

HEART评分系统在急性冠脉综合征患者中的应用进展

赵洪围^{1,2}, 唐彩云³, 段应龙^{2,4}, 王莎^{2,4}, 赵丽群⁵, 郭美英^{2,4}

(1. 中南大学湘雅三医院老年医学科, 长沙 410013; 2. 中南大学湘雅三医院护理部, 长沙 410013;
3. 长沙市口腔医院牙体牙髓科, 长沙 410004; 4. 中南大学湘雅三医院急诊科, 长沙 410013;
5. 湖南省健康管理学会医院服务效能管理专业委员会, 长沙 410007)

[摘要] 急性冠脉综合征(acute coronary syndromes, ACS)是临床最危重的心血管急症之一, 对患者进行快速识别、精准危险分层与早期干预是改善其预后的核心环节。HEART评分系统由病史(history, H)、心电图(electrocardiogram, E)、年龄(age, A)、危险因素(risk factor, R)、肌钙蛋白(troponin, T)5项核心指标构成, 是急诊胸痛患者风险评估与分层管理的重要工具, 具备操作简便、评估高效、循证依据充分等特点, 已被多国胸痛诊疗指南推荐使用。系统综述HEART评分系统在ACS患者中的应用进展, 详细阐述其评分构成、分级标准与急诊应用流程, 重点梳理该评分在ACS早期诊断、危险分层、治疗决策与预后评估中的临床价值, 并对比分析HEART评分与其他常用评分的适用场景与效能差异, 同时指出该评分在动态监测、主观偏倚、特殊人群适用性及本土化应用中存在的局限, 进一步对其动态化、智能化、本土化改良方向进行展望, 有望为国内急诊与心血管领域更科学、规范、高效地应用HEART评分系统提供参考, 助力实现ACS患者的早期筛查、精准分流与优化救治。

[关键词] HEART评分; 急性冠脉综合征; 急诊; 风险评估工具; 胸痛患者

Advances in the application of the HEART score in patients with acute coronary syndromes

ZHAO Hongyu^{1,2}, TANG Caiyun³, DUAN Yinglong^{2,4}, WANG Sha^{2,4}, ZHAO Liqun⁵, GUO Meiyi^{2,4}

(1. Geriatrics Department, Third Xiangya Hospital, Central South University, Changsha 410013; 2. Nursing Department, Third Xiangya Hospital, Central South University, Changsha 410013; 3. Department of Endodontics, Changsha Stomatological Hospital, Changsha 410004; 4. Emergency Department, Third Xiangya Hospital, Central South University, Changsha 410013; 5. Specialized Committee on Hospital Service Efficiency Management, Hunan Provincial Health Management Association, Changsha 410007, China)

ABSTRACT

Acute coronary syndromes (ACS) are among the most critical cardiovascular emergencies in clinical practice. Rapid identification, accurate risk stratification, and early intervention are essential for improving patient outcomes. The HEART score, which consists of 5 core components, History (H), Electrocardiogram (E), Age (A), Risk factors (R), and Troponin

收稿日期(Date of reception): 2025-04-22

第一作者(First author): 赵洪围, Email: zhaohongyu@csu.edu.cn, ORCID: 0000-0002-0286-2849

通信作者(Corresponding author): 郭美英, 主任护师, Email: 364882560@qq.com, ORCID: 0009-0005-7118-1384

基金项目(Foundation item): 长沙市自然科学基金(kq2403049)。This work was supported by the Natural Science Foundation of Changsha, China (kq2403049).

开放获取(Open access): 本文遵循知识共享许可协议, 允许第三方用户按照署名-非商业性使用-禁止演绎4.0(CC BY-NC-ND 4.0)的方式, 在任何媒介以任何形式复制、传播本作品(<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>)。

(T), is an important tool for risk assessment and stratified management of patients presenting to the emergency department with chest pain. Owing to its simplicity, efficiency, and strong evidence base, the HEART score has been recommended by chest pain management guidelines in multiple countries. This review systematically summarizes the advances in the application of the HEART score in patients with ACS. The composition of the score, grading criteria, and emergency department workflow are described in detail. Particular emphasis is placed on its clinical value in the early diagnosis, risk stratification, therapeutic decision-making, and prognostic assessment of ACS. In addition, the applicability and performance of the HEART score are compared with those of other commonly used risk assessment tools. The limitations of the HEART score, including limited capability for dynamic monitoring, susceptibility to subjective bias, applicability in special populations, and challenges in localized implementation, are also discussed. Furthermore, future directions for dynamic, intelligent, and localized modifications of the HEART score are proposed. This review may provide a reference for the more scientific, standardized, and efficient application of the HEART score in emergency and cardiovascular medicine in China, thereby facilitating early screening, precise triage, and optimized management of patients with ACS.

KEY WORDS

HEART score; acute coronary syndromes; emergency department; risk assessment tool; chest pain patients

急性冠脉综合征(acute coronary syndromes, ACS)是一组由冠状动脉粥样硬化斑块破裂或侵袭继发形成新的血栓从而引发的一系列临床综合征^[1-2], 是缺血性心脏病最危急、最致命的一种形式, 严重威胁人类生存与健康^[3-4]。胸痛往往是ACS的首发症状, 急诊作为鉴别该人群的第一窗口, 需要快速准确识别ACS, 以加速该人群的早期治疗^[5-6]。ACS的早期识别与精准分层救治是临床实践中的关键难题, 国际心血管领域已研发出具有循证医学证据的胸痛风险评估工具——HEART评分系统^[7]。HEART评分包括病史(history, H)、心电图(electrocardiogram, E)、年龄(age, A)、危险因素(risk factor, R)、肌钙蛋白(troponin, T)5项指标, 构建了简明高效的评估框架, 其操作简便且耗时短, 已被纳入胸痛指南并被收录在临床决策系统中^[8-10]。中国已有部分单中心研究^[11-12]对HEART评分进行了应用探索, 但尚未完成多中心、大样本的本土化验证, 也未正式纳入国家级胸痛救治指南。HEART评分虽在国际上广泛应用, 但其在中国人群的适用性、特殊人群调整策略及本土化路径尚未系统评估。因此, 本文通过整合国内外证据, 旨在为临床实践更科学、高效地应用HEART评分系统提供实用参考, 助力ACS患者的早期识别、精准分层和优化管理, 最终提升诊疗质量与患者预后。

