

经皮冠状动脉介入治疗术后出血风险评估研究进展

刘娟^{1,2} 熊诗强² 蔡琳²

(1. 绵阳市安州区人民医院心内科, 四川 绵阳 621000; 2. 成都市第三人民医院心内科, 四川 成都 610031)

【摘要】 经皮冠状动脉介入治疗(PCI)是一种广泛应用的获得心肌血运重建的策略。PCI术后的抗栓治疗已成为治疗冠心病的基石,能有效防止支架内血栓形成和缺血事件的发生。然而与抗栓治疗相关的各种出血并发症也成为关注的热点。目前已有多个出血评分系统可用于预测患者在不同时期的出血风险,指导临床医生更全面地评估PCI术后出血风险,改善患者预后。现将出血风险评估模型结合其临床应用及最新研究进展做一综述,为临床实践提供参考。

【关键词】 经皮冠状动脉介入治疗;抗血小板治疗;出血风险评估

【DOI】10.16806/j.cnki.issn.1004-3934.2023.04.004

Bleeding Risk Assessment After Percutaneous Coronary Intervention

LIU Juan^{1,2}, XIONG Shiqiang², CAI Lin²

(1. Department of Cardiology, Anzhou District People's Hospital of Mianyang, Mianyang 621000, Sichuan, China; 2. Department of Cardiology, The Third People's Hospital of Chengdu, Chengdu 610031, Sichuan, China)

【Abstract】 Percutaneous coronary intervention (PCI) is a widely adopted strategy to obtain myocardial revascularization in patients. Antithrombotic therapy after PCI has become the cornerstone of drug therapy for acute coronary syndrome, which can effectively prevent stent thrombosis and ischemic events. However, various bleeding complications related to antithrombotic therapy have also become a hot spot of concern. At present, several bleeding scoring systems can be used to predict the bleeding risk of patients at different periods, guide clinicians to more comprehensively evaluate the bleeding risk after PCI, and improve the prognosis of patients. This article reviews the bleeding risk assessment model combined with its clinical application and the latest research progress, so as to provide reference for clinical practice.

【Key words】 Percutaneous coronary intervention; Antiplatelet therapy; Bleeding risk score

近年来,随着经皮冠状动脉介入治疗(percutaneous coronary intervention, PCI)技术的发展和不同类型的冠状动脉支架的出现,PCI已成为治疗冠心病的重要手段^[1]。PCI术后使用阿司匹林联合P₂Y₁₂受体拮抗剂是所有指南推荐的标准治疗方案^[2]。不同时期支架内血栓形成的风险是至关重要的问题,而实施双联抗血小板治疗(dual antiplatelet therapy, DAPT)可显著减少PCI术后的缺血事件。然而DAPT带来的出血风险也随之增加。如何选择最佳的抗栓方案成为临床研究的重点^[3]。越来越多的研究证实,PCI术后不同时期,出血发生率及对死亡的预测也不同。临床医生应在PCI术后不同阶段充分评估出血风险,识别出血高危患者,并制定个性化的抗栓策略,能进一步改善PCI术后患者的临床结局^[4]。现针对PCI术后DAPT患者常用的出血风险评估模型及进展,按照模型提出时间先后顺序进行全面地综述。

1 常用出血评分模型的应用及进展

1.1 CRUSADE 评分

CRUSADE评分最初开发并用于预测非ST段抬高心肌梗死(non-ST segment elevation myocardial infarction, NSTEMI)患者的院内出血事件^[4-5],但研究^[5]证实在急性冠脉综合征(acute coronary syndrome, ACS)高危人群中也有同样的预测价值。在Ariza-Solé等^[6]的研究中,CRUSADE评分在ST段抬高心肌梗死(ST segment elevation myocardial infarction, STEMI)患者人群中的预测能力再次得到验证。国内学者^[7-8]也相继验证了该模型在中国人群STEMI患者院内出血风险及长期院外出血风险中的预测价值。CRUSADE评分除了在PCI术后出血方面有良好的预测价值,近年来研究者也证实了其在预测院内死亡率方面的价值。Tscherny等^[9]及Castini等^[10]的研究均验证了CRUSADE评分预测院内死亡率的应用价值,这进一步拓宽了CRUSADE评分的应用范围。但在预测院内

