

循环Gal-3对急性心肌梗死预后的预测价值

张超 王娜 何睿 张强

齐齐哈尔医学院附属第二医院急诊内科, 中国·黑龙江 齐齐哈尔 161000

摘要: 目的: 探讨循环半乳糖凝集素-3 (Gal-3) 对急性心肌梗死 (AMI) 预后的预测价值。方法: 纳入 AMI 患者 120 例, 健康对照 120 例。ELISA 检测血浆 Gal-3 蛋白, qPCR 检测外周血 Gal-3 mRNA。随访 12 个月, 记录主要不良心血管事件 (MACE)。按 Gal-3 中位数分组, 比较 MACE 发生率, 多因素 Cox 回归分析独立预测价值。结果: AMI 组 Gal-3 蛋白及 mRNA 高于对照组 ($P<0.001$), 与 NT-proBNP、hs-cTnI、hs-CRP 正相关, 与 LVEF 负相关 ($P<0.05$ 或 $P<0.001$)。高 Gal-3 组 MACE 发生率高于低 Gal-3 组 (56.9% vs 24.2%, $P<0.001$)。多因素 Cox 回归显示 Gal-3 高水平是 MACE 的独立预测因子 (HR=2.85, 95%CI: 1.62~5.01, $P<0.001$)。结论: 循环 Gal-3 水平升高是 AMI 患者不良预后的独立预测因子。

关键词: 急性心肌梗死; 半乳糖凝集素-3; 主要不良心血管事件; 预测价值

Predictive Value of Circulating Galectin-3 for the Prognosis of Acute Myocardial Infarction

Zhang Chao, Wang Na, He Rui, Zhang Qiang

Department of Emergency Medicine, The Second Affiliated Hospital of Qiqihar Medical College, China Heilongjiang Qiqihar 161000

Abstract: Objective: To investigate the predictive value of circulating galectin-3 (Gal-3) for the prognosis of acute myocardial infarction (AMI). Methods: A total of 120 AMI patients and 120 healthy controls were enrolled. Plasma Gal-3 protein was measured by enzyme-linked immunosorbent assay (ELISA), and peripheral blood Gal-3 mRNA was detected by quantitative polymerase chain reaction (qPCR). All patients were followed up for 12 months, and major adverse cardiovascular events (MACE) were recorded. Patients were divided into high and low Gal-3 groups based on the median Gal-3 level. The incidence of MACE was compared between groups, and multivariate Cox regression analysis was used to evaluate the independent predictive value. Results: The levels of Gal-3 protein and mRNA in the AMI group were significantly higher than those in the control group ($P<0.001$). Gal-3 was positively correlated with N-terminal pro-B-type natriuretic peptide (NT-proBNP), high-sensitivity cardiac troponin I (hs-cTnI), and high-sensitivity C-reactive protein (hs-CRP), and negatively correlated with left ventricular ejection fraction (LVEF) ($P<0.05$ or $P<0.001$). The incidence of MACE was significantly higher in the high Gal-3 group than in the low Gal-3 group (56.9% vs. 24.2%, $P<0.001$). Multivariate Cox regression analysis showed that high Gal-3 level was an independent predictor of MACE (HR=2.85, 95% CI: 1.62–5.01, $P<0.001$). Conclusion: Elevated circulating Gal-3 level is an independent predictor of adverse prognosis in AMI patients.

Keywords: Acute myocardial infarction; Galectin-3; Major adverse cardiovascular events; Predictive value

0 引言

急性心肌梗死 (AMI) 病理机制涉及心肌坏死、炎症及氧化应激。Gal-3 是 AMI 后心脏损伤和心室重构的核心调控分子^[1], 通过 NF- κ B、TGF- β /Smad 等通路参与炎症、纤维化及氧化应激过程^[2]。临床研究显示, AMI 患者循环 Gal-3 水平升高, 与疾病严重程度及主要不良心血管事件 (MACE) 风险相关, 其基线水平是 MACE 的独立预测因子。但现有研究样本量小、随访短, 且 Gal-3 mRNA 与蛋白水平的一致性尚未阐明。本研究同时检测 AMI 患者血浆 Gal-3 蛋白及 mRNA 表达, 探讨循环 Gal-3 对预后

的预测价值。

1 材料与方法

1.1 研究对象

连续纳入 2023 年 1 月至 2024 年 12 月我院确诊的 AMI 患者 120 例, 年龄 ≥ 18 岁, 发病至入院 < 24 h, 符合《第四版全球心肌梗死定义》。同期选取体检中心健康志愿者 120 例作为对照组, 年龄 ≥ 18 岁, 性别匹配, 无心血管病史及相关危险因素。两组排除标准一致: ①恶性肿瘤、自身免疫性疾病或严重感染; ②严重肝、肾功能不全; ③近 1 个月手术或创伤史; ④资料不全或拒绝知情同意。获我

