

超声所测全胃容积评估糖尿病患者胃功能的初步探索

杨 音 蒋 欢 陈 鹏 迪丽米热·阿不列孜 庄 华

摘要 **目的** 应用二维超声测量全胃容积(VWS),探讨其评估糖尿病患者胃容受功能的临床价值,分析其相关影响因素。**方法** 选取我院 121 例糖尿病患者(糖尿病组)和 99 例健康志愿者(健康对照组),均于饮入 500 ml 温水后应用二维超声扫查充盈后的胃腔,测量胃底面积(FA)、胃体面积(BA)和长径(BL)、胃窦面积(AA)和长径(AL),并计算 VWS。比较糖尿病组与健康对照组、不同临床资料[性别、年龄、体质量指数(BMI)、空腹血糖(FPG)及糖化血红蛋白(HbA1c)]的糖尿病患者 VWS 相关超声参数的差异;分析 VWS 与性别、年龄、BMI、FPG 及 HbA1c 的相关性。**结果** 糖尿病组 FA、BL、BA、AA、VWS 均小于健康对照组,差异均有统计学意义(均 $P < 0.05$)。对不同临床资料的糖尿病患者分组比较:①男性组与女性组 FA、VWS 比较,差异均有统计学意义(均 $P < 0.05$);BL、BA、AL、AA 比较,差异均无统计学意义。②不同 FPG 水平糖尿病患者 FA、BA、VWS 比较,差异均有统计学意义(均 $P < 0.05$)。两两比较显示,与 $FPG < 7$ mmol/L 组、 7 mmol/L $\leq FPG < 10$ mmol/L 组比较, $FPG \geq 10$ mmol/L 组 FA、BA、VWS 均减小(均 $P < 0.05$);与 $FPG < 7$ mmol/L 组比较, 7 mmol/L $\leq FPG < 10$ mmol/L 组 FA、VWS 均减小(均 $P < 0.05$)。③不同年龄、BMI、HbA1c 水平的糖尿病患者各超声参数比较,差异均无统计学意义。相关性分析显示, VWS 与 FPG 呈负相关($r_s = -0.411, P < 0.01$),与性别、年龄、BMI 及 HbA1c 均无相关性。**结论** 二维超声所测 VWS 有望成为评估糖尿病患者胃容受功能的有效指标,且 FPG 是糖尿病患者 VWS 的主要影响因素。

关键词 超声检查;胃容积;糖尿病

[中图法分类号]R445.1;R587.1

[文献标识码]A

Evaluation of gastric function in diabetic patients with the volume of the whole stomach measured by ultrasound: a preliminary study

YANG Yin, JIANG Huan, CHEN Peng, DILIMIRE·Abuliezi, ZHUANG Hua

Department of Ultrasound Medicine, West China Hospital of Sichuan University, Chengdu 610041, China

ABSTRACT **Objective** To investigate the clinical value of the volume of the whole stomach (VWS) measured by two-dimensional ultrasound in evaluating gastric accommodation function in diabetic patients, and to analyze its related influencing factors. **Methods** A total of 121 diabetic patients (diabetic group) and 99 healthy volunteers (healthy control group) in our hospital were selected. After drinking 500 ml warm water, the filled gastric cavity was examined by two-dimensional ultrasound. The area of gastric fundus (FA), the area and long diameter of gastric body (BA, BL), and the area and long diameter of gastric antrum (AA, AL) were measured, and VWS was calculated. The differences of VWS-related ultrasound parameters in diabetic patients with different clinical data [gender, age, body mass index (BMI), fasting plasma glucose (FPG) and glycosylated hemoglobin (HbA1c)] were compared between the diabetic group and the healthy control group. The correlation between VWS and gender, age, BMI, FPG and HbA1c was analyzed. **Results** FA, BL, BA, AA and VWS in the diabetic group were lower than those in the healthy control group, and the differences were statistically significant (all $P < 0.05$). Comparison of diabetic patients with different clinical data: ① There were statistically significant differences in FA and VWS between female group and male group (all $P < 0.05$), while there were no significant difference in BL, BA, AL and AA. ② There were statistically significant differences in FA, BA and VWS among diabetic patients with different FPG levels (all $P < 0.05$). Compared with $FPG < 7$ mmol/L

