

分类号：
学 号：20192114049

密 级：
单位代码：10759

石河子大学

硕 士 学 位 论 文



床旁超声监测严重创伤患者胃肠道功能障碍的 相关性分析

学 位 申 请 人	金沛延
指 导 教 师	欧阳军教授
申 请 学 位 类 别	专业硕士
专 业 名 称	临床医学
研 究 领 域	急诊医学
所 在 学 院	医学院

中国·新疆·石河子

2022年6月

**Correlation analysis of gastrointestinal dysfunction in patients with
severe trauma monitored by bedside ultrasound**

A Dissertation Submitted to

Shihezi University

In Partial Fulfillment of the Requirements

for the Degree of

Master of Medicine

By

Peiyan Jin

(Emergency medicine)


Dissertation Supervisor: Prof. Yangjun Ou

June, 2022

石河子大学学位论文独创性声明及使用授权声明

学位论文独创性声明

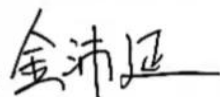
本人所呈交的学位论文是在我导师的指导下进行的研究工作及取得的研究成果。据我所知，除文中已经注明引用的内容外，本论文不包含其他个人已经发表或撰写过的研究成果。对本文的研究做出重要贡献的个人和集体，均已在文中作了明确的说明并表示谢意。

研究生签名：


时间：2022年5月29日

使用授权声明

本人完全了解石河子大学有关保留、使用学位论文的规定，学校有权保留学位论文并向国家主管部门或指定机构送交论文的电子版和纸质版。有权将学位论文在学校图书馆保存并允许被查阅。有权自行或许可他人将学位论文编入有关数据库提供检索服务。有权将学位论文的标题和摘要汇编出版。保密的学位论文在解密后适用本规定。

研究生签名：

时间：2022年5月29日

导师签名：

时间：2022年5月29日

摘要

目的：探讨床旁超声在评估严重创伤患者胃肠功能障碍中的相关临床应用价值，为床旁超声监测严重创伤患者病情变化，指导拟定合理的肠内营养方案提供参考依据。

方法：本实验采用前瞻性队列研究方法，选取并记录 2020 年 10 月至 2021 年 09 月期间收住石河子大学医学院第一附属医院的严重创伤患者（ISS 评分 ≥ 16 ）30 例为研究组。收取健康体检者 30 人为对照组。分别收集对照组及研究组年龄、性别、身高、体重、BMI 等一般资料以及研究组 ISS 评分，运用改良的胃窦单切面法经床旁超声测量并记录空腹状态下饮用或经胃管注入温开水 300ml 后对照组胃窦面积、胃排空时间（Gastric emptying time, GET）以及研究组入院第 1 天、3 天、5 天的胃窦面积和 GET。将各组不同时间节点胃窦面积与其对应空腹胃窦面积比较，同时分别比较对照组与研究组入院第 1 天、研究组治疗前后以及对照组与研究组入院第 5 天的 GET，根据得到的结果分析各组之间的差异性，进而判断床旁超声对胃功能评估的实际可靠性。另外将研究组第 1 天 GET 与 ISS 评分进行相关性分析，判断 ISS 评分作为初步评估胃功能指标的参考价值。

结果：经床旁超声测量并记录，对照组与研究组在一般情况：年龄、性别、身高、体重、BMI 上的差异无统计学意义($P>0.05$)，对照组在第 40min 及之后的胃窦面积与空腹时胃窦面积，差异无统计学意义 ($P>0.05$)；研究组入院后第 1 天、第 3 天、第 5 日均在第 120min 时胃窦面积与空腹时比较，差异无统计学意义 ($P>0.05$)；研究组第 1 天 GET 为 (123.47 ± 2.76) min，对照组为 (33.08 ± 1.29) min，两者对比差异具有统计学意义($P<0.05$)；研究组第 1 天、第 3 天和第 5 天 GET 分别为 (123.50 ± 2.76) min、 (120.60 ± 2.73) min、 (113.52 ± 2.89) min，研究组第 1 天与第 3 天的 GET 比较，差异无统计学意义 ($P>0.05$)，而分析比较第 1 天与第 5 天的 GET，差异具有统计学意义 ($P<0.05$)；通过对照组与研究组入院第 5 天的排空时间对比，两者差异也存在统计学意义 ($P<0.05$)。同时，ISS 评分与相应 GET 进行 Spearman 相关性分析，发现 ISS 评分与 GET 的 r 值为 0.91， P 值=0.00 ($P<0.05$)，为强相关关系。

结论：

- 1.严重创伤患者 GET 明显延长，在后续治疗过程中患者胃肠功能在缓慢改善但与健康受试者相比仍有一定差距。
- 2.通过床旁超声可以动态监测严重创伤患者 GET，进而评估胃功能变化，有利于指导严重创伤患者肠内营养方案的制定与实施。
3. 床旁超声测量结合 ISS 评分可进一步明确创伤患者胃肠功能情况。

关键词：床旁超声；严重创伤；胃肠功能障碍；胃排空时间

Abstract

Objective: To explore the clinical application value of bedside ultrasound in assessing gastric dysfunction in patients with severe trauma, and to provide a reference basis for bedside ultrasound and to guide the formulation of a reasonable enteral nutrition program by monitoring these patients' changes.

Methods: This trial adopted a prospective cohort study method to select and record 30 severe trauma patients (ISS score ≥ 16) as the study group, and these patients were all admitted to the First Affiliated Hospital of Shihezi University of Medicine during the period of October 2020 and September 2021. The control group was collected from 30 healthy medical examiners. General data such as age, sex, height, weight, BMI and ISS score of the study group were collected from the control group and the study group, and the gastric sinus area, Gastric emptying time (GET) of the control group and the study group after drinking or injecting 300 ml of warm water through a gastric tube in fasting state were measured and recorded using a modified sinus single-section method via bedside ultrasound. The gastric sinus area and GET of each group were compared with their corresponding fasting sinus area at different time points, and the GET of the control group was compared with that of the study group on the first day of hospitalization, before and after treatment, and on the fifth day of hospitalization, respectively, and the differences between the groups were analyzed according to the results obtained to determine the actual reliability of bedside ultrasound in assessing gastric function. In addition, correlation analysis was performed between the gastric emptying time on day 1 and ISS score in the study group to determine the reference significance of ISS score as a preliminary assessment index of gastric function.

Results: As measured and recorded by bedside ultrasound, there was no statistically significant difference between the study group and the control group in general: age, sex, height, weight, and BMI ($P > 0.05$). In the control group, the gastric antral area at 40min and after and that at fasting were not statistically significant ($P > 0.05$). The gastric antrum area at 120min on the day 1, day 3 and day 5 after admission in the study group was not significantly different from that at fasting ($P > 0.05$). The gastric emptying time on day 1 was (123.47 \pm 2.76) min in the study group and (33.08 \pm 1.29) min in the control group, which was statistically significant ($P < 0.05$). The gastric emptying time on day 1, day 3 and day 5 of the study group were (123.50 \pm 2.76) min, (120.60 \pm 2.73) min and (113.52 \pm 2.89) min, and the difference gastric emptying time between on day 1 and day 3 of the study group was not statistically significant ($P > 0.05$), while the gastric emptying time on day 1 and day 5 was statistical significance ($P < 0.05$); compared the gastric emptying time on day 5 of admission between the control group and the study group, there was also a significant difference between the two groups ($P < 0.05$). Meanwhile, Spearman correlation analysis was

performed between ISS score and corresponding gastric emptying time, and it was found that the r value of ISS score and gastric emptying time was 0.91, which was a strong correlation with P value=0.00 ($P<0.05$), and there were statistically significant.

Conclusion:

1. The gastric emptying time of patients with severe trauma was significantly prolonged. Although the gastrointestinal function of patients slowly improved during the follow-up treatment, there was still a certain gap compared with that of healthy subjects.
2. Gastric emptying time of severe trauma patients could be monitored dynamically by bedside ultrasound, and then the changes of gastric function can be evaluated, which was helpful to guide the formulation and implementation of enteral nutrition program for severe trauma patients.
3. Bedside ultrasound measurement combined with ISS score can further clarify the gastrointestinal function of trauma patients.

Key words: Bedside ultrasound; severe trauma; Gastrointestinal dysfunction; gastric emptying time

目录

摘要	I
Abstract	II
中英文缩略词对照表	V
1 前言	1
2 材料与方法	3
2.1 资料选择	3
2.1.1 病例来源	3
2.1.2 纳入标准	3
2.1.3 排除标准	3
2.2 技术路线	4
2.3 方法	5
2.3.1 临床资料	5
2.3.2 研究方法	5
2.3.3 研究仪器	6
2.3.4 统计学方法	6
3 结果	7
3.1 一般临床资料比较	7
3.2 胃窦面积比较	7
3.3 GET 比较	8
3.4 ISS 评分与研究组第 1 天 GET 相关性分析	9
4 讨论	11
5 结论	15
6 文献综述	16
床旁超声在监测严重创伤患者胃肠道功能变化的临床探讨	16
致谢	32
作者简介	33
导师评阅表	34

中英文缩略词对照表

英文缩写	英文全称	中文全称
GET	Gastric emptying time,	胃排空时间
MSOF	multiple system organ failure ,	多系统器官衰竭
SIRS	systemic inflammatory response syndrome	全身炎症反应综合征
MODS	multiple organ dysfunction syndrome	多器官功能障碍综合征
ISS	Injury Severity Score	创伤严重程度评分
BMI	Body Mass Index	体重指数

1 前言

在过去较长一段时间里,对于严重创伤之后胃肠道系统的关注度远不及心脏、肺脏、肾脏等重要脏器,这是因为在当时人们普遍认为机体受到剧烈打击后胃肠道不会出现如同循环、呼吸系统那样明显影响患者生命体征的变化。随着关于胃肠功能理论水平及监测技术的进步,临床医师逐渐认识到严重创伤后的胃肠道功能变化也会对患者疾病发展变化拥有十分深刻的意义,并开始重视胃肠道功能障碍在急危重症患者病情治疗中的地位。针对收住重症监护室的创伤患者及时完善准确的胃肠功能评价,可以协助临床医师制定和修正治疗方案,动态评估疾病严重程度和病情变化,进而预测即将出现的各种并发症及面临的死亡,缓解疾病严重程度,改善患者预后,减小死亡率。

严重创伤患者由于机体器官功能严重受损,病情危重且病情发展变化快,进而容易造成其他一系列并发症的发生,其中,胃肠道功能障碍或衰竭就是最为常见的并发症之一^[1]。人体内最大的细菌和内毒素储存场所为胃肠道,肠道缺血、缺氧导致屏障作用减弱甚至消失,肠上皮屏障紊乱,继而出现肠道细菌易位^[2],造成炎症因子大量释放入血,明显促进了全身炎症反应综合征(systemic inflammatory response syndrome, SIRS)、多器官功能障碍综合征(multiple organ dysfunction syndrome, MODS)或多系统器官衰竭(multiple system organ failure, MSOF)^[3]的发展。2006年,Mayr等^[4]人认为导致严重创伤患者死亡的直接原因并非创伤对机体造成的直接伤害,而是长期胃肠功能障碍未得到及时改善及其最终所导致的MODS。有效预防和积极治疗胃肠功能障碍对防止MODS的发生发展、降低病死率至关重要。另外,Reintam A等^[5]研究发现收住重症监护室患者可能会因胃功能障碍而延长机械通气和住院时间,导致患者死亡率增加。

