

# 血管活性-正性肌力评分在成人脓毒性休克中的研究现状

肖鸿<sup>1</sup>，缪仲祎<sup>1</sup>，寇春焕<sup>2</sup>，刘莉<sup>2</sup>，刘东<sup>3</sup>

1.西北民族大学医学部研究生院，甘肃兰州 730030；2.甘肃中医药大学第一临床医学院，甘肃兰州 730000；3.解放军联勤保障部队第九四〇医院重症医学科，甘肃兰州 730050；

**【摘要】**血管活性药是脓毒性休克治疗中的必备药品，通过调节血管张力、增强心肌收缩力、改善组织灌注来维持循环稳定；大量研究表明，血管活性药用量与危重症患者的不良预后相关联。血管活性-正性肌力评分（vasoactive-inotropic score,VIS）是量化血管活性药的一项临床评分，VIS值可以系统地反映脓毒性休克患者的血管活性药支持力度、微循环状态、疾病严重程度及临床预后等。本文主要围绕VIS和成人脓毒性休克进行综述，以期对成人脓毒性休克的预后预测、个体化治疗有所裨益。

**【关键词】**血管活性-正性肌力评分；脓毒性休克；预测预后

**【中图分类号】**R631

脓毒症是严重感染引起的危及生命的全身炎症反应综合征<sup>[1-2]</sup>。据全球资料显示，脓毒症病情重、死亡率高，脓毒性休克作为脓毒症的亚型，主要表现为进行性加重的循环衰竭、细胞代谢紊乱，病死率可达40%~60%<sup>[3-4]</sup>。血流动力学严重紊乱是脓毒性休克的病理生理机制<sup>[5-6]</sup>：一方面，外周血管张力降低，常合并有效循环血容量的绝对或相对不足，同时心肌抑制导致心功能减退，心输出量减少；另一方面，微循环障碍和血流分布异常进一步加剧组织缺氧，在宏观血流动力学参数改善时组织灌注仍可能不足。2021版《拯救脓毒症运动指南》强调：脓毒症除了及时的液体复苏和抗感染治疗外，早期、合理的应用血管活性药有助于改善循环衰竭并降低相关风险<sup>[7]</sup>。

血管活性药物主要包括血管加压药、正性肌力药和血管扩张药，通过调节血管张力和心肌收缩力维持血流动力学稳定<sup>[8]</sup>。血管活性药物的剂量可反映脓毒性休克患者的病情。但不同血管活性药作用受体不同、药理机制存在差异、血流动力学效果亦不相同，临床上量化血管活性药物的支持强度存在一定困难<sup>[9]</sup>。临床上量化血管活性药物的支持强度存在一定困难。血管活性-正性肌力评分

**基金项目：**甘肃省自然科学基金项目(21JR11RA002)；医院拔尖培育项目(2021YXKY003)

**通信作者：**刘东，Email:liutung@163.com

（vasoactive-inotropic score,VIS）作为一种简单、可靠、实用的临床工具，通过标准化换算公式，统一量化血管活性药物，客观描述脓毒性休克患者心血管系统所需药物支持情况,为脓毒性休克患者的病情分层、预后判断以及个体化治疗提供客观依据<sup>[10]</sup>。

