

· 实验研究 ·

高频超声、显微外科解剖及组织学病理观察离体猪胃壁层次结构的对照分析

薛静静 王泽城 陈永健 李少辉 吕国荣

摘要 **目的** 应用高频超声观察离体猪胃壁分层,分析其与显微外科解剖结构及组织学病理分层的对应关系。**方法** 应用外科手术显微镜、高频超声(探头频率:14 MHz、16 MHz、20 MHz、40 MHz)及组织学病理显微镜观察离体猪胃壁分层;于40 MHz频率超声探头下观察离体猪胃壁第3层强回声中层低回声厚度;清洗刮除离体猪胃壁表面黏液,超声观察胃壁第1层强回声变化;使用发丝分层穿入胃壁组织,观察离体猪胃壁超声表现与显微外科解剖结构及组织学病理分层的对应关系。**结果** 外科手术显微镜下显示,离体猪胃壁自上向下大致分为5层,第1层呈浅粉色,第2层呈略深粉色,第3层呈白色,第4层呈肉橘色,第5层呈白色;超声表现为强-低-强-低-强5层回声,于20~40 MHz频率超声探头下观察离体猪胃壁第3层强回声中层低回声,其中于40 MHz频率超声探头下测量其厚度为 (0.611 ± 0.041) mm,与组织学病理测量的离体猪胃壁黏膜肌层厚度 $[(0.597 \pm 0.027)$ mm]比较差异无统计学意义($t=0.907, P=0.376$);清洗刮除离体猪胃壁表面黏液前、后第1层强回声厚度 $[(0.052 \pm 0.008)$ cm vs. (0.019 ± 0.003) cm]比较差异有统计学意义($t=12.279, P<0.001$)。发丝分层穿入离体猪胃壁组织学病理显示,胃壁黏膜固有层、黏膜下层及肌层中各可见一空洞,与穿过发丝后的超声表现及显微外科解剖结构对应发丝的位置相仿。**结论** 高频超声可较好地显示离体猪胃壁的组织分层,并与显微外科解剖结构及组织学病理分层对应,可为临床诊断胃壁各层病变提供解剖学依据。

关键词 超声检查;组织学病理;分层;显微外科;离体胃壁,猪

[中图法分类号]R445.1

[文献标识码]A

A comparative analysis of high-frequency ultrasound, microsurgical anatomy and histological pathology in the layers of pigs isolated porcine gastric wall

XUE Jingjing, WANG Zecheng, CHEN Yongjian, LI Shaohui, LYU Guorong

Department of Ultrasound, the Second Affiliated Hospital of Fujian Medical University, Fujian 362000, China

ABSTRACT **Objective** To observe the layers of pigs isolated porcine gastric wall by high-frequency ultrasound, and to analyze the relationship between ultrasonic observation and microsurgical anatomy and histological pathology. **Methods** The layers of pigs isolated porcine gastric wall were observed by the surgical microscope, high-frequency ultrasound (at frequencies of 14 MHz, 16 MHz, 20 MHz and 40 MHz) and histological microscope. The ultrasound probe at the frequency of 40 MHz was used to observe the thickness of low echo in hyperechogenicity of the third layer of isolated porcine gastric wall. The changes of the first layer of the gastric wall before and after the removal of mucus were observed by ultrasonography. The hair was utilized for transgressing the gastric wall, and the correlation between the ultrasonic manifestations of the isolated porcine gastric wall and the stratification observed through microsurgical anatomy and histological pathology. **Results** The layers of pigs isolated porcine gastric wall observed by the surgical microscope, consisted of approximately 5 layers from top to bottom. The first layer appeared as light pink, followed by slightly darker pink in the second layer. The third layer appeared as white, while the fourth layer appeared as orange tint resembling meat, the fifth layer appeared as white. The high-frequency ultrasound showed a distinct pattern of 5 echo layers: strong, low, strong, low and strong. Within the third layer of strong echo observed by the 20~40 MHz ultrasonic probe, the thickness of this low echo was (0.611 ± 0.041) mm by 40 MHz ultrasonic probe, and the thickness of muscularis mucosae measured by pathology was (0.597 ± 0.027) mm, there was no significant difference ($t=0.907, P=0.376$). The

