

• 论 著 •

血清 APPL1、NT-proBNP 水平与冠心病 PCI 术患者预后的相关性分析*

于瑞双¹, 魏新考^{2△}, 孙艺连¹, 王 瑞², 郭津津², 于凤敏², 李亚昭¹

衡水市第二人民医院: 1. 急诊科; 2. 心内科, 河北衡水 053000

摘要:目的 研究血清含磷酸酪氨酸相互作用、PH 结构域和亮氨酸拉链的衔接蛋白 1 (APPL1)、N 末端脑钠肽前体 (NT-proBNP) 水平与冠心病 (CHD) 经皮冠状动脉介入治疗 (PCI) 患者预后的相关性分析。**方法** 选取 2022 年 10 月至 2024 年 8 月在该院治疗的 110 例 CHD 患者纳入 CHD 组, 根据冠状造影结果分为单支组 (36 例)、双支组 (40 例)、多支组 (34 例)。根据 PCI 术后 6 个月是否发生主要不良心血管事件 (MACE) 分为良好组 (79 例)、不良组 (31 例)。另选择同期 110 例健康志愿者作为对照 (NC 组)。酶联免疫吸附试验检测血清 APPL1、NT-proBNP 水平; 多因素 Logistic 回归分析影响 CHD 术后发生 MACE 的因素; 受试者工作特征 (ROC) 曲线分析血清 APPL1、NT-proBNP 水平对 CHD 术后发生 MACE 的预测价值。**结果** 与 NC 组相比, CHD 组血清 APPL1 表达下调, 血清 NT-proBNP 表达上调 ($P < 0.05$); 单支组、双支组、多支组血清 APPL1 水平依次下降, 血清 NT-proBNP 水平依次升高 ($P < 0.05$); 与良好组相比, 不良组 Gensini 评分、血肌酐 (SCr)、NT-proBNP 水平升高, APPL1 水平下降 ($P < 0.05$); APPL1 高表达是影响 CHD 患者术后发生 MACE 的独立保护因素, Gensini 评分升高、NT-proBNP 高表达为独立危险因素 ($P < 0.05$); 血清 APPL1、NT-proBNP 水平单独预测 CHD 术后发生 MACE 的曲线下面积 (AUC) 分别为 0.833、0.809, 二者联合预测的 AUC 为 0.935, 优于二者单独预测 ($Z_{APPL1-二者联合} = 3.259$ 、 $Z_{NT-proBNP-二者联合} = 2.187$, 均 $P < 0.05$)。**结论** CHD 患者血清中 APPL1 表达下调, NT-proBNP 表达上调, 二者与患者病变血管数目密切相关, 是影响 PCI 治疗后患者预后的重要因素, 对预测 CHD 术后发生 MACE 有较高的评估价值。

关键词: 冠心病; 经皮冠状动脉介入术; 含磷酸酪氨酸相互作用; PH 结构域和亮氨酸拉链的衔接蛋白 1; N 末端脑钠肽前体; 预后

DOI: 10.3969/j.issn.1673-4130.2026.08.011

中图法分类号: R541.4

文章编号: 1673-4130(2026)08-0957-06

文献标志码: A

Analysis of the correlation between serum APPL1 and NT-proBNP with the prognosis of patients undergoing PCI for coronary heart disease*

YU Ruishuang¹, WEI Xinkao^{2△}, SUN Yilian¹, WANG Rui², GUO Jinjin², YU Fengmin², LI Yazhao¹

1. Department of Emergency; 2. Department of Cardiology, Hengshui Second People's Hospital, Hengshui, Hebei 053000, China

