

超声评估胃残余量在神经危重症患者肠内营养中的应用

陈卫挺¹ 元丹琴¹ 陈仁辉¹ 陈英姿¹ 王和浩¹ 陈云娥¹ 陈茜¹ 蒋思懿²

¹台州市中西医结合医院重症医学科, 浙江台州 317523; ²浙江大学医学院附属第四医院重症医学科, 浙江义乌 322000

通信作者: 蒋思懿, Email: 21018109@zju.edu.cn

【摘要】目的 探讨床旁超声(PoCUS)评估胃残余量(GRV)在神经危重症患者肠内营养(EN)实施过程中的可行性及指导价值。**方法** 选择2017年3月1日至2018年9月30日入住台州市中西医结合医院重症医学科(ICU)需实施EN的90例神经危重症患者,按随机数字表法将患者分为回抽胃液法评估GRV组(对照组)和PoCUS评估GRV组(研究组),每组45例。两组均经鼻胃管泵入瑞代营养液进行喂养,速度以每日目标喂养量持续18h泵入,连续给药7d。比较两组患者EN耐受情况、喂养中断发生率、每日EN液体量、达到完全EN(TEN)比例和血清白蛋白(Alb)、前白蛋白(PA)水平以及预后的差异。**结果** 研究组反流和误吸发生率均明显低于对照组[分别为8.9%(4/45)比24.4%(11/45)和4.4%(2/45)比17.8%(8/45),均 $P < 0.05$]。研究组EN液体量、达到TEN比例、Alb、PA水平均明显高于对照组[EN液体量(mL/d): 944.6 ± 277.1 比 783.7 ± 230.5 ,达到TEN比例: 86.7%(39/45)比68.9%(31/45), Alb(g/L): 30.6 ± 3.0 比 29.4 ± 2.4 , PA(g/L): 280.5 ± 31.8 比 267.7 ± 28.4 ,均 $P < 0.05$]。研究组和对照组腹泻发生率[15.6%(7/45)比13.3%(6/45)],喂养中断发生率[8.9%(4/45)比13.3%(6/45)],ICU住院时间(d: 10.4 ± 6.2 比 8.3 ± 5.4),院内病死率[8.9%(4/45)比13.3%(6/45)]比较差异均无统计学意义(均 $P > 0.05$)。**结论** 用PoCUS评估GRV来调整EN实施方案,可减少反流、误吸的发生,增加EN的摄入量。

【关键词】 神经危重症; 肠内营养; 胃残余量; 床旁超声

基金项目: 浙江省医药卫生科技计划项目(2018KY919); 浙江省温岭市科技项目(2018C310022)

DOI: 10.3969/j.issn.1008-9691.2019.04.016

Application of point-of-care ultrasound in monitoring gastric residual volume in neurosurgical critical patients with enteral nutrition support Chen Weiting¹, Yuan Danqin¹, Chen Renhui¹, Chen Yingzi¹, Wang Hehao¹, Chen Yun'e¹, Chen Qian¹, Jiang Siyi²

¹Department of Critical Care Medicine, Taizhou Hospital of Integrated Traditional Chinese and Western Medicine, Taizhou 317523, Zhejiang, China; ²Department of Critical Care Medicine, The Forth Affiliated Hospital of Zhejiang University School of Medicine, Yiwu 322000, Zhejiang, China

