

心血管疾病的实验室检测专题·论著 DOI:10.3969/j.issn.1672-9455.2026.02.004

冠心病患者血清 HMGA2 和 IGFBP2 水平及对 PCI 术后支架内再狭窄的预测价值

王超¹, 张晓红^{1△}, 尹璇², 刘明²

河北省第八人民医院:1. 普内科;2. 心内科, 河北石家庄 050000

摘要:目的 通过检测冠心病患者血清高迁移率族蛋白 A2(HMGA2)和胰岛素样生长因子结合蛋白 2(IGFBP2)水平,分析二者对患者经皮冠状动脉介入治疗(PCI)术后支架内再狭窄(ISR)的预测价值。方法 选取 2019 年 7 月至 2023 年 7 月该院收治的接受 PCI 的 294 例冠心病患者作为研究对象,根据随访 1 年后冠状动脉造影结果,将其分为 ISR 组和非 ISR 组;采用 Gensini 评分法将其分为轻度组、中度组和重度组。收集患者的基线资料。采用酶联免疫吸附试验检测所有患者血清 HMGA2 和 IGFBP2 水平。采用多因素 Logistic 回归分析冠心病患者 PCI 术后 ISR 的影响因素。绘制受试者工作特征(ROC)曲线分析血清 HMGA2 和 IGFBP2 对患者 PCI 术后 ISR 的预测价值。结果 ISR 组 50 例,非 ISR 组 244 例。ISR 组合并糖尿病占比及血清 HMGA2、IGFBP2、脑钠肽(BNP)水平高于非 ISR 组,病变支架长度长于非 ISR 组,差异均有统计学意义($P < 0.05$)。轻度组 27 例,中度组 14 例,重度组 9 例。重度组血清 HMGA2、IGFBP2 水平明显高于轻度组与中度组($P < 0.05$),中度组血清 HMGA2、IGFBP2 水平明显高于轻度组($P < 0.05$)。多因素 Logistic 回归分析结果显示,合并糖尿病、支架长度增加及血清 BNP、HMGA2、IGFBP2 水平升高均为冠心病患者 PCI 术后 ISR 的危险因素($P < 0.05$)。ROC 曲线分析结果显示,血清 HMGA2、IGFBP2 单独及联合预测冠心病患者 PCI 术后 ISR 的曲线下面积(AUC)分别为 0.887、0.854、0.935,血清 HMGA2、IGFBP2 联合预测的 AUC 显著大于血清 HMGA2($Z = 2.128, P = 0.033$)、IGFBP2($Z = 3.323, P = 0.001$)单独预测的 AUC。结论 冠心病 PCI 术后 ISR 患者血清 HMGA2、IGFBP2 水平升高,且血清 HMGA2、IGFBP2 对冠心病患者 PCI 术后 ISR 具有一定的预测价值。

关键词:冠心病; 经皮冠状动脉介入治疗; 高迁移率族蛋白 2; 胰岛素样生长因子结合蛋白 2; 支架内再狭窄; 预测价值

中图法分类号:R541.4;R446.1

文献标志码:A

文章编号:1672-9455(2026)02-0164-07

Serum levels of HMGA2 and IGFBP2 in coronary heart disease patients and their predictive value for in-stent restenosis after percutaneous coronary intervention

WANG Chao¹, ZHANG Xiaohong^{1△}, YIN Xuan², LIU Ming²

1. Department of General Internal Medicine; 2. Department of Cardiology, the Eighth People's Hospital of Hebei, Shijiazhuang, Hebei 050000, China

Abstract: Objective To analyze the predictive value of serum high-mobility group protein A2 (HMGA2) and insulin-like growth factor-binding protein 2 (IGFBP2) levels for in-stent restenosis (ISR) in coronary heart disease patients after percutaneous coronary intervention (PCI) by detecting the serum levels of HMGA2 and IGFBP2. **Methods** A total of 294 coronary heart disease patients who underwent PCI in this hospital from July 2019 to July 2023 were selected as the research subjects. According to the results of coronary angiography after 1-year follow-up, they were divided into the ISR group and the non-ISR group; they were also divided into the mild group, the moderate group and the severe group using the Gensini scoring method. The baseline data of the patients were collected. The serum levels of HMGA2 and IGFBP2 in all patients were detected by enzyme-linked immunosorbent assay. Multivariate Logistic regression analysis was used to analyze the influencing factors of ISR after PCI. The receiver operating characteristic (ROC) curve was drawn to analyze the predictive value of serum HMGA2 and IGFBP2 for ISR after PCI. **Results** There were 50 cases in the ISR group and 244 cases in the non-ISR group. The proportion of patients with diabetes mellitus, and the serum levels of HMGA2, IGFBP2 and brain natriuretic peptide (BNP) in the ISR group were higher than those in

