 在不同亚组中的表现相对稳定,均会提高心肌梗死后左心室重塑的风险,且各亚组之

间不存在显著的交互作用(图 3)。

2.6 SHR 与其他生物标志物之间的相关性

Spearman 相关分析结果显示,SHR 与 IL-6、hs-CRP、NLR 呈正相关($P < 0.05$;图 4)。

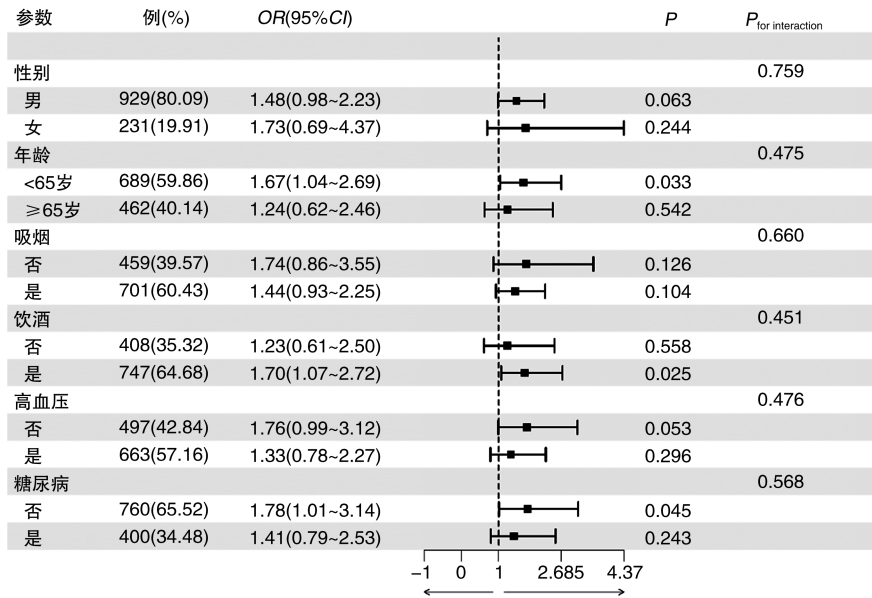


图 3. SHR 与 AMI 患者左心室重塑关联性的亚组分析

Figure 3. Subgroup analysis of the association between SHR and left ventricular remodeling in AMI patients

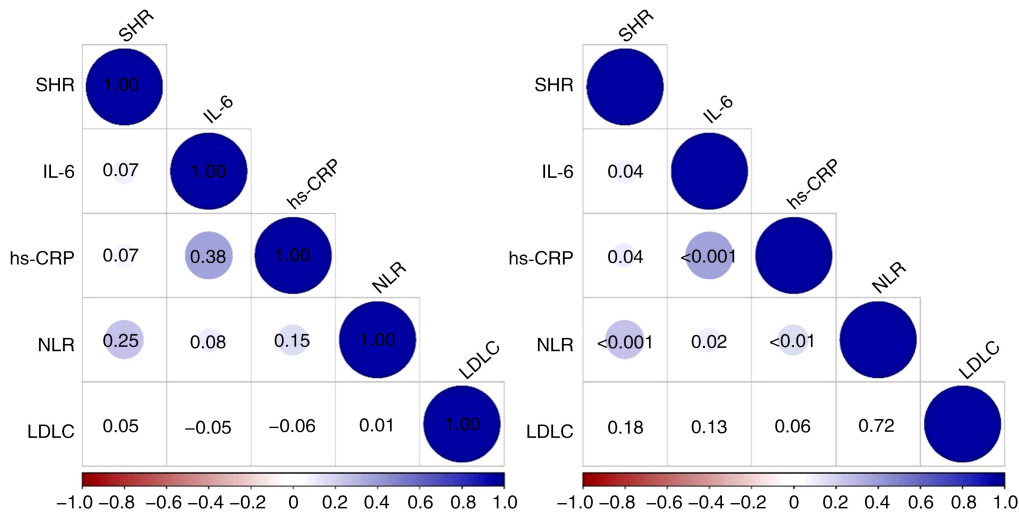


图 4. SHR 与其他生物标志物之间的相关性

左图显示 SHR 与几种生物标志物之间的相关性系数,右图显示其 P 值。

Figure 4. Correlation between SHR and other biomarkers

3 讨论

本研究探讨了 SHR 与 AMI 患者 PCI 术后左心室重塑之间的关系。研究结果显示,SHR 与左心室重塑风险之间存在显著的正相关关系,且在调整多种混杂因素后,这种相关性依然显著。这表明 SHR