死亡率方面, CRUSADE 评分的预测效能略低于 GRACE 评分 [曲线下面积 (area under the curve, AUC): 0.83 vs 0.91]。Yildirim 等^[11] 比较了 HAS-BLED 与 CRUSADE 评分预测接受择期冠状动脉造影术的稳定型冠状动脉疾病患者的院内出血事件的能力, 结果表明 CRUSADE 评分在该人群中的预测价值略低于 HAS-BLED 评分 (AUC: 0.520 vs 0.722)。2011 年欧洲非 ST 段抬高型急性冠脉综合征 (non-ST segment elevation acute coronary syndrome, NSTEMI-ACS) 管理指南^[12] 首次推荐 CRUSADE 评分用于评估 NSTEMI-ACS 患者院内出血风险。2020 年该指南^[13] 进一步肯定了 CRUSADE 评分系统对制定冠心病患者 PCI 术后精准抗栓策略的重要指导意义。但该评分也有局限性, 其评分模型的变量中并未包括既往出血史或易出血体质。另外该评分模型并未纳入服用华法林的患者, 故需更多研究来验证其在该类患者中的预测效能。

1.2 ACUTY-HORIZONS 评分

ACUTY-HORIZONS 出血评分^[14] 是评估 30 d 内非冠状动脉旁路移植术 (non coronary artery bypass grafting, non-CABG) 出血的风险评分, 包括 7 项独立的预测因素。该模型的预测价值先后在 Castini 等^[10] 及泰国学者^[15] 的研究中得到验证。此外, 在 Castini 等^[10] 的研究中进一步证实了 ACUTY-HORIZONS 评分有较强的院内死亡预测能力。该研究结果在中国人群中同样也得到了验证^[7]。国内学者^[7] 的研究同样肯定了该模型对 PCI 术后长期院外主要出血事件的预测价值, 进一步拓宽了 ACUTY-HORIZONS 评分的临床应用范围。此外, 该研究还证实 ACUTY-HORIZONS 评分针对非 ACS PCI 术后出血评估价值不大。这与该模型最初就是为 ACS 群体而设置有关, 另外中国 PCI 术后 DAPT 患者其他的相关出血危险因素并未包括在该评分模型中。在今后研究中, 出血评分模型能引入更多的实验室检查, 如血清炎症标志物水平、血小板功能或基因检测等, 可能会提升预测价值。在 Chen 等^[16] 的研究中, 纳入了 1 651 例中国急性心肌梗死患者, 使用 ROC 曲线评估了包括 ACUTY-HORIZONS、ACTION、CRUSADE 和 HAS-BLED 在内的四种模型对 30 d 出血事件的预测效能, ACUTY-HORIZON 表现出了最佳预测效能 (AUC 分别为 0.75、0.73、0.72 和 0.67)。该预测模型同样在 2020 年 NSTEMI-ACS 管理指南^[13] 中得到推荐。但需指出的是, 该评分模型纳入的患者均为中危和高危 ACS, 并接受了早期侵入性治疗策略。因此, 在低风险 ACS 患者和

未进行早期血管造影的患者人群中的预测价值有待验证。

1.3 PARIS 评分

PARIS 出血模型是第一个预测 PCI 患者院外 2 年内的出血风险模型^[17]。在一项国内学者^[18] 的多中心、大样本量研究中, ROC 曲线分析显示, PARIS 出血评分对以出血学术研究联合会 (Bleeding Academic Research Consortium, BARC) 定义的 3 型和 5 型或 BARC 2 型、3 型和 5 型为出血事件终点均有预测价值。对以 BARC 3 型和 5 型为出血事件终点的预测价值高于以 BARC 2 型、3 型和 5 型为出血事件终点的预测价值 (AUC: 0.672 vs 0.596), 由此得出 PARIS 出血评分对严重出血的预测价值更优。该结论在 MASCOT 研究^[19] 中也得到验证。另外, Yoshida 等^[20] 的研究纳入了服用口服抗凝药物和抗血小板药治疗的患者, 虽然根据心肌梗死溶栓试验 (thrombolysis in myocardial infarction, TIMI) 出血标准证实 PARIS 评分的远期预测价值不如 HAS-BLED 及 PRECISE-DAPT 出血评分模型。但按照 BARC 出血标准, PARIS 出血评分对 BARC 分级 ≥ 3 型的出血事件是有预测价值的。但该出血模型的研究人群为服用氯吡格雷的患者, 因此对于服用新一代的 P₂Y₁₂ 受体拮抗剂的患者是否有同等的预测价值有待进一步探究^[17]。