group and $7 \text{ mmol/L} \leq \text{FPG} < 10 \text{ mmol/L}$ group, FA, BA and VWS in $\text{FPG} \geq 10 \text{ mmol/L}$ group were decreased (all $P < 0.05$). Compared with $\text{FPG} < 7 \text{ mmol/L}$ group, FA and VWS in $7 \text{ mmol/L} \leq \text{FPG} < 10 \text{ mmol/L}$ group were decreased (all $P < 0.05$).^③ There were no significant difference in the ultrasound parameters of diabetic patients with different age, BMI and HbA1c levels. Correlation analysis showed that VWS was negatively correlated with FPG ($r_s = -0.411, P < 0.01$), but had no correlation with gender, age, BMI and HbA1c. **Conclusion** Two-dimensional ultrasound measurement of VWS is expected to be an effective indicator for evaluating gastric accommodation function in diabetic patients, with FPG being the main influencing factor of VWS.

KEY WORDS Ultrasonography; Volume of the whole stomach; Diabetes mellitus

全球范围内糖尿病发病率不断上升,我国成为发病率增长最快的国家之一^[1]。糖尿病胃功能异常是该病常见的慢性并发症之一,包括胃容受功能受损和胃排空功能异常,两者相互关联、相互影响。糖尿病胃排空功能异常已受到研究者的广泛关注,而有关糖尿病胃容受功能受损的国内外报道较少见^[2]。目前临床测量胃容积的方法虽较多,但缺乏简便易行、准确可靠的测量方法。全胃容积(volume of whole stomach, VWS)可以反映胃容纳食物的能力,蒋欢和庄华^[3]初步尝试建立一种简单无创的二维超声测量 VWS 的方法,结果显示该方法在健康成人中有较好的重复性。基于此,本研究应用二维超声测量 VWS,探讨其评估糖尿病患者胃容受功能的临床价值,并分析其相关影响因素。

资料与方法

一、研究对象

选取 2022 年 6 月至 2023 年 6 月于我院就诊的糖尿病患者 121 例为糖尿病组,其中男 64 例,女 57 例,年龄 27~70 岁,平均(57.28 ± 10.40)岁。纳入标准:①符合 1999 年 WHO 糖尿病诊断标准;②年龄 18~70 岁;③体质指数(BMI) $\leq 30 \text{ kg/m}^2$;④有完整的空腹血糖(FPG)和糖化血红蛋白(HbA1c)检查结果。排除标准:①胃肠道疾病史或胃肠道疾病手术史;②存在消化不良、胃食管反流病等功能性消化道疾病;③存在精神疾病、结缔组织疾病、脑血管疾病等影响消化功能的其他疾病;④检查当日出现腹痛、腹泻或便秘等消化道症状;⑤酮症酸中毒、严重尿酮症或尿酮体“+++”以上;⑥超声检查配合不佳;⑦妊娠期及哺乳期妇女。另选同期健康志愿者 99 例为健康对照组,其中男 42 例,女 57 例,年龄 20~70 岁,平均(47.93 ± 12.63)岁。本研究经我院医学伦理委员会批准,所有研究对象均知情同意。

二、仪器与方法

1. 超声检查:使用 GE Logiq E9 彩色多普勒超声诊

断仪, C5-1 凸阵探头, 频率 3.5~5.0 MHz。选择普通腹部检查条件, 根据受检者个体情况调节深度和聚焦。受检者禁饮禁食 8 h, 取仰卧位, 充分暴露腹部受检区域, 首先将探头置于上腹部扫查, 确认胃内无明显滞留; 然后嘱受检者在 3 min 内饮入 500 ml 温水后立即应用超声扫查相关标准切面并采集数据。具体为: ①受检者取左侧卧位, 探头于左侧肋间扫查获得胃底最大切面, 测量胃底面积(FA); ②受检者取右侧卧位, 探头于剑突下扫查获得胃体长轴切面, 测量贲门与胃角之间的距离为胃体长径(BL), 测量胃角与幽门之间的距离为胃窦长径(AL), 于胃体长轴切面顺时针旋转探头 90° 获得胃体短轴切面, 测量胃体面积(BA); ③受检者取右侧卧位, 探头于右侧肋缘下扫查获得胃窦短轴切面, 测量胃窦面积(AA)。本研究采用黏膜手动描记法测量 BA 和 AA, 将胃底近似视作球体, 胃体和胃窦近似视作圆柱体, 通过上述超声测值计算胃底、胃体、胃窦体积(图 1), 三者之和即为 VWS, 公式为: $\text{VWS} = 4/3 * \text{FA} * \sqrt{\text{FA}/\pi} + \text{BL} * \text{BA} + \text{AL} * \text{AA}$ ^[3]。由两名具有 5 年以上胃肠超声检查经验的医师根据留存的标准图像分别测量上述参数, 所有参数均重复测量 3 次取平均值, 若测量结果差异过大, 则由上级医师进行复核并得到最终结果。

