

危重症患者急性胃肠功能损伤的发病机制及诊治研究进展

霍文谦 么改琦

北京大学第三医院危重医学科, 北京 100091

通信作者: 么改琦, Email: yaogaiqi@sina.com

【摘要】 近年来,危重症患者胃肠道功能障碍的问题已引起临床医师的广泛关注,但由于其临床表现的多樣性及客观评价指标的差异性,目前尚缺乏统一的诊治及评估标准。2012 年欧洲危重病医学会(ESICM)提出了急性胃肠道损伤(AGI)的概念,指出 AGI 主要是危重症患者因急性疾病导致的胃肠道功能障碍。AGI 的病理生理机制复杂,涉及炎症反应、胃肠黏膜屏障、肠道微生态等多个方面,往往起病具有隐匿性,尚缺乏胃肠功能障碍的精确识别与评估体系。现通过对 AGI 的定义与分级、病理生理机制、临床诊断与评估、治疗策略进行综述,阐述危重症患者胃肠功能损伤的病理生理机制及诊治策略进展,为 AGI 的早期识别提供参考。

【关键词】 急性胃肠损伤; 重症监护病房; 肠黏膜屏障; 综述

基金项目: 北京市重大疫情防控重点专科重症医学科项目(010086)

DOI: 10.3969/j.issn.1008-9691.2025.01.022

Advance on pathogenesis, diagnosis and treatment of acute gastrointestinal injury in critically ill patients

Huo Wenqian, Yao Gaiqi

Department of Intensive Care Unit, Peking University Third Hospital, Beijing 100091, China

Corresponding author: Yao Gaiqi, Email: yaogaiqi@sina.com

【Abstract】 In recent years, gastrointestinal dysfunction in critically ill patients has attracted increasing attention from clinicians. However, due to the heterogeneity of clinical manifestations and the variability in objective evaluation indicators, standardized diagnostic and assessment criteria remain lacking. In 2012, the European Society of Intensive Care Medicine (ESICM) introduced the concept of acute gastrointestinal injury (AGI), defining it as gastrointestinal dysfunction resulting from acute illness in critically ill patients. The pathophysiological mechanisms of AGI are complex, involving inflammatory responses, gastrointestinal mucosal barrier integrity, and gut microbiota dysbiosis. The onset of AGI is often insidious, and a precise system for the identification and evaluation of gastrointestinal dysfunction is still absent. This review summarizes the definition and grading of AGI, its pathophysiological mechanisms, clinical diagnosis and assessment methods, and therapeutic strategies, aiming to elucidate recent advances in understanding gastrointestinal dysfunction in critically ill patients and to provide guidance for the early identification of AGI.

【Key words】 Acute gastrointestinal injury; Intensive care unit; Intestinal mucosal barrier; Review

Fund program: Key Specialized Construction Project for Major Epidemic Prevention and Control in Beijing (010086)

DOI: 10.3969/j.issn.1008-9691.2025.01.022

急性胃肠损伤(acute gastrointestinal injury, AGI)是指危重症患者因急性疾病导致的胃肠道功能障碍。根据国内外研究统计,危重症患者极易合并 AGI,且病死率较高。AGI 在危重症患者中的发生率为 40%~92%,而 28 d 病死率为 20.30%~47.75%^[1-3]。AGI 的临床表现多种多样,包括呕吐、腹泻、喂养不耐受、胃肠道出血、肠麻痹和肠鸣音异常,其严重程度被分为不同等级,且与不良预后密切相关。AGI 的发病往往具有隐匿性,其初期症状可能并不明显或易被其他并发症所掩盖,同时疏于评估与监测,医护人员可能会错过早期识别的机会。然而,当 AGI 发展到一定阶段并出现上述临床症状时,严重程度往往已经较高。因此,早期诊断、病情评估和及时干预对于降低 AGI 病死率至关重要^[4]。现通过回顾近年来的相关文献,探讨危重症患者的胃肠功能障碍及其相关评估策略,以期临床工作提供参考。

1 AGI 的定义与分级

多年来,对于单独胃肠疾病的定义已取得了不同程度的进展,但由于缺乏明确的客观指标,且有多样的临床表现,目前对胃肠功能障碍的诊断和评价尚缺乏统一的标准,这在一定程度上取决于主要感兴趣的领域。在 2012 年,欧洲危重病医学会(European Society of Intensive Care Medicine, ESICM)在循证医学的基础上结合专家意见,将危重症患者因自身急性疾病导致的胃肠功能障碍定义为 AGI,并分为 4 个严重等级^[4]。该分级标准可有效评估并预测重症 AGI 患者的死亡风险、住院时间、机械通气时间,同时可联合其他重症评分系统预测患者结局^[5-8]。在危重症患者中,胃肠道问题并不总是能被区分出来,且病情容易发生波动,严重程度可能从轻微到危及生命不等。然而,从更广泛的角度来看,“胃肠道功能障碍”一词描述了经常出现的所有胃肠

