

# 超声测量健康成人全胃容积的初步探讨

蒋 欢 庄 华

**摘要** 目的 探讨常规超声测量健康成人全胃容积(VWS)的可行性,分析其相关影响因素。方法 99例健康志愿者饮入 500 ml 温水充盈胃腔后即刻行超声检查,分别测量胃底面积(FA)、胃体及胃窦短轴切面面积(BA、AA)、胃体及胃窦长径(BL、AL),计算 VWS;比较不同性别、不同年龄(20~30岁、≥30~50岁、≥50岁)、不同体质质量指数(BMI<18.5 kg/m<sup>2</sup>、18.5~23.9 kg/m<sup>2</sup>、>23.9 kg/m<sup>2</sup>)受检者上述参数的差异。随机选取其中 20 例健康志愿者进行重复性检验,计算观察者内和观察者间的变异系数。分析 VWS 与性别、年龄、BMI 的相关性。**结果** ①男性 FA、BA、VWS 均大于女性, BL 小于女性,差异均有统计学意义(均  $P<0.05$ );不同年龄受检者仅 BL 比较差异有统计学意义( $F=3.791, P=0.026$ ),两两比较显示 20~30 岁受检者 BL 小于 ≥30~50 岁者( $P=0.024$ );不同 BMI 受检者 BA、AA 及 VWS 比较差异均有统计学意义(均  $P<0.05$ ),两两比较显示 BMI<18.5 kg/m<sup>2</sup>者 BA 及 VWS 均小于 BMI>23.9 kg/m<sup>2</sup>者(均  $P<0.05$ )。②FA、BL、BA、AL、AA、VWS 的观察者内变异系数分别为 5.9%、5.7%、14.2%、9.9%、6.3%、5.8%,观察者间变异系数分别为 14.3%、10.6%、14.9%、18.1%、18.9%、13.7%。③VWS 与 BMI 呈正相关( $r=0.417, P<0.01$ ),与性别及年龄均无相关性。**结论** 初步建立了一种常规超声测量健康成人 VWS 的简便方法,且具有较高的重复性;BMI 是 VWS 的主要影响因素。

**关键词** 超声检查;全胃容积;健康成人;影响因素

[中图法分类号]R445.1

[文献标识码]A

## Preliminary discussion of ultrasonic measurements of the volume of whole stomach in healthy adults

JIANG Huan, ZHUANG Hua

Department of Ultrasound, West China Hospital of Sichuan University, Chengdu 610000, China

**ABSTRACT Objective** To investigate the feasibility of ultrasonic measurements of the volume of whole stomach (VWS) in healthy adults, and to analyze its related influence factors. **Methods** Conventional ultrasound was conducted in 99 healthy volunteers after 500 ml warm water drinking immediately, the area of gastric fundus, gastric body, gastric antrum in the short axis sections were measured, the length diameter of gastric body as well as antrum were also measured, the VWS was calculated. The differences of above parameters in different subgroups of gender, age (20~30 yr., ≥30~50 yr., ≥50 yr.) and body mass index (BMI, BMI<18.5 kg/m<sup>2</sup>, 18.5~23.9 kg/m<sup>2</sup>, >23.9 kg/m<sup>2</sup>) were compared. 20 healthy volunteers were randomly selected to calculate intra- and inter-observer coefficients of variation. The correlation between VWS and gender, age and BMI was analyzed. **Results** ①The FA, BA and VWS were higher in male than those in female, while the BL was lower than that in female (all  $P<0.05$ ). There was significant difference in BL among subgroups of different age ( $F=3.791, P=0.026$ ). The BL of subgroups aged 20~30 yr. was lower than that of aged ≥30~50 yr. ( $P=0.024$ ). There were statistically significant differences in BA, AA and VWS among different BMI subgroups (all  $P<0.05$ ). Further comparison showed that BA and VWS of BMI<18.5 kg/m<sup>2</sup> were lower than those of BMI>23.9 kg/m<sup>2</sup> (all  $P<0.05$ ). ②The intra-observer coefficients of variation of FA, BL, BA, AL, AA and VWS were 5.9%, 5.7%, 14.2%, 9.9%, 6.3% and 5.8%, respectively, and the inter-observer coefficients of variation were 14.3%, 10.6%, 14.9%, 18.1%, 18.9% and 13.7%, respectively. ③VWS was positively correlated with BMI ( $r=0.417, P<0.01$ ), but not correlated with gender and age. **Conclusion** A simple method with good repeatability for measuring VWS in healthy adults by conventional ultrasound has been established. BMI is the main influence factor of VWS in healthy adults.

