

床旁超声测量胃窦横截面积对重症患者 喂养不耐受的预测价值^{*}

邹同娟¹, 冉启芳¹, 尹万红¹, 许媛², 何伟³, 杨毅⁴, 欧阳彬⁵, 朱然⁶, 康焰^{1△}

1. 四川大学华西医院 重症医学科(成都 610041); 2. 北京清华长庚医院 重症医学科(北京 102218);

3. 首都医科大学附属北京同仁医院 重症医学科(北京 100730); 4. 东南大学附属中大医院 重症医学科(南京 210009);

5. 中山大学附属第一医院 重症医学科(广州 510080); 6. 中国医科大附属第一医院 重症医学科(沈阳 110122)

【摘要】目的 探讨床旁超声测量胃窦横截面积(CSA)预测重症患者喂养不耐受的可行性及价值。**方法** 回顾分析多中心前瞻性观察性研究数据库,纳入2018年2~12月期间国内5家三甲医院ICU经鼻胃管行肠内营养持续3 d以上的患者。统计分析仰卧位及右侧卧位胃窦CSA与重症患者喂养不耐受的相关性,绘制ROC曲线,获取最佳截断值。**结果** 共纳入150例患者,平均年龄为(58.63±16.45)岁,平均急性生理与慢性健康(APACHE II)评分为(17.43±6.99)分。肠内营养3 d喂养不耐受发生率为28.0%。多因素分析示,第二天右侧卧位胃窦CSA是第二天发生喂养不耐受的独立危险因素($P=0.033$),第三天右侧卧位胃窦CSA是第三天发生喂养不耐受的独立危险因素($P=0.016$)。第三天胃窦右侧卧位CSA $\geq 7.092\text{ cm}^2$ 的患者较 $<7.092\text{ cm}^2$ 的患者的喂养不耐受发生率明显更高($P=0.001$)。**结论** 床旁超声测量喂养后胃窦横截面积可以预测重症患者当日肠内营养喂养不耐受发生。当第三天右侧卧位胃窦CSA $\geq 7.092\text{ cm}^2$ 时,发生肠内营养喂养不耐受的概率率明显升高。

【关键词】 ICU 床旁超声 胃窦横截面积 喂养不耐受

The Value of Gastric Antrum Cross-sectional Area Measured by Bedside Ultrasound Predicted Feeding Intolerance in Critically Ill Patients ZOU Tong-juan¹, RAN Qi-fang¹, YIN Wan-hong¹, XU Yuan², HE Wei³, YANG Yi⁴, OU-YANG Bin⁵, ZHU Ran⁶, KANG Yan^{1△}. 1. Department of Critical Care Medicine, West China Hospital, Sichuan University, Chengdu 610041, China; 2. Department of Critical Care Medicine, Beijing Tsinghua Changgung Hospital, Beijing 102218, China; 3. Department of Critical Care Medicine, Beijing Tongren Hospital, Beijing 100730, China; 4. Department of Critical Care Medicine, Zhongda Hospital, Southeast University, Nanjing 210009, China; 5. Department of Critical Care Medicine, the First Affiliated Hospital, Sun Yat-sen University, Guangzhou 510080, China; 6. Department of Critical Care Medicine, the First Hospital of China Medical University, Shenyang 110122, China

△ Corresponding author, E-mail: kangyan@scu.edu.cn

【Abstract】Objective To explore the feasibility and effectiveness of gastric antrum cross-sectional area (CSA) measured by bedside ultrasound for predicting early feeding intolerance (FI) in critically ill patients. **Methods** The data were extracted from a multicenter prospective observation study between February 2018 to December 2018. A bivariate logistic regression model was established to identify the correlation between the gastric antrum cross-sectional area (CSA) and the feeding intolerance (FI). Draw the ROC curve to get the best cut-off value. **Results** This study comprises 150 patients. The mean age was (58.63±16.45) yr., the average APACHE II score was 17.43±6.99. The incidence of FI for three days (72 h-FI%) was 28.0%. The multivariate analysis demonstrated that the Day 2 CSA-right lateral decubitus (RLD) was an independent risk factor for FI-day 2 ($P=0.033$), Day 3 CSA-RLD was an independent risk factor for FI-day 3 ($P=0.016$). Patients with day 3 CSA-RLD $\geq 7.092\text{ cm}^2$ had significantly higher rates of FI ($P=0.001$). **Conclusion** Gastric antrum cross-sectional area measured by ultrasound can predict feeding intolerance during early enteral nutrition. When the Day 3 CSA-RLD is greater than 7.092 cm^2 , the incidence of feeding intolerance is significantly increased.

