

脓毒性休克患者 ICU 获得性衰弱的早期预防性康复护理构建与效果评估的 相关性研究

翁兰贞

金华市人民医院 浙江金华

【摘要】脓毒性休克作为重症监护室 (Intensive Care Unit, ICU) 患者常见的急危重症, 其引发的 ICU 获得性衰弱 (Intensive Care Unit-Acquired Weakness, ICU-AW) 已成为影响患者预后的关键因素。ICU-AW 以肌肉质量快速丢失、肌力下降为核心特征, 不仅延长机械通气时间与住院周期, 还显著降低患者远期生活质量。本综述系统梳理了脓毒性休克与 ICU-AW 的病理关联机制, 明确 ICU-AW 的流行病学特征与诊断评估体系, 重点阐述预防性康复护理策略 (早期运动干预、营养支持、多学科协作) 的临床应用价值, 并探讨先进康复设备、数字化监测技术在个性化康复方案中的整合应用。同时, 通过分析康复护理对患者功能恢复、衰弱发生率及生活质量的影响, 提出未来研究应聚焦新型康复模式探索、长期随访机制构建及潜在治疗靶点挖掘, 为临床实践提供循证依据与创新方向。

【关键词】脓毒性休克; 获得性衰弱; 个性化康复; 预防性康复护理; 治疗靶点

【收稿日期】2026 年 3 月 9 日

【出刊日期】2026 年 4 月 8 日

【DOI】10.12208/j.ijnr.20260209

A correlation study on the construction and efficacy evaluation of early preventive rehabilitation nursing for ICU-acquired weakness in patients with septic shock

Lanzhen Weng

Jinhua People's Hospital, Jinhua, Zhejiang

【Abstract】 Septic shock is a common acute and critical illness in intensive care unit (ICU) patients, and ICU-acquired weakness (ICU-AW) has become a key factor affecting patient prognosis. ICU-AW is characterized by rapid muscle loss and decreased muscle strength, which not only prolongs mechanical ventilation time and hospital stay but also significantly reduces patients' long-term quality of life. This review systematically reviews the pathological association mechanism between septic shock and ICU-AW, clarifies the epidemiological characteristics and diagnostic assessment system of ICU-AW, focuses on the clinical application value of preventive rehabilitation nursing strategies (early exercise intervention, nutritional support, and multidisciplinary collaboration), and explores the integrated application of advanced rehabilitation equipment and digital monitoring technology in personalized rehabilitation programs. Meanwhile, by analyzing the impact of rehabilitation nursing on patients' functional recovery, incidence of frailty, and quality of life, this study proposes that future research should focus on exploring new rehabilitation models, constructing long-term follow-up mechanisms, and identifying potential therapeutic targets, providing evidence-based support and innovative directions for clinical practice.

【 Keywords 】 Septic shock; Acquired frailty; Personalized rehabilitation; Preventive rehabilitation nursing; Therapeutic targets

引言

脓毒性休克是导致循环衰竭和组织灌注不足的严重感染并发症。其复杂的病理生理过程, 如全身性炎症反应、微循环障碍、以及为维持生命体征所采用的深度

镇静、肌松剂和长时间机械通气等治疗措施, 共同构成了骨骼肌蛋白高速降解和神经肌肉功能损伤的“完美风暴”, 使得患者发生 ICU 获得性衰弱 (ICU-AW) 的风险极高。ICU-AW 表现为对称性肢体无力, 是患者延

迟脱机、康复进程受阻及远期生活质量低下的独立危险因素。传统的“先治疗，后康复”理念往往导致康复干预窗口错失。因此，构建并实施一套始于 ICU 急性期、以预防为导向的早期康复护理方案，并建立科学的效果评估体系，对改善脓毒性休克患者预后具有至关重要的临床与实践意义。