**KEY WORDS** Ultrasonography; Volume of whole stomach; Healthy adults; Influence factors

基金项目:四川省科技厅支撑项目(2021YJ0243)

作者单位:610000 成都市,四川大学华西医院超声科

通讯作者:庄华, Email: annzhuang@yeah.net

全胃容积(volume of whole stomach, VWS)可反映胃容纳食物的能力。测量胃容积可用于观察因疾病引起的胃容受功能受损情况,也可用于胃切除术后胃容积变化随访。胃容积的测量方式包括直接测量法和影像学方法。直接测量法是记录最大液体摄入量或术中向胃内注入生理盐水的量,前者受主观因素影响大,准确性较差<sup>[1]</sup>;后者不能反映生理状态下的胃容积,且忽略了患者的主观感受<sup>[2]</sup>。影像学方法是测量胃容积的主要方法,核医学、CT及MRI三维重建均可较准确地计算胃容积<sup>[3]</sup>,但均有辐射,且检查成本高、时间长,临床应用受限。超声作为一种便捷、经济、无辐射的检查方式,被临床医师和患者广泛接受。三维超声能捕捉连续的图像信息,在体外容积测量中表现出较高的准确性,在胃成像中显示出良好的适用性<sup>[4]</sup>,但对胃后壁尤其是胃底区域显示困难,且受检者需较长时间屏气配合,故其临床应用受限。本研究应用常规超声测量健康志愿者胃各部的关键径线,探讨其测量VWS的可行性,分析其相关影响因素,以期对胃容积评估及相关疗效评价奠定基础。

## 资料与方法

### 一、研究对象

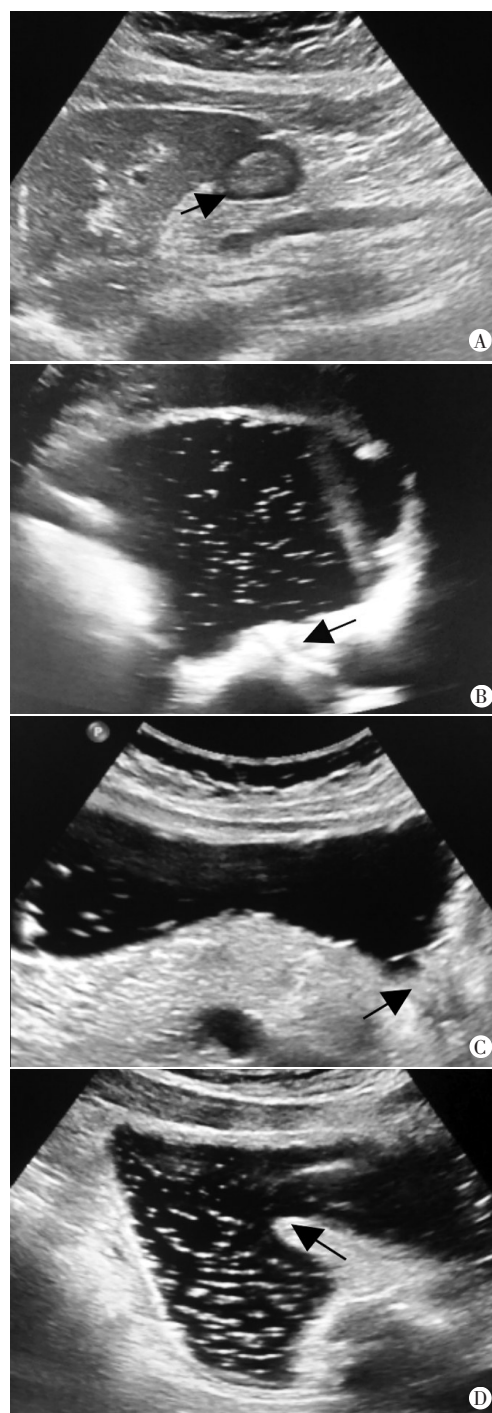
选取2021年3~6月我院收集的健康志愿者99例,其中男42例,女57例,年龄20~80岁,平均(47.9±12.6)岁,体质指数(BMI)17.30~32.10 kg/m<sup>2</sup>,平均(22.96±3.06)kg/m<sup>2</sup>。男、女年龄比较差异无统计学意义,男性BMI大于女性( $P=0.008$ )。排除标准:①有吸烟史、明显胃肠道疾病史;②功能性消化不良、反刍综合征;③有迷走神经切断术等胃肠道疾病手术史、糖尿病及其他代谢性或内分泌系统疾病史;④有精神疾病、结缔组织疾病、脑血管疾病史;⑤近2周内服用影响胃肠道动力的药物;⑥检查当天出现便秘、腹泻等胃肠道症状;⑦妊娠期或哺乳期妇女;⑧超声检查时发现胃疾病者。本研究经我院医学伦理委员会批准,所有志愿者均签署知情同意书。