作者单位:362000 福建省泉州市,福建医科大学附属第二医院超声科(薛静静、王泽城、陈永健、李少辉);福建省泉州医学高等专科学校(吕国荣)

通讯作者:吕国荣, Email: lgr_feus@sina.com

thickness of the first layer of the gastric wall exhibited a significant difference before and after the removal of the mucus $[(0.052 \pm 0.008) \text{ cm vs. } (0.019 \pm 0.003) \text{ cm}, t=12.279, P<0.001]$. The histological pathology of the porcine stomach showed that a hole in the lamina propria, the submucosa and the muscle layer of the gastric wall, which was similar to the position of the ultrasound findings and the microsurgical anatomy after crossing the hair. **Conclusion** The utilization of high-frequency ultrasound enables the visualization of distinct tissue layers within the pigs gastric wall, thereby establishing a solid anatomical foundation for the accurate diagnosis of gastric wall lesions.

KEY WORDS Ultrasonography; Histological pathology; Stratification; Microsurgery; Isolated porcine gastric wall, pigs

近年来,随着胃肠造影剂不断改进,胃肠超声在胃肠疾病诊断中的优势逐渐体现。了解胃壁超声分层与组织解剖结构分层的对应关系是诊断胃部疾病的基础,也是进行胃癌分期的必要条件^[1-3]。但关于胃壁超声分层与组织学病理分层的对应关系一直备受争议,特别是对于胃壁超声表现第2层低回声的认识争议最多,2020年口服造影剂胃超声检查规范操作专家共识意见(草案)^[4]认为胃壁5层分层中第2层低回声为黏膜肌层,而中国胃充盈超声检查专家共识^[5]则认为第2层低回声为黏膜深层。组织学病理显示,胃壁黏膜层(包括上皮层、黏膜固有层、黏膜肌层)中黏膜固有层占绝大部分,黏膜肌层仅占整个黏膜层的1/10~1/9,而超声表现第2层低回声明显厚于第1层强回声,故将胃壁第2层判定为黏膜肌层的说法不妥,关于第2层中的强回声包含的组织分层也有不同认识^[6]。故本实验应用高频超声观察离体猪胃壁分层,分析其与显微外科解剖结构和组织学病理分层的对应关系。

材料与方法

一、主要实验仪器及材料

使用迈瑞 Resona i9s、飞依诺 G86 彩色多普勒超声诊断仪;小动物超声成像系统[Vevo2100,富士胶片(中国)投资有限公司];外科手术显微镜(ASX-1,上海安信光学仪器制造有限公司);生物显微镜[CX23,奥林巴斯(广州)工业有限公司];新鲜离体猪胃4个。

二、主要实验方法

1. 离体猪胃壁显微外科解剖观察:取新鲜离体猪胃切块(大小约3 cm×1 cm),使用外科手术显微镜或摄像头放大胃壁侧面,肉眼观察离体猪胃壁分层情况,并与其组织学病理分层对照分析。

2. 高频超声观察离体猪胃壁分层及各分层组织学病理检查:于不同频率超声探头(迈瑞 Resona i9s, L14-3Ws 线阵探头,频率14 MHz;飞依诺 G86, X6-16L 线阵探头,频率16 MHz;迈瑞 Resona i9s, L20-5U 线阵探头,频率20 MHz;小动物超声成像系统, MS550D 线阵探头,频率40 MHz)下观察离体猪胃壁分层,并使用

小动物超声成像系统于40 MHz频率超声探头下测量第3层强回声中低回声厚度。将离体猪胃进行组织学病理检查,于生物显微镜下测量胃壁黏膜肌层厚度。取离体猪胃切块并置于水槽中,于16 MHz频率超声探头下测量第1层强回声厚度;随即使用可乐浸泡离体猪胃30~60 min后清洗胃壁表面黏液,使用刀背刮除表面残余黏液,将离体猪胃再次置于水槽中测量第1层强回声厚度,比较清洗刮除胃壁表面黏液前、后第1层强回声厚度变化。将刮除黏液后的离体猪胃进行组织学病理检查。上述所有厚度均随机测量10次取平均值。

