

床旁超声在重症患者肠内营养治疗中的研究进展

李巧云 黄海燕

华中科技大学同济医学院附属协和医院 湖北武汉 430000

摘要: 床旁超声 (Point-of-care ultrasound, POCUS) 和肠内营养 (Enteral nutrition, EN) 是现代医疗实践中的两个重要元素, 尤其在重症患者的营养治疗中发挥着关键作用。床旁超声作为一种实时、无创、可重复的诊断工具, 已被广泛应用于各类临床场景。在肠内营养管理中, 床旁超声展现出其独特的优势。通过床旁超声, 护士可以实时、动态地监测患者的胃肠功能状态, 从而及时调整肠内营养输注方案。笔者阅读国内外近5年相关文献, 从国内ICU护士床旁超声培训现状、床旁超声引导肠内营养途径的建立、床旁超声评估胃肠功能的方法、营养相关指标的监测等方面进行综述研究, 旨在提高ICU护士对于重症患者肠内营养管理的专业性。

关键词: 床旁超声; 肠内营养; 重症患者; 综述文献

危重症患者处于机体能量高消耗, 高分解代谢的应激状态, 伴随负氮平衡, 容易引发营养不良。肠内营养是重症患者营养治疗的重要组成部分, 不仅可以提供必要的营养物质, 还可以增强免疫力, 减少肠内菌群异位, 保护胃肠功能, 缩短住院时间以及降低死亡率。然而, 有研究显示早期肠内营养的实施过程中喂养不耐受的发生率在30.5%~67.5%之间^[1]。床旁超声因其无创、便捷、可视、准确等优势, 为ICU护士提供了一种有效的监测手段, 任志方等^[2]学者研究显示, 使用床旁超声监测肠内营养实施效果可缩短护士操作时间、更有利于肠内营养的实施, 使患者达到指南推荐的25~30kcal/kg.d的目标喂养量。田飞等人的一项meta研究^[3]显示, 采用床旁超声评估胃残余量 (gastric residual volume, GRV), 可降低患者腹泻、误吸、返流、胃潴留发生率。本文通过对床旁超声用于重症患者肠内营养治疗的国内外文献研究进行综述, 旨在提高ICU护士对肠内营养管理的专业性, 提高重症患者肠内营养的安全性和有效性。

1 国内ICU护士床旁超声培训现状

床旁超声作为一种便捷的可视化病情评估工具, 已经成为重症护理领域研究重点, 重症超声专科护士应运而生, 重症超声的应用可渗透于各个亚专科护理领域, 成为重症护理重要的评估工具。随着临床医疗技术快速发展, 对ICU护士的病情观察能力提出更加严格的要求, 床旁超声培训已经成为重症护理不可或缺的一部分。目前, 国内外的学术组织开展超声培训的有世界重症超声联盟 (World Interactive

Network Focus on Critical UltraSound, WINFOCUS)、中国重症超声研究组 (Chinese Critical Ultrasound Study Group, CCUSG) 等, 为ICU提供超声护理人才。目前多数医院未对护士开展超声培训, 无完整、有针对性的培训模式, 多数护士对超声技术的原理及图像解析完全不了解。惠彩红等^[4]采用行动研究法, 对护理人员进行超声监测GRV的培训, 通过研究者和被研究者的共同参与, 使被动学习变为主动参与, 边培训边收集被研究者的反馈, 不断的改进课程培训流程和机制, 使培训效果满意, 为今后护理超声培训的开展提供了新思路。国内一些学者也在努力制定超声相关指南、共识、操作规范以及护理超声相关书籍, 相信未来中国护理超声在临床上运用成熟。

2 床旁超声引导肠内营养途径的建立

据调查, 全球每年大约有10%的住院患者使用鼻肠管提供幽门后喂养, 使用鼻肠管喂养能减少返流、误吸的发生^[5]。近年来, 应用床旁超声引导鼻空肠管置入技术逐渐成熟, 其优势为实时监测、无创、操作简单、患者痛苦较小, 可降低置管风险。床旁超声引导鼻肠管置管方法: 准备一根生产合格的亲水性鼻肠管、一台超声机、适量温水、甲氧氯普胺10mg。置管操作前10min静脉推注甲氧氯普胺10mg; 患者床头抬高30。~45。; 取右侧卧位; 测量耳垂、鼻尖和剑突之间的距离为第一标记刻度, 第一标记刻度增加25cm为导管尖端在幽门口的刻度为第二标记刻度, 第一标记刻度增加50cm为导管尖端到达十二指肠的刻度为第三标记刻度。