【Key words】 ICU Ultrasound Cross-section area Feed intolerance

^{*} 四川省科技厅重点研发项目(No. 2018SZ0251)资助

△ 通信作者, E-mail: kangyan@scu.edu.cn

营养支持是重症患者的重要治疗之一,早期启动肠内营养(EN)不仅能够增强机体的细胞免疫功能、保护肠道功能,而且有助于改善重症患者的临床

预后^[1-4]。2016年,美国重症营养指南指出,脓毒性休克患者一旦复苏完成且血流动力学稳定,应在24~48 h内给予肠内营养治疗^[5]。然而喂养不耐受却是重症患者早期肠内营养面临的棘手问题,其发生率高达30.5%~50%^[6-9]。重症患者肠内营养不耐受不仅会延迟重症患者达到目标营养的时间、导致反流误吸风险增加,还与机械通气时间、住院时间以及住院病死率密切相关^[2-3,7,10-11]。美国肠外肠内营养学会(ASPEN)与美国重症医学会(SCCM)指南建议每日监测肠内营养耐受性,应避免不恰当的中止肠内营养^[5]。然而目前肠内营养耐受性评估的方法尚不统一,床旁常用客观评估指标主要为胃残余量(gastric residual volume, GRV)测定^[6-8]。GRV的测量受胃管位置、粗细程度以及患者的体位等多种因素影响,且其评价标准不一^[12-14]。而且多个研究表明GRV并不能准确预测重症患者反流误吸风险^[15-16]。目前床旁超声由于其无创、及时、可视化显像病理生理、可重复性强等优点,已在ICU广泛应用,越来越多的用于动态评估重症患者容量、心功能、肺水肿、胃肠动力等功能性改变^[17-20]。研究证实,超声测定胃窦横截面积(cross-sectional area, CSA)与胃容积有很好的线性关系,胃窦超声已广泛应用于麻醉领域用于评估围术期患者胃内容物,评估反流误吸风险。对于重症患者而言,使用改良B超胃窦单切面法测量胃窦CSA计算胃窦运动指数(MI)确定EN起始速度,有助于重症患者及早达到EN喂养目标、降低EN相关的并发症^[16,21-23]。但是目前并没有使用床旁超声测量胃窦CSA预测重症患者喂养不耐受的研究。因此,本研究拟通过床旁超声测量胃窦CSA,探讨床旁超声测量胃窦CSA对于重症患者肠内营养耐受性评估的可行性及预测价值。

1 资料与方法

1.1 研究对象

1.1.1 纳入标准 收治于ICU并经鼻胃管接受肠内营养(管饲)3 d以上的重症患者。

1.1.2 排除标准 ①年龄<18岁或>90岁;②曾接受食管、胃、胰腺(如Whipple手术)手术史;③小肠喂养;④孕产妇;⑤需俯卧位治疗。

1.2 研究方法

本研究使用多中心前瞻性观察性研究数据库资料进行二次分析。监测患者在接受肠内营养过程中恶心、呕吐、腹胀、腹泻等喂养不耐受(FI)症状以及

GRV等常规评价肠内营养不耐受的指标。使用床旁超声测量喂养4 h后仰卧位及右侧卧位的胃窦CSA。并收集以下临床数据:性别、年龄、身高、体质量、急性生理与慢性健康评分Ⅱ(APACHE Ⅱ评分)、序贯器官功能衰竭评分(SOFA评分)并记录EN开始时间、EN起始速度。分别统计描述入组患者人口学特征、临床基础资料及结局指标。分别统计喂养不耐受发生率与胃窦CSA的相关性,检验胃窦CSA对重症患者喂养不耐受的预测价值。并绘制ROC曲线,寻找预测喂养不耐受的最佳胃窦CSA。

1.2.1 喂养不耐受定义^[8] ①高GRV:连续滴注4 h后回抽GRV>250 mL;②腹胀:主观感觉腹胀,或腹腔压力>15 mmHg(1 mmHg=0.133 kPa);③腹泻:>3次/d,且总量>250 mL/d;④呕吐、反流。