## 1 计算公式来源与演变

VIS由正性肌力评分（inotropic score,IS）演变而来。此评分由1995年Wernovsky等<sup>[11]</sup>学者提出,用来量化新生儿及婴儿在接受动脉调转术后血流动力学状态与正性肌力药物支持强度之间的相关性,多巴胺剂量 $[\mu\text{g}/(\text{kg}\cdot\text{min})]$ +多巴酚丁胺剂量 $[\mu\text{g}/(\text{kg}\cdot\text{min})]$ + $100\times$ 肾上腺素剂量 $[\mu\text{g}/(\text{kg}\cdot\text{min})]$ 是原始版IS计算公式,此基础版本为后来VIS用于成人脓毒性休克等疾病奠定了基础。评分中药物权重的设定,本质上是基于每种药物相对于“标准”药物（去甲肾上腺素）的血管收缩或正性肌力临床效力的一种经验性量化,主要来源于重症医学领域的临床研究、专家共识和药效学比较,而非单一的、基础的药理学依据。例如:多巴胺升压效力与去甲肾上腺素在临床常用剂量下大致相当,因此被赋予与去甲肾上腺素相同的权重——1;肾上腺素 $\beta$ 1受体激动作用远强于去甲肾上腺素,同时还具有强大的血管收缩（ $\alpha$ 效应）和舒张（ $\beta$ 2效应）作用,为反映在相同剂量下其远强于去甲肾上腺素的循环综合刺激效力,将其权重设为100。在临床应用中,IS评分不能全面反映各种血管活性药物综合作用强度的缺陷越来越明显,为此,Gaies等<sup>[12]</sup>人对IS评分进行了扩充,在IS的基础上提出VIS:多巴胺剂量 $[\mu\text{g}/(\text{kg}\cdot\text{min})]$ +多巴酚丁胺剂量 $[\mu\text{g}/(\text{kg}\cdot\text{min})]$ + $100\times$ 肾上腺素剂量 $[\mu\text{g}/(\text{kg}\cdot\text{min})]$ + $100\times$ 去甲肾上腺素剂量 $[\mu\text{g}/(\text{kg}\cdot\text{min})]$ + $10,000\times$ 加压素剂量 $[\text{U}/(\text{kg}\cdot\text{min})]$ + $10\times$ 米力农剂量 $[\mu\text{g}/(\text{kg}\cdot\text{min})]$ 。该版本能够充分反映血管活性药物对重症患者循环状态的整体支持强度。随着临床经验的积累和血管活性药物应用的多样性,VIS还在不断演变和发展:Favia<sup>[13]</sup>、Nguyen<sup>[14]</sup>、Landoni<sup>[15]</sup>以及Yamazaki等<sup>[16]</sup>研究团队先后在VIS体系中纳入了左西孟旦、去氧肾上腺素、依诺昔酮以及奥普力农等药物,使得VIS可以更全面、更准确地反映临床中血管活性药物实际的应用情况。

目前,Gaies提出的版本在临床上使用最多,其涵盖了临床使用的核心血管活性药物,具有良好的可操作性和临床接受度。后续为进一步提高VIS在不同临床情境下的适用性与预测准确性,有必要对涵盖不同药物类别的多种VIS计算公

式版本开展系统的临床验证研究。

## 2 VIS 对脓毒性休克预后的预测

### 2.1 VIS 早期临床应用

对于脓毒性休克的治疗，过度液体复苏可增加容量负荷、多器官损伤和死亡风险<sup>[17]</sup>。相对血容量不足引起静脉扩张时可尽早应用血管活性药物改善血流动力学，以减少液体过负荷；因此血管活性药物的剂量和患者预后的相关性逐渐成为临床研究的重点。VIS 最初由 Gaies 等人应用于先天性心脏病患儿心脏手术的预后预测，证实了 VIS 是预测先天性心脏病患儿心脏手术预后的有效预测指标。此后，该评分逐渐扩展应用于脓毒性休克领域，成为评估脓毒性休克患者血流动力学支持程度和预后的重要指标。Haque 等<sup>[19]</sup>人的回顾性研究首次证明了 VIS 在液体难治性脓毒性休克患儿预后中的预测能力。目前，大量研究开始探讨 VIS 与成人脓毒性休克预后的相关性。

### 2.2 VIS 临床观察证据

2021 年，李鹏飞<sup>[20]</sup>就不同时间点 VIS 对脓毒性休克患者死亡风险的预测价值进行了研究。发现 24 h 最大 VIS（VIS24max）能预测脓毒性休克的 28 d 死亡率，且预测效能优于急性生理与慢性健康评分（acute physiology and chronic health evaluation, APACHE II）和基础乳酸；同时，VIS24max 与 ICU 住院时间、机械通气时间、血管活性药使用时间呈负相关，与 APACHE II、基础乳酸、治疗 24 h 乳酸水平呈正相关，且当 VIS24max>26.25 时，患者的死亡风险大幅增加，由此可见，VIS 越高，提示患者病情越重，死亡率越高。表明 VIS 值与成人脓毒性休克患者的预后密切相关。

同年，Song 等<sup>[21]</sup>人重点评估了早期 VIS 对成人患者 28 天全因死亡率的预测价值。其研究结果与李鹏飞相同：即 VIS24max 是 28 d 全因死亡率的独立危险因素，且预测效能优于序贯器官衰竭评分（sequential organ failure assessment, SOFA）及初始乳酸，提示 VIS 是简便有效的早期风险分层工具。依据 VIS 评分（<20、20~45、>45）把患者分为低、中、高危 3 组，其 28 天死亡率呈阶梯式上升，提示 VIS 大小与病情程度呈正相关，可作为早期风险分层工具并指导早期强化干预。两项研究的不同点在于 VIS 截断值不同：Song 得出的 VIS 截断值为 20，即 24 h VIS ≥ 20 分时死亡风险显著升高。该研究证明早期 VIS 是一种简单、客观、强有力的死亡率预

