



[DOI]10.3969/j.issn.1001-9057.2026.01.015

http://www.lcnkz.com/CN/10.3969/j.issn.1001-9057.2026.01.015

· 论著 ·

# 经皮冠状动脉介入治疗术后院内消化道出血风险列线图预测模型的构建及验证

范鸿儒 贺立群 陈昌贵

**[摘要]** **目的** 基于多因素分析结果,构建经皮冠状动脉介入治疗(PCI)术后院内消化道出血风险的列线图预测模型,并验证该模型的预测效果。**方法** 选取三级甲等医院 264 例 PCI 术后患者,按 7:3 比例将其分为建模集(185 例)和验证集(79 例)。比较两组患者一般临床资料与实验室检查结果。采用多因素 logistic 回归分析评估建模集患者消化道出血的影响因素;构建列线图模型,采用 Bootstrap 法与受试者工作特征(ROC)曲线对模型进行内、外部验证。**结果** 建模集患者发生消化道出血 70 例,发生率为 37.84%;验证集患者发生消化道出血 28 例,发生率为 35.44%。多因素 logistic 回归分析结果显示,术后使用质子泵抑制剂是 PCI 术后患者消化道出血的保护因素;年龄 $\geq 60$ 岁、长期服用非甾体类抗炎药物、消化道出血史、术前低血压、高肌酐清除率是其危险因素( $P < 0.05$ )。基于上述结果构建列线图预测模型,对其进行内部验证:验证曲线结果显示风险预测值与实际预测值的平均绝对误差为 0.017;ROC 曲线分析结果显示,预测模型判断验证集中 PCI 术后患者发生院内消化道出血的曲线下面积(AUC)为 0.899(95% CI 0.856 ~ 0.943,  $P < 0.001$ ),敏感度为 0.986,特异度为 0.678。外部验证中,校准曲线结果显示风险预测值与实际预测值的平均绝对误差为 0.046;ROC 曲线结果显示其 AUC 为 0.867(95% CI 0.763 ~ 0.924,  $P < 0.001$ ),敏感度为 0.924,特异度为 0.717。**结论** PCI 术后患者院内消化道出血风险较高,消化道出血的发生与患者年龄、长期服用非甾体类抗炎药物、消化道出血史、术前低血压、术后使用质子泵抑制剂及肌酐清除率相关,基于上述因素建立的列线图预测模型对判断 PCI 术后院内消化道出血风险具有较高准确性。

**[关键词]** 经皮冠状动脉介入治疗; 消化道出血; 列线图预测模型

**[中图分类号]** R541.4

**[文献标识码]** A

经皮冠状动脉介入治疗(PCI)作为急性冠状动脉综合征的重要治疗手段,已广泛应用于临床,显著降低了患者的病死率和再梗死率<sup>[1]</sup>。然而 PCI 术后患者常需接受双联抗 PLT 治疗,以预防支架内血栓形成和再狭窄,这种治疗策略在带来临床获益的同时,也增加了消化道出血的风险<sup>[2]</sup>。消化道出血不仅影响患者的预后,还导致住院时间的延长和医疗费用的增加<sup>[3]</sup>。因此,对 PCI 术后消化道出血风险进行准确预测和有效预防显得尤为重要。目前,国内外已有诸多研究探讨了 PCI 术后消化道出血的影响因素<sup>[4-5]</sup>,但如何构建一个准确、可靠的预测模型,以早期识别出血高风险患者,仍是当前研究的热点和难点。因此,本研究旨在通过分析 PCI 术后院内消化道出血风险的影响因素,构