1.2.2 超声测量胃窦CSA^[21,23-25] 使用飞利浦CX50(Washington, USA)以及索罗声M-Turbo(Washington, USA)3~5 MHz凸阵探头进行超声检查。患者半卧位(上身抬高30°),超声探头置于患者上腹正中剑突下,指示点指向头侧(图1左)。以肠系膜上静脉(图1右箭头B)、腹主动脉(图1右箭头C)以及肝左叶为标志,获取胃窦短轴切面(图1右箭头A),测量EN开始4 h后仰卧位及右侧卧位舒张期胃窦CSA=(冠状面上直径×矢状面上直径× π)/4。其中CSA单位为cm²,直径单位为cm。超声操作者均经过中国重症超声研究组(CCUSG)培训并已取得合格证书,胃窦超声检界面为标准界面。且各参研单位由一名经验丰富的CCUSG成员负责超声图像的质控,保证测量的准确性。

1.3 结局指标

主要结局指标:喂养不耐受发生率。次要结局指标:机械通气时间、住ICU时间、住院时间、28 d病死率。

1.4 统计学方法

正态分布的计量资料以均数±标准差表示,组间比较采用两独立样本 t 检验;非正态分布计量资料使用中位数(四分位间距)表示,组间比较采用秩和检验;分类变量以例数(%)表示,采用卡方检验进行组间比较;采用logistic回归进行单因素及多因素分析;绘制受试者工作特征(ROC)曲线,统计曲线下面积(AUC),计算最佳截断值。 $P<0.05$ 为差异有统计学意义。



图 1 超声手法(左)及剑突下胃窦短轴切面(右)

Fig 1 Sonographic assessment technique (left) and image of the gastric antrum (right)

A: Antrum; B: Superior mesenteric vein; C: Aorta; a: The longitudinal diameter; b: The anteroposterior diameter

2 结果

2.1 一般资料及临床特征

共入组 150 例患者,其中男性 99 例,女性 51 例,平均年龄为(58.63±16.45)岁,平均身高(166.01±7.18) cm,平均体质量为(64.26±11.23) kg,平均体质量指数(BMI)为 23.32±3.77,平均 APACHE II 评分为(17.43±6.99)分,平均 SOFA 评分为(6.95±3.97)分。其中 143 (95.3%)例患者接受机械通气,平均机械通气时间为 6.0(3.0,12.0) d。入组患者住 ICU 时间为 14.0(9.0,23.0) d,医院住院时间为 24.0 (15.0,36.25) d,28 d 病死率为 18.7%。

2.2 胃窦 CSA 及肠内营养喂养不耐受发生率

肠内营养喂养 4 h 后仰卧位及右侧卧位胃窦 CSA 如表 1 所示。第一天、第二天、第三天喂养不耐受发生率分别为 10.0%、12.0%、12.7%,肠内营养 3 d 内发生喂养不耐受患者有 42 例,喂养不耐受发生率为 28.0%。

表 1 各时点 EN、胃窦 CSA 及喂养不耐受发生率(n=150)

Table 1 Ultrasonic data and EN of the cases on enrolled patients (n=150)

Variable	Day 1	Day 2	Day 3
EN velocity/(mL/h)	72.83±47.24	81.80±50.19	87.61±53.76
Total EN volume/mL	776.61±404.29	981.60±440.48	1 064.12±432.07
CSA supine/cm ²	4.88±3.47	5.64±4.34	5.27±3.24
CSA RLD/cm ²	6.11±3.91	6.48±4.41	6.61±4.09
FI/case (%)	15 (10.0)	18 (12.0)	19 (12.7)

EN: Enteral nutrition; CSA: Cross-sectional area; RLD: Right lateral decubitus; FI: Feeding intolerance

2.3 肠内营养是否发生喂养不耐受的单因素分析

如表 2 所示,肠内营养 72 h 是否发生喂养不耐

受与第二天、第三天右侧卧位胃窦横截面积正相关($P=0.008,0.016$)。

如表 3 所示,肠内营养第一天是否发生喂养不耐受(FI-Day 1)与机械通气时间相关($P=0.005$);肠内营养第二天是否发生喂养不耐受(FI-Day 2)与机械通气时间、第二天仰卧卧位及右侧卧位胃窦 CSA 相关($P=0.043,0.039,0.005$);肠内营养第三天是否发生喂养不耐受(FI-Day 3)与第三天右侧卧位胃窦 CSA 相关($P=0.045$)。