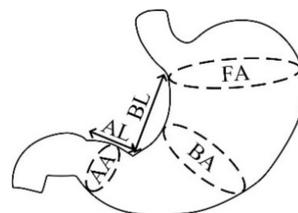


图 1 VWS 相关超声测值测量示意图(FA:胃底面积;BL:胃体长径;BA:胃体面积;AA:胃窦面积;AL:胃窦长径)

2. 临床资料收集及分组:记录入组者的性别、年龄、BMI、FPG 及 HbA1c, 并据此对糖尿病组患者进一步分组分析。具体为:①根据性别分为男性组、女性组;②根据年龄分为 ≤ 50 岁组、 > 50 岁组;③根据 BMI 分为正常组 ($\text{BMI} < 24 \text{ kg/m}^2$)、超重组 ($24 \text{ kg/m}^2 \leq \text{BMI} < 28 \text{ kg/m}^2$)、肥胖组 ($\text{BMI} \geq 28 \text{ kg/m}^2$);④根据 FPG 水平分

为 FPG<7 mmol/L 组、7 mmol/L≤FPG<10 mmol/L 组、FPG≥10 mmol/L 组；⑤根据 HbA1c 水平分为血糖控制良好组(HbA1c<7%)、血糖控制一般组(7%≤HbA1c<9%)、血糖控制较差组(HbA1c≥9%)。

三、统计学处理

应用 SPSS 27.0 统计软件, 计量资料以 $\bar{x} \pm s$ 表示, 两组比较采用独立样本 *t* 检验或配对样本 *t* 检验, 多组比较采用方差分析, 组间两两比较采用 Bonferroni 法; 计数资料以频数表示, 组间比较采用 χ^2 检验。采用双变量 Spearman 法分析 VWS 与性别、年龄、BMI、FPG、HbA1c 的相关性, 并采用直线回归分析控制混杂偏倚。*P*<0.05 为差异有统计学意义。

结 果

一、糖尿病组与健康对照组基线资料比较

糖尿病组与健康对照组年龄、BMI 比较差异均有统计学意义(均 *P*<0.05); 两组性别比比较差异无统计学意义。见表 1。

二、受检者胃超声图像表现

所有受检者均顺利完成超声检查, 大多受检者的胃腔在空腹状态下基本呈空虚状态, 无明显潴留, 内可见少许气体强回声影, 其中 11 例胃腔内可见少许液体潴留。饮水后超声显示胃腔呈囊状无回声区, 可见散在气体强回声影, 胃壁各层结构显示清楚, 未见明

表 1 两组基线资料比较

组别	年龄(岁)	男/女(例)	BMI(kg/m ²)
糖尿病组(121)	57.28±10.40	64/57	25.41±3.53
健康对照组(99)	47.93±12.63	42/57	22.96±3.06
<i>t</i> / χ^2 值	5.908	2.390	5.426
<i>P</i> 值	<0.001	0.122	<0.001

BMI: 体质质量指数

显异常改变, 贲门处未见胃食管反流现象。受检者取左侧卧位时, 于左侧肋间扫查显示胃底部胃腔充盈, 内可见气体强回声影, 胃壁显示清楚; 受检者取右侧卧位时, 于右侧肋缘下扫查显示胃体、胃窦部胃腔充盈, 胃壁显示清楚, 其内气体强回声影移向胃底。见图 2。