院伦理委员会批准（伦科审（2023）02第3号），所有受试者或其家属均知情同意。

1.2 样本采集

采集 AMI 组入院次日清晨、对照组体检当日空腹外周静脉血 3 mL，置于含 EDTA-K2 抗凝管中，轻轻颠倒混匀。2 h 内以 3000 r/min 离心 10 min（4℃），分离血浆与血细胞组分。血浆分装用于 ELISA 检测，血细胞存于 -80℃超低温冰箱用于 RNA 提取，避免反复冻融。

1.3 Gal-3 检测

血浆 Gal-3 蛋白浓度检测：采用双抗体夹心 ELISA 法，使用人 Gal-3 ELISA 试剂盒（江西联博生物科技有限公司，货号：LBK-H03143），严格按照说明书步骤操作。于 450 nm 波长（校正波长 570 nm）测定吸光度，根据标准曲线计算待测样本中 Gal-3 蛋白浓度（pg/mL）。

外周血 Gal-3 mRNA 表达检测：采用 Trizol 法提取血细胞总 RNA，以 PrimeScript RT Reagent Kit (Perfect Real Time)（Takara, RR037A）反转录合成 cDNA。采用 SYBR Green 法行实时荧光定量 PCR（qPCR）扩增。Gal-3 引物序列：FP:5'-GTCCGGAGCCAGCCAAC-3', RP:5'-AGGCCATCCTTGAGGGTTTG-3'；内参 GAPDH 序列：FP:5'-ACAACTTTGGTATCGTGGAAGG-3', RP:5'-GCCATCA CGCCACAGTTTC-3'。反应条件：95℃预变性 30 s；95℃变性 5 s，60℃退火延伸 30 s，共 40 个循环。每个样本设 3 个复孔，2⁻ΔΔCt 法计算 Gal-3 mRNA 相对表达量。

1.4 随访与终点定义

随访 12 个月，每 3 个月门诊或电话随访。主要终点为 MACE（心源性死亡、再发心肌梗死、靶血管血运重建及心力衰竭再住院），由两名研究者独立判定。收集基线资料（年龄、性别、危险因素、hs-cTnI、NT-proBNP、hs-CRP、血脂、血糖、LVEF）用于多因素校正。

1.5 统计分析

采用 SPSS 26.0 软件。连续变量经 Shapiro-Wilk 检验，正态分布以 $\bar{x} \pm s$ 表示，组间比较采用独立样本 t 检验；非正态分布以 $M(P_{25}, P_{75})$ 表示，采用 Mann-Whitney U 检验。计数资料以频数和百分比表示，组间比较采用 χ^2 检验或 Fisher 精确检验。Pearson 或 Spearman 相关分析评估 Gal-3 与临床指标的相关性。以血浆 Gal-3 中位数分组， χ^2 检验比较组间 MACE 发生率差异。将单因素分析中 $P<0.1$ 的变量纳入多因素 Cox 比例风险模型，计算 HR 及 95%CI。均以双侧 $P<0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 两组基线特征及 Gal-3 水平比较

本研究最终纳入 AMI 组 120 例、对照组 120 例。两

组在年龄、性别、吸烟史、高血压、糖尿病及总胆固醇等基线资料方面差异均无统计学意义（ $P>0.05$ ），具有可比性（表 1）。AMI 组空腹血糖、hs-CRP 水平高于对照组（ $P<0.05$ 或 $P<0.001$ ），符合 AMI 急性期炎症状态及应激性血糖升高的临床特征。

AMI 组血浆 Gal-3 蛋白浓度为（ 1075.6 ± 242.4 ）pg/mL，显著高于对照组的（ 518.0 ± 107.1 ）pg/mL（ $P<0.001$ ）；AMI 组外周血 Gal-3 mRNA 相对表达量为（ 2.4 ± 0.6 ），亦显著高于对照组的（ 1.0 ± 0.3 ）（ $P<0.001$ ）。

