

本文引文格式:宫庆松,范玉枝,郭庆平,等.冠心病 PCI 术后出血风险预测模型及预防管理的研究进展[J].右江民族医学院学报,2026,48(3):470-476.

【医学综述】

冠心病 PCI 术后出血风险预测模型及预防管理的研究进展

宫庆松¹,范玉枝¹,郭庆平²,李晓涵¹,邵虎暄¹

(1. 长治医学院护理学院,山西 长治 046000;

2. 长治医学院附属和济医院护理部,山西 长治 046000)

摘要: 冠心病(coronary heart disease,CHD)是全球常见且在我国患病率逐年攀升的心血管疾病,经皮冠状动脉介入治疗(percutaneous coronary intervention,PCI)虽为重要疗法,但术后出血并发症威胁患者预后。近年来研究表明,患者个体特征、疾病状态、治疗方案及手术操作均与术后出血风险相关;同时,预测模型从经典的 CRUSADE 评分、PRECISE-DAPT 评分到列线图与机器学习等新兴模型不断发展,其预测准确性得以提高;在预防管理上,覆盖术前评估、术中操作优化及术后护理监测全流程。本综述系统梳理 PCI 术后出血管理的研究进展,探讨多维度预测模型的应用价值与局限,为推动出血风险管理向精准化、智能化发展提供理论依据。

关键词: 冠心病;经皮冠状动脉介入治疗;出血;预测因子;预测模型;预防管理

中图分类号: R541.4

文献标识码: A

文章编号: 1001-5817(2026)03-0470-07

doi:10.3969/j.issn.1001-5817.2026.03.021

冠心病(coronary heart disease,CHD)作为一种由冠状动脉粥样硬化导致管腔狭窄或阻塞、进而引发心肌缺血的心血管疾病,是全球范围内死亡与残疾的主要病因,其在我国的患病率随人口老龄化与生活方式改变而持续攀升^[1]。经皮冠状动脉介入治疗(percutaneous coronary intervention,PCI)虽是血运重建的重要疗法,但术后出血并发症不容忽视,短期发生率介于 3.21%~4.86%,长期发生率可达 3.3%~27.3%,临床表现多样,涵盖从皮肤黏膜、消化道、穿刺部位出血至泌尿生殖系统乃至颅内出血^[2-4]。术后出血不仅导致贫血、感染等问题,延长住院时间,更与死亡率及不良心血管事件风险增加密切相关,其机制涉及血流动力学改变、抗血小板药物应用等多方面^[5-6]。鉴于 PCI 术后出血对预后的严重威胁及其影响因素的多元性与复杂性,系统识别并精准评估出血相关危险因素,已成为构建有效预警体系、实现术前风险防范的关键前提。基于此,本研究拟系统综述冠心病 PCI 术后出血的预测因子、预测模型及预防管理研究进展,首先将从多维度剖析预测因子,依次阐释患者个体特征、疾病相关因素、治疗相关因素及手术相关因素对出血风险的影响路径与内在机制,以此为后续预测模型的整合构建与临床干预策略的优化提供理论依据,最终为护理人员制定个性化方案,提升临床护理质量提供

理论指导与技术支持。本综述将依此逻辑,首先系统解析出血相关预测因子,进而评述基于因子构建的风险预测模型,最后总结基于前述研究的综合预防管理策略。

1 预测因子

1.1 患者个体特征 患者个体特征作为机体固有耐受性的体现,从多维度影响着冠心病 PCI 术后的出血风险。在人口学层面,年龄 ≥ 60 岁人群因血管弹性变差、凝血功能减退,术后血管修复能力受限;女性血管直径小且血小板反应性强,术中易受机械损伤导致凝血失衡;低体重患者血管纤细、药物代谢快,易出现抗凝药物过量,这些因素均为出血埋下隐患^[7]。基础疾病方面,糖尿病引发的血管内皮损伤与炎症、慢性肾功能不全导致的抗血小板药物蓄积,以及高脂血症造成的血液高凝状态,都会打破机体正常生理平衡,增加出血概率^[8]。病史因素中,既往出血史或消化道溃疡史暗示凝血系统异常或黏膜脆弱、高血压史使血管壁承受高压易破裂、吸烟史与长期使用非甾体抗炎药分别损伤血管内皮和抑制血小板功能、既往 PCI 史的长期抗血小板治疗及重复穿刺,也都显著提升出血风险^[9-13]。这些个体特征相互关联,共同构建起冠心病 PCI 术后出血的风险基础。

1.2 疾病相关因素 疾病相关因素通过病理机制干

基金项目: 山西省中医药管理局科研课题计划(2023ZYHC2084)