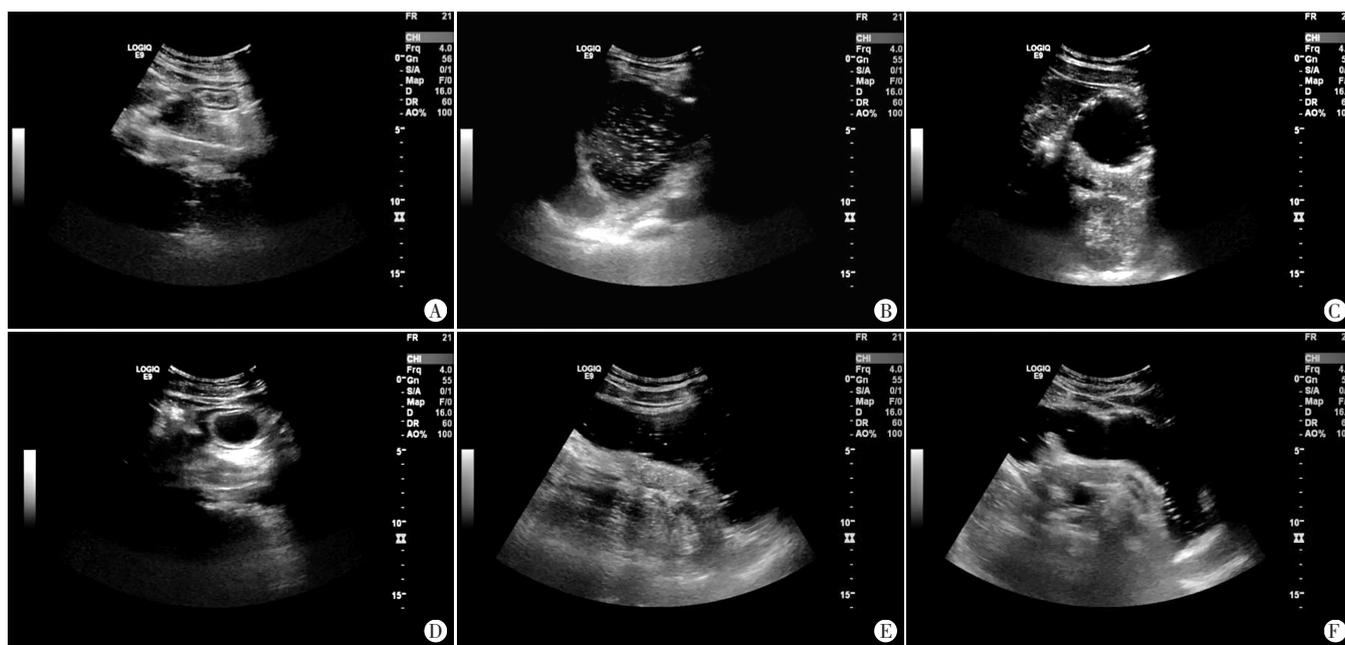
三、糖尿病组与健康对照组超声参数比较

分别从糖尿病组和健康对照组中筛选出年龄、BMI 相近(分别相差≤2 岁、≤2 kg/m²)的受检者各 48 例, 每组男、女各 24 例, 两组年龄、BMI 比较差异均无统计学意义。糖尿病组 FA、BL、BA、AA、VWS 均小于健康对照组, 差异均有统计学意义(均 *P*<0.05)。见表 2。

四、不同临床特征的糖尿病患者超声参数比较

1. 男性组与女性组 FA、VWS 比较, 差异均有统计学意义(均 *P*<0.05); BL、BA、AL、AA 比较, 差异均无统计学意义。见表 3。

2. 不同年龄、BMI 糖尿病患者 FA、BL、BA、AL、



A: 空腹仰卧位时胃窦短轴切面图; B: 胃充盈后左侧卧位时胃底最大切面图, FA 为 49.60 cm²; C: 胃充盈后右侧卧位时胃体短轴切面图, BA 为 18.49 cm²; D: 胃充盈后右侧卧位时胃窦短轴切面图, AA 为 9.10 cm²; E: 胃充盈后右侧卧位时胃体长轴切面图, BL 为 10.36 cm; F: 胃充盈后右侧卧位时胃窦长轴切面图, AL 为 6.67 cm

图 2 糖尿病组患者(女, 40 岁)二维超声图, VWS 为 515.10 cm³

AA、VWS 比较, 差异均无统计学意义。见表 4, 5。

3. 不同 FPG 水平糖尿病患者 FA、BA、VWS 比较, 差异均有统计学意义(均 $P < 0.05$); BL、AL、AA 比较, 差异均无统计学意义。两两比较显示, 与 $FPG < 7$ mmol/L 组、 7 mmol/L \leq $FPG < 10$ mmol/L 组比较, $FPG \geq 10$ mmol/L 组 FA、BA、VWS 均减小(均 $P < 0.05$); 与 $FPG < 7$ mmol/L 组比较, 7 mmol/L \leq $FPG < 10$ mmol/L 组 FA、VWS 均减小(均 $P < 0.05$)。见表 6。

