

VExUS评分在重症患者液体复苏中的应用价值

韩梦琳, 黄文祺*

重庆医科大学附属第二医院重症医学科, 重庆

收稿日期: 2025年12月1日; 录用日期: 2025年12月26日; 发布日期: 2026年1月6日

摘要

液体复苏是重症患者管理中的核心环节, 旨在维持足够的灌注压力并避免因静脉充血引发的器官损伤。当前, 重症医学领域面临着液体管理策略不明确、个体化不足的问题。静脉超负荷超声评分(Venous Excess Ultrasound, VExUS)作为一种量化静脉充血的新兴工具, 能够通过静脉超声评估液体耐受性, 为液体管理提供重要依据。该文章总结了VExUS评分的技术原理, 结合最新研究成果, 探讨其在重症患者液体复苏中的应用前景, 为临床医师提供基于VExUS的液体管理策略参考, 从而优化重症患者的治疗效果, 提升临床决策的科学性和有效性。

关键词

VExUS评分, 液体复苏, 重症患者, 急性肾损伤, 静脉充血, 心肾综合征, 超声指导, 液体管理

The Role of VExUS Scoring in Guiding Fluid Management during Resuscitation of Critically Ill Patients

Menglin Han, Wenqi Huang*

Intensive Care Unit, The Second Affiliated Hospital of Chongqing Medical University, Chongqing

Received: December 1, 2025; accepted: December 26, 2025; published: January 6, 2026

Abstract

Fluid resuscitation is a cornerstone in the management of critically ill patients, aimed at maintaining adequate perfusion pressure while avoiding organ injury induced by venous congestion. Currently, the field of critical care faces challenges in fluid management strategy, including a lack of clarity and

*通讯作者。

文章引用: 韩梦琳, 黄文祺. VExUS 评分在重症患者液体复苏中的应用价值[J]. 临床医学进展, 2026, 16(1): 316-325.
DOI: 10.12677/acm.2026.161046

insufficient personalization. The Venous Excess Ultrasound (VExUS) score is an emerging tool for quantifying venous congestion, capable of assessing fluid tolerance through venous Doppler ultrasonography, thereby providing critical guidance for fluid management. This article summarizes the technical principles of the VExUS score and, by integrating the latest research findings, explores its application prospects in fluid resuscitation for critically ill patients. It aims to provide clinicians with a VExUS-based reference for fluid management strategies, ultimately optimizing therapeutic outcomes and enhancing the scientific rigor and clinical effectiveness of decision-making.

Keywords

VExUS Score, Fluid Resuscitation, Critically Ill Patients, Acute Kidney Injury, Venous Congestion, Cardiorenal Syndrome, Ultrasound-Guided, Fluid Management

Copyright © 2026 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

在重症医学领域,液体复苏影响重症患者预后,液体治疗必须兼顾组织灌注与避免液体过负荷的双重目标。传统的液体管理和血流动力学评估方法侧重于容量状态和容量反应性。事实上,即使存在容量反应性的患者在一些情况下,液体也可能是有害的,Kattan E 等[1]提出了容量耐受性(fluid tolerance)的概念,指在不引起器官功能障碍的前提下可耐受的液体上限。因此,接受液体复苏的患者应在液体过负荷出现前,通过持续、多模态、全面的监测识别不耐受征象,而 VExUS 评分作为一种新兴的床旁超声技术,为此提供了一种新的视角。

VExUS 评分通过评估腹部静脉的血流模式来量化静脉充血的程度,能够动态反映患者的液体状态,帮助临床医生判断患者是否适合进一步的液体复苏。这种动态监测方法不仅可以提高液体管理的安全性,还可以避免由于过度液体复苏而导致的静脉充血或其他并发症[2]。现有研究表明,高 VExUS 评分与患者的再入院率、死亡率及肾功能不全的发生风险增加有关[3] [4]。

本文旨在通过梳理现有文献,探讨 VExUS 评分在不同类型重症患者中的适用性及其在液体管理中的具体应用场景,从而提高液体复苏的有效性,并为重症患者的整体管理提供更为科学的依据。

2. 主体

2.1. VExUS 评分的组成与评分标准

VExUS 评分是由 Beaubien-Souligny W 等在心脏手术病人中开发的一种评估静脉充血的超声分级系统[5],可用于重症患者的液体管理;通过整合下腔静脉直径及肝静脉、门静脉、肾实质静脉的血流频谱,实现对静脉淤血的半定量分级。Turk 等系统阐述了 VExUS 的标准化图像采集与解读流程,指出该评分不仅有助于床旁识别静脉充血,还能通过动态监测指导液体管理,进而降低急性肾损伤的发生风险。同时强调了 VExUS 在肝硬化、终末期肾病等特殊人群中的应用仍需谨慎[6]。

在评分标准方面,VExUS 将静脉充血的程度分为从 0 到 3 的等级:0 级表示无充血,1 级表示轻度充血,2 级表示中度充血,3 级表示重度充血,评估方法见图 1 [5]。通过这种分级评估,临床医生可以更清楚地了解患者的静脉充血状态,从而有针对性地调整液体复苏策略。