Corresponding author: Jiang Siyi, Email: 21018109@zju.edu.cn

【Abstract】Objective To explore the feasibility and guiding value of point-of-care ultrasound (PoCUS) in evaluating gastric residual volume (GRV) in the course of implementing enteral nutrition (EN) in patients with neurological critical illness. **Methods** Ninety patients with critical neurological diseases necessary for EN were admitted to the Department of Intensive Care Unit (ICU) of Taizhou Hospital of Integrated Traditional Chinese and Western Medicine from March 1, 2017 to September 30, 2018 were selected, and they were randomly divided into a GRV extraction group (control group) and a PoCUS GRV group (study group), 45 patients in each group. Both groups were fed with Ruidai nutrient solution by nasogastric pump at a rate of 18 hours per day to persistently administer the target feeding volume for consecutive 7 days. The differences in tolerance of EN, the incidence of feeding interruption, the daily volume of EN fluid, the ratio of reaching total enteral nutrition (TEN) and the levels of serum albumin (Alb), prealbumin (PA) and prognosis were compared between the two groups. **Results** The incidences of reflux and wrong aspiration in the study group were significantly lower than those in the control group [8.9% (4/45) vs. 24.4% (11/45) and 4.4% (2/45) vs. 17.8% (8/45), both $P < 0.05$]. The EN liquid volume, ratio of reaching TEN, Alb and PA levels in the study group were significantly higher than those in the control group [EN liquid volume (mL/d): 944.6 ± 277.1 vs. 783.7 ± 230.5 , the ratio of TEN: 86.7% (39/45) vs. 68.9% (31/45), Alb (g/L): 30.6 ± 3.0 vs. 29.4 ± 2.4 , PA (g/L): 280.5 ± 31.8 vs. 267.7 ± 28.4 , all $P < 0.05$]. The incidence of diarrhea [15.6% (7/45) vs. 13.3% (6/45)], the incidence of feeding interruption [8.9% (4/45) vs. 13.3% (6/45)], the length of stay in ICU (days: 10.4 ± 6.2 vs. 8.3 ± 5.4), the mortality [8.9% (4/45) vs. 13.3% (6/45)] had no significant differences between the two groups (all $P > 0.05$). **Conclusion** Evaluating GRV by PoCUS to adjust EN implementation plan can reduce the incidences of reflux and wrong aspiration and increase the EN intake.

【Key words】 Neurological critical illness; Enteral nutrition; Gastric residual volumes; Point-of-care ultrasound

Fund program: Medical and Health Science and Technology Project of Zhejiang Province (2018KY919); Science and Technology Project of Wenling City of Zhejiang Province(2018C310022)

DOI: 10.3969/j.issn.1008-9691.2019.04.016

肠内营养(EN)以其简单、安全、合乎生理模式等优点在临床上普遍使用,早期 EN 可降低重症医学科(ICU)患者感染发生率及病死率,缩短 ICU 住院时间^[1-2]。神经重症患者常存在不同程度的胃肠功能障碍,容易发生胃排空障碍,从而增加反流、腹泻、误吸等胃肠道不耐受现象,影响了 EN 的治疗效果^[3]。因此,如何对实施 EN 的神经重症患者进行动态胃残余量(GRV)评估有重要意义^[4]。目前 ICU 常采用注射器回抽胃液法来评估 GRV,用以调整 EN 方案的实施,但该方法操作繁琐,GRV 的准确性易受到影响,也更容易造成患者 GRV 过多、腹泻、反流发生率增加等并发症,严重影响了 EN 的实施及目标化管理^[5]。床旁超声(PoCUS)作为一种方便、无创、可重复性好,且可在床旁实施的检测方法,已经广泛用于围手术期胃排空时间、GRV 及误吸风险的评估^[6-7]。而目前临床上关于 PoCUS 指导 ICU 神经重症患者 EN 实施的循证医学证据不多。本研究通过比较 PoCUS 与回抽胃液法评估 GRV 的差异,观察 EN 过程中不耐受的发生情况及临床预后,探讨 PoCUS 评估神经危重症患者 GRV 指导 EN 实施的可行性和指导价值。

1 资料与方法

1.1 研究对象:采用前瞻性随机对照研究方法,纳入 2017 年 3 月 1 日至 2018 年 9 月 30 日入住台州市中西医结合医院 ICU 需实施 EN 治疗的神经重症患者 90 例。

1.1.1 纳入标准:① 诊断为神经系统疾病的重症患者^[8];② 不能进食需留置鼻胃管实施 EN。

1.1.2 排除标准:① 年龄 < 18 岁;② 存在 EN 禁忌证,3 d 不能实施 EN^[9];③ PoCUS 对胃窦单切面评估受限(肥胖、胃肠胀气、腹部放疗术后);④ 既往有消化性溃疡、胃肠道手术史及胃肠道肿瘤等病史;⑤ 家属拒绝参加研究。