3. 离体猪胃壁超声表现与显微外科解剖结构及组织学病理分层的对应关系分析:取新鲜离体猪胃切块,将发丝穿入针头,于外科手术显微镜或摄像头下放大胃壁侧面,将针头从胃壁侧面间隔分层穿入胃壁第2、3、4层(肉眼观)中,抽取针头后,于14 MHz频率超声探头下经导声垫或于生理盐水槽中观察离体猪胃发丝穿入部位,经发丝部位进行组织学病理检查,观察三者对应部位的关系。

三、统计学处理

应用SPSS 25.0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。 $P<0.05$ 为差异有统计学意义。

结 果

一、离体猪胃壁显微外科解剖结构

外科手术显微镜下显示,离体猪胃壁自上向下大致分为5层,第1层呈浅粉色,第2层呈略深粉色,第3层呈白色,第4层呈肉橘色,第5层呈白色。见图1。

二、离体猪胃壁高频超声表现

不同频率超声探头下离体猪胃壁总体表现为强-低-强-低-强5层回声;其中于14 MHz、16 MHz频率超声探头下,第3层强回声中能隐约探及低回声;于20 MHz、40 MHz频率超声探头下,第3层又可明显分为强-低-强3层回声,最终可将胃壁分为7层。见图2。其中于40 MHz频率超声探头下测量第3层强回声低回声厚度为 $(0.611 \pm 0.041) \text{ mm}$ 。清洗刮除离体猪胃壁表面黏液前第1层强回声厚度为 $(0.052 \pm 0.008) \text{ cm}$,清洗刮除黏

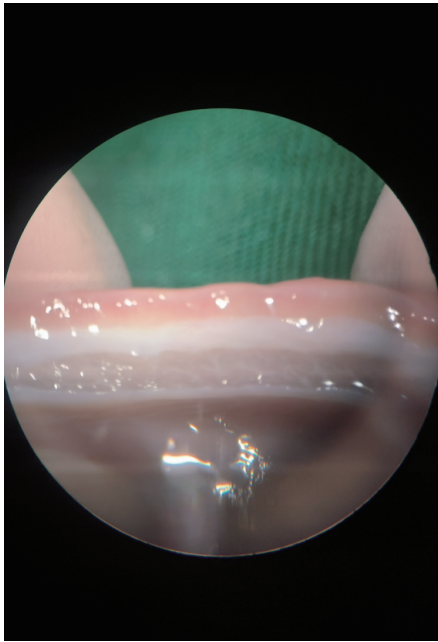
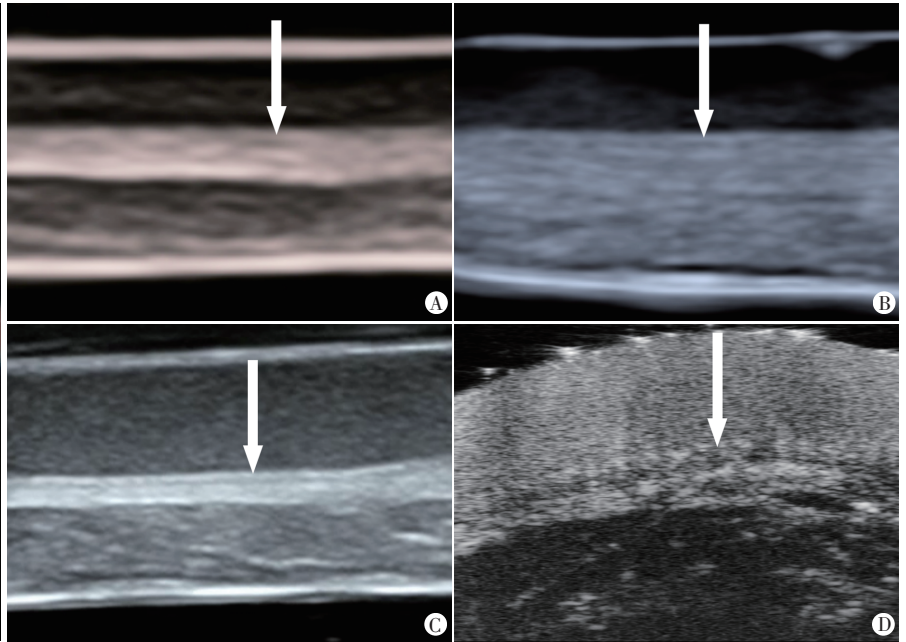