表 2 肠内营养 72 h 是否发生喂养不耐受的单因素分析

Table 2 Univariate correlation analysis between the ultrasonic variables and 72 h FI

CSA	OR	P	95%CI
Day 1 CSA supine	1.010	0.858	0.908-1.123
Day 1 CSA RLD	1.091	0.065	0.994-1.198
Day 2 CSA supine	1.075	0.090	0.989-1.168
Day 2 CSA RLD	1.134	0.008	1.033-1.244
Day 3 CSA supine	1.104	0.122	0.974-1.252
Day 3 CSA RLD	1.132	0.016	1.024-1.253

CSA: Cross-sectional area; RLD: Right lateral decubitus; FI: Feeding intolerance; OR: Odds ratio; CI: Confidence interval

2.4 肠内营养是否发生喂养不耐受的多因素分析

带入以上有意义的指标及临床指标年龄、APACHE II 评分、BMI、EN 速度分别与第一天、第二天、第三天是否发生喂养不耐受进行多因素分析。如表 4 所示,重症患者肠内营养第一天是否发生喂养不耐受(FI-Day 1)与机械通气时间相关($P=0.018$);第二天是否发生喂养不耐受(FI-Day 2)与第二天右侧卧位胃窦 CSA 相关($P=0.033$);第三天是否发生喂养不耐受(FI-Day 3)与 BMI、第三天右侧卧位胃窦 CSA 相关($P=0.030,0.016$)。

2.5 ROC 曲线分析

绘制第三天右侧卧位胃窦 CSA 预测第三天喂养不耐受的 ROC 曲线,AUC 为 0.699 ,95% CI 0.514~0.883(图 2)。其预测喂养不耐受的最佳截断值为 7.092 cm²,预测敏感性为 0.727,特异性为 0.755。

表 3 肠内营养是否发生喂养不耐受的单因素分析

Table 3 Univariate correlation analysis between the ultrasonic variables and clinical indexes and FI									
Variable	FI-Day 1			FI-Day 2			FI-Day 3		
	P	OR	95%CI	P	OR	95%CI	P	OR	95%CI
Age	0.342	0.985	0.954-1.017	0.136	0.978	0.949-1.007	0.378	0.987	0.959-1.016
APACHE II	0.359	1.035	0.962-1.113	0.657	1.016	0.948-1.088	0.218	0.954	0.886-1.028
BMI	0.513	0.952	0.822-1.103	0.980	0.998	0.876-1.138	0.068	1.122	0.992-1.269
Length of mechanical	0.005	0.685	0.525-0.894	0.043	0.890	0.794-0.996	0.172	0.949	0.880-1.023
EN velocity	0.367	0.994	0.980-1.008	0.207	0.989	0.973-1.006	0.176	0.987	0.968-1.006
CSA supine	0.112	1.117	0.975-1.280	0.039	1.110	1.005-1.225	0.639	1.045	0.870-1.254
CSA RLD	0.087	1.115	0.984-1.264	0.005	1.179	1.052-1.332	0.045	1.146	1.003-1.310

EN: Enteral Nutrition; CSA: Cross-sectional area; RLD: Right lateral decubitus; FI: Feeding intolerance; OR: Odds ratio; CI: Confidence interval

表 4 肠内营养是否发生喂养不耐受的多因素分析

Table 4 Multivariate analysis of independent risk factors for FI									
Variable	FI-Day 1			FI-Day 2			FI-Day 3		
	P	OR	95%CI	P	OR	95%CI	P	OR	95%CI
Age	0.650	0.990	0.949-1.033	0.976	0.999	0.960-1.040	0.445	1.022	0.966-1.082
APACHE II	0.738	0.915	0.915-1.134	0.595	0.972	0.875-1.079	0.581	0.973	0.881-1.073
BMI	0.888	0.986	0.805-1.207	0.685	1.038	0.867-1.242	0.030	1.243	1.021-1.514
Length of mechanical	0.018	0.667	0.476-0.933	0.077	0.825	0.666-1.021	0.118	0.910	0.809-1.024
EN velocity	0.675	1.003	0.988-1.019	0.500	0.993	0.974-1.013	0.257	0.986	0.961-1.011
CSA-supine	0.515	1.074	0.867-1.330	0.869	0.985	0.820-1.183	0.092	0.730	0.506-1.053
CSA-RLD	0.434	1.087	0.882-1.034	0.033	1.213	1.016-1.449	0.016	1.366	1.061-1.759