道症状,也包括那些不需要住院者。

AGI 主要根据胃肠道症状、体征(肠鸣音变化)及腹内压(intra-abdominal pressure, IAP)制定分级标准(表 1),其中临床症状和体征的评估主要根据临床医师的主观判断,缺乏特异性。客观 IAP 虽然是重要参考依据,但传统测定方法复杂,所以其分级标准在临床实践中的应用受到限制。2021 年,Reintam 等^[9]通过来自 9 个国家 11 个重症中心的 540 例患者,在 AGI 分级基础上提出了新的胃肠功能障碍评分(gastrointestinal dysfunction score, GIDS),同时结合序贯器官衰竭评分(sequential organ failure assessment, SOFA)可以提高 SOFA 评分的预测价值。最新研究表明,与 AGI 分级相比,在早期[入住重症监护病房(intensive care unit, ICU)的 24 h 内]根据 GIDS 进行分级并不能可靠地预测患者病死率^[1]。

表 1 2012 年 ESICM 提出的危重症患者 AGI 分级标准

分级	临床症状	体征	IAP	器官损伤
I 级	存在胃肠道功能障碍或衰竭的风险,如腹部手术后早期有恶心、呕吐	肠鸣音减弱或消失,肠动力减弱	IAP < 12 mmHg	无
II 级	胃肠功能障碍,胃轻瘫伴胃潴留/反流、腹泻	肠鸣音消失,麻痹性肠梗阻	IAP 升高(12~15 mmHg)	无
III 级	胃肠功能衰竭,肠内营养不耐受、持续存在胃大量滞留	肠鸣音消失,麻痹性肠梗阻,肠扩张	IAP 升高(16~20 mmHg)	无
IV 级	胃肠功能急剧恶化、衰竭并危及生命	肠鸣音消失,麻痹性肠梗阻	IAP 升高(>20 mmHg)	MODS, ACS

注:1 mmHg≈0.133 kPa

2 AGI 的病理生理机制

2.1 肠道屏障功能障碍:作为 AGI 的基本病理生理表现之一,黏膜屏障损伤既可以是脓毒症的病因也可以是结果^[10-11]。肠道屏障主要由物理、免疫、微生物屏障构成,而上皮细胞紧密连接及杯状细胞所分泌的黏液是物理屏障的基础。肠道含有体内最多的免疫细胞,包括产生 I 型干扰素的浆细胞样树突状细胞、先天性淋巴细胞、黏膜相关 T 细胞和 $\gamma\delta$ T 细胞,它们通过分泌抗菌肽和免疫球蛋白 A (immunoglobulin A, IgA) 来对抗潜在的病原体,但保持对共生微生物和摄入食物的耐受性,以维持肠道屏障。无论是原发性还是继发性 AGI,都可以出现肠黏膜缺血缺氧、通透性增加、微生物移位等病理生理变化,进而引起胃肠屏障功能障碍^[12]。有研究者指出,即使轻度升高的 IAP,也会造成肠道黏膜的损伤^[13]。

2.2 炎症反应:肠道有炎症“靶器官”和“触发器”的双重作用。多器官功能障碍综合征(multiple organ dysfunction syndrome, MODS)相关胃肠道衰竭最有可能是低灌注和缺血/再灌注损伤引起的,这会导致黏膜屏障改变,并通过向血液和肠系膜淋巴系统释放生物活性因子而引发免疫炎症反应^[14-15]。近年来,许多动物实验结果表明,核转录因子- κ B(nuclear factor- κ B, NF- κ B)、中性粒细胞弹性蛋白酶(neutrophil elastase, NE)、脂多糖(lipopolysaccharide, LPS)等

在脓毒症引起的肠道黏膜损伤中起重要作用^[16-18]。异常的免疫炎症反应,可能会引起一系列器官功能障碍或衰竭,进一步加重胃肠道损伤。

2.3 肠道微生态失衡:长期使用广谱抗菌药物会引起肠道菌群紊乱,进一步引发腹泻、真菌感染等,为减少这一并发症的发生率,针对脓毒症的指南建议尽快降阶梯治疗^[19]。近年来,有动物实验证明,使用抗菌药物相关菌群失调和 AGI 的严重程度有关,并且通过抑制脱硫酸菌可减轻 AGI 程度及炎症反应。发生 AGI 后,肠道上皮细胞、肠道免疫系统和肠道微生物群之间会发生“肠道串扰”,而在危重症患者中,这种相互关系的缺失会导致肠道炎症、局部肠道通透性和有利于细菌转运的通透性增加等全身表现,进一步导致 MODS^[20]。在 2023 年, Magnan 等^[21]首次阐述了脓毒症并发 AGI 患者中菌群丰度及多样性的变化及与菌群移位的关系,肠球菌、假单胞菌、梭菌科和放线菌的增加以及变形杆菌和埃希菌的减少均与病死率显著相关。