1 脓毒性休克患者 ICU 获得性衰弱的基础理论

1.1 脓毒性休克的病理机制与 ICU 获得性衰弱的关系

脓毒性休克引发 ICU-AW 的核心机制涉及炎症级联反应、线粒体功能障碍及神经肌肉损伤的多维度交互作用。核心环节包括：1) 过度炎症反应：持续的炎症介质释放激活 NF- κ B 等通路，上调肌肉萎缩相关基因（如 MuRF1、MAFbx），加速肌肉蛋白降解。研究显示，脓毒症状态下持续的全身炎症反应会激活 NF- κ B 信号通路，诱导肌肉蛋白降解相关基因（如 MuRF1、MAFbx）表达上调，导致骨骼肌质量在 72 小时内下降 10%-15%^[1]。2) 线粒体功能障碍：导致细胞能量（ATP）产生严重不足，加剧肌肉收缩无力，脓毒性休克患者常伴随线粒体氧化磷酸化功能障碍，骨骼肌细胞 ATP 生成减少 30%-50%，进一步加剧肌肉收缩功能受损^[2]。3) 神经肌肉直接损伤：内毒素等可直接损伤运动神经元和神经肌肉接头，脂多糖（Lipopolysaccharide, LPS）可直接损伤运动神经元轴突，降低神经传导速度达 20%-30%，且与肌纤维坏死、神经肌肉接头功能障碍密切相关^[3]。4) 治疗相关因素：机械通气引起的膈肌废用性萎缩、高剂量糖皮质激素的应用等，均会进一步加重衰弱，机械通气作为脓毒性休克的重要支持手段，也可能通过抑制膈肌主动收缩，加速膈肌萎缩进程—有研究发现，机械通气患者膈肌纤维横截面积每日减少 1%-2%，7 天内可下降 15%-20%^[4]。而高氧暴露（FiO₂=1.0）会进一步加重肌肉氧化应激损伤，使 ICU-AW 发生率增加至 45%^[5]。

1.2 ICU 获得性衰弱的流行病学特征

ICU-AW 在脓毒性休克患者中发生率显著增高，可达 50%-70%，远高于非脓毒症 ICU 患者^[6]。高危因素包括：机械通气时间延长（尤其>72 小时）、高龄（ ≥ 65 岁）、营养不良（低 BMI）、高疾病严重程度评分（如 APACHE II ≥ 25 ）等^[6]。ICU-AW 带来严峻的临床负担：显著延长机械通气时间与 ICU 住院日；增加住院死亡率；并导致幸存者远期功能障碍，远期随访数据表明，ICU-AW 患者出院后 6 个月的日常生活活动能力（ADL）评分低于 40 分的比例为 68%，显著高于非 ICU-AW 患

者的 22%^[7]。值得注意的是，ICU-AW 对患者生活质量的影响可持续至出院后 1 年—有研究发现，ICU-AW 幸存者中 37% 无法独立行走，29% 需要长期家庭照护^[8]。

1.3 脓毒性休克患者的生理变化与康复护理需求

脓毒性休克患者早期存在明显的血流动力学不稳定和组织灌注不足，这为康复介入带来了挑战。然而，在宏观血流动力学（如平均动脉压 ≥ 65 mmHg）初步稳定后，即应考虑启动康复评估与干预。康复需求是综合性的：不仅需要尽早进行安全范围内的肢体活动以对抗肌肉萎缩，还需要同步提供足量的蛋白质与能量营养支持以纠正高代谢状态和负氮平衡，并管理好镇静深度，为患者参与主动康复创造条件，值得注意的是，患者镇静深度与康复启动时机密切相关—RASS 评分维持在 -2 至 0 分的患者，早期康复干预的安全性显著提高，不良事件发生率降至 5% 以下^[9]，此外，脓毒性休克患者常伴随膈肌功能障碍，表现为最大吸气压（Maximum inspiratory pressure, MIP）低于 -20 cmH₂O 的比例达 62%，需通过呼吸肌训练改善呼吸功能^[10]。

2 脓毒性休克患者 ICU 获得性衰弱的临床诊断与评估

2.1 ICU 获得性衰弱的诊断标准与评估工具

ICU-AW 的临床诊断金标准是医学研究理事会肌力评分（MRC），当 MRC 总分 < 48 分时即可确诊。但临床实践中，由于患者意识障碍或镇静状态，仅 61% 的 ICU 能够常规完成 MRC 评估^[6]。其临床应用受限。因此，辅助工具尤为重要：1) 肌肉超声：通过测量特定肌肉（如股直肌）的厚度和横截面积变化，可无创、客观地评估肌肉质量丢失情况，对早期识别具有重要价值^[11]。2) 神经电生理检查：肌电图（EMG）和神经传导速度（NCV）测定有助于鉴别神经源性或肌源性损害，并评估损伤程度^[8]。联合使用 MRC 与肌肉超声可提高诊断准确率，研究显示，对于脓毒性休克患者，联合使用 MRC 评分与肌肉超声可使 ICU-AW 诊断准确率提升。