FI: Feeding intolerance; EN: Enteral nutrition; CSA: Cross-sectional area; RLD: Right lateral decubitus; APACHE II: Acute physiology, age and chronic health evaluation II; BMI: Body mass index; OR: Odds ratio; CI: Confidence interval

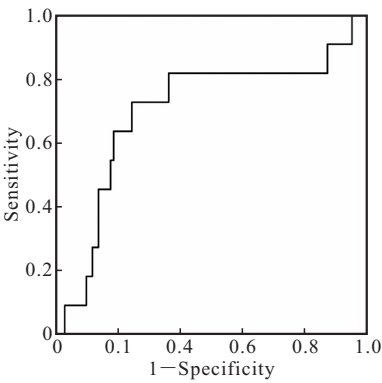


图 2 第三天右侧卧位胃窦 CSA 预测第三天发生喂养不耐受的 ROC 曲线

Fig 2 ROC for Day 3 CSA RLD and FI-Day 3

如表 5 所示,第三天右侧卧位胃窦 CSA≥7.092 cm²的患者较<7.092 cm²的患者的 EN 不耐受发生率更高(P=0.001)。

0.514~0.883(图 2)。其预测喂养不耐受的最佳截断值为 7.092 cm²,预测敏感性为 0.727,特异性为 0.755。

表 5 第三天喂养不耐受发生率比较

Table 5 Comparison of feeding intolerance rates at Day 3			
Variable	CSA/cm ²	FI/%	P
Day 3 CSA-RLD <7.092 cm ²	4.37±1.70	3.8	0.001
Day 3 CSA-RLD ≥7.092 cm ²	11.79±3.21	23.5	

FI: Feeding intolerance; CSA: Cross-sectional area; RLD: Right lateral decubitus

3 讨论

重症患者由于休克、胃肠道缺血缺氧、镇痛镇静等特殊因素导致胃肠功能紊乱。早期启动 EN 不仅能够增强机体的细胞免疫功能,维持肠道黏膜功能,而且有助于改善重症患者的临床预后^[5,26-27]。一项多中心、前瞻性研究显示,早期 EN 比 PN 更能改善预后^[28]。然而喂养不耐受却是重症患者早期 EN 面临的棘手问题,其发生率高达 30.5%~50.0%^[6-7]。不仅会延迟重症患者达到目标营养的时间,还与机械通气时间、住院时间、以及住院病死

率密切相关^[7,29]。GRV是目前评价肠内营养耐受性的主要方法^[8],但由于标准不统一,用于评估喂养不耐受仍然存在争议,多个研究表明GRV并不能准确预测重症患者反流误吸风险^[15-16]。床旁超声测量CSA作为床旁胃排空功能评价的客观指标,可以较客观地确定EN喂养速度,有助于及早达到喂养目标和降低EN相关的并发症。而且研究发现可以根据胃窦CSA量化围术期患者胃容量,从而减少围术期患者反流误吸风险^[16,23]。因此本研究通过使用床旁超声测量每天喂养后4h胃窦CSA预测肠内营养喂养不耐受。结果显示,重症患者肠内营养3d喂养不耐受的发生率为28%,肠内营养第二天及第三天右侧卧位的胃窦CSA能够预测重症患者喂养不耐受的发生($P=0.033, 0.016$)。当第三天右侧卧位胃窦CSA $\geq 7.092\text{ cm}^2$ 时,喂养不耐受的发生率明显升高($P=0.001$)。

本研究结果显示,第一天仰卧位及右侧卧位胃窦CSA不能预测第一天及三天总的喂养不耐受。启动EN第一天,喂养速度、喂养总量及喂养不耐受的发生率均低于第二天及第三天,CSA也较第二天、第三天更小,因此第一天仰卧位及右侧卧位CSA还不能预测第一天及三天总的喂养不耐受。