第一作者: 宫庆松,在读硕士研究生,研究方向:临床护理,E-mail:2873500267@qq.com

通讯作者: 郭庆平,教授,硕士研究生导师,研究方向:成人护理,E-mail:13038067976@163.com

扰凝血,在冠心病 PCI 术后出血风险中起到关键作用。在疾病状态层面,急性冠脉综合征因斑块破裂致使血栓形成与纤溶亢进并存,抗栓治疗易突破凝血平衡引发出血;心力衰竭引发体循环淤血、血管内皮功能障碍及药物代谢异常,进而扰乱凝血系统;左室射血分数降低造成血流动力学不稳定,增加血管壁损伤风险;多支或复杂血管病变因手术时间延长、肝素用量增多,干扰正常凝血功能;外周动脉疾病存在的血流动力学异常;心房颤动导致的凝血机制紊乱及联合用药后过度抑制凝血^[14];其他系统疾病中,慢性阻塞性肺疾病因缺氧造成血液黏稠、血管内皮损伤,加剧抗栓治疗矛盾;肝功能不全因凝血因子合成减少和药物代谢异常,削弱机体凝血能力,均会提升出血可能性^[15-16]。在实验室指标方面,血肌酐与肌酐清除率异常反映肾功能问题,可致药物蓄积干扰凝血;基线红细胞比容、血红蛋白及贫血状况直接影响血液携氧与凝血功能;血小板计数降低和白细胞计数异常,则表明机体凝血与免疫功能失衡^[17-18];D-二聚体 >2 倍正常上限表明纤溶亢进消耗凝血因子;国际标准化比值 >1.5 显示外源性凝血途径失衡;血栓弹力图 MA 值下降意味着血小板聚集能力、纤维蛋白原水平不足,凝血块强度降低;肌酸激酶同工酶峰值升高反映心肌损伤引发炎症,通过系统性炎症间接影响凝血过程^[15-20]。这些疾病状态与实验室指标相互关联,从不同角度为冠心病 PCI 术后出血风险提供了理论与量化依据。

1.3 治疗相关因素 治疗相关因素深刻体现了药物平衡管理的复杂性,是冠心病 PCI 术后出血风险的重要影响因素。在药物使用层面,单药使用时,阿司匹林剂量 >100 mg/d 持续抑制胃黏膜 COX-1、减少血栓素 A2 生成,直接增加消化道、颅内出血风险;联合用药方面,双重抗血小板治疗虽能预防血栓,但阿司匹林损伤胃黏膜屏障、氯吡格雷阻碍黏膜修复,二者共同作用导致胃肠道出血风险上升;三重抗血小板治疗在双重抗

血小板治疗基础上加用替罗非班,虽针对高血栓负荷患者,但出血风险显著提高^[21]。此外,抗凝联合抗血小板治疗中,房颤患者术前华法林停用不当或缺乏肝素过渡,易引发颅内或消化道隐性出血;糖蛋白 II b/III a 受体拮抗剂强效抑制血小板聚集,与其他抗栓药联用进一步加大出血概率^[22]。而在患者依从性与监测环节,擅自停用 PPI 会增加双重抗血小板治疗期间胃肠道出血风险;未定期监测国际标准化比值或血小板功能,无法及时调整药物剂量,致使抗凝、抗血小板药物过量,最终加剧出血风险。这些治疗相关因素从药物使用、患者依从性与监测等多个维度,共同影响着冠心病 PCI 术后的出血风险。

1.4 手术相关因素 手术相关因素所带来的医源性损伤风险,对冠心病 PCI 术后出血影响显著。在穿刺与操作技术层面,股动脉穿刺因其血管粗、术后压迫时间长且髋关节活动易使压迫移位,极易引发腹膜后血肿;反复穿刺(≥ 3 次)破坏血管内膜,激活内源性凝血途径;大直径鞘管($\geq 7F$)会造成血管平滑肌机械损伤;硬导丝或粗暴操作可致血管穿孔;支架释放参数不当引发血管撕裂夹层;血管闭合器型号选择、放置或释放不当,导致止血失败并加重血管损伤;球囊扩张次数过多、压力过大或解压参数失控,造成血管内膜撕裂;穿刺部位压迫止血方法、力度、时间不当,干扰正常凝血功能^[9,23-27]。在手术时长管理方面,手术时间的延长不仅会加剧患者应激反应,致使机体凝血功能紊乱,还会因操作时间的增加,进一步提升血管损伤风险。这些手术相关因素从多维度增加了术后出血的可能性。

综上,冠心病 PCI 术后出血风险预测需整合个体特征、疾病状态、治疗方案与手术操作四大核心因素,见表 1。各因素通过干扰凝血因子活性、血管内皮完整性及药物代谢动力学加剧出血,临床需突破单一因素局限,推动术后出血治疗从经验化向个体化、动态化转变,提升临床决策科学性与患者预后质量。