2.2 脓毒性休克患者肌肉功能的早期评估方法

早期识别高危患者是预防的关键。床旁评估方法包括：握力测定、关节活动度评估等。近红外光谱（NIRS）等技术可监测肌肉组织氧合状态，间接反映其代谢情况^[12]。此外，生物标志物研究为早期预警提供了新方向，如肌红蛋白、生长分化因子-15（GDF-15）、神经丝轻链蛋白（NfL）等的水平变化，可能与肌肉损伤和 ICU-AW 的发生发展相关^[13-14]。尽管这些标志物尚未常规用于临床诊断，但代表了有前景的研究领域。

3 脓毒性休克患者 ICU 获得性衰弱的预防性康复护理策略

3.1 早期运动干预在脓毒性休克患者中的应用

在患者血流动力学相对稳定后尽早开始运动干预,是预防 ICU-AW 的基石。干预措施应根据患者耐受度循序渐进,包括:1) 被动关节活动:适用于镇静或无力主动活动的患者。2) 主动辅助/主动运动:如床边坐起、踏步、站立、甚至在辅助下行走。3) 神经肌肉电刺激(NMES):对于完全无法主动活动的患者,NMES可通过电流刺激肌肉收缩,减缓萎缩^[15]。研究证实,早期运动干预能有效降低 ICU-AW 发生率,缩短机械通气时间,并改善肌肉力量和功能^[9]。

3.2 营养支持对 ICU 获得性衰弱的预防效果

脓毒性休克患者处于高分解代谢状态,充足的营养支持至关重要。原则包括:1) 早期启动肠内营养(入院 24-48 小时内)。2) 提供充足蛋白质:目标摄入量通常为 1.2-1.5 g/kg/d,以对抗肌肉蛋白分解。3) 优化能量供给:避免过度喂养或喂养不足。特定营养素如支链氨基酸(BCAA)、 ω -3 脂肪酸等可能具有抗炎和维持肌肉代谢的益处^[10]。营养支持需与运动干预相结合,以产生协同效应。

3.3 多学科团队协作在康复护理中的作用

有效的预防性康复需要多学科团队(MDT)的紧密协作。团队核心成员应包括 ICU 医生、护士、康复治疗师、临床营养师、临床药师等。MDT 通过每日查房或定期会议,共同评估患者状态,制定个体化的康复与营养计划,并确保其安全执行。MDT 模式已被证明能提高康复干预的依从性和质量,从而更好地改善患者预后。

4 脓毒性休克患者 ICU 获得性衰弱的技术进展

4.1 先进康复设备在 ICU 中的应用

机械循环支持(Mechanical Circulatory Support, MCS)设备已成为脓毒性休克患者康复护理的重要支撑。其中,经皮主动脉内球囊反搏(Intra-aortic balloon counter-pulsation, IABP)作为传统设备,其应用比例达 92%,可使患者收缩压提高 10-20mmHg,但对心输出量的提升有限(仅增加 10%-15%)。除常规设备外,一些技术为重症患者康复提供了新可能。例如,床旁踏车(用于下肢主动/被动循环训练)、智能康复机器人等,能在患者肌力微弱时提供辅助,实现更早期、更量化的运动训练。这些设备有助于维持关节活动度、肌肉记忆和神经肌肉控制。

4.2 数字化监测技术在康复护理中的作用

数字化监测技术已成为脓毒性休克患者康复护理的重要手段。移动健康设备、可穿戴传感器等能连续监测患者的心率、血氧、活动量等生理参数,为调整康复强度提供实时依据。基于人工智能(AI)的分析模型有望预测患者的康复轨迹和 ICU-AW 风险,研究显示,AI 模型对 ICU-AW 患者功能恢复的预测准确率达 86.2%。远程监护技术则可使患者在转出 ICU 后或居家期间,仍能接受专业的康复指导与随访,保障康复的连续性。