3 临床诊断与评估

3.1 肠鸣音:胃肠功能障碍的患者可出现肠鸣音减弱和消失等消化道体征。肠鸣音是评估 AGI 分级的重要体征,但传统肠鸣音听诊具有操作简便、创伤小等优点,具体性质的判断十分依赖临床医师的经验,容易被外界环境所干扰,不能及时监测患者病情变化。国内研究人员在 1995 年首次采集并分析肠鸣音波形,并提取不同肠鸣音的波谱特征^[22]。运用电子听诊器听诊肠鸣音,可以连续记录并监测声音波形的变化,实现对肠鸣音类型的实时辨别,从而评估患者胃肠道蠕动功能。针对 AGI 患者,王艳等^[23]通过对 60 例患者的研究,运用神经网络学习方法,构建了肠鸣音联合多因素预测 AGI 的模型,目前仍需更多的临床研究探讨其特异性及稳定性。

3.2 IAP 的监测:IAP 因其操作简便、结果可靠、便于使用以及结果一致而被广泛认可。此外,该方法还有微创和并发症风险低的特点,但成本效益较高^[24]。Leng 等^[25]指出, IAP 升高(20 mmHg 持续 90 min)不仅会增加胃肠道通透性,还会导致黏膜屏障严重受损和肠道微生物菌群失调。对于危重症患者进行 IAP 测量,可以指导早期肠内营养(enteral nutrition, EN),降低喂养不耐受发生率,指导液体复苏调整,进而改善患者预后。目前对于有症状或临床高度怀疑发生腹腔隔室综合征(abdominal compartment syndrome, ACS)的患者,每 4~6 h 通过膀胱进行间歇性 IAP 测量并被指南推荐。然而在临床实践中,危重症患者 IAP 的变化迅速,间歇时间过长不利于早期发现及诊断腹腔高压(intra-abdominal hypertension, IAH)。最近国外有一项多中心临床研究表明,在心脏手术后的最初 48 h 内,IAH 常见且持续存在,同时,与传统间歇性监测方案相比,连续自动监测 IAP 将提高 IAH 的检出率^[26]。

3.3 影像学:超声在 ICU 中应用广泛,目前随着重症超声的快速发展,主要运用于床旁判断患者心功能、肺水肿、血管走形与分布。超声检查是胃肠道结构及功能问题的重要诊

断工具。有学者提出,通过胃肠及泌尿道超声(gastrointestinal and urinary tract ultrasound, GUTS)方案对重症患者进行检查,应主要关注 4 个胃肠道终点:胃肠道直径、黏膜厚度、蠕动和血流,并制定了 AGI 超声评分(AGI ultrasonography score, AGIUS)^[27]。有研究显示,AGIUS 能有效预测结果^[28],可作为评价危重症患者胃肠功能的客观指标,未来可联合健康评分系统[如 SOFA 评分、急性生理学与慢性健康状况评分 II (acute physiology and chronic health evaluation II, APACHE II)]和其他胃肠道功能生物标志物来证明及提高其实用性。

3.4 实验室指标

3.4.1 D-乳酸: D-乳酸是通过胃肠道内细菌产生的,在黏膜屏障完整的情况下,血液中 D-乳酸的含量很低。一旦出现胃肠道上皮细胞损伤、黏膜屏障破坏,由于肝脏无法代谢 D-乳酸,血中 D-乳酸水平会明显上升。一项单中心研究表明, D-乳酸相比肠脂肪酸结合蛋白(intestinal fatty acid binding protein, I-FABP),其升高程度与 AGI 的严重程度密切相关,可能是早期 AGI 的标志物^[29]。D-乳酸联合胃肠功能障碍/衰竭 GIDS 可以早期判断胃肠道黏膜损伤,并给予综合干预措施,进而改善患者预后。同时该指标便于采集,可通过酶联免疫吸附试验(enzyme-linked immunosorbent assay, ELISA)进行检验,方法简单,是比较理想的实验室指标。然而,张小彬等^[30]的研究指出,对于脓毒症和脓毒性休克并发 AGI 的患者, D-乳酸不能有效评估其预后情况。