1 HEART评分系统的构成

HEART评分系统是针对急诊胸痛患者开发的ACS风险预测工具。该系统通过对患者H、E、A、R及T情况分别赋予0~2分, 患者的总评分范围为0~10, 具体评分标准见表1。HEART评分系统是一种强大、简便且非常实用的工具, 能够将患者分为低危、中危和高危组: 评分为0~3的患者为低危组, 可以离院观察; 评分为4~6的患者为中危组, 需要进一步留院检查; 而评分在7及以上的患者为高危组, 需要紧急干预^[13]。

2 HEART评分系统在ACS患者中的应用现状

2.1 在诊断中的应用

在早期诊断中, HEART评分系统能够帮助医师快速判断患者存在ACS的可能性, HEART评分系统的急诊应用流程见图1。多项研究^[14-15]表明, 对于有胸痛症状的患者, HEART评分较高者患ACS的概率明显增加, HEART评分能够为医师进一步的检查和诊断提供方向。例如, Six等^[14]分析了122例因胸痛

转诊至急诊室的患者的临床数据,发现HEART评分在预测ACS诊断方面具有较高的敏感度和特异度,能够有效筛选出可能患有ACS的患者。Ke等^[15]纳入18项研究($n=36\,752$)进行荟萃分析发现,HEART评分预测主要不良心血管事件(major adverse cardiovascular

events, MACE)的曲线下面积(area under the curve, AUC)为0.89,其低风险组的漏诊率低于1%,安全性高。该研究认为,HEART评分在预测ACS诊断上优于传统评分,推荐将其作为急诊胸痛评估的首选工具。

表1 HEART评分系统

Table 1 HEART score system

项目	条目	得分	说明
H	不怀疑或轻度怀疑	0	患者无胸痛
	中度怀疑	1	
	高度怀疑	2	
E	正常	0	无ST段显著改变,但有LBBB、LVH、复极异常
	非特异性复极化异常	1	
	显著ST段压低	2	
A	<45岁	0	排除LBBB、LVH或复极异常等非特异性因素
	45~64岁	1	
	≥65岁	2	
R	无明确R	0	1)R包括:高血压、高脂血症、糖尿病、肥胖($BMI>30\text{ kg/m}^2$)、吸烟史(当前或戒烟时间≤3个月)、家族史(父母或兄弟姐妹在65岁之前患有CVD)
	1个或2个R	1	
	3个及以上R	2	
T	≤正常上限	0	若存在明确动脉粥样硬化疾病史(既往MI、PCI/CABG、CVA/TIA或外周动脉血管疾病)直接计2分
	正常上限的1~3倍	1	
	>3倍的正常上限	2	

H: 病史; E: 心电图; A: 年龄; R: 危险因素; T: 肌钙蛋白; BMI: 体重指数; CVD: 心血管疾病; MI: 心肌梗死; PCI: 经皮冠状动脉介入治疗; CABG: 冠状动脉旁路移植术; CVA: 心血管意外; TIA: 短暂性脑缺血发作; LBBB: 左束支传导阻滞; LVH: 左室肥厚。

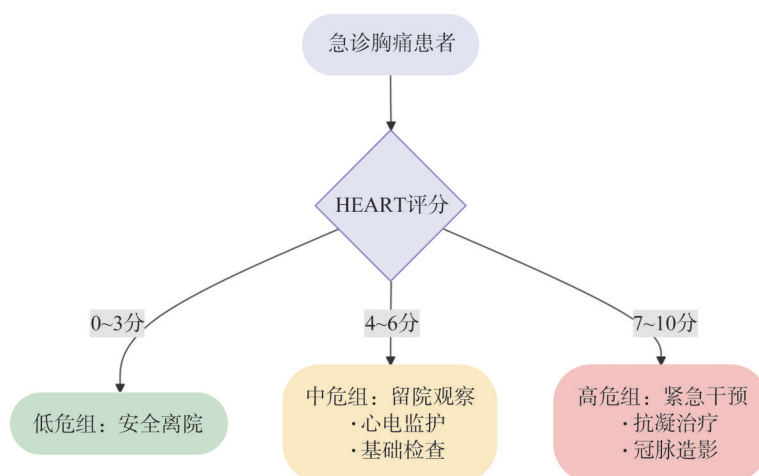


图1 HEART评分急诊应用流程图

Figure 1 HEART score emergency application flow chart

H: History; E: Electrocardiogram; A: Age; R: Risk factors; T: Troponin.

2.2 在治疗中的应用

准确的危险分层对于ACS患者的治疗策略选择至关重要。HEART评分系统将患者分为低危、中危和高危3个层次,其中低危患者可考虑保守治疗或缩短住院观察时间,中危患者需要进一步评估和监测,高危患者则应尽快采取介入治疗等积极措施^[16-17]。有研究^[18]对比了HEART评分与其他传统危险分层工具,发现HEART评分在区分不同风险患者方面具有良好的效能,能够更精准地指导临床治疗决策。Backus等^[19]在一项前瞻性观察性研究中纳入了2 440例急诊胸痛患者,根据HEART评分将其分为低风险组(0~3分)、中风险组(4~6分)和高风险组(7~10分),结果发现低风险组患者30 d MACE的发生率仅为1.7%,中风险组为16.6%,高风险组高达50.1%。该研究认为HEART评分能有效分层ACS患者的风险,低风险患者可安全出院,减少不必要的住院和检查。随着HEART评分应用的普及,部分学者开始对其进行优化和改进。Yore等^[20]在南加州的16家医院进行一项多中心队列研究,旨在比较采用常规T与高敏心肌肌钙蛋白(high-sensitivity cardiac troponin, hs-cTn)结合HEART评分应用于急诊胸痛就诊人群的临床结局的差异。该研究纳入了17 384例因胸痛就诊并根据常规T或hs-cTn进行风险分层的成年患者,最终结果显示:hs-cTn组在30 d内检测到急性心肌梗死(acute myocardial infarction, AMI)的比例更高(5.8% vs 4.4%, $P<0.001$);在急诊阶段,hs-cTn组诊断为AMI的比例也较高(4.6% vs 2.0%, $P<0.001$);对于在急诊时未被诊断为AMI的患者,hs-cTn组在随后30 d内的额外诊断率为1.2%,而常规T组为2.4%($P<0.001$)。该研究认为,采用hs-cTn结合HEART评分可能提高AMI的检出率,并减少急诊科胸痛患者非必要的医疗资源消耗。Ljung等^[21]开展的前瞻性研究纳入了6个急救中心的1 233例急诊胸痛患者,系统性分析了HEART评分与胸痛1 h后hs-cTnI、肿瘤坏死因子- α 联合检测结果,发现HEART评分与1 h后hs-cTnI联合检测可显著提高急诊医师对胸痛患者的风险分层能力,从而有效降低胸痛相关患者的住院率及治疗成本,同时该方法的不良事件发生率极低。