作者简介:王超,男,主治医师,主要从事中西医结合内科方向的研究。△ **通信作者,** E-mail: impqqn@163.com。

引用格式:王超, 张晓红, 尹璇, 等. 冠心病患者血清 HMGA2 和 IGFBP2 水平及对 PCI 术后支架内再狭窄的预测价值[J]. 检验医学与临床, 2026, 23(2): 164-170.

the non-ISR group, and the stent length was longer than that in the non-ISR group, with statistically significant differences ($P < 0.05$). There were 27 cases in the mild group, 14 cases in the moderate group, and 9 cases in the severe group. The serum levels of HMGA2 and IGFBP2 in the severe group were significantly higher than those in the mild and moderate groups ($P < 0.05$), and the serum levels of HMGA2 and IGFBP2 in the moderate group were significantly higher than those in the mild group ($P < 0.05$). The results of multivariate Logistic regression analysis showed that co-existing diabetes mellitus, increased stent length, and increased serum levels of BNP, HMGA2 and IGFBP2 were all risk factors for ISR after PCI in coronary heart disease patients ($P < 0.05$). The results of ROC curve analysis showed that the areas under the curve (AUC) of serum HMGA2, IGFBP2 alone and in combination in predicting ISR after PCI in coronary heart disease patients were 0.887, 0.854 and 0.935, respectively. The AUC of the combined prediction of serum HMGA2 and IGFBP2 was significantly greater than that of serum HMGA2 ($Z = 2.128, P = 0.033$) and IGFBP2 ($Z = 3.323, P = 0.001$) alone. **Conclusion** The serum levels of HMGA2 and IGFBP2 are increased in coronary heart disease patients with ISR after PCI, and serum HMGA2 and IGFBP2 have a certain predictive value for ISR after PCI in patients with coronary heart disease.

Key words: coronary heart disease; percutaneous coronary intervention; high mobility group protein 2; insulin like growth factor binding protein 2; in-stent restenosis; predictive value

冠心病是一种慢性炎症性疾病,其主要危险因素包括高血压、血脂异常、糖尿病、肥胖和吸烟等。这些危险因素不仅促进冠心病发生,还显著增加心肌梗死、心力衰竭等心血管事件及脑卒中发生风险^[1]。经皮冠状动脉介入治疗(PCI)是急性冠脉综合征患者的重要治疗手段^[2]。然而,尽管 PCI 技术有所进步,支架的使用仍然受到限制,治疗后可能引起支架内再狭窄(ISR),影响患者预后^[3-4]。因此,寻找患者 PCI 术后 ISR 的血清标志物,有助于高危患者的早期识别与靶向干预。

高迁移率族蛋白 A2(HMGA2)是一组小的染色质相关蛋白。研究表明, HMGA2 通过促进胰岛素样生长因子结合蛋白 2(IGFBP2)的产生而有助于血管发育和萌芽血管生成^[5]。且有研究发现,长链非编码 RNA HCG18 通过 miR-103a-3p/HMGA2 轴影响主动脉夹层,调节血管平滑肌细胞的增殖和凋亡^[6]。IGFBP2 是胰岛素样生长因子结合蛋白家族的关键成员,也是胰岛素样生长因子的细胞外调节因子^[7]。IGFBP2 通过促进炎症反应,显著加重动脉粥样硬化病变,促进冠状动脉斑块内的巨噬细胞积聚, IGFBP2 也可以显著促进冠状动脉中的斑块形成^[8]。但有关 HMGA2 和 IGFBP2 与冠心病患者术后 ISR 的关系尚不清晰,因此,本研究通过检测冠心病患者 PCI 术后血清 HMGA2、IGFBP2 水平,分析二者与 ISR 的关系,以为临床提供参考依据。现报道如下。

1 资料与方法

1.1 一般资料 选取 2019 年 7 月至 2023 年 7 月本院收治的接受 PCI 的 294 例冠心病患者作为研究对象。纳入标准:(1)符合冠心病诊断标准^[9];(2)首次接受 PCI,且成功植入支架;(3)临床资料齐全。排除标准:(1)合并血液系统疾病;(2)合并肿瘤;(3)伴肝、