Abstract: Objective To discuss the correlation between serum adaptor protein, phosphotyrosine interaction, PH domain, and leucine zipper containing 1 (APPL1), N-terminal pro-brain natriuretic peptide (NT-proBNP), and prognosis of patients undergoing percutaneous coronary intervention (PCI) for coronary heart disease (CHD). **Methods** From October 2022 to August 2024, a total of 110 CHD patients treated in the hospital were selected and included in the CHD group. Complying with the results of coronary angiography, the patients were classified into the single-vessel group (36 cases), the double-vessel group (40 cases), and the multi-vessel group (34 cases). Complying with whether major adverse cardiac events (MACE) occurred 6 months after PCI, the patients were classified into the good group (79 cases) and the adverse group (31 cases). Another 110 healthy volunteers from the same period were labeled as the control group (NC group). Enzyme-linked immunosorbent assay was performed to detect serum APPL1 and NT-proBNP levels. Multivariate Logistic regression was performed to analyze the factors that affected the occurrence of MACE after CHD surgery. Moreover, receiver operating characteristic (ROC) curve was performed to analyze the predictive value of

* 基金项目: 衡水市重点研发计划项目 (2024014026Z)。

作者简介: 于瑞双, 女, 副主任医师, 主要从事急诊内科方面的研究。△ 通信作者, E-mail: 15350801518@163.com。

serum APPL1 and NT-proBNP for the occurrence of MACE after CHD surgery. **Results** Compared with the NC group, the CHD group showed downregulation of serum APPL1 and upregulation of serum NT-proBNP ($P < 0.05$). The serum APPL1 decreased sequentially in the single-vessel group, the double-vessel group, the and multi-vessel group, while the serum NT-proBNP increased sequentially ($P < 0.05$). Compared with the good group, the adverse group had higher Gensini score, serum creatinine (SCr) and NT-proBNP levels, and lower APPL1 level ($P < 0.05$). High expression of APPL1 was an independent protective factor for postoperative MACE in CHD patients, while an increase in Gensini score and high expression of NT-proBNP were independent risk factors ($P < 0.05$). The area under the curve (AUC) of serum APPL1 and NT-proBNP alone in predicting MACE after CHD surgery were 0.833 and 0.809, respectively, the AUC of the joint prediction of the two was 0.935, which was better than the individual prediction of the two ($Z_{APPL1 - joint} = 3.259$, $Z_{NT-proBNP - joint} = 2.187$, both $P < 0.05$). **Conclusion** APPL1 is down-regulated and NT-proBNP is up-regulated in serum of CHD patients. Both are closely related to the number of diseased blood vessels in patients and are important factors affecting the prognosis of patients after PCI. They have high evaluation value for predicting the occurrence of MACE after surgery for CHD.

Key words: coronary heart disease; percutaneous coronary intervention; adaptor protein, phosphotyrosine interaction, PH domain, and leucine zipper containing 1; N-terminal pro-brain natriuretic peptide; prognosis

冠心病(CHD)是一种由冠状动脉粥样硬化性狭窄、痉挛或急性闭塞导致心肌供血不足的缺血性心脏病,其病理过程涉及慢性炎症反应、免疫调节失衡及血管内皮功能障碍等多重机制^[1]。CHD作为全球范围内致残和致死的主要心血管疾病,其典型临床表现为慢性稳定型心绞痛,本质是冠状动脉内供氧量和心肌需氧之间的供需失衡所导致的心肌缺血状态^[2]。经皮冠状动脉介入治疗(PCI)是一种微创治疗方法,可打开阻塞或狭窄的冠状动脉,实现冠状动脉血运重建,已成为CHD患者的主要治疗手段,但PCI不能从根本上消除CHD的危险因素,且术后主要不良心血管事件(MACE)的发生率较高^[3]。MACE包括心肌梗死、血运重建、心力衰竭、中风和心血管死亡等,不仅会导致患者临床症状持续恶化,更显著增加病死率^[4]。因此,预测CHD患者PCI术后MACE的发生风险对于及时调整治疗策略和改善患者预后至关重要。含磷酸酪氨酸相互作用、PH结构域和亮氨酸拉链的衔接蛋白1(APPL1)是一种多功能衔接蛋白,作为首个被证实可与脂联素受体直接互作的信号分子,可以通过多结构域介导的信号转导在心血管保护中发挥关键作用^[5]。N末端脑钠肽前体(NT-proBNP)是心室肌细胞响应容量负荷或压力超负荷时释放的神经激素前体,作为心室功能失调的敏感指标,其血清水平可有效反映心室重构程度并预测MACE风险^[6]。基于以上研究发现,APPL1、NT-proBNP可能通过心肌应激和炎症反应等途径参与疾病进展,但二者对CHD患者PCI术后MACE的发生风险的评估价值还未可知。本研究基于此探索,以期对疾病的治