测指标，不仅可以单独预测 28 天死亡风险，还可以与 SOFA 评分相辅相成，提高预后判断准确性。

VIS、SOFA 评分联合使用时预测能力最强（AUC=0.803），说明联合反映血流动力学紊乱程度（VIS）和器官功能障碍程度（SOFA）两项指标可更全面地评价患者的预后。有研究联合 VIS、APACHE II 评分预测脓毒性休克的预后：其曲线下面积明显优于 VIS24max、APACHE II 评分、SOFA 评分、基础乳酸水平、血红蛋白水平，且 VIS24max 联合 APACHE II 评分的最优截断值为 0.45<sup>[22]</sup>。该研究不仅证实 VIS 对成人脓毒性休克患者的预后有良好的预测能力，更证明 VIS 联合临床其他指标预测效能更好。这些研究均表明：VIS 与成人脓毒性休克预后密切相关，且 VIS24max 的预测价值最高；VIS 与临床其他指标联合或可获得更高的预测效能；VIS 数值大小与脓毒性休克病情严重程度呈正相关，可用于疾病的早期分级。但是上述研究在最佳 VIS 预测截断值上存在差异（如 26.25 分和 20 分），提示最佳截断值的确定可能受到人群、治疗措施等影响，目前尚未达成一致意见，后续有待大量大规模、多中心、前瞻性研究进行进一步验证<sup>[23]</sup>。

上述研究主要针对的是整体成人脓毒性休克群体，并未进一步研究 VIS 在不同年龄段（如青年、中年、老年人）的成人患者中的预测效能。陈阳希<sup>[24]</sup>及其团队探讨了 VIS 与老年脓毒性休克患者的关系：不仅 VIS 对老年脓毒性休克患者死亡风险具有较好的预测效能，而且 VIS 最佳截断值为 17.06，低于整体成人脓毒性休克群体。该研究揭示了 VIS 预测价值的“年龄异质性”。表明 VIS 在老年患者中同样有用，不仅提示了老年患者更低的风险阈值，还为早期识别老年脓毒性休克患者提供了更敏感的潜在指标，把 VIS 从一种“全成人”预测工具推向了“老年特异性”预警工具。未来建立或使用 VIS 预测模型时，应将年龄分层纳入考虑范围，对不同年龄段患者设定不同的预警值，而不是对所有成人使用统一标准。

### 2.3 VIS 衍生指标

VIS 不仅本身对成人脓毒性休克预后有重要的预测价值，在 VIS 基础上衍生出的相关指标同样展现出良好的预后评估能力。Yujie Chen 等<sup>[25]</sup>人将平均动脉压（mean arterial pressure,MAP）与 VIS 的比值定义为血压反应指数(the blood pressure response index,BPRI)；并证明了 BPRI 预测院内病死率的能力强于 SOFA 评分、急性生理学评分(acute physiology score,APS)，且 BPRI 与病死率呈 L 型关系，即

BPRI 低于某一临界值时病死率显著增加。去甲肾上腺素当量（norepinephrine equivalence, NEE）是一种量化血管活性药物的临床指标，通过将不同种类血管加压药的剂量转换为等效的去甲肾上腺素剂量来实现标准化评估<sup>[26-27]</sup>。NEE 评分与 VIS 在脓毒性休克患者预后的预测效能上具有同等价值<sup>[28]</sup>。不仅表明 NEE 评分和 VIS 都可以作为临床实用工具，用来量化血管活性药物支持强度，并对脓毒性休克患者进行早期风险分层，而且证明以 VIS 为基础构建的反映血流动力学支持效能的复合指标，能够为脓毒性休克的预后判断提供更丰富的临床信息。

### 3 VIS 指导器官支持治疗

#### 3.1 肠内营养时机

早期肠内营养能够有效保护脓毒性休克患者肠黏膜屏障、预防肠源性感染，同时减少全身炎症反应和多器官功能障碍的发生<sup>[29-30]</sup>。但脓毒性休克患者的肠道处于应激缺氧状态，过早或不恰当地给予肠内营养会增加肠道缺血、坏死等严重并发症的发生。由于 VIS 已被证明是脓毒性休克患者死亡的独立危险因素，有研究就 VIS 指导该类患者肠内营养进行了探讨。