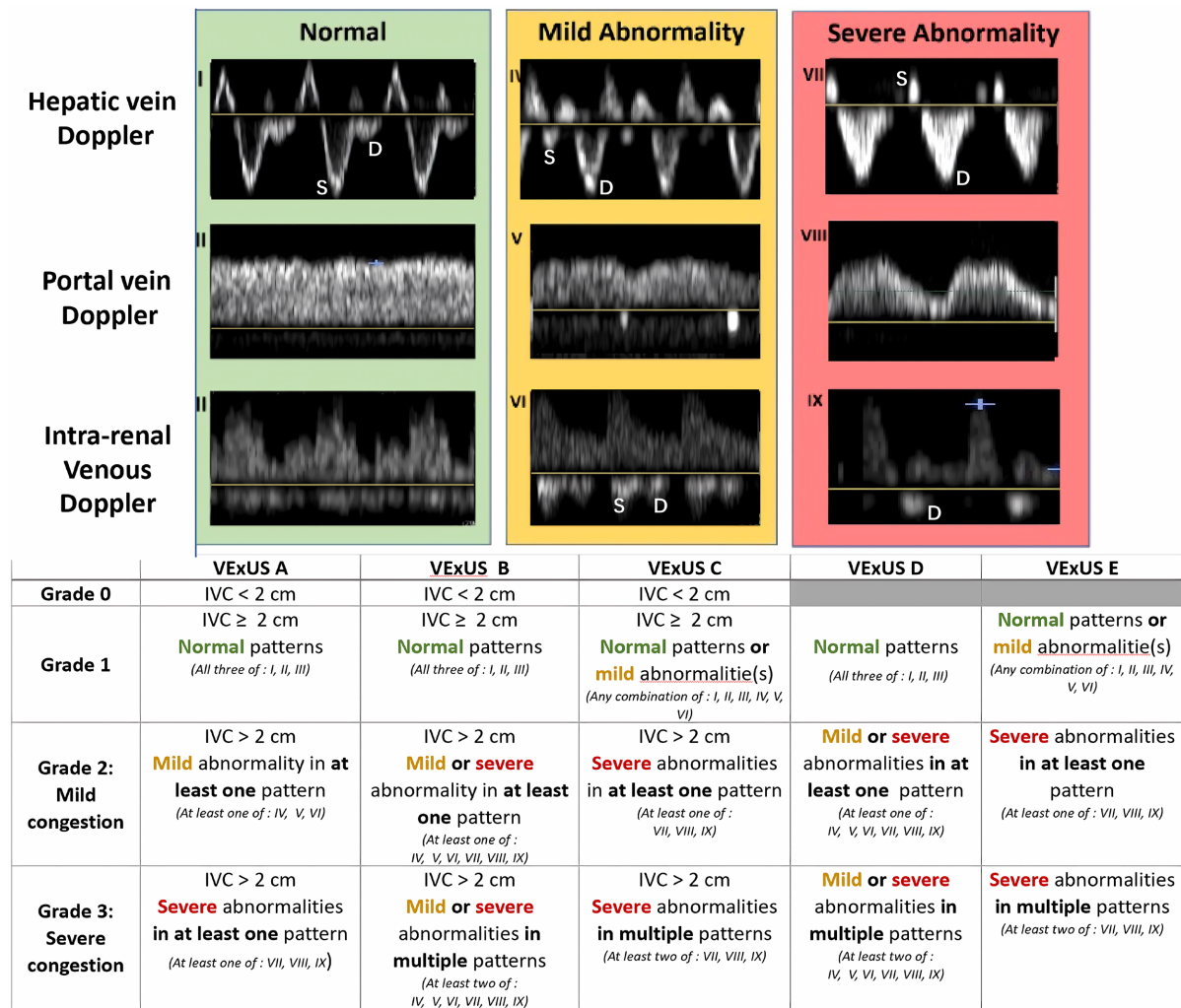


Figure 1. VExUS score grading
图 1. VExUS 评分方法

2.2. VExUS 与其他血流动力学监测工具对比

VExUS 评分作为新兴的无创血流动力学监测工具，在评估静脉淤血和指导治疗方面具有独特优势，但需结合患者具体情况和临床背景综合判断；其他传统工具各有优缺点，需根据患者病情和监测需求选择合适的方法，主要对比见表 1。未来研究需进一步验证 VExUS 评分在不同患者群体中的应用价值，并探索多模态监测技术的整合应用。

Table 1. Comparison of hemodynamic monitoring tools
表 1. 血流动力学监测工具综合对比

监测工具	优点	缺点	适用范围
VExUS 评分	无创、床旁操作、可重复动态监测	依赖操作者经验，图像质量受患者因素影响	右心衰竭、容量管理、ICU 患者床旁快速评估
右心导管检查(RHC)	直接测量右房压，准确性高，金标准	有创操作，操作要求高、并发症风险高，可及性差	危重患者、复杂且精确血流动力学监测

续表

中心静脉压(CVP)监测	操作简单、可连续监测	受呼吸、体位影响大,与容量状态相关性弱	辅助指导液体复苏、评估右心功能
肺动脉楔压(PAWP)监测	间接反映左心前负荷,对左心衰竭诊断价值高	有创操作,风险较高,评估右心功能价值有限	急性左心衰竭、肺水肿评估
超声心动图	无创、可评估心脏结构和功能,对心血管疾病诊断价值高	依赖设备与操作者,检查时间长、无法连续监测	心功能评估,心脏疾病筛查、诊断和治疗监测