图1 离体猪胃壁的显微外科解剖图



A: 14 MHz; B: 16 MHz; C: 20 MHz; D: 40 MHz

图2 不同频率超声探头下离体猪胃壁的超声图像(箭头示第3层强回声中低回声)

液后离体猪胃表面第1层强回声明显变细、回声更强,且厚度变薄 $[(0.019\pm 0.003)\text{cm}]$,与清洗刮除黏液前比较差异有统计学意义($t=12.279, P<0.001$)。见图3。

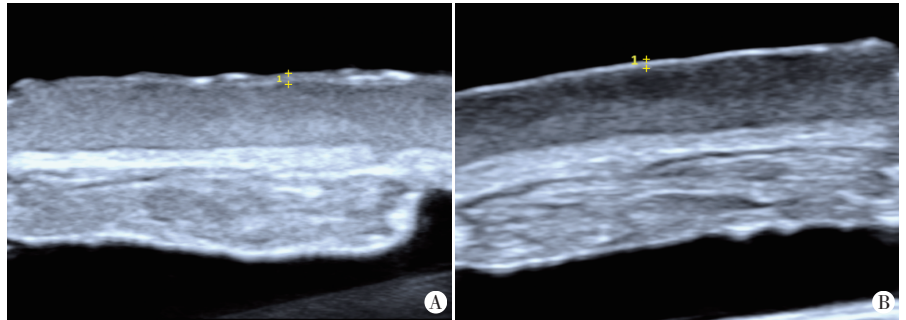
三、离体猪胃壁组织学病理分层

离体猪胃壁组织学病理分层自上向下依次为黏膜层、黏膜下层、肌层、浆膜层;其黏膜层又分为上皮层、黏膜固有层、黏膜肌层。见图4。

四、离体猪胃壁超声表现与显微外科解剖结构及组织学病理分层的对应关系

于40 MHz 频率超声探头下测量第3层强回声头中低回声厚度为 $(0.611\pm 0.041)\text{mm}$,与组织学病理测量的离体猪胃壁黏膜肌层厚度 $[(0.597\pm 0.027)\text{mm}]$ 比较,差异无统计学意义($t=0.907, P=0.376$);组织学病理显示,清洗刮除胃壁表面黏

液后离体猪胃壁上皮层基本组织结构尚完整,未见明显缺失、破坏(图5)。发丝分层穿入离体猪胃壁组织学病理显示,胃壁黏膜固有层、黏膜下层及肌层中各可见一空洞,与穿入发丝后的超声表现及显微外科解剖结构对应发丝的位置相仿,其余组织结构连续,未见破坏(图6)。



A: 清洗刮除胃壁表面黏液前第1层强回声厚度为0.05 cm; B: 清洗刮除胃壁表面黏液后第1层强回声明显变薄,厚度为0.02 cm

图3 清洗刮除胃壁表面黏液前、后离体猪胃壁第1层强回声超声图像(+++示第1层强回声)

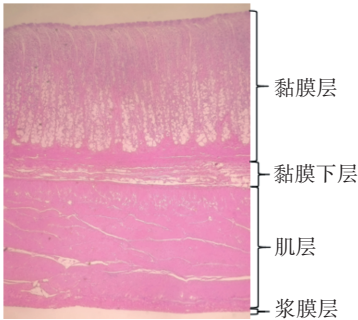


图4 清洗刮除胃壁表面黏液前离体猪胃壁的组织学病理图(HE染色, $\times 40$)