建及验证预测模型,为 PCI 术后院内消化道出血风险的筛查提供有效工具。

## 对象与方法

1. 对象:采用便利抽样法选取 2024 年 5 月~10 月武汉市第一医院心血管内科 PCI 术后患者 264 例,其中男 115 例、女性 149 例,年龄 29~86 岁,平均年龄(46.24 $\pm$ 13.25)岁。参考既往文献<sup>[6]</sup>将所有患者按 7:3 比例随机分为建模集(185 例)和验证集(79 例)。纳入标准:(1)年龄 $\geq 18$ 岁;(2)均符合《2025 年美国急性冠脉综合征患者管理指南》<sup>[7]</sup>中的急性冠状动脉综合征诊断标准,且已行 PCI 手术治疗。排除标准:(1)存在严重认知障碍或沟通障碍;(2)临床资料不完整;(3)入院时已出现呕血、肉眼可见的黑便,或大便潜血试验强阳性,或胃镜证实活动性消化道出血。本研究已通过武汉市第一医院伦理委员会审批。所有患者均签署知情同意书。

基金项目:湖北省卫生健康委科研项目(WJ2023F043)

作者单位:430022 武汉,武汉市第一医院心血管内科

通讯作者:贺立群,E-mail:liqunhe0902@163.com

2. 方法:收集所有患者的一般临床资料与实验室检查结果,包括性别、年龄、BMI、学历水平、婚姻状况、饮酒史、吸烟史、慢性病史、本次住院前急性冠状动脉综合征相关药物使用史(简称用药史)、冠脉病变血管数、Gensini 评分、PCI 术前血压及溶栓治疗情况、术后不良反应、手术时间、术中及术后用药情况[肝素 + PLT 糖蛋白 II b/III a 受体抑制剂(GPI)、血管紧张素转化酶抑制剂(ACEI)/血管紧张素受体拮抗剂(ARB)、质子泵抑制剂]、白蛋白、肌酐清除率等。消化道出血诊断标准参照《急性上消化道出血急诊诊治流程专家共识(2020 版)》<sup>[8]</sup>,符合以下任意一条则诊断为消化道出血:(1)患者出现呕血、咖啡色呕吐物,或排柏油样黑便;(2)无肉眼可见出血,但大便隐血试验连续 2 次阳性;(3)经质子泵抑制剂(PPI)静脉泵入、生长抑素类似物等药物治疗 24 h 后,仍存在活动性出血表现(如反复呕血、黑便频次增加);(4)胃内容物或十二指肠液中可见血液,且排除口鼻咽部、呼吸道出血误吸。根据是否出现消化道出血将建模集 185 例患者再分为正常组(115 例)与出血组(70 例)。

3. 统计学处理:应用 SPSS 21.0 软件进行统计分析。符合正态分布的计量资料以  $\bar{x} \pm s$  表示,组间比较采用 *t* 检验;计数资料以例数和百分比表示,组间比较采用  $\chi^2$  检验。采用多因素 logistic 回归分析评估建模集患者消化道出血的影响因素;构建列线图模型,采用 Bootstrap 法与受试者工作特征(ROC)曲线对模型进行内部及外部验证。以  $P < 0.05$  表示差异有统计学意义。

## 结 果

### 1. PCI 术后院内消化道出血风险的影响因素分

表 1 PCI 术后患者消化道出血风险的单因素分析[例,(%)]