3.4.2 I-FABP: I-FABP 是一种低相对分子质量(14~15 000)的胞质水溶性蛋白,特异表达于十二指肠到回肠的肠细胞中。当肠上皮细胞出现缺血、坏死及炎症时,肠上皮细胞损伤, I-FABP 会被迅速释放到循环中,所以可作为肠道损伤早期标志物。有研究证明, I-FABP 升高与肠坏死及非阻塞性肠系膜缺血有关,还可作为感染性休克患者 28 d 病死率的预测指标^[31]。此外, I-FABP 联合 IAP 监测可能帮助早期诊断 AGI^[32]。

3.4.3 瓜氨酸: 瓜氨酸是一种不与蛋白结合的非必须氨基酸,其主要由小肠细胞产生。当小肠细胞出现数量减少或功能障碍时,血瓜氨酸水平会下降,因此是评估危重症患者胃肠功能的潜在生物标志物。在危重症患者中,国际血浆瓜氨酸水平正常参考值为 30~50 $\mu\text{mol/L}$;国内实验室血浆正常瓜氨酸水平正常参考值为 12~55 $\mu\text{mol/L}$ ^[33]。以往的研究表明,危重症患者瓜氨酸水平的下降与 AGI 有关,有较高的诊断价值^[8]。而钱春霞等^[34]在此基础上的研究显示,在重度 AGI 患者中,动态监测瓜氨酸可能为指导早期 EN 提供帮助。

3.4.4 血管生成素-2(angiotensinogen 2, Ang-2): Ang-2 是近年来发现的一个与血管新生密切相关的家族,目前已发现 4 个家族成员,即 Ang-1~4。Ang-2 是一种糖蛋白,可选择性地作用于内皮细胞,导致内皮通透性增加。Ang-2 水平升高可能提示早期内皮细胞活化和全身炎症反应,会导致肠道屏障黏膜受损,进而引起 MODS。Huang 等^[35]研究表明, Ang-2 是急性胰腺炎患者并发 AGI 及其他不良结局的早期预测指标,同时与传统的肠道黏膜屏障损伤标志物呈良好的相关

性,但其具体的机制仍需进一步探索。

4 治疗策略

4.1 支持治疗

4.1.1 EN: 最新的欧洲临床营养与代谢协会(European Society for Clinical Nutrition and Metabolism, ESPEN)制订的重症患者营养指南^[36]中指出,成年重症患者推荐选择早期 EN,可降低重症患者感染并发症发生率,缩短 ICU 及住院时间。对于 AGI 患者, ESICM 提出了一种喂养策略,但该策略主要关注 EN 起始时间及速度,并不全面,而且并没有专门针对 AGI 患者营养支持相关的共识与指南。所以在此基础上,研究人员开始探索针对 AGI 的具体 EN 策略。Wang 等^[37]在一项单中心临床研究中发现,在 AGI 急性期,短肽配方会更好地被患者耐受,以更快达到营养目标,并降低腹泻、胃滞留的发生率。

4.1.2 肠外营养(parenteral nutrition, PN): 对于重症患者入住 ICU 的早期阶段,大部分指南均不推荐 PN,仅作为存在 EN 禁忌或 EN 无法达到营养目标时补充使用^[36]。这可能与急性阶段的血流动力学不稳定、分解代谢增加及器官功能障碍有关。一项针对 ICU 患者早期发生 AGI 的研究显示, EN 联合 PN 的营养支持方式是患者发生 AGI 的独立危险因素^[38]。

4.1.3 ω -3 鱼油: 宿主对感染的异常免疫反应在脓毒症的发生发展过程中起到了重要作用。在所有治疗策略中,通过使用 ω -3 鱼油进行免疫调节越来越受到关注。鱼油通过多种途径调节脓毒症的免疫反应,可抑制 Toll 样受体 4 (Toll-like receptors 4, TLR4),从而阻断 TLR 信号通路^[39],还可阻断 NF- κ B 通路^[40]。有研究者指出,对于 AGI Ⅲ级的患者,应用鱼油对长期预后改善作用,特别是对 IAH 及腹腔感染的患者作用更明显^[41]。

4.2 药物治疗: 选择性肠道去污(selective digestive decontamination, SDD)最初是预先给予患者不被吸收的抗菌药物,减少肠道致病菌,同时不影响肠黏膜中其余微生物,以达到减少肠道菌群移位的目的。这一概念在 1980 年被引入 ICU,主要是预防潜在的呼吸道感染,随后有研究表明, SDD 的应用与 ICU 病死率的下降有明显相关性^[42]。虽然有动物实验表明, SDD 可预防革兰阴性杆菌向腹腔转移^[43],但目前尚无研究证明其在 AGI 患者中的有效性及安全性。