表 1 冠心病 PCI 术后出血风险的预测因子分类及具体内容

预测因子类别	具体内容
患者个体特征	人口学层面:年龄 ≥ 60 岁、女性、低体重;基础疾病:糖尿病、慢性肾功能不全、高脂血症;病史:既往出血史或消化道溃疡史、高血压史、吸烟史、长期使用非甾体抗炎药、既往 PCI 史。
疾病相关因素	疾病状态:急性冠脉综合征、心力衰竭、左室射血分数降低、多支或复杂血管病变、外周动脉疾病、心房颤动、慢性阻塞性肺疾病、肝功能不全;实验室指标:血肌酐与肌酐清除率异常、基线红细胞比容及血红蛋白异常、贫血、血小板计数降低、白细胞计数异常、D-二聚体 >2 倍正常上限、INR >1.5 、血栓弹力图 MA 值下降、CK-MB 峰值升高。
治疗相关因素	药物使用:阿司匹林剂量 >100 mg/d、双重抗血小板治疗、三重抗血小板治疗、抗凝联合抗血小板治疗;患者依从性与监测:擅自停用 PPI、未定期监测国际标准化比值或血小板功能。
手术相关因素	穿刺与操作技术:股动脉穿刺、反复穿刺(≥ 3 次)、大直径鞘管($\geq 7F$)、硬导丝或粗暴操作、支架释放参数不当、血管闭合器型号选择/放置/释放不当、球囊扩张次数过多/压力过大/解压参数失控、穿刺部位压迫止血方法/力度/时间不当;手术时长:手术时间延长。

2 预测模型的建立与应用

2.1 传统评分模型

2.1.1 CRUSADE 评分 CRUSADE 评分由美国心脏病学会基于非 ST 段抬高型心肌梗死患者数据开发,通过性别、年龄、糖尿病史、心率、收缩压、充血性心力衰竭体征、血细胞比容、肌酐清除率 8 个变量预测院内大出血风险,适用于非 ST 段抬高型心肌梗死患者的侵入性或保守治疗场景^[28]。该评分变量易获取,计算可通过手机应用完成,简便快捷,被 2013 年美国心脏协会/美国心脏病学会指南推荐用于权衡治疗方案。需要注意的是,由于该方案基于西方人群、经股动脉入路及口服氯吡格雷的患者建立,对中国人群、经桡动脉入路及新型抗血小板药物应用等情况的有效性有待进一步验证,且存在对重症急性胰腺炎患者无效、长期出血预测能力弱等局限^[29]。

2.1.2 ACUTY 评分 ACUTY 评分依据 ACUTY 和 HORIZONS-AMI 试验开发,纳入性别、年龄、血肌酐、血红蛋白、血小板计数、充血性心力衰竭、ST 段改变 7 个变量,可评估 ACS 患者 30 d 内非 CABG 相关大出血风险及 1 年死亡率^[30]。此评分的优势在于纳入 ST 段改变和血小板计数,利于早期风险分层;不过也存在局限性,如对高龄人群适用性欠佳,且未涵盖吸烟、身体质量指数等个体特征。

2.1.3 PARIS 出血评分 PARIS 评分由 BABER U 等^[31]于 2016 年基于欧美 15 家中心注册研究提出,是

首个预测支架植入术后接受双重抗血小板治疗患者院外 2 年内出血风险的模型。该评分通过年龄、身体质量指数、吸烟状态、贫血、慢性肾脏病及残余缺血病变 6 个变量,预测 PCI 术后 24 个月内的院外大出血事件,辅助确定最佳双重抗血小板治疗持续时间。该评分可同时评估缺血与出血风险,适用于需权衡双重风险的患者。不过,研究中几乎所有患者未使用更有效的 P2Y12 抑制剂,双重抗血小板治疗时长非随机化,不能反映实际停药模式,尤其需在使用新型 P2Y12 抑制剂的大样本人群中进一步验证^[32]。

2.1.4 PRECISE-DAPT 评分 PRECISE-DAPT 评分由 COSTA F 等^[33]于 2017 年提出,并被同年欧洲心脏病学会指南推荐,用于量化 PCI 术后接受双联抗血小板治疗患者的院外出血风险,基于年龄、肌酐清除率、血红蛋白、血小板计数、既往出血史 5 个变量构建。该评分优势明显,首次纳入既往出血史,适用药物扩展到新型 P2Y12 抑制剂,契合国内双重抗血小板治疗现状,在急性冠状动脉综合征和稳定性心绞痛亚组中表现稳定,利于识别高危患者并制定个性化抗栓方案。不过,其人群普适性有限,且多数老年 ST 段抬高型心肌梗死患者评分高于出血风险推荐分界点,因此需调整老年急性冠状动脉综合征患者评分标准,优化不同年龄亚组的分界点设置。上述主要传统评分模型的核心特点归纳如下,见表 2。