严重创伤患者体内重要器官功能减弱甚至衰竭,生命体征不平稳,对于一些有创、繁琐的检查和操作耐受性差,故而寻找一种适宜的监测方法必不可少。2018年4月由世界胃肠动力和功能障碍工作小组发布了《Expert consensus document: Advances in the diagnosis and classification of gastric and intestinal motility disorders》^[6],详细描述了临床评估胃肠功能的相关方案。目前临床常见检测胃肠动力的方法多见于X线法、放射性核素显像、磁共振成像、体表胃电图、生物电阻抗法、胶囊内镜、腔内测压等^[7],但大多都因具有放射性、检测时间长、分析较为复杂以及不能床旁检测常常难以及时应用,拖延并加剧病情恶化。其中B超在胃功能评估方面,具有无创、快捷、无辐射、可多次重复等特性^[8],可将结构评价的定性和功能监测的定量互相结合^[9]。目前测量胃排空的金标准仍然是放射性核素显像法,可以测得溶液或食物通过胃窦部情况及时间^[10]。但该方法有几个缺点:辐射较强限制了它的应用,特别是在有生育能力的女性中,并且该检查

方法不适合随着时间的推移重复测量^[11]。而临床目前已广泛利用超声波成像技术对胃肠道进行研究^[12]：胃腔体积测量可以通过动态 MRI 或超声无需侵入性物质即可完成，这两种方法在一项前瞻性比较研究中显示出极好的一致性^[13]；超声探查胃窦的横截面测量与 MRI 的一致性约 90%，且在儿童术前麻醉评估胃内容物时准确度更高^[14]；Sabry 等人于 2019 年通过 B 超技术对糖尿病患者空腹条件下的胃内残余量进行计算，发现有长期糖尿病病史的患者胃排空功能较差，同时因需要行择期手术要求禁食 8 小时，其胃残余量比正常人仍较高^[15]；曹岚及其同事^[16]通过与临床传统检测方法反复对比发现，床旁超声在评估神外重症监护病人的 GET，判断胃内残余量，指导实施肠内营养，可以更快满足病人所需喂养量的标准，有助于提高病情好转速度，缩短了住院时间。故而床旁超声用于评估胃肠功能既具有无创、便捷、可较准确评估胃肠情况等特点，又能辅助评估肠内营养耐受性、制定调整营养实施方案^[17]，因此应用于严重创伤患者是一种更加适宜的检测手段。

应用传统的 B 超胃窦单切面法^[18]持续监测患者 GET，要求受检者一次性口服或经胃管注入 500ml 温开水（约 37~40℃）使胃腔充盈，并且保持上半身直立位，但危重病人短时间内对 500ml 胃腔充盈量耐受性差，往往难以实施，另外创伤患者多伴有骨折等外伤，需保持卧床状态，无法采取直立坐位受检，再加之监测过程时间较长，故实行难度较大。本研究对象为 ISS 评分 ≥ 16 的遭受严重创伤患者，采用改良的 B 超胃窦单切面法很好的弥补了上述检测缺陷：把胃腔充盈量由原先 500ml 减少为 300ml，直立座位调整为 45° 半卧位，提高了患者的依从性，通过李彤等^[19]的研究表明此方法与传统超声胃窦单切面法具有良好的一致性，可作为床旁超声评估胃排空功能变化的客观评价方法。

根据以上相关背景，本文将探讨床旁超声通过监测严重创伤患者 GET 变化以及 ISS 评分评估胃功能的可行性，指导临床实时调整治疗方案。

2 材料与方法

2.1 资料选择

2.1.1 病例来源

本研究采用前瞻性队列研究的方法，随机选取 2020 年 10 月至 2021 年 9 月期间收住我院急诊外科重症监护室并符合 2012 欧洲危重症协会标准^[20]中有关胃肠功能障碍诊断标准的创伤后出现胃功能障碍者 30 例为研究组，ISS 评分 16~23，其中男性 17 例，女性 13 例，平均年龄 45.20 ± 10.62 岁，平均 BMI 为 22.88 ± 2.46 。另随机选择健康受试者 30 例作为对照组，其中男性 18 例，女性 12 例，平均年龄 42.30 ± 10.28 岁，平均 BMI 为 22.56 ± 2.66 。

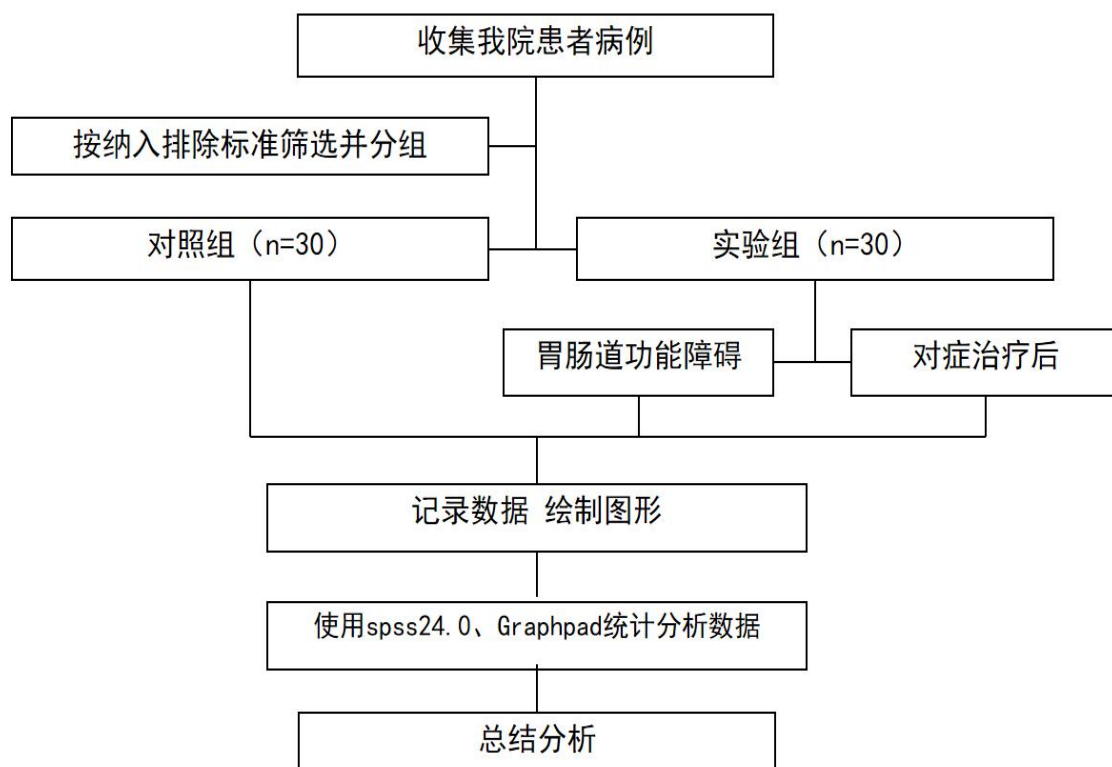
2.1.2 纳入标准

随机选取我院收住的创伤后出现胃功能障碍患者，并要求年龄 ≥ 18 岁，损伤严重评分（ISS） ≥ 16 ，病情危急、可逆，具有多种高危因素对生命存在威胁，经过重症监护积极有效救治可能降低病死风险，并符合 2012 欧洲危重症协会标准中有关胃功能障碍诊断标准：伴有以下症状者：(1)腹部胀气；(2)肠鸣音减弱或消失，且给与了相同促胃动力有关治疗方案（避免因治疗方式不同对该研究产生较大实验误差，影响研究结果）。

2.1.3 排除标准

- (1)入院后 1h 内直接死亡的患者；
- (2)腹部空腔脏器有损伤、超声检查探头接触区域有损伤以及烦躁多动、神经异常不能配合的患者；
- (3)入院前已发生胃肠功能障碍的患者；
- (4)无法取 45° 半卧位者；
- (5)合并大量腹水、肝脏大导致胃窦受压迫的患者；
- (6)确诊妊娠或具有可疑怀孕征象的患者；哺乳期妇女；
- (7)既往有糖尿病、胃肠道病史和（或）手术者；
- (8)严重肥胖（BMI ≥ 28 ）患者；
- (9)患者及其家属明确拒绝参加此研究。

2.2 技术路线



2.3 方法

2.3.1 临床资料

记录对照组的一般临床资料（性别、年龄、身高、体重、BMI），使用床旁超声仪测量各时间点胃窦面积及 GET。

记录研究组的一般临床资料（性别、年龄、身高、体重、BMI）及 ISS 评分，使用床旁超声仪分别监测入院后第 1 天、第 3 天、第 5 天的各时间点胃窦面积及 GET。

本研究为观察性研究，收集治疗前后相关数据，告知家属行相关性研究且不收取检查费用，家属表示知情并同意参加。

2.3.2 研究方法

（1）根据《重症超声临床引用技术规范》^[22]中有关记录胃超声影像获取、详细探查部位及实际应用方法进行本研究，此规范是由中国重症超声研究小组与血流动力学治疗协作小组于 2018 年 6 月联合发布。研究组及对照组均在检测前禁食水 12h，以头居中、半卧位 45°（将 ICU 病床床头抬高 45° 辅助严重创伤患者形成正确体位）行胃窦部超声探查，研究组通过胃管注入适宜温度开水（约 37℃~40℃）300ml，对照组则在约 2 分钟内饮用完毕。应用 GET 的最新测量方法即改良超声胃窦单切面法^[23]：B 超探头纵向放置于中上腹部即剑突下位置（B 超探测时以肝左叶、肠系膜上静脉以及腹主动脉作为观察胃窦的标志区域），探头标记点指向头部，如呈像欠清晰或未探查胃窦可适当调整探头角度或沿右侧肋缘向下方缓慢移动探头直至观察到胃窦影像画面，因胃窦有自主收缩运动，当胃窦舒张呈现最大面积时，冻结该画面，通过测量软件包选择面积进行测量，见图 2-1。采用上述改良版的超声胃窦单切面法开始动态监测 GET：分别在空腹、胃腔充盈后即刻，及之后每隔 5 分钟测量各时间点的胃窦部面积，并与其空腹时胃窦面积作比较，某时刻与空腹时胃窦面积无明显差异，说明在此节点胃内容物已基本排空，求得 GET。检查期间受试者保持上述体位不变，尽量减小因不同活动强度影响胃排空功能而产生的误差。

（2）创伤严重程度评分（Injury Severity Score, ISS）能客观评价多处创伤对机体造成的损伤程度。评分方法：将身体分为六个部分，分别是头颈部、颜面部、胸部、全腹部、四肢/骨盆以及体表^[21]，把遭受最严重损伤的三个部分伤害分值平方，算出三个结果之和即为严重程度的最终评分，分值越高，受损伤程度越高。ISS 评分 < 16 属于轻度损伤，16 ≤ ISS 评分 ≤ 25 为属于严重损伤，ISS 评分 > 25 属于危重损伤。本研究采用上述创伤评分标准，选取 ISS 评分 ≥ 16 的创伤患者为研究对象。

（3）根据所得胃窦面积、GET 以及入院时 ISS 评分进行统计学分析。



图 2-1 超声下胃窦图像

2.3.3 研究仪器

石河子大学医学院第一附属医院使用的超声检测仪器是 Hitachi Aloka Noblus（日本日立公司生产）便携式超声仪，凸阵腹部探头，频率 1-5MHz。

2.3.4 统计学方法

采用 SPSS 24.0、Graphpad Prism 统计软件对相关资料进行数据处理分析，对计量资料用 $(\bar{x} \pm s)$ 表示；计量资料组间比较采用独立样本 t 检验；计量资料组内比较用配对样本 t 检验， $P < 0.05$ 认为差异有统计学意义。计数资料采用 χ^2 检验， $P < 0.05$ 认为差异有统计学意义。分类资料采用 spearman 相关性分析， $P < 0.05$ 认为差异有统计学意义。

3 结果

3.1 一般临床资料比较

将对照组与研究组一般资料（性别、身高、年龄、体重、BMI）予以收集后进行统计学分析，发现对照组与研究组一般资料无统计学意义($P>0.05$)，排除一般资料对研究结果的影响，见表 3-1。

表 3-1 对照组与研究组一般资料对比

	对照组 (n=30)	研究组 (n=30)	χ^2/t 值	P 值
性别比例	男: 17 (56.7) 女: 13 (43.3)	男: 16 (53.3) 女: 14 (46.7)	13.50	0.79
年龄 (岁)	42.30±10.28	45.20±10.62	1.07	0.29
身高 (cm)	173.30±8.85	171.04±8.76	0.99	0.32
体重 (kg)	68.50±13.80	67.48±12.43	0.30	0.76
BMI (kg/m ²)	22.56±2.66	22.88±2.46	0.48	0.63