4.2.1 低分子肝素: 低分子肝素是普通肝素通过化学或酶学降解得来的片段,具有治疗窗广、不需监测、血小板减少症发病率低等特点。除了抗凝作用外,低分子肝素还可通过抑制肝素酶来发挥抗炎、抗纤维化、抗肿瘤作用。针对脓毒症并发 AGI 的患者,应用低分子肝素后患者体内肝素酶水平可明显下降,而这与肠道屏障损伤标志物水平呈正相关,但对于临床预后无明显改善^[44]。

4.2.2 NE 抑制剂: 脓毒症相关肠道黏膜损伤可以通过膜层通透性增强、黏膜灌注减少、细菌转运引起,后继发失控的促炎反应^[10-11]。在脓毒症急性呼吸窘迫综合征(acute respiratory distress syndrome, ARDS)等危重疾病器官功能衰

竭过程中, NE 起到关键作用^[17, 45]。Sun 等^[17]通过一项单中心前瞻性研究发现, 西维来司他可改善脓毒症患者胃肠道功能障碍, 减轻炎症反应, 缓解临床症状, 但对于预后的改善需要更大型的临床试验支持。

4.3 其他治疗: 近年来, 有研究者指出, 中医药治疗通过促进胃肠排空、降低 IAP、减少肾上腺皮质激素释放来改善胃肠功能^[46-47]。Xing 等^[48]通过一项多中心随机对照试验提出, 早期中药集束疗法可提高并发 AGI 脓毒症患者的生存率, 改善胃肠功能。此外, 经皮穴位电刺激疗法可通过影响脑肠轴来改善胃肠功能, 是原发性 AGI 的一种非药物治疗方法, 但仍缺乏大型高质量研究对其有效性进一步评价^[49-50]。

综上所述, AGI 在危重症患者中十分常见, 但目前主要依赖临床症状、体征进行诊断和分级, 评分系统存在一定弊端。在客观评价指标方面, 早期肠鸣音、IAP 的连续监测、生物标志物等客观指标是潜在的方法, 床旁超声评估胃肠功能具有简便、高效等特点, 但需要高质量证据支持。多种方法联合应用可能为 AGI 的早期识别提供帮助。对 AGI 的治疗目前围绕对症支持开展, 一些新药物可能为治疗 AGI 提供方向, 但其有效性及安全性仍不明确。因此, 对于危重症患者, 早期准确识别并预防 AGI 至关重要。