1.1.3 伦理学:本研究符合医学伦理学标准,并经本医院伦理委员会批准(审批号:2017-02-01),对患者采取的治疗和检测得到过患者或其家属的知情同意。

1.2 研究分组及一般资料(表 1):将患者按随机数字表法分为回抽胃液法评估 GRV 组(对照组)和 PoCUS 评估 GRV 组(研究组),每组 45 例。纳入患者中颅内动脉瘤 5 例、自发性脑出血 16 例、颅内肿瘤 10 例、自发性蛛网膜下腔出血 14 例、创伤性颅脑损伤 45 例。两组患者性别、年龄、急性生理学与慢性健康状况评分 II (APACHE II)、格拉斯哥昏迷

评分(GCS)、体质指数(BMI)、前白蛋白(PA)、血清白蛋白(Alb)、是否使用血管活性药物、是否使用机械通气、发病原因等基本资料比较差异均无统计学意义(均 $P > 0.05$),说明两组资料均衡,有可比性。

表 1 不同 GRV 评估方法两组神经危重症患者基本资料比较

临床资料	研究组 (45 例)	对照组 (45 例)	χ^2/t 值	P 值
性别(例)			3.787	0.052
男性	32	23		
女性	13	22		
年龄(岁, $\bar{x} \pm s$)	66.5 ± 17.0	63.6 ± 15.3	0.829	0.409
APACHE II (分, $\bar{x} \pm s$)	21.6 ± 7.5	20.3 ± 6.8	0.858	0.393
GCS(分, $\bar{x} \pm s$)	9.1 ± 3.0	8.5 ± 2.9	1.062	0.291
BMI(kg/m ² , $\bar{x} \pm s$)	21.6 ± 3.2	21.5 ± 2.8	0.108	0.914
PA(mg/L, $\bar{x} \pm s$)	283.0 ± 28.2	279.8 ± 27.7	0.547	0.586
Alb(g/L, $\bar{x} \pm s$)	30.6 ± 5.4	31.8 ± 5.6	2.967	0.336
血管活性药物[例(%)]			0.756	0.384
使用	15(33.3)	19(42.2)		
未使用	30(66.7)	26(57.8)		
机械通气[例(%)]			2.963	0.085
使用	23(51.1)	31(68.9)		
未使用	22(48.9)	14(31.1)		
发病原因[例(%)]			1.291	0.863
创伤性颅脑损伤	20(44.4)	25(55.6)		
自发性脑出血	9(20.0)	7(15.6)		
自发性蛛网膜下腔出血	8(17.8)	6(13.3)		
颅内肿瘤	5(11.1)	5(11.1)		
颅内动脉瘤	3(6.7)	2(4.4)		

1.3 治疗方法:对新入住本院 ICU 且无 EN 禁忌证的患者 24 ~ 48 h 内开始实施 EN。两组患者均采用胃导管(复尔凯,纽迪希亚公司),置管后经床旁 X 线确认导管位置,经营养泵泵入瑞代 EN 液,输注速度以每日目标喂养量持续泵入 18 h,连续 7 d。目标热卡量为 104.6 ~ 125.5 kJ · kg⁻¹ · d⁻¹, EN 实施第 1 d 给予目标热卡量的 1/3,第 2 d 给予目标热卡量的 1/2,第 3 d 开始尽可能予以目标热卡量,以达到完全 EN(TEN),具体原则参考 2016 年美国肠外肠内营养学会(APSEN)危重患者营养指南^[9]。研究组采用 PoCUS 评估 GRV^[7]。通过 PoCUS 测量出胃窦前后和头尾直径,计算胃窦面积(胃窦面积 = 胃窦头尾直径 × 胃窦前后直径 × π),再通过胃窦面积计算 GRV [GRV(mL) = 27.0 + 胃窦面积(cm²) × 14.6 - 1.28 × 年龄^[7]]。EN 开始后每 4 h 评估 1 次 GRV,如 GRV ≤ 200 mL,维持原来输注速度;如 GRV > 200 mL,中断 EN 实施。如在实施 EN 过程中出现喂养不耐受时应减慢 EN 输注速度,反流、误吸患者应肌内注射胃复安 10 mg,如处理后输注速度 < 10 mL/h 仍出现不耐受现象或 GRV > 200 mL,需中断 EN。对照组采用回抽胃液法评估 GRV,每次使用注射器通过鼻胃管回抽胃内容物,以抽得胃内容