曹梦等<sup>[31]</sup>人为探讨 VIS24max 对预测脓毒性休克患者是否发生肠内营养不耐受的价值，进行了回顾性队列研究。不耐受组 VIS24max、SOFA 评分、APACHE II 评分、血乳酸均高于耐受组，且 VIS24max 对肠内营养不耐受的预测效果最好。证明了 VIS24max 是预测脓毒性休克患者肠内营养不耐受的一个强大且实用的预测指标，其预测效能优于传统评分系统。为临床指导脓毒性休克患者肠内营养提供了重要的量化依据。目前，这方面的研究较少，尚需大量的临床研究进行验证，进一步探讨 VIS 与不同肠内营养策略相结合的优化方案。

#### 3.2 心肌功能障碍的识别

脓毒性心肌病是由宿主对感染的反应失调引起的心脏功能障碍，识别脓毒性心肌病需结合临床表现与辅助检查<sup>[32]</sup>。VIS 通过量化血管活性药物的使用强度，可作为脓毒性休克患者心肌功能障碍识别的量化工具和预警指标。脓毒性休克患者需要大剂量血管活性药物支持，存在心肌收缩力抑制的强烈临床信号。VIS 越高，提示心肌功能障碍越严重。持续升高的 VIS 是启动进一步心脏功能评估的重要指征。超声可以量化心室收缩和舒张功能，明确心肌功能障碍的类型和程度。

#### 3.3 肾脏替代治疗时机

高 VIS 是急性肾损伤(acute kidney injury,AKI)需要肾脏替代治疗(continuous renal replacement therapy,CRRT)的强预测因子。高 VIS 常伴有显著的血管麻痹、心肌抑制，导致肾脏灌注严重不足；并预示着保守治疗可能无效<sup>[33]</sup>。因此，当 VIS 居高不下，并出现进行性少尿、严重代谢性酸中毒或高钾血症时，积极启动 CRRT，有利于清除炎症介质、维持内环境稳定，并为液体管理提供空间；以打断“休克-AKI-容量过负荷-多器官衰竭”的恶性循环<sup>[34]</sup>。

## 4 VIS 预测的主要优势与局限性

### 4.1 主要优势

VIS 作为一种衡量指标具有诸多优点：VIS 是根据具体药物输注剂量计算出的结果，客观、真实地反映循环衰竭程度及治疗支持强度，减少了主观因素的干扰，具有客观性和可重复性。二、VIS 有早期预警和动态评估功能，很多研究发现，VIS<sub>24max</sub> 对预后具有显著预测作用，可使医师在病程早期识别高危患者，并为实时调整治疗策略提供依据。三、VIS 有着强大的预后预测能力与良好的风险区分度，在多项研究中，校正 SOFA 评分、APACHE II 评分、乳酸水平和年龄等传统危险因素后，高 VIS 仍是 28 天住院死亡率的独立危险因素，而且其预测价值高于 SOFA 评分及乳酸水平等传统指标。

综上所述，VIS 是一种简单易行、客观、量化、廉价且高效的床旁工具，能够有效补充 SOFA 评分等指标在急性期循环功能评估方面的不足，是脓毒性休克患者早期风险分层与预后判断的重要临床指标。

### 4.2 主要研究局限与争议

首先，VIS 的应用没有一个公认的时间框架：大多数研究使用 VIS<sub>24max</sub>，但也有研究采用 VIS<sub>6max</sub>、VIS<sub>12max</sub> 或动态曲线下面积进行评估，说明预测的最佳计算时间点仍未达成共识；此外，尚未建立公认的 VIS 最佳截断值标准<sup>[35]</sup>。其次，现有研究把成人作为整体进行分析，没有基于年龄进行分层研究，VIS 在不同年龄段（年轻、中年、老年）成年患者的预测作用是否相同尚不清楚。最后，VIS 是各种血管活性药物权重之和，未区分各种药物的剂量、用药时长及药物合用对患者预后的独立影响，各种血管活性药物的具体贡献及其与 VIS 总分之间的关联，有待进一步研究。