选择一侧鼻腔插入鼻肠管，选择线阵探头放置于左侧颈部，食管横切面图像中空肠管显示“等号征”，纵切面图像可见“水线征”，提示导管尖端已进入食道；将空肠管继续插入至第一标记刻度，选择凸阵探头于剑突下探查，标记点指向头部，获取胃窦短轴切面，经鼻肠管快速注水 10 ~ 20ml，胃窦处超声图像内可见“云雾征”并向患者右侧扩散，提示鼻肠管到达胃窦；将鼻肠管插入第三标记刻度，继续扫查幽门管、十二指肠球部，探头与幽门管平行时，可见胆囊附近处形似“倒8”的幽门管征象，在幽门扩张时及时送管，经鼻肠管快速注水 10 ~ 20ml，幽门管处超声呈现“云雾征”并往患者左侧扩散，提示鼻肠管通过幽门；若能在胃角和十二指肠水平段同时显影“双轨”征，提示空肠管已进入到十二指肠水平部^[6-8]。床旁超声引导鼻空肠管置入的实践中，受病人病情影响，胃肠腔内气体较多会形成超声伪影，更加考验操作者的经验和判断力。

3 床旁超声评估胃肠功能的方法

3.1 床旁超声评估胃残余量

3.1.1 床旁超声定量评估胃内容物

监测 GRV 是评估肠内营养耐受性的常用指标，熊芳婷^[9]等研究者发现，应用床旁超声监测胃残余量可降低并发症发生率、改善临床相关指标、改善患者心理状况。同时，赵晨曦^[10]等人撰写的《床旁超声评估重症患者胃肠功能的最佳证据总结》推荐使用床旁超声行胃窦单切面法进行胃肠道功能评估，此方法需要选择频率为 2 ~ 5MHz 的腹部探头，患者床头抬高 30° 左右，取右侧卧位，有体位限制的情况，可采取半坐位。以二维模式进行腹部探查，使用胃窦单切面法将探头放置在剑突下，标志点朝向患者头侧，获取以肠系膜上静脉、腹主动脉及肝左叶的胃窦横截面标准切面，测量胃窦前后径和头尾径，使用 Perlas 公式^[11] 胃窦面积 = $\pi \times (\text{胃窦前后径} \times \text{胃窦头尾径}) / 4$ 计算胃窦横截面积，并通过公式计算胃残余量，胃残余量 (ml) = $27.0 + 14.6 \times \text{胃窦横截面积 (cm}^2) - 1.28 \times \text{年龄 (岁)}$ ，进行三次测量取平均值，可预测最大 500ml 胃残余量，在体重指数高达 40kg/cm² 的成人非妊娠患者中仍适用。目前 GRV 阈值未达成同一标准，ASPEN 指南指出，GRV 在 200 ~ 500ml 时，应防范喂养不耐受发生风险。当胃残余量 <200ml 时，维持原速度或每 6 个小时增加 20ml，直至达到每日目标喂养量；当 200ml ≤ 胃残余量 <350ml 时，将喂养速度降为原有速度的 50%；当

350ml ≤ 胃残余量 <500ml 时，将喂养速度降为原有速度的 25%；当胃残余量 ≥ 500ml，暂停肠内营养，考虑置入空肠营养管，并且肠内营养泵速不超过 100ml/h。床旁超声监测 GRV，可保证机体能量摄入、降低喂养不耐受发生率、减轻机体炎性反映、改善机体营养代谢状态，有利于病情恢复。