2.3. VExUS 检查超声参数的设定

在评估下腔静脉(IVC)、肝静脉(HV)和门静脉(PV)时,常采用腹部或快速评估超声(Focused Abdominal Sonography for Trauma, FAST)设置进行扫描。如采用心脏设置需要将多普勒标度调整至约 40 cm/s,并在图像采集过程中进一步调整。对于肾内静脉多普勒评估,建议选择腹部或 FAST 设置,并将多普勒标度设置在 20 cm/s 以下。为优化肾脏血管的可视化,可能需要增加彩色增益。VExUS 的多普勒扫描速度应设置为 50 或 66.7 mm/s,以便进行最佳波形评估[7]。

2.4. VExUS 评分在液体耐受性评估中的作用

静脉充血会增加心脏充盈压力,尤其是在重症患者中,液体负荷过多会导致器官功能下降和不良预后,因此准确评估静脉充血情况显得尤为重要。研究表明,VExUS 评分的升高与液体超负荷的发生具有显著相关性,尤其是在需要长期维持液体治疗的患者中[8]。在 Bhardwaj V 等的研究中,下腔静脉、肝静脉和门静脉的联合分级能可靠地显示静脉充血,并有助于临床决定是否进行液体清除,在 VExUS 评分 II/III 级患者中应该采取利尿的措施,再结合心脏超声决定是否联合正性肌力药物[9]。因此,VExUS 评分的系统化应用有助于帮助医生理解液体耐受性指标,实现个体化的液体管理策略,降低由于液体管理不当引起的并发症风险。

2.5. VExUS 评分在液体管理中的作用

VExUS 评分的关键在于其能够定量评估血流的异常情况,包括静脉直径的变化、波形的异常以及血流速度的变化等参数,更准确地评估患者的液体状态。在液体复苏过程中,通过对患者在复苏前后的 VExUS 评分进行动态比较,可以更清晰地了解液体治疗的实际效果,及时发现潜在的液体过负荷情况。研究发现,即使累积正平衡很少也可能发生静脉淤血,VExUS 评分升高与心肌泵功能障碍、男性和肺动脉高压有关,但是水肿临床症状与静脉充血的相关性较差,VExUS 评分的降低通常预示着液体负荷的改善[10]。

此外,动态监测 VExUS 评分还可以帮助调整液体输入与排出策略,借此实时评估患者的液体状态并灵活调整液体治疗方案,以实现最佳的液体平衡。Guinot PG 等在研究中根据心功能及 VExUS 评分将 ICU 静脉充血的患者分为单纯容量性充血(心功能正常、液体正平衡伴门静脉搏动指数升高)、血流动力学性充血(心功能有一定下降,液体正平衡,下腔静脉扩张但肝静脉、门静脉和肾静脉频谱无改变)和系统性充血(心功能严重障碍,液体负荷低,VExUS 评分升高)三个亚型,结果显示单纯容量性充血亚型患者的死亡率和急性肾损伤(AKI)的发生率最高,一方面说明液体过负荷比心功能不全危害更大,另一方面提示运用 VExUS 评分指导液体复苏策略,不仅能够减少液体过负荷的概率,还能显著改善患者的预后[11]。VExUS 评分结合对心室功能、瓣膜情况以及心输出量和肺血管阻力等血流动力学参数的评估,可以帮助个体化定制缓解静脉充血的措施[12]。一项在进行透析治疗的终末期肾病病人的前瞻性研究中发现,接受大容量

的液体清除以后, VExUS 评分平均下降 0.82 ($p < 0.001$), 肺部 B 线的评分下降 0.8 ($p = 0.001$) 表明 VExUS 在评估血管内容量状态动态变化方面的优势[13]。

VExUS 评分为液体管理引入了评估“容量耐受性”的全新维度, 其核心价值在于预警器官水平的静脉淤血风险, 而非直接测量容量。临床应用的关键在于将其与临床评估及心脏超声(特别是右心功能评估)整合解读, 以区分淤血源于容量过负荷还是心功能不全, 从而精准指导治疗方向——是侧重利尿还是优化心功能。当前最大局限在于缺乏基于该评分指导治疗能改善患者终点的前瞻性干预研究证据, 且在房颤、肝硬化等复杂病理状态下解读标准尚未统一, 操作者也需专门培训以保证准确性。

2.6. VExUS 评分在肾损伤管理中的应用

肾脏特别容易受到静脉充血的影响, 导致间质压力迅速上升, 灌注梯度成比例下降。肾功能受损又会进一步加重静脉充血, VExUS 评分有助于肾损伤患者的管理。近期的一项系统评价结果表明 VExUS 评分可能与危重患者 AKI 发病率的升高有关, 在接受心脏手术的患者亚组中观察到更明显的影响而 VExUS 评分与全因死亡率之间没有显著的相关性[14]。而急性冠状动脉综合征(ACS)患者 VExUS 评分 ≥ 1 与 AKI 的发生存在显著相关性, 研究表明随着 VExUS 评分的升高, 患者发生 AKI 的比例也显著增加[15]。一项在 AKI 患者中进行的前瞻性实验表明, 在重症监护和手术后的患者管理中, VExUS 评分越高, 使用利尿剂的剂量越大, 利尿以后 48 小时 VExUS 评分显著降低的患者 28 天内无肾脏替代治疗的天数更多, 从而表明 VExUS 能够有效指导液体平衡和治疗策略的制定[16]。

