❖综述

Application progresses of elastography imaging in diagnosis of intestinal diseases

WANG *Feiqian*[*], RUAN *Litao*, YANG *Jinru*
(*Department of Ultrasound Medicine, the First Affiliated Hospital, Xi'an Jiaotong University, Xi'an* 710061, *China*)

[**Abstract**] With the development of ultrasonic imaging techniques, ultrasonic elastosonography (UE) has many clinical applications for its advantages in fast accessibility, noninvasiveness, fine reproducibility, real-time and quantitative display. Recently, UE has been widely used in breast, thyroid, liver, kidney, prostate and so on. And the applications in intestinal diseases are carried out step by step and had a very broad prospects, and its application in intestinal tumors, differential diagnosis of inflammatory disease, intestinal disease stage and grade, and assessment the efficacy of other aspects have gradually carried out. The features, current status, and clinical value of UE were reviewed in this paper.

[**Key words**] Ultrasonography; Elasticity imaging techniques; Intestinal tract
DOI:10.13929/j.1003-3289.2016.11.039

超声弹性成像诊断肠道疾病的应用进展

王斐倩[*],阮骊韬,杨锦茹
(西安交通大学第一附属医院超声影像科,陕西 西安 710061)

[**摘　要**] 随着超声诊断新技术的进展,超声弹性成像技术以其快速、非侵入性、可重复性、实时、可定量检测等诸多优点得到了广泛关注。目前,超声弹性成像技术已广泛应用于乳腺、甲状腺、肝脏、肾脏、前列腺等部位成像中,其在肠道肿瘤、炎症性病变的鉴别诊断、肠道疾病的分期分级、疗效的评估等方面的应用也逐步开展。本文就超声弹性成像技术在肠道疾病中的应用特点、应用现状、价值进行综述。

[**关键词**] 超声检查;弹性成像技术;肠道
[**中图分类号**] R574; R445.1 [**文献标识码**] A [**文章编号**] 1003-3289(2016)11-1773-04

世界超声医学与生物工程联合会发布的超声弹性成像技术临床应用指南及建议[1]中,将超声弹性成像技术分成两类:①应变弹性成像,包括应变成像(strain elastography, SE)、声辐射力脉冲成像(acoustic radiation force impulse, ARFI),即定性型 ARFI;②剪切波弹性成像(shear wave elastrography, SWE),包括瞬时弹性成像(transient elastography, TE)、单点式 SWE,即定量型 ARFI、实时 SWE。其中 SE 是通过操作者手动压迫使组织产生形变或位移,TE 是通过超声振动器发出低频率的外界振动激发组织位移,定性和定量 ARFI、SWE 是通过探头所发出的声波将压力施加于 ROI 组织,进而对剪切波在组织中的速度进行分析。

近年来超声弹性成像技术在各领域发展迅速,在肠道疾病的应用也逐步开展。本文对超声弹性成像技术在诊断肠道疾病的应用、优缺点进行综述。

1 肠道超声弹性成像检查方法

经腹肠道超声弹性成像探头频率一般为 5 MHz,对于增厚的肠壁多采用 10～15 MHz;结肠镜超声探头可为 7～12 MHz。超声弹性检查前肠道准备与常规二维超声相同,检查前需口服不可吸收的溶液,如聚乙烯乙二醇以提高检测的敏感度。二维超声可清楚显示肠壁 5 层结构,由内向外依次为高回声黏膜层、低回

[**第一作者**] 王斐倩(1983—),女,河北邯郸人,博士,医师。研究方向:腹部超声诊断。
[**通信作者**] 王斐倩,西安交通大学第一附属医院超声影像科,710061。E-mail: wangfeiqian@126.com
[**收稿日期**] 2016-05-03 [**修回日期**] 2016-08-27

声黏膜肌层、高回声黏膜下层、低回声肌层和高回声浆膜层[2]，而经腹肠道超声弹性成像很难清晰显示。

目前，对肠道病变的超声弹性成像测量还无统一的方法和标准。有研究[3-5]采用色度法，即直接以弹性图像上的红、绿、蓝代表病灶的软硬程度，或在此基础上进行分型或分级，但主观性较强。另有研究[6-10]采用半定量参数——应变率比值（strain ratio，SR），即病灶弹性值与同水平病灶周围正常组织弹性值的比值，评价肠壁硬度。而 ARFI 和 SWE 是以剪切波传播速度（m/s）和杨氏模量（kPa）为评价指标[11-13]，是目前最为客观、精确的评价方法。