物总量代表 GRV 值,实施 EN 开始后每 4 h 评估 1 次 GRV。如 GRV ≤ 200 mL,维持原来输注速度。如 GRV > 200 mL,中断 EN 实施^[8]。两组观察时间均为患者入住 ICU 开始至实施 EN 后 7 d。如 EN 实施未达到 7 d 或 PoCUS 不能显示标准切面者予以剔除,通过随机数字表法分配同组患者数至 45 例。

1.4 观察指标:观察两组患者的喂养耐受性(腹泻、误吸、反流)、喂养中断率、达到 TEN 比例、平均每日 EN 液体量、Alb、PA、ICU 住院时间和院内病死率。GRV 过多定义为 EN 实施过程中每 4 h 自胃内抽吸出 200 mL 以上胃内容物^[8]。反流定义为胃内容物自消化道逆流进入食道、咽部或口腔^[10]。误吸的定义为异物吸入声门以下气道^[10]。腹泻的定义为解便频率 ≥ 3 次/d,解便量 ≥ 250 mL/d 或 200 g/d,粪便性状参照布里斯托大便分类法第 5~7 类^[11]。喂养中断的定义为因喂养不耐受(腹泻、误吸、反流)或 GRV > 200 mL 的原因导致中断 EN 实施。

1.5 统计学方法:使用 SPSS 21.0 统计软件处理数据,所有数据应先采取正态检验,正态分布的计量资料以均数 ± 标准差($\bar{x} \pm s$)表示,采用 *t* 检验;计数资料以例(率)表示,采用 χ^2 检验。 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 不同 GRV 评估方法两组神经危重症患者 EN 耐受性及喂养中断发生率的比较(表 2):研究组患者反流和误吸发生率均较对照组明显减少(均 $P < 0.05$),而两组腹泻、喂养中断发生率比较差异均无统计学意义(均 $P > 0.05$)。

表 2 不同 GRV 评估方法两组神经危重症患者 EN 耐受性及喂养中断发生率的比较

组别	例数(例)	腹泻 [% (例)]	反流 [% (例)]	误吸 [% (例)]	喂养中断 [% (例)]
对照组	45	13.3(6)	24.4(11)	17.8(8)	13.3(6)
研究组	45	15.6(7)	8.9(4) ^a	4.4(2) ^a	8.9(4)

注:与对照组比较,^a $P < 0.05$

2.2 不同 GRV 评估方法两组神经危重症患者 EN 液体量、达到 TEN 比例及 Alb、PA 水平比较(表 3):研究组于 7 d 后每日 EN 液体量、达到 TEN 比例、Alb、PA 水平均明显高于对照组(均 $P < 0.05$)。

2.3 不同 GRV 评估方法两组神经危重症患者临床预后指标比较(表 3):两组患者 ICU 住院时间及院内病死率比较差异均无统计学意义(均 $P > 0.05$)。