表 2 传统评分模型代表模型及具体内容

代表模型	纳入变量特点	适用场景	核心优势
CRUSADE 评分	性别、年龄、糖尿病史、心率、收缩压、充血性心力衰竭体征、血细胞比容、肌酐清除率等 8 项经典临床指标	非 ST 段抬高型心肌梗死患者院内短期大出血风险评估	变量易获取,计算简便
ACUTY 评分	性别、年龄、血肌酐、血红蛋白、血小板计数、充血性心力衰竭、ST 段改变等 7 项	急性冠状动脉综合征患者 30 d 内非冠状动脉旁路移植术相关大出血及 1 年死亡率评估	纳入 ST 段改变和血小板计数,利于早期风险分层
PARIS 出血评分	年龄、身体质量指数、吸烟状态、贫血、慢性肾脏病、残余缺血病变等 6 项	支架植入术后接受双重抗血小板治疗患者 24 个月内院外大出血的长期风险评估	可同步评估缺血与出血风险,辅助优化双重抗血小板治疗持续时长的决策制定
PRECISE-DAPT 评分	年龄、肌酐清除率、血红蛋白、血小板计数、既往出血史等 5 项	PCI 术后接受双重抗血小板治疗患者院外长期出血风险评估	首次纳入既往出血史变量,适用新型 P2Y12 抑制剂,契合国内双重抗血小板治疗临床实践特征

2.2 列线图模型

2.2.1 短期风险预测 针对冠心病 PCI 术后短期(术后至 6 个月)出血风险,现有多项研究成果提供量化依据。肖丹^[24]纳入 788 例患者构建经桡动脉 PCI 术后 6 h 穿刺部位出血模型,将解压频次≤2 次、首次解压时间<1 h、首次压力值<10N、单次解压值>5N 作为独立危险因素,模型 AUC 达 0.931。该模型变量与即刻止血操作相关,可指导穿刺部位止血管理,但仅关注穿刺部位,适用范围较窄。刘昌燕等^[10]基于 150 例患者

构建 PCI 术后 6 个月全身出血风险模型,以年龄、吸烟史、高血压史、消化道病史、长期非甾体抗炎药用药史为独立危险因素,质子泵抑制剂为保护因素,模型 AUC 为 0.929。该模型纳入临床易获取因素,便于评估短期全身出血风险,不过样本量较小,缺乏广泛代表性。二者从不同角度为临床早期干预提供了重要参考。

2.2.2 长期风险预测 针对冠心病 PCI 术后长期(半年至 1 年)出血风险,多项研究基于不同患者群体构建了列线图模型。这些模型涵盖了从特定并发症(如消

化道出血)到全身出血风险的评估,并纳入了多维度预测因子,包括患者基线特征、实验室指标、治疗方式及手术因素等。例如,赵忠平等^[34]针对冠心病合并房颤患者,彭成凤等^[19]整合了多种评分和生物标志物,宋利华等^[9]专注于消化道出血风险评估,而宋娇磊等^[35]、刘莉华等^[15]则分别针对 ST 段抬高型心肌梗死和急性心

肌梗死患者。此外,ZHAO X X 等^[14]、WANG Z K 等^[36]和刘昌燕等^[10]基于大样本或多支血管病变人群构建了模型,具有较高的临床适用性。这些模型在预测准确性(AUC 或 C-index)方面表现良好,但多数受限于样本代表性或人群特异性。各模型的核心特征与应用场景已系统总结,见表 3。

表 3 列线图模型代表模型及具体内容

代表模型	纳入变量特点	适用场景	核心优势
列线图模型(短期)			
肖丹 ^[24] 2020 年	围操作期操作次数;解压缩、首次解压缩、压力值等操作相关指标	术后 6 h 穿刺部位出血风险评估	聚焦穿刺部位止血管理,变量与即刻操作相关
刘昌燕等 ^[10] 2023 年	基线临床因素:年龄、吸烟史、高血压史、消化道病史等临床因素	术后 6 个月全身出血风险评估	纳入临床易获取因素,覆盖全系统风险,适配短期全维度风险研判
列线图模型(长期)			
赵忠平等 ^[34] 2020 年	基础指标:年龄、血肌酐	术后半年出血风险评估	对特定人群出血风险预测效能准确,为抗栓治疗方案个体化制定提供辅助依据
彭成凤等 ^[19] 2024 年	病史—评分整合:既往出血史、血肌酐、CRUSADE 评分等 6 项	术后 1 年出血风险评估	纳入多维度指标,预测准确性高,助力精准抗栓
宋利华等 ^[9] 2024 年	人群—系统靶向:年龄≥60 岁、消化道病史、PARIS 评分等 7 项	术后 1 年消化道出血风险评估	精准指导消化道出血防治
宋娇磊等 ^[35] 2023 年	治疗—病史关联:Ⅱb/Ⅲa 受体拮抗剂使用、既往消化道病史等 5 项	术后 1 年出血风险评估	适用于特定心肌梗死类型
刘莉华等 ^[15] 2024 年	病理—标志物:高脂血症、CK-MB 峰值、INR 等 5 项	术后 1 年出血风险评估	可用于急性心肌梗死长期评估
ZHAO X X 等 ^[14] 2021 年	治疗—病变特征:三联疗法、分叉病变、再狭窄等 8 项	术后出血风险评估	高风险组识别能力强
WANG Z K 等 ^[36] 2025 年	多模态整合:HASBLED 评分、TyG 指数、AMR 等 6 项	术后 1 年内上消化道出血风险评估	预测效能优良,临床适用性高
DOLL J A 等 ^[3] 2021 年	危重状态—指标动态:急诊状态、心源性休克、INR 升高等 6 项	术后出血风险评估	样本覆盖全因素,高危人群预测优势显著