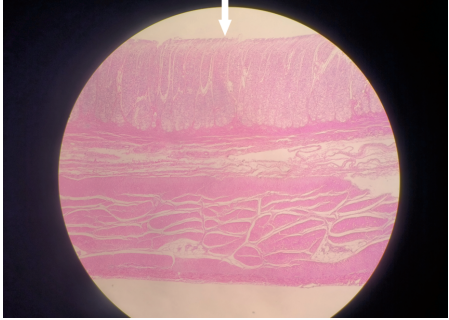


图5 清洗刮除胃壁表面黏液后离体猪胃壁的组织学病理图(HE染色, $\times 40$)。箭头示上皮层

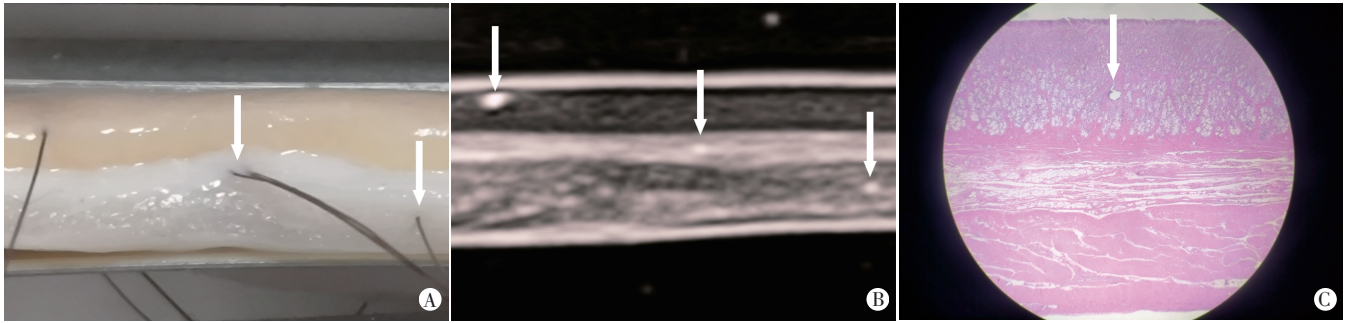


图6 发丝分层穿入离体猪胃壁的显微外科解剖图、超声图像及组织学病理图(HE染色, $\times 40$)。箭头示发丝穿入位置为黏膜固有层

图6 发丝分层穿入离体猪胃壁的显微外科解剖图、超声图像及组织学病理图

讨 论

认识胃壁超声分层与显微外科解剖结构及组织学病理分层的对应关系是诊断胃部疾病的基础。人体胃壁组织结构自内向外依次为黏膜层(包括上皮层、黏膜固有层及黏膜肌层)、黏膜下层、肌层、浆膜层。研究^[7]表明,猪胃壁组织结构自内向外依次为黏膜层(包括上皮层、黏膜固有层及黏膜肌层)、黏膜下层、肌层、浆膜层,与人体胃壁组织结构相似。且国内外已有学者^[8-9]利用离体猪胃模拟人体胃壁进行医学研究,故本实验选用离体猪胃进行实验研究,结果较为可靠。根据本实验结果结合超声组织学特性及超声物理学界面反射等原理^[10-11],得出以下结论:

1. 胃壁超声表现第1层为胃黏液、上皮层及其与前后界面反射,第2层为黏膜固有层。本实验结果显示,发丝分层穿入胃壁显微外科解剖结构第2层为略深粉色组织,分别与超声表现第2层均质低回声中强回声发丝点和组织学病理分层黏膜固有层中的空洞对应,证实胃壁超声表现第2层低回声为黏膜固有层,且因黏膜固有层为大量紧密排列的腺体,其间仅有少量结缔组织,含水量大、基本无声阻抗差异,故超声表现为均匀一致的低回声。本实验清洗刮除离体猪胃壁表面黏液前超声测量第1层强回声厚度为 (0.052 ± 0.008) cm,清洗刮除黏液后离体猪胃表面第1层强回声明显变细、回声更强,且厚度变薄 $[(0.019 \pm 0.003)$ cm],与清洗刮除黏液前比较差异有统计学意义($t=12.279$, $P<0.001$)。组织学病理显示,清洗刮除胃壁表面黏液后离体猪胃壁上皮层基本组织结构尚完整,未见明显缺失、破坏,表明第1层强回声包含黏液成分,与既往实验^[9-10]结果相似。此外由于胃壁上皮层由单层柱状