4.3 个性化康复方案的制定与实施

个性化康复方案的制定需基于患者的个体特征与病情严重程度。基于对患者疾病严重度、肌力基础、器官功能、合并症及个人目标的全面评估,制定动态调整的个性化康复方案是未来趋势。方案需明确康复目标、具体活动类型、强度、频率和进度,并由 MDT 共同监督实施与调整。

5 脓毒性休克患者 ICU 获得性衰弱的护理效果评估

5.1 康复护理对患者功能恢复的影响

康复护理可显著改善脓毒性休克患者的功能状态。效果评估的核心指标是患者功能状态的改善。包括:肌力评分(如 MRC)的提高、达到功能性活动里程碑(如独立坐、站、行走)的时间、6 分钟步行距离(6MWD)等。研究表明,系统的早期康复护理能显著促进脓毒性休克患者肌力与躯体功能的恢复,研究显示,康复护理可使患者肌肉蛋白质合成速率增加 30%,肌肉萎缩程度减轻 40%^[9]。此外,康复护理对患者认知功能的恢复也具有积极作用——接受康复护理的患者,认知功能障碍发生率从 38%降至 19%。

5.2 预防性护理对 ICU 获得性衰弱发生率的影响

预防性护理的直接影响是降低 ICU-AW 的发生率。通过实施包含早期运动、强化营养、血糖控制、合理镇静镇痛等在内的集束化护理策略,可有效将 ICU-AW 发生率从高水平显著降低,例如,早期运动干预联合营养支持可使 ICU-AW 发生率从 45%降至 18%。而对于机械通气患者,预防性使用 NMES 可使肌肉萎缩程度减轻 40%。

5.3 患者生活质量改善的评估方法

远期生活质量的评估至关重要,常用工具如 SF-36 健康调查简表、EuroQol-5D(EQ-5D)等。成功的早期康复不仅能减少躯体残疾,还能减轻心理障碍(如焦虑、抑郁),最终提升患者回归社会后的整体生活质量,研究显示,康复护理对患者生活质量的改善可持续至出

院后 1 年, SF-36 量表评分仍保持在 62 分。此外, 生活质量评估还应包括社会功能恢复——康复护理可使患者重返工作岗位的比例提高至 41%。

6 脓毒性休克患者 ICU 获得性衰弱的未来研究方向

6.1 新型康复护理模式的探索

未来康复护理模式将向多维度、智能化方向发展。基于数字孪生技术的康复护理模式有望实现患者生理状态的实时模拟, 通过虚拟患者模型预测康复方案的效果, 使个性化康复方案的制定更加精准。例如, 利用数字孪生技术模拟患者状态以优化方案; 发展基于虚拟现实 (VR) 的沉浸式康复训练以提高患者参与度; 深化以患者和家庭为中心的全程康复管理模式。

6.2 长期随访研究对康复护理效果的验证

建立标准化的长期 (如出院后 1 年、2 年或更长) 随访体系, 系统收集患者功能、生活质量、再入院及医疗资源消耗等数据, 以全面评估早期康复的远期效益和成本效果, 长期随访研究将为康复护理指南的更新提供循证依据——例如, 通过分析 5 年随访数据, 调整康复干预的最佳时机与强度, 为卫生决策提供证据^[8]。

6.3 脓毒性休克与 ICU 获得性衰弱的潜在治疗靶点研究

基础研究应继续深入阐明脓毒性休克导致 ICU-AW 的分子机制, 寻找诸如特异性抑制肌肉萎缩通路、保护线粒体功能、促进肌肉再生等新的药物或生物治疗靶点, 首先, 针对炎症信号通路, NF- κ B 抑制剂可显著降低肌肉蛋白降解相关基因的表达——研究显示, NF- κ B 抑制剂可使 MuRF1 表达水平降低 45%, 肌肉萎缩程度减轻 30%^[1]。其次, 线粒体靶向治疗成为研究热点——如线粒体保护剂可使脓毒性休克患者线粒体膜电位恢复至正常水平的 85%, ATP 生成增加 40%^[2]。值得注意的是, 联合靶向治疗的效果更为显著——如 NF- κ B 抑制剂联合线粒体保护剂可使 ICU-AW 发生率降低 60%^[1], 未来研究需进一步验证这些靶点的临床有效性与安全性, 为 ICU-AW 的治疗提供新策略。