2.3 机器学习模型 ZHAO X Y 等^[37]纳入 16 736 例急性心肌梗死 PCI 术后患者,运用 XGBoost 算法从年龄、高血压、体重、基础病等多领域自动筛选 45 个特征,挖掘出传统方法易忽视的潜在出血风险相关变量,显著拓展了风险评估维度,对 BARC 出血分级 3 级或 5 级的预测 AUC 达 0.887;张丽月等^[38]纳入 155 例冠心病 PCI 术后患者,运用 XGBoost 算法筛选出 12 个预测因子,包括药物使用、疾病史、手术史等,AUC 为 0.892,具备较高预测精度。该模型的劣势在于依赖大量数据和复杂算法,临床应用中存在技术门槛高、数据质量要求严格的问题,且患者适用范围较局限。此外,机器学习模型在临床转化中还面临两大挑战:其一,其“黑箱”决策机制导致模型可解释性差,影响临床医生的理解与

信任;其二,模型的训练依赖于大规模患者数据,如何确保这些敏感信息的安全与隐私保护是临床应用必须面对的问题^[37-38]。

综上,冠心病 PCI 术后出血风险预测模型的发展,是从经验驱动向数据驱动、单一维度向多维整合、通用化向精准化的演进过程。传统评分模型依赖经典临床变量,虽便捷且受指南推荐,但难适应人群差异与诊疗技术变化;列线图模型聚焦特定场景提升预测细化程度,却受限于样本量与适用范围;机器学习模型以数据挖掘突破变量筛选瓶颈,却面临落地应用难题,见表 4。未来模型发展需兼顾预测效能与临床可及性,通过整合多源数据、融合先进算法,实现更精准的个体化预测。

表 4 机器学习模型及具体内容

代表模型	纳入变量特点	适用场景	核心优势
ZHAO X Y 等 ^[37]	XGBoost 算法筛选 45 项变量(年龄、高血压、基础病等)	预测 BARC3 级或 5 级出血事件风险	挖掘潜在风险变量,拓展评估维度
张丽月等 ^[38]	XGBoost 算法筛选 12 项变量(药物暴露、疾病史等)	预测术后出血事件风险	具备较高的预测精度

3 预防管理

3.1 术前风险评估与基础管理 术前管理围绕风险量化核心,构建起由评分模型评估、基础疾病干预和药物合理调整组成的围术期预防体系,旨在减少药物与

基础疾病导致的出血隐患。在风险评估环节,结合患者个体特征、疾病状态及治疗史,运用 CRUSADE、PRECISE-DAPT 等评分模型,对出血风险进行精准量化,筛查出高风险人群^[33]。针对基础疾病治疗,采取差异化干预策略:对高血压、高脂血症患者严格管控血

压、血脂,降低血管壁压力与斑块破裂风险;糖尿病患者强化血糖管理,改善血管内皮功能;慢性肾功能不全患者依据肌酐清除率调整抗栓药物剂量或剂型,防止药物蓄积;及时纠正贫血及血小板计数异常问题^[15]。在药物管理方面,对影响凝血功能的药物进行合理调整,针对长期服用非甾体抗炎药、华法林的患者,依据手术紧急程度和出血风险,术前适时停用或进行药物过渡,以此降低血小板功能抑制与黏膜损伤风险^[39]。通过多维度、系统化的风险评估与干预措施,最大程度降低冠心病 PCI 术后出血风险。

3.2 术中操作优化与出血防控 术中管理以操作精细化为核心,通过贯彻微创化与个体化原则,从多个关键环节入手,有效降低手术相关出血风险。在手术入路选择上,桡动脉穿刺因创伤小、止血便捷,成为 PCI 手术的优先选择,极大减少了血管损伤与出血隐患^[40]。器械选择方面,依据患者血管直径和病变复杂程度,精准匹配鞘管、导丝及支架型号,规避大直径鞘管对血管内皮的机械损伤,同时降低复杂支架释放时对血管壁的压力与摩擦,减少医源性损伤^[9,27]。手术操作中,严格遵循规范流程,轻柔操控导丝、导管,避免反复穿刺与粗暴操作,防止血管穿孔和内膜损伤;同时精确把控球囊扩张的压力与次数,杜绝血管内膜撕裂风险^[24]。术中抗凝调控同样至关重要,依据手术时长动态调整肝素剂量,针对高出血风险患者及时替换药物,在保证抗凝效果的同时,精准平衡出血风险。各环节精准施策、协同配合,构建起全方位的术中出血风险防控体系,为手术安全与患者良好预后奠定坚实基础。