### 二、仪器与方法

1. 仪器:使用 Philips EPIQ 7C 彩色多普勒超声诊断仪, C5-1 凸阵探头, 频率 3.5~5.0 MHz; 选择普通腹部超声检查条件, 根据受检者个体情况调节深度与聚焦。

2. 超声检查:受检者检查前一晚8点后禁食禁饮。

检查时取仰卧位,于上腹正中矢状面确认胃内无明显潴留,然后嘱其于3 min内饮入温水500 ml,饮水后即刻留存胃底、胃体、胃窦的标准切面图像(图1)。于左侧卧位时通过左外侧肋间扫查获得胃底最大切面,显示过贲门的胃底最大圆形切面(视胃底为球体,过球



A: 饮水前,剑突下扫查时的胃窦(箭头示);B: 饮水后,于左侧卧位经左肋间扫查获得胃底最大切面(箭头示贲门);C: 饮水后,于右侧卧位扫查获得上腹部胃体长轴切面(箭头示贲门);D: 饮水后,于右侧卧位扫查获得胃窦长轴切面(箭头示胃角)

图1 胃容积相关径线测量示意图

心的切面),测量胃底面积(gastric fundus area, FA)。右侧卧位时先显示胃体长轴切面,测量贲门右侧至胃角的胃体长径(gastric body length, BL)、胃角至幽门的胃窦长径(gastric antrum length, AL);再于贲门与胃角连线中点处旋转 90°,获得胃体短轴切面;移动探头,于右侧肋缘下扫查获得胃窦短轴切面,该切面与胃窦长轴垂直,位于胃角至幽门连线中点。采用黏膜手动描记法测量胃体面积(gastric body area, BA)和胃窦面积(gastric antrum area, AA)。每一参数重复测量 3 次,取中位数为最终测值。将胃底视为球体,胃体及胃窦视为圆柱体,计算体积,三者体积之和为 VWS,公式为:  $VWS=4/3*FA*\sqrt{FA/\pi}+BL*BA+AL*AA$  ( $\pi=3.14$ )。比较不同性别、不同年龄(20~30 岁、≥30~50 岁、≥50 岁)、不同 BMI(<18.5 kg/m<sup>2</sup>、18.5~23.9 kg/m<sup>2</sup>、>23.9 kg/m<sup>2</sup>)受检者上述参数的差异。

3. 重复性检验:随机选取 20 例受检者,由两位超声医师(具备 5 年及以上胃肠超声检查经验)分别行充盈后胃超声检查,两次检查间隔 24 h;其中一位医师于第 2 天对上述 20 例受检者再次行超声检查,计算各参数的观察者内和观察者间的变异系数,变异系数=差值标准差/总体均值。

### 三、统计学处理

应用 SPSS 19.0 统计软件,符合正态分布的计量资料以  $\bar{x}\pm s$  表示,多组比较采用方差分析,组间两两比较采用 Bonferroni 法;两组比较行独立样本 *t* 检验。相关性分析采用 Pearson 相关分析法,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、超声表现