疗及减少术后MACE的发生风险提供参考。

1 资料与方法

1.1 一般资料 选取2022年10月至2024年8月在本院治疗的110例CHD患者作为研究对象,纳入CHD组,其中男57例,女53例,年龄48~79岁,平均(64.98±7.53)岁。纳入标准:(1)符合CHD相关诊断标准^[7],行冠状造影确诊;(2)首次行PCI术治疗;(3)年龄≥40岁;(4)临床资料完整。排除标准:(1)恶性肿瘤;(2)3个月内手术史;(3)感染性疾病;(4)自身免疫性疾病;(5)血液系统疾病;(6)急性创伤;(7)严重肝、肾功能不全;(8)认知功能障碍;(9)陈旧性心肌梗死。另选择同期110例健康志愿者作为对照(NC组),其中男62例,女48例,年龄47~77岁,平均(63.27±7.16)岁。CHD组、NC组性别、年龄比较,差异均无统计学意义($P > 0.05$),具有可比性。本研究经伦理委员会审核通过[伦理批号:伦审(研)第2022-03-015号],受试对象及家属均知情同意。

1.2 方法

1.2.1 CHD患者资料收集 收集研究对象手术时机、支架数量、支架长度、支架直径、发病至球囊扩张(D-to-B)时间、心率、冠状动脉Gensini评分等临床资料。

1.2.2 血清指标测定 采集CHD组PCI术后24h、NC组体检当日清晨空腹静脉血10 mL,3 000 r/min静置离心10 min,收集上清液待测。

使用迪瑞全自动生化分析仪(CS-2000),酶法检测血肌酐(SCr)水平,尿素酶-谷氨酸脱氢酶法检测血尿素氮(BUN)水平;尿酸酶-过氧化物酶法检测血尿

酸(UA)水平;胆固醇氧化酶法检测总胆固醇(TC)水平;甘油磷酸氧化酶法检测三酰甘油(TG)水平;直接测定法检测高密度脂蛋白胆固醇(HDL-C)、低密度脂蛋白胆固醇(LDL-C)水平。使用迈瑞酶标仪(MR-96A),酶联免疫吸附试验(ELISA)检测血清 APPL1、NT-proBNP 水平,试剂盒使用人 APPL1(abcam, ab309112)、人 NT-proBNP(联科生物, EK1393)。

1.2.3 CHD 患者分组及预后评估 CHD 患者根据冠状造影结果分为单支血管病变(仅 1 支主要冠状动脉狭窄 $\geq 50\%$)、双支血管病变(2 支主要冠状动脉狭窄 $\geq 50\%$)及多支血管病变(左主干+2 支或其他 3 支血管狭窄 $\geq 50\%$),分别纳入单支组(36 例)、双支组(40 例)、多支组(34 例)^[8]。根据 PCI 术后 6 个月是否发生 MACE 分为良好组(79 例)、不良组(31 例)。其中 MACE 包括心源性死亡、再次血运重建、支架内血栓形成、非致命性心肌梗死、卒中等脑血管事件^[9]。

1.3 统计学处理 采用 SPSS27.0 统计学软件进行数据分析。计量资料以 $\bar{x} \pm s$ 描述,两组间比较行 t 检验,单因素方差分析进行多组间比较,进一步两两比较行 SNK- q 检验;计数资料以例数或百分率表示,行 χ^2 检验;多因素 Logistic 回归分析影响 CHD 术后发生 MACE 的因素;受试者工作特征(ROC)曲线分析血清 APPL1、NT-proBNP 水平对 CHD 术后发生 MACE 的预测价值,Medcalc 软件绘图。以 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结 果