组别	例数	性别 (男/女)	年龄		BMI(kg/m <sup>2</sup> )			饮酒史	吸烟史	慢性病史	用药史	婚姻状况 (已婚)
			18~59 岁	≥60 岁	<18.5	18.5~23.9	≥24.0					
正常组	115	69/46	91(79.13)	24(20.87)	25(21.74)	58(50.43)	32(27.83)	52(45.22)	56(48.70)	39(33.91)	36(31.30)	108(93.91)
出血组	70	46/24	42(60.00)	28(40.00)	17(24.29)	32(45.71)	21(30.00)	33(47.14)	36(51.43)	26(37.14)	24(34.29)	67(95.71)
$\chi^2$ 值		0.604	7.881		0.395			0.065	0.13	0.199	0.176	0.276
<i>P</i> 值		0.437	0.005		0.821			0.799	0.718	0.655	0.674	0.599
组别	例数	职业状况 (在职)	学历水平		冠脉病变血管数量			Gensini 评分			术中使 用肝 素 + GPI	长期服用非 甾体类 抗炎药 物
			小学及以下	初中及以下	1 支	2 支	3 支	≤20 分	20~55 分	>55 分		
正常组	115	83(72.17)	84(73.04)	31(26.96)	76(66.09)	22(19.13)	17(14.78)	32(27.83)	45(39.13)	38(33.04)	75(65.22)	14(12.17)
出血组	70	54(77.14)	56(80.00)	14(20.00)	33(47.14)	12(17.14)	25(35.71)	18(25.71)	29(41.43)	23(32.86)	27(38.57)	17(24.29)
$\chi^2$ 值		0.559	1.144		11.142			0.130			12.490	4.576
<i>P</i> 值		0.455	0.285		11.142			0.937			<0.001	0.032
组别	例数	消化道 出血史	术前 低血压	术后使用 ACEI/ARB	术后使用质子 泵抑制剂	手术时间		白蛋白		肌酐清除率		
						<50min	≥50min	≥30g/L	<30g/L	≥80ml/min	<80ml/min	
正常组	115	11(9.57)	32(27.83)	94(81.74)	91(79.13)	88(76.52)	27(23.48)	84(73.04)	31(26.96)	92(80.00)	23(20.00)	
出血组	70	18(25.71)	41(58.57)	46(65.71)	19(27.14)	38(54.29)	32(45.71)	37(52.86)	33(47.14)	29(41.43)	41(58.57)	
$\chi^2$ 值		8.585	17.218	6.070	48.788	9.905		7.836		28.611		
<i>P</i> 值		0.003	<0.001	0.014	<0.001	0.002		0.005		<0.001		

析:单因素分析结果显示,年龄、术中使用肝素 + GPI、长期服用非甾体类抗炎药物、消化道出血史、术前低血压、术后使用 ACEI/ARB、术后使用质子泵抑制剂、冠脉病变血管数、手术时间、白蛋白及肌酐清除率均是 PCI 术后院内消化道出血风险的影响因素( $P < 0.05$ )。见表 1。多因素 logistic 回归分析结果显示,术后使用质子泵抑制剂是 PCI 术后患者消化道出血的独立保护因素;年龄 ≥60 岁、长期服用非甾体类抗炎药物、消化道出血史、术前低血压、高肌酐清除率是其独立危险因素( $P < 0.05$ )。见表 2。

表 2 PCI 术后患者消化道出血风险的多因素 logistic 回归分析

因素	<i>B</i> 值	<i>S. E.</i>	Wald $\chi^2$	<i>P</i> 值	<i>OR</i> 值	95% <i>CI</i>
常数项	2.463	0.932	6.984	0.012	8.363	-
年龄 ≥60 岁	0.574	0.278	4.263	0.021	1.814	1.042~3.148
长期服用非甾体类抗炎药物	0.736	0.375	3.852	0.033	2.155	1.012~4.736
消化道出血史	0.489	0.243	4.050	0.026	1.672	1.038~2.892
术前低血压	0.971	0.414	5.501	0.016	3.393	1.352~5.867
术后使用质子泵抑制剂	-0.824	0.251	10.777	<0.001	0.448	0.207~0.645
肌酐清除率	0.829	0.261	10.089	<0.001	3.695	1.427~5.835

2. PCI 术后患者消化道出血风险预测模型的构建和验证:根据多因素 logistic 回归分析结果构建列线图模型,见图 1。采用 Bootstrap 法重复抽样 1 000 次,对模型进行内部验证,校准曲线结果显示风险预测值与实际预测值的平均绝对误差为 0.017,见图 2。预测模型判断验证集中 PCI 术后患者发生院内消化道出血的曲线下面积(AUC)为 0.899(95% CI 0.856~0.943,  $P < 0.001$ ),敏感度为 0.986、特异度为 0.678,见图 3。验证组 79 例患者中 28 例发生消化道出血,发生率为

35.44%。根据列线图模型计算患者消化道出血风险,并以此对模型进行外部验证:校准曲线结果显示,风险预测值与实际预测值的平均绝对误差为 0.046,见图 4;ROC 曲线分析结果显示,AUC 为 0.867 (95% CI 0.763 ~0.924,  $P < 0.001$ ), 敏感度为 0.924、特异度为 0.717,见图 5。