有层存在声阻抗差异,能够形成强回声的界面反射,即能够证明超声表现第1层强回声为黏液、上皮层及其与前后界面反射。

2. 胃壁超声表现第4层略低回声为肌层。本实验中发丝分层穿入胃壁显微外科解剖结构第4层为肉橘色组织,分别与超声表现第4层略低回声中强回声发丝点和组织学病理分层胃壁肌层中的空洞对应,表明胃壁超声表现第4层略低回声为肌层。胃壁超声表现第5层为浆膜层及其与前后界面反射。因胃壁浆膜层为薄层结缔组织和间皮组成,且其前后为含水量多且均质的肌层及液体,能够形成前后强回声界面反射,而浆膜层极薄,前后强界面反射与极薄的强回声浆膜层三者强回声混合,即共同形成第5层较细强回声。

3. 胃壁超声表现第3层强回声为黏膜肌层、黏膜下层及其与前后界面反射层。本实验发丝分层穿入胃壁组织学病理显示,黏膜下层中可见一空洞,与穿入发丝后的超声表现第3层强回声及显微外科解剖结构第3层白色组织中发丝的位置相仿,表明超声表现第3层强回声包含黏膜下层。当使用40 MHz超高频超声探头时有足够分辨力探及黏膜肌层,超声表现第3层强回声又可明显探及条状低回声,其厚度为 (0.611 ± 0.041) mm,与组织学病理测量的离体猪胃壁黏膜肌层厚度 $[(0.597 \pm 0.027)$ mm]比较差异无统计学意义($t=0.907$, $P=0.376$),表明条状低回声为黏膜肌层。据此得出离体猪胃壁超声表现第3层包含黏膜肌层及黏膜下层,以及二者之间及其分别与内层黏膜固有层及外层肌层构成的界面反射。离体猪胃壁超声表现第3层强回声最为复杂,其包含黏膜肌层、黏膜下层,而薄层的黏膜肌层本身表现为低回声,分别与内层黏膜固有层及外层黏膜下层构成强回声界面反射;富含结缔组织的黏膜下层表现为强回声,又可分别与内层黏膜肌层及外层肌层构成强回声界面反射。

通常于低频探头下仅能探及第 3 层呈强回声,这可能
与黏膜肌层过薄,且探头纵向分辨率受限,致使近远
两侧界面反射回声重叠,掩盖了黏膜肌层的回声有
关。研究^[3]表明,于 30 MHz 频率超声探头下胃壁黏膜
可视化为 4 层,即界面回声层、上皮层及胃腺体层、界
面回声层、黏膜肌层。与本实验得出的离体猪胃壁超
声表现第 3 层强回声低回声为黏膜肌层的结论相
似。黏膜肌层使高分辨率探头下胃壁第 3 层强回声又
可被分为 3 层,自内向外依次为黏膜肌层与黏膜固有
层强回声界面反射,低回声黏膜肌层,黏膜肌层与黏
膜下层强界面反射,以及强回声黏膜下层、黏膜下层
与肌层强回声界面反射共同构成的非均质强回声,使
得胃壁超声表现的 5 层结构进一步被详细划分为 7 层。

明确超声表现与显微外科解剖结构及组织学病
理分层的对应关系具有重要临床意义:①胃癌早期与
分期诊断。胃癌是指发生于胃壁黏膜上皮的恶性肿
瘤,局限于黏膜层和黏膜下层为早期胃癌,超过黏膜
下层为进展期胃癌^[12],当明确超声下胃壁各分层对应
解剖结构,即可应用超声评估胃壁病变浸润各层组织
情况,以早期诊断胃癌并指导胃癌术前分期。②胃溃
疡良恶性鉴别诊断及分型。胃溃疡超声表现为胃壁
呈凹陷状,形态规则,左右较对称,周围胃壁增厚,回
声减低,层次清晰。浅溃疡凹陷层限于黏膜层,深溃
疡达肌层或浆膜层,甚至穿透浆膜层。良性胃溃疡超
声表现为胃壁呈局限性增厚、中央黏膜层破溃凹陷,
黏膜层凹陷形态规则、底部平坦,凹陷周围增厚处胃
壁层次清晰可辨;而溃疡型胃癌超声表现为胃壁呈局
限性增厚、层次紊乱不清,黏膜层出现巨大凹陷,凹底
粗糙^[13-14]。明确胃壁超声分层,即能够明确胃溃疡浸
润深度及范围,并进行评估,对良恶性溃疡鉴别有一
定的临床价值;③不同疾病来源胃壁层次不一,应用
超声观察其病变层次可对其进行判定。超声能清晰
显示胃壁解剖结构,明确胃壁超声对应组织学病理分
层有助于判断病变的类型,如胃息肉(起源于黏膜
层)、胃间质瘤(主要起源于黏膜下层或黏膜固有层)、
胃平滑肌瘤(起源于肌层)、胃壁异位胰腺(主要起源
于黏膜下层)等^[15]。