2.1 CHD 组、NC 组血清 APPL1、NT-proBNP 水平比较 与 NC 组相比,CHD 组血清 APPL1 表达下

调,血清 NT-proBNP 表达上调($P < 0.05$)。见表 1。

2.2 单支组、双支组、多支组血清 APPL1、NT-proBNP 水平比较 单支组、双支组、多支组血清 APPL1 水平依次下降,血清 NT-proBNP 水平依次升高($P < 0.05$)。见表 2。

2.3 良好组、不良组临床指标及血清 APPL1、NT-proBNP 水平比较 与良好组相比,不良组 Gensini 评分、SCr、NT-proBNP 水平升高,APPL1 水平下降($P < 0.05$);两组支架数量、支架长度、支架直径、D-to-B 时间等临床资料比较,差异无统计学意义($P > 0.05$)。见表 3。

表 1 CHD 组、NC 组血清 APPL1、NT-proBNP 水平比较($\bar{x} \pm s$, ng/mL)

组别	n	APPL1	NT-proBNP
NC 组	110	1.33±0.28	0.16±0.04
CHD 组	110	0.78±0.19	0.89±0.28
t		17.047	27.069
P		<0.001	<0.001

表 2 单支组、双支组、多支组血清 APPL1、NT-proBNP 水平比较($\bar{x} \pm s$, ng/mL)

组别	n	APPL1	NT-proBNP
单支组	36	1.06±0.22	0.61±0.14
双支组	40	0.71±0.18 ^a	0.89±0.17 ^a
多支组	34	0.58±0.15 ^{ab}	1.18±0.24 ^{ab}
F		63.277	81.842
P		<0.001	<0.001

注:与单支组比较,^a $P < 0.05$;与双支组比较,^b $P < 0.05$ 。

表 3 良好组、不良组临床指标及血清 APPL1、NT-proBNP 水平比较($\bar{x} \pm s$ 或 $n(\%)$)

项目	良好组(n=79)	不良组(n=31)	χ^2/t	P
性别			0.675	0.411
男	39(49.37)	18(58.06)		
女	40(50.63)	13(41.94)		
年龄(岁)	64.37±7.21	66.54±7.83	1.386	0.169
体重指数(kg/m ²)	23.05±2.53	23.57±2.64	0.958	0.340
病程(年)	4.69±0.91	5.08±1.13	1.885	0.062
Gensini 评分(分)	52.67±6.91	60.26±8.17	4.918	0.000
吸烟史			0.702	0.402
有	24(30.38)	12(38.71)		
无	55(69.62)	19(61.29)		
饮酒史			0.977	0.323
有	16(20.25)	9(29.03)		
无	63(79.75)	22(70.97)		
手术时机			1.722	0.189
择期	65(82.28)	22(70.97)		
急诊	14(17.72)	9(29.03)		

续表 3 良好组、不良组临床指标及血清 APPL1、NT-proBNP 水平比较[$\bar{x} \pm s$ 或 $n(\%)$]