ARZOLA等^[30]将仰卧位及右侧卧位时胃窦是否能够观察到胃内容物设计了改良的量化等级评分系统。因此本研究采用仰卧位及右侧卧位两个体位进行胃窦CSA的测量。右侧卧位时由于体位的改变使胃内容物向胃窦方向移动,导致右侧卧位胃窦CSA较仰卧位时更能反应胃内容物实际含量。本研究也发现第一天、第二天、第三天仰卧位时胃窦CSA均较同天右侧卧位时胃窦横截面积更小,单因素及多因素分析均提示右侧卧位时胃窦CSA更能准确的预测喂养不耐受的发生。

本研究也存在一些局限。由于本研究的数据来自于全国多中心研究,各中心操作者之间可能存在异质性。但是本研究的所有超声操作者均经过CCUSG培训取得合格证书并采用统一胃窦超声检测标准界面。且各参研单位由一名经验丰富的CCUSG成员负责超声图像的质控,从一定程度上弥补了操作者间的异质性。且本研究数据来自于全国多中心研究,因此数据更具有代表性。但本研究为回顾性分析,后期还需要设计随机对照试验进一步验证该结果。

综上所述,床旁超声测量喂养后胃窦CSA可以预测重症患者当日肠内营养喂养不耐受发生。当第

三天右侧卧位胃窦CSA $\geq 7.092\text{ cm}^2$ 时,发生肠内营养喂养不耐受的概率明显升高。

参 考 文 献

- [1] FRASER R J, BRYANT L. Current and future therapeutic prokinetic therapy to improve enteral feed intolerance in the ICU patient. *Nutr Clin Pract*, 2010, 25(1): 26-31.
- [2] NGUYEN N Q, YI M S. Current issues on safety of prokinetics in critically ill patients with feed intolerance. *Ther Adv Drug Saf*, 2011, 2(5): 197-204.
- [3] DEANE A, CHAOMAN M J, FRASER R J, *et al.* Mechanisms underlying feed intolerance in the critically ill: Implications for treatment. *World J Gastroenterol*, 2007, 13(29): 3909-3917.
- [4] NASIRI M, FARSI Z, AHANGARI M *et al.* Comparison of intermittent and bolus enteral feeding methods on enteral feeding intolerance of patients with sepsis: a triple-blind controlled trial in intensive care units. *Middle East J Dig Dis*, 2017, 9(4): 218-227.
- [5] MCCLAVE S A, TAYLOR B E, MARTINDALE R G, *et al.* Guidelines for the provision and assessment of nutrition support therapy in the adult critically ill patient: society of critical care medicine (SCCM) and American society for parenteral and enteral nutrition (A. S. P. E. N.). *J Parenter Enteral Nutr*, 2016, 40(2): 159-211.
- [6] MENTEC H, DUPONT H, BOCCHETTI M, *et al.* Upper digestive intolerance during enteral nutrition in critically ill patients: frequency, risk factors, and complications. *Crit Care Med*, 2001, 29(10): 1955-1961.
- [7] GUNGBISSOON U, HACQUOIL K, BAINS C, *et al.* Prevalence, risk factors, clinical consequences, and treatment of enteral feed intolerance during critical illness. *J Parenter Enteral Nutr*, 2015, 39(4): 441-448.
- [8] BLASER A R, STARKOPF J, KIRSIMÄGI Ü, *et al.* Definition, prevalence, and outcome of feeding intolerance in intensive care: a systematic review and meta-analysis. *Acta Anaesthesiol Scand*, 2014, 58(8): 914-922.
- [9] BEAUX D, CHAPMAN M, FRASER R, *et al.* Enteral nutrition in the critically ill: a prospective survey in an Australian intensive care unit. *Anaesth Intensive Care*, 2001, 29(6): 619-622.
- [10] NGUYEN N Q, CHAPMAN M, FRASER R J, *et al.* Prokinetic therapy for feed intolerance in critical illness: one drug or two? *Crit Care Med*, 2007, 35(11): 2561-2567.
- [11] HU B, SUN R, WU A, *et al.* Prognostic value of prolonged feeding intolerance in predicting all-cause mortality in critically ill patients: a multicenter, prospective, observational study. *J Parenter Enteral Nutr*, 2019[2019-09-12]. <https://doi.org/10.1002/jpen.1693>.
- [12] HEYLAND D K, VAN ZANTEN A R H, GRAU-CARMONA T, *et al.* A multicenter, randomized, double-