2.3 在预后中的应用

HEART评分与ACS患者的预后密切相关。评分越高,患者发生不良心血管事件(如心肌梗死、心力衰竭、心源性死亡等)的风险越高^[22]。为评价HEART

评分在预测胸痛患者MACE的预后中的准确性,Fernando^[23]在一项荟萃分析中纳入了使用HEART评分预测因胸痛就诊的成年患者短期(30 d至6周)MACE发生率的研究,最终纳入了30项研究($n=44\,202$),评估了HEART评分在预测病死率和心肌梗死预后中的准确性;结果显示HEART评分 ≥ 4 预测MACE的敏感度为95.9%(95% CI 93.3%~97.5%),特异度为44.6%(95% CI 38.8%~50.5%);高危HEART评分(≥ 7)预测MACE的敏感度为39.5%(95% CI 31.6%~48.1%),特异度为95.0%(95% CI 92.6%~96.6%);HEART评分 ≥ 4 预测患者病死率的敏感度为95.0%(95% CI 87.2%~98.2%),预测心肌梗死的敏感度为97.5%(95% CI 93.7%~99.0%)。总体来看,HEART评分在预测胸痛患者的MACE(尤其是病死率和心肌梗死)方面表现优异,可作为此类患者风险分层的主要工具。Laureano-Phillips等^[24]在2019年进行了一项系统评价和荟萃分析研究,旨在评估HEART评分在预测胸痛患者MACE中的准确性,共纳入25项研究25 266例胸痛患者,结果显示39.3%的患者HEART评分(0~3)为低危,低危人群短期(30 d~6周)的MACE发生率仅为2.1%,远低于非低危人群的21.9%;该评分对低危人群MACE预测具有较高的敏感度、阴性预测值和阴性似然比,但相关研究的偏倚风险和统计学异质性较高。

3 HEART评分系统与国内常用评分系统的对比

HEART评分系统是一种广泛应用于急诊胸痛患者风险评估的工具,尤其适用于ACS早期分层管理^[25-26]。与国内常用的全球急性冠状动脉事件注册研究(global registry of acute coronary events, GRACE)^[27]、心肌梗死溶栓治疗(thrombolysis in myocardial infarction, TIMI)^[28]系统相比,HEART评分在适用场景、评估指标和操作便捷性上存在显著差异^[29-31]。HEART评分系统操作简单,敏感度高,但对高危患者识别不足,特别适用于急诊胸痛患者的ACS筛查^[32-33]。GRACE评分系统具备全面性和国际认可度的优势,但其计算复杂度较高且对实验室数据依赖较强,简便性不足,适用于确诊ACS患者的危险分层^[34-35]。TIMI评分系统分类标准明确,但对非典型症状患者的敏感度较低,有漏诊的风险^[36]。3者对比分析见表2。

表2 HEART评分系统与国内常用评分系统对比分析
Table 2 Comparison and analysis of the HEART scoring system and commonly used scoring systems in China

评分系统	适用人群	主要评估指标	评分方法	预测时间窗	参考文献
HEART	急诊胸痛患者 (ACS筛查)	H、E、A、R、T	0~10分(5项各 0~2分)	30 d风险	[25-26]
GRACE	ACS患者(危险 分层)	A、心率、收缩压、肌酐、Killip分级、ST段 变化、心脏骤停、心肌酶	复杂公式计算 (0~258分)	住院及6个月	[27]
TIMI	UA、NSTEMI 或STEMI患者	A、R、冠脉狭窄、ST段偏移情况、24 h内 胸痛情况、心肌标志物等	0~7分(不同版本有 差异)	14 d风险	[28]

GRACE: 全球急性冠状动脉事件注册研究; TIMI: 心肌梗死溶栓治疗; UA: 不稳定型心绞痛; NSTEMI: 非ST段抬高型心肌梗死; STEMI: ST段抬高型心肌梗死。

4 HEART评分系统的改良

4.1 CARE规则评分

当HEART评分的前4项的总和 ≤ 1 分时, 最终得分(考虑T)将 ≤ 3 , 无论T的检测结果如何, 患者将被视为低风险。由此 Moumneh 等^[37]提出了不包含HEART评分中的“T”项目构成的“CARE”规则评分, CARE规则 ≤ 1 分被视为阴性, 并通过一项前瞻性观察性研究^[38]发现在预测胸痛患者6周随访的MACE事件上, CARE与HEART的效能无显著差异, CARE规则 ≤ 1 分可以安全地排除1/3患者的MACE, 而根据T检测结果可排除另外1/3患者的MACE。因此可以将CARE规则与HEART评分相结合, 在无法及时获得T的结果时, 首先利用CARE规则快速地将HEART评分 ≤ 3 分中的部分低危患者筛选出来, 从而可能节省时间和资源。

4.2 HEARTS3评分

Fesmire 等^[39]为了提高HEART评分效能, 在HEART评分基础上加入性别、连续E和2 h后再测定T, 并对每一个指标设置了相应的权重, 形成了HEARTS3评分, 并发现在预测心肌梗死和30 d ACS时, HEARTS3评分的AUC优于HEART评分。H、E和T是预测ACS存在与否最可靠的指标^[40-41]。在HEART评分中引入连续E和2 h后再测定T, 对有ACS病史、缺血性E和异常T的患者具有更好的预测价值, 在排除心肌梗死之前, 可在进一步等待检查结果的同时, 对患者进行更密切的监测, 以确保不会错过潜在的心脏事件。通过这种方式, 医师可以在保证患者安全的前提下, 优化诊断流程, 避免不必要的延迟。