3 讨论

研究显示,EN 能保护胃肠道生理功能、防止肠道绒毛萎缩,较肠外营养(PN)更有利于维持胃肠道微生态平衡,从而维护胃肠道黏膜的屏障功能,并能提供给危重患者机体必需的营养物质^[12]。神经危重症患者常有意识障碍、吞咽困难、呃逆、应激性溃疡和胃肠道菌群失衡等表现。因此,相关指南建议对不能经口摄食的神经危重症患者应优先考虑给予 EN 支持治疗^[13]。但在 EN 实施时常出现 GRV 过多、腹胀、反流等喂养不耐受的现象,导致住院时间及机械通气时间延长,病死率增加^[14]。而其中 GRV 过多的发生率达 39%^[15]。因此,如何准确评估及减少 GRV 的发生显得尤为重要。目前临床上常采用胃液回抽法及腹部 CT 来测量 GRV。腹部 CT 测量 GRV 准确性高,但无法实时动态及床边观察,无法在临床上广泛应用。目前临床上较多采用回抽胃液法测定 GRV,但容易受患者营养管位置及体位的影响,不能准确测量 GRV。因此,临床上需一种方便、可重复性好、可在床边实施的 GRV 评估方法来指导 EN 实施。随着医学设备的发展及 PoCUS 应用的不断扩展,PoCUS 以其简单、无创及可重复获取影像等优势,在临床上被广泛应用。有研究显示,胃窦运动指数可指导 ICU 患者 EN 的实施,但计算胃窦运动指数操作繁琐,无法作为一种常规评估手段^[16]。本课题组前期的研究显示,对 ICU 机械通气患者通过 PoCUS 评估 GRV 来指导 EN 实施,可增加营养的摄入,缩短护士的每日操作时间^[17]。Elke 等^[3]认为,GRV 的评估可早期指导对胃排空障碍处理,从而减少反流和误吸的发生率。傅园花等^[18]研究显示,床旁超声监测 GRV 可提高机械通气患者 EN 耐受性,降低呼吸机相关性肺炎(VAP)发生率,缩短机械通气时间及 ICU 住院时间。本研究显示,PoCUS 评估法与回抽胃液法测量 GRV 未能减少腹泻及喂养中断的发生,但可减少患者反流和误吸的发生。同时,PoCUS 法评估 GRV 较回抽胃液法能增加 TEN 比例、每日平均 EN 液体量及 Alb 及 PA

表 3 不同 GRV 评估方法两组神经危重症患者第 7 d 营养相关情况及其临床预后指标比较

组别	例数(例)	EN 液体量(mL/d, $\bar{x} \pm s$)	达到 TEN 比例[% (例)]	Alb(g/L, $\bar{x} \pm s$)	PA(mg/L, $\bar{x} \pm s$)	ICU 住院时间(d, $\bar{x} \pm s$)	院内病死率[% (例)]
对照组	45	783.7 ± 230.5	68.9(31)	29.4 ± 2.4	267.7 ± 28.4	8.3 ± 5.4	13.3(6)
研究组	45	944.6 ± 277.1 ^a	86.7(39) ^a	30.6 ± 3.0 ^a	280.5 ± 31.8 ^a	10.4 ± 6.2	8.9(4)

注:与对照组比较,^a $P < 0.05$

水平。这与前期对 ICU 机械通气患者的研究结果^[17]一致。回抽胃液法常因营养管位置(导管贴壁、打折)及患者体位等因素,造成一定程度的抽吸不充分,容易导致所测量的 GRV 较实际量减少,不能准确反映真实 GRV;同时将抽吸后的胃内容物注回胃内,相当于短时间被动增加 EN 量,增加了反流和误吸的发生而影响 EN 实施。且反复将回抽胃的内容物注回胃内可能造成二次污染,从而导致患者腹泻发生率增高^[19]。有调查显示护理人员在实际工作中按规范进行 GRV 评估的仅为 72.1%,可能与 ICU 工作繁忙,护理人员反复回抽胃液较为繁琐^[20],且回抽的胃液往往存在异味,导致护理人员依从性差有关。本研究结果显示, PoCUS 不但可减少喂养不耐受的发生,同时也未增加神经重症患者不良临床结果的发生;且 PoCUS 为无创评估,易被患者接受;护理人员也无需将患者的胃内容物反复回抽及再注回,因而减轻了工作量,减少了感染的发生。

本研究尚存在一定局限性:在采用胃窦单切面方法测量胃窦面积时,容易受胃肠道气体的干扰,部分患者可能无法获得准确数据;同时 PoCUS 测量胃窦面积的结果与操作者的实际经验、患者体位有关,虽然操作者都经过 PoCUS 上岗培训,但不同操作者的测量会存在一定程度的差异,从而造成 GRV 评估结果的不同。且本研究为单中心观察性研究,样本量少,尚需进一步扩大样本量及多中心随机对照研究来验证 PoCUS 评估方法在临床上的应用。