项目	良好组($n=79$)	不良组($n=31$)	χ^2/t	P
支架数量(个)			0.667	0.716
1	37(46.84)	14(45.16)		
2	25(31.65)	12(38.71)		
≥ 3	17(21.52)	5(16.13)		
支架长度(mm)	22.86 \pm 4.95	23.42 \pm 5.34	0.522	0.603
支架直径(mm)	3.17 \pm 0.41	3.19 \pm 0.43	0.227	0.821
D-to-B 时间(min)	5.79 \pm 1.34	6.36 \pm 1.59	1.902	0.060
心率(次/分)	75.03 \pm 8.11	76.17 \pm 8.18	0.662	0.510
收缩压(mmHg)	127.26 \pm 15.17	131.15 \pm 18.29	1.140	0.257
舒张压(mmHg)	88.37 \pm 9.58	91.32 \pm 10.17	1.428	0.156
HDL-C(mmol/L)	0.97 \pm 0.24	1.05 \pm 0.32	1.426	0.157
LDL-C(mmol/L)	2.48 \pm 0.67	2.75 \pm 0.73	1.854	0.066
TC(mmol/L)	3.64 \pm 1.03	3.92 \pm 1.07	1.269	0.207
TG(mmol/L)	1.54 \pm 0.41	1.39 \pm 0.35	1.795	0.075
BUN(mmmol/L)	5.37 \pm 1.43	5.91 \pm 1.57	1.733	0.086
UA(mmmol/L)	284.15 \pm 34.92	297.58 \pm 40.16	1.738	0.085
SCr(μ mmol/L)	71.34 \pm 8.36	76.81 \pm 9.13	3.008	0.003
APPL1(ng/mL)	0.87 \pm 0.21	0.56 \pm 0.15	7.494	<0.001
NT-proBNP(ng/mL)	0.76 \pm 0.25	1.21 \pm 0.34	7.639	<0.001

2.4 多因素 Logistic 回归分析影响 CHD 患者术后发生 MACE 的因素 将 CHD 患者术后是否发生 MACE(是=1, 否=0)作为因变量, Gensini 评分、SCr、APPL1、NT-proBNP(连续变量)作为自变量, 行多因素 Logistic 回归分析。结果发现, APPL1 高表达是影响 CHD 患者术后发生 MACE 的独立保护因素, Gensini 评分升高、NT-proBNP 高表达为独立危险因素($P < 0.05$)。见表 4。

2.5 血清 APPL1、NT-proBNP 水平对 CHD 术后发

生 MACE 的预测价值 以血清 APPL1、NT-proBNP 及二者联合数据(通过多因素 Logistic 回归构建联合预测概率)作为检验变量, CHD 患者术后是否发生 MACE(是=1, 否=0)作为状态变量, 进行 ROC 曲线分析。结果发现, 血清 APPL1、NT-proBNP 水平单独预测 CHD 术后发生 MACE 的曲线下面积(AUC)分别为 0.833、0.809, 二者联合预测的 AUC 为 0.935, 优于二者单独预测($Z_{APPL1-二者联合} = 3.259$ 、 $Z_{NT-proBNP-二者联合} = 2.187$, 均 $P < 0.05$)。见表 5。

表 4 多因素 Logistic 回归分析影响 CHD 患者术后发生 MACE 的因素

影响因素	β	SE	Wald χ^2	OR	95%CI	P
SCr	0.772	0.418	3.411	2.164	0.954~4.910	0.065
Gensini 评分	0.855	0.412	4.305	2.351	1.048~5.272	0.038
APPL1	-0.216	0.089	5.872	0.806	0.677~0.960	0.015
NT-proBNP	0.991	0.312	10.089	2.694	1.462~4.966	0.001

表 5 血清 APPL1、NT-proBNP 水平对 CHD 术后发生 MACE 的预测价值

项目	截断值(ng/mL)	灵敏度(%)	特异度(%)	约登指数	AUC	95%CI	P
APPL1	0.63	67.74	88.61	0.564	0.833	0.749~0.897	<0.001
NT-proBNP	1.18	70.97	89.87	0.608	0.809	0.723~0.878	<0.001
二者联合	—	93.55	83.54	0.771	0.935	0.872~0.973	<0.001