4.3 HEART评分联合D-二聚体及hs-cTnT

在临床应用中, HEART评分易受检查人员主观因素影响, 为提高预测准确度, 可结合其他实验室指标使用。D-二聚体和hs-cTnT水平能够反映心肌组织损伤程度, 对心肌损伤预后评估具有重要价值^[42]。作为常用的高敏感度和高特异度心肌损伤标志物, hs-cTnT是诊断非ST段抬高心肌梗死的首选指标^[43]。一项描述性研究^[44]结果显示, 在HEART评分中引入患者入院时的hs-cTnT水平及其在2~3 h后的复检结果, 可以显著提高评分的敏感度和特异度, 为急性胸痛患者的病情评估及不良心血管事件的预测提供更高的参考价值。研究^[45]指出动脉粥样硬化是不良心血管事件的重要病理基础, 而凝血功能障碍在动脉粥样硬化斑块的形成与激活中起关键作用。D-二聚体作为纤维蛋白的降解产物, 能够有效反映机体凝血功能状态^[46-47]。在血栓形成过程中, 纤维蛋白单体通过一系列反应转变为网状结构, 从而增强其稳定性并形成血栓。血液中D-二聚体水平升高提示高凝状态和继发性纤溶亢进, 增加血栓风险, 易导致冠状动脉栓塞^[48]。李巍巍等^[49]选取了郑州大学第二附属医院收治的86例急诊胸痛患者进行了一项回顾性病例对照研究, 发现HEART评分、hs-cTnT和D-二聚体三者联合应用能够有效提高对胸痛患者早期诊断的准确性和发病30 d内不良心血管事件发生的预测效能, 可为患者预后评估提供依据。曾海燕^[50]在中国一所社区卫生服务中心进行了一项对照实验发现, 在47例急诊胸痛患者进行抢救过程中运用改良HEART评分(联合D-二聚体)的分层护理, 可以提升对急诊胸痛患者的救治效率。

表3 改良方案对比总结表

Table 3 Summary comparison of improved plans

改良方案	核心优化点	适用场景	验证效果 (AUC)	操作复杂度	参考文献
CARE规则	去除T, 简化为4项	T结果延迟时	0.85	低	[37-38]
HEARTS3评分	增加性别、连续E和2 h后再测定T	需动态监测的中危患者	0.91	中	[39-41]
HEART评分联合超敏肌钙蛋白与D-二聚体	强化生物标志物	非典型症状患者	0.89	中	[42-50]

AUC: 曲线下面积。

5 HEART评分系统在应用中的局限性

5.1 动态变化敏感度不足

ACS患者的临床表现具有显著的动态变化特征,尤其在意识状态、疼痛程度、营养状况及体征变化等方面。然而,HEART评分系统对这些动态变化的敏感度较低,可能无法及时捕捉病情演变,进而影响评分的准确性和临床决策的及时性。为此,未来研究可探索开发动态HEART评分模型,通过整合连续T监测数据或结合可穿戴设备实时采集生理参数(如心率、血压、活动水平等),建立动态风险分层机制,以提高评分系统对病情变化的响应能力。

5.2 主观评价项目的局限性

HEART评分的5个维度中,H和E的判读具有较强的主观性。H中的胸痛描述通常依赖患者的主观回忆,可能因记忆偏差或表达能力差异导致信息失真^[50]。此外,Parenti等^[51]对意大利3家医院急诊科进行调查发现,不同医疗机构或急诊医师对E非特异性复极化异常的判读一致性Kappa值为0.42(中等一致),导致患者评分偏差,影响结果的可靠性。针对这一问题,建议设计结构化问诊模板,明确胸痛特征的关键要素(如部位、性质、诱因、缓解因素等),减少主观偏差,并通过人工智能辅助诊断工具或远程专家会诊系统,辅助基层医疗机构提高对E解读的准确性,也可以引入客观替代指标,如结合心肌损伤标志物动态变化趋势,弥补主观评价项目的不足。

5.3 特殊人群适用性挑战

HEART评分在某些特殊人群中的适用性受限。例如,肾功能不全患者由于T清除率下降,其血清T水平可能异常升高,导致假阳性风险增加^[52]。Mehilli等^[53]指出,患有ACS的女性的症状出现较晚且不典型,低风险HEART评分比例更高,不同评分下的诊断情况和MACE风险与男性存在差异,影响HEART

评分的准确性。Jankauskas等^[54]在探讨糖尿病患者心力衰竭风险升高机制的研究中指出,糖尿病患者的胸痛症状易被自主神经病变掩盖,可能会影响HEART评分准确性。因此,建议在T受干扰的特殊人群中,补充其他生物标志物(如N末端B型利钠肽原评估心脏功能,高敏C反应蛋白反映炎症状态)或影像学检查(如冠状动脉CT血管造影明确冠脉病变),以提高诊断特异度,并基于特殊人群的临床特征,开发校正版本的HEART评分,纳入性别、肾功能指标(如肾小球滤过率)或糖尿病疾病史并进行权重调整,优化评分系统的适用性等。

6 HEART评分系统在中国本土化应用中面临的挑战

6.1 检测方法与标准化的差异

HEART评分的核心指标T的检测,其敏感度和特异度高度依赖于检测方法与平台。中国各级医疗机构实验室采用的T检测设备和试剂盒不尽相同,其参考范围、临界值存在一定差异^[12-43]。这种检测结果的异质性直接影响了HEART评分中“T”项评分的客观性与可比性,可能导致其在不同医院应用时产生偏倚,限制了评分系统的标准化应用和跨中心研究数据的比较。

6.2 人群特征与流行病学差异

HEART评分源于西方人群的队列研究,其A、R等项目的权重分配是否完全适用于中国人群尚存疑问。中国ACS患者的人口学特征、冠心病危险因素谱(如高血压发病率、吸烟模式)及疾病表现(如非典型症状比例)可能与西方人群存在差异^[3]。此外,中国人群的T基线水平也可能有所不同。若直接套用原有评分阈值,可能导致风险分层不够精准,或出现“水土不服”的现象。

6.3 医疗资源与诊疗流程的不均衡性

中国地域辽阔, 不同地区、不同等级的医疗机构在硬件设备、技术能力和诊疗规范上存在巨大差距。HEART评分中“E”项的判读高度依赖医师的经验水平, 在基层医院可能存在困难^[30]。同时, 评分系统建议的低危患者早期离院策略, 其安全性高度依赖于完善的随访和社会支持体系, 而这在现阶段中国的医疗环境下尚未完善, 导致医师因担心医疗风险而倾向于保守决策, 难以充分发挥评分系统分流低危患者、优化资源配置的潜力。因此, 要将HEART评分系统真正融入中国临床实践, 未来亟需开展设计严谨的大样本、多中心本土化研究, 以验证现有条目的适用性并探索建立基于中国人群的改良版本或校正系数。同时, 推动检测技术的标准化, 加强医护人员培训, 并建立与评分结果相匹配的安全分流与随访路径, 是推动其成功落地应用的关键。