肾功能障碍;(4)合并其他类型心脏病;(5)合并急性感染;(6)合并免疫系统疾病。本研究经本院医学伦理委员会批准[审批号:伦审字(20190603)号]。所有研究对象或其家属均知情同意本研究并签署知情同意书。

1.2 方法

1.2.1 基线资料收集 收集患者年龄、性别、体质量指数、是否吸烟、是否饮酒、是否合并高血压、是否合并糖尿病、病变长度、支架长度、侵犯血管类型、狭窄支数、支架直径、支架个数、药物使用情况等。

1.2.2 血清指标检测 采集患者入组次日空腹肘静脉血 5 mL,经离心机离心(转速 3 500 r/min,离心半径 8.5 cm,时间 10 min)后,收集上清液,并立即送检。采用自动生化仪检测血脂指标:甘油三酯(TG)、总胆固醇(TC)、低密度脂蛋白胆固醇(LDL-C)、高密度脂蛋白胆固醇(HDL-C)。采用酶联免疫吸附试验(ELISA)检测血清 HMGA2(试剂盒货号:KM0936668;批号:20190111;检测范围:0.056~20 ng/mL;生产企业:温州科森生物科技有限公司)、IGFBP2(试剂盒货号:EF000137;批号:20160219;检测范围:0.056~10 ng/mL;生产企业:武汉维克赛思科技有限公司)及脑钠肽(BNP;试剂盒货号:EHC84-96;批号:20180923;检测范围:125~8 000 pg/mL;生产企业:上海吉泰依科赛生物科技有限公司)水平。

1.2.3 病情程度评估及分组 出院后对患者进行 1 年随访,每 3 个月到院复查 1 次,1 年后或随访期间有临床症状时进行冠状动脉造影,显示置入的支架内或支架外两端 5 mm 内管腔面积狭窄 $\geq 50.00\%$ 为发生 ISR。将发生 ISR 的患者纳入 ISR 组,未发生 ISR 的患者纳入非 ISR 组。同时采用 Gensini 评分法评估冠状动脉狭窄程度^[10],评分为 1~32 分,病变部位权重系数为 0.5~5.0,各分支分数=狭窄程度 $\times$ 病变部位

权重系数,计算其各分支总和,并将 Gensini 评分<20 分的患者纳入轻度组,Gensini 评分 20~<45 分的患者纳入中度组,Gensini 评分≥45 分的患者纳入重度组。

1.3 统计学处理 采用 SPSS25.00 统计软件进行数据处理与分析。经正态分布检验后,符合正态分布的计量资料以 $\bar{x} \pm s$ 表示,2 组间比较采用独立样本 t 检验,多组间比较采用单因素方差分析,进一步两两比较采用 SNK- q 检验;计数资料以例数或百分率表示,2 组间比较采用 χ^2 检验。采用多因素 Logistic 回归分析冠心病患者 PCI 术后 ISR 的影响因素。绘制受试者工作特征(ROC)曲线分析血清 HMGA2、IGFBP2 对冠心病患者 PCI 术后 ISR 的预测价值,曲线

下面积(AUC)比较采用 DeLong 检验。以 $P<0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结 果

2.1 ISR 组和非 ISR 组临床资料比较 患者随访率为 100%。随访结束时,50 例纳入 ISR 组,244 例纳入非 ISR 组。ISR 组与非 ISR 组年龄、性别、体质量指数、是否吸烟、是否饮酒、是否合并高血压、病变长度、侵犯血管类型、狭窄支数、血脂指标(TG、TC、LDL-C、HDL-C)水平、支架个数、支架直径以及药物使用情况比较,差异均无统计学意义($P>0.05$);2 组合并糖尿病占比、支架长度及 BNP 水平比较,差异均有统计学意义($P<0.05$)。见表 1。

表 1 ISR 组和非 ISR 组临床资料比较[$\bar{x} \pm s$ 或 $n(\%)$]