可能是 AMI 患者 PCI 术后左心室重塑的独立危险因素。

近年来,SHR 在心血管疾病领域的研究逐渐增多。Cui 等^[5]在一项纳入 5 306 名 AMI 患者的多中心前瞻性研究中发现,SHR 与长期全因死亡率独立相关($HR = 1.62$),且这种关联在非糖尿病患者中更

为显著。杨南华等^[6]研究表明,SHR 是预测 ST 段抬高型心肌梗死(ST-segment elevation myocardial infarction,STEMI)患者新发心房颤动的独立危险因素(HR=2.14)。本研究结果与这些结果相一致,均支持 SHR 作为 AMI 患者预后的重要指标。

SHR 对冠心病患者预后的预测价值已得到多项研究证实^[12]。Eskandari 等^[13]研究发现,入院 SHR 与非糖尿病心肌梗死患者院内死亡率和长期随访时主要不良心脑血管事件(major adverse cardiovascular and cerebrovascular events,MACCE)发生率增加相关。周世恒等^[7]进一步证实,SHR 对 STEMI 患者院内死亡及机械性并发症具有较高预测价值。虽然 SHR 在 AMI 患者死亡率和 MACE 预测方面的价值已得到广泛验证,但关于 SHR 与左心室重塑关系的研究相对有限。Zhu 等^[14]的研究纳入了 78 例围产期心脏病患者,评估了 SHR 对左心室收缩功能障碍的影像,发现 SHR ≥ 1.079 可有效预测围产期心脏病患者持续性左心室收缩功能障碍。Bo 等^[15]利用心脏磁共振成像评估 SHR 对 357 名 AMI 患者左心室功能和微血管阻塞的综合影响,发现高空腹 SHR 患者表现出左心室功能和应变显著受损,空腹 SHR 与 LVEF、左心室整体功能指数(left ventricular global function index,LVGFI)、径向和纵向整体峰值应变受损独立相关。本研究聚焦于 AMI 患者,采用临床普遍应用且成本较低的超声心动图技术评估左心室重塑情况,结果显示,基线 SHR 水平能够有效预测 6 个月随访时的左心室重塑状态,提示急性期应激性高血糖可能在左心室重塑过程中扮演重要角色。Meng 等^[16]的研究纳入了 127 名急性前壁 STEMI 患者,探讨 SHR 与 LVEF 及左心室几何参数之间的关联,发现 SHR 与左心室负性重塑显著相关。但本研究与之相似,未发现糖尿病、年龄等因素在不同重塑组中存在差异。然而,本研究基于较大样本量,采用严格的左心室重塑定义,而非仅依赖单一的左心室功能参数,成功证实了 SHR 与左心室重塑之间的独立相关性,为以往的研究提供了更为坚实的证据支持。

SHR 的升高可能通过多种机制影响左心室重塑。首先,SHR 反映了急性应激状态下的高血糖水平,这种高血糖状态可能通过激活炎症反应、增加氧化应激、加剧胰岛素抵抗等途径,导致心肌损伤和不良重塑^[17]。研究表明,在高血糖状态下,炎症因子如 IL-6、肿瘤坏死因子 α (tumor necrosis factor- α , TNF- α)和 hs-CRP 水平显著升高,这些炎症因子可

促进心肌纤维化和心室重塑^[18]。在本研究中,SHR 与 IL-6、hs-CRP 及 NLR 均呈正相关,进一步支持了 SHR 与炎症反应密切相关的假设。提示炎症反应可能是连接应激性高血糖与左心室重塑的重要环节,应激状态下高血糖可能通过促进炎症因子释放,直接作用于心肌细胞和细胞外基质,导致心肌损伤和不良重构。此外,AMI 后,机体释放大量的儿茶酚胺,这会激活肾素-血管紧张素-醛固酮系统,进而增加血管紧张素 II 的分泌,参与心脏重塑过程。同时,应激性高血糖可能通过神经-体液因素间接影响患者的左心室重塑^[19-22]。

SHR 作为一项临床易于获取的指标,能够迅速反映急性应激状态下的高血糖水平,有助于早期识别高风险患者,并指导临床进行有效干预。本研究结果提示,SHR 不仅能够反映急性应激状态下的高血糖水平,还可能作为预测左心室重塑的潜在指标。HbA1c 是临床评估长期血糖控制状态的金标准,而 SHR 通过将入院血糖与 HbA1c 标准化,理论上能更精确地量化应激性高血糖的程度。本研究通过直接比较这两种不同时间窗口的血糖指标,验证 SHR 在 AMI 后左心室重塑预测中的价值。