在临床工作中，医务人员要充分认识 VIS 的“双面性”：一方面要积极发

挥 VIS 早期预警和量化评估的优势，另一方面要清醒认识 VIS 的局限性，将其作为临床评估的重要参考而不是唯一标准。

## 5 小结与展望

VIS 的未来研究应致力于进一步推动 VIS 向更精准、更个体化、更动态化发展，可聚焦以下方向：通过大规模前瞻性研究明确 VIS 最佳计算时间点与最佳预测截断值，建立适用于不同人群、不同临床情况的统一标准。开发动态 VIS 轨迹模型，关注其变化趋势，以便更全面地反映病情变化。深入探讨 VIS 在不同年龄段、不同临床亚型患者中的预测效能差异，将风险分层精细化。研究各血管活性药物的剂量、使用时长及组合对预后的影响，阐明各血管活性药物在 VIS 总分中的独立贡献度，为个体化用药提供依据。总之，VIS 将逐步从单纯的静态指标发展为能动态监测、精准分层的智能临床决策支撑指标，能够更精准地反映病情变化，增加对脓毒性休克患者预后的预测效能与治疗的指导价值。

**利益冲突：**所有作者均声明不存在利益冲突

**作者贡献声明：**肖鸿：论文选题、撰写和修改；缪仲祎：论文校对和修改；寇春焕、刘莉：参考文献收集及查重；刘东：指导修改。

### 【参考文献】

- [1] SINGER M, DEUTSCHMAN CS, SEYMOUR CW, et al. The third international consensus definitions for sepsis and septic shock (sepsis-3)[J]. *Jama*, 2016, 315(8): 801.
- [2] CECCONI M, EVANS L, LEVY M, et al. Sepsis and septic shock[J]. *Lancet*, 2018, 392(10141): 75-87.
- [3] RUDD KE, JOHNSON SC, AGESA KM, et al. Global, regional, and national sepsis incidence and mortality, 1990–2017: Analysis for the global burden of disease study[J]. *The Lancet*, 2020, 395(10219): 200-211.
- [4] ANNANE D, AEGERTER P, JARS-GUINCESTRE MC, et al. Current epidemiology of septic shock: The CUB-réa network[J]. *Am J Respir Crit Care Med*, 2003, 168(2): 165-172.
- [5] DE BACKER D, CECCONI M, LIPMAN J, et al. Challenges in the management of septic shock: A narrative review[J]. *Intensive Care Med*, 2019, 45(4): 420-433.
- [6] VINCENT JL. Current sepsis therapeutics[J]. *eBioMedicine*, 2022, 86: 104318.
- [7] EVANS L, RHODES A, ALHAZZANI W, et al. Surviving sepsis campaign: international guidelines for management of sepsis and septic shock 2021[J]. *Intensive Care Med*, 2021, 47(11): 1181-1247.
- [8] 赵光远, 王荃. 血管活性药物-正性肌力药物的受体分布特点与选择[J]. *中国小儿急救医学*. 2018, 25(3):161-164.
- [9] SHI R, HAMZA OUI O, DE VITA N, et al. Vasopressors in septic shock: Which, when, and how much?[J]. *Ann Transl Med*, 2020, 8(12): 794-794.