99 例受检者均顺利完成检查,空腹时胃体、窦部胃腔呈基本空虚状态,其中 7 例胃腔内可见少许液体气体;饮水后胃显示为囊状无回声区,内分布散在的稍强回声气泡影;取平卧位时,胃前壁后方可见气体样强回声,干扰胃后壁显示;取左侧卧位时,左侧肋间探查见液性无回声区充盈胃底部,胃底、胃壁可清楚显示,可同时显示贲门;取右侧卧位时,气体向胃底移动,胃体、胃窦均可清楚显示。

### 二、不同性别、年龄、BMI 受检者超声测值比较

1. 男性 FA、BA、VWS 均大于女性, BL 小于女性, 差异均有统计学意义(均 *P*<0.05)。男女受检者 AL 及

AA 比较差异均无统计学意义。见表 1。

表 1 男女受检者胃超声测值比较( $\bar{x}\pm s$ )

性别	FA(cm <sup>2</sup> )	BL(cm)	BA(cm <sup>2</sup> )	AA(cm <sup>2</sup> )	AL(cm)	VWS(cm <sup>3</sup> )
男	62.5±7.2	9.9±1.1	24.6±4.0	11.5±2.3	5.7±0.9	683±91
女	58.0±6.9	10.6±0.9	22.7±3.6	11.0±2.6	5.6±0.9	636±87
<i>t</i> 值	3.14	-3.26	2.47	1.05	0.26	2.60
<i>P</i> 值	0.002	0.002	0.015	0.296	0.792	0.011

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

2. 不同年龄受检者仅 BL 比较差异有统计学意义(*F*=3.791, *P*=0.026),其余参数比较差异均无统计学意义;两两比较显示 20~30 岁受检者 BL 小于 ≥30~50 岁者(*P*=0.026)。见表 2。

表 2 不同年龄受检者胃超声测值比较( $\bar{x}\pm s$ )

年龄	FA(cm <sup>2</sup> )	BL(cm)	BA(cm <sup>2</sup> )	AA(cm <sup>2</sup> )	AL(cm)	VWS(cm <sup>3</sup> )
20~30 岁	59.4±7.3	9.6±1.2	24.1±2.7	11.2±2.6	5.8±1.1	635±103
≥30~50 岁	59.3±5.6	10.6±1.1*	23.5±3.3	11.5±2.6	5.8±0.8	657±77
≥50 岁	60.5±8.4	10.2±0.9	23.5±3.9	11.2±2.5	5.6±0.9	656±91
<i>F</i> 值	0.306	3.791	0.109	1.830	0.497	0.355
<i>P</i> 值	0.737	0.026	0.897	0.166	0.610	0.702

与 20~30 岁比较, \**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

3. 不同 BMI 受检者 BA、AA 及 VWS 比较差异均有统计学意义(均 *P*<0.05)。两两比较显示 BMI<18.5 kg/m<sup>2</sup> 者 BA 及 VWS 均小于 BMI>23.9 kg/m<sup>2</sup> 者,差异均有统计学意义(均 *P*<0.05)。见表 3 和图 2。

表 3 不同 BMI 受检者胃超声测值比较( $\bar{x}\pm s$ )

BMI	FA(cm <sup>2</sup> )	BL(cm)	BA(cm <sup>2</sup> )	AA(cm <sup>2</sup> )	AL(cm)	VWS(cm <sup>3</sup> )
<18.5 kg/m <sup>2</sup>	55.2±6.0	10.0±0.8	20.3±2.2	10.2±1.7	5.6±0.7	569±55
18.5~23.9 kg/m <sup>2</sup>	59.6±6.3	10.4±1.1	23.2±3.4	10.8±2.3	5.7±0.9	649±78
>23.9 kg/m <sup>2</sup>	61.5±8.9	10.1±1.0	24.8±4.4*	12.1±2.8	5.7±0.9	687±105*
<i>F</i> 值	2.396	0.794	4.741	3.609	0.074	5.707
<i>P</i> 值	0.097	0.455	0.011	0.031	0.929	0.005

与 <18.5 kg/m<sup>2</sup> 比较, \**P*<0.05。BMI:体质量指数;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

### 三、相关性分析

相关性分析显示, BMI 与 FA、BA、AA、VWS 均呈正相关(*r*=0.296、0.318、0.333、0.417, 均 *P*<0.01), 与 BL 和 AL 均无相关。见表 4。将性别、年龄、BMI 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 VWS 与 BMI 呈正相关(*b*=11.5, *t*=3.969, *P*<0.001); 与性别及年龄均无相关性。