监测静脉充血的程度对预测 AKI 的发生具有重要意义。但是 AKI 的病因很多[17], VExUS 评分对于血流动力学紊乱所致的肾损伤更有预测价值。Aslaner MA 等研究纳入了 150 名急性肾损伤患者。VExUS 评分对心肾综合征 AKI 具有良好的诊断准确性, 对低血容量 AKI 具有较好准确性, 但不能识别肾性和全身血管扩张亚型。因此, 不应单独使用它来确定急诊患者 AKI 的原因[18]。单纯进行 VExUS 评分对重症患者 AKI 和 28 天死亡率的预测能力有限[19], 同时还需要综合评估心输出量、肾脏动脉灌注、静脉回流、微循环状态, 综合评估来进行液体管理。

心肾综合征(cardiorenal syndrome, CRS)是心脏与肾脏功能双向影响的病理状态, 右心衰竭导致中心静脉压升高、静脉淤血, 直接减少肾脏灌注, 导致肾小管缺血和肾功能恶化, 静脉淤血会进一步加重肾脏的水肿和功能障碍。而肝静脉和肾静脉的血流异常也是心肾综合征的典型表现, 心功能不全使得血液无法有效地从静脉系统流回心脏, 导致肝静脉的压力增加, 进而影响到肾静脉的血流。这种双向血流的异常不仅会加重肾脏的负担, 还可能导致肝脏功能的下降, 从而加大了患者的整体病理负担[20]。过度脱水是心肾综合征患者常见的管理挑战之一, 而 VExUS 评分提供了一种动态监测静脉充盈状态的手段, 用于指导超滤使得医生能够在治疗过程中及时调整液体管理策略, 最大限度地精准调控液体[21]。若存在高 VExUS 评分($\geq 2 \sim 3$ 分), 尤其合并肾静脉舒张期血流断续或缺失, 强烈提示淤血性肾损伤, 管理重点应从单纯补液转向优化容量状态(如利尿)或治疗右心功能不全。心肾综合征患者在接受利尿治疗后, VExUS 评分显著下降, 这与患者肾功能的改善密切相关。研究显示, VExUS 评分的改善往往伴随着体液平衡的改善和肾功能的恢复, 提示临床医生在监测心肾综合征患者的治疗反应时, 应重视 VExUS 评分的变化。VExUS 评分不仅为临床医生提供了量化静脉充盈状态的工具, 也为未来心肾综合征的研究提供了新的方向[22], 其当前主要局限在于: 目前多数研究均为观察性, 尚无法证实基于 VExUS 指导的干预能直接改善肾脏预后; 且在慢性肾病、肾动脉狭窄等固有肾病中存在假阳性可能, 需结合临床谨慎解读。

2.7. VExUS 评分在脓毒症管理中的应用

脓毒症是一种由感染引起的严重器官功能障碍, 血流动力学不稳定是脓毒症患者常见的表现, 其液

体需求在病情发展过程中会出现动态变化,使得医生在进行液体复苏时面临挑战。研究表明,液体过量可能导致器官功能障碍和死亡风险增加,超声作为血管外液体的信号评估肺充血, VExUS 分级系统评估患者液体状态和器官充血状态。单纯依赖静脉压的传统的监测方法往往未能充分评估静脉充血的风险,且对于患者的真实液体状态缺乏敏感性和特异性,基于对血管内容量状态、动态血流动力学变量和液体耐受性的仔细评估的个性化液体复苏似乎是一种安全的方法[23]。葡萄牙针对入住 ICU 的脓毒症患者进行一项单中心、观察性、前瞻性研究表明, VExUS 评分联合肺部超声评分可以更早期识别到液体过负荷,以帮助临床医生决定是进行液体复苏还是暂停[24]。

此外,脓毒症患者的液体复苏常受到基础疾病和并发症的影响,例如心脏病患者在液体复苏时更易出现心功能不全的风险,这进一步增加了液体管理的复杂性[25]。有研究表明,脓毒症患者在接受液体复苏后虽初步改善,但最终仍有约三分之一的患者对液体没有反应,出现了副作用,如液体外渗、静脉回流减少和组织灌注受损[26],过度的液体复苏会升高心脏充盈压,左房高压导致肺充血和水肿,可能发展为肺动脉高压,最后导致左心室功能障碍和心输出量减少[27]。同样,右房压升高导致静脉回流减少,液体外渗到组织间隙,毛细血管血流和淋巴引流阻力增加[28], VExUS 评分在评估静脉回流方面展现出了很高的价值,和超声造影、皮肤血流监测工具一起成为脓毒症患者液体复苏发展方向[29]。随着对 VExUS 评分的研究深入,越来越多的临床实践开始重视其在脓毒症患者管理中的应用。

随着对 VExUS 评分的研究深入,越来越多的临床实践开始重视其在脓毒症患者管理中的应用。这一变化不仅反映了临床医生对液体管理复杂性认识的深化,也体现了在液体复苏过程中个体化治疗的重要性。未来的研究应继续探索 VExUS 评分在不同脓毒症亚型中的适用性,以及其在液体管理策略中的具体实施方法,以期能为脓毒症患者提供更为精准的治疗方案[30]。通过不断优化液体复苏策略,临床医师能够更好地应对脓毒症带来的挑战,提高患者的生存率和生活质量。