综上所述,通过 PoCUS 评估 GRV 来指导 EN 实施,可减少反流、误吸的发生,增加 TEN 摄入量,且不影响患者临床预后。因此 PoCUS 可作为评估危重患者 GRV 的有效指标,其准确性高于传统回抽胃液方法,且 PoCUS 可更加安全有效、简单方便、无辐射、实时动态地进行评估,以指导 EN 的安全实施。

参考文献

[1] Ferrie S, East V. Managing diarrhoea in intensive care [J]. *Aust Crit Care*, 2007, 20 (1): 7-13. DOI: 10.1016/j.aucc.2006.10.001.

[2] Reintam A, Parm P, Kitus R, et al. Gastrointestinal symptoms in intensive care patients [J]. *Acta Anaesthesiol Scand*, 2009, 53 (3): 318-324. DOI: 10.1111/j.1399-6576.2008.01860.x.

[3] Elke G, Felbinger TW, Heyland DK. Gastric residual volume in critically ill patients: a dead marker or still alive? [J]. *Nutr Clin Pract*, 2015, 30 (1): 59-71. DOI: 10.1177/0884533614562841.

[4] 肖桂珍,李俊,苏磊.危重患者的精准营养[J].*中华危重病急救医学*, 2017, 29 (11): 1052-1056. DOI: 10.3760/cma.j.issn.2095-4352.2017.11.020.

[5] Xiao GZ, Li J, Su L. Precision nutrition for intensive care patients [J]. *Chin Crit Care Med*, 2017, 29 (11): 1052-1056. DOI: 10.3760/cma.j.issn.2095-4352.2017.11.020.

[6] Nguyen NQ, Grgurinovich N, Bryant LK, et al. Plasma erythromycin concentrations predict feeding outcomes in critically ill patients with feed intolerance [J]. *Crit Care Med*, 2011, 39 (4): 868-871. DOI: 10.1097/CCM.0b013e318206d57b.

[7] Bouvet L, Mazoit J, Chassard D, et al. Clinical assessment of the ultrasonographic measurement of antral area for estimating

preoperative gastric content and volume [J]. *Anesthesiology*, 2011, 114 (5): 1086-1092. DOI: 10.1097/ALN.0b013e31820dee48.

[7] Van de Putte P, Perlas A. Ultrasound assessment of gastric content and volume [J]. *Br J Anaesth*, 2014, 113 (1): 12-22. DOI: 10.1093/bja/aeu151.

[8] 中华医学会神经外科学分会,中国神经外科重症管理协作组.中国神经外科重症患者消化与营养管理专家共识(2016)[J].*中华医学杂志*, 2016, 96 (21): 1643-1647. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0376-2491.2016.021.005.

[9] Chinese Medical Association Neurosurgery Branch, China Neurosurgery Critical Care Management Cooperative Group. Expert consensus on digestive and nutritional management in critically ill Chinese neurosurgical patients (2016) [J]. *Natl Med J China*, 2016, 96 (21): 1643-1647. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0376-2491.2016.021.005.

[9] McClave SA, Taylor BE, Martindale RG, 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]. *JPEN J Parenter Enteral Nutr*, 2016, 40 (2): 159-211. DOI: 10.1177/0148607115621863.

[10] Mizock BA. Risk of aspiration in patients on enteral nutrition: frequency, relevance, relation to pneumonia, risk factors, and strategies for risk reduction [J]. *Curr Gastroenterol Rep*, 2007, 9 (4): 338-344. DOI: 10.1007/s11894-007-0039-7.

[11] Reintam BA, Deane AM, Fruhwald S. Diarrhoea in the critically ill [J]. *Curr Opin Crit Care*, 2015, 21 (2): 142-153. DOI: 10.1097/MCC.000000000000188.

[12] 陈仁辉,陶福正,陈卫挺,等.等热量不同肠内营养制剂对机械通气患者血糖的影响[J].*中国中西医结合急救杂志*, 2017, 24 (6): 641-644, 649. DOI: 10.3969/j.issn.1008-9691.2017.06.019.