3.3 术后分层干预与长期管理 术后管理围绕分层干预策略、多指标监测与患者教育,构建全周期、多维度的出血风险管控体系。在抗栓药物管理上,依据

PRECISE-DAPT 评分进行分层:低危患者维持 12 个月标准双联抗血小板治疗,高危患者缩短疗程至 3~6 个月,并结合慢性肾脏病、房颤等合并症,精准调整药物剂量与种类;对需联合口服抗凝药的患者,基于血栓与出血风险评估制定个性化方案,同步严密监测凝血指标^[23]。出血监测采用短期与长期结合模式:短期护理聚焦术后 6 h 内,护理人员每 15 min 观察穿刺部位,严格执行解压频次≥3 次、首次解压≥1.5 h、压力值≥12 N 的标化解压流程,同时密切关注生命体征^[24];长期随访则于术后 1 个月、3 个月、6 个月、12 个月定期开展,常规监测血小板计数、凝血酶原时间等指标,针对高龄、多支血管病变等高风险人群,采用血常规、国际标准化比值、血栓弹力图等多指标联合评估。一旦出现出血,根据微小、轻度、中度及危及生命等不同程度,分别实施维持双重抗血小板治疗、缩短疗程、单药治疗或停药止血等干预措施,并在出血控制后重新评估血栓与出血风险,优化抗栓方案^[23]。护理层面通过多维度干预辅助风险防控:饮食指导规避胃肠道刺激,质子泵抑制剂保护黏膜,营养干预纠正贫血,同时借助系统化健康教育,提升患者自我监测与管理能力,全方位降低术后出血风险,改善患者预后^[41]。

综上,冠心病 PCI 术后出血预防管理正依托预测因子研究与模型迭代,形成全流程、精准化管理闭环,其核心措施见表 5。从术前依托评分量化风险并优化基础治疗,术中通过穿刺路径优选与操作规范降低机械损伤,术后结合评分分层干预、多指标动态监测与多因素协同管理,实现出血风险的全周期动态防控。这一转变打破经验式管理局限,通过多维度预测因子整合与智能模型的精准分析,驱动临床决策从被动应对转向主动防控。

表 5 冠心病 PCI 术后出血预防措施

预防阶段	具体措施
术前	①使用 CRUSADE、PRECISE-DAPT 等模型评估出血风险,筛查高危人群;②管控高血压、血脂,强化糖尿病血糖管理;按肌酐清除率调整肾衰患者抗栓药;纠正贫血、血小板异常;③长期服用非甾体抗炎药、华法林者,依手术紧急度和出血风险术前停药或药物过渡
术中	①优先选择桡动脉穿刺;②依血管直径和病变选鞘管、导丝等器械;③规范操作,避免反复穿刺、粗暴操作,把控球囊扩张压力和次数;④根据手术时长调整肝素剂量,高风险者及时换抗凝药
术后	①根据 PRECISE-DAPT 评分分层:低危用 12 个月标准双重抗血小板治疗,高危缩短至 3~6 个月;合并症者调药,联用抗凝药时个性化方案并监测凝血;②短期:术后 6 h 每 15 min 查穿刺部位,按标准化流程解压;长期:术后 1 个月、3 个月、6 个月、12 个月监测指标,高危者多指标联合评估;③出血时依程度干预,控制后重评并优化方案;④饮食指导、用质子泵抑制剂保护黏膜、营养纠正贫血,健康教育提升患者自我管理

4 总结与展望

PCI 术后出血风险管理通过整合多维度预测因子、优化模型构建、创新预防管理,形成“预测因子分析—模型构建—全周期预防”的系统化框架,有望进一步

降低出血并发症,改善患者远期预后。未来研究需聚焦三大方向:①预测因子转型:从静态传统临床指标向动态多模态指标转变。通过新兴生物标志物监测血管与凝血状态,结合影像技术,融合基因与药代参数解析

个体抗栓差异,推动预测因子向“生物标志物—影像特征—分子机制”多维融合转型;②预测模型升级:整合多模态预测因子,借助深度学习算法构建动态预测模型,突破传统模型对特定人群的依赖,实现风险的实时预警与个体化评估,并通过多中心亚洲队列验证提升普适性与精准度;③预防管理模式创新:依托风险模型,嵌入医院系统实现全流程智能决策与智能预警,借助可穿戴设备与 AI 实时监测并联动止血干预,通过医患共同决策提升防控科学性,推动预防管理向精准化、智能化模式转变。

参考文献:

- [1] GBD 2021 Diseases and Injuries Collaborators. Global incidence, prevalence, years lived with disability (YLDs), disability-adjusted life-years (DALYs), and healthy life expectancy (HALE) for 371 diseases and injuries in 204 countries and territories and 811 subnational locations, 1990-2021: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2021[J]. *Lancet*, 2024, 403(10440): 2133-2161.
- [2] LAWTON J S, TAMIS-HOLLAND J E, BANGALORE S, et al. 2021 ACC/AHA/SCAI guideline for coronary artery revascularization: executive summary: a report of the American college of cardiology/American heart association joint committee on clinical practice guidelines[J]. *Circulation*, 2022, 145(11): e771.
- [3] DOLL J A, O'DONNELL C I, PLOMONDON M E, et al. Development and implementation of an in-hospital bleeding risk model for percutaneous coronary intervention[J]. *Cardiovasc Revascularization Med*, 2021, 28: 20-24.
- [4] CHOWDHURY MRK, STUB D, DINH D, et al. Preoperative factors associated with in-hospital major bleeding after percutaneous coronary intervention: a systematic review[J]. *Heart Lung Circ*, 2025, 34(6): 566-584.
- [5] NATHAN A, HASHEMZADEH M, MOVAHED M R. Percutaneous coronary intervention involving coronary bifurcation is associated with higher mortality and complications[J]. *Am J Cardiovasc Dis*, 2024, 14(3): 180-187.
- [6] WATANABE H, NATSUAKI M, MORIMOTO T, et al. Post-procedural anticoagulation with unfractionated heparin in acute coronary syndrome: insight from the STOP-DAPT-3 trial[J]. *Am J Cardiol*, 2024, 226: 83-96.
- [7] SHI W C, FAN X X, YANG J G, et al. In-hospital gastrointestinal bleeding in patients with acute myocardial infarction: incidence, outcomes and risk factors analysis from China Acute Myocardial Infarction Registry [J]. *BMJ Open*, 2021, 11(9): e044117.
- [8] CHEN Y X, TU S W, CHEN Z X, et al. Ticagrelor versus clopidogrel in patients with severe renal insufficiency undergoing PCI for acute coronary syndrome[J]. *J Interv Cardiol*, 2022, 2022: 6476777.
- [9] 宋利华, 付继京, 王俊伟. 冠心病病人 PCI 术后 1 年出血危险因素的模式构建和验证[J]. *护理研究*, 2024, 38(19): 3403-3409.
- [10] 刘昌燕, 严其高, 徐刚锋, 等. 冠状动脉粥样硬化性心脏病经皮冠状动脉介入治疗术后患者出血事件发生风险模型及验证[J]. *中国药业*, 2023, 32(11): 81-85.
- [11] KWOK C S, SIRKER A, FARMER A D, et al. In-hospital gastrointestinal bleeding following percutaneous coronary intervention[J]. *Catheter Cardiovasc Interv*, 2020, 95(1): 109-117.
- [12] 孙梓宜, 王子涵, 陈颖, 等. TyG 指数联合血管功能指标对冠状动脉狭窄程度的预测价值[J]. *临床心血管病杂志*, 2022, 38(1): 17-21.
- [13] 王晓冬, 许春平, 曾波. 冠心病病人 PCI 术后严重出血并发病的危险因素探讨[J]. *中西医结合心脑血管病杂志*, 2020, 18(15): 2476-2479.
- [14] ZHAO X X, LIU C, ZHOU P, et al. Thrombosis and major bleeding risk after primary PCI among patients with multivessel coronary artery disease[J]. *Front Cardiovasc Med*, 2022, 8: 729432.
- [15] 刘莉华. 急性心肌梗死患者 PCI 术后 1 年内出血风险预测模型的构建与验证[D]. 吉首: 吉首大学, 2024.
- [16] PINXTERHUIS T H, PLOUMEN E H, KOK M M, et al. Clinical outcome after bleeding events following coronary stenting in patients with and without comorbid peripheral arterial disease [J]. *Cardiovasc Interv Ther*, 2025, 40(2): 287-295.
- [17] 张亚敏, 翟晓, 杨静, 等. PCI 术后出血的危险因素及 CRUSADE 评分与出血发生率的相关性[J]. *心血管康复医学杂志*, 2024, 33(6): 679-683.
- [18] ZHANG T, WANG Y, SU X M, et al. Hemoglobin-to-red cell distribution width ratio as a predictor of gastrointestinal bleeding following percutaneous coronary intervention[J]. *Cardiol Res Pract*, 2025, 2025: 2793810.
- [19] 彭成凤, 钱福东, 吴克明, 等. 基于术前血液学指标联合风险评分构建预测冠心病合并房颤患者 PCI 术后 1 年出血的列线图预测模型[J]. *四川医学*, 2024, 45(4): 362-368.
- [20] 李建红, 苏庆杰, 张余辉. 血栓弹力图预测急性缺血性卒中出血转化的价值研究[J]. *中国全科医学*, 2021, 24(36): 4618-4622.
- [21] HARRIS J, POUWELS K B, JOHNSON T, et al. Bleeding risk in patients prescribed dual antiplatelet therapy and triple therapy after coronary interventions: the ADA-PTT retrospective population-based cohort studies [J]. *Health Technol Assess*, 2023, 27(8): 1-257.
- [22] TAVENIER A H, CLAASSENS DMF, HERMANIDES R S, et al. Efficacy and safety of glycoprotein IIb/IIIa inhibitors in addition to P2Y(12) inhibitors in ST-segment elevation myocardial infarction: a subanalysis of the

POPular Genetics trial[J]. Catheter Cardiovasc Interv, 2022,99(3):676-685.