项目	ISR 组($n=50$)	非 ISR 组($n=244$)	t/χ^2	P
年龄(岁)	65.31±6.67	65.08±6.61	0.224	0.823
性别			0.386	0.535
男	27(54.00)	120(49.18)		
女	23(46.00)	124(50.82)		
吸烟			1.063	0.303
是	29(58.00)	122(50.00)		
否	21(42.00)	122(50.00)		
饮酒			2.730	0.098
是	31(62.00)	120(49.18)		
否	19(38.00)	124(50.82)		
合并高血压			0.073	0.786
是	24(48.00)	112(45.90)		
否	26(52.00)	132(54.10)		
合并糖尿病			5.035	0.025
是	6(12.00)	10(4.10)		
否	44(88.00)	234(95.90)		
病变长度(mm)	18.35±1.95	17.78±1.86	1.958	0.051
支架长度(mm)	34.26±3.51	28.54±2.96	12.045	<0.001
侵犯血管类型			0.272	0.873
前降支	26(52.00)	123(50.41)		
回旋支	11(22.00)	49(20.08)		
右冠状动脉	13(26.00)	72(29.51)		
狭窄支数			1.064	0.588
单支	12(24.00)	53(21.72)		
双支	20(40.00)	84(34.43)		
3 支	18(36.00)	107(43.85)		
支架直径(mm)			0.220	0.639
>3	26(52.00)	118(48.36)		
≤3	24(48.00)	126(51.64)		
支架个数(个)			0.863	0.353
>2	35(70.00)	186(76.23)		

续表 1 ISR 组和非 ISR 组临床资料比较[$\bar{x}\pm s$ 或 $n(\%)$]

项目	ISR 组($n=50$)	非 ISR 组($n=244$)	t/χ^2	P
≤ 2	15(30.00)	58(23.77)		
使用药物				
阿司匹林	39(78.00)	203(83.20)	0.770	0.380
氯吡格雷	32(64.00)	181(74.18)	2.155	0.142
BNP(pg/mL)	326.54±33.65	286.47±29.54	8.528	<0.001
TG(mmol/L)	0.86±0.09	0.88±0.10	-1.309	0.191
TC(mmol/L)	4.41±0.46	4.32±0.45	1.284	0.200
LDL-C(mmol/L)	2.55±0.27	2.62±0.28	-1.620	0.106
HDL-C(mmol/L)	1.43±0.16	1.39±0.15	1.698	0.091
体质质量指数(kg/m ²)	21.65±2.35	21.22±2.34	1.183	0.238

2.2 ISR 组和非 ISR 组血清 HMGA2、IGFBP2 水平比较 ISR 组血清 HMGA2、IGFBP2 水平较非 ISR 组显著升高($P<0.05$)。见表 2。

表 2 ISR 组和非 ISR 组血清 HMGA2、IGFBP2 水平比较($\bar{x}\pm s$, ng/mL)

组别	n	HMGA2	IGFBP2
ISR 组	50	11.54±1.35	6.12±0.63
非 ISR 组	244	9.84±1.02	5.34±0.60
t		10.117	8.303
P		<0.001	<0.001

2.3 血清 HMGA2、IGFBP2 对冠心病患者 PCI 术后 ISR 的预测价值分析 以冠心病患者 PCI 术后是否 ISR 为状态变量(是=1,否=0),血清 HMGA2、IGFBP2 水平为检验量,绘制 ROC 曲线。分析结果显

示,血清 HMGA2、IGFBP2 单独及联合预测冠心病患者 PCI 术后 ISR 的曲线下面积(AUC)分别为 0.887、0.854、0.935,二者联合预测的 AUC 显著大于 HMGA2($Z=2.128, P=0.033$)、IGFBP2($Z=3.323, P=0.001$)单独预测的 AUC。见表 3。

2.4 多因素 Logistic 回归分析冠心病患者 PCI 术后 ISR 的影响因素 以冠心病患者 PCI 术后是否 ISR 为因变量(否=0,是=1),以是否合并糖尿病(否=0,是=1)、支架长度(实测值)、BNP(实测值)、HMGA2(实测值)、IGFBP2(实测值)为自变量进行多因素 Logistic 回归分析。结果显示,合并糖尿病、支架长度增加以及血清 BNP、HMGA2、IGFBP2 水平升高均为冠心病患者 PCI 术后 ISR 的危险因素($P<0.05$)。见表 4。

表 3 血清 HMGA2、IGFBP2 对冠心病患者 PCI 术后 ISR 的预测价值分析

指标	AUC	AUC 的 95%CI	灵敏度(%)	特异度(%)	最佳截断值	约登指数	P
HMGA2	0.887	0.845~0.921	90.00	73.77	10.34 ng/mL	0.638	0.033
IGFBP2	0.854	0.809~0.893	90.00	76.64	5.83 ng/mL	0.666	0.001
二者联合	0.935	0.900~0.960	88.00	89.34	—	0.773	<0.001