3.1.2 床旁超声定性评估胃内容物

胃内容物性质不同，超声图像下呈现出来回声不同，床旁超声可根据回声来判断胃内容物性质。患者空腹时，超声图像呈现“牛眼征”；患者胃内容物为较多清亮液体时，超声呈现低回声或无回声；患者胃内容物液体密度增加时，超声呈现“星夜征”；患者进食固体食物后超声呈现类似“磨玻璃样”高回声，与周围组织难以辨别界限^[12]。超声监测胃残余量也有一定局限性，受制于操作者的操作技术以及图像识别能力，对于肥胖患者、腹部手术患者、胃肠道较多气体患者，超声监测图像模糊以及不准确。

3.1.3 床旁超声半定量评估胃内容物

为快速识别患者是否存在潜在的返流和误吸风险，Perlas 等^[13]设计了一种基于胃窦超声的半定量评估误吸风险的分级方案（见表 1），是一种定性为主，用于快速识别误吸高风险患者的方法。分别在仰卧位和右侧卧位时，超声扫描胃窦扩张程度和评估胃内容物进行 3 级评分，判断胃容量高、低状态的便捷评估方法。

表 1 误吸风险半定量评估

风险等级	胃内超声图像	意义
0 级	空腹	低误吸风险
1 级	液体（仅右侧卧位可见）	75% 患者 GRV < 100ml
2 级	液体（右侧卧位和仰卧位均可见）	75% 患者 GRV > 100ml, 50% 患者 GRV > 250ml

注：当处于 1 级或 2 级时，需进一步定量计算，右侧卧位 GRV < 1.5ml/kg 预示低误吸风险，GRV > 1.5ml/kg 预示高误吸风险

3.2 床旁超声评估胃排空能力

床旁超声通过评估胃排空时间来评估重症患者胃排空功能，胃排空时间的测量方法是将 300ml 温开水快速充盈胃腔，采用胃窦单切面法每隔 5min 观察胃内液性暗区，直至

胃内容物消失的时间，时间越短，胃排空能力越强^[10]。

3.3 床旁超声监测胃窦运动指数

患者胃收缩功能可通过胃窦运动指数 (gastric antral motility index, MI) 进行评估, 使用 300ml 温开水快速充盈胃腔, 记录 6min 内胃窦收缩次数, 以每 2min 胃窦收缩次数记为胃窦收缩频率 (antral contraction frequency, ACF)。连续测量 3 次胃窦最大舒张 (S 舒张) 和收缩 (S 收缩) 时的面积, 计算胃窦面积变化 (ΔS) = S 舒张 - S 收缩, 得到胃窦收缩幅度 (antral contraction amplitude, ACA) = $\Delta S / S$ 舒张, 继而得到 MI = ACF × ACA。当 MI < 0.4, 肠内营养初始速度 20 ~ 30ml/h; MI 0.4 ~ 0.8, 初始速度 40 ~ 60ml/h; MI > 0.8, 初始速度 > 70ml/h^[14]。MI 能客观决策肠内营养喂养方案, 缩短喂养达标时间。床旁超声监测胃肠功能可使患者尽早启动肠内营养, 超声监测胃窦运动指数可指导肠内营养实施方案。

3.4 床旁超声评估肠道宽度、厚度、活动度

护士可使用床旁超声对肠道的宽度、厚度、活动度的检查来评估肠道运动功能恢复的情况^[15]。有学者研究显示^[16], 急性胃肠损伤超声 (Acute Gastrointestinal Injury Ultrasonography, AGIUS) 评分被证实可以很好的评估胃养不耐受且存在客观性, 同时评估肠内营养喂养疗效 (见表 2)。肠道宽度是肠壁两侧黏膜回声之间的距离, 正常小肠宽度 < 3cm, 结肠宽度 < 5cm, 当小肠内径 > 3cm, 结肠内径 > 5cm, 可诊断肠扩张; 肠壁厚度为肠壁浆膜层到黏膜层回声之间的距离, 正常小肠肠壁厚度为 1 ~ 2mm, 结肠壁厚度为 2 ~ 3mm, 当小肠壁厚度 > 3mm, 结肠壁厚度 > 4mm 可诊断肠壁增厚^[17]。另外还可通过肠道每分钟蠕动次数, 判断患者肠蠕动情况。