2 不同影像学方法在肠道病变中的应用特点

CT 和 MR 肠道显像、消化道钡剂造影均可检出受累肠段及肠壁占位，但 CT 和钡剂造影有放射性污染，且钡剂造影对早期或较轻病变不敏感；MRI 价格高，检查时间长，且禁忌证多[14-15]。有学者[11]提出对于克罗恩病（Crohn's disease，CD），CT、MR 和钡剂造影均不能判定局灶性肠腔狭窄或梗阻是否由肠壁纤维化引起，尤其对于炎症和纤维化同时存在的患者。肠镜可直接观察病变并取活检，是肠道疾病检测的金标准，但肠镜属侵入性检查，对于反复的肠道准备及肠镜检查患者多存在恐惧和排斥心理，且肠腔狭窄严重时肠镜可能无法通过而导致应用受限。

超声弹性成像技术是一种无创、快速、可重复使用、可定性或定量检测病灶硬度值的方法，被广泛应用于肝脏、肾脏、乳腺、甲状腺、前列腺、淋巴结、血管斑块等疾病的诊断。2013 年欧洲超声生物学与医学委员会出版的《超声弹性成像分类及临床应用指南》中有弹性成像技术在肠道应用的详细介绍[16]。

目前，将经腹超声弹性成像技术应用于肠道疾病检查的发展较缓慢，可能原因有：①肠道是薄壁圆柱形结构，对肠壁的可观察范围小；②采用压迫式弹性成像方法时，肠道的蠕动收缩影响向肠壁表面施加压力，尤其对于肥胖者，由于探头对深部组织的加压减弱，压迫式弹性成像只能测量皮下几厘米处组织[5]，使半定量弹性测量的准确率降低。③肠腔中气体产生的声影可导致经腹超声不能显示整个肠道的全貌。

腔内超声弹性成像时探头可直接贴覆于肠道内壁，可克服肠道气体的干扰，透声性更好。但腔内超声也存在不足：①探头在肠腔内扫查范围受限，对于面积较大和位置较深的病灶扫查更困难。②病灶的感兴趣区小，或病灶与周围正常组织的取样框大小有明显差异时，对病灶和周围组织弹性评估的可靠性变差[17]。

但肠道发生病变时，病变肠段的肠壁常增厚，使超声弹性成像易于显示肠壁的层次结构；病变肠道蠕动性常减低，因而便于加压探查；而肠管扩张则可增大超声弹性成像的探查范围。故超声弹性成像在肠道疾病的诊断方面仍有良好的可操作性。

3 超声弹性成像技术在肠道病变中的应用

3.1 肠道肿瘤 目前普遍认为恶性结节的组织硬度明显大于良性结节，是超声弹性成像技术鉴别诊断肠壁占位性病变良恶性的组织学基础。采用配有超声弹性成像功能的经直肠超声内镜，可区分肠壁硬度值高的类癌组织和硬度值低的炎症组织。Glannetti 等[5]对恶性肿瘤、良性息肉样病变和结肠脂肪瘤患者的病变肠段行超声弹性成像，采用色度法分级，发现弹性分级与结肠镜所见一致。Havre 等[6]对手术切除的腺瘤和腺癌组织标本进行超声弹性检测，并与其病理组织学结果对比，发现腺癌的 SR 与腺瘤有明显差异（腺癌 1.31，腺瘤 2.51，$P<0.001$），且发现对肠道弹性的检测有良好的可重复性和操作者间一致性，提示超声弹性成像技术可鉴别肠道腺瘤和腺癌，且结果客观可靠。Waage 等[7]对可疑直肠癌患者通过经直肠超声弹性成像检测 SR，获得直肠癌的超声弹性预测值为 SR≥1.25，与病理组织学对照，诊断准确率达 94%。超声弹性成像技术不仅可鉴别肿瘤良恶性，对恶性肿瘤的分期诊断也有一定价值。Waage 等[10]发现直肠肿瘤各期的 SR 差异有统计学意义。

肠道超声弹性成像技术还可用于对肠道肿瘤保守治疗效果的观察随访。Rafaelsen 等[18]将定量 ARFI 用于评估直结肠癌放化疗疗效，在放化疗前、放化疗 2 周及 6 周后对病变肠段剪切波速度与病理 T 分期对比，发现随放化疗的进行，弹性剪切波速度和病理分期均降低，两者变化有良好的一致性。

3.2 炎症性肠病（inflammatory bowel disease，IBD） IBD 是一种病因尚未明确的慢性非特异性肠道炎症，包括溃疡性结肠炎（ulcerative colitis，UC）和 CD。目前，IBD 尚不能治愈，常表现为慢性复发-缓解反复发作，患者需反复接受影像学检查以监测疾病的活动性和严重程度，根据疾病的活动程度采取不同的治疗方案。而无创、无辐射、可反复的超声弹性成像技术有助于评价 IBD 的进展程度。