- [10] 侯舒雅, 李文雄, 黄立锋. 血管活性药物评分在脓毒症预后中的评价作用[J]. 中华重症医学电子杂志, 2025, 11(3): 288-293.
- [11] WERNOVSKY G, WYPIJ D, JONAS RA, et al. Postoperative course and hemodynamic profile after the arterial switch operation in neonates and infants. A comparison of low-flow cardiopulmonary bypass and circulatory arrest[J]. *Circulation*, 1995, 92(8): 2226-2235.
- [12] GAIES MG, GURNEY JG, YEN AH, et al. Vasoactive-inotropic score as a predictor of morbidity and mortality in infants after cardiopulmonary bypass[J]. *Pediatr Crit Care Med*, 2010, 11(2): 234-238.
- [13] FAVIA I, VITALE V, RICCI Z. The vasoactive-inotropic score and levosimendan: Time for LVIS?[J]. *J Cardiothorac Vasc Anesth*, 2013, 27(2): e15-16.
- [14] NGUYEN HV, HAVALAD V, APONTE-PATEL L, et al. Temporary biventricular pacing decreases the vasoactive-inotropic score after cardiac surgery: A substudy of a randomized clinical trial[J]. *J Thorac Cardiovasc Surg*, 2013, 146(2): 296-301.
- [15] LANDONI G, LOMIVOROTOV VV, ALVARO G, et al. Levosimendan for hemodynamic support after cardiac surgery[J]. *N Engl J Med*, 2017, 376(21): 2021-2031.
- [16] YAMAZAKI Y, OBA K, MATSUI Y, et al. Vasoactive-inotropic score as a predictor of morbidity and mortality in adults after cardiac surgery with cardiopulmonary bypass[J]. *J Anesth*, 2018, 32(2): 167-173.
- [17] C A, P S, M K, et al. Effects of restrictive fluid therapy on the time to resolution of hyperlactatemia in ICU patients with septic shock. A secondary post hoc analysis of the CLASSIC randomized trial[J]. *Intensive care medicine*, 2024, 50(5):678-686.
- [18] HAQUE A, SIDDIQUI NR, MUNIR O, et al. Association between vasoactive-inotropic score and mortality in pediatric septic shock[J]. *Indian Pediatr*, 2015, 52(4): 311-313.
- [19] 李鹏飞, 陈齐齐, 蒋文, 等. 不同时间的血管活性药物评分对脓毒性休克患者死亡风险的预测价值[J]. *中华急诊医学杂志*, 2021, 30(5): 582-587.
- [20] SONG J, CHO H, PARK DW, et al. Vasoactive-Inotropic Score as an Early Predictor of Mortality in Adult Patients with Sepsis[J]. *JCM*, 2021, 10(3): 495.
- [21] 王佳权, 姚莉, 赵晶晶. 血管活性药物评分联合 APACHE II 评分对血流感染后脓毒性休克患者预后的预测价值[J]. *临床医学进展*, 2024, 14(2): 3114-3121.
- [22] 汤丽, 张春英, 李君英, 等. 血管活性药物评分在危重症患者中应用的研究进展[J]. *中华危重病急救医学*, 2022, 34(11): 1213-1217.
- [23] 陈阳希, 郭蕾, 严好函, 等. 血管活性药物评分评估老年脓毒性休克患者预后的价值[J]. *中华老年多器官疾病杂志*, 2023, 22(8):578-583.
- [24] CHEN Y, JIANG H, WEI Y, et al. Blood pressure response index and clinical outcomes in patients with septic shock: A multicenter cohort study[J]. *eBioMedicine*, 2024, 106: 105257.
- [25] LI W, WANG Y, ABUDUAINI B, et al. Prognostic evaluation of the norepinephrine equivalent score and the vasoactive-inotropic score in patients with sepsis and septic shock: A retrospective cohort study[J]. *Front Cardiovasc Med*, 2024, 11:1415769.
- [26] KOTANI Y, DI GIOIA A, LANDONI G, et al. An updated “norepinephrine equivalent” score in intensive care as a marker of shock severity[J]. *Crit Care*, 2023, 27(1):29.
- [27] 李文哲, 王靖彦, 郑启航, 等. 去甲肾上腺素等效性评分对脓症患者 28 d 死亡风险的预测价值: 一项回顾性队列研究[J]. *中华危重病急救医学*, 2025, 37(4):331-336.
- [28] SINGER P, BLASER AR, BERGER MM, et al. ESPEN guideline on clinical nutrition in the

- intensive care unit[J]. *Clin Nutr*, 2019, 38(1): 48-79.
- [29] WISCHMEYER PE. Enteral nutrition can be given to patients on vasopressors[J]. *Crit Care Med*, 2020, 48(1): 122-125.
- [30] 曹梦, 赵晶晶, 王菁, 等. 血管活性药物评分在指导脓毒性休克患者实施肠内营养时机中的应用[J]. *临床医学进展*, 2023, 13(12): 19072.
- [31] HOLLENBERG SM, SINGER M. Pathophysiology of sepsis-induced cardiomyopathy[J]. *Nat Rev Cardiol*, 2021, 18(6): 424-434.
- [32] BALKRISHNA A, SINHA S, KUMAR A, et al. Sepsis-mediated renal dysfunction: Pathophysiology, biomarkers and role of phytoconstituents in its management[J]. *Biomed Pharmacother*, 2023, 165: 115183.
- [33] ZHAO CL, ZHAO MY, WANG H, et al. Early net ultrafiltration thresholds and mortality in critically ill patients with septic acute kidney injury receiving continuous renal replacement therapy[J]. *Ren Fail*, 2025, 47(1): 2511277.
- [34] 胡耀, 王粮山, 张帅, 等. 血管活性药物评分在危重症患者中临床应用现状[J]. *中国体外循环杂志*, 2023, 21(3): 189-192.