本研究存在一些局限性:首先,作为单中心回顾性研究,样本量相对有限。尽管通过多因素模型校正了主要混杂因素,但仍无法完全排除潜在混杂因素的影响,因此研究结果的外推性有待通过多中心、大样本前瞻性研究进一步验证。其次,部分早期患者缺乏完整的随访超声心动图资料,可能存在选择偏倚。此外,本研究仅评估了 6 个月的短期随访结果,未能评价 SHR 对该人群长期心力衰竭发生率的影响。另外,本研究中 SHR 的敏感度和特异度较低,提示其更适合作为风险分层指标,而非用于单独预测左心室重塑。因此,未来研究需增加样本量以进一步验证相关结论。

综上所述,SHR 与 AMI 患者 PCI 术后左心室重塑的发生呈正相关,是其独立的危险因素。因此,在临床实践中应关注此人群的 SHR 水平,及时干预,以减轻其对心脏重塑的不良影响。

[参考文献]

- [1] 刘明波,何新叶,杨晓红,等.《中国心血管健康与疾病报告 2023》概要[J].中国介入心脏病学杂志,2024,32(10):541-550.
LIU M B, HE X Y, YANG X H, et al. Interpretation of report on cardiovascular health and diseases in China 2023[J]. Chin J Interv Cardiol, 2024, 32(10): 541-550.
- [2] ABUOMARA H Z A, HASSAN O M, RASHID T, et al. Myocardial performance index as an echocardiographic predictor of early in-hos-