3.2 胃窦面积比较

将对照组与研究组入院后第 1 天、第 3 天、第 5 天各测量时间点的胃窦面积分别与相应空腹时刻胃窦面积进行比较，发现对照组在 40min 及之后的胃窦面积与空腹时胃窦面积，差异无统计学意义 ($P>0.05$)；研究组入院后第 1 天、第 3 天、第 5 天在第 120min 时与空腹胃窦面积比较，两者差异无统计学意义 ($P>0.05$)，见表 3-2。

表 3-2 对照组及研究组入院第 1、3、5 天各时间点胃窦部面积

	对照组	研究组第 1 天	第 3 天	第 5 天
空腹 (cm ²)	3.05±0.82*	3.61±0.38*	3.57±0.41*	3.59±0.40*
即刻 (cm ²)	12.82±1.34*	14.08±1.77*	13.84±0.84*	13.67±0.89*
5min (cm ²)	9.74±0.87*	13.32±0.90*	12.85±0.95*	12.65±0.86*
10min (cm ²)	7.92±0.76*	12.40±1.15*	11.94±0.89*	11.59±0.42*
20min (cm ²)	4.84±0.12*	10.76±0.62*	10.29±0.66*	9.40±0.59*

注：*表示有统计学意义 ($P<0.05$)

表 3-2 (续) 对照组及研究组入院第 1、3、5 天各时间点胃窦部面积

	对照组	研究组第 1 天	第 3 天	第 5 天
40min (cm ²)	3.10±0.78	8.63±0.61*	8.16±0.71*	7.13±0.69*
60min (cm ²)	3.23±0.42	7.16±0.72*	6.71±0.72*	5.44±0.76*
120min (cm ²)	3.16±0.29	3.78±0.29	3.66±0.28	3.48±0.51

注: *表示有统计学意义 ($P<0.05$)

3.3 GET 比较

通过对研究组及对照组的 GET 进行比较, 结果发现, 研究组入院后第 1 天 GET 为 (123±2.76) min, 而对照组 GET 为 (33.08±1.29) min, 两者比较差异有统计学意义 ($P<0.05$), 见表 3-3 及图 3-1。

表 3-3 对照组与研究组入院后第 1 天 GET 比较

	例数	统计量 (min)	<i>t</i> 值	<i>P</i> 值
对照组	30	33.08±1.29	29.64	0.00
研究组第 1 天	30	123.47±2.76		

通过监测研究组入院第 1 天、第 3 天、第 5 天 GET, 可以发现, 研究组在经过胃肠障碍治疗后, 其后的每一次测量 GET 都在缓慢缩短, 第 1 天与第 3 天 GET 相比, 差异无统计学意义 ($P>0.05$), 而与第 5 天 GET 相比, 差异具有统计学意义 ($P<0.05$), 见表 3-4 及图 3-1。

表 3-4 研究组治疗前后 GET 比较

时间	例数	对照组 GET		
		$\bar{x} \pm s$ (min)	<i>t</i> 值	<i>P</i> 值
第 1 天	30	123.47±2.76	0.74	0.46
第 3 天	30	120.60±2.73		
第 3 天	30	120.60±2.73	1.79	0.08
第 5 天	30	113.52±2.89		
第 1 天	30	123.47±2.76	2.50	0.02
第 5 天	30	113.52±2.89		

通过研究组第 5 天 GET 与对照组 GET 比较分析, 发现入院后第 5 天 GET 为 (113.52±2.89) min, 对照组为 (33.08±1.29) min, 差异有统计学差异 ($P<0.05$), 见表 3-5

及图 3-1。

表 3-5 对照组与研究组第 5 天 GET 比较

	例数	$\bar{x} \pm s$ (min)	t 值	P 值
对照组	30	33.08 ± 1.29	25.42	0.00
研究组第 5 天测量值	30	113.52 ± 2.89		

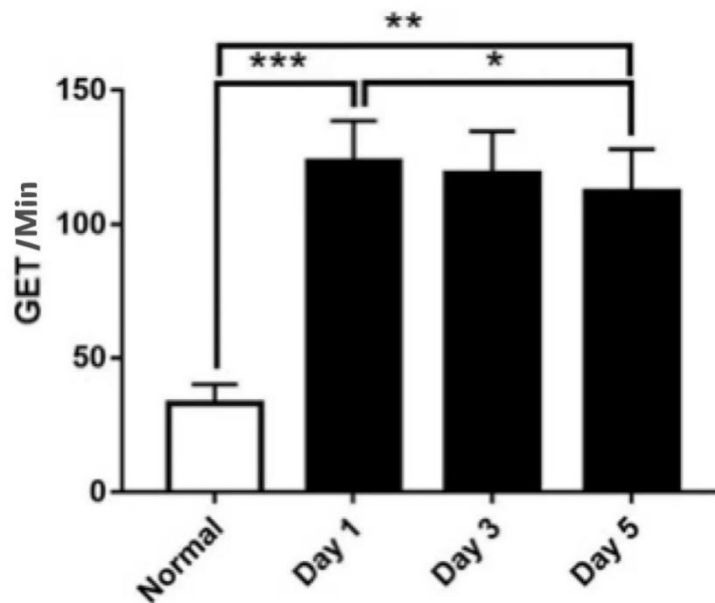


图 3-1 对照组与研究组 GET 柱状图

注: * $P < 0.05$, ** $P < 0.01$, *** $P < 0.001$

3.4 ISS 评分与研究组第 1 天 GET 相关性分析

通过对研究组 ISS 评分与相应 GET 进行 Spearman 相关性分析并绘制散点图, 发现 ISS 评分与 GET 的 r 值为 0.91, P 值=0.00 ($P < 0.05$), 为强相关关系, 见表 3-6 及图 3-2。

表 3-6 ISS 评分与 GET 相关性比较

项目	r 值	P 值
ISS 评分	0.91	0.00

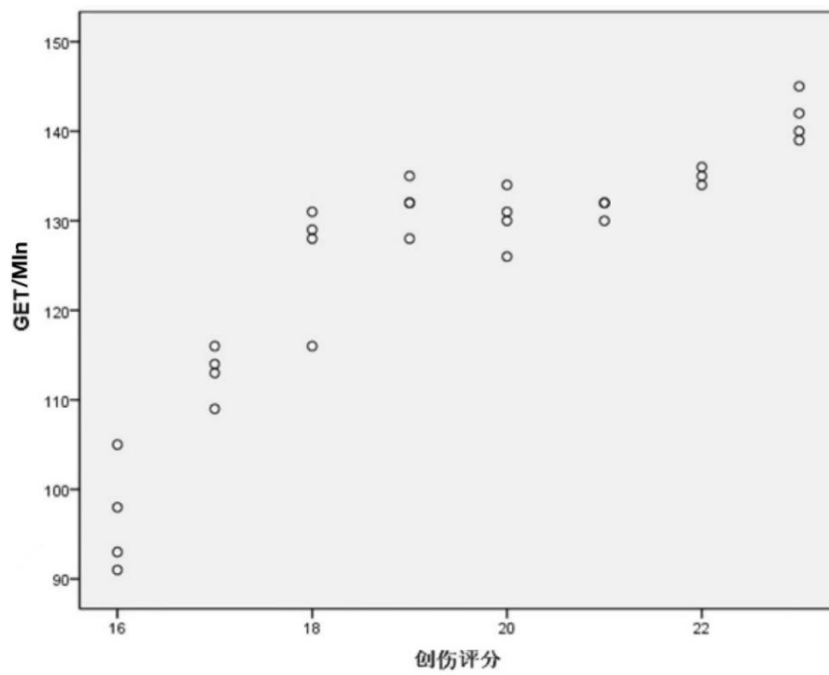


图 3-2 ISS 评分与 GET 分布散点图

4 讨论

严重创伤患者主要特点就是病情变化迅速,救治过程复杂,并发症较多,其中胃肠功能障碍较为常见,严重者甚至可进一步发展形成胃肠功能衰竭,又会加重重症患者病症,导致患者恢复慢、预后差,严重威胁患者生命健康。

1986年, Carrico 等^[24]提出胃肠道是全身毒血症和菌血症的启动器,也是炎性介质释放的导火索这一观点。正常生理状态下,胃肠道起到极其重要的屏障作用,有效抑制其内的有害物质进入循环。在机体遭受严重创伤后,常伴有组织灌注不足发生,当全身血容量下降约 10%时,机体开始重新调整体内血流量分配,导致肠道、肝脏等器官血流下降,以确保重要生命脏器如心脏、大脑的血液供应^[25]。因肠道的血流供应量明显下降,肠黏膜缺血、缺氧,引发低灌注损伤,微循环遭到破坏,又导致氧自由基受损,黏膜上皮凋亡,修复能力减弱,再一次加剧肠黏膜损伤,胃肠黏膜缺血、缺氧所致的胃肠道黏膜坏死是胃肠功能障碍的主要病理基础^[26]。在严重创伤患者发生应激反应的状态下,因机体单核-巨噬细胞系统被削弱,免疫功能弱化,故机体“消灭”内毒素的能力被大大削减,对于肠道吸收的内毒素无法及时处理,并且又由于胃肠黏膜损伤坏死,屏障功能减弱,通透性进一步增加,大量内毒素释放入血,机体内的巨噬细胞、内皮细胞以及补体系统和凝血系统等受到刺激,便会释放组胺、前列腺素、肿瘤坏死因子- α 以及白介素 1、6、8 等生物活性物质,这些物质同样影响肠黏膜循环、损害组织细胞氧供,进一步破坏肠黏膜屏障的生理功能^[27]。胃肠道功能障碍、衰竭与 MODS 之间互为因果,研究学者证实,胃肠道既可引起严重创伤患者出现 SIRS、脓毒症、MODS,是“启动者”,同时又受 MODS 的“攻击”成为“靶器官”^[28],两者关系密切,不断相互促进形成了恶性循环,加大了对病情评估与治疗的难度,因此胃肠道功能障碍与衰竭在病情不断变化、发展的过程中扮演着不可忽视的角色。有效预防和治疗胃肠功能障碍对防止 MODS 的发生发展、降低病死率至关重要。随着医学研究快速不断的向前发展,临床医生及研究者们越来越多的认识到胃肠功能障碍或衰竭在危重症患者的病情发展中起到了至关重要的作用,故而在严重创伤患者的诊治中,持续监测胃肠功能变化情况,做到早期发现和尽早治疗胃肠功能障碍格外重要,目前已成为当代危重症领域研究的重点方向之一。

严重创伤患者呼吸、循环系统不稳定,器官功能减退,随时可能出现不可预测的病情变化,故不宜进行相对复杂和有创的胃肠功能检查,而床旁 B 超不仅具有安全、无创、可重复、无放射性、不会改变生理状况等特点,而且患者对此方法的耐受性也相对较高。超声监测法将结构评价的定性和功能监测的定量相结合^[17],通过实时显像进行监测指导,

可以准确反映患者的胃壁、胃内容物以及胃动力,有利于快速调整诊疗计划,及时给与肠内营养支持,维持组织器官生理结构、功能及免疫调控,防止机体代谢紊乱,降低患者发生营养不良及肺部感染的风险^[29]。