注:—表示无数据。

3 讨 论

CHD 是威胁全球人类健康的主要心血管疾病之一,随着人口老龄化的加速和人们生活习惯的改变,CHD 的发病率和病死率不断上升^[1,10]。PCI 是一种通过心导管疏通冠状动脉管腔、改善心肌血液灌注的治疗方法,具有恢复心脏血流灌注、改善临床症状、预防疾病进展、降低短期病死率等优点^[11-12]。PCI 已广泛应用于临床,虽显著降低 CHD 病死率,但术后支架内再狭窄、无复流、新生动脉粥样硬化及晚期血栓等并发症仍可导致 MACE,影响临床获益^[13]。目前,及早发现高危患者,及早优化治疗方案,重视 PCI 术后 CHD 预后评估具有重要的临床价值。ZHU 等^[14]研究发现,住院 48 h 内 Scr 升高的 ST 段抬高型心肌梗死(STEMI)患者发生 MACE 的可能性显著增加,Scr 是接受初级 PCI 治疗期间院内不良事件发生的危险因素。本研究发现,PCI 术后发生 MACE 患者 Scr 水平高于预后良好患者,与以上研究具有一致性。目前,仍迫切需要确定更多的预测指标,为 CHD 风险分层及预后不良结局的评估提供更明确的参考。

APPL 是一种早期核内体驻留蛋白,能够介导核内体上多种信号通路之间的串扰,可以在细胞应激和激素的作用下在不同细胞器中易位,参与急性损伤或纤维化的发病机制^[15]。LIU 等^[16]研究发现,脂联素通过脂联素受体/APPL1 信号通路抑制心血管疾病患者心肌细胞衰老。CEN 等^[17]研究发现,缺氧/复氧诱导降低了 APPL1 的表达水平和氧化物歧化酶(SOD)活性,APPL1 上调可以提高 SOD 活性和细胞活力,使促炎介质和促凋亡介质表达水平降低。DU 等^[18]研究发现,脂联素可以通过增强微囊蛋白 1(Cav1)/APPL1 与组蛋白脱乙酰酶 2 相互作用,诱导 Cav1/APPL1 信号复合物形成和 APPL1 核易位,导致组蛋白乙酰化增加,血管保护基因表达增加,从而减少缺血性血管损伤。本研究发现,APPL1 在 CHD 患者血清中表达下调,且多支血管病变患者血清 APPL1 水平低于双支及单支血管病变患者。提示,APPL1 可能参与 CHD 的发病及进展机制。分析原因,APPL1 低表达可能抑制心肌缺血细胞活力,而 APPL1 高表达可以通过激活腺苷酸活化蛋白激酶(AMPK)信号通路,进而增强 NRF2 信号通路,在改善心功能和减少心肌梗死面积方面具有保护作用^[17]。BAI 等^[19]研究发现,APPL1 在心肌缺血组织和细胞中低表达,加重缺氧/再灌注诱导的炎症和凋亡。本研究发现,MACE 患者血清中 APPL1 表达降低,APPL1 高表达是影响 MACE 发生的保护因素,且预测 MACE 发生的 AUC 为 0.833。提示 APPL1 与 PCI 术后 MACE 发生风险密切相关,有望成为预防 MACE 发生的潜在靶点。