4. 不同 HbA1c 水平糖尿病患者 FA、BL、BA、AL、AA、VWS 比较, 差异均无统计学意义。见表 7。

五、相关性分析

相关性分析显示, FA、BA、VWS 与 FPG 均呈负相关($r_s = -0.467, -0.314, -0.411$, 均 $P < 0.01$), 与 BL、AL、AA 均无相关性。将性别、年龄、BMI、FPG、HbA1c 设为自变量, FA、BL、BA、AL、AA、VWS 设为因变量, 采用直线回归分析控制混杂偏倚, 结果显示 FA、BA、VWS 与

表 2 糖尿病组与健康对照组超声参数比较($\bar{x} \pm s$)

组别	FA(cm ²)	BL(cm)	BA(cm ²)	AL(cm)	AA(cm ²)	VWS(cm ³)
糖尿病组(48)	50.73±6.53	9.70±1.25	19.36±2.49	5.63±1.15	9.69±1.84	516.03±73.42
健康对照组(48)	61.83±8.16	10.27±0.96	23.97±4.39	5.64±0.90	11.69±2.70	679.23±96.25
<i>t</i> 值	7.267	2.979	6.051	0.063	4.257	9.184
<i>P</i> 值	<0.001	0.005	<0.001	0.950	<0.001	<0.001

FA:胃底面积;BL:胃体长径;BA:胃体面积;AA:胃窦面积;AL:胃窦长径;VWS:全胃容积

表 3 不同性别糖尿病患者超声参数比较($\bar{x} \pm s$)

组别	FA(cm ²)	BL(cm)	BA(cm ²)	AL(cm)	AA(cm ²)	VWS(cm ³)
男性组(64)	53.40±6.21	9.84±1.12	20.03±2.09	5.70±1.20	9.32±1.93	545.69±69.95
女性组(57)	49.98±5.16	9.86±1.00	19.47±2.40	5.76±1.14	9.49±1.63	513.07±52.16
<i>t</i> 值	-3.276	0.117	-1.369	0.294	-0.525	-2.859
<i>P</i> 值	0.001	0.907	0.174	0.769	0.601	0.005

FA:胃底面积;BL:胃体长径;BA:胃体面积;AA:胃窦面积;AL:胃窦长径;VWS:全胃容积

表 4 不同年龄糖尿病患者超声参数比较($\bar{x} \pm s$)

组别	FA(cm ²)	BL(cm)	BA(cm ²)	AL(cm)	AA(cm ²)	VWS(cm ³)
≤ 50 岁组(29)	52.29±5.70	9.93±1.02	18.74±2.54	5.85±1.21	9.21±1.68	526.66±60.73
> 50 岁组(92)	51.63±6.07	9.82±1.07	20.09±1.06	5.69±1.16	9.46±1.82	531.32±65.33
<i>t</i> 值	0.428	0.359	0.423	0.042	0.130	0.462
<i>P</i> 值	0.514	0.550	0.517	0.837	0.719	0.498

FA:胃底面积;BL:胃体长径;BA:胃体面积;AA:胃窦面积;AL:胃窦长径;VWS:全胃容积

表 5 不同 BMI 糖尿病患者超声参数比较($\bar{x} \pm s$)

组别	FA(cm ²)	BL(cm)	BA(cm ²)	AL(cm)	AA(cm ²)	VWS(cm ³)
正常组(48)	50.81±6.45	50.81±6.45	19.18±2.10	5.65±1.12	9.46±1.79	519.18±63.60
超重组(44)	52.60±5.70	9.63±0.85	20.27±2.39	5.67±1.16	9.32±2.03	536.30±65.73
肥胖组(29)	52.23±5.48	9.93±1.02	19.99±3.12	5.95±1.28	9.43±1.42	539.80±61.64
<i>F</i> 值	1.132	1.480	2.975	0.709	0.082	1.251
<i>P</i> 值	0.326	0.232	0.056	0.494	0.922	0.290