1.4 PRECISE-DAPT 评分

PRECISE-DAPT 评分主要用于 PCI 术后 DAPT 7 ~ 552 d 内出血评估^[21], 该评分系统包含 5 项变量因素。该模型的预测能力在 Choi 等^[22] 的研究中得到验证。近年来的研究已拓宽了该研究模型的预测领域。Asif 等^[23] 研究发现, 该评分是 PCI 术后全因死亡的预测因子, 尤其是合并心房颤动的患者。Pamukcu 等^[24] 报道了 STEMI 患者 PRECISE-DAPT 评分与新发心房颤动的关系, 这项研究首次证实了 PRECISE-DAPT 评分是 STEMI 患者新发心房颤动的最独立预测因子。在 Selçuk 等^[25] 的研究中, 首次确定了 PRECISE-DAPT 评分与接受直接 PCI 的 STEMI 患者无复流现象之间独立相关。PRECISE-DAPT 出血评分首次纳入服用替格瑞洛、普拉格雷等新型受体 P₂Y₁₂ 受体拮抗剂的患者。2020 年 NSTEMI-ACS 管理指南^[13] 及 2021 年《冠心病双联抗血小板治疗中国专家共识》^[2] 均对该出血评分模型做了推荐。但不足的是该模型仍未纳入合并口服抗凝药物治疗的患者, 对该人群的预测价值尚未验证。

1.5 CREDO-Kyoto 血栓和出血风险评分

CREDO-Kyoto 血栓和出血风险评分是 2018 年基

于日本人群研发的预测缺血与出血模型^[26],用于评估 PCI 术后 DAPT 3 年内出血风险。CREDO-Kyoto 出血评分得分越高,患者出血发生率越高。Yamashita 等^[27]及 Rozemeijer 等^[28]的研究均证实了 CREDO-Kyoto 对出院后出血事件的预测价值。此外,Rozemeijer 等^[28]研究还发现,PRECISE-DAPT 评分和 PARIS 评分对出院后出血事件的独立检测不具有弹性。相比 PRECISE-DAPT 评分和 PARIS 评分,CREDO-Kyoto 具有中等的区分能力(CREDO-Kyoto 评分、PRECISE-DAPT 评分和 PARIS 评分 C 统计量分别为 0.67、0.59 和 0.55)。未来的研究需更多地关注评分模型稳定性和严格的测试来改进风险分层。CREDO-Kyoto 预测模型是日本学者近年新提出的,目前相关报道较少,预测价值也未在中国人群及西方人群中得到进一步验证。另外预测因素中未包含既往出血史及服药史[激素或非甾体抗炎药(non-steroidal anti-inflammatory drugs,NSAIDs)],故在该类患者中的应用价值亟待探究。

1.6 ARC-HBR 出血评分

高出血风险学术研究联盟(The Academic Research Consortium for High Bleeding Risk,ARC-HBR)于 2019 年颁发全球首部定义 PCI 患者高出血风险(high bleeding risk,HBR)的专家共识^[29],ARC-HBR 出血评分最初是为了评估择期 PCI 术后患者的出血风险而建立的。然而 Fujii 等^[30]的研究验证了 ARC-HBR 出血评分对行急诊 PCI 的 STEMI 患者出血事件的预测能力,还证实了 ARC-HBR 出血评分和 PRECISE-DAPT 出血评分有同等的预测准确性。另一项前瞻性队列研究^[31],旨在评估临床表现本身[ACS 或慢性冠脉综合征(chronic coronary syndrome,CCS)]是否会影响 PCI 术后患者的出血风险。研究发现在 ACS 人群中 ARC-HBR 出血评分较低。可能是由于 ACS 相关表现并未被纳入 HBR 标准范围内。因此值得进一步探究的是,若将 ACS 表现作为次要风险标准纳入 ARC-HBR 专家共识,可能有助于提高该标准在 ACS 人群中对于出血风险的预测价值。Tsukizawa 等^[32]研究证实,ARC-HBR 对院内事件的发生同样有预测价值。在所有院内事件中,HBR 人群的院内大出血发生率(11.3% vs 3.8%)、院内死亡率(16.2% vs 4.2%)和心源性死亡率(15.2% vs 4.0%)显著高于非 HBR 组。这些研究进一步拓宽了 ARC-HBR 的临床应用范围。近期一项 SCOPE 2 试验^[33]结果证实在经导管主动脉瓣置换术(transcatheter aortic valve replacement,TAVR)的人群中,与非高出血风险人群相

比,高出血风险患者的全因死亡率更高。BARC(3、4 和 5 型)出血事件的发生率略高,但并无统计学差异。这表明 ARC-HBR 评分在 TAVR 患者中 HBR 标准应该结合临床予以适当校正,以指导临床医生为 TAVR 患者选择合理的抗血栓治疗方案。