2.8. VExUS 评分与右心功能及肺动脉高压的影响

在重症患者中,右心衰竭(RHF)常常导致系统性静脉压升高,进而影响肝静脉的血流动力学特征。肝静脉多普勒波形异常已被视为右心功能不全的超声标志,正常情况下,肝静脉的血流呈现三相波形,而在右心衰竭患者中,可能会出现二相或单相波形,这表明肝静脉的血流动力学受到影响,提示肝脏的静脉淤血情况[31]。研究显示,肝静脉波形的改变与右心功能的恶化密切相关,尤其是右心室的大小、三尖瓣反流的严重程度以及右心房功能受损等指标均与肝静脉波形的异常表现相关联[3]。在 Longino A 等的研究中,通过对接受右心导管检查患者进行 VExUS 评分发现, VExUS 评分 2 级、3 级与右房压、肺动脉压和肺毛细血管楔压都有很好的相关性,在预测右房压 $> 10 \text{ mmHg}$ 的效能方面, VExUS 评分的曲线下面积高达 0.9,预测右房压 $< 7 \text{ mmHg}$ 的效能, VExUS 评分的曲线下面积 0.7,均优于下腔静脉直径和塌陷率[32]。

在肺动脉高压(PH)患者中,静脉充血的表现尤为复杂, VExUS 评分可以有效评估由肺动脉高压引起的静脉回流异常,还可以针对肺动脉高压患者的特殊需求,制定个性化的治疗方案。在一项针对肺动脉高压患者的研究中, VExUS 评分被发现与右房压呈显著相关,相关系数在 0.7,且能够有效预测右房压升高(超过 10 mmHg)的风险,这为评估肺动脉高压患者的静脉充血程度提供了一个可靠的非侵入性指标[33]。另一项没有区分疾病的前瞻性观察研究中,也得到了同样的结果,其相关系数为 0.68, VExUS 评分 3 级预测右房压超过 12 mmHg 的敏感性为 1,特异性为 0.85 [34]。当肾脏超声图像难以获取时,不含肾静脉的改良 VExUS 评分的预测右房压升高的效能与传统的 VExUS 评分相似[35]。

综合利用心脏超声和 VExUS 评分,可以显著提高对右心功能和肺动脉高压患者的诊断准确性。心脏超声能够提供关于心脏结构和功能的详细信息,如右心室的大小、功能以及心脏的整体动力学状态,而

VExUS 则专注于评估静脉系统的充血情况。通过结合这两种评估方法, 临床医生可以从全局上更加全面地理解患者的病理生理状态, 从而做出更加精准的治疗决策[36]。在心衰患者中, VExUS 评分可以成为指导出院、出院后随访或需要强化利尿治疗以防止再入院的有价值的工具[37]。在右心功能不全及肺动脉高压管理中, VExUS 评分的核心价值在于无创评估静脉淤血这一关键病理生理结局, 它能直观反映右心系统压力传导至静脉循环所导致的器官水平损伤(如肝肾淤血), 评分高低与右房压、疾病严重程度相关, 可用于动态监测利尿或靶向药物治疗后淤血的缓解情况。然而, 其主要局限在于它反映的是结果而非单一病因: 一个高 VExUS 评分无法区分是肺动脉高压、三尖瓣反流还是右心心肌本身病变所致。因此, 它必须与经胸超声直接评估右心室大小、功能及肺动脉压紧密结合, 才能实现从“发现淤血”到“精准治因”的完整决策闭环。这种多模态的评估策略为提高重症患者的管理质量提供了新的思路, 强调了在复杂临床情境下综合评估的重要性。

2.9. VExUS 评分的局限性

尽管 VExUS 评分为静脉淤血的评估提供了宝贵的量化工具, 但其临床应用仍存在多方面的局限性与潜在陷阱, 必须在实践中审慎对待。VExUS 评分要求高质量的超声图像及操作者的熟练度, 波形的异常与患者的生理状态之间的关系复杂, 技术上的微小差异和操作经验都会影响最终的评估结果, 而在肥胖、肠气干扰或术后敷料遮挡的患者中, 获取高质量的多普勒信号也颇具挑战性。因此, 在进行 VExUS 评分时, 需要确保操作者对超声技术的熟悉程度, 通过额外指导可提高评分者间可靠性, 有助于对 VExUS 评分结果进行解读[38]。门静脉搏动可见于高动力循环的瘦削青年人群, 严重肝硬化患者肝实质纤维化或脂肪变性可能导致肝静脉波形异常, 但当前 VExUS 评分在严重肝硬化人群中的应用尚未系统研究, 在获得更多证据前, 该群体的结果解读需格外谨慎[8]。此外, 多种常见伪像会严重影响判读准确性: 机械通气患者可能因正压通气人为降低下腔静脉塌陷度而误判为静脉淤血; 患者呼吸运动可能导致频谱基线漂移; 而心律失常(特别是房颤)会引致静脉血流周期长度和形态的显著变异, 使得标准化的 VExUS 评分难以应用甚至失效, 通过引入心电图示踪可能部分提高相关多普勒超声结果的可靠性[38]; 较高的中心静脉压本身也可能导致肾动脉频谱出现舒张期反向等伪像, 需与真正的肾静脉狭窄相鉴别。因此, 操作者必须认识到 VExUS 并非一个绝对的诊断工具, 其结果的解读必须紧密结合患者的临床背景、心脏功能及其他血流动力学参数综合判断, 避免依赖单一评分作出决策。