FA:胃底面积;BL:胃体长径;BA:胃体面积;AA:胃窦面积;AL:胃窦长径;VWS:全胃容积

表 6 不同 FPG 水平糖尿病患者超声参数比较($\bar{x} \pm s$)

组别	FA(cm ²)	BL(cm)	BA(cm ²)	AL(cm)	AA(cm ²)	VWS(cm ³)
$FPG < 7$ mmol/L 组(40)	55.53±5.84	9.75±1.13	20.44±11.97	5.66±1.19	9.33±1.87	564.16±59.56
7 mmol/L \leq $FPG < 10$ mmol/L 组(43)	51.93±5.09*	10.06±0.95	20.02±2.24	5.81±1.10	9.51±1.89	539.42±56.27*
$FPG \geq 10$ mmol/L 组(38)	47.69±4.23**	9.71±1.09	18.76±2.23**	5.70±1.25	9.36±1.61	484.04±49.37**
<i>F</i> 值	22.971	1.367	6.515	0.179	0.136	21.340
<i>P</i> 值	<0.001	0.259	0.002	0.836	0.873	<0.001

与 $FPG < 7$ mmol/L 组比较, * $P < 0.05$; 与 7 mmol/L \leq $FPG < 10$ mmol/L 组比较, ** $P < 0.05$ 。FA:胃底面积;BL:胃体长径;BA:胃体面积;AA:胃窦面积;AL:胃窦长径;VWS:全胃容积

表7 不同HbA1c水平糖尿病患者超声参数比较($\bar{x}\pm s$)

组别	FA(cm ²)	BL(cm)	BA(cm ²)	AL(cm)	AA(cm ²)	VWS(cm ³)
血糖控制良好组(51)	52.07±5.81	9.77±1.06	19.79±2.22	5.56±1.11	9.16±1.71	527.96±62.91
血糖控制一般组(34)	52.65±6.39	9.86±1.13	20.26±2.19	6.11±1.24	9.84±1.71	535.16±72.94
血糖控制较差组(36)	50.58±5.77	9.94±1.00	19.25±2.29	5.60±1.14	9.32±1.94	515.87±61.08
F值	1.152	0.163	1.778	2.600	1.543	2.416
P值	0.319	0.768	0.174	0.079	0.218	0.094

FA:胃底面积;BL:胃体长径;BA:胃体面积;AA:胃窦面积;AL:胃窦长径;VWS:全胃容积

FPG均呈负相关($b=-0.470$ 、 -0.304 、 -0.434 , $t=-5.002$ 、 -3.072 、 -4.557 , 均 $P<0.05$),与性别、年龄、BMI、HbA1c均无相关性。

讨 论

糖尿病胃功能异常是糖尿病常见的慢性并发症之一,包括胃容受功能受损和胃排空功能异常,其病因及发病机制均尚未完全明确,两者均可引起恶心、呕吐、腹痛、腹胀等上消化症状,进而影响患者的进食和药物治疗,并干扰血糖控制和远期预后。目前评估胃容受功能的方法较多,包括恒压器技术、单光子发射计算机断层成像(SPECT)、MRI、CT、超声等,其中临床应用最多的为恒压器技术和SPECT,且恒压器技术是评估胃容受功能最有效的手段。除超声检查外,其余检查因具有侵入性、放射性或价格昂贵等临床应用受限。近年来随着超声技术的快速发展,胃肠超声逐渐进入公众视野,在胃功能的评估中崭露头角。Buisman等^[4]应用矩阵三维超声和动态MRI测量健康成人的胃容积,发现两者的一致性较好,但由于三维超声对检查者经验要求高、易受胃内气体干扰及仪器设备限制,不适合临床广泛开展。二维超声因其操作简便、无创、无辐射的优势,在胃容积测量中逐渐得到推广应用。陈超^[5]应用超声全胃圆柱体法估测胃容积,将胃体、胃窦近似视为圆柱体,获得的胃容积不仅可以全面反映食物在胃内的总体分布情况,还可评估近端胃的容受功能,但该方法操作较为复杂。本研究根据蒋欢和庄华^[3]提出的方法应用二维超声测量VWS以评估糖尿病患者胃容受功能,并探讨其相关影响因素,旨在早期发现糖尿病合并胃容受功能受损者,并量化胃容受功能损害程度。