ARC-HBR 出血评分在近年国内外指南^[2,13]中均得到推荐。一项关于 ARC-HBR 的荟萃分析^[34]也肯定了 ARC-HBR 出血评分的预测价值。但该评分也存在以下不足:首先该评分有低估大出血的趋势;其次,其所涉及的危险因素中使用二元论进行简化定义,缺乏具体的量化值。

1.7 ABO 出血评分

ABO 出血评分模型是 2021 年亚太心脏病学会(Asia Pacific Society of Cardiology,APSC)发布《2020 APSC 高危慢性冠状动脉综合征抗栓治疗共识建议》^[35]首次提出的。该模型主要是用于高危 CCS 患者 PCI 术后 DAPT 1 年内出血评估。Dong 等^[36]验证了该模型在中国人群中的预测价值,且与 PRECISE-DAPT 评分模型的预测效能相当。该模型定义主要是根据亚洲人群的随机试验制定的,其推广性仍存在争议。目前关于该预测模型的研究尚少,未来需更多的研究数据,以验证其在不同人群中的应用价值。

2 结论

综上所述,不同的出血预测模型都有其优点和限制(表 1)。需根据不同的人群和不同出血发生阶段来选择合适的评分模型。其中 CRUSADE 评分和 ACUTY-HORIZONS 主要用于院内及围手术期阶段的出血评估,PARIS、PRECISE-DAPT、CREDO-Kyoto 和 ARC-HBR 评分用于出院后 1~2 年内的出血评估。许多评分模型在其最初的用途之外,已逐渐扩展应用范围。CRUSADE、PRECISE-DAPT 及 ARC-HBR 评分已被证实是院内或院外死亡的独立预测因子。目前国内在 PCI 术后出血评估方面主要存在以下不足:临床医生对 PCI 术后出血风险评估的意识不足;缺乏一个可作为评估所有人群不同时期出血风险的全面的评分系统或标准化工具;个别评分模型无线上软件,人工计算过程略烦琐;缺乏基于中国多中心、大样本行 PCI 术的患者的出血风险预测模型。目前国内仅对 ABO、ACUTY、CRUSADE 和 PARIS 出血预测模型在小规模人群中进行验证,故上述出血风险预测模型均有待于在中国大规模、多中心的人群中进行验证。临床实践中在制定抗血小板治疗策略之前,应尽可能权衡出血与缺血风险,指导临床个体化抗栓策略,让患者最大临床获益。