2.10. VExUS 评分未来研究方向与临床推广

随着 VExUS 评分在临床上的逐步应用, 提升 VExUS 评分的一致性与简便性已成下一步研究重点。现有的评分方法在不同操作者之间可能存在一定的差异, 影响可靠性。因此, 需要制定相应的技术标准来提升 VExUS 评分的一致性。此外, 结合新的超声成像技术, 如动态成像和自动化分析, 可能进一步提升评分的准确性和操作简便性。通过这种方式, VExUS 评分的临床应用将更加广泛, 并能够为液体管理提供更为可靠的依据[13]。

未来研究应侧重评估 VExUS 评分在不同重症患者群体中的应用效果, 此外, 还应关注 VExUS 评分如何影响临床决策和患者预后, 着重于建立完善的教育培训体系。

3. 结论

随着重症医学的发展, 液体管理在临床治疗中扮演着越来越重要的角色。VExUS 评分作为一种新兴的床边超声技术, 在量化重症患者静脉充血程度方面展现出巨大潜力, 为液体复苏、预测急性肾损伤、指导心肾综合征及脓毒症患者的液体管理提供科学依据。然而, 虽然现有研究已初步显示了 VExUS 评分

的临床价值,但仍需更大规模的临床试验来验证其跨病种适用性与有效性,以确立最佳应用策略并推动技术的标准化。同时,未来还应探索 VExUS 与生物标志物、传统临床评估的整合,形成多维度监测方案,进一步优化重症患者的液体管理。

VExUS 是重症超声和血流动力学评估领域一个有价值的创新,但它并非一个简单的“答案生成器”。其最大价值在于促使临床医生从器官淤血的视角审视患者,并强制进行更全面的心脏功能整合评估。未来的研究必须聚焦于干预性试验,并致力于解决复杂患者群体的应用难题,才能最终确立其在改善患者预后方面的确切地位。

总之,VExUS 评分在液体复苏中的应用前景广阔,正日益成为重症医学领域的重要工具,但只有依靠持续研究及技术推广,才能充分释放潜力,为改善重症患者的治疗效果和预后带来新的突破。

参考文献

- [1] Kattan, E., Castro, R., Miralles-Aguiar, F., Hernández, G. and Rola, P. (2022) The Emerging Concept of Fluid Tolerance: A Position Paper. *Journal of Critical Care*, **71**, Article ID: 154070. <https://doi.org/10.1016/j.jcrc.2022.154070>
- [2] Trigkidis, K.K., Siempos, I.I., Kotanidou, A., Zakynthinos, S., Routsis, C. and Kokkoris, S. (2024) Early Trajectory of Venous Excess Ultrasound Score Is Associated with Clinical Outcomes of General ICU Patients. *Shock*, **61**, 400-405. <https://doi.org/10.1097/shk.0000000000002321>
- [3] Anastasiou, V., Peteinidou, E., Moysidis, D.V., Daios, S., Gogos, C., Liatsos, A.C., et al. (2024) Multiorgan Congestion Assessment by Venous Excess Ultrasound Score in Acute Heart Failure. *Journal of the American Society of Echocardiography*, **37**, 923-933. <https://doi.org/10.1016/j.echo.2024.05.011>
- [4] Aslaner, M.A., Helvacı, Ö. and Haycock, K. (2024) The Vexus Score and Mortality in Patients with Acute Kidney Injury: Findings from a Multidisciplinary Prospective Study. *Medical Ultrasonography*, **26**, 356-361. <https://doi.org/10.11152/mu-4418>
- [5] Beaubien-Souligny, W., Rola, P., Haycock, K., Bouchard, J., Lamarche, Y., Spiegel, R., et al. (2020) Quantifying Systemic Congestion with Point-of-Care Ultrasound: Development of the Venous Excess Ultrasound Grading System. *The Ultrasound Journal*, **12**, Article No. 16. <https://doi.org/10.1186/s13089-020-00163-w>
- [6] Turk, M., Koratala, A., Robertson, T., Kalagara, H.K.P. and Bronshteyn, Y.S. (2025) Demystifying Venous Excess Ultrasound (VExUS): Image Acquisition and Interpretation. *Journal of Visualized Experiments*, No. 219, e68107. <https://doi.org/10.3791/68107>
- [7] Koratala, A., Romero-González, G., Soliman-Aboumarie, H. and Kazory, A. (2024) Unlocking the Potential of VExUS in Assessing Venous Congestion: The Art of Doing It Right. *Cardiorenal Medicine*, **14**, 350-374. <https://doi.org/10.1159/000539469>
- [8] Rola, P., Haycock, K., Spiegel, R., Beaubien-Souligny, W. and Denault, A. (2024) VExUS: Common Misconceptions, Clinical Use and Future Directions. *The Ultrasound Journal*, **16**, Article No. 49. <https://doi.org/10.1186/s13089-024-00395-0>
- [9] Bhardwaj, V., Vikneswaran, G., Rola, P., Raju, S., Bhat, R.S., Jayakumar, A., et al. (2020) Combination of Inferior Vena Cava Diameter, Hepatic Venous Flow, and Portal Vein Pulsatility Index: Venous Excess Ultrasound Score (VEXUS Score) in Predicting Acute Kidney Injury in Patients with Cardiorenal Syndrome: A Prospective Cohort Study. *Indian Journal of Critical Care Medicine*, **24**, 783-789. <https://doi.org/10.5005/jp-journals-10071-23570>
- [10] Espinosa-Almanza, C.J., Ruiz-Ávila, H.A., Gomez-Tobar, J.E. and Acosta-Gutiérrez, E. (2025) Relationship between Cumulative Fluid Balance and the Degree of Venous Congestion According to VExUS Score in Critically Ill Patients in a General Intensive Care Unit. *Journal of Ultrasound in Medicine*, **44**, 1545-1554. <https://doi.org/10.1002/jum.16709>
- [11] Guinot, P., Longrois, D., Andrei, S., Nguyen, M. and Bouhemad, B. (2024) Exploring Congestion Endotypes and Their Distinct Clinical Outcomes among ICU Patients: A Post-Hoc Analysis. *Anaesthesia Critical Care & Pain Medicine*, **43**, Article ID: 101370. <https://doi.org/10.1016/j.accpm.2024.101370>
- [12] Argaziz, E.R., Romero-Gonzalez, G., Rola, P., Spiegel, R., Haycock, K.H. and Koratala, A. (2023) Bedside Ultrasound in the Management of Cardiorenal Syndromes: An Updated Review. *Cardiorenal Medicine*, **13**, 372-384. <https://doi.org/10.1159/000534976>
- [13] Leyba, K., Longino, A., Ormesher, R., et al. (2024) Venous Excess Ultrasonography (VExUS) Captures Dynamic Changes in Volume Status Surrounding Hemodialysis: A Multicenter Prospective Observational Study.
- [14] Melo, R.H., Gioli-Pereira, L., Melo, E. and Rola, P. (2025) Venous Excess Ultrasound Score Association with Acute Kidney Injury in Critically Ill Patients: A Systematic Review and Meta-Analysis of Observational Studies. *The Ultrasound Journal*,