本研究将糖尿病组与健康对照组的年龄、性别、BMI进行匹配后,发现糖尿病组FA、BL、BA、AA、VWS均小于健康对照组,差异均有统计学意义(均 $P<0.05$)。本研究中所有受检者于胃充盈时进行超声测量,此时水尚未从胃排入十二指肠,而糖尿病患者VWS小于健

康志愿者,推测糖尿病胃容受功能受损在一定程度上反映了早期胃排空加速。一项回顾性研究^[6]分别应用SPECT和核素扫描评估有功能性胃十二指肠疾病症状患者的胃容受和胃排空功能,发现与正常胃排空组比较,加速胃排空组的胃容受功能降低,且与胃排空加速相关。一项采用恒压器技术评估胃容受功能的研究^[7]表明糖尿病患者的胃容受功能低于健康志愿者,本研究结果与其一致,分析可能与长期高血糖状态损害了患者自主神经及胃肠神经、影响胃肠激素分泌、损坏细胞结构、抑制消化间期移行复合运动等有关。

本研究进一步比较了不同临床特征的糖尿病患者VWS相关超声参数,结果发现女性组FA、VWS小于男性组,差异均有统计学意义(均 $P<0.05$)。王慧芬等^[8]通过液体营养餐负荷试验发现,男性健康志愿者的胃容量显著大于同龄女性,男性功能性消化不良患者的胃容量也明显大于同组女性,差异均有统计学意义(均 $P<0.05$)。本研究结果与之一致。一般情况下,女性的身高和体质量均小于同龄男性,这可能导致女性的胃体积也整体小于同龄男性。但本研究相关性分析表明,FA、VWS均与性别无相关性。一项回顾性研究^[9]也发现在健康志愿者、超重或肥胖者、糖尿病及消化功能不良患者中,SPECT所测胃体积与性别无关。由此可见性别并非影响糖尿病患者胃容受功能的主要因素。此外,本研究还发现,不同年龄、BMI糖尿病患者FA、BL、BA、AL、AA、VWS比较,差异均无统计学意义,提示糖尿病患者的VWS与年龄、BMI均无关。Salman等^[10]发现肥胖患者减重前后的胃容积均与年龄、BMI无关;Lee等^[11]通过比较肥胖与非肥胖个体的胃容积发现两者差异无统计学意义,本研究结果与上述研究相似,但亦有研究^[12]表明胃容积与年龄、BMI均有关。分析其原因:①糖尿病好发于中老年人,肥胖是糖尿病发生的独立危险因素,超重及肥胖的中老年人因体内出现胰岛素抵抗而更易发生糖尿病,伴随糖尿病出现的高血糖会间接或直接影响胃容受功能;②BMI较大者更易出现较大的胃容量,上述两种机

制可在体内同时发生,并相互矛盾,可能导致胃容积与 BMI 无相关性,但其涉及的复杂机制需要更多的研究证实。本研究纳入的糖尿病患者多为中老年人,以腹型肥胖者为主,故本研究的结果亦支持上述推测。

本研究结果显示,不同 FPG 水平糖尿病患者 FA、BA、VWS 比较,差异均有统计学意义(均 $P < 0.05$);进一步两两比较显示, $FPG \geq 10$ mmol/L 组 FA、BA、VWS 较 $FPG < 7$ mmol/L 组、 $7 \text{ mmol/L} \leq FPG < 10$ mmol/L 组均减小, $7 \text{ mmol/L} \leq FPG < 10$ mmol/L 组 FA、VWS 较 $FPG < 7$ mmol/L 组均减小(均 $P < 0.05$);排除其他潜在协变量干扰后发现, VWS 与 FPG 呈负相关($b = -0.434, t = -4.557, P < 0.05$),表明 VWS 与 FPG 密切相关,且 VWS 随着 FPG 水平升高而减小。Steinsvik 等^[7]研究发现糖尿病患者的近端胃容积显著小于健康成人($P < 0.05$)。本研究结果与之相似,分析胃容受功能受损可能与高水平 FPG 所致迷走神经功能降低有关,迷走神经受损会导致近端胃张力受损和近端胃体积减小,从而影响 VWS。此外,本研究还发现不同 HbA1c 水平糖尿病患者 FA、BL、BA、AL、AA、VWS 比较,差异均无统计学意义,表明糖尿病患者的 VWS 与 HbA1c 无关。一项采用胃排空闪烁显像评估 HbA1c 对 2 型糖尿病患者胃排空功能影响的研究^[13]发现, HbA1c 与胃排空时间无相关性。Zhou 等^[14]研究也发现 HbA1c 与胃排空延迟无关。然而有学者^[15]认为 HbA1c 对胃排空时间有显著影响。HbA1c 作为反映近 3 个月血糖控制情况的指标,在一定程度上也反映了糖尿病并发症的发生情况。但高血糖只是影响胃肠道神经系统的因素之一,即使改善血糖控制也可能不足以中断或逆转糖尿病患者体内已发生的信号级联反应,具体的机制研究尚待进一步开展。因此,在临床上 FPG 较 HbA1c 更适用于评估糖尿病胃容受功能的改变。