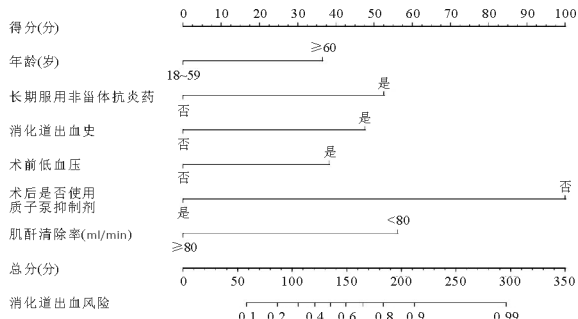


图 1 PCI 术后患者消化道出血风险列线图预测模型

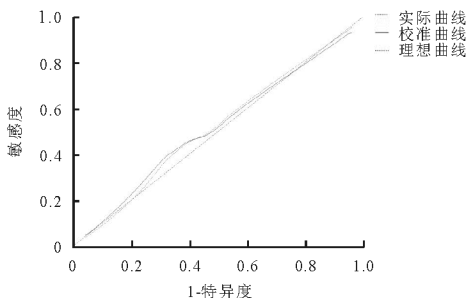


图 2 PCI 术后患者消化道出血风险预测模型建模组的校准曲线

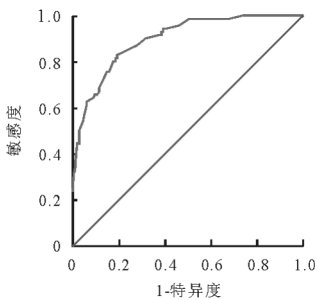


图 3 PCI 术后患者消化道出血风险预测模型建模组的 ROC 曲线

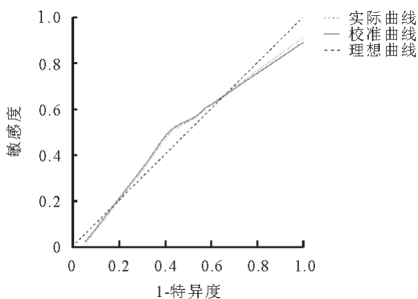


图 4 PCI 术后患者消化道出血风险预测模型验证组的校准曲线

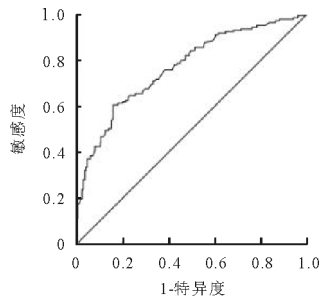


图 5 PCI 术后患者消化道出血风险预测模型验证组的 ROC 曲线

## 讨 论

本研究发现,高龄是 PCI 术后患者消化道出血风险的危险因素。这一发现与既往研究相吻合<sup>[9]</sup>。随着年龄增长,胃黏膜保护机制减弱,使得老年人对消化道出血的耐受性降低<sup>[10]</sup>;且高龄患者多伴有多种慢性疾病,需长期服用多种药物,与 PCI 术后抗凝药物之间的相互作用易加剧消化道出血的风险<sup>[11]</sup>。因此,医护人员应根据高龄患者具体情况调整抗凝药物的种类、剂量及持续时间,实现精准治疗,并对 PCI 术后高龄患者进行更为密切的监测,及时发现并处理出血倾向。

本研究发现,长期服用非甾体类抗炎药物及消化道出血史均是 PCI 术后患者消化道出血风险的危险因素。长期服用非甾体类抗炎药物已被多项研究所证实为消化道出血的重要危险因素<sup>[12]</sup>。NSAIDs 通过抑制环氧化酶活性,不仅影响花生四烯酸代谢,减少具有胃黏膜保护作用的前列腺素的合成,还对上皮细胞产生局部刺激作用,从而增加胃肠道黏膜损伤的风险<sup>[13]</sup>。这一结果与先前的研究相吻合<sup>[14]</sup>。此外,消化道出血史也是 PCI 术后患者消化道出血的重要预测因子。这可能与该类患者胃黏膜对损害因素的适应能力减退、原有病灶未完全愈合或仍存在其他消化道出血的危险因素有关<sup>[15]</sup>。因此,医护人员应重点关注和监测有消化道出血史的患者,及时采取预防措施,以降低其再次出血的风险。