表 1 PCI 术后出血风险预测模型比较

评分模型	发表年份	出血定义	适用范围	临床应用局限	危险因素	危险分层	C 统计值
CRUSADE	2009	non-CABG 相关的主要出血: 颅内或眼内出血, 需介入的穿刺部位出血, 直径 ≥ 5 cm 的血肿, 血色素降低 4 g/dL 或降低 3 g/dL 但有明确出血源, 或需输血	ACS 患者 PCI 术后 DAPT 院内出血评估	对服用抗凝药物的患者的应用价值有待进一步验证	基线红细胞压积、肌酐清除率、性别、充血性心力衰竭征象、既往血管疾病、糖尿病、收缩压和入院时心率	≤ 20 分, 极低危; 21 ~ 30 分, 低危; 31 ~ 40 分, 中危; 41 ~ 50 分, 高危; > 50 分, 极高危	0.72
ACUITY-HORIZONS	2010	non-CABG 相关的主要出血: 颅内或眼内出血, 需介入的穿刺部位出血, 直径 ≥ 5 cm 的血肿, 血色素降低 4g/dL 或降低 3 g/dL 但有明确出血源, 或需输血	ACS 患者 PCI 术后 DAPT 30 d 内出血评估	未经外部验证; 在老年人, 口服抗凝药物及低风险 ACS 人群中的预测价值有待验证	女性、高龄、血清肌酐升高、白细胞计数、贫血、ACS 类型以及使用普通肝素和血小板糖蛋白 II b/III a 受体拮抗剂	< 10 分, 低危; 10 ~ 14 分, 中危; 15 ~ 19 分, 高危; ≥ 20 分, 极高危	0.74
PARIS	2016	BARC(3 或 5 型)	PCI + DES 术后 DAPT 2 年内出血评估	对老年患者及服用抗凝药物、新型 P ₂ Y ₁₂ 受体拮抗剂抗血小板药物的患者的应用价值有待进一步验证	年龄、体重指数、目前是否吸烟、贫血、肌酐清除率和出院时是否三联抗栓治疗	0 ~ 3 分, 低危; 4 ~ 7 分, 中危; ≥ 8 分, 高危	0.72
PRECISE-DAPT	2017	TIMI 主要和次要出血	PCI 术后 DAPT 7 ~ 552 d 内出血评估	对口服抗凝药物的人群的预测价值未得到验证	年龄、肌酐清除率、血红蛋白、白细胞计数和既往自发性出血史	≤ 10 分, 极低危; 11 ~ 17 分, 低危; 18 ~ 24 分, 中危; ≥ 25 分, 高危	0.73
CREDO-Kyoto	2018	GUSTO 出血定义	PCI 术后 DAPT 3 年内出血评估(日本)	在日本地区以外的患者, 以及既往有出血史及服药史(激素或 NSAIDs 药物)的患者中运用受限	血小板减少症、严重慢性肾脏病、周围血管疾病、心力衰竭、既往心肌梗死、恶性肿瘤和心房颤动	0 分, 低危; 1 ~ 2 分, 中危; ≥ 3 分, 高危	0.66
ARC-HBR	2019	BARC(3 或 5 型)	ACS 患者择期 PCI 术后 DAPT 1 年内出血评估	缺乏具体的量化点; 该评分没有有在 HBR 患者中得到外部验证, 有低估大出血的趋势	主要标准: * 次要标准: #	HBR: 符合 1 个主要标准或 2 个次要标准; non-HBR: 不符合 HBR 的患者	0.64 ~ 0.73
ABO	2021	TIMI 主要和次要出血, GUSTO 出血定义及 PLATO 出血定义	CCS + ACS 患者 PCI 术后 DAPT 1 年内出血评估(亚洲)	可能低估 ACS 患者的出血风险; 缺乏具体的量化点	“A”指年龄 > 75 岁且有基于临床症状状预判的身体虚弱以及伴有其他风险因素, 或年龄 > 85 岁、预期寿命 < 1 年。 “B”指既往发生过的严重出血事件, 如颅内出血、反复消化道出血以及贫血。共识建议针对亚洲人群将血红蛋白 < 9 g · dL ⁻¹ 作为贫血的标准。 “O”包括肝硬化、终末期肾功能衰竭(需透析)、骨髓衰竭如严重血小板减少(血小板计数 < 50 × 10 ⁹ /L) 和近 6 个月内的卒中史。	无危险分层	0.64 ~ 0.73

注: DES: 药物涂层支架; GUSTO: 全球梗死相关动脉开通战略; PLATO: 血小板抑制和患者预后。* 表示主要标准: (1) 口服抗凝药物的应用; (2) 重度或终末期慢性肾脏病[估算的肾小球滤过率 < 30 mL/(min · 1.73 m²)]; (3) 中度或重度贫血(血红蛋白 < 110 g/L); (4) 既往 6 个月内(或反复发作的任何时间)自发性出血需住院或输血; (5) 中度或重度血小板减少症(血小板计数 < 100 × 10⁹/L); (6) 慢性出血体质; (7) 肝硬化门静脉高压症; (8) 既往 12 个月内活动性恶性肿瘤; (9) 既往任何时间的自发性颅内出血; (10) 既往 12 个月创伤性颅内出血; (11) 已知脑动静脉畸形; (12) 既往 6 个月内中度或重度卒中; (13) 既往 30 d 内的大手术或创伤; (14) DAPT 期间不可延期的大手术患者。# 表示次要标准: (1) 年龄 ≥ 75 岁; (2) 中度慢性肾脏病[估算的肾小球滤过率: 30 ~ 59 mL/(min · 1.73 m²)]; (3) 轻度贫血(男性血红蛋白 110 ~ 129 g/L, 女性血红蛋白 110 ~ 119 g/L); (4) PCI 术前 6 ~ 12 个月自发性出血需住院治疗/或输血史; (5) PCI 术前长期使用 NSAIDs 或类固醇; (6) 缺血性卒中超过 6 个月。