由于炎症灶多为充血、水肿组织，纤维化组织因血流灌注减少、黏膜肌层组织向上皮迁移、胶原沉着等原因，纤维化组织的硬度较炎症灶大。超声弹性成像技术可通过病灶软硬度区分纤维化和炎性肠壁。此外，

炎症改变多发生于黏膜层和黏膜下层,纤维化发生于黏膜肌层,超声弹性成像结合二维超声可更清楚地区分纤维化和炎症灶。动物研究[19]表明,经腹弹性超声成像可鉴别经直肠注射三硝基苯胺酸诱发 CD 的大鼠和健康对照组大鼠($P<0.000\ 2$),CD 大鼠超声 SR 与病理组织学结果一致性良好($P<0.000\ 5$)。超声弹性成像可通过不同的硬度值区分手术切除标本肠道炎症的严重程度。Dillman 等[11]对 12 例 IBD 患者的 17 条术中切除病变肠段行 SWE,发现肠壁组织的弹剪切波速度与炎症病变程度有关。Rustemovic 等[9]发现活动期 CD 的超声弹性 SR 明显高于缓解期和正常对照组。Baumgart 等[8]通过对 CD 患者术前和术中病变肠段、正常肠段的弹性检测和术后肠段的组织学检测,发现炎症肠段和非炎症肠段的 SR 差异有统计学意义($P<0.001$),SR 与组织学评分、肠道组织中沉积的胶原含量、疾病活动性评分有良好的一致性,提示超声弹性成像可作为检测肠道纤维化的可靠手段。

Fufezan 等[4]采用超声弹性成像技术对 14 例 6～18 岁 CD 患者的 48 节可疑肠段进行分型:A、B、C 型分别对应正常或缓解期、炎症期、纤维化期,用 SR 法对肠壁分级为正常、增高、降低,分别对应以上 3 型,发现该分型、分级与炎症活动度实验室指标(血清肌钙蛋白、C 反应蛋白、血沉)、并发症(二维超声所见的肠周脂肪浸润、淋巴结肿大)对应性良好,因此认为采用超声弹性成像技术建立的 CD 分型、分级可作为疾病活动度、并发症的预测指标。

超声弹性成像还可鉴别 CD 和 UC,CD 与 UC 发生肠管狭窄、肠瘘及肠外并发症的风险不同,故治疗方案不同,尤其对治疗 UC 首选的美沙拉嗪对活动性 CD 无效。UC 时结肠处病灶组织质软,炎症局限于黏膜及黏膜下层,而 CD 为透壁性炎症。Rustemovic 等[9]研究结果表明,SR 值可鉴别诊断活动期 CD 和 UC(CD:1.3,UC:0.49,$P=0.000\ 1$)。

3.3 急性阑尾炎 常规灰阶超声根据管径增加、管壁增厚、管腔的不可压缩性、阑尾周围出现积液综合诊断阑尾炎。而 Kapoor 等[20]认为不依据上述灰阶表现,仅超声弹性成像检测到阑尾管壁硬度值增加即可确诊阑尾炎;与术后病理结果比对后发现,超声弹性成像技术诊断急性阑尾炎的敏感度(100%)和特异度(100%)均高于普通灰阶超声(88%和 100%)。Göya 等[21]采用 ARFI 诊断急性阑尾炎,发现 ARFI 诊断阑尾炎的敏感度(100%)和特异度(98%)均高于灰阶超声(83%、80%)。Kapoor 等[20]提出诊断健康阑尾和急性阑尾炎时,阑尾壁的平均剪切波速度分别为 1.11 m/s和 3.07 m/s。Cha 等[12]采用 SWE 技术获得健康和急性阑尾炎时的阑尾壁杨氏模量值分别为 8.3 kPa 和 12.5 kPa,以 12.5 kPa 作为阈值,诊断阑尾炎的敏感度和特异度高达 93%和 100%。

4 超声弹性成像在肠道疾病中应用的局限性和展望

超声弹性成像技术作为一种新的影像学检查手段,具有无创、无辐射、无造影剂损伤、简便、可重复性好、可定量测量、客观、敏感度和特异度高等优点,不仅可早期发现肠道微小或隐匿病变,还可评价病变的浸润范围、进展程度,鉴别肿瘤良恶性,协助术前分期和分级、评估疗效及预后。但其仍存在以下不足:①对于软硬度无明显差异的良性占位和炎症灶鉴别困难,Havre 等[6]研究发现弹性成像技术不能鉴别炎症和腺瘤。另外,良性病灶发生继发性改变如出血、纤维化、钙化等时,硬度会增加,弹性评分增高[22]。②弹性成像技术可用于评估可疑肠段的病变,而不适用于整个肠道的病灶筛查。