注:—表示无数据。

表 4 多因素 Logistic 回归分析冠心病患者 PCI 术后 ISR 的影响因素

因素	β	SE	$Wald\chi^2$	P	OR	OR 的 95%CI
合并糖尿病	0.506	0.218	5.379	0.020	1.658	1.081~2.542
支架长度	0.614	0.284	4.667	0.031	1.847	1.059~3.227
BNP	0.710	0.310	5.253	0.022	2.035	1.108~3.736
HMGA2	0.749	0.312	5.757	0.016	2.114	1.147~3.897
IGFBP2	0.741	0.305	5.902	0.015	2.098	1.154~3.814

2.5 不同狭窄程度冠心病患者血清 HMGA2、IGFBP2 水平比较 轻度组 27 例,中度组 14 例,重度组

9 例。重度组血清 HMGA2、IGFBP2 水平明显高于轻度组与中度组 ($P<0.05$), 中度组血清 HMGA2、IGFBP2 水平明显高于轻度组 ($P<0.05$)。见表 5。

表 5 不同狭窄程度冠心病患者血清 HMGA2、IGFBP2 水平比较 ($\bar{x}\pm s$, ng/mL)

组别	<i>n</i>	HMGA2	IGFBP2
轻度组	27	10.35±1.27	5.68±0.58
中度组	14	12.48±1.36*	6.23±0.65*
重度组	9	13.65±1.57* [#]	7.27±0.75* [#]
<i>F</i>		24.864	21.694
<i>P</i>		<0.001	<0.001

注:与轻度组相比,* $P<0.05$;与中度组相比,[#] $P<0.05$ 。

3 讨 论

冠心病是因冠状动脉粥样硬化、管腔狭窄或闭塞,使心肌供血供氧不足,甚至发生缺血性坏死的一种心脏病^[11-12]。在临床实践中,PCI 是治疗冠心病的有效方法,欧洲心脏病学会指南建议 PCI 术后患者应服用双重抗血小板药物至少 12 个月,以减少主要心血管不良事件(心绞痛复发、心肌梗死、ISR 和猝死)的发生率^[13-14]。但 ISR 仍然是药物洗脱支架的致命弱点^[15]。ISR 是指成功 PCI 术后,原支架所在血管段管腔再次明显缩小,导致靶病变血运重建。在临床实践中,ISR 的治疗仍然占有所有 PCI 手术的 5%~10%^[16]。本研究纳入的 294 例患者中有 50 例患者发生 ISR,发生率为 17.00%,与 CAO 等^[17]研究结果一致。TANG 等^[18]研究发现合并糖尿病、复杂冠状动脉病变、次优手术结果、炎症和代谢异常是 PCI 术后 ISR 的独立预测因素,与本研究结果不一致,推测原因可能为本研究样本量较少,并且为单中心研究,可能导致研究结果有偏倚。近年来因 ISR 而实施的手术数量持续上升,因此寻找与 ISR 有关的生物标志物对预测患者预后具有一定临床意义。

HMGA2 基因编码的全长蛋白由 109 个氨基酸组成。HMGA2 主要通过改变染色质结构,增强其转录活性。HMGA2 还参与 DNA 的维护和功能调节,包括复制、重组、转录和 DNA 修复,对发育和细胞生长至关重要^[19-20]。研究发现, circ-1199/let-7g-5p/HMGA2 信号通路介导振荡剪切应力诱导的内皮祖细胞发生内皮-间质转化,由此可能促进血管内膜增生,参与动脉粥样硬化的发生与发展^[21]。丹皮酚通过对 miR let-7g/HMGA2/CCAAT/增强子结合蛋白 β 通路的调节作用来阻止泡沫细胞形成和脂肪细胞分化,从而成为预防动脉粥样硬化-骨质疏松症的潜在治疗剂^[22]。本研究结果显示,血清 HMGA2 在冠心病 PCI 术后 ISR 患者中水平升高,且随狭窄程度加重而升高,血清 HMGA2 水平升高是患者术后 ISR 的危险因素,表明 HMGA2 与患者病情发生、发展以及预后情况具有一定关系。冠心病患者 PCI 术后血管内皮