利益冲突 所有作者均声明不存在利益冲突

参考文献

- [1] Shen C, Wang X, Xiao YY, et al. Comparing gastrointestinal dysfunction score and acute gastrointestinal injury grade for predicting short-term mortality in critically ill patients [J]. *World J Gastroenterol*, 2024, 30 (42): 4523–4531. DOI: 10.3748/wjg.v30.i42.4523.
- [2] 刘宁, 苏立杰, 许树长, 等. 脓毒症合并急性胃肠损伤的危险因素与预后调查分析 [J]. *同济大学学报 (医学版)*, 2015, 36 (2): 53–58. DOI: 10.16118/j.1008-0392.2015.02.013.
- [3] 王艳, 王建荣, 柳伟伟, 等. 危重患者急性胃肠损伤分级综合预测模型的构建 [J]. *中华胃肠外科杂志*, 2018, 21 (3): 325–330. DOI: 10.3760/cma.j.issn.1671-0274.2018.03.016.
- [4] Reintam Blaser A, Malbrain ML, Starkopf J, et al. Gastrointestinal function in intensive care patients: terminology, definitions and management. Recommendations of the ESICM Working Group on abdominal problems [J]. *Intensive Care Med*, 2012, 38 (3): 384–394. DOI: 10.1007/s00134-011-2459-y.
- [5] Drakos P, Volteas P, Cleri NA, et al. Acute gastrointestinal injury and feeding intolerance as prognostic factors in critically ill COVID-19 patients [J]. *J Gastrointest Surg*, 2022, 26 (1): 181–190. DOI: 10.1007/s11605-021-05015-z.
- [6] Ding L, Chen HY, Wang JY, et al. Severity of acute gastrointestinal injury grade is a good predictor of mortality in critically ill patients with acute pancreatitis [J]. *World J Gastroenterol*, 2020, 26 (5): 514–523. DOI: 10.3748/wjg.v26.i5.514.
- [7] 潘朝勇, 曾汇霞, 吴家圣, 等. 急性胃肠损伤分级联合多因素评估对危重患者死亡的预测价值 [J]. *中国当代医药*, 2020, 27 (26): 8–11, 封 3. DOI: 10.3969/j.issn.1674-4721.2020.26.004.
- [8] 王静, 于丽梅, 夏永宏, 等. 瓜氨酸和肠型脂肪酸结合蛋白对重症患者急诊胃肠损伤的诊断价值: 一项 530 例患者的前瞻性研究 [J]. *中华危重病急救医学*, 2017, 29 (11): 999–1003. DOI: 10.3760/cma.j.issn.2095-4352.2017.11.008.
- [9] Reintam Blaser A, Padar M, Mändul M, et al. Development of the gastrointestinal dysfunction score (GIDS) for critically ill patients—a prospective multicenter observational study (iSOFA study) [J]. *Clin Nutr*, 2021, 40 (8): 4932–4940. DOI: 10.1016/j.clnu.2021.07.015.
- [10] Otani S, Coopersmith MC. Gut integrity in critical illness [J]. *J Intensive Care*, 2019, 7: 17. DOI: 10.1186/s40560-019-0372-6.
- [11] Haussner F, Chakraborty S, Halbgebauer R, et al. Challenge to the intestinal mucosa during sepsis [J]. *Front Immunol*, 2019, 10: 891. DOI: 10.3389/fimmu.2019.00891.
- [12] 马俊秀, 李振伟, 蒋佳维, 等. 影响危重症患者胃肠功能障碍的危险因素分析 [J]. *中国中西医结合急救杂志*, 2019, 26 (5): 569–572. DOI: 10.3969/j.issn.1008-9691.2019.05.014.
- [13] Leng YX, Zhang K, Fan J, et al. Effect of acute, slightly increased intra-abdominal pressure on intestinal permeability and oxidative stress in a rat model [J]. *PLoS One*, 2014, 9 (10): e109350. DOI: 10.1371/journal.pone.0109350.
- [14] Deitch EA. Gut-origin sepsis: evolution of a concept [J]. *Surgeon*, 2012, 10 (6): 350–356. DOI: 10.1016/j.surge.2012.03.003.
- [15] Lechuga S, Ivanov AI. Disruption of the epithelial barrier during intestinal inflammation: quest for new molecules and mechanisms [J]. *Biochim Biophys Acta Mol Cell Res*, 2017, 1864 (7): 1183–1194. DOI: 10.1016/j.bbamer.2017.03.007.
- [16] Lei Q, Qiang F, Chao D, et al. Amelioration of hypoxia and LPS-induced intestinal epithelial barrier dysfunction by emodin through the suppression of the NF- κ B and HIF-1 α signaling pathways [J]. *Int J Mol Med*, 2014, 34 (6): 1629–1639. DOI: 10.3892/ijmm.2014.1965.
- [17] Sun JK, Li JJ, Deng YH, et al. The beneficial effects of neutrophil elastase inhibitor on gastrointestinal dysfunction in sepsis [J]. *Clin Transl Sci*, 2024, 17 (5): e13829. DOI: 10.1111/cts.13829.
- [18] 陈冬杰, 黄永莲, 彭晓洪, 等. 大柴胡汤抑制 TLR4/NF- κ B 信号通路保护重症中暑大鼠胃肠道黏膜屏障机制的研究 [J]. *中国中西医结合急救杂志*, 2023, 30 (5): 592–596. DOI: 10.3969/j.issn.1008-9691.2023.05.015.
- [19] 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. DOI: 10.1007/s00134-021-06506-y.
- [20] Niu MW, Chen P. Crosstalk between gut microbiota and sepsis [J]. *Burns Trauma*, 2021, 9: tkab036. DOI: 10.1093/burnst/tkab036.
- [21] Magnan C, Lancry T, Salipante F, et al. Role of gut microbiota and bacterial translocation in acute intestinal injury and mortality in patients admitted in ICU for septic shock [J]. *Front Cell Infect Microbiol*, 2023, 13: 1330900. DOI: 10.3389/fcimb.2023.1330900.
- [22] 胡勇, 刘文辉, 叶霆, 等. 肠鸣音的采集与分析 [J]. *中国生物医学工程学报*, 1995 (3): 266–275.
- [23] 王艳, 王建荣, 柳伟伟, 等. 基于数字化胃肠音监测的危重患者急性胃肠损伤分级预测模型的建立 [J]. *中华胃肠外科杂志*, 2017, 20 (1): 34–39. DOI: 10.3760/cma.j.issn.1671-0274.2017.01.008.
- [24] Sugrue M, De Waele JJ, De Keulenaer BL, et al. A user's guide to intra-abdominal pressure measurement [J]. *Anaesthesiol Intensive Ther*, 2015, 47 (3): 241–251. DOI: 10.5603/AIT.a2015.0025.
- [25] Leng YX, Yi M, Fan J, et al. Effects of acute intra-abdominal hypertension on multiple intestinal barrier functions in rats [J]. *Sci Rep*, 2016, 6: 22814. DOI: 10.1038/srep22814.
- [26] Khanna AK, Minear S, Kurz A, et al. Intra-abdominal hypertension in cardiac surgery patients: a multicenter observational sub-study of the Accuyn registry [J]. *J Clin Monit Comput*, 2023, 37 (1): 189–199. DOI: 10.1007/s10877-022-00878-2.
- [27] Mihnovits V, Reintam Blaser A, Gualdi T, et al. Gastrointestinal ultrasound in the critically ill: a narrative review and a proposal for a protocol [J]. *JPEN J Parenter Enteral Nutr*, 2024, 48 (8): 895–905. DOI: 10.1002/jpen.2687.
- [28] Gao T, Cheng MH, Xi FC, et al. Predictive value of transabdominal intestinal sonography in critically ill patients: a prospective observational study [J]. *Crit Care*, 2019, 23 (1): 378. DOI: 10.1186/s13054-019-2645-9.
- [29] Li HX, Chen Y, Huo FF, et al. Association between acute gastrointestinal injury and biomarkers of intestinal barrier function in critically ill patients [J]. *BMC Gastroenterol*, 2017, 17 (1): 45. DOI: 10.1186/s12876-017-0603-z.
- [30] 张小彬, 刘丹, 王妍柏, 等. 血清肠型脂肪酸结合蛋白和 D-乳酸水平在脓毒症患者早期肠道损伤中的临床意义 [J]. *中华危重病急救医学*, 2019, 31 (5): 545–550. DOI: 10.3760/cma.j.issn.2095-4352.2019.05.005.
- [31] Sekino M, Funaoka H, Sato S, et al. Intestinal fatty acid-binding