表 2 急性胃肠损伤超声 (AGIUS) 评分

检查项目	评分标准		
	0 分	1 分	2 分
肠管直径	<3cm 且肠皱襞无改变	≥ 3cm 或肠皱襞改变	≥ 3cm 且肠皱襞改变
肠壁厚度	<3mm 且肠壁无分层	≥ 3mm 或肠壁分层	≥ 3mm 且肠壁分层
肠道蠕动	5 ~ 10 次 / 分,	<5 次 / 分或 >10 次 / 分	未见肠蠕动
	见肠内容物运送		及肠内容物运送

注: 综合评分大于 >2 分时, 提示喂养不耐受风险高, 肠胃功能损伤严重

4 肠内营养相关指标的监测

肠内营养实施效果的监测指标, 关系肠内营养实施方案的决策。任志方等^[18] 研究显示, 肠内营养并发症的监测主要有呕吐、腹泻、吸入性肺炎、腹胀、胃潴留、胃内容物返流、误吸、呛咳; 肠内营养患者结局的评估指标主要有达目标喂养时间、机械通气时间、ICU 住院时间、病死率。吴琪等^[19] 研究显示, 危重症患者会受到持续的炎症反映与创伤应激, 会导致免疫功能受损, 因此有必要在肠内营养过程中监测免疫炎症反映指标, 监测指标有 C-反应蛋白 (CRP)、白细胞介素 -6 (IL-6)、肿瘤坏死因子 - α (TNF- α)、白细胞介素 -10 (IL-10), 四项指标可反映危重症患者的炎症浸润水平。胃肠功能障碍会导致肠粘膜屏障受损, 研究显示内毒素 (ET)、D-乳酸 (DLA)、二胺氧化酶 (DAO) 是肠粘膜屏障受损的敏感指标, 血清检测水平和肠粘膜受损程度明显相关。营养学监测指标有血清白蛋白 (ALB)、前白蛋白 (PAB)、转铁蛋白 (TRF) 含量。项美姣等^[20] 的研究显示, 乳酸清除率下降与胃残余量增加有一致性, 血乳酸水平 (>2mmol/L) 与休克患者肠内营养不耐受有较好的相关性, 所以乳酸清除率和血乳酸水平也是我们在实施肠内营养的过程中应该关注的指标。欧洲危重病医学会 (European Society of Intensive Care Medicine, ESICM) 指南^[21] 建议, 将停止肠内营养的 GRV 阈值提高至 500ml, GRV > 500ml/6h 的重症患者应延迟肠内营养 (2D 级证据)。未来应该根据不同病种和不同营养风险级别进行判断, 减少不必要的常规 GRV 监测。我们在实施肠内营养的过程中, 需要量性指标来评价治疗效果, 根据监测指标判断喂养方案是否合理。

5 展望

床旁超声在肠内营养管理中的应用, 不仅提高了治疗的精准性和安全性, 还改善了患者的预后。但是超声也有一定的局限性, 对于肥胖、大量胃内容物、腹部手术的患者, 超声图像模糊, 准确性差, 超声评估胃肠功能的技术也受制于操作者的技术水平。随着技术的不断进步和临床应用的深入, 床旁超声有望在肠内营养管理中发挥更大的作用。

参考文献:

[1] Xiao-Yan Xu., Xue HP, Yuan MJ, Jin YR, Huang CX. Effects of ultrasound monitoring of gastric residual volume on feeding complications, caloric intake and prognosis of patients with severe mechanical ventilation[J]. World J Gastrointest Surg.

2023 Aug 27;15(8):1719-1727.

[2] 任志方,张博寒,陈烁,刘悦,王艳玲,肖倩. 床旁超声监测和注射器回抽法对肠内营养实施效果的 Meta 分析[J]. 卫生职业教育,2022,13:152-159.

[3] 田飞,米元元,刘静兰,张蓉,郭庆,桂升敏,席祖洋,张凌云,杨路焕. 超声监测胃残余量对重症患者肠内营养效果的 Meta 分析[J]. 解放军护理杂志,2021,10:47-53.

[4] 惠彩红,宋文静,李赛. 行动研究法在 ICU 护士超声监测胃残余量培训中的应用[J]. 天津护理,2023,06:738-742.