相关文献证明,超声应用于检测胃肠功能与金标准的放射性核素检查法具有良好的相关性^[30]。采用超声评价胃功能从 1982 年由 Bateman 等^[31]创建的全胃体积法首次通过实时 B 超测量全胃体积来监测液体胃排空情况,但由于胃体积法复杂的操作过程,繁琐的记录和分析,并且容易受胃内气体的干扰,成功率极低,这就导致在临床中的应用受到了极大的限制;1985 年 Bolondi 等^[32]在全胃体积法基础上简化,但记录和算法仍存在无法快速得出结论的问题,且影响因素也较多;Marzio 等^[33]曾于 1989 年提出液体通过胃窦单切面测定 GET 理论并成功应用,该方法简化了复杂的操作及计算过程,获得的结果也基本无误。传统的 B 超胃窦单切面法是通过二维超声测量胃窦单切面面积,根据不同时间内胃窦面积的变化来判断胃排空情况,而改良胃窦单切面法将传统胃窦单切面法中受检者需口服 500ml 液体改为 300ml,直立坐位检测改为半卧位 45°,提高了受检者的依从性。2017 年,刘颖及其同事^[34]为验证改良 B 超法评估胃功能的可靠性,在正常人群中研究了改良方法与传统方法在各项胃功能指标上的差异及相关性,发现重要指标如 GET 在两种方法间均具有高度相关性,这表明改进的 B 超方法有可能实现胃功能的实时检测。2019 年,李彤等^[19]同样证明改良版的 B 超胃窦单切面法与传统版检测方法有较好的相关性,故而在实际临床应用中获得了被统一认可的检测效果。由于近年来超声诊断技术的迅速发展,为临床诊断提供了大量可靠的疾病信息,成为急诊重症医生提升自身临床诊疗水平的必备技能。

本次研究初步证明,使用床旁 B 超仪获取的 GET 更简洁方便、能较为准确的预测及诊断胃功能障碍的发生。采用超声技术的改良胃窦单切面法,监测对照组胃腔充盈 300ml 温开水后正常胃排空情况,另外采用同样方法监测研究组入院第 1 天、第 3 天和第 5 天胃排空情况,根据获取的相关数据分析各组之间差异。结果示对照组在 40min 时间点胃窦面积为 $3.10\pm 0.78\text{cm}^2$,与空腹时胃窦面积 $3.05\pm 0.82\text{cm}^2$ 相比差异无统计学意义,表明在 40min 前胃内液体已经排空,而研究组第 1 天、第 3 天、第 5 天在 120min 时间节点的胃窦面积分别为 $3.78\pm 0.29\text{cm}^2$ 、 $3.66\pm 0.28\text{cm}^2$ 、 $3.48\pm 0.51\text{cm}^2$,与相应空腹时胃窦面积比较差异无统计学意义,可推测在 120min 左右时研究组胃内液体已经排空。进一步监测发现研究组第 1 天的 GET 为 $(123.47\pm 2.76)\text{min}$,对照组的 GET 为 $(33.08\pm 1.29)\text{min}$,差异有统计学意义;而宋加友等^[35]同样通过改良法对重症病人胃排空功能进行评估,测得 GET 为 $(119.00\pm 6.43)\text{min}$,健康受试者为 $(33.19\pm 4.39)\text{min}$,与本研究的测量结果相仿,提示严重创伤患者普遍存在胃排空障碍现象,其中原因可能是由患者原发创伤病损、缺血再灌注、手术前麻醉、疼痛、镇痛镇静和交感神经兴奋等多种因素导致^[36-38]。因此在救治严重创伤患者的过程中,如有术前麻醉、镇痛镇静等方案参与治疗,

结合 GET 变化趋势,可以早期给与促进胃肠动力等预防性治疗,尽可能避免胃肠功能障碍,必要时停用胃肠道麻痹药物避免早期肠内营养,增加院内感染几率^[39]。另外,同样测量法测得研究组第 3 天 GET 为 (120.60 ± 2.73) min,入院第 5 天 GET 为 (113.52 ± 2.89) min。通过相互比较,可以发现多数创伤的患者在经过相同对症治疗后,其 GET 相对缩短,说明患者的胃功能在逐渐得到好转,特别是第 1 天和第 5 天的 GET 前后差异具有统计学意义,但研究组第 5 天 GET 与对照组的 GET 比较,不难发现,多数创伤的患者在经过针对胃肠功能障碍的对症治疗后,相较对照组仍存在 GET 明显延长的现象,差异具有统计学意义,提示严重创伤患者胃功能情况恢复较为缓慢,仍需超声继续监测胃功能并给予相关对症治疗。通过研究组第 1 天 GET 与 ISS 评分做相关性分析发现,两者呈现强正相关关系,说明创伤患者 ISS 评分指数越高,则 GET 越长,胃功能情况越差,提示 ISS 评分可作为初步预估重度创伤患者可能发生胃肠功能障碍的指标,这与武娟等人^[40]研究认为 ISS 评分与急诊就诊多处损伤患者合并胃肠功能减弱具有较好相关性的结果相仿。因此在临床实际应用中,床旁超声所获结果结合 ISS 评分能进一步明确创伤患者胃肠功能情况,尽量减少测量误差。

但在临床实际实施超声评价严重创伤患者胃肠道功能阶段仍有一些不可忽视的影响因素存在:有部分病危患者存在腹腔或胃肠胀气现象,当腹腔内气体较多时,会干扰超声对胃窦部成像的质量,无法监测胃窦面积变化情况,此外行胃肠有关手术治疗的患者手术切口恰好处于超声探头探测区域,会增加切口感染进而切口不宜愈合的风险,探头下压会造成切口处疼痛,部分患者产生抗拒心理,拒绝配合检查,同时切口敷料以及腹带还会干扰胃窦部超声图像的获取,导致测量结果产生误差影响对患者病情发展的判断;再者创伤患者因为剧烈疼痛导致呼吸频率加快,这可能会影响对胃肠道蠕动与胃窦自身舒缩的持续性观察;不同操作人员对操作方式的见解、胃窦舒缩状态的变化以及胃窦面积测量的标准存在主观上差异,这就造成最终获取的结果不可避免会存在主观因素^[41],因此操作医师需严格遵守超声相关技术规范,对床旁 B 超仪的界面和功能熟练掌握,才能尽量缩小主观因素造成的检测误差。

综上所述,利用床旁超声技术作为检测手段,拥有无创,可移动到患者病床边,快速获得影像结果、可连续多次重复并动态比较、对儿童及孕妇等特殊人群无辐射顾虑的优点,无需患者移动至病床之外的地点进行检测,可以避免患者在搬运或做检查途中出现呼吸心跳骤停等病情恶化的发生,由其适用于创伤合并氧合指数低、休克血压的患者;并且能够较为准确评估 GET,从而尽早判断创伤患者胃功能,动态监测患者胃肠功能变化,为相关治疗方案的调整以及肠内营养提供指导。

本研究还存在一些不足之处:重症监护室的严重创伤患者绝大部分都会接受无创或有创机械通气并持续给予镇静镇痛处理,但这些治疗手段会在一定程度上抑制胃窦运动的速度及频率,延长 GET^[42-43],本次研究在利用床旁超声收集相关数据时,并没有对这

些干扰因素的影响程度做深度分析，并且由于研究样本量较少，造成研究所得数据还不够精确。在后续研究中，要进一步扩充样本量，针对不同严重创伤患者的受伤部位、ISS 评分、有无机械通气、有无镇静镇痛等因素做更详细化的样本分组，另外可纳入儿童、孕妇以及肥胖等特殊患者，判断床旁超声对特殊患者胃肠功能评估的有效性，做到多层次、多角度深入分析。

目前，超声技术在监测 GET 变化进而评价胃功能障碍的研究尚处在不断探索及发现阶段，在此研究基础上，我们可以扩大超声检测对象范围，针对其他胃肠道疾病患者也可利用床旁 B 超评估相关病情，甚至还可以联合超声监测胃肠道血流灌注变化情况做进一步探查，超声在临床的应用发展将更加具有价值。

5 结论

1.严重创伤患者 GET 明显延长,在后续治疗过程中患者胃肠功能在缓慢改善但与健康受试者相比仍有一定差距。

2.通过床旁超声可以动态监测严重创伤患者 GET,进而评估胃肠功能变化,有利于指导严重创伤患者肠内营养方案的制定与实施。

3.床旁超声测量结合 ISS 评分可进一步明确创伤患者胃肠功能情况。

6 文献综述

床旁超声在监测严重创伤患者胃肠道功能变化的临床探讨

摘要: 创伤已成为现代社会人类死亡主要原因之一, 而创伤后伴有的胃肠功能障碍更会导致住院时间和死亡率的增加, 胃肠功能受损程度已经成为评估创伤患者病情变化的一个重要参考依据。目前检测胃肠动力的常见方法多具有放射性、检测时间长以及不能床旁进行常常难以及时应用, 加剧病情的恶化。床旁超声通过监测胃排空时间(Gastric emptying time, GET)评价胃功能可行性高, 并且具有无创、可重复、无放射性等优点, 但统一的超声监测胃肠动力的标准尚无定论, 本文就超声监测严重创伤患者胃肠功能变化进行展开综述。

关键词: 严重创伤; 胃肠动力障碍; 床旁超声; 胃排空时间

创伤是指各种外部原因引起的人体外部与内部脏器损伤或破坏, 其不仅广泛出现在战乱时期, 在如今时代也多为常见, 且因目前社会各行各业发展都处于飞速上升阶段, 各种各样的交通或者高处坠落等事故所造成的创伤事件日趋增多。据世界卫生组织(WHO)统计, 全球约 10% 的死亡率和 16% 的致残率因创伤所导致, 同时全球 40 岁以下人群的死亡原因的首位也是创伤^[44]。而创伤后出现的胃肠道障碍常表明病情出现加重或恶化, 日益成为临床预防创伤后并发症的重点。

1. 胃排空的生理过程以及胃肠道功能障碍的定义与诊断分级

胃的排空是一个复杂而缓慢的进程, 在此进程中, 胃通过缓慢蠕动将其腔内容物一步步推入小肠十二指肠, 以进一步分解食物和吸收营养。胃排空过程可分为四个阶段, 包括强直性收缩、蠕动性收缩、逆向蠕动和排空^[45]。摄入食物后, 强直收缩开始通过近端胃的收缩将胃内容物推向远端胃, 然后胃表面收缩, 蠕动波到达幽门, 收缩宽度增加, 凹痕加深, 通常几乎堵塞胃窦腔, 同时, 幽门收缩使括约肌变窄, 导致蠕动波到达时幽门开口变小, 食糜被喷回到胃中称之为反搏。在这个阶段, 食糜与胃液强烈混合并形成乳状物, 导致固体颗粒在胃壁之间进行研磨以至于形成细小颗粒。经过反复前进、研磨和后退, 再加上胃酸和各种酶的作用, 食物颗粒最初以悬浮状态出现, 最后, 幽门打开, 对物质进行筛选, 排空过程开始, 其中液体与细小颗粒(<1-2mm)等从胃部开始持续流向十二指肠, 而难消化的较大的颗粒则保存在胃中。据报道, 至少有超过半数的机械通气患者会受到胃排空迟缓的影响, 其中多发性创伤、神经性创伤、烧伤和败血症患者的胃排空障碍发生率最高^[46]。对液体、电解质和营养物质的吸收能力、粘膜屏障的完整性、内分泌功能以及免疫活动是胃肠道功能在机体内的主要四个组成部分。胃肠道生理的任何层面都可以发生功能障碍或衰竭, 其影响可以局限在某一特定区域或整个器官。由于很难在临床上评估免疫功能以及消化和吸收的效果, 所以对人的胃肠道功能障碍的

评估主要集中在屏障功能障碍和蠕动障碍，这可能也是消化、吸收和免疫功能障碍的主要驱动因素^[47]。黎介寿^[48]研究认为，胃肠道功能障碍是指胃肠正常生理机能遭到破坏，造成消化食物、对营养物质的吸收受限和（或）蠕动、筛分功能大大降低。其中严重创伤患者合并胃肠运动障碍的发生率高达 60%，联合屏障功能障碍成为危重患者合并胃肠道功能障碍甚至衰竭的两个常见主要原因^[47]。