[12] Chen RH, Tao FZ, Chen WT, et al. Effects of preparations with same calorie but different in enteral nutrition on blood glucose in patients with mechanical ventilation [J]. *Chin J TCM WM Crit Care*, 2017, 24 (6): 641-644, 649. DOI: 10.3969/j.issn.1008-9691.2017.06.019.

[13] 王国锋,王国荣,周昆.重型颅脑损伤昏迷患者的营养支持[J].*中国中西医结合急救杂志*, 2012, 19 (3): 152-155. DOI: 10.3969/j.issn.1008-9691.2012.03.008.

[13] Wang GF, Wang GR, Zhou K. Nutrition support for comatose patients with severe head injury [J]. *Chin J TCM WM Crit Care*, 2012, 19 (3): 152-155. DOI: 10.3969/j.issn.1008-9691.2012.03.008.

[14] Wang K, McIlroy K, Plank LD, et al. Prevalence, outcomes, and management of enteral tube feeding intolerance: a retrospective cohort study in a tertiary center [J]. *JPEN J Parenter Enteral Nutr*, 2017, 41 (6): 959-967. DOI: 10.1177/0148607115627142.

[15] Montejo JC. Enteral nutrition-related gastrointestinal complications in critically ill patients: a multicenter study [J]. *Crit Care Med*, 1999, 27 (8): 1447-1453. DOI: 10.1097/00003246-199908000-00006.

[16] 陈英姿,陈仁辉,陈卫挺,等.床旁超声胃窦运动指数指导 ICU 机械通气危重患者肠内营养的应用价值[J].*浙江临床医学*, 2018, 20 (5): 891-892, 895.

[16] Chen YZ, Chen RH, Chen WT, et al. The value of bed-side ultrasound antral movement index in guiding enteral nutrition of critically ill ICU patients with mechanical ventilation [J]. *Zhejiang Clin Med J*, 2018, 20 (5): 891-892, 895.

[17] 陈卫挺,陈仁辉,陈英姿,等.床旁超声监测胃残余量在机械通气危重患者肠内营养中的应用[J].*中国乡村医药*, 2018, 25 (5): 18-19. DOI: 10.3969/j.issn.1006-5180.2018.05.010.

[17] Chen WT, Chen RH, Chen YZ, et al. Application of bedside ultrasound to monitor gastric residual volume in enteral nutrition in critically ill patients with mechanical ventilation [J]. *Chin J Rural Med Pharm*, 2018, 25 (5): 18-19. DOI: 10.3969/j.issn.1006-5180.2018.05.010.

[18] 傅园花,郭莉娟,葛国平.床旁超声监测胃残余量对机械通气患者肠内营养耐受性的影响[J].*中国中西医结合急救杂志*, 2019, 26 (3): 325-327. DOI: 10.3969/j.issn.1008-9691.2019.03.018.

[18] Fu YH, Guo LJ, Ge GP. Effect of bedside ultrasound monitoring of gastric residual volume on intestinal nutrition tolerance in mechanically ventilated patients [J]. *Chin J TCM WM Crit Care*, 2019, 26 (3): 325-327. DOI: 10.3969/j.issn.1008-9691.2019.03.018.

[19] Nguyen NQ, Grgurinovich N, Bryant LK, et al. Plasma erythromycin concentrations predict feeding outcomes in critically ill patients with feed intolerance [J]. *Crit Care Med*, 2011, 39 (4): 868-871. DOI: 10.1097/CCM.0b013e318206d57b.

[20] 赵庆华,皮红英,周玉虹.危重患者肠内营养期间胃残余量监测情况调查[J].*中华现代护理杂志*, 2016, 22 (20): 2881-2885. DOI: 10.3760/cma.j.issn.1674-2907.2016.20.015.

[20] Zhao QH, Pi HY, Zhou YH. Investigation on the monitoring of residual gastric residual in critical patients with enteral nutrition [J]. *Chin J Mod Nurs*, 2016, 22 (20): 2881-2885. DOI: 10.3760/cma.j.issn.1674-2907.2016.20.015.