NT-proBNP 主要是由心室细胞分泌的一种激素,具有血管舒张、平衡水钠代谢、抑制肾素-血管紧张素和交感神经系统等多种生物学作用^[20]。NT-proBNP 可以确认心力衰竭诊断并监测其对治疗的反应,有效评估心血管疾病患者预后,但由于风险分层方面的挑战,其临床应用受到限制^[21]。SUBKHAN 等^[22]研究发现,急性冠脉综合征患者 NT-proBNP 水平升高,且多支冠状动脉疾病患者多个支架植入时 NT-proBNP 水平与患者 MACE 发生率增加相关。本研究发现,NT-proBNP 在 CHD 患者血清中显著上调,随病变血管数目增多,NT-proBNP 水平持续上调,与以上研究结果相似。提示,NT-proBNP 与 CHD 发生及进展密切相关,是评估 CHD 发生的重要指标。MARTÍNEZ-MILLA 等^[23]研究发现,NT-proBNP 是与心室损伤相关的标志物,是预后不良的预测因子,在稳定性 CAD 患者中,基线 NT-ProBNP 可能会影响与血管损伤相关的其他因子。本研究探讨 NT-proBNP 与 CHD 预后的关系发现,预后不良患者血清 NT-proBNP 水平显著高于预后良好,且 NT-proBNP 高表达是影响 CHD 预后 MACE 发生的独立危险因素。提示,NT-proBNP 水平升高与 CHD 患者术后发生 MACE 密切相关。ZHU 等^[20]研究发现,与非 MACE 患者相比,MACE 患者 NT-proBNP 显著升高,根据 ROC 曲线分析,NT-proBNP 预测 MACE 发生的 AUC 为 0.774,是急性 STEMI 患者临床预后的独立指标。本研究 ROC 曲线结果显示,NT-proBNP 预测 MACE 发生的 AUC 为 0.809,特异度为 89.87%。提示 NT-proBNP 评估 MACE 发生的价值较高。LIANG 等^[21]研究发现,红细胞分布宽度(RDW)联合 NT-proBNP 在预后评估方面优于单独的 RDW 或 NT-proBNP。基于以上研究猜测,APPL1、NT-proBNP 可能通过代谢-炎症-心肌应激交互网络,共同影响 MACE 发生。本研究分析二者联合检测对 MACE 的预测价值发现,二者联合预测 MACE 发生的 AUC 为 0.935,灵敏度为 93.55%,优于二者单独预测。提示,APPL1、NT-proBNP 联合检测能有效提高对 MACE 的评估价值,根据二者表达水平对患者进行风险分层及评估预后可能在临床上发挥重要作用。

综上所述,CHD 患者血清中 APPL1 表达下调,NT-proBNP 表达上调,二者与患者病变血管数目密切相关,是影响 PCI 治疗后患者预后的重要因素,对预测 CHD 术后发生 MACE 有较高的评估价值。然而本研究仍存在局限性,如样本来源单一,收集的数据可能不具有足够的代表性,相对较小的样本量和较低的终点事件发生率无法产生足够的统计效度。后续拟通过多中心扩展研究,增加随访时间,并结合组