- pital heart failure during first acute anterior ST-elevation myocardial infarction[J]. *Egypt Heart J*, 2018, 70(2): 71-75.
- [3] FRANTZ S, HUNDERTMARK M J, SCHULZ-MENGER J, et al. Left ventricular remodelling post-myocardial infarction: pathophysiology, imaging, and novel therapies[J]. *Eur Heart J*, 2022, 43(27): 2549-2561.
- [4] 林佳佳, 曲晨, 刘正霞, 等. 应激性高血糖比值与缺血性心脏病相关研究进展[J]. *中国动脉硬化杂志*, 2025, 33(9): 810-814.
LIN J J, QU C, LIU Z X, et al. Research progress on the association between stress hyperglycemia ratio and ischemic heart disease [J]. *Chin J Arterioscler*, 2025, 33(9): 810-814.
- [5] CUI K, FU R, YANG J, et al. Stress hyperglycemia ratio and long-term mortality after acute myocardial infarction in patients with and without diabetes: a prospective, nationwide, and multicentre registry [J]. *Diabetes Metab Res Rev*, 2022, 38(7): e3562.
- [6] 杨南华, 杜垒, 杨胜勇, 等. ST段抬高型心肌梗死患者应激性高血糖比值对新发心房颤动的影响[J]. *心肺血管病杂志*, 2024, 43(4): 336-342.
YANG N H, DU L, YANG S Y, et al. Effect of stress hyperglycemia ratio in patients with ST-segment elevation myocardial infarction on the new-onset atrial fibrillation [J]. *J Cardiovasc Pulm Dis*, 2024, 43(4): 336-342.
- [7] 周世恒, 谭震, 刘磊, 等. 应激性高血糖比值对急性ST段抬高型心肌梗死患者院内死亡及机械性并发症的预测价值[J]. *中国动脉硬化杂志*, 2025, 33(5): 427-434.
ZHOU S H, TAN Z, LIU L, et al. The predictive value of stress hyperglycemia ratio on in-hospital mortality and mechanical complications in patients with acute ST-segment elevation myocardial infarction [J]. *Chin J Arterioscler*, 2025, 33(5): 427-434.
- [8] MARENZI G, COSENTINO N, MILAZZO V, et al. Prognostic value of the acute-to-chronic glycemic ratio at admission in acute myocardial infarction: a prospective study [J]. *Diabetes Care*, 2018, 41(4): 847-853.
- [9] 郭巍鸿, 尹春琳, 夏经钢. 无心血管危险因素的非ST段抬高型心肌梗死的特征及院内结局研究[J]. *中国心血管病研究*, 2024, 22(10): 901-905.
GUO W H, YIN C L, XIA J G. Characteristics and in-hospital outcomes of non-ST-segment elevation myocardial infarction patients without standard modifiable cardiovascular risk factors [J]. *Chin J Cardiovasc Res*, 2024, 22(10): 901-905.
- [10] 中国医师协会胸痛专业委员会, 中华心血管病杂志(网络版)编辑委员会, 急性心肌梗死后心室重构防治专家共识起草组. 急性心肌梗死后心室重构防治专家共识[J]. *中华心血管病杂志(网络版)*, 2020, 3(1): 1-7.
Chest Pain Committee of Chinese Medical Doctor Association, Editorial Board of Chinese Journal of Cardiovascular Diseases (Web Version), Expert Consensus Drafting Group for Prevention and Treatment of Ventricular Remodeling after Acute Myocardial Infarction. Expert consensus on prevention and treatment of ventricular remodeling after acute myocardial infarction [J]. *Chin J Cardiovasc Dis (Web Ver)*, 2020, 3(1): 1-7.
- [11] CHEN H, ERLEY J, MUELLERLEILE K, et al. Contrast-enhanced cardiac MRI is superior to non-contrast mapping to predict left ventricular remodeling at 6 months after acute myocardial infarction [J]. *Eur Radiol*, 2024, 34(3): 1863-1874.
- [12] ESDAILE H, KHAN S, MAYET J, et al. The association between the stress hyperglycaemia ratio and mortality in cardiovascular disease: a meta-analysis and systematic review [J]. *Cardiovasc Diabetol*, 2024, 23(1): 412.
- [13] ESKANDARI R, MATINI P, EMAMI S, et al. Association between admission blood glucose and prognosis in non-diabetic patients with first-ever acute myocardial infarction [J]. *Rom J Intern Med*, 2022, 60(1): 34-41.
- [14] ZHU J J, LIU W X, CHEN L Y, et al. Stress hyperglycemia ratio: a novel predictor of left ventricular dysfunction in peripartum cardiomyopathy [J]. *J Matern Fetal Neonatal Med*, 2025, 38(1): 2464181.
- [15] BO K, LI W, ZHANG H, et al. Association of stress hyperglycemia ratio with left ventricular function and microvascular obstruction in patients with ST-segment elevation myocardial infarction: a 3.0T cardiac magnetic resonance study [J]. *Cardiovasc Diabetol*, 2024, 23(1): 179.
- [16] MENG S, ZHU Y, LIU K, et al. The stress hyperglycaemia ratio is associated with left ventricular remodelling after first acute ST-segment elevation myocardial infarction [J]. *BMC Cardiovasc Disord*, 2021, 21(1): 72.
- [17] CERIELLO A, ESPOSITO K, PICONI L, et al. Oscillating glucose is more deleterious to endothelial function and oxidative stress than mean glucose in normal and type 2 diabetic patients [J]. *Diabetes*, 2008, 57(5): 1349-1354.
- [18] MARFELLA R, SINISCALCHI M, ESPOSITO K, et al. Effects of stress hyperglycemia on acute myocardial infarction: role of inflammatory immune process in functional cardiac outcome [J]. *Diabetes Care*, 2003, 26(11): 3129-3135.
- [19] WORTHLEY M I, HOLMES A S, WILLOUGHBY S R, et al. The deleterious effects of hyperglycemia on platelet function in diabetic patients with acute coronary syndromes mediation by superoxide production, resolution with intensive insulin administration [J]. *J Am Coll Cardiol*, 2007, 49(3): 304-310.
- [20] 蒋晓鸣, 苏楠. 短期胰岛素泵强化治疗在重症病毒性肺炎合并应激性高血糖治疗中的疗效观察 [J]. *临床肺科杂志*, 2023, 28(3): 386-389.
JIANG X M, SU N. Efficacy of short-term intensive treatment with insulin pump in severe viral pneumonia complicated with stress hyperglycemia [J]. *J Clin Pulm Med*, 2023, 28(3): 386-389.
- [21] CHEN G, LI M, WEN X, et al. Association between stress hyperglycemia ratio and in-hospital outcomes in elderly patients with acute myocardial infarction [J]. *Front Cardiovasc Med*, 2021, 8: 698725.
- [22] 李天玥, 鲍雪, 张颖, 等. 甘油三酯-葡萄糖指数对ST段抬高型心肌梗死患者急诊经皮冠状动脉介入治疗后微血管阻塞的预测价值 [J]. *中国动脉硬化杂志*, 2025, 33(11): 953-960.
LI T Y, BAO X, ZHANG Y, et al. Predictive value of triglyceride-glucose index for microvascular obstruction after emergency percutaneous coronary intervention in patients with ST-elevation myocardial infarction [J]. *Chin J Arterioscler*, 2025, 33(11): 953-960.