细胞受损, HMGA2 能够促进平滑肌细胞的增殖,并促进其从血管中膜向内膜迁移,导致内膜增厚,进一步加重血管狭窄; HMGA2 可作为信号通路的一个靶向基因,被上游基因或微小核糖核酸调控激活后,促进脂肪细胞分化,参与动脉粥样硬化进展,引起血管再次狭窄; HMGA2 也可能通过调控上皮-间质转化,导致血管内皮细胞增殖,引起血管狭窄^[19-20,23]。此外, HMGA2 能够调控炎症相关因子的表达,炎症反应会吸引炎症细胞聚集到血管损伤部位,进一步刺激平滑肌细胞增殖和细胞外基质合成,加速 ISR 的形成。DENG 等^[24]研究发现 miR-663 靶向 HMGA2 可以抑制血管平滑肌细胞增殖和动脉粥样硬化发展。

IGFBP2 是一种发育调控基因,参与致癌、肺动脉高压、肥胖和胰岛素抵抗等多种病理过程。IGFBP2 还在病理性血管生成中起着至关重要的作用^[25-27]。有研究发现,在急性心肌梗死引起的心源性休克患者中, IGFBP2 水平升高与入院后 30 d 和 1 年的较高病死率相关^[28]。本研究结果显示,血清 IGFBP2 在冠心病 PCI 术后 ISR 患者中水平升高,且随狭窄程度加重而升高,血清 IGFBP2 水平升高是患者术后 ISR 的危险因素,表明血清 IGFBP2 与患者病情发生、发展以及预后有关, IGFBP2 水平升高通过促进病理性血管生成和平滑肌增殖,可能参与血管重塑,与不良预后有关;同时干扰糖脂代谢,增加糖尿病及动脉粥样硬化风险,从而可能提高 PCI 术后 ISR 风险。WANG 等^[29]研究发现, IGFBP2 除了能预测高血压患者的病死率外,最近还成为一种新的候选生物标志物,用于评估接受经导管主动脉瓣植入术的主动脉瓣狭窄患者和老年男性的心血管风险。高水平的 IGFBP2 与急性冠脉综合征后的心肌梗死相关。此外, IGFBP2 可能是冠脉综合征(CS)临床结果的一个独立预测指标。LI 等^[30]研究发现,与健康人相比,主动脉狭窄患者表现出较高的 IGFBP2 水平,推测 IGFBP2 可能与主动脉狭窄的病理、生理机制密切相关,并可用于主动脉狭窄的早期检测、治疗。

本研究 ROC 曲线分析结果显示,血清 HMGA2、IGFBP2 联合预测冠心病患者 PCI 术后 ISR 的 AUC 大于 HMGA2、IGFBP2 单独预测的 AUC,表明血清 HMGA2、IGFBP2 联合可以提高临床预测准确度,具有更高的临床预测价值,血清 HMGA2 和 IGFBP2 可能均参与 CS 的发生、发展,同时血清 HMGA2 与 IGFBP2 启动子的靶向结合参与血管生成^[23]。

综上所述,冠心病 PCI 术后 ISR 患者血清 HMGA2、IGFBP2 水平升高,对患者术后 ISR 具有一定的预测价值。本研究样本量小且为单中心研究, HMGA2 与 IGFBP2 在 PCI 术后 ISR 中的分子机制亦未阐明,后续需扩大样本量并开展多中心研究加以验证,进一步探讨其分子机制。