7 结 语

HEART评分系统作为一种简便、有效的评估工具, 在ACS患者的诊断、危险分层和预后评估等方面具有重要的应用价值。虽然目前存在一些局限性, 但随着研究的进展和临床实践的不断完善, 该方法有望为ACS患者的临床管理带来更多的帮助和改善。未来, 随着研究的不断深入, HEART评分系统可能会被优化和改进。一方面, 可结合更多的生物标志物或新型影像学检查指标, 进一步提高评分系统的准确性和可靠性; 另一方面, 开发动态评分模型, 实时跟踪患者病情变化, 为临床提供更及时、准确的决策依据。同时, 加强对医师的培训, 提高其对HEART评分系统的正确理解和应用能力, 以充分发挥其在ACS患者管理中的优势。

作者贡献声明: 赵洪围 研究设计, 论文撰写与修改; 唐彩云 论文撰写与修改; 段应龙、王莎、赵丽群 论文指导; 郭美英 研究设计, 论文指导。所有作者阅读并同意最终的文本。

利益冲突声明: 作者声称无任何利益冲突。

参考文献

- [1] Jurgens CY, Lee CS, Aycock DM, et al. State of the science: the relevance of symptoms in cardiovascular disease and research: a scientific statement from the American heart association[J/OL]. *Circulation*, 2022, 146(12): e173-e184[2025-04-15]. <https://doi.org/10.1161/cir.0000000000001089>.
- [2] Bergmark BA, Mathenge N, Merlini PA, et al. Acute coronary syndromes[J]. *Lancet*, 2022, 399(10332): 1347-1358. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(21\)02391-6](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(21)02391-6).
- [3] 《中国心血管健康与疾病报告》(2021)编委会. 《中国心血管健康与疾病报告2021》[M]. 北京: 科学出版社, 2022. Committee of the Report on Cardiovascular Health and Disease in China. Report on cardiovascular health and disease in China 2021[M]. Beijing: Science Press, 2022.
- [4] 湖南省心脑血管健康与疾病报告编写组. 湖南省心脑血管健康与疾病报告概要(2020)[J]. *中南大学学报(医学版)*, 2023, 48(8): 1113-1127. <https://doi.org/10.11817/j.issn.1672-7347.2023.230128>. Hunan Cardiovascular and Cerebrovascular Health and Disease Report Compilation Group. Report on cardiovascular and cerebrovascular health and diseases in Hunan Province, 2020 [J]. *Journal of Central South University Medical Science*, 2023, 48(8): 1113-1127. <https://doi.org/10.11817/j.issn.1672-7347.2023.230128>.
- [5] Bhatt DL, Lopes RD, Harrington RA. Diagnosis and treatment of acute coronary syndromes: a review[J]. *JAMA*, 2022, 327(7): 662. <https://doi.org/10.1001/jama.2022.0358>.
- [6] 周璇, 郑若菲, 简钢仁, 等. 胸痛患者急诊预检分诊的研究进展[J]. *中华护理杂志*, 2022, 57(16): 2036-2041. <https://doi.org/10.3761/j.issn.0254-1769.2022.16.018>. ZHOU Xuan, ZHENG Ruofei, JIAN Gangren, et al. Research progress of emergency triage in patients with acute chest pain [J]. *Chinese Journal of Nursing*, 2022, 57(16): 2036-2041. <https://doi.org/10.3761/j.issn.0254-1769.2022.16.018>.
- [7] Moumneh T, Penaloza A, Charpentier S, et al. Efficacy of HEAR and HEART score to rule out major adverse cardiac events in patients presenting to the emergency department with chest pain: study protocol of the eCARE stepped-wedge randomised control trial[J/OL]. *BMJ Open*, 2022, 12(12): e066953 [2025-04-15]. <https://doi.org/10.1136/bmjopen-2022-066953>.
- [8] Gulati M, Levy P, Mukherjee D, et al. 2021 AHA/ACC/ASE/CHEST/SAEM/SCCT/SCMR guideline for the evaluation and diagnosis of chest pain: a report of the American college of cardiology/American heart association joint committee on clinical practice guidelines[J/OL]. *Circulation*, 2021, 144(22): e368-e454[2025-04-15]. <https://doi.org/10.1161/cir.0000000000001029>.
- [9] Ashburn N, O'Neill J, Stopyra J, et al. Scoring systems for the triage and assessment of short-term cardiovascular risk in patients with acute chest pain[J]. *Rev Cardiovasc Med*, 2021, 22(4): 1393-1403. <https://doi.org/10.31083/j.rcm2204144>.
- [10] van der Waarden NWPL, Schotting B, Royaards KJ, et al. Reliability of the HEART-score in the prehospital setting using point-of-care troponin[J]. *Eur J Emerg Med*, 2022, 29(6): 450-451. <https://doi.org/10.1097/mej.0000000000000930>.
- [11] 张华, 徐佳韵, 陈燕. 基于HEART评分及早期预警护理的老年急性心力衰竭患者护理策略构建及应用价值[J]. *中西医结合护理(中英文)*, 2025, 11(8): 197-200. <https://doi.org/10.11997/nitcwm.202508050>. ZHANG Hua, XU Jiayun, CHEN Yan. Development and application value of nursing strategies for elderly patients with