- blind study of ulimorelin and metoclopramide in the treatment of critically ill patients with enteral feeding intolerance; PROMOTE trial. *Intensive Care Med*, 2019, 45(5): 647-656.
- [13] ARABI Y M, REINTAM BLASER A, PREISER J C. When and how to manage enteral feeding intolerance? *Intensive Care Med*, 2019, 45(7): 1029-1031.
- [14] SINGER P, BLASER A R, BERGER M M, *et al*. ESPEN guideline on clinical nutrition in the intensive care unit. *Clin Nutr*, 2019, 38(1): 48-79.
- [15] MCCLAVE S A, LUKAN J K, STEFATER J A, *et al*. Poor validity of residual volumes as a marker for risk of aspiration in critically ill patients. *Crit Care Med*, 2005, 33(2): 324-330.
- [16] CHEN X, CHEN F, ZHAO Q, *et al*. Ultrasonographic measurement of antral area for estimating gastric fluid volume in pregnant women. *J Clin Anesth*, 2019, 53: 70-73.
- [17] MOORE C L, COPEL J A. Point-of-care ultrasonography. *N Engl J Med*, 2011, 104(9): 2075-2076.
- [18] VOLPICELLI G, ELBARBARY M, BLAIVAS M, *et al*. International evidence-based recommendations for point-of-care lung ultrasound. *Intensive Care Med*, 2012, 38(4): 577-591.
- [19] LEVITOV A, FRANKEL H L, BLAIVAS M, *et al*. Guidelines for the appropriate use of bedside general and cardiac ultrasonography in the evaluation of critically ill patients-part II: cardiac ultrasonography. *Crit Care Med*, 2016, 44(6): 1206-1227.
- [20] RICCI R, BONTEMPO I, CORAZZIARI E, *et al*. Real time ultrasonography of the gastric antrum. *Gut*, 1993, 34(2): 173-176.
- [21] 张荣丽, 何伟, 李彤, 等. B超检测胃动力指导危重症病人肠内营养的应用. *肠外与肠内营养*, 2011, 18(6): 341-343.
- [22] 李彤. 改良B超胃窦单切面法对重症病人胃排空功能判断的价值. *外科理论与实践*, 2009, 14(6): 619-622.
- [23] KAYDU A, GOKCEK E. Preoperative assessment of ultrasonographic measurement of antral area for gastric content. *Med Sci Monit*, 2018, 24: 5542-5548.
- [24] BOLONDI L, BORTOLOTTI M, SANTI V, *et al*. Measurement of gastric emptying time by real-time ultrasonography. *Gastroenterology*, 1985, 89(4): 752-759.
- [25] SHARMA V, GUDIVADA D, GUERET R, *et al*. Ultrasound-assessed gastric antral area correlates with aspirated tube feed volume in enterally fed critically ill patients. *Nutr Clin Pract*, 2016, 32(2): 206-211.
- [26] MACLAREN R. Intolerance to intragastric enteral nutrition in critically ill patients: complications and management. *Pharmacotherapy*, 2012, 20(12): 1486-1498.
- [27] REINTAM BLASER A, STARKOPF J, ALHAZZANI W, *et al*. Early enteral nutrition in critically ill patients: ESICM clinical practice guidelines. *Intensive Care Med*, 2017, 43(3): 380-398.
- [28] SHIGEO I, KUDSK K A, KAZUHIKO F, *et al*. Enteral feeding preserves mucosal immunity despite *in vivo* MAdCAM-1 blockade of lymphocyte homing. *Ann Surg*, 2003, 237(5): 677-685.
- [29] BLASER A R, STARKOPF J, FRUHWALD S, *et al*. Gastrointestinal function in intensive care patients: terminology, definitions and management. recommendations of the ESICM working group on abdominal problems. *Intensive Care Med*, 2012, 38(3): 384-394.
- [30] ARZOLA C, PERLAS A, SIDDIQUI N T, *et al*. Bedside gastric ultrasonography in term pregnant women before elective cesarean delivery: a prospective cohort study. *Anesth Analg*, 2015, 36(3): 752-758.

(2019-09-19 收稿, 2019-10-21 修回)

编辑 汤 洁