如何准确判定患者是否合并胃肠道功能障碍及严重程度，国内外对此有多种不同的分级标准：2012 年国外主要根据由欧洲危重病医学会腹部疾病工作组制定并颁发的

《Gastrointestinal function in intensive care patients: terminology, definitions and management. Recommendations of the ESICM Working Group on Abdominal Problems》^[20]以及 MPMIII 评价系统^[49]进行评分。Goris 等^[50]评定标准为胃肠功能无异常计 0 分；无应激性溃疡、胆囊炎（结石性）相关症状计 1 分；有以下其中至少 1 项计 2 分：因应激性溃疡导致大量出血后给与输血 >400ml/24h 治疗、急性胰腺炎、坏死性肠炎、自发性胆囊穿孔。我国相关问题的评分标准则大多依据患者临床症状计分^[51]：腹腔内胀气较少，3~5 分钟内可闻及一次肠鸣音计 1 分；腹腔内严重胀气，肠鸣音基本消失计 2 分；出现应激性溃疡或麻痹性肠梗阻计 3 分。2002 年，由但汉雷等^[52]首次提出 5 项指标（包括临床症状、黏膜性状改变程度、细菌感染程度、肠鸣音以及有效吸收面积）4 级评分的诊断评分系统。但由于上述评分标准都具有部分主观因素或指标获取复杂等不足，对病情评估有一定局限性，未能得到大多数临床医生的认同。因此，加快寻找更为客观、准确、可动态观测的指标，统一胃肠道功能障碍的诊断及分级标准有助于临床工作者更加有效的制定诊疗方案，采取针对性处理措施。

2. 胃肠道功能障碍的机制

尽管在胃肠生理学和病理生理学中涉及的神经内分泌和炎症途径、分子和介质方面已经有了较为明确的发现，但严重创伤患者肠道功能改变的确切机制目前尚未完全阐明，许多因素、病情发展过程还有临床干预措施可以解释危重病患者的胃肠道功能被破坏。

2.1 屏障功能障碍

严重创伤患者可以很快表现出肠道屏障功能减退甚至衰竭的迹象，已经有许多文献证明，即使损失不完全累计胃肠道，但是炎症相关因子的增加，如 IL-6 和 TNF，是胃肠屏障功能丧失的重要原因^[53]。这是因为上述细胞因子似乎会诱导肠道内膜相关蛋白水平（如闭锁蛋白和闭锁小带蛋白 -1）的明显显著降低，而这些蛋白是肠道紧密链接的关键调节因子，这一点在休克模型中已经得到证实^[54]。严重创伤多伴有大量出血导致休克，这可能通过缺血再灌注机制和导致肠道的通透性增加。肠道屏障功能的丧失与小肠严重的形态学变化密切相关，包括紧密连接的开放和上皮细胞的坏死和凋亡，这似乎与缺血再灌注的严重程度和时间有关^[55]。给与不同的液体纠正休克与这种类型的组织损伤存在一定相关性：与胶体复苏相比，用晶体液复苏似乎会导致更严重的肠道屏障缺陷、

更多的肠道水肿和更明显的肠道组织学损伤^[56]，而复苏液的量是评价休克程度的替代标准。

外力损伤引起粘膜层的破坏和粘液质量的变化也与肠道渗透性的增强有着直接关系^[57]。有研究结果表面，肠道粘液现在被认为是与粘液相关的粘膜再生和更新以及屏障完整性维护的重要载体，而不仅仅是上皮表面的“被动保护润滑剂”^[58]。正常的共生菌群也在上皮的完整性中发挥着极其重要的作用，通过影响粘液的产生，使致病菌群与上皮表面的交互能力降低，稳定组织炎症发展，保护紧密连接的屏障功能，以保临近细胞之间的密切沟通并抑制细胞的坏死。

有研究报道指出，机体长期处于严重损伤状态及由此导致的 MODS 是重症患者最终死亡的主要原因^[4]。在患有 SIRS 甚至 MODS 的危重疾病期间，肠道菌群无法保持正常和适当的平衡，其典型特征是专性共生菌减少，同时潜在致病细菌种类增加^[59]，导致粪便中有机酸如丁酸盐含量降低，进而减少粘膜细胞和促进粘蛋白的分泌^[60]。通过这种方式，危重疾病期间肠道菌群的紊乱会导致肠道屏障功能完整性受损。已经证明，向危重创伤患者补充益生菌可降低炎症细胞因子反应，并抑制在此类患者中观察到的肠道通透性的增加^[61]，动物实验表明，益生菌能够预防与紧密连接蛋白丢失相关的炎症所诱导的上皮屏障缺陷^[62]。然而，自从一项研究报告指出，自急性重症胰腺炎患者中使用益生菌治疗后其死亡率增加，临床使用益生菌疗法就一直存在其是否具备安全性的讨论^[63]。另外，手术过程中对肠道的操作已被证明会引起氧化应激、粘膜结构和功能的改变，并增加肠道通透性^[64]。许多其他疾病也被证明有助于上皮屏障缺陷和渗漏。脓毒症、重症急性胰腺炎、黄疸和炎症性肠病等疾病与小肠和大肠的屏障高渗性有关^[65]。

2.2 运动功能障碍

尽管在胃肠生理学和病理生理学中涉及到的神经内分泌和炎症途径、分子和介质方面已经有了许多发现，但是严重创伤患者肠道功能改变的确切机理，目前仍未得到明确说明。危重患者的胃肠功能受损的原因可以由多方面因素、临床治疗方法或各种干预手段来解释。

正常生理环境下，胃肠呈现节律性舒缩运动，不仅可以消化食物、吸收各种营养物质，还可以将机体代谢产生的有害物质排出。严重创伤造成机体胃肠的应激反应，主要以抑制其动力系统为主，在临床中主要表现为呕吐、腹胀、腹泻等症状，更有甚者可发展为中毒性肠麻痹等^[66]。王少根和他同事们^[67]通过向严重烫伤的豚鼠灌入碳素墨汁的方法研究其胃排空及肠道蠕动功能，结果显示表现为严重烧烫伤的患者初期 GET 显著延长，胃肠运动功能遭到抑制，其中，结肠运动主要为先减慢后增快，而胃排空功能复原相对较慢，进一步探究发现烧烫伤面积、休克时间与胃动力受损程度和恢复时间成正相关。另外，胃肠道激素是调控胃肠道运动机能的重要条件，其调节动力的方式主要依靠三个方面：一是通过血液，使位于消化道平滑肌细胞上的某些受体产生内分泌作用；二是

通过肠道肽神经递质作用于胃肠道,使之影响胃肠道运动;三是中枢神经系统的消化道肽水平高低调节胃肠道运动^[68]。综上所述,脑、血液以及胃肠组织中胃肠道激素水平的改变可能会使胃肠道运动产生相应的改变^[69-71]。但目前还没有明确每种激素在严重创伤中相关运动障碍中的作用。危重疾病时会出现胆囊收缩素(CCK)和酪酪肽(peptide YY)浓度过高的情况,其高浓度与营养不耐受和GET延长有关^[72]。重症监护室患者似乎对饮食有异常高的血浆胃动素反应,这可能是胃松弛和胃内容物排出不良的原因^[73]。最后,还有研究发现严重应激患者的促肾上腺皮质激素释放因子反应与其胃排空不良相关,这在其他稳定的患者群体中也有所体现^[18]。

对胃肠道运动障碍造成最明显影响的可能是所有危重病人正常应激反应中常见的炎性细胞因子。部分研究表明,炎症反应的性质决定了不同实验应激模型中神经肌肉功能的变化,在动物败血症模型中,肠道肌层内的炎症和相关氧化应激可能会减弱肠道收缩力,并改变平滑肌离子通道,而且收缩功能的抑制也会通过细胞因子介导的脊髓传入神经元调节发生^[74]。另外,炎症细胞因子反应也与胃肠道屏障功能降低密切相关。

3. 胃肠功能常见监测方法及特点

目前临床上针对胃肠道功能的检测方法较多,现将各个方法的特点简要进行描述。

3.1 临床表现

临床患者胃肠道功能受损时,往往会在原有疾病基础之上出现腹痛腹胀、水样便或便秘、消化道出血、肛门排气排便减少甚至停止,部分患者还会因为严重创伤机体出现应激反应,导致消化道溃疡出血,进一步引起消化吸收能力减退,造成进食障碍、营养不良等症状^[75],影响患者病情恢复速度及预后表现。由于重症患者大多机体感知能力较正常人大幅下降和(或)对答不切题,甚至部分还处于镇痛镇静状态,因此医生无法及时有效的与病人沟通获取上述症状的主观感受及相应表达,耽误治疗时机。而且根据临床症状判断病情在一定程度上具有主观性,不够准确可靠,故而无法成为评估严重创伤患者胃肠功能障碍的主要诊断依据。

3.2 体征检查

肠道在腹腔内运动时,会引起肠道内的液、气体流动,产生一种间断的气过水声称为肠鸣音,是胃肠运动的生理信号之一,可以客观反映胃肠运动状态^[7],临床上经常通过听诊肠鸣音检测胃肠蠕动是否正常。Sasakin等^[76]通过对B超、听诊肠鸣音以及肠电描记术的检测结果进行比较,证明了肠鸣音可以较为准确的预估胃肠运动状态。肠鸣音听诊简便、无创,受检者耐受度高,但听诊过程中,可能会因患者不自主咳嗽或身体抖动影响听诊结果,必要时需要患者配合呼吸或进行体位变化听诊,不利于保持绝对卧床的患者。而且听诊肠鸣音由医生主观判断,有可能造成肠鸣音次数与实际有所出入,因此尚需结合客观检查手段做进一步评估才能更准确诊断病情。

3.3 核素检查

目前,核素检查法仍然是测量患者 GET 最广泛的研究方向和可用的方法^[77],也是临床评估胃肠道功能的金标准^[78],可用于评价药物治疗针对肠功能改善的具体疗效^[79]。从胃排空的核素扫描研究中最常见的测量是摄入后特定时间点的胃潴留百分比,以及试验餐排空一半时所用的时间($T_{1/2}$ 或 $T_{50\%}$)。核素检查还可以评估局部胃功能和胃窦运动活动,估计胃窦收缩的频率和幅度。有报道,功能性消化不良患者胃窦收缩幅度增加,糖尿病患者胃窦收缩幅度减少^[80]。但同时该检查法也存在较多缺陷。首先就是患者长时间暴露于辐射中,可能对机体组织造成损害。其次对病人和医务人员来说,这一方法非常耗时。放射性同位素可能与试验餐分离,随餐液相迁移,导致胃排空率错误增加,在临床上,该测试标准化程度很低,这种可变性限制了对结果的解释,扫描时间也是高度可变的,大多数中心连续扫描 90 分钟,首选方法是在不同时间点获得静态图像,这种方法所需操作人员较少,成本效益更高,并且提供的结果与动态采集相对^[81]。即使持续执行, CV (SD 与 AVG 的比率)也高达 15%^[82]。此外,这一方法检查费用居高,患者服用的放射性核素还需要与检查设备相匹配,从而限制了在临床实际应用中与推广。

3.4 核磁共振成像(MRI)

使用 MRI 可以评估固体和液体的胃排空,其结果与同时进行的闪烁扫描相关联^[83]。初步数据也支持 MRI 测量胃调节功能,还可以使用实时快速成像序列评估胃动力^[84]。MRI 也被用于评估药物模型的胃内分布,以及评估胃对各种运动调节剂和膳食的运动反应^[85]。核磁共振成像的明显优点是无辐射照射,胃内气体以及胃内相关分泌的干扰对其无效,且能够三维重建全胃结构模型,分析解剖形态对患者胃排空的影响,具有较高准确性^[86]。但是,该方法必须要求患者在检查过程中平卧位进行,这会对其胃排空的动力,并且患者长时间处于核磁共振仪中可能会产生不快甚至恐慌心理,同时在图像采集过程中需要屏住呼吸,一些严重创伤患者无法完全配合,得到的结果可能会产生误差。