综上所述,高频超声可较好地显示离体猪胃壁

组织分层,并与显微外科解剖结构及组织学病理分
层对应,可为临床诊断各层胃壁病变提供解剖学依
据。但本实验研究对象为离体猪胃标本,今后可对活
体动物胃或离体人胃进一步研究。

参考文献

- [1] 张显迪,沈理,丁红.经腹超声胃癌诊断与筛查研究进展[J].肿瘤影像学,2021,30(1):56-60.
- [2] 赫捷,陈万青,李兆申,等.中国胃癌筛查与早诊早治指南(2022,北京)[J].中国肿瘤,2022,31(7):488-527.
- [3] Sabet EA, Okai T, Minamoto T, et al. Visualizing the gastric wall with a 30-MHz ultrasonic miniprobe: ex vivo imaging of normal gastric sites and sites of early gastric cancer[J]. Abdom Imaging, 2003, 28(2):252-256.
- [4] 沈理,章建全,顾新刚,等.口服造影剂胃超声检查规范操作专家共识意见(草案)(2020年,上海)[J].中华医学超声杂志(电子版),2020,17(10):933-952.
- [5] 中国医药教育协会超声专委会胃肠超声学组.中国胃充盈超声检查专家共识[J].肿瘤预防与治疗,2020,33(11):817-827.
- [6] Xue Y, Farris AB, Quigley B, et al. The impact of new technologic and molecular advances in the daily practice of gastrointestinal and hepatobiliary pathology[J]. Arch Pathol Lab Med, 2017, 141(4):517-527.
- [7] 刘良源,王菊芳,张佰忠,等.香猪胃组织形态结构的观察[J].湖北畜牧兽医,2012,33(7):12-13.
- [8] 胡礼川,杜平,李杰,等.简易离体猪胃模型在内镜黏膜下剥离术培训中的应用效果[J].中国内镜杂志,2021,27(8):80-85.
- [9] Deprez PH, Bergman JJ, Meisner S, et al. Current practice with endoscopic submucosal dissection in Europe: position statement from a panel of experts[J]. Endoscopy, 2010, 42(10):853-858.
- [10] Czakó L, Dubravcsik Z, Gasztonyi B, et al. The role of endoscopic ultrasound in the diagnosis and therapy of gastrointestinal disorders[J]. Orv Hetil, 2014, 155(14):526-540.
- [11] Ødegaard S, Nesje LB, Lærum OD, et al. High-frequency ultrasonographic imaging of the gastrointestinal wall[J]. Expert Rev Med Devices, 2012, 9(3):263-273.
- [12] Hohenberger P, Gretschel S. Gastric cancer[J]. Lancet (London, England), 2003, 362(9380):305-315.
- [13] 李萍.胃超声造影检查对胃溃疡的诊断研究[J].影像研究与医学应用,2020,4(12):149-150.
- [14] 马生君,邓满军,刘晔,等.胃充盈超声检查在胃部疾病中的应用与临床价值[J].肿瘤预防与治疗,2020,33(11):881-886.
- [15] 沈理,汪晓虹,王怡.我国胃疾病超声诊断的现状与展望[J].中华医学超声杂志(电子版),2016,13(6):401-405.

(收稿日期:2023-06-07)