参 考 文 献

- [1] Neumann FJ, Sousa-Uva M, Ahlsson A, et al. 2018 ESC/EACTS Guidelines on myocardial revascularization[J]. *EuroIntervention*, 2019, 14(14):1435-1534.
- [2] 中华医学会心血管病学分会动脉粥样硬化与冠心病学组, 中华医学会心血管病学分会介入心脏病学组, 中国医师协会心血管内科医师分会血栓防治专业委员会, 等. 冠心病双联抗血小板治疗中国专家共识[J]. *中华心血管病杂志*, 2021, 49(5):432-454.
- [3] Cao D, Chandiramani R, Chiarito M, et al. Evolution of antithrombotic therapy in patients undergoing percutaneous coronary intervention: a 40-year journey [J]. *Eur Heart J*, 2021, 42(4):339-351.
- [4] Brinza C, Burlacu A, Tinica G, et al. A systematic review on bleeding risk scores' accuracy after percutaneous coronary interventions in acute and elective settings[J]. *Healthcare (Basel)*, 2021, 9(2):148.
- [5] Subherwal S, Bach RG, Chen AY, 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.
- [6] Ariza-Solé A, Sánchez-Elvira G, Sánchez-Salado JC, et al. CRUSADE bleeding risk score validation for ST-segment-elevation myocardial infarction undergoing primary percutaneous coronary intervention [J]. *Thromb Res*, 2013, 132(6):652-658.
- [7] Zhao XY, Li JX, Tang XF, et al. Evaluation of CRUSADE and ACUTY-HORIZONS scores for predicting long-term out-of-hospital bleeding after percutaneous coronary interventions[J]. *Chin Med J (Engl)*, 2018, 131(3):262-267.
- [8] Liu R, Zheng W, Zhao G, et al. Predictive validity of CRUSADE, ACTION and ACUTY-HORIZONS bleeding risk scores in Chinese patients with ST-segment elevation myocardial infarction[J]. *Circ J*, 2018, 82(3):791-797.
- [9] Tscherny K, Kienbacher C, Fuhrmann V, et al. Risk stratification in acute coronary syndrome: evaluation of the GRACE and CRUSADE scores in the setting of a tertiary care centre[J]. *Int J Clin Pract*, 2020, 74(2):e13444.
- [10] Castini D, Centola M, Ferrante G, et al. Comparison of CRUSADE and ACUTY-HORIZONS bleeding risk scores in patients with acute coronary syndromes[J]. *Heart Lung Circ*, 2019, 28(4):567-574.
- [11] Yildirim E, Uku O, Bilen MN, et al. Performance of HAS-BLED and CRUSADE risk scores for the prediction of haemorrhagic events in patients with stable coronary artery disease[J]. *Cardiovasc J Afr*, 2019, 30(4):198-202.
- [12] Hamm CW, Bassand JP, Agewall S, et al. ESC Guidelines for the management of acute coronary syndromes in patients presenting without persistent ST-segment elevation; the Task Force for the management of acute coronary syndromes (ACS) in patients presenting without persistent ST-segment elevation of the European Society of Cardiology (ESC) [J]. *Eur Heart J*, 2011, 32(23):2999-3054.
- [13] Collet JP, Thiele H, Barbato E, et al. 2020 ESC Guidelines for the management of acute coronary syndromes in patients presenting without persistent ST-segment elevation[J]. *Eur Heart J*, 2021, 42(14):1289-1367.
- [14] Mehran R, Pocock SJ, Stone GW, et al. Associations of major bleeding and myocardial infarction with the incidence and timing of mortality in patients presenting with non-ST-elevation acute coronary syndromes; a risk model from the ACUTY trial[J]. *Eur Heart J*, 2009, 30(12):1457-1466.
- [15] Roongsangmanoon W, Chichareon P, Angkananard T, et al. External validation of ACUTY/HORIZON bleeding risk score among acute coronary syndrome patients in Thai PCI Registry[J]. *Thromb Haemost*, 2023, 123(2):255-266.
- [16] Chen TY, Chung WJ, Lee CH, et al. Evaluation of bleeding risk in patients with acute myocardial infarction undergoing transradial percutaneous coronary intervention[J]. *Int Heart J*, 2019, 60(3):577-585.
- [17] 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.
- [18] 赵雪燕, 杨进刚, 范肖雪, 等. PARIS 出血评分对急性心肌梗死药物支架术后患者院内出血的预测价值——中国急性心肌梗死注册研究[J]. *中国循环杂志*, 2018, 33(2):110-116.
- [19] Chandrasekhar J, Baber U, Sartori S, et al. 1-Year COMBO stent outcomes stratified by the PARIS bleeding prediction score; from the MASCOT registry [J]. *Int J Cardiol Heart Vasc*, 2020, 31:100605.
- [20] Yoshida R, Ishii H, Morishima I, et al. Performance of HAS-BLED, ORBIT, PRECISE-DAPT, and PARIS risk score for predicting long-term bleeding events in patients taking an oral anticoagulant undergoing percutaneous coronary intervention[J]. *J Cardiol*, 2019, 73(6):479-487.
- [21] 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.
- [22] Choi KH, Song YB, Lee JM, et al. Clinical usefulness of PRECISE-DAPT score for predicting bleeding events in patients with acute coronary syndrome undergoing percutaneous coronary intervention; an analysis from the SMART-DATE randomized trial[J]. *Circ Cardiovasc Interv*, 2020, 13(5):e008530.
- [23] Asif A, Sezer A, Thoma F, et al. Relationship between predicting bleeding complication in patients undergoing stent implantation and subsequent dual antiplatelet therapy (PRECISE-DAPT) score and mortality among patients with atrial fibrillation undergoing percutaneous coronary intervention [J]. *Catheter Cardiovasc Interv*, 2021, 98(5):838-845.
- [24] Pamukcu HE, Tamk VO, Şimşek B, et al. The association between the PRECISE-DAPT score and new-onset atrial fibrillation in patients with ST-elevation myocardial infarction[J]. *J Tehran Heart Cent*, 2021, 16(1):20-25.
- [25] Selçuk M, Çınar T, Şaylısk F, et al. The association of a PRECISE-DAPT score with no-reflow in patients with ST-segment elevation myocardial infarction [J]. *Angiology*, 2022, 73(1):68-72.
- [26] Natsuaki M, Morimoto T, Yamaji K, et al. Prediction of thrombotic and bleeding events after percutaneous coronary intervention: CREDO-Kyoto thrombotic and bleeding risk scores[J]. *J Am Heart Assoc*, 2018, 7(11):e008708.
- [27] Yamashita D, Saito Y, Sato T, et al. Impact of PARIS and CREDO-Kyoto thrombotic and bleeding risk scores on clinical outcomes in patients with acute myocardial infarction[J]. *Circ J*, 2022, 86(4):622-629.
- [28] Rozemeijer R, van Bezouwen WP, van Hemert ND, et al. Direct comparison of predictive performance of PRECISE-DAPT versus PARIS versus CREDO-Kyoto: a subanalysis of the ReCre8 trial[J]. *Neth Heart J*, 2021, 29(4):201-214.
- [29] Urban P, Mehran R, Collieran R, et al. Defining high bleeding risk in patients undergoing percutaneous coronary intervention: a consensus document from the Academic Research Consortium for High Bleeding Risk [J]. *Eur Heart J*, 2019, 40(31):2632-2653.
- [30] Fujii T, Ikari Y. Predictive ability of academic research consortium for high bleeding risk criteria in ST-elevation myocardial infarction patients undergoing primary coronary intervention[J]. *Circ J*, 2021, 85(2):159-165.
- [31] Gagnano F, Spirito A, Corpataux N, et al. Impact of clinical presentation on bleeding risk after percutaneous coronary intervention and implications for the ARC-HBR definition[J]. *EuroIntervention*, 2021, 17(11):e898-e909.