[5] Gao L,Luo X,Deng H,Shi N,et al.Application of B-ultrasound for localization and its impact on first-attempt success rates of nasogastric tube insertion in critically ill patients. *Medicine(Baltimore)*.2023 Dec 15;102(50):e36452.

[6] Zhu XJ, Liu SX, Li QT, Jiang YJ. Bedside ultrasonic localization of the nasogastric tube in a patient with severe COVID-19: A case report. *World J Clin Cases*. 2022 May 26;10(15):4911-4916.

[7] 王硕,张晓雪,王欣然. 鼻肠管尖端定位方法的研究进展[J]. 中华护理杂志,2022,11:1401-1405.

[8] 彭超,刘敏,范德俊,向晓光,韩振中,秦程. 超声引导下成人鼻肠管留置术[J]. 巴楚医学,2023,01:4-6.

[9] 熊芳婷,胡敏,凌颜,姚莹,毛珍珠. 床旁超声监测胃残余量指导危重症患者早期肠内营养的应用效果[J]. 中国卫生标准管理,2023,16:72-76.

[10] 赵明曦,孙建华,李奇,等. 床旁超声评估重症患者胃肠功能的最佳证据总结[J]. 中华现代护理杂志,2022,05:602-610.

[11] Evgeni Brotfain,Alexander Erblat,et al.Nurse-performed ultrasound assessment of gastric residual volume and enteral nasogastric tube placement in the general intensive care unit[J]. *Intensive&Critical Care Nursing*.2022;69:103183.

[12] 王娜,刘小男,杜润松,等. 床旁超声用于围手术期评估患者胃内容物的研究进展[J]. 现代临床医学,2021,47(2):141-143.

[13] Perlas A, Mitsakakis N, Liu L, Cino M, Haldipur N, Davis L, Cubillos J, Chan V. Validation of a mathematical model for ultrasound assessment of gastric volume by gastroscopic examination. *Anesth Analg*. 2013 Feb;116(2):357-63.

[14] Gao L, Li S, Li H, Guo Q, Yan J, Shi Q. Effectiveness of the improved B-ultrasound method for measuring the antral section to guide enteral nutrition in patients with sepsis in a randomized controlled trial. *Asia Pac J Clin Nutr*. 2021 Jun;30(2):224-230.

[15] Maurer AH.Enhancing Scintigraphy for Evaluation of Gastric,Small Bowel,and Colonic Motility.*Gastroenterol Clin North Am* 2020;49:499-517.

[16] 宁书蔚,柳颖,曹昌萌,宋爱琳,孙荣新,赵春刚. 胃窦超声、AGIUS 评分联合注射器回抽法指导老年重症病人肠内营养的疗效研究[J]. 肠外与肠内营养,2024,01:10-16.

[17] 曹岚,张丽娜,王小婷,等. 重症护理超声专家共识. 中华现代护理杂志,2020,26(33):4577-4590.

[18] 任志方,张博寒,陈烁,刘悦,王艳玲,肖倩. 床旁超声监测和注射器回抽法对肠内营养实施效果的 Meta 分析[J]. 卫生职业教育,2022,13:152-159.

[19] 吴琪,朱保锋,陈建荣,李峰,储鑫. 床旁超声联合监测胃残余量和胃窦运动指数在危重症患者肠内营养中的应用研究[J]. 临床急诊杂志,2024,04:180-187.

[20] 项美姣,傅园花. 床旁超声测量胃残余量联合乳酸清除率评估感染性休克患者肠内营养不耐受的风险[J]. 现代实用医学,2024,02:183-185.

[21] Eintam Blaser A, Starkopf J., Alhazzani W, et al. Early enteral nutrition in critically ill patients:ESICM clinical practice guidelines[J]. *Intensive Care Med*, 2017, 43 (3):380-398.

作者简介:

李巧云, (1995-), 女, 汉族, 湖北省武汉市, 本科, 华中科技大学同济医学院附属协和医院, 护士, 肠内营养

黄海燕, (1974-), 女, 汉族, 湖北省武汉市, 硕士, 华中科技大学同济医学院附属协和医院, 护士长, 护理管理