目前超声弹性成像技术在肠道方面的研究多为离体、动物实验、小样本或个案报道,故该技术在肠道方面的应用还需大样本、多中心的研究。随着超声弹性成像技术的改进和其在肠道病变方面研究的增多,超声弹性成像技术将会在肠道病变检测方面发挥重要作用。

[参考文献]

[1] Shiina T, Nightingale KR, Palmeri ML, et al. WFUMB guidelines and recommendations for clinical use of ultrasound elastography: Part 1: Basic principlesand terminology. Ultrasound Med Biol, 2015,41(5):1126-1147.

[2] 郑凯,黄敏.经腹肠道超声在炎症性肠病诊断中的应用及进展.中国医学影像技术,2010,26(11):2213-2217.

[3] Stidham RW, Xu J, Johnson LA, et al. Ultrasound elasticity imaging for detecting intestinal fibrosis and inflammation in rats and humans with Crohn's disease. Gastroenterology, 2011,141(3):819-826.

[4] Futezan O, Asavoaie C, Tamas A, et al. Bowel elastography－a pilot study for developing an elastographic scoring system to evaluate disease activity in pediatric Crohn's disease. Med Ultrason, 2015,17(4):422-430.

[5] Glannetti A, Biscontri M, Matergi M. Feasibility of real-time strain elastography in colonic diseases. J Ultrasound, 2014,17(4):321-330.

[6] Havre RF, Leh S, Gilja OH, et al. Strain assessment in surgically resected inflammatory and neoplastic bowel lesions. Ultraschall

Med, 2014,35(2):149-158.

[7] Waage JE, Havre RF, Odegaard S, et al. Endorectal elastography in the evaluation of rectal tumours. Colorectal Dis, 2011,13(10):1130-1137.

[8] Baumgart DC, Müller HP, Grittner U, et al. US-based real-time elastography for the detection of fibrotic gut tissue in patients with stricturing crohn disease. Radiology, 2015, 275(3): 889-899.

[9] Rustemovic N, Cukovic-Cavka S, Brinar M, et al. A pilot study of transrectal endoscopic ultrasound elastography in inflammatory bowel disease. BMC Gastroenterol, 2011,11:113.

[10] Waage JE, Bach SP, Pfeffer F, et al. Combined endorectal ultrasonography and strain elastography for the staging of early rectal cancer. Colorectal Dis, 2015,17(1):50-56.

[11] Dillman JR, Stidham RW, Higgins PD, et al. Ultrasound shear wave elastography helps discriminate low-grade from high-grade bowel wall fibrosis in ex vivo human intestinal specimens. J Ultrasound Med, 2014,33(12):2115-2123.

[12] Cha SW, Kim IY, Kim YW. Quantitative measurement of elasticity of the appendix using shear wave elastography in patients with suspected acute appendicitis. PLoS One, 2014, 9(7):e101292.

[13] Dillman JR, Stidham RW, Higgins PD, et al. US elastography-derived shear wave velocity helps distinguish acutely inflamed from fibrotic bowel in a crohn disease animal model. Radiology, 2013,267(3):757-766.

[14] Adler J, Punglia DR, Dillman JR, et al. Computed tomography enterography findings correlate with tissue inflammation, not fibrosis in resected small bowel Crohn's disease. Inflamm Bowel Dis, 2012,18(5):849-856.

[15] Stasi C, Falchini M, Milani S. Imaging modalities for the noninvasive assessment of fibrosis in Crohn's disease. Scientific World Journal, 2012,2012:450151.

[16] Cosgrove D, Piscaglia F, Bamber J, et al. EFSUMB guidelines and recommendations on the clinical use of ultrasound elastography. Part 2: Clinical applications. Ultraschall Med, 2013,34(3):238-253.

[17] Giovannini M, Botelberge T, Bories E et al. Endoscopic ultrasound elastography for evaluation of lymph nodes and pancreatic masses: A multicenter study. World J Gastroenterol, 2009,15(13):1587-1593.

[18] Rafaelsen SR, Vagn-Hansen C, Sorensen T, et al. Ultrasound elastography in patients with rectal cancer treated with chemoradiation. Eur J Radiol, 2013,82(6):913-917.

[19] Kim K, Johnson LA, Jia C, et al. Noninvasive ultrasound elasticity imaging (UEI) of Crohn's