学技术深入分析生物标志物与预后的量效关系,为建立个体化预后预测模型提供循证依据。

参考文献

- [1] LV L, YUAN X, JIANG L. Effects of compound danshen dropping pills on adverse cardiovascular events and quality of life after percutaneous coronary intervention in patients with coronary heart disease: a protocol for systematic review and meta-analysis[J]. *Medicine (Baltimore)*, 2022, 101(8): 28994-28997.
- [2] YAZDANI A N, PLETSCH M, CHORBAJIAN A, et al. Biomarkers to monitor the prognosis, disease severity, and treatment efficacy in coronary artery disease[J]. *Expert Rev Cardiovasc Ther*, 2023, 21(10): 675-692.
- [3] WU S, QIU Z, LU Y, et al. Predictive value of ACEF II score for adverse prognosis in patients with coronary heart disease after percutaneous coronary intervention [J]. *Postgrad Med J*, 2023, 99(1172): 605-612.
- [4] DING N, HUA R, GUO H, et al. Effect of thyroid stimulating hormone on the prognosis of coronary heart disease [J]. *Front Endocrinol (Lausanne)*, 2025, 16: 1433-1443.
- [5] FANG H, JUDD R L. Adiponectin regulation and function [J]. *Compr Physiol*, 2018, 8(3): 1031-1063.
- [6] ATHAVALE B, PATHAK J. Study of the role of plasma NT-proBNP in the diagnosis of heart failure[J]. *J Assoc Physicians India*, 2022, 70(7): 11-12.
- [7] 王斌, 李毅, 韩雅玲. 稳定性冠心病诊断与治疗指南[J]. *中华心血管病杂志*, 2018, 46(9): 680-694.
- [8] 赵亚军, 程雪霖, 刘明, 等. 稳定性冠心病患者发生冠状动脉三支血管病变的相关因素分析[J]. *中华全科医师杂志*, 2023, 22(4): 394-398.
- [9] 胡圣, 薛金红, 张成, 等. 血清 miR-150 检测对冠心病患者 PCI 术后发生不良心血管事件的预测价值[J]. *山东医药*, 2021, 61(4): 27-31.
- [10] LI C, ZHAO S, LI Y, et al. Triglyceride-glucose index predicts adverse cardiovascular events in patients with H-type hypertension combined with coronary heart disease: a retrospective cohort study [J]. *Cardiovasc Diabetol*, 2025, 24(1): 45-61.
- [11] QIAN X, DENG H, YUAN J, et al. Evaluating the efficacy and safety of percutaneous coronary intervention (PCI) versus the optimal drug therapy (ODT) for stable coronary heart disease: a systematic review and meta-analysis[J]. *J Thorac Dis*, 2022, 14(4): 1183-1192.
- [12] TAO S, TANG X, YU L, et al. Prognosis of coronary heart disease after percutaneous coronary intervention: a bibliometric analysis over the period 2004—2022[J]. *Eur J Med Res*, 2023, 28(1): 311-326.
- [13] REN X Y, LI Y F, LIU H Q, et al. Anti-inflammatory therapy progress in major adverse cardiac events after PCI; Chinese and Western Medicine [J]. *Chin J Integr Med*, 2023, 29(7): 655-664.
- [14] ZHU J, LIU W, LI J, et al. A small Increase in serum creatinine within 48 h of hospital admission is an independent predictor of in-hospital adverse outcomes in patients with ST-segment elevation myocardial infarction undergoing primary percutaneous coronary intervention: findings from the improving care for cardiovascular disease in the China project[J]. *Cardiol Res Pract*, 2023, 2023: 1374-1381.
- [15] WU K K L, LONG K, LIN H, et al. The APPL1-Rab5 axis restricts NLRP3 inflammasome activation through early endosomal-dependent mitophagy in macrophages [J]. *Nat Commun*, 2021, 12(1): 6637-6654.
- [16] LIU R, MENG J, LOU D. Adiponectin inhibits D-gal-induced cardiomyocyte senescence via AdipoR1/APPL1 [J]. *Mol Med Rep*, 2021, 24(4): 719-729.
- [17] CEN Y, LIAO W, WANG T, et al. APPL1 ameliorates myocardial ischemia-reperfusion injury by regulating the AMPK signaling pathway [J]. *Exp Ther Med*, 2022, 23(2): 157-166.
- [18] DU Y, DUAN Y, ZHAO J, et al. Dysfunctional APPL1-mediated epigenetic regulation in diabetic vascular injury [J]. *Arterioscler Thromb Vasc Biol*, 2023, 43(12): e491-e508.
- [19] BAI L, YANG J, ZHANG H, et al. PTB domain and leucine zipper motif 1 (APPL1) inhibits myocardial ischemia/hypoxia-reperfusion injury via inactivation of apoptotic protease activating factor-1 (APAF-1)/Caspase9 signaling pathway [J]. *Bioengineered*, 2021, 12(1): 4385-4396.
- [20] ZHU Y, HE H, QIU H, et al. Prognostic value of systemic immune-inflammation index and NT-proBNP in patients with acute ST-elevation myocardial infarction [J]. *Clin Interv Aging*, 2023, 18: 397-407.
- [21] LIANG L, HUANG L, ZHAO X, et al. Prognostic value of RDW alone and in combination with NT-proBNP in patients with heart failure [J]. *Clin Cardiol*, 2022, 45(7): 802-813.
- [22] SUBKHAN M, HERIANSYAH T, MUNIRWAN H, et al. Association between NT-proBNP level and the number of stents with major advanced cardiovascular events (MACE) in patients with multivessel coronary artery disease treated with percutaneous coronary intervention: A prospective cohort study [J]. *Narra J*, 2024, 4(1): e710-717.
- [23] MARTÍNEZ-MILLA J, ACENA Á, PELLO A, et al. NT-proBNP levels influence the prognostic value of mineral metabolism biomarkers in coronary artery disease [J]. *J Clin Med*, 2022, 11(14): 4153-4165.