3.5 X 线检查

X 线检查在临床中应用广泛。进行 X 线检查前,受试者需口服一定剂量的无法被 X 线穿透的小标记物(例如临床较为常用的硫酸钡胶囊),然后要在每一次的固定时间内进行透视成像或拍片,根据标记物残余量计数来获取 GET,判断胃功能是否正常。值得注意的是,不同类型的标志物评估胃排空功能结果有差异,钡条标记物因为不会被机体消化,并且质量相对较轻,体积小,所以基本不会对患者胃肠道运动产生影响,可较为准确监测其在各段肠管的通过时间。有研究表明,通过 X 线检查所得结果与放射性核素扫描相比较,两者差异无统计学意义,再一次为 X 线检查对胃肠功能检测的有效性及其可靠性提供了证据^[87]。然而,该检查耗时较长,延长了患者暴露于辐射的时间,加之严重创伤患者需要短期内频繁检查,提高了患者造成病理性损伤的几率。

3.6 呼吸试验

在这种方法中,使用稳定的非放射性同位素碳-13 (^{13}C) 标记含有少量辛酸或乙酸钠的试验餐(通常为 100ml 口服补充剂),这两种物质都不会被胃吸收^[46]。进入十二指肠后, ^{13}C -辛酸或 ^{13}C -乙酸钠会被迅速吸收并转运至肝脏,在那里被氧化生成 $^{13}\text{CO}_2$ 。在标准时间内测量呼出气体中 $^{13}\text{CO}_2$ 的浓度,持续 3-6 小时。其基本假设是,呼出气体中 $^{13}\text{CO}_2$ 的出现受到胃排空速率的限制,为了获得有效结果,十二指肠、肝脏和肺部的正常功能至关重要,因为它们共同参与了同位素的代谢^[88]。有证据表明,最大 $^{13}\text{CO}_2$ 呼出量和核素扫描胃 $T_{1/2}$ 之间发现了极好的相关性,但也有学者对此提出质疑,由于 $^{13}\text{CO}_2$ 的分布和消除时间包括在胃 $T_{1/2}$ 中,因此与放射性核素扫描 $T_{1/2}$ 的相关性会受到影响^[89]。此外,此方法较少用于危重患者,危重患者胃排空效率与之是否存在一定相关性还未得到明确说法。

3.7 床旁超声

超声检查已被用于评估胃排空、胃窦壁运动、经幽门血流和近端胃容积^[90-91]。此检查要求普通患者口服、重症患者鼻饲一定容量(300-500ml)的液体(多为温开水,对患者耐受性好),通过超声实时成像,测量受检者空腹和胃腔充盈前后全胃体上下前后径、胃底体积和胃窦的面积大小,并根据所获结果记录每个时间段观察对象的数据,分析相关指标缩小速度记录排空时间,进而评估患者的胃功能。随着三维超声技术发展,可以在检测的同时直接选取胃横截面,根据所需结果构建三维胃体图像,超声仪即时计算胃窦面积和胃体积,更有利于检查者准确评估患者病情。该检查法易操作、耗时短、无辐射,可以床旁反复、多次应用实时判断胃功能变化,由其适用于危重无法移动的患者,提高患者对检查的接受度^[92-93],还可以指导辅助临床医师优化诊疗方案、指导治疗。

4. 超声评估胃肠功能的监测方法

如上所述,医学检测技术经过多年发展,目前临床评估胃肠道功能的方法较多,但都存在实际操作复杂、暴露于辐射下、费用高昂、重复性较差、患者对检查耐受性差等各种问题。不少研究学者及临床医生经过不断实践证明,实时超声评估胃肠功能障碍的结果与放射性核素检查(评估胃肠道的金标准)具有良好的相关性,同时超声还具有无创性、无辐射性、可多次重复性、对胃肠生理情况无影响的特点,故而在临床上应用广泛。

4.1 胃排空测定法

目前测定胃排空常用的方法是由 Marzio^[18]创建的胃窦单切面法,并广发应用于临床:张荣丽等^[94]于 2015 年通过改良版的 B 超胃窦单切面法技术每日监测患者 GET,评估胃功能变化,实时指导肠内营养的实施。2016 年,Steinsvik 等^[95]同样胃窦单切面法对胃轻瘫患者的胃排空功能进行超声评估。受检者需要在检查前空腹 12 小时,清晨禁食水,辅助患者取直立坐位。超声探头置于剑突下,超声图像同时呈像肠系膜上静脉、肝左叶以及腹主动脉时寻找胃窦部,测量胃窦部最大舒张面积。2 分钟内通过胃管向胃内注入

500ml 温开水使胃腔充盈, 采用上述方法分别测量注水后即刻及之后每隔 5 分钟的胃窦面积, 胃窦部液性暗区完全消失的时间即为 GET。此方法需要医生观察并记录以下指标: (1) 禁食后胃窦面积; (2) 胃腔充盈即刻胃窦面积; (3) 不同时间节点的胃窦面积; (4) 胃完全排空和半排空时间。此方法获取的 GET 虽然较为准确, 但是对于需卧床的严重创伤患者来说, 直立坐位可能会导致损伤进一步加重, 不利于病情恢复, 加之 500ml 液体一次性注入胃内, 患者往往难以耐受, 可能会导致对此检查的抵触心理, 故而改良胃窦单切面法应运而生。其在传统的胃窦单切面法的基础上, 将 500ml 液体减少为 300ml, 同时取 45° 半卧位进行监测, 由研究证明, 改良版与传统方法具有良好的相关性^[19]。目前 B 超技术监测方法普遍应用于存在胃排空障碍的疾病, 如反流性食管炎、功能性消化不良、胃轻瘫、消化道出血、应激性溃疡等。

4.2 胃远端收缩测量法

幽门的开闭状态、胃体及十二指肠的收缩蠕动可以通过超声波清楚成像, 是监测远端胃运动的可靠方法^[96], 将超声探头放于幽门平面, 可以同时观察到幽门、胃窦部以及十二指肠的舒缩运动和蠕动周期, 其中在一次舒缩运动中, 胃窦最大舒张面积与最小收缩面积所经历的时间定义为胃窦蠕动周期, 运用此方法可以观察胃远端收缩是否协调, 功能性消化不良患者胃远端协调收缩率呈显著下降趋势^[97]。持续观察胃蠕动周期后发现, 在胃体缓慢蠕动的整个过程中, 胃远端的胃窦部舒张运动所花费的时间长短不变, 胃窦部每次舒张时间大约为 15-16 秒, 收缩时间则是 4 秒, 相加得出整个舒缩周期约为 20 秒, 基于此可以证明 B 超探查到的胃窦收缩较为准确, 进餐后舒张期的胃窦部周长达到最大, 随着胃不断排空食物逐渐减小, 收缩期的胃窦部周长亦是如此, 同时亦为胃内容为逐渐减少, 胃窦收缩幅度也随之减小, 但收缩/舒张比值仍约为 0.4, 基本维持不变^[98]。

5 超声评估胃功能的其他临床价值

5.1 指导肠内营养的实施

严重创伤患者极高概率会合并有关消化系统的并发症, 因此无法经口进食避免进一步刺激胃肠道, 需要鼻饲给与肠内营养支持, 正确高效的肠内营养支持可以使患者抵抗力得到改善, 降低相应并发症的发生并可以提高预后^[99]。而胃肠道功能受损会严重影响肠内营养的吸收, GET 延长、功能减弱可能是重症监护室肠内营养失败的最常见原因, 有相关文献认为, 当胃内残余量 $\geq 250\text{ml}$ 时, 喂养不耐受发生率为 35%^[100], 患者随之可能出现反流、误吸等表现的可能性。然而, 以这种方式测量胃残余量是非常有争议的, 因为它不受标准技术或容积界限的制约, 其临床相关性是建立在许多假设之上的, 只是有极少量的证据支持。然而, 胃残留量和 GET 作为胃内残余量及胃功能评价最广泛使用的评价指标, 与低能量摄入有较高相关性。大多数重症监护病房的研究报告显示, 摄入的营养只占营养需求的 40-60%, 大部分原因是胃肠功能障碍^[101], 而胃排空障碍与营养吸收效率降低有关。2016 年, 邓岩军等^[93]采用前瞻性研究分析正确指导危重症病人

肠内营养时, 实验组与对照组分别采用床旁超声技术和传统的胃液回抽测量法评估胃排空功能, 通过结果比较分析发现, 运用超声指导肠内营养达到预期效果的时间较传统胃液回抽法的时间明显缩短。魏敏等^[102]为了分析重症患者肠内营养状态的变化, 于 2020 年利用床旁超声观察其胃内的残余量变化, 最终证实超声波技术既可以辅助临床医师对患者实施合理、较为精准的肠内营养计划, 又能够防止给与的剂量过大发生误吸、呛咳, 使吸入性肺炎发生概率大大降低。小肠因素也在营养吸收减少中发挥作用, 因为直接输送到小肠的营养物质也与危重患者的吸收降低有关, 良好的营养吸收需要正常的小肠运动, 而患者持续禁食空腹状态下的胃肠蠕动至少在理论上可能会通过增加小肠未吸收完全的营养进入结肠而导致腹泻^[103]。目前, 使用床旁超声分析胃排空功能障碍, 以此针对性给与不同程度的肠内营养已经得到重症医生的广泛重视及实际应用。

5.2 麻醉前辅助评估

在所有麻醉并发症中, 虽然由胃内容物反流发生误吸所致的吸入性肺炎发生率较低, 但会严重威胁患者生命安全, 使围术期的死亡率明显升高^[104]。相关报道统计反流误吸造成死亡的概率占术前麻醉致死的 9%^[105]。须急诊行相关手术抢救治疗的严重创伤患者, 若无法在较短时间内准确预估胃内容物的性质及量的多少, 不进行早期干预处理, 那么将会延误救治时机, 显著增加麻醉后的反流误吸的发生概率, 造成患者病情进一步恶化。床旁超声手段探测胃排空功能及胃腔内容物, 不仅能快速应用、不会造成二次伤害, 还可以做到定性分析、定量评估观察指标。Bouvet, L 等^[106]评估胃内容物残余量时, 利用超声监测所得到的胃残余容量与直接测量抽取胃液所得到的结果进行比对分析, 发现在评估胃残余量方面, 胃部超声敏感性更高, 结果更准确。经过试验分析及临床应用, 麻醉医师日益将床旁超声作为辅助评估严重创伤患者胃内容物的快速检验工具。

6 总结

胃肠功能障碍甚至是衰竭可进一步发展为 MODS, 对病情控制和预后产生不可预估的结果, 是严重创伤患者治疗过程中不可忽视的并发症。通过床旁超声监测严重创伤患者胃窦面积变化, 计算 GET, 不仅获取的结果较为准确、客观, 而且因床旁超声本身的简单性、无创性、可多次重复性、患者易接受性等特点, 不仅有利于管床医生及时预测病情发展优化治疗措施, 并且可以适时适量给与肠内营养, 乃至辅助麻醉医师预估严重创伤患者急诊收术前发生反流误吸的概率, 成为了临床医生由其是重症领域医生评估胃肠功能的新兴检测手段, 随着超声技术持续进步, 床旁超声在胃肠功能方面的应用将会愈来愈广泛。