表 1 AMI 组与对照组基线资料及 Gal-3 水平比较

变量	AMI 组 (n=120)	对照组 (n=120)	统计值	P 值
年龄 (岁)	61.2 ± 10.5	61.9 ± 10.9	t=0.51	0.612
男性 [n(%)]	66 (55.0)	63 (52.5)	$\chi^2=0.15$	0.699
吸烟史 [n(%)]	55 (45.8)	50 (41.7)	$\chi^2=0.38$	0.538
高血压 [n(%)]	63 (52.5)	57 (47.5)	$\chi^2=0.60$	0.438
糖尿病 [n(%)]	35 (29.2)	31 (25.8)	$\chi^2=0.32$	0.572
总胆固醇 (mmol/L)	4.8 ± 1.0	4.6 ± 0.9	t=1.55	0.123
空腹血糖 (mmol/L)	6.2 ± 1.8	5.8 ± 1.4	t=2.05	0.042
hs-CRP [mg/L, M(P ₂₅ , P ₇₅)]	8.3 (4.3, 12.1)	3.3 (2.0, 6.5)	Z=5.12	<0.001
LVEF (%)	46.9 ± 8.1	—	—	—
Gal-3 蛋白 (pg/mL)	1075.6 ± 242.4	518.0 ± 107.1	t=16.30	<0.001
Gal-3 mRNA (2 ⁻ ΔΔCt)	2.4 ± 0.6	1.0 ± 0.3	t=16.16	<0.001

注：连续变量正态分布者以 $\bar{x} \pm s$ 表示，组间比较采用独立样本 t 检验；非正态分布者以 $M(P_{25}, P_{75})$ 表示，采用 Mann-Whitney U 检验（统计值以 Z 表示）；计数资料以频数和百分比表示，采用 χ^2 检验。LVEF：左心室射血分数；hs-CRP：超敏 C 反应蛋白；Gal-3：半乳糖凝集素-3。

2.2 Gal-3 水平与 AMI 患者临床指标的相关性

采用 Pearson 相关分析评估 AMI 组 Gal-3 水平与临床指标的相关性。结果显示，血浆 Gal-3 蛋白浓度与 NT-proBNP、hs-cTnI、hs-CRP 呈正相关（ $r=0.62$ 、 0.45 、 0.51 ，均 $P<0.001$ ），与 LVEF 呈负相关（ $r=-0.48$ ， $P<0.001$ ）；与空腹血糖亦呈弱正相关（ $r=0.25$ ， $P=0.006$ ），与总胆固醇无显著相关性（ $r=0.12$ ， $P=0.21$ ）。Gal-3 mRNA 相对表达量与上述指标呈相似相关性（表 2）。

表 2 Gal-3 水平与 AMI 患者临床指标的相关性分析

临床指标	Gal-3 蛋白浓度		Gal-3 mRNA 相对表达量	
	r 值	P 值	r 值	P 值
NT-proBNP	0.62	<0.001	0.58	<0.001
hs-cTnI	0.45	<0.001	0.41	<0.001
hs-CRP	0.51	<0.001	0.47	<0.001
LVEF	-0.48	<0.001	-0.44	<0.001
空腹血糖	0.25	0.006	0.22	0.015
总胆固醇	0.12	0.21	0.09	0.34

注：采用 Pearson 相关分析。NT-proBNP：N 末端 B 型利钠肽原；hs-cTnI：高敏肌钙蛋白 I；hs-CRP：超敏 C 反应蛋白；LVEF：左心室射血分数。

2.3 Gal-3 对 AMI 患者预后的预测价值

以血浆 Gal-3 中位数 (952.6 pg/mL) 为界, 将 120 例 AMI 患者分为高 Gal-3 组 (≥ 952.6 pg/mL, 58 例) 和低 Gal-3 组 (<952.6 pg/mL, 62 例)。高 Gal-3 组随访期间 MACE 发生率显著高于低 Gal-3 组 (56.9% vs 24.2%, $\chi^2=14.52$, $P<0.001$)。

将单因素分析中 $P<0.1$ 的变量 (年龄、LVEF、hs-cTnI、NT-proBNP、hs-CRP 及 Gal-3 分组) 纳入多因素 Cox 比例风险模型。结果显示, Gal-3 高水平是 AMI 患者发生 MACE 的独立预测因子 (HR=2.85, 95% CI: 1.62~5.01, $P<0.001$), 见表 3。

表 3 AMI 患者 MACE 影响因素的多因素 Cox 回归分析

变量	β	SE	Wald χ^2	HR (95% CI)	P 值
年龄 (>65 岁)	0.52	0.28	3.45	1.68 (0.97~2.91)	0.063
LVEF (<40%)	0.71	0.26	7.46	2.03 (1.22~3.38)	0.006
hs-cTnI	0.38	0.24	2.51	1.46 (0.91~2.34)	0.113
NT-proBNP	0.65	0.27	5.79	1.92 (1.13~3.26)	0.016
hs-CRP	0.41	0.25	2.69	1.51 (0.92~2.47)	0.101
Gal-3 (≥ 952.6 pg/mL)	1.05	0.29	13.12	2.85 (1.62~5.01)	<0.001