- acute heart failure based on heart score and early warning care [J]. *Journal of Clinical Nursing in Practice* (Chinese and English), 2025, 11(8): 197-200. <https://doi.org/10.11997/nitcwm.202508050>.
- [12] 林文凤, 张小红, 孙立琴, 等. HEART 评分在急性胸痛患者急诊分诊及抢救中的应用[J]. *中华急危重症护理杂志*, 2021, 2(5): 422-426. <https://doi.org/10.3761/j.issn.2096-7446.2021.05.007>. LIN Wenfeng, ZHANG Xiaohong, SUN Liqin, et al. Application of HEART score in emergency triage and resuscitation of patients with acute chest pain[J]. *Chinese Journal of Critical Care Nursing*, 2021, 2(5): 422-426. <https://doi.org/10.3761/j.issn.2096-7446.2021.05.007>.
- [13] Ras M, Reitsma J, Hoes A, et al. Secondary analysis of frequency, circumstances and consequences of calculation errors of the HEART (history, ECG, age, risk factors and troponin) score at the emergency departments of nine hospitals in the Netherlands[J/OL]. *BMJ Open*, 2017, 7(10): e017259 [2025-04-15]. <https://doi.org/10.1136/bmjopen-2017-017259>.
- [14] Six A, Backus B, Kelder J. Chest pain in the emergency room: value of the HEART score[J]. *Neth Heart J*, 2008, 16(6): 191-196. <https://doi.org/10.1007/BF03086144>.
- [15] Ke J, Chen Y, Wang X, et al. Indirect comparison of TIMI, HEART and GRACE for predicting major cardiovascular events in patients admitted to the emergency department with acute chest pain: a systematic review and meta-analysis[J/OL]. *BMJ Open*, 2021, 11(8): e048356 [2025-04-15]. <https://doi.org/10.1136/bmjopen-2020-048356>.
- [16] Suh EH, Mumma BE, Einstein AJ, et al. External validation of the recalibrated HEART score for evaluation of possible acute coronary syndrome[J]. *Am J Cardiol*, 2024, 229: 13-21. <https://doi.org/10.1016/j.amjcard.2024.08.005>.
- [17] Koper LH, Frenk LDS, Meeder JG, et al. URGENT1.5: diagnostic accuracy of the modified HEART score, with fingerstick point-of-care troponin testing, in ruling out acute coronary syndrome[J]. *Neth Heart J*, 2022, 30(7): 360-369. <https://doi.org/10.1007/s12471-021-01646-8>.
- [18] Tolsma R, Fokkert M, Van Dongen D, et al. Referral decisions based on a pre-hospital HEART score in suspected non-ST-elevation acute coronary syndrome: final results of the FamouS Triage study[J]. *Eur Heart J Acute Cardiovasc Care*, 2022, 11(2): 160-169. <https://doi.org/10.1093/ehjacc/zuab109>.
- [19] Backus B, Six A, Kelder J, et al. A prospective validation of the HEART score for chest pain patients at the emergency department[J]. *Int J Cardiol*, 2013, 168(3): 2153-2158. <https://doi.org/10.1016/j.ijcard.2013.01.255>.
- [20] Yore M, Sharp A, Wu Y, et al. Emergency department cardiac risk stratification with high-sensitivity vs conventional troponin HEART pathway[J/OL]. *JAMA Netw Open*, 2023, 6(12): e2348351 [2025-04-15]. <https://doi.org/10.1001/jamanetworkopen.2023.48351>.
- [21] Ljung L, Lindahl B, Eggers K, et al. A rule-out strategy based on high-sensitivity troponin and HEART score reduces hospital admissions[J]. *Ann Emerg Med*, 2019, 73(5): 491-499. <https://doi.org/10.1016/j.annemergmed.2018.11.039>.
- [22] Van Den Berg P, Body R. The HEART score for early rule out of acute coronary syndromes in the emergency department: a systematic review and meta-analysis[J]. *Eur Heart J Acute Cardiovasc Care*, 2018, 7(2): 111-119. <https://doi.org/10.1177/2048872617710788>.
- [23] Fernando S, Tran A, Cheng W, et al. Prognostic accuracy of the HEART score for prediction of major adverse cardiac events in patients presenting with chest pain: a systematic review and meta-analysis[J]. *Acad Emerg Med*, 2019, 26(2): 140-151. <https://doi.org/10.1111/acem.13649>.
- [24] Laureano-Phillips J, Robinson RD, Aryal S, et al. HEART score risk stratification of low-risk chest pain patients in the emergency department: a systematic review and meta-analysis [J]. *Ann Emerg Med*, 2019, 74(2): 187-203. <https://doi.org/10.1016/j.annemergmed.2018.12.010>.
- [25] 米拉依·卡斯木, 向阳, 杨毅宁, 等. HEART 与 GRACE 危险评分对急性冠脉综合征患者危险分层的对比研究[J]. *现代生物医学进展*, 2020, 20(4): 702-705. <https://doi.org/10.13241/j.cnki.pmb.2020.04.021>. MILAYI-Kasimu, XIANG Yang, YANG Yining, et al. Comparative study of risk stratification between HEART and GRACE in patients with acute coronary syndrome[J]. *Progress in Modern Biomedicine*, 2020, 20(4): 702-705. <https://doi.org/10.13241/j.cnki.pmb.2020.04.021>.
- [26] 赵燕, 张毅刚, 王海波, 等. HEART 和 HEARTS3 评分体系对非 ST 段抬高胸痛患者心血管事件风险的评估价值对比[J]. *岭南心血管病杂志*, 2017, 23(4): 365-368. <https://doi.org/10.3969/j.issn.1007-9688.2017.04.01>. ZHAO Yan, ZHANG Yigang, WANG Haibo, et al. Value of HEART and HEARTS3 scoring system in evaluating cardiovascular event risk in patients with non ST segment elevation chest pain[J]. *South China Journal of Cardiovascular Diseases*, 2017, 23(4): 365-368. <https://doi.org/10.3969/j.issn.1007-9688.2017.04.01>.
- [27] 高晓津, 杨进刚, 吴超, 等. TIMI 风险评分与 GRACE 风险评分对中国 ST 段抬高型心肌梗死患者院内死亡率的预测价值[J]. *中国循环杂志*, 2018, 33(6): 529-534. <https://doi.org/10.3969/j.issn.1000-3614.2018.06.003>. GAO Xiaojin, YANG Jingang, WU Chao, et al. Prognostic value of TIMI and GRACE risk scores for in-hospital mortality in Chinese patients with ST-segment elevation myocardial infarction[J]. *Chinese Circulation Journal*, 2018, 33(6): 529-534. <https://doi.org/10.3969/j.issn.1000-3614.2018.06.003>.
- [28] 胡大一, 丁荣晶. “胸痛中心”建设中国专家共识[J/OL]. *中华危重症医学杂志(电子版)*, 2011, 4(6): 21-29 [2025-04-15]. <https://doi.org/10.3877/cma.j.issn.1674-6880.2011.06.006>. HU Dayi, DING Rongjing. China experts' consensus on building "chest pain center" [J/OL]. *Chinese Journal of Critical Care Medicine (Electronic Edition)*, 2011, 4(6): 21-29 [2025-04-15]. <https://doi.org/10.3877/cma.j.issn.1674-6880.2011.06.006>.
- [29] 向林军, 肖涛, 王莎, 等. 两种评分系统对急性冠脉综合征患者不良事件预测价值比较[J]. *中华急危重症护理杂志*, 2020,