- 17, Article No. 16. <https://doi.org/10.1186/s13089-025-00413-9>
- [15] Viana-Rojas, J.A., Argai, E., Robles-Ledesma, M., Arias-Mendoza, A., Nájera-Rojas, N.A., Alonso-Bringas, A.P., *et al.* (2023) Venous Excess Ultrasound Score and Acute Kidney Injury in Patients with Acute Coronary Syndrome. *European Heart Journal: Acute Cardiovascular Care*, **12**, 413-419. <https://doi.org/10.1093/ehjacc/zuad048>
 - [16] Rihl, M.F., Pellegrini, J.A.S. and Boniatti, M.M. (2023) Vexus Score in the Management of Patients with Acute Kidney Injury in the Intensive Care Unit: Akivex Study. *Journal of Ultrasound in Medicine*, **42**, 2547-2556. <https://doi.org/10.1002/jum.16288>
 - [17] Ostermann, M., Lumlertgul, N., Jeong, R., See, E., Joannidis, M. and James, M. (2025) Acute Kidney Injury. *The Lancet*, **405**, 241-256. [https://doi.org/10.1016/s0140-6736\(24\)02385-7](https://doi.org/10.1016/s0140-6736(24)02385-7)
 - [18] Aslaner, M.A., Helvacı, Ö., Haycock, K., Kılıçaslan, İ., Yaşar, E., Cerit, M.N., *et al.* (2024) Diagnostic Accuracy of Venous System Ultrasound for Subtypes of Acute Kidney Injury. *Emergency Medicine Journal*, **41**, 304-310. <https://doi.org/10.1136/emmermed-2023-213241>
 - [19] Andrei, S., Bahr, P., Nguyen, M., Bouhemad, B. and Guinot, P. (2023) Prevalence of Systemic Venous Congestion Assessed by Venous Excess Ultrasound Grading System (VExUS) and Association with Acute Kidney Injury in a General ICU Cohort: A Prospective Multicentric Study. *Critical Care*, **27**, Article No. 224. <https://doi.org/10.1186/s13054-023-04524-4>
 - [20] Jury, D. and Shaw, A.D. (2021) Utility of Bedside Ultrasound Derived Hepatic and Renal Parenchymal Flow Patterns to Guide Management of Acute Kidney Injury. *Current Opinion in Critical Care*, **27**, 587-592. <https://doi.org/10.1097/mcc.0000000000000899>
 - [21] Villegas-Gutiérrez, L.Y., Núñez, J., Kashani, K. and Chávez-Iñiguez, J.S. (2024) Kidney Replacement Therapies and Ultrafiltration in Cardiorenal Syndrome. *Cardiorenal Medicine*, **14**, 320-333. <https://doi.org/10.1159/000539547>
 - [22] Stefanou, E., Tountas, C., Ioannidis, E. and Kole, C. (2024) Biomarkers in Cardiorenal Syndrome, a Potential Use in Precision Medicine. *Journal of Nephrology*, **37**, 2127-2138. <https://doi.org/10.1007/s40620-024-02047-x>
 - [23] Nasa, P., Wise, R. and Malbrain, M.L.N.G. (2024) Fluid Management in the Septic Peri-Operative Patient. *Current Opinion in Critical Care*, **30**, 664-671. <https://doi.org/10.1097/mcc.0000000000001201>
 - [24] Romano, M., Viana, E., Martins, J.D. and Corga da Silva, R. (2023) Evaluation of Congestion Levels in Septic Patients Admitted to Critical Care Units with a Combined Venous Excess-Lung Ultrasound Score (VExLUS)—A Research Protocol. *POCUS Journal*, **8**, 93-98. <https://doi.org/10.24908/pocus.v8i1.16188>
 - [25] Ladzinski, A.T., Thind, G.S. and Siuba, M.T. (2021) Rational Fluid Resuscitation in Sepsis for the Hospitalist: A Narrative Review. *Mayo Clinic Proceedings*, **96**, 2464-2473. <https://doi.org/10.1016/j.mayocp.2021.05.020>
 - [26] Leisman, D.E., Doerfler, M.E., Schneider, S.M., Masick, K.D., D'Amore, J.A. and D'Angelo, J.K. (2018) Predictors, Prevalence, and Outcomes of Early Crystalloid Responsiveness among Initially Hypotensive Patients with Sepsis and Septic Shock. *Critical Care Medicine*, **46**, 189-198. <https://doi.org/10.1097/ccm.0000000000002834>
 - [27] Sadaka, F., Juarez, M., Naydenov, S. and O'Brien, J. (2013) Fluid Resuscitation in Septic Shock: The Effect of Increasing Fluid Balance on Mortality. *Journal of Intensive Care Medicine*, **29**, 213-217. <https://doi.org/10.1177/0885066613478899>
 - [28] Bissell, B.D. and Mefford, B. (2019) Pathophysiology of Volume Administration in Septic Shock and the Role of the Clinical Pharmacist. *Annals of Pharmacotherapy*, **54**, 388-396. <https://doi.org/10.1177/1060028019887160>
 - [29] Moschopoulos, C.D., Dimopoulou, D., Dimopoulou, A., Dimopoulou, K., Protopapas, K., Zavras, N., *et al.* (2023) New Insights into the Fluid Management in Patients with Septic Shock. *Medicina*, **59**, Article No. 1047. <https://doi.org/10.3390/medicina59061047>
 - [30] Richardson, L., Bagunu, K., Doughty, K., Concilio, L., Jaime, S., Westcott, A., *et al.* (2025) Exploring Alternate Targets for Respiratory Resuscitation in Patients with Sepsis and Septic Shock. *Critical Care Nursing Quarterly*, **48**, 93-99. <https://doi.org/10.1097/cnq.0000000000000547>
 - [31] Ohara, H., Yoshihisa, A., Ishibashi, S., Matsuda, M., Yamadera, Y., Sugawara, Y., *et al.* (2023) Hepatic Venous Stasis Index Reflects Hepatic Congestion and Predicts Adverse Outcomes in Patients with Heart Failure. *Journal of the American Heart Association*, **12**, e029857. <https://doi.org/10.1161/jaha.122.029857>
 - [32] Longino, A., Martin, K., Leyba, K., Siegel, G., Thai, T.N., Riscinti, M., *et al.* (2024) Prospective Evaluation of Venous Excess Ultrasound for Estimation of Venous Congestion. *Chest*, **165**, 590-600. <https://doi.org/10.1016/j.chest.2023.09.029>
 - [33] Alday-Ramírez, S.M., Gómez-Rodríguez, C.A., Damas-de-los-Santos, F., Zebadúa-Torres, R., Leal-Villarreal, M.A.J., Zayas, N., *et al.* (2025) Venous Excess Ultrasound and Right Heart Catheterization in Pre-Capillary Pulmonary Hypertension. *Journal of Ultrasound*, **28**, 685-689. <https://doi.org/10.1007/s40477-025-01050-7>
 - [34] Longino, A., Martin, K., Leyba, K., Siegel, G., Gill, E., Douglas, I.S., *et al.* (2023) Correlation between the VExUS