3 结果与讨论

本研究同时检测了 AMI 患者血浆 Gal-3 蛋白及外周血 Gal-3 mRNA 表达水平, 发现 AMI 组循环 Gal-3 水平显著高于健康对照, 且与 NT-proBNP、hs-cTnI、hs-CRP 呈正相关, 与 LVEF 呈负相关。随访 12 个月的结果显示, 高 Gal-3 组 MACE 发生率显著高于低 Gal-3 组, 多因素 Cox 回归证实 Gal-3 是 AMI 患者不良预后的独立预测因子。

Gal-3 在 AMI 后心脏损伤中的作用机制已得到较多阐明。AMI 后缺血缺氧导致心肌细胞坏死, 浸润的巨噬细胞和活化的成纤维细胞大量分泌 Gal-3, 通过 NF- κ B 通路放大炎症反应, 并与 TGF- β /Smad 通路协同促进心肌纤维化, 同时通过 JNK 及 PERK-CHOP 通路诱导氧化应激和内质网应激, 加剧心室重构^[9]。本研究观察到 AMI 组 Gal-3 蛋白及 mRNA 同步升高, 提示 Gal-3 在转录和翻译水平均参与 AMI 的病理进程, 这与既往关于 Gal-3 在心肌重构中双向调控的报道一致。

本研究中 Gal-3 与 NT-proBNP、LVEF 的显著相关性值得关注。NT-proBNP 是心室壁张力增加的标志物, 而 Gal-3 作为促纤维化因子, 可放大大肌肥厚和间质纤维化, 两者协同反映心室重构的严重程度。Gal-3 与 hs-cTnI、hs-CRP 的正相关则提示 Gal-3 水平与心肌损伤范围和全身炎症状态密切相关。这些发现与既往临床研究结果

相符, 即循环 Gal-3 水平随 AMI 严重程度升高而升高^[4]。

在预后预测方面, 本研究多因素 Cox 回归显示 Gal-3 高表达者的 MACE 风险增加约 2.85 倍, 这一效应量与近期国内报道的 AMI 患者 Gal-3 预后价值相近^[5]。值得注意的是, 本研究同时纳入了 Gal-3 mRNA 分析, 发现其与蛋白水平具有一致的相关性趋势, 提示外周血 Gal-3 mRNA 可能作为潜在的补充标志物。然而, 现有关于 Gal-3 mRNA 与 AMI 预后关系的研究仍有限, 未来需更大样本验证。

本研究存在一定局限。首先, 单中心设计可能引入选择偏倚; 其次, 样本量相对较小, 且未对 AMI 患者进行进一步分层 (如 STEMI 与 NSTEMI); 第三, 仅检测了入院时的 Gal-3 水平, 缺乏动态随访数据以观察 Gal-3 的时序变化。未来多中心、大样本研究有望进一步明确 Gal-3 在 AMI 危险分层中的临床应用价值。

综上所述, 循环 Gal-3 水平升高与 AMI 疾病严重程度及不良预后密切相关, 可作为 AMI 患者预后评估的潜在生物学标志物。

参考文献:

[1] 刘肱, 杜洪洋, 李晗. 血清心型脂肪酸结合蛋白、中性粒细胞明胶酶相关脂质运载蛋白和半乳糖凝集素-3 水平与急性心肌梗死患者冠状动脉病变程度的相关性及其对患者预后的预测价值[J]. 新乡医学院学报, 2025,42(4): 300-303+309.

[2] Redondo A, Paradela-Dobarro B, Moscoso I, et al. Galectin-3 and soluble RAGE as new biomarkers of post-infarction cardiac remodeling. J Mol Med (Berl). 2021;99(7):943-953.

[3] 马国锋, 周巧瑞, 黄星萍等. 急性心肌梗死患者血清高敏肌钙蛋白 T、高敏肌钙蛋白 I、半乳糖凝集素-3、白细胞介素-6 与恶性室性心律失常的相关性[J]. 临床内科杂志, 2025,42(9):758-761.

[4] 毛蓉婷, 罗怀惠, 凌媛等. 血清 ESM-1、P-selectin、Galectin-3 与急性心肌梗死病情关系及预测预后价值[J]. 中国急救复苏与灾害医学杂志, 2023,18(11):1444-1447+1458.

[5] 李小溪. sST2 联合 Galectin-3 在急性心肌梗死 PCI 术后心衰患者中的预测价值[D]. 蚌埠医科大学, 2024.

基金项目: 黑龙江省省属高等学校基本科研业务费 (2022-KYYWF-0792)。

作者简介: 张超 (1985-), 男, 中国黑龙江人, 本科, 主治医师, 研究方向: 从事急诊内科研究。