综上所述,二维超声所测 VWS 是评价糖尿病患者胃容受功能的有效指标,且 FPG 是糖尿病患者 VWS 的主要影响因素,有望为改善患者的预后及生活质量提供影像学参考。但本研究样本量偏小,今后需进行大样本、多中心研究进一步分析。

参考文献

[1] 谢浩然,廖红雨,龚晓媛,等.糖尿病胃轻瘫的发病机制和治疗研

- 究进展[J].胃肠病学,2020,25(12):759-763.
- [2] 白颖,丛佳林,田文杨,等.浅析糖尿病胃轻瘫的发病机制[J].现代中西医结合杂志,2018,27(35):3982-3986.
- [3] 蒋欢,庄华.超声测量健康成人全胃容积的初步探讨[J].临床超声医学杂志,2022,24(3):166-170.
- [4] Buisman WJ, Mauritz FA, Westerhuis WE, et al. Evaluation of gastric volumes: comparison of 3-D ultrasound and magnetic resonance imaging[J]. *Ultrasound Med Biol*, 2016, 42(7):1423-1430.
- [5] 陈超.超声全胃圆柱体法对终末期肾功能不全患者胃排空的评估分析[J].医学影像学杂志,2022,32(8):1342-1346.
- [6] Park SY, Acosta A, Camilleri M, et al. Gastric motor dysfunction in patients with functional gastroduodenal symptoms [J]. *Am J Gastroenterol*, 2017, 112(11):1689-1699.
- [7] Steinsvik EK, Sangnes DA, Sjøteland E, et al. Gastric function in diabetic gastroparesis assessed by ultrasound and scintigraphy[J]. *Neurogastroenterol Motil*, 2022, 34(4):e14235.
- [8] 王慧芬,姚树坤,刘芳,等.液体营养餐负荷试验评估功能性消化不良患者胃感觉功能的研究[J].疑难病杂志,2016,15(5):449-452.
- [9] Breen M, Camilleri M, Burton D, et al. Performance characteristics of the measurement of gastric volume using single photon emission computed tomography [J]. *Neurogastroenterol Motil*, 2011, 23(4):308-315.
- [10] Salman MA, Elshazli M, Shaaban M, et al. Correlation between preoperative gastric volume and weight loss after laparoscopic sleeve gastrectomy[J]. *Int J Gen Med*, 2021, 14(1):8135-8140.
- [11] Lee EG, Kim TH, Huh YJ, et al. Anthropometric study of the stomach [J]. *J Gastric Cancer*, 2016, 16(4):247-253.
- [12] Aydın BS, Göldoğan IK. Determinants of gastric residual volume before elective surgery in diabetic patients: an observational study [J]. *Saudi J Anaesth*, 2024, 18(2):167-172.
- [13] Jain S, Dhingra VK, Kant R, et al. Comparison of gastric motility in patients of type 2 diabetes mellitus with various degrees of glycemic control[J]. *World J Nucl Med*, 2021, 20(4):336-341.
- [14] Zhou L, Yang Y, Yang L, et al. Point-of-care ultrasound defines gastric content in elective surgical patients with type 2 diabetes mellitus: a prospective cohort study [J]. *BMC Anesthesiol*, 2019, 19(1):179.
- [15] Bharucha AE, Batey-Schaefer B, Cleary PA, et al. Delayed gastric emptying is associated with early and long-term hyperglycemia in type 1 diabetes mellitus [J]. *Gastroenterology*, 2015, 149(2):330-339.

(收稿日期:2023-12-28)