A: BMI<18.5 kg/m<sup>2</sup>者; B: BMI 18.5~23.9 kg/m<sup>2</sup>者; C: BMI>23.9 kg/m<sup>2</sup>者

图2 不同BMI受检者胃底切面声像图

表4 胃超声测值与BMI的相关性分析

测值	BMI	
	r值	P值
FA	0.296	0.003
BL	-0.023	0.823
BA	0.318	0.001
AL	0.079	0.436
AA	0.333	0.001
VWS	0.417	<0.001

BMI: 体质量指数

#### 四、重复性检验

观察者内与观察者间胃超声测值的重复性均较好。见表5。

表5 胃超声测值的重复性检验 %

测值	观察者内变异系数	观察者间变异系数
FA	5.9	14.3
BL	5.7	10.6
BA	14.2	14.9
AL	9.9	18.1
AA	6.3	18.9
VWS	5.8	13.7

## 讨 论

目前,临床上关于胃容积测量的研究逐渐增多,基于胃容积测量的胃容受功能评价方式包括单光子发射计算机断层扫描、MRI、CT、三维超声等,上述方法主要应用于功能性消化不良、胃底折叠术后、糖尿病、反刍综合征、便秘、神经性贪食症等疾病检查<sup>[1]</sup>。超声是一种无创、无辐射、可重复且具有高分辨率的影像学检查方式。既往研究<sup>[4]</sup>显示,三维超声可通过重建获得准确的VWS,但其易受胃内气体干扰,对检查者依赖性高,常规临床应用受限。常规超声为VWS测量提供了一种简单、高效的方法,易于推广。本研究试图建立一种常规超声测量VWS的方法,并分析健康成

人VWS的主要影响因素。

超声评估胃容积的主要限制之一是胃内气体干扰,空腹状态时胃超声成像效果差,由于胸腔深度大且缺乏声窗,胃底成为最难成像的部位,因此,本研究通过改变体位,使胃内气体向非重力依赖区分布,以排除此干扰。当取左侧卧位时,胃腔内的液体集中于位置最低的胃底区域,随着体位变为右侧卧位,液体由胃底向胃远端移动。本研究99例受检者于饮水后即刻行常规超声检查,通过变换体位使胃底、胃体、胃窦先后得到清晰显示,并完成测量。本研究未纳入有明显胃潴留的受检者,空腹时正常人胃内可出现少量液体分泌物及气体,可能因气体干扰无法获得胃容积的基线数据。既往研究<sup>[5]</sup>通过抽吸法证明取仰卧位胃窦显示为空窦状态时,胃内液体量非常少,本研究99例受检者中仅7例空腹时胃腔内检出少量液体。认为上述因素对整体结果无明显影响。充盈胃腔后通过改变体位可以克服胃腔内气体干扰,获得计算VWS的所需数据。

一项使用液体营养餐负荷试验的研究<sup>[6]</sup>显示,男性胃容量显著大于女性( $P<0.05$ )。本研究结果显示,男性VWS大于女性,差异有统计学意义( $P<0.05$ )。与上述文献报道一致。一般情况下,女性对体质量的管理意识强于男性,在年龄相同的情况下,男性BMI多高于女性。本研究排除BMI作为协变量的干扰后发现VWS与性别无关。与Breen等<sup>[7]</sup>研究结果一致。Pawanindra等<sup>[8]</sup>使用多层螺旋CT评估胃容积,发现胃容积与BMI显著相关。而另一项针对120例肥胖者的研究<sup>[9]</sup>应用CT三维成像测量胃容积,发现胃容积与BMI无相关性,这可能是因为该研究对象均为肥胖者,其BMI无足够差异。本研究证实VWS与BMI呈正相关( $r=0.417, P<0.01$ ),较其余胃超声检测参数相关性更好,原因可能是测量面积或径线的单一参数易受胃