-
- Score and Right Atrial Pressure: A Pilot Prospective Observational Study. *Critical Care*, **27**, Article No. 205.
<https://doi.org/10.1186/s13054-023-04471-0>
- [35] Martin, K.C., Gill, E.A., Douglas, I.J. and Longino, A.A. (2025) Evaluation of a Modified Venous Excess Ultrasound (VExUS) Protocol for Estimation of Venous Congestion: A Cohort Study. *The Ultrasound Journal*, **17**, Article No. 7.
<https://doi.org/10.1186/s13089-025-00411-x>
- [36] O'Donnell, C., Sanchez, P.A., Celestin, B., McConnell, M.V. and Haddad, F. (2023) The Echocardiographic Evaluation of the Right Heart: Current and Future Advances. *Current Cardiology Reports*, **25**, 1883-1896.
<https://doi.org/10.1007/s11886-023-02001-6>
- [37] Antit, S., Romdhane, S., Mtiri, I. and Zakhama, L. (2025) The Role of Venous Excess Ultrasound Score in Optimizing Acute Heart Failure Diagnosis and Prognosis. *Journal of the Saudi Heart Association*, **37**, Article No. 10.
<https://doi.org/10.37616/2212-5043.1422>
- [38] Longino, A.A., Martin, K.C., Leyba, K.R., McCormack, L., Siegel, G., Sharma, V.M., *et al.* (2024) Reliability and Reproducibility of the Venous Excess Ultrasound (VExUS) Score, a Multi-Site Prospective Study: Validating a Novel Ultrasound Technique for Comprehensive Assessment of Venous Congestion. *Critical Care*, **28**, Article No. 197.
<https://doi.org/10.1186/s13054-024-04961-9>