- [18] Choi JH, Kim EK, Kim SM, et al. Noninvasive evaluation of coronary collateral arterial flow by coronary computed tomographic angiography[J]. *Circ Cardiovasc Imaging*, 2014, 7(3):482-490.
- [19] Li M, Zhang J, Pan J, et al. Obstructive coronary artery disease: reverse attenuation gradient sign at CT indicates distal retrograde flow—A useful sign for differentiating chronic total occlusion from subtotal occlusion[J]. *Radiology*, 2013, 266(3):766-772.
- [20] 杨雪瑶, 栗佳男, 韩焯, 等. 应用心脏磁共振成像评估冠状动脉慢性完全闭塞病变供血心肌活性研究[J]. *中国介入心脏病学杂志*, 2019, 27(1):28-34.
- [21] Parikh K, Choy-Shan A, Ghesani M, et al. Multimodality imaging of myocardial viability[J]. *Curr Cardiol Rep*, 2021, 23(1):5.
- [22] Li JN, He Y, Dong W, et al. Comparison of cardiac MRI with PET for assessment of myocardial viability in patients with coronary chronic total occlusion[J]. *Clin Radiol*, 2019, 74(5):410-411.
- [23] Baks T, van Geuns RJ, Duncker DJ, et al. Prediction of left ventricular function after drug-eluting stent implantation for chronic total coronary occlusions[J]. *J Am Coll Cardiol*, 2006, 47(4):721-725.
- [24] Kirschbaum SW, Baks T, van den Ent M, et al. Evaluation of left ventricular function three years after percutaneous recanalization of chronic total coronary occlusions[J]. *Am J Cardiol*, 2008, 101(2):179-185.
- [25] Chen Y, Zheng X, Jin H, et al. Role of myocardial extracellular volume fraction measured with magnetic resonance imaging in the prediction of left ventricular functional outcome after revascularization of chronic total occlusion of coronary arteries[J]. *Korean J Radiol*, 2019, 20(1):83-93.
- [26] Zhang C, Li X, Mou A, et al. Assessment of late gadolinium enhancement-negative chronic total occlusion by longitudinal strain analysis using cardiac magnetic resonance imaging[J]. *Acta Radiol*, 2022, 63(12):1634-1642.
- [27] 张丽君, 田晋帆, 杨雪瑶, 等. 心脏磁共振评估冠状动脉慢性完全闭塞性病变患者左心室心肌应变的临床价值[J]. *中华心血管病杂志*, 2021, 49(6):601-609.
- [28] Li L, Wang F, Xu T, et al. The detection of viable myocardium by low-dose dobutamine stress speckle tracking echocardiography in patients with old myocardial infarction[J]. *J Clin Ultrasound*, 2016, 44(9):545-554.
- [29] Liu K, Wang Y, Hao Q, et al. Evaluation of myocardial viability in patients with acute myocardial infarction: layer-specific analysis of 2-dimensional speckle tracking echocardiography[J]. *Medicine (Baltimore)*, 2019, 98(3):e13959.
- [30] Wang P, Liu Y, Ren L. Evaluation of left ventricular function after percutaneous recanalization of chronic coronary occlusions: the role of two-dimensional speckle tracking echocardiography[J]. *Herz*, 2019, 44(2):170-174.
- [31] Nakachi T, Kato S, Saito N, et al. Non-invasive evaluation of patients undergoing percutaneous coronary intervention for chronic total occlusion[J]. *J Clin Med*, 2021, 10(20):4712.
- [32] Allahwala UK, Brilakis ES, Kiat H, et al. The indications and utility of adjunctive imaging modalities for chronic total occlusion (CTO) intervention[J]. *J Nucl Cardiol*, 2021, 28(6):2597-2608.
- [33] D'Egidio G, Nichol G, Williams KA, et al. Increasing benefit from revascularization is associated with increasing amounts of myocardial hibernation: a substudy of the PARR-2 trial[J]. *JACC Cardiovasc Imaging*, 2009, 2(9):1060-1068.
- [34] 翟光耀, 王建龙, 刘宇扬, 等. (18)F-FDG PET/CT 心肌代谢显像和侧支循环形成对于冠状动脉慢性闭塞性病变心功能预后价值的比较分析[J]. *中华医学杂志*, 2018, 98(17):1342-1346.
- [35] Dong W, Li J, Mi H, et al. Relationship between collateral circulation and myocardial viability of ¹⁸F-FDG PET/CT subtended by chronic total occluded coronary arteries[J]. *Ann Nucl Med*, 2018, 32(3):197-205.
- [36] 马兴鸿, 汪蕾, 方纬. 核素心肌显像在冠状动脉慢性完全闭塞临床诊疗中的应用价值[J]. *心血管病学进展*, 2022, 43(4):313-317.