参考文献

- [1]余红, 牟园芬, 冯清洲,等. 生大黄对危重症患者胃肠功能保护的临床研究[J]. 中医临床研究,2016,8(01):5-9.
- [2]MAEJIMA K, DEITCH E A, BERG R D. Bacterial translocation from the gastrointestinal tracts of rats receiving thermal injury[J]. Infect Immun, 1984,43(1):6-10.
- [3]Liu X, Chen Y, You B, et al. Molecular mechanism mediating enteric bacterial translocation after severe burn: the role of cystic fibrosis transmembrane conductance regulator[J]. Burns Trauma, 2020, 8:tkaa042. DOI: 10.1093/burnst/tkaa042.
- [4]MAYR V D, DÜNSER M W, GREIL V, et al. Causes of death and determinants of outcome in critically ill patients[J]. Crit Care, 2006,10(6):R154.
- [5]Jahreis T, Kretschmann J, Weidner N, et al. Sonographic Evaluation of Gastric Residual Volume during Enteral Nutrition in Critically Ill Patients Using a Miniaturized Ultrasound Device[J]. J Clin Med, 2021, 10(21). DOI: 10.3390/jcm10214859.
- [6]Keller J, Bassotti G, Clarke J, et al. Expert consensus document: Advances in the diagnosis and classification of gastric and intestinal motility disorders[J]. Nat Rev Gastroenterol Hepatol, 2018, 15(5):291-308. DOI: 10.1038/nrgastro.2018.7.
- [7]黄硕, 王湘英. 胃肠动力障碍的检测方法及应用[J]. 中外医学研究,2011,9(30):158-160.
- [8]张彩艳, 张琴. 新生儿重症肺炎合并呼吸衰竭肺超声特点分析[J]. 农垦医学,2018,40(01):18-20.
- [9]BARRA B, LUÍSA P P, DA S, et al. Qualitative and quantitative ultrasound assessment of gastric content[J]. Revista da Associacao Medica Brasileira, 2017,63(2):134-141.
- [10]张万方, 陈建伟, 连至诚. 胃的运动功能及其检测[J]. 中国临床康复,2004(15):2938-2939.
- [11]郑敏, 许祥丽. 利用三维超声及等回声型造影剂测定胃排空时间[J]. 医学影像学杂志,2010,20(03):386-388.
- [12]STEINSVIK ELISABETH K, GUNNAR H J, TRYGVE H, et al. Ultrasound imaging for assessing functions of the GI tract[J]. PHYSIOLOGICAL MEASUREMENT, 2021,42(2)
- [13]BUISMAN W J, MAURITZ F A, WESTERHUIS W E, et al. Evaluation of Gastric Volumes: Comparison of 3-D Ultrasound and Magnetic Resonance Imaging[J]. ULTRASOUND IN MEDICINE AND BIOLOGY, 2016,42(7)
- [14]SCHMITZ A, SCHMIDT A R, BUEHLER P K, et al. Gastric ultrasound as a

preoperative bedside test for residual gastric contents volume in children[J]. *Paediatr Anaesth*, 2016,26(12):1157-1164.

[15]SABRY R, HASANIN A, REFAAT S, et al. Evaluation of gastric residual volume in fasting diabetic patients using gastric ultrasound[J]. *Acta Anaesthesiol Scand*, 2019,63(5):615-619.

[16]床旁超声监测胃残余量在神经外科重症患者肠内营养中的应用[J]. *中华医学杂志*,2017,97(9):4.

[17]王小亭, 刘大为, 于凯江, 等. 中国重症超声专家共识[J]. *临床荟萃*, 2017, 32(05):369-383.

[18]MARZIO L, GIACOBBE A, CONOSCITORE P, et al. Evaluation of the use of ultrasonography in the study of liquid gastric emptying[J]. *AMERICAN JOURNAL OF GASTROENTEROLOGY*, 1989,84(5)

[19]李彤, 宋加友, 何伟,等. 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[J]. *外科理论与实践*,2009,14(06):619-622.

[20]REINTAM BLASER A, MALBRAIN M L, 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.

[21]BAKER S P, O'NEILL B, HADDON W Jr, et al. The injury severity score: a method for describing patients with multiple injuries and evaluating emergency care[J]. *J Trauma*, 1974,14(3):187-196.

[22]重症超声临床应用技术规范[J]. *中华内科杂志*,2018,57(6):21.

[23]康健, 李筠璐, 郑富文, 等. 床旁超声监测脓毒症患者胃肠功能障碍的研究进展[J]. *中华急诊医学杂志*, 2020, (01):133-134-135-136-137.

[24]CARRICO C J, MEAKINS J L, MARSHALL J C, et al. Multiple-organ-failure syndrome[J]. *Arch Surg*, 1986,121(2):196-208.

[25]白雪歌, 曹书华. 急性创伤后多器官功能障碍综合症胃肠道功能障碍临床分析及治疗[J]. *时珍国医国药*,2007(04):944-945.

[26]刘新颜, 张培建, 冯敏. 肠黏膜屏障缺血/再灌注损伤研究进展[J]. *国际外科学杂志*,2007,34(12):821-823.

[27]ROSSAINT R, BOUILLON B, CERNY V, et al. The European guideline on management of major bleeding and coagulopathy following trauma: fourth edition[J]. *Crit Care*, 2016,20:100.

[28]GOSAIN A, GAMELLI R L. Role of the gastrointestinal tract in burn sepsis[J]. *Journal of Burn Care & Rehabilitation*, 2005(1):85.

[29]REINTAM 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.

[30]吴圣, 周华, 许媛. 超声对重症患者胃肠与膈肌功能评价[J]. 中国实用内科杂志, 2017, 37(08):705-708.

[31]Bateman DN, Whittingham TA. Measurement of gastric emptying by real-time ultrasound. Gut. 1982. 23(6): 524-7.

[32]Bolondi L, Bortolotti M, Santi V, et al. Measurement of gastric emptying time by real-time ultrasonography[J]. Gastroenterology, 1985, 89(4):752-759. DOI: 10.1016/0016-5085(85)90569-4.

[33]Marzio L, Giacobbe A, Conoscitore P, et al. Evaluation of the use of ultrasonography in the study of liquid gastric emptying[J]. AMERICAN JOURNAL OF GASTROENTEROLOGY, 1989, 84(5):496-500. DOI: 10.1007/978-3-540-85902-4_10.

[34]LIU Y, GAO Y K, YAO L, et al. Modified B-ultrasound method for measurement of antral section only to assess gastric function and guide enteral nutrition in critically ill patients[J]. World J Gastroenterol, 2017,23(28):5229-5236.

[35]宋加友, 何伟, 李彤,等.B超在重症患者胃肠动力检测中的应用[A].2008.

[36]Hu B, Sun R, Wu A, et al. Severity of acute gastrointestinal injury grade is a predictor of all-cause mortality in critically ill patients: a multicenter, prospective, observational study[J]. Crit Care, 2017, 21(1):188. DOI: 10.1186/s13054-017-1780-4.

[37]Osaka I, Ishiki H, Yokota T, et al. Safety and efficacy of naldemedine in cancer patients with opioid-induced constipation: a pooled, subgroup analysis of two randomised controlled studies[J]. ESMO Open, 2019, 4(4):e000527. DOI: 10.1136/esmoopen-2019-000527.

[38]Mizumoto A. [Small intestinal motility][J]. Nihon Shokakibyo Gakkai Zasshi, 2021, 118(2):133-140. DOI: 10.11405/nisshoshi.118.133.

[39]王吉文, 张茂. 欧洲危重病医学会关于急性胃肠损伤的定义和处理指南[J]. 中华急诊医学杂志,2012(08):812-814.

[40]武娟, 孙雪莲, 李力卓. 急诊多发伤患者急性胃肠功能损伤的影响因素及相关防治措施[J]. 临床急诊杂志,2021,22(12):814-819.

[41]GUYATT G, GUTTERMAN D, BAUMANN M H, et al. Grading strength of recommendations and quality of evidence in clinical guidelines: report from an american college of chest physicians task force[J]. Chest, 2006,129(1):174-181.

[42]倪逊, 许可, 丁婷婷,等. 床边超声评估纳布啡联合瑞芬太尼对机械通气患者胃排空功能的影响[J]. 河北医学,2021,27(05):855-859.

[43]BALZER F, WEIß B, KUMPF O, et al. Early deep sedation is associated with decreased in-hospital and two-year follow-up survival[J]. Crit Care, 2015,19:197.

[44] 创伤失血性休克诊治中国急诊专家共识 [J]. 中华急诊医学杂志,2017,26(12):1358-1365.

[45]BELLMANN S, LELIEVELD J, GORISSEN T, et al. Development of an advanced in vitro model of the stomach and its evaluation versus human gastric physiology[J]. FOOD RES INT, 2016,88

[46]NGUYEN NAM Q, NG MEI P, MARIANNE C, et al. The impact of admission diagnosis on gastric emptying in critically ill patients[J]. Critical care (London, England), 2007,11(1)

[47]HILL T L. Gastrointestinal Tract Dysfunction With Critical Illness: Clinical Assessment and Management[J]. Top Companion Anim Med, 2019,35:47-52.

[48]黎介寿. 肠衰竭——概念、营养支持与肠粘膜屏障维护[J]. 中国临床营养杂志,2004(03):4-7.

[49]KEEGAN M T, GAJIC O, AFESSA B. Comparison of APACHE III, APACHE IV, SAPS 3, and MPM0III and Influence of Resuscitation Status on Model Performance[J]. CHEST, 2012,142(4):851-858.

[50]GORIS R, BOEKHORST T, NUYTINCK J, et al. Multiple-organ failure. Generalized autodestructive inflammation?[J]. Arch Surg, 1985,120(10):1109.

[51]王今达, 王宝恩. 多脏器功能失常综合征(MODS)病情分期诊断及严重程度评分标...[J]. 中国危重病急救医学,1995,7(6):346-347.

[52]但汉雷, 白杨, 王继德,等. 危重病人胃肠功能障碍与衰竭定量诊断评分方案[J]. 第一军医大学学报,2002(09):859.

[53]ALENKA S, BRANKA W, IRENA V, et al. Intestinal permeability and cytokine inflammatory response in multiply injured patients[J]. J INTERF CYTOK RES, 2006,26(10)

[54]XIAONAN H, FINK MITCHELL P, DELUDE RUSSELL L. Proinflammatory cytokines cause NO*-dependent and -independent changes in expression and localization of tight junction proteins in intestinal epithelial cells[J]. Shock (Augusta, Ga.), 2003,19(3)

[55]HIGUCHI S, WU R, ZHOU M, et al. Gut Hyperpermeability after Ischemia and Reperfusion: Attenuation with Adrenomedullin and its Binding Protein Treatment[J]. Int J Clin Exp Pathol, 2008,1(5):409-418.

[56]DENNIS V, BADAMI CHIRAG D, CAPUTO FRANCIS J, et al. The influence of the type of resuscitation fluid on gut injury and distant organ injury in a rat model of trauma/hemorrhagic shock[J]. J Trauma, 2008,65(2)

[57]RUPANI B, CAPUTO F J, WATKINS A C, et al. Relationship between disruption of the unstirred mucus layer and intestinal restitution in loss of gut barrier function after trauma hemorrhagic shock[J]. Surgery, 2007,141(4):481-489.

[58]CARIO E, GERKEN G, PODOLSKY D K. Toll-like receptor 2 controls mucosal inflammation by regulating epithelial barrier function[J]. Gastroenterology, 2007,132(4):1359-1374.

[59]SHIMIZU K, OGURA H, GOTO M, et al. Altered gut flora and environment in

patients with severe SIRS[J]. *J Trauma*, 2006,60(1):126-133.

[60] PENG L, LI Z R, GREEN R S, et al. Butyrate enhances the intestinal barrier by facilitating tight junction assembly via activation of AMP-activated protein kinase in Caco-2 cell monolayers[J]. *J Nutr*, 2009,139(9):1619-1625.

[61] GIAMARELLOS-BOURBOULIS E J, BENGMARK S, KANELLAKOPOULOU K, et al. Pro- and synbiotics to control inflammation and infection in patients with multiple injuries[J]. *J Trauma*, 2009,67(4):815-821.

[62] RUDOLF M, KERSTIN N, EMILE R, et al. Probiotic mixture VSL#3 protects the epithelial barrier by maintaining tight junction protein expression and preventing apoptosis in a murine model of colitis[J]. *AM J PHYSIOL-GASTR L*, 2009,296(5)

[63] BESSELINK M G, VAN SANTVOORT H C, BUSKENS E, et al. Probiotic prophylaxis in predicted severe acute pancreatitis: a randomised, double-blind, placebo-controlled trial[J]. *Lancet*, 2008,371(9613):651-659.

[64] 严俐, 梁艺耀, 唐宏亮. 胃肠道手术患者氧化应激反应对胃肠道功能恢复、切口愈合的影响及相关机制[J]. *检验医学与临床*, 2021,18(06):747-750.