利益冲突 所有作者均声明不存在利益冲突。

作者贡献 王超:提出研究思路、进行研究设计、研究实施及论文起草;张晓红:数据收集、整理、分析;尹璇:统计分析,协助修改;刘明:论文审核。

参考文献

- [1] MA R C, ZHOU X Y, ZHANG G L, et al. Association between composite dietary antioxidant index and coronary heart disease among US adults: a cross-sectional analysis[J]. BMC Public Health, 2023, 23(1): 2426.
- [2] ANGIOLILLO D J, GALLI M, COLLET J P, et al. Antiplatelet therapy after percutaneous coronary intervention[J]. EuroIntervention, 2022, 17(17): e1371-e1396.
- [3] HAYBAR H, PEZESHKI S M S, SAKI N. Platelets in in-stent restenosis: from fundamental role to possible prognostic application [J]. Curr Cardiol Rev, 2020, 16(4): 285-291.
- [4] LIU H, LI Y, FU G, et al. Sirolimus-vs paclitaxel-coated balloon for the treatment of coronary in-stent restenosis: the SIBLINT-ISR randomized trial[J]. JACC Cardiovasc Interv, 2025, 18(8): 963-971.
- [5] WANG J, CHEN Y H, ZENG Z X, et al. HMGA2 contributes to vascular development and sprouting angiogenesis by promoting IGFBP2 production[J]. Exp Cell Res, 2021, 408(1): 112831.
- [6] YANG Z H, CUI Y S, XU S G, et al. LncRNA HCG18 affects aortic dissection through the miR-103a-3p/HMGA2 axis by modulating proliferation and apoptosis of vascular smoothing muscle cells[J]. Clinics (Sao Paulo), 2024, 79: 100400.
- [7] ZHANG B, HONG C Q, LUO Y H, et al. Prognostic value of IGFBP2 in various cancers: a systematic review and Meta-analysis[J]. Cancer Med, 2022, 11(16): 3035-3047.
- [8] WANG W, YE J, XU L, et al. The effects of IGF-1 and IGFBP-2 treatments on the atherosclerosis in the aorta and the coronary arteries of the high cholesterol diet-fed rabbits[J]. Int Immunopharmacol, 2024, 127: 111409.
- [9] 北京高血压防治协会, 中国卒中学会高血压预防与管理分会, 中国老年保健协会养老与健康专业委员会, 等. 基层冠心病与缺血性脑卒中共患管理专家共识 2022[J]. 中国心血管病研究, 2022, 20(9): 772-793.
- [10] 张巍巍, 杨露, 周少名. 冠心病患者血清载脂蛋白 A、载脂蛋白 B、载脂蛋白 B/载脂蛋白 A 与冠状动脉狭窄程度的相关性研究[J/CD]. 现代医学与健康研究(电子版), 2024, 8(3): 97-99.
- [11] GHADDAR F, ZEIDAN R K, SALAMEH P, et al. Risk factors for coronary heart disease among lebanese women: a case-control study [J]. Vasc Health Risk Manag, 2022, 18(1): 297-311.
- [12] LU T Y, FORGETTA V, YU O H Y, et al. Polygenic risk for coronary heart disease acts through atherosclerosis in type 2 diabetes[J]. Cardiovasc Diabetol, 2020, 19(1): 12.
- [13] YIN S J, OUY Y, TING E. Impacts of omaha system-based continuing care on the medication compliance, quality of Life, and prognosis of coronary heart disease patients after PCI[J]. Braz J Cardiovasc Surg, 2022, 37(4): 472-480.
- [14] DOENST T, THIELE H, HAASENRITTER J, et al. The treatment of coronary artery disease[J]. Dtsch Arztebl Int, 2022, 119(42): 716-723.
- [15] ERDOGAN E, BAJAJ R, LANSKY A, et al. Intravascular imaging for guiding in-stent restenosis and stent thrombosis therapy[J]. J Am Heart Assoc, 2022, 11(22): e026492-e026517.
- [16] ALFONSO F, COUGHLAN J J, GIACOPPO D, et al. Management of in-stent restenosis[J]. EuroIntervention, 2022, 18(2): e103-e123.
- [17] CAO X F, CHEN D H, QIU Y L, et al. Retrospective cohort study: nomogram for 1-year in-stent restenosis after PCI in coronary heart disease[J]. Risk Manag Healthc Policy, 2025, 18: 2627-2637.
- [18] TANG D, LIU C. Analysis of risk factors for in-stent restenosis in patients with coronary heart disease after PCI[J]. Medicine (Baltimore), 2025, 104(48): e46088.
- [19] OUYANG X T, LI K X, WANG J Q, et al. HMGA2 promotes nasopharyngeal carcinoma progression and is associated with tumor resistance and poor prognosis[J]. Front Oncol, 2023, 13: 1271080.
- [20] MOISON C, SPINELLA J F, CHAGRAOUI J, et al. HMGA2 expression defines a subset of human AML with immature transcriptional signature and vulnerability to G2/M inhibition [J]. Blood Adv, 2022, 6(16): 4793-4806.
- [21] LI L, WEN J, LI H, et al. Exosomal circ-1199

derived from EPCs exposed to oscillating shear stress acts as a sponge of let-7g-5p to promote endothelial-mesenchymal transition of EPCs by increasing HMGA2 expression[J]. Life Sci, 2023,312(1):121223.

[22] YAN J J, YANG Y L, LIU Y R, et al. MicroRNA let-7g links foam cell formation and adipogenic differentiation; a key regulator of paeonol treating atherosclerosis-osteoporosis[J]. Phyto-medicine, 2024, 126: 155447.