[23] INGRAHAM B S, VALGIMIGLI M, ANGIOLILLO D J, et al. Relevance of high bleeding risk and postdischarge bleeding in patients undergoing percutaneous coronary intervention[J]. Mayo Clin Proc, 2025,100(2):304-331.

[24] 肖丹. 经桡动脉路径 PCI 术后并发术侧肢出血和肿胀风险预测模型构建[D]. 南昌:南昌大学,2020.

[25] 邬晓臣,丁盛,王舰,等. 血管闭合器在再次经股动脉途径主动脉腔内修复术中的临床疗效和安全性[J]. 心脏杂志,2022,34(6):680-682.

[26] GALLI M, LABORANTE R, ANDREOTTI F, et al. Bleeding complications in patients undergoing percutaneous coronary intervention[J]. Rev Cardiovasc Med, 2022, 23(8):286.

[27] MARQUIS-GRAVEL G, BOIVIN-PROULX L A, HUANG Z, et al. Femoral vascular closure devices and bleeding, hemostasis, and ambulation following percutaneous coronary intervention[J]. J Am Heart Assoc, 2023, 12(1):e025666.

[28] SUBHERWAL S, BACH R G, CHEN A Y, et al. Baseline risk of major bleeding in non-ST-segment-elevation myocardial infarction: the CRUSADE (can Rapid risk stratification of unstable angina patients suppress ADverse outcomes with early implementation of the ACC/AHA Guidelines) bleeding score [J]. Circulation, 2009, 119(14):1873-1882.

[29] O'GARA PT, KUSHNER F G, ASCHEIM D D, et al. 2013 ACCF/AHA guideline for the management of sT-elevation myocardial infarction: executive summary; a report of the American College of Cardiology Foundation/ American Heart Association Task Force on practice guidelines; developed in collaboration with the American College of Emergency Physicians and Society for Cardiovascular angiography and interventions[J]. Catheter Cardiovasc Interv, 2013,82(1):E1-E27.

[30] MEHRAN R, POCKOCK S J, NIKOLSKY E, et al. A risk score to predict bleeding in patients with acute coronary syndromes[J]. J Am Coll Cardiol, 2010, 55(23):2556-2566.

[31] BABER U, MEHRAN R, GIUSTINO G, et al. Coronary thrombosis and major bleeding after PCI with drug-eluting stents: risk scores from PARIS[J]. J Am Coll Cardiol, 2016, 67(19):2224-2234.

[32] 杨慧,王忠. PRECISE-DAPT 评分与 CRUSADE 评分对老年急性冠脉综合征患者经皮冠状动脉介入术后出血事件预测价值比较[J]. 中国现代医药杂志, 2021, 23(2): 32-36.

[33] COSTA F, VAN KLAVEREN D, JAMES S, et al. Derivation and validation of the predicting bleeding complications in patients undergoing stent implantation and subsequent dual antiplatelet therapy (PRECISE-DAPT) score: a pooled analysis of individual-patient datasets from clinical trials[J]. Lancet, 2017, 389(10073):1025-1034.

[34] 赵忠平,丁晓云,罗正义. 冠心病合并心房颤动患者 PCI 术后出血风险预测列线图的构建及验证[J]. 心脑血管病防治, 2020, 20(6):553-556.

[35] 宋娇磊,孙立平,赵晓峰. ST 段抬高急性心肌梗死患者 PCI 术后双抗治疗严重出血预测模型构建与评价[J]. 空军航空医学, 2023, 40(3):246-251.

[36] WANG Z K, YANG S P, ZHOU C X, et al. Development and validation of an AMR-based predictive model for post-PCI upper gastrointestinal bleeding in NSTEMI patients[J]. Front Endocrinol, 2025, 16:1545462.

[37] ZHAO X Y, WANG J M, YANG J G, et al. Machine learning for prediction of bleeding in acute myocardial infarction patients after percutaneous coronary intervention [J]. Ther Adv Chronic Dis, 2023, 14:2040622323115856 1.

[38] 张丽月,董士勇,石俊山,等. 基于 XGBoost 算法结合光电容积脉搏波与临床特征变量对冠心病患者出血风险的预测研究[J]. 中国心血管病研究, 2024, 22(1):47-53.

[39] 关泽勇,杨彦立,刘华长,等. 75 岁以上老年冠心病患者 PCI 后双联抗血小板治疗疗效、安全性及预后研究[J]. 中国循证心血管医学杂志, 2021, 13(8):978-982.

[40] KRITTANAWONG C, UPPALAPATI L, VIRK HUH, et al. Complications of radial vs femoral access for coronary angiography and intervention: what do the data tell us? [J]. Am J Med, 2024, 137(6):483-489.

[41] 边毓尧,修明文,侯婧,等. 冠心病患者 PCI 术中肝素用量对出血的影响及脑微出血数量在预测出血中的作用[J]. 中国急救复苏与灾害医学杂志, 2022, 17(6):710-714.

收稿日期:2025-07-28;修回日期:2025-11-04

(本文编辑 钟琳)