[65] MARTIN M, ALES K, RICHARD R, et al. Effects of intestinal surgery on pulmonary, glomerular, and intestinal permeability, and its relation to the hemodynamics and oxidative stress[J]. *SURG TODAY*, 2004,34(1)

[66] 王少根. 严重烧伤创伤后胃肠动力改变[J]. *中国烧伤创疡杂志*, 2001(04):271-273.

[67] 王少根, 陈侠英, 王立基, 等. 严重烫伤休克期肠道运动功能的改变及意义[J]. *中国中西医结合脾胃杂志*, 2000(02):80-82.

[68] 张三印, 董宇, 杨鹏. 胃肠运动障碍发病机制与证治[J]. *中医药学刊*, 2003(02):209-211.

[69] 周吕. 胃运动生理与病理生理[J]. *中华消化杂志*, 1994,14(5):3.

[70] 姜若兰. 第六讲胃肠激素与胃肠运动[J]. *中华消化杂志*, 1996,16(6):3.

[71] 周吕, 罗洁新. 胞内钙释放在胃泌素引起胃平滑肌细胞收缩中的作用[J]. *生理学报*, 1997,49(2):7.

[72] NGUYEN N Q, FRASER R J, CHAPMAN M J, et al. Feed intolerance in critical illness is associated with increased basal and nutrient-stimulated plasma cholecystokinin concentrations[J]. *Crit Care Med*, 2007,35(1):82-88.

[73] NGUYEN N Q, FRASER R J, BRYANT L, et al. M1722 Abnormalities in Plasma Motilin Response to Small Intestinal Nutrient Stimulation in Critically Ill Patients[J]. *GASTROENTEROLOGY*, 2010,138(5)

[74] AKBARALI H I, HAWKINS E G, ROSS G R, et al. Ion channel remodeling in gastrointestinal inflammation[J]. *Neurogastroenterology & Motility*, 2010,22(10)

[75] 范铁兵. 危重病胃肠功能障碍的证素和证候分布规律及中医药治疗的临床观察

[D].中国中医科学院,2013.

[76]SASAKI N, MURATA A, LEE I, et al. Evaluation of equine cecal motility by auscultation, ultrasonography and electrointestinography after jejunocecostomy[J]. *Res Vet Sci*, 2008,84(2):305-310.

[77]MARIANI G, BONI G, BARRECA M, et al. Radionuclide gastroesophageal motor studies[J]. *J Nucl Med*, 2004,45(6):1004-1028.

[78]STEVENS J E, GILJA O H, GENTILCORE D, et al. Measurement of gastric emptying of a high-nutrient liquid by 3D ultrasonography in diabetic gastroparesis[J]. *Neurogastroenterol Motil*, 2011,23(3):220-225, e113-114.

[79]戴宇, 高再荣. 核素显像评价电刺激对健康青年人小肠运动功能影响的试验研究[J]. *生物医学工程与临床*,2006(02):82-84.

[80]URBAIN J L, VEKEMANS M C, BOUILLON R, et al. Characterization of gastric antral motility disturbances in diabetes using a scintigraphic technique[J]. *J Nucl Med*, 1993,34(4):576-581.

[81]TOUGAS G, EAKER E Y, ABELL T L, et al. Assessment of gastric emptying using a low fat meal: establishment of international control values[J]. *Am J Gastroenterol*, 2000,95(6):1456-1462.

[82]DEGEN L P, PHILLIPS S F. Variability of gastrointestinal transit in healthy women and men[J]. *Gut*, 1996,39(2):299-305.

[83]FEINLE C, KUNZ P, BOESIGER P, et al. Scintigraphic validation of a magnetic resonance imaging method to study gastric emptying of a solid meal in humans[J]. *Gut*, 1999,44(1):106-111.

[84]邱维吉, 李士通, 白刚,等. 健康志愿者液体胃排空时间:核磁共振法确定[J]. *中华麻醉学杂志*,2015,35(1):3.

[85]FAAS H, STEINGOETTER A, FEINLE C, et al. Effects of meal consistency and ingested fluid volume on the intragastric distribution of a drug model in humans--a magnetic resonance imaging study[J]. *Aliment Pharmacol Ther*, 2002,16(2):217-224.

[86]李杰, 李传福, 陶慕圣,等. 胃排空和胃动力的 MRI 初步研究[J]. *山东大学学报(医学版)*,(3):264-266.

[87]杨敏, 王宝西, 李萍,等. 不透 X 线标志物检测胃肠传输时间诊断儿童功能性便秘[J]. *中国儿童保健杂志*,2003(01):29-31.

[88]KIM D Y, MYUNG S J, CAMILLERI M. Novel testing of human gastric motor and sensory functions: rationale, methods, and potential applications in clinical practice[J]. *American Journal of Gastroenterology*, 2000,95(12):3365-3373.

[89]MOREIRA T V, MCQUIGGAN M. Methods for the assessment of gastric emptying in critically ill, enterally fed adults[J]. *Nutr Clin Pract*, 2009,24(2):261-273.

[90]DE SCHEPPER H U, CREMONINI F, CHITKARA D, et al. Assessment of gastric

accommodation: overview and evaluation of current methods[J]. *Neurogastroenterol Motil*, 2004,16(3):275-285.

[91]BERSTAD A, HAUSKEN T, GILJA O H, et al. Imaging studies in dyspepsia[J]. *European Journal of Surgery*, 1998,164(S12)

[92]杨舒萍, 林丽卿, 洪理伟,等. 胃排空功能超声测定方法的研究[J]. *中华超声影像学杂志*,2013,22(6):3.

[93]邓岩军, 吴雪梅, 谢红,等. 超声测定胃排空功能指导重症机械通气患者肠内营养的临床应用[J]. *中华老年多器官疾病杂志*,2016,15(07):533-536.

[94]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[J]. *肠外与肠内营养*,2011,18(06):341-343+347.

[95]STEINSVIK E K, HAUSKEN T, GILJA O H. Gastric emptying in Gastroparesis and Functional Dyspepsia measured by Ultrasound[J]. *Ultraschall in der Medizin - European Journal of Ultrasound*, 2016,37(S 01)

[96]吴波, 杨忠伟, 黄雪霞,等.超声同步检测正常人远端、近端胃排空运动的研究[A].2005.

[97]吕林, 王静, 唐旭东,等. 功能性消化不良餐后不适综合征患者 52 例胃中液体食物分布特点[J]. *中华消化杂志*,2015,35(07):455-459.

[98]郑敏, 许祥丽. 功能性消化不良患者胃窦部容积和胃排空时间与临床症状关系的超声评估[J]. *临床超声医学杂志*,2007(10):584-587.

[99]ELKE G, FELBINGER T W, HEYLAND D K. Gastric Residual Volume in Critically Ill Patients[J]. *Nutrition in Clinical Practice*, 2015,30(1)

[100]MONTEJO J C, GRAU T, ACOSTA J, et al. Multicenter, prospective, randomized, single-blind study comparing the efficacy and gastrointestinal complications of early jejunal feeding with early gastric feeding in critically ill patients[J]. *Crit Care Med*, 2002,30(4):796-800.

[101]HEYLAND D K, CAHILL N E, DHALIWAL R, et al. Impact of enteral feeding protocols on enteral nutrition delivery: results of a multicenter observational study[J]. *JPEN J Parenter Enteral Nutr*, 2010,34(6):675-684.

[102]魏敏, 杨健, 谢辉,等. 床旁超声监测胃残余量对机械通气重症患者肠内营养情况的影响[J]. *中外医学研究*,2020,18(20):161-163.

[103]DEANE ADAM M, SUMMERS MATTHEW J, ZAKNIC ANTONY V, et al. Glucose absorption and small intestinal transit in critical illness[J]. *CRIT CARE MED*, 2011,39(6)

[104]SUSANNE A. Pulmonary aspiration in perioperative medicine[J]. *Acta Anaesthesiol Belg*, 2013,64(1)

[105]IAN S, PETER K, ISABELLE M, et al. Perioperative fasting in adults and children: guidelines from the European Society of Anaesthesiology[J]. *EUR J ANAESTH*, 2011,28(8)

[106]JOHNSON ERIC J, JULIE M, CINDY B, et al. Sensitivity and Specificity of Gastric Ultrasonography in Determination of Gastric Contents[J]. AANA J, 2021,89(1)

致谢

时光荏苒，我的硕士研究生生涯已接近尾声。这三年的时光既漫长又短暂，其中充满了酸甜苦辣，更有收获和成长。三年来，感谢陪我一起度过美好时光的每位尊敬的老师和亲爱的同学，正是你们的帮助我才能克服困难，真是你们的指导我才能解决疑惑。直到学业顺利完成。三年的研究生生活就快要结束，在论文完成的最后，想要留出一块空白来对曾经给予我耐心指导和帮助我的导师同学们表示感谢，谢谢你们！

首先感谢我的导师欧阳军教授。本研究及学位论文是在导师亲切关怀和悉心指导下完成的，他严肃的科学态度，严谨的治学精神，精益求精的工作作风，深深的感染和激励着我，从课题的选择到项目的最终完成。欧老师都始终给予我细心的指导和不懈的支持，三年来，不仅在学业上给我细心指导，还同时还在思想上生活上给我无微不至的关怀，在此谨向欧老师致以诚挚的谢意和崇高的敬意。还要感谢周爱国老师在论文写稿初期提出的宝贵意见，感谢超声专业董健老师为我细心讲解床旁超声，你们的悉心指导学习研究，才让我三年来有所收获，在此向各位老师深深鞠一躬。

衷心感谢张杰老师在临床工作对我的指导，提高我的临床理论知识与技能，让我成长为一名临床与科研具备的急诊科医师；更感谢您在生活上对我的关心和帮助。

感谢刘喆同学正是因为你的辛苦付出以及帮助和支持，我才能克服一个个困难和疑惑，感谢师兄刘国升、师姐陈藩藩，在论文完成的最后阶段给予我不少助力；感谢师弟李亮一起帮我整理数据。

感谢石河子大学第一附属医院急诊科和彩超室所有老师们在临床学习方面的指导帮助。

感谢石河子大学医学院三年来的教育和培养！

感谢我的父母亲人和朋友们一如既往的支持和鼓励！

最后感谢你们在这三年的校园生活里陪伴我。接着我们都将踏上人生崭新的旅途，愿我们越来越好！


作者简介

金沛延，男，生于1993年8月，籍贯山东济南。2018年6月毕业于泰山医学院临床医学专业，获得医学学士学位，2019年就读于石河子大学医学院攻读硕士研究生学位，专业为急诊医学，研究方向为创伤急救基础与临床研究。从2019年8月攻读硕士学位以来，学习刻苦努力顺利修完大学规定的学分，并在导师的悉心指导下认真查阅国内外相关文献，已完成了综述的撰写、课题设计、论文开题、临床数据收集和研究和论文撰写等相关科研工作并完成了住院医师临床规培任务。

在学期间发表的文章

金沛延,刘喆,欧阳军.床旁超声监测严重创伤患者胃功能障碍的有效性分析[J].吉林医学(已录稿)

导师评阅表

研究生姓名	金沛延	学制	全日制
专业	急诊医学	研究方向	创伤急救基础与临床研究
<p>学术评语：</p> <p>该生选题为讨论床旁超声在评估严重创伤患者胃肠功能障碍中的相关临床应用价值，为床旁超声监测严重创伤患者病情变化，指导拟定合理的肠内营养方案提供参考依据。该研究选题新颖，属于本学科研究热点，研究工作具有一定的理论意义与实际价值。论文的内容与题目基本相符，结构完整，格式规范，层次清楚，条理分明，语言通顺流畅，内容丰富。文献材料收集丰富详实，数据资料充分，论述过程严谨，思路清晰，综合运用了所学知识解决问题，分析方法选用得当，结果可信。论文撰写严肃认真，推理符合逻辑，结论和建议具有现实意义，是一篇有较高学术价值的硕士生论文。</p> <p style="text-align: right;">指导教师签字： 2022年5月29日</p>			