- protein level as a predictor of 28-day mortality and bowel ischemia in patients with septic shock: a preliminary study [J]. J Crit Care, 2017, 42: 92–100. DOI: 10.1016/j.jcrc.2017.07.012.
- [32] 骆宁,路玲,高红梅.腹内压联合肠型脂肪酸结合蛋白对机械通气患者急性胃肠损伤的诊断价值[J].中华急诊医学杂志, 2019, 28 (4): 510–514. DOI: 10.3760/cma.j.issn.1671-0282.2019.04.022.
- [33] 肖慧,张丽慧,祝慧凤,等.急危重症患者急性胃肠损伤的特异性生物标志物[J].临床急诊杂志, 2024, 25 (5): 263–268. DOI: 10.13201/j.issn.1009-5918.2024.05.011.
- [34] 钱春霞,陆件,陈亚欧,等.动态监测瓜氨酸对重度胃肠损伤患者早期肠内营养的指导价值[J].中华危重病急救医学, 2023, 35 (4): 409–414. DOI: 10.3760/cma.j.cn121430-20220829-00792.
- [35] Huang Q, Wu Z, Chi C, et al. Angiopoietin-2 is an early predictor for acute gastrointestinal injury and intestinal barrier dysfunction in patients with acute pancreatitis [J]. Dig Dis Sci, 2021, 66 (1): 114–120. DOI: 10.1007/s10620-020-06138-0.
- [36] Singer P, Blaser AR, Berger MM, et al. ESPEN practical and partially revised guideline: clinical nutrition in the intensive care unit [J]. Clin Nutr, 2023, 42 (9): 1671–1689. DOI: 10.1016/j.clnu.2023.07.011.
- [37] Wang YQ, Li YH, Li YT, et al. Comparisons between short-peptide formula and intact-protein formula for early enteral nutrition initiation in patients with acute gastrointestinal injury: a single-center retrospective cohort study [J]. Ann Transl Med, 2022, 10 (10): 573. DOI: 10.21037/atm-22-1837.
- [38] Li HX, Lu JY, Li HY, et al. Association between nutrition support and acute gastrointestinal injury in critically ill patients during the first 72 hours [J]. Clin Nutr, 2021, 40 (1): 217–221. DOI: 10.1016/j.clnu.2020.05.011.
- [39] Mayer K, Gokorsch S, Fegbeutel C, et al. Parenteral nutrition with fish oil modulates cytokine response in patients with sepsis [J]. Am J Respir Crit Care Med, 2003, 167 (10): 1321–1328. DOI: 10.1164/rccm.200207-6740C.
- [40] Singer P, Shapiro H, Theilla M, et al. Anti-inflammatory properties of omega-3 fatty acids in critical illness: novel mechanisms and an integrative perspective [J]. Intensive Care Med, 2008, 34 (9): 1580–1592. DOI: 10.1007/s00134-008-1142-4.
- [41] 陈怀生,洪英财,张岸林,等. ω -3 鱼油脂肪酸在脓毒症并严重急性胃肠损伤中的应用[J].广东医学, 2015, 36 (14): 2234–2237.
- [42] Wittekamp BHJ, Oostdijk EAN, Cuthbertson BH, et al. Selective decontamination of the digestive tract (SDD) in critically ill patients: a narrative review [J]. Intensive Care Med, 2020, 46 (2): 343–349. DOI: 10.1007/s00134-019-05883-9.
- [43] Rosman C, Wübbels GH, Manson WL, et al. Selective decontamination of the digestive tract prevents secondary infection of the abdominal cavity, and endotoxemia and mortality in sterile peritonitis in laboratory rats [J]. Crit Care Med, 1992, 20 (12): 1699–1704. DOI: 10.1097/00003246-199212000-00017.
- [44] Chen TT, Lv JJ, Chen L, et al. Heparanase inhibition leads to improvement in patients with acute gastrointestinal injuries induced by sepsis [J]. World J Gastroenterol, 2023, 29 (35): 5154–5165. DOI: 10.3748/wjg.v29.i35.5154.
- [45] Chen L, Li M, Lin YY, et al. Neutrophil elastase in dexmedetomidine alleviating sepsis-related renal injury in rats [J]. Int Immunopharmacol, 2023, 122: 110441. DOI: 10.1016/j.intimp.2023.110441.
- [46] Zhong LL, Cheng CW, Chan YW, et al. Chinese herbal medicine (Ma Zi Ren Wan) for functional constipation: study protocol for a prospective, double-blinded, double-dummy, randomized controlled trial [J]. Trials, 2013, 14: 366. DOI: 10.1186/1745-6215-14-366.
- [47] 李探,张潇月,刘克琴,等.床旁超声测量胃窦横截面积评估大承气汤治疗脓毒症胃肠功能障碍的临床研究[J].中华危重病急救医学, 2023, 35 (9): 975–979. DOI: 10.3760/cma.j.cn121430-20221203-01055.
- [48] Xing X, Zhi YH, Lu J, et al. Traditional Chinese medicine bundle therapy for septic acute gastrointestinal injury: a multicenter randomized controlled trial [J]. Complement Ther Med, 2019, 47: 102194. DOI: 10.1016/j.ctim.2019.102194.
- [49] 邢茜,江荣林,雷澍,等.电针刺激治疗重型颅脑损伤患者急性胃肠损伤[J].中华危重病急救医学, 2021, 33 (1): 95–99. DOI: 10.3760/cma.j.cn121430-20200804-00562.
- [50] 卢乐苗,田昕. TEAS 特定穴对 ICU 重度创伤性脑损伤患者胃肠低动力的改善效果[J].中国中西医结合急救杂志, 2021, 28 (4): 412–415. DOI: 10.3969/j.issn.1008-9691.2021.04.007.