- 1(2): 108-112. <https://doi.org/10.3761/j.issn.2096-7446.2020.02.003>.
 XIANG Linjun, XIAO Tao, WANG Sha, et al. The comparison of two score system for the prediction of adverse events in patients with acute coronary syndrome[J]. Chinese Journal of Emergency and Critical Care Nursing, 2020, 1(2): 108-112. <https://doi.org/10.3761/j.issn.2096-7446.2020.02.003>.
- [30] 黄振华, 肖孝勇, 叶子, 等. 比较 HEART、GRACE 评分对急诊科急性胸痛患者 30 天 MACE 预测价值[J]. 中华急诊医学杂志, 2019, 28(2): 203-207. <https://doi.org/10.3760/cma.j.issn.1671-0282.2019.02.015>.
 HUANG Zhenhua, XIAO Xiaoyong, YE Zi, et al. Comparison of HEART and GRACE scores for 30-day predictive value in patients with acute chest pain in emergency department[J]. Chinese Journal of Emergency Medicine, 2019, 28(2): 203-207. <https://doi.org/10.3760/cma.j.issn.1671-0282.2019.02.015>.
- [31] 俞尧, 陈东旭, 廖凤卿, 等. HEART、TIMI 及 GRACE 评分对非 ST 段抬高型心肌梗死患者心血管不良事件的预测价值[J]. 中华急诊医学杂志, 2020, 29(7): 908-913. <https://doi.org/10.3760/cma.j.issn.1671-0282.2020.07.004>.
 YU Yao, CHEN Dongxu, LIAO Fengqing, et al. The predictive value of HEART, TIMI and GRACE scores in patients with non-ST-segment elevation myocardial infarction[J]. Chinese Journal of Emergency Medicine, 2020, 29(7): 908-913. <https://doi.org/10.3760/cma.j.issn.1671-0282.2020.07.004>.
- [32] Mahler S, Lenoir K, Wells B, et al. Safely identifying emergency department patients with acute chest pain for early discharge: heart pathway accelerated diagnostic protocol[J]. Circulation, 2018, 138(22): 2456-2468. <https://doi.org/10.1161/circulationaha.118.036528>.
- [33] 黄振华, 詹红, 肖孝勇, 等. HEART 评分对急诊科急性胸痛患者 30 天心血管不良事件预测价值[J]. 实用医学杂志, 2017, 33(14): 2341-2344. <https://doi.org/10.3969/j.issn.1006-5725.2017.14.023>.
 HUANG Zhenhua, ZHAN Hong, XIAO Xiaoyong, et al. The value of HEART risk score in predicting 30-day major adverse cardiovascular events of acute chest pain patients presented to emergency department[J]. The Journal of Practical Medicine, 2017, 33(14): 2341-2344. <https://doi.org/10.3969/j.issn.1006-5725.2017.14.023>.
- [34] 沈兰, 陆言巧, 汪莉, 等. TIMI 评分和 GRACE 评分系统对中国非 ST 段抬高型心肌梗死患者院内事件的评估价值[J]. 第二军医大学学报, 2020, 41(9): 1005-1011. <https://doi.org/10.16781/j.0258-879x.2020.09.1005>.
 SHEN Lan, LU Yanqiao, WANG Li, et al. Value of TIMI and GRACE score systems in predicting in-hospital events in Chinese patients with non-ST-segment elevation myocardial infarction[J]. Academic Journal of Second Military Medical University, 2020, 41(9): 1005-1011. <https://doi.org/10.16781/j.0258-879x.2020.09.1005>.
- [35] 汪金亮, 聂婷, 卢文婷, 等. GRACE、TIMI 评分对非 ST 段抬高型急性冠状动脉综合征患者不良心血管事件的评估价值[J]. 中华保健医学杂志, 2024, 26(5): 554-557. <https://doi.org/10.3969/j.issn.1674-3245.2024.05.002>.
 WANG Jinliang, NIE Ting, LU Wenting, et al. Assessment of the GRACE and TIMI scores for predicting adverse cardiovascular events in patients with non-ST-segment elevation acute coronary syndrome[J]. Chinese Journal of Health Care and Medicine, 2024, 26(5): 554-557. <https://doi.org/10.3969/j.issn.1674-3245.2024.05.002>.
- [36] 阳毅, 姜伟, 鄢涛, 等. HEART 评分和 TIMI 评分对急性胸痛患者 30dMACE 预测价值比较[J]. 重庆医学, 2021, 50(6): 959-962. <https://doi.org/10.3969/j.issn.1671-8348.2021.06.013>.
 YANG Yi, JIANG Wei, YAN Tao, et al. Comparison of predictive value between HEART score and TIMI score in 30 d MACE of patients with acute chest pain[J]. Chongqing Medicine, 2021, 50(6): 959-962. <https://doi.org/10.3969/j.issn.1671-8348.2021.06.013>.
- [37] Moumneh T, Richard-Jourjon V, Friou E, et al. Reliability of the CARE rule and the HEART score to rule out an acute coronary syndrome in non-traumatic chest pain patients[J]. Intern Emerg Med, 2018, 13(7): 1111-1119. <https://doi.org/10.1007/s11739-018-1803-4>.
- [38] Riley R, Miller C, Russell G, et al. Cost analysis of the History, ECG, Age, Risk factors, and initial Troponin (HEART) Pathway randomized control trial[J]. Am J Emerg Med, 2017, 35(1): 77-81. <https://doi.org/10.1016/j.ajem.2016.10.005>.
- [39] Fesmire F, Martin E, Cao Y, et al. Improving risk stratification in patients with chest pain: the Erlanger HEARTS3 score[J]. Am J Emerg Med, 2012, 30(9): 1829-1837. <https://doi.org/10.1016/j.ajem.2012.03.017>.
- [40] 徐俊伟, 王林林, 吴晓旭, 等. 血浆 HCY、BNP、sdLDL 和 cTnI 水平对 ACS 患者并发心血管事件的预测价值[J]. 解放军预防医学杂志, 2019, 37(8): 117-119. <https://doi.org/10.13704/j.cnki.jyyx.2019.08.053>.
 XU Junwei, WANG Linlin, WU Xiaokui, et al. Predictive value of plasma HCY, BNP, sdLDL and cTnI levels on cardiovascular events in ACS patients[J]. Journal of Preventive Medicine of Chinese People's Liberation Army, 2019, 37(8): 117-119. <https://doi.org/10.13704/j.cnki.jyyx.2019.08.053>.
- [41] 吕常智, 杨闯, 徐万林. 急性冠状动脉综合征患者 aVL 导联 T 波倒置对左前降支中段狭窄的预测价值[J]. 中华老年心脑血管病杂志, 2022, 24(1): 43-46. <https://doi.org/10.3969/j.issn.1009-0126.2022.01.012>.
 LÜ Changzhi, YANG Chuang, XU Wanlin. Value of T wave inversion of lead aVL for predicting middle left anterior descending branch stenosis in ACS patients[J]. Chinese Journal of Geriatric Heart Brain and Vessel Diseases, 2022, 24(1): 43-46. <https://doi.org/10.3969/j.issn.1009-0126.2022.01.012>.
- [42] 汤庆, 李松, 钟元锋, 等. 新型冠状病毒肺炎患者心肌损伤与高凝状态及炎症标志物的相关性[J]. 中华检验医学杂志, 2020, 43(12): 1212-1216. <https://doi.org/10.3760/cma.j.cn114452-20200423-00424>.
 TANG Qing, LI Song, ZHONG Yuanfeng, et al. Relationship between myocardial injury, hypercoagulability and inflammatory markers in patients with COVID-19[J]. Chinese Journal of Laboratory Medicine, 2020, 43(12): 1212-1216.