本研究发现,术前低血压是 PCI 术后患者消化道出血风险的独立影响因素。术前低血压导致患者体内的血流动力学发生改变,影响组织灌注,从而增加了术后消化道出血的风险<sup>[16]</sup>。其次,本研究还发现术后不使用质子泵抑制剂的患者,其消化道出血的风险显著增加。质子泵抑制剂作为一种常用的胃肠道保护药物,能够有效抑制胃酸分泌,提高胃内 pH 值,从而有助于保护胃黏膜,减少消化道出血的发生<sup>[17-18]</sup>。因此,医护人员在 PCI 术后的患者管理中,应更加关注患者的血压状况和胃肠道保护,通过合理的药物治疗和护

理措施,降低消化道出血的风险,提高患者的治疗效果和生活质量。

肌酐清除率作为评估肾功能的重要指标,其降低反映了肾脏对代谢废物清除能力的下降<sup>[19]</sup>。本研究发现,肌酐清除率 < 80 ml/min 的患者,其 PCI 术后消化道出血的风险显著增加。其他研究也发现相似结果<sup>[20]</sup>。这可能与肾功能减退导致的凝血功能异常、抗 PLT 及抗凝药物代谢减慢、胃黏膜屏障受损等因素有关。肾功能受损患者多伴随 PLT 功能异常,易形成血栓但同时增加出血倾向<sup>[21]</sup>。因此,医护人员应通过优化 PCI 术后患者的抗 PLT 和抗凝治疗方案,以减少出血风险;还应加强肾功能监测,及时发现并处理肾功能恶化的情况,也是预防消化道出血的关键。

本研究根据多因素分析结果建立列线图模型,Bootstrap 法分析显示,风险预测值与实际预测值的平均绝对误差仅为 0.017,而通过 ROC 分析对验证集患者数据进行外部验证,结果显示其曲线下面积为 0.867,提示该模型的预测效果和预测能力较好。然而,本研究中 PCI 术后院内消化道出血的实际发生率为 37.84% (建模集) 和 35.44% (验证集),显著高于现有文献报道的发生率。这可能是由于本研究纳入的患者均合并急性冠状动脉综合征,且 41% 存在多支血管病变,这类患者术前需联合使用阿司匹林、P2Y12 受体拮抗剂及肝素/低分子肝素,导致消化道黏膜损伤风险显著升高。而部分文献纳入稳定型心绞痛患者比例较高,其抗栓治疗强度较低,可能是出血发生率较低的主要原因。

PCI 术后患者消化道出血与患者年龄、长期服用非甾体类抗炎药物、消化道出血史、术前低血压、术后不使用质子泵抑制剂及肌酐清除率等因素相关。根据上述因素构建的 PCI 术后患者消化道出血风险预测模型具有良好的预测效果,有助于指导临床,给予针对性的干预方案,进一步降低消化道出血的发生率,改善 PCI 术后患者的整体预后。尽管本研究通过随机分配建模集与验证集控制内部偏倚,但单中心设计可能因患者来源集中导致结果外推性受限,后续需开展多中心研究,进一步验证模型在不同人群中的适用性。

## 参 考 文 献

[1] Akbari T, Al-Lamee R. Percutaneous coronary intervention in multi-ves-

sel disease [J]. *Cardiovasc Revasc Med*, 2022, 44: 80-91.