(收稿日期: 2024-12-15)

(责任编辑: 邸美仙)

· 读者 · 作者 · 编者 ·

《中国中西医结合急救杂志》关于统计学方法的写作要求

统计学方法尽可能详细描述,补充有关统计研究设计、资料的表达与描述、统计分析方法的选择、统计结果的解释和表达等要求。应写明所用统计分析方法的具体名称(如成组设计资料的 t 检验、两因素析因设计资料的方差分析等)和统计量的具体值(如 $t=3.45$),并尽可能给出具体的 P 值(如 $P=0.023$);当涉及总体参数时,在给出显著性检验结果的同时,还应给出 95% 可信区间。对于服从偏态分布的定量资料,应采用中位数(四分位数间距或四分位数)[$M(Q_R)$ 或 $M(Q_L, Q_U)$] 方式表达,不应采用均数 $\pm$ 标准差($\bar{x} \pm s$) 方式表达。对于定量或定性资料,应根据所采用的设计类型、资料所具备的条件和分析目的,选用合适的统计分析方法,前者不应盲目套用 t 检验和单因素方差分析,后者不应盲目套用 χ^2 检验。要避免用直线回归方程描述有明显曲线变化趋势的资料。不宜用相关分析说明两种检测方法之间吻合程度的高低。对于多因素、多指标资料,要在一元分析的基础上,尽可能运用多元统计分析方法,以便对因素之间的交互作用和多指标之间的内在联系作出全面、合理的解释。使用相对数时,分母不宜小于 20;要注意区分百分率与百分比的不同。统计学符号按 GB/T 3358.1-2009《统计学词汇及符号第 1 部分:一般统计术语与用于概率的术语》的有关规定书写,一律用斜体。