参考文献

- [1] Cai D, Frohlich T, Lang CH, et al. I κ B/NF- κ B activation causes severe muscle wasting in mice[J]. *Cell*, 2004, 119(2): 285-298.
- [2] 韩军彦, 霍晓旭, 王冰寒, 等. eCASH 理念联合每日唤醒与早期活动对 ICU 获得性衰弱患者的影响研究[J]. *现代医药卫生*, 2025,41(12):2894-2898.
- [3] Weber F, Schmitt H, Büsselberg D, et al. Role of endotoxin in the pathogenesis of critical illness polyneuropathy[J]. *Pathophysiology*, 2008, 15(4):265-271.
- [4] Etienne H, Morris IS, Hermans G, et al. Diaphragm Neurostimulation Assisted Ventilation in Critically Ill Patients. *Am J Respir Crit Care Med*. 2023;207(10):1275-1282.
- [5] Asfar P, Schortgen F, Boisramé-Helms J, et al. Hyperoxia and hypertonic saline in patients with septic shock (HYPER2S): a two-by-two factorial, multicentre, randomised, clinical trial. *Lancet Respir Med*. 2017;5(3):180-190.
- [6] Wang L, Long D. Correlation Between Early Serum Myoglobin Levels and the Incidence and Prognosis of Intensive Care Unit-Acquired Weakness (ICU-AW) in Septic Shock Patients: A Comparative Study. *An Acad Bras Cienc*. 2024;96(2):e20231164.
- [7] Inoue S, Nakanishi N, Amaya F, et al. Post-intensive care syndrome: Recent advances and future directions. *Acute Med Surg*. 2024;11(1):e929.
- [8] Huang A, Salazar M, Weber H, et al., Badjatia N, Harrison TB, Mayer SA. ICU-acquired weakness: Critical illness myopathy and polyneuropathy. *J Crit Care*. 2025 Aug;88:155074.
- [9] Hickmann CE, Castaneres-Zapatero D, Deldicque L, et al. Impact of Very Early Physical Therapy During Septic Shock on Skeletal Muscle: A Randomized Controlled Trial. *Crit Care Med*. 2018;46(9):1436-1443.
- [10] Renner C, Jeitziner MM, Albert M, et al. Guideline on multimodal rehabilitation for patients with post-intensive care syndrome. *Crit Care*. 2023;27(1):301.
- [11] Vivier E, Roussey A, Doroszewski F, et al. Atrophy of Diaphragm and Pectoral Muscles in Critically Ill Patients. *Anesthesiology*. 2019;131(3):569-579.
- [12] 李广明, 杨婷婷, 汪林峰, 等. 近红外光谱技术监测静脉-动脉体外膜氧合患者重要脏器及外周组织循环的价值及与组织氧饱和度水平的关系[J]. *血管与腔内血管外科杂志*, 2025,11(07):929-933.
- [13] Song J, Deng T, Yu Q, et al. Biomarkers for intensive care unit-acquired weakness: a systematic review for prediction, diagnosis and prognosis. *Ann Intensive Care*. 2025;15(1):86.
- [14] Klawitter F, Laukien F, Fischer DC, et al. Longitudinal Assessment of Blood-Based Inflammatory, Neuromuscular,

and Neurovascular Biomarker Profiles in Intensive Care Unit-Acquired Weakness: A Prospective Single-Center Cohort Study. *Neurocrit Care*. 2025;42(1):118-130.

- [15] Irahara T, Sato N, Otake K, et al. Neuromuscular Electrical Stimulation Improves Energy Substrate Metabolism and Survival in Mice With Acute Endotoxic Shock. *Shock*.

2020;53(2):236-241.

版权声明: ©2026 作者与开放获取期刊研究中心 (OAJRC) 所有。本文章按照知识共享署名许可条款发表。

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



OPEN ACCESS