- [2] Urban P, Mehran R, Collieran R, et al. Defining high bleeding risk in patients undergoing percutaneous coronary intervention [J]. *Circulation*, 2019, 140(3): 240-261.
- [3] Sutton NR, Hughes EK. Sex-related differences in the bleeding trade-off for patients undergoing percutaneous coronary intervention [J]. *Circ Cardiovasc Interv*, 2021, 14(9): e011299.
- [4] Numasawa Y. Impact of platelet reactivity on ischemic and bleeding events after percutaneous coronary intervention—a long-term perspective [J]. *Circ J*, 2022, 86(9): 1350-1351.
- [5] 罗钻. 冠心病 PCI 术后上消化道出血的影响因素分析 [J]. *吉林医学*, 2021, 42(1): 197-199.
- [6] 覃萍. 医学调查研究中的抽样方法 [J]. *国外医学(社会医学分册)*, 1996, (4): 155-160.
- [7] 李洋, 韩雅玲. 2025 年美国急性冠脉综合征患者管理指南解读 [J]. *中华心血管病杂志*, 2025, 53(12): 1428-1432.
- [8] 中国医师协会急诊医师分会, 中华医学会急诊医学分会, 全军急救医学专业委员会, 等. 急性上消化道出血急诊诊治流程专家共识 (2020 版) [J]. *中华急诊医学杂志*, 2021, 30(1): 15-24.
- [9] Zaheer R, Devi J, Siau K. Upper GI hemorrhage after percutaneous coronary intervention [J]. *Gastrointest Endosc*, 2021, 93(1): 270.
- [10] 赵海霞, 李祥爱, 魏凌云. 75 岁及以上高龄冠心病患者 PCI 术后不同抗血小板治疗方案的临床评价 [J]. *中国疗养医学*, 2022, 31(10): 1113-1117.
- [11] 国家重点研发项目 (2018YFC2002400) 课题组. 高龄老年共病患者多重用药安全性管理专家共识 [J]. *中华保健医学杂志*, 2021, 23(5): 548-554.
- [12] 张蓉, 刘昕丹, 高淑娟, 等. 急性非静脉曲张性上消化道出血的临床流行病学特征分析 [J]. *临床内科杂志*, 2024, 41(10): 699-702.
- [13] 邓园园, 黄应文, 熊红, 等. 非甾体类抗炎药相关性上消化道出血的危险因素及凝血相关指标分析 [J]. *实用临床医药杂志*, 2022, 26(7): 13-21.
- [14] 陈金, 马建霞, 于晓峰, 等. 老年人非甾体抗炎药相关性上消化道出血的临床特点 [J]. *中国临床药学杂志*, 2020, 29(3): 177-181.
- [15] 冯海欢, 唱双印, 洪斯淇, 等. PCI 术后病人消化道出血危险因素的 Meta 分析 [J]. *循证护理*, 2024, 10(22): 4011-4018.
- [16] Wang L, Pei D, Ouyang YQ, et al. Meta-analysis of risk and protective factors for gastrointestinal bleeding after percutaneous coronary intervention [J]. *Int J Nurs Pract*, 2019, 25(1): e12707.
- [17] 王海霞, 赵自冰, 牛燕运. 质子泵抑制剂联合维生素 C 预防 PCI 术后双联抗血小板药物致消化道非活动性出血 [J]. *微循环学杂志*, 2024, 34(2): 59-63.
- [18] 龚玉婷. 质子泵抑制剂防治 PCI 术后双抗治疗致消化道出血的疗效及安全性—网状 Meta 分析 [D]. 洛阳: 河南科技大学, 2019.
- [19] 马执彬, 权佩钦, 杨超, 等. 肌酐清除率与单纯性肾囊肿相关性的巢式病例对照研究 [J]. *中华疾病控制杂志*, 2022, 26(11): 1315-1320.
- [20] 郝晋瑶, 程德均, 王科程. 冠心病 PCI 术后患者上消化道出血危险因素探讨 [J]. *河北医学*, 2021, 27(5): 840-845.
- [21] Heidary Moghadam R, Mohammadi A, Salari N, et al. The prevalence of bleeding after percutaneous coronary interventions: a systematic review and meta-analysis [J]. *Indian Heart J*, 2024, 76(1): 16-21.

(收稿日期: 2024-11-03)

(本文编辑: 李昊阳)