收稿日期:2022-07-07

(上接第 307 页)

- [32] Tsukizawa T, Fujihara M. Relationship between in-hospital event rates and high bleeding risk score in patients undergoing primary percutaneous coronary intervention for acute myocardial infarction[J]. *Cardiovasc Interv Ther*, 2022, 37(3):490-496.
- [33] Garot P, Neylon A, Morice MC, et al. Bleeding risk differences after TAVR according to the ARC-HBR criteria: insights from SCOPE 2 [J]. *EuroIntervention*, 2022, 18(6):503-513.
- [34] Montalto C, Munafo AR, Arzuffi L, et al. Validation of the ARC-HBR criteria in 68,874 patients undergoing PCI: a systematic review and meta-analysis [J]. *Hellenic J Cardiol*, 2022, 66:59-66.
- [35] Tan JWC, Chew DP, Brieger D, et al. 2020 Asian Pacific Society of Cardiology Consensus Recommendations on antithrombotic management for high-risk chronic coronary syndrome[J]. *Eur Cardiol*, 2021, 16:e26.
- [36] Dong L, Lu C, Wensen C, et al. Performance of PRECISE-DAPT and age-bleeding-organ dysfunction score for predicting bleeding complication during dual antiplatelet therapy in Chinese elderly patients[J]. *Front Cardiovasc Med*, 2022, 9:910805.

收稿日期:2022-10-31