- <https://doi.org/10.3760/cma.j.cn114452-20200423-00424>.
- [43] 李秀琪, 汪瀚, 余稳, 等. 高敏肌钙蛋白T对急性非ST段抬高型心肌梗死的早期诊断价值[J]. 中国循证心血管医学杂志, 2017, 9(4): 439-442. <https://doi.org/10.3969/j.issn.1674-4055.2017.04.15>.
- LI Xiuqi, WANG Han, YU Wen, et al. Value of high-sensitive cardiac troponin T to early diagnosis of acute non-ST-segment elevation myocardial infarction[J]. Chinese Journal of Evidence-Based Cardiovascular Medicine, 2017, 9(4): 439-442. <https://doi.org/10.3969/j.issn.1674-4055.2017.04.15>.
- [44] Zareei M, Zareiamand H, Kamali M, et al. Can prolonged P-R interval predict clinical outcomes in non-ST elevation acute coronary syndrome patients? [J]. BMC Cardiovasc Disord, 2024, 24(1): 137. <https://doi.org/10.1186/s12872-024-03809-y>.
- [45] 项阳, 董梓扬, 王蒙蒙, 等. D-二聚体与超敏肌钙蛋白I比值和D-二聚体与纤维蛋白原比值在致命性胸痛诊断中的价值[J]. 同济大学学报(医学版), 2023, 44(2): 195-201. <https://doi.org/10.12289/j.issn.1008-0392.22307>.
- XIANG Yang, DONG Ziyang, WANG Mengmeng, et al. Ratio of D-dimer to high-sensitivity troponin I and fibrinogen in diagnosis of fatal chest pain[J]. Journal of Tongji University Medical Science, 2023, 44(2): 195-201. <https://doi.org/10.12289/j.issn.1008-0392.22307>.
- [46] 李颖, 肖海军, 薛锋. 血浆D-二聚体对骨创伤病人骨损伤致静脉血栓栓塞症的诊断价值[J]. 蚌埠医学院学报, 2021, 46(12): 1677-1680. <https://doi.org/10.13898/j.cnki.issn.1000-2200.2021.12.008>.
- LI Ying, XIAO Haijun, XUE Feng. Diagnostic value of plasma D-dimer in venous thromboembolism caused by bone injury in patients with bone trauma[J]. Journal of Bengbu Medical College, 2021, 46(12): 1677-1680. <https://doi.org/10.13898/j.cnki.issn.1000-2200.2021.12.008>.
- [47] 潘明, 陈勇, 谢荣盛. 血浆D-二聚体联合血小板聚集试验预测肿瘤患者血栓发生的应用价值[J]. 中国医学创新, 2023, 20(11): 133-137. <https://doi.org/10.3969/j.issn.1674-4985.2023.11.032>.
- PAN Ming, CHEN Yong, XIE Rongsheng. Application value of plasma D-dimer combined with platelet aggregation test in predicting thrombosis occurrence in tumor patients[J]. Medical Innovation of China, 2023, 20(11): 133-137. <https://doi.org/10.3969/j.issn.1674-4985.2023.11.032>.
- [48] 郑志远, 张从艳, 郑志霞. HEART评分联合心肌梗死三项床旁检测在急诊胸痛诊断及预后预测中的价值[J]. 中国医师杂志, 2021, 23(10): 1519-1522. <https://doi.org/10.3760/cma.j.cn431274-20201104-01498>.
- ZHENG Zhiyuan, ZHANG Congyan, ZHENG Zhixia. Value of HEART score combined with three bedside tests of myocardial infarction in the diagnosis and prognosis of emergency chest pain[J]. Journal of Chinese Physician, 2021, 23(10): 1519-1522. <https://doi.org/10.3760/cma.j.cn431274-20201104-01498>.
- [49] 李巍巍, 刘淑珍, 千娜娜, 等. HEART评分联合D-二聚体及超敏肌钙蛋白T对急诊胸痛患者的预测价值[J]. 医药论坛杂志, 2025, 46(3): 275-278. <https://doi.org/10.20159/j.cnki.jmf.2025.03.011>.
- LI Weiwei, LIU Shuzhen, QIAN Nana, et al. Predictive value of cardiac score combined with hypersensitive troponin T and D-dimer in emergency chest pain[J]. Journal of Medical Forum, 2025, 46(3): 275-278. <https://doi.org/10.20159/j.cnki.jmf.2025.03.011>.
- [50] 曾海燕. 基于改良HEART评分系统的分层护理对急诊胸痛患者抢救效果的影响[J]. 中国医药指南, 2024, 22(35): 185-188. <https://doi.org/10.15912/j.issn.1671-8194.2024.35.055>.
- ZENG Haiyan. The impact of stratified nursing with improved HEART scoring system on the rescue effect of emergency chest pain patients[J]. Guide of China Medicine, 2024, 22(35): 185-188. <https://doi.org/10.15912/j.issn.1671-8194.2024.35.055>.
- [51] Parenti N, Lippi G, Bacchi Reggiani M, et al. Multicenter observational study on the reliability of the HEART score[J]. Clin Exp Emerg Med, 2019, 6(3): 212-217. <https://doi.org/10.15441/ceem.18.045>.
- [52] Cho HJ, Kim N, Kim HJ, et al. Effectiveness of a new cardiac risk scoring model reclassified by QRS fragmentation as a predictor of postoperative cardiac event in patients with severe renal dysfunction[J]. BMC Cardiovasc Disord, 2021, 21(1): 359. <https://doi.org/10.1186/s12872-021-02182-4>.
- [53] Mehilli J, Presbitero P. Coronary artery disease and acute coronary syndrome in women[J]. Heart, 2020, 106(7): 487-492. <https://doi.org/10.1136/heartjnl-2019-315555>.
- [54] Jankauskas SS, Kansakar U, Varzideh F, et al. Heart failure in diabetes[J]. Metabolism, 2021, 125: 154910. <https://doi.org/10.1016/j.metabol.2021.154910>.

(责任编辑 吴旭芳)