运动的影响,虽然本研究尽可能地避开了可识别的胃蠕动波,但胃的其他运动模式(如紧张性收缩)仍可能影响研究结果,而VWS反映的是胃容受性扩张后的整体情况,较单一参数受胃运动的影响小。本研究进一步分组两两比较发现,BMI<18.5 kg/m<sup>2</sup>与BMI>23.9 kg/m<sup>2</sup>受检者VWS比较差异有统计学意义( $P<0.05$ ),其余BMI受检者VWS两两比较差异无统计学意义。推测肥胖者VWS显著增大可能发生于BMI增加之后,而BMI增加可能更多地影响到神经内分泌状态。本研究结果提示VWS与年龄无关,与Salman等<sup>[9]</sup>研究结论一致。既往文献<sup>[10]</sup>报道,健康老年人与青年人胃运动比较,差异无统计学意义,推测健康人群胃容受功能并未随年龄增长出现明显下降。

目前关于胃容积测量的研究纳入对象多为拟行减肥手术的肥胖者<sup>[9]</sup>,缺乏健康成人胃容积的相关数据。本研究选取99例健康志愿者,将胃底视作球体,胃体及胃窦均视为近似圆柱体进行测量,可以较真实地反映VWS,并初步获得了健康成人平均VWS。本研究统一了受检者的体位、测量时间、测量方法,试图最大程度减少测量误差,结果显示胃各部分径线及胃容积在观察者内与观察者间的变异系数均较低,表明常规超声测量胃容积具有良好的可重复性。

本研究的局限性:所使用的测量方法在原理上与核素扫描测量方法一致,理论上认为与核素扫描的测量结果相关性好,但纳入对象均为健康志愿者,不愿行核素扫描;另外,因疾病引起的胃容受性受损患者的胃容积情况也需继续关注。

综上所述,本研究利用饮水后体位改变充盈胃腔,初步建立了一种无创、无辐射、简便易行的VWS常规超声测量方法,具有较好的可重复性,且VWS与BMI相关。

## 参考文献

- [1] Febo-Rodriguez L, Chumpitazi BP, Sher AC, et al. Gastric accommodation: physiology, diagnostic modalities, clinical relevance, and therapies[J]. *Neurogastroenterol Motil*, 2021, 33(12): e14213.
- [2] 马成,孙晓东.腹腔镜胃袖状切除术前及术后胃容积的测定方法及意义[J]. *中国微创外科杂志*, 2016, 16(9): 855-857.
- [3] Cifuentes L, Camilleri M, Acosta A. Gastric sensory and motor functions and energy intake in health and obesity—therapeutic implications[J]. *Nutrients*, 2021, 13(4): 1158.
- [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] Perlas A, Davis L, Khan M, et al. Gastric sonography in the fasted surgical patient: a prospective descriptive study [J]. *Anesth Analg*, 2011, 113(1): 93-97.
- [6] 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.
- [7] 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.
- [8] Pawanindra L, Vindal A, Midha M, et al. Early post-operative weight loss after laparoscopic sleeve gastrectomy correlates with the volume of the excised stomach and not with that of the sleeve! Preliminary data from a multi-detector computed tomography-based study [J]. *Surg Endosc*, 2015, 29(10): 2921-2927.
- [9] 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(11): 8135-8140.
- [10] Dumic I, Nordin T, Jecmenica M, et al. Gastrointestinal tract disorders in older age [J]. *Can J Gastroenterol Hepatol*, 2019, 17(1): 6757524.

(收稿日期:2021-09-30)

## 《临床超声医学杂志》征订启事

《临床超声医学杂志》是经国家科委批准,集超声影像诊断、治疗、工程及基础研究为一体的科技刊物。国内外公开发行,月刊。为“中国科学引文数据库(CSCD)来源期刊”、“中国科技核心期刊(中国科技论文统计源期刊)”。设有临床研究、实验研究、综述、经验交流、病例报道、述评、专家讲座及译文等栏目,报道超声医学领域影像诊断与治疗的先进技术和前沿进展,为广大临床超声医师和研究人员提供良好的学术交流平台。

本刊刊号:ISSN 1008-6978;CN 50-1116/R。邮发代号:78-116。

每期定价:19元,全年228元(含邮寄费)。请到全国各地邮局订阅,也可直接向本刊编辑部订阅。

地址:重庆市渝中区临江路74号,重庆医科大学附属第二医院内,临床超声医学杂志编辑部。邮编:400010

电话:023-63811304,023-63693117。Email:lccscq@vip.163.com