[23] 郭钰芳. HMGA2 与动脉粥样硬化的相关性研究[D]. 大连: 大连医科大学, 2024.

[24] DENG Z, LI L. Effect of miR-663 on atherosclerosis by regulating the proliferation of vascular smooth muscle cells in lipid plaques[J]. Vascular, 2023, 31(6): 1240-1252.

[25] LI T, FORBES M E, FULLER G N, et al. IGFBP2: integrative hub of developmental and oncogenic signaling network[J]. Oncogene, 2020, 39(11): 2243-2257.

[26] KUNHIRAMAN H, MCSWAIN L, SHAHAB S W, et al. IGFBP2 promotes proliferation and cell migration through STAT3 signaling in Sonic hedgehog medulloblastoma [J]. Acta Neuropathol Commun, 2023, 11(1): 62-78.

[27] SCHLUETER B C, QUANZ K, BALDAUF J, et al. The diverging roles of insulin-like growth factor binding proteins in pulmonary arterial hypertension[J]. Vascu Pharmacol, 2024, 155(1): 107379.

[28] MASYUK M, WERNLY B, KELM M, et al. Insulin-like growth factor binding protein 2 (IGFBP-2) as prognostic parameter in infarct-related cardiogenic shock [J]. Int J Cardiol, 2025, 443: 133961.

[29] WANG W, YU K, ZHAO S Y, et al. The impact of circulating IGF-1 and IGFBP-2 on cardiovascular prognosis in patients with acute coronary syndrome[J]. Front Cardiovasc Med, 2023, 10(1): 1126093-1126101.

[30] LI S, BAI Z, QUAN J, CHEN C. Identification of oxidative stress-related genes associated with immune cells in aortic valve stenosis based on bioinformatics analysis[J]. Cell Mol Biol (Noisy-le-grand), 2023, 69(15): 204-209.

(收稿日期: 2025-03-11 修回日期: 2025-08-23)
(编辑: 李菲菲 王明丰)

(上接第 163 页)

[22] SHIRZAD H, MOUSAVINEZHAD S A, PAN-JI M, et al. Amlodipine alleviates renal ischemia/reperfusion injury in rats through Nrf2/Sestrin2/PGC-1α/TFAM Pathway[J]. BMC Pharmacology and Toxicology, 2023, 24(1): 82.

[23] XIN Y, SU P X, LIU Y, et al. Knock out hepatic Krüppel-like factor 16 (KLF16) improve myocardial damage and promoted myocardial protection of myocardial ischemia-reperfusion via anti-oxidative and anti-inflammation effects by TFAM/PPARβ signal passage[J]. Bioengineered, 2021, 12(2): 10219-10231.

[24] KING D E, BEARD E E, SATUSKY M J, et al. UV irradiation alters TFAM binding to mitochondrial DNA[J/OL]. bioRxiv (2024-10-24) [2025-02-05]. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/39484377/>.

[25] ZHANG M, FENG N, PENG Z, et al. Reduced acetylation of TFAM promotes bioenergetic dysfunction in the failing heart [J]. iScience, 2023, 26(6): 106942-106961.

[26] PŁAWIŃSKA-CZARNAK J, MAJEWSKA A, ZARZYŃSKA J, et al. Gene expression profile in peripheral blood nuclear cells of small ruminant lentivirus-seropositive and seronegative dairy goats in their first lactation[J]. Animals (Basel), 2021, 11(4): 940.

[27] VAN SON K C, DE JONG J C, ÖZSEZEN S, et al. Prognostic value of the TLM3 biomarker panel for early fibrosis development in MASLD within the general population [J]. Liver Int, 2025, 45(7): e70169.

[28] 安国印, 陈润祥, 吴晶晶, 等. 老年慢性心力衰竭患者血清 LL37 和 SSC5D 水平检测对预后的评估价值[J]. 现代检验医学杂志, 2024, 39(5): 80-84.

[29] GE Y L, LIU X Q, CHEN H W, et al. The serum soluble scavenger with 5 domains levels: a novel biomarker for individuals with heart failure[J]. Front Physiol, 2023, 14: 1140856.

[30] 杨阳, 贾万理, 晋婕. 血清 sICAM-1, IMA, Hcy 检测对 AMI 患者 PCI 术后心肌低灌注的预测价值[J]. 检验医学与临床, 2023, 20(3): 303-305.

(收稿日期: 2025-05-22 修回日期: 2025-09-12)
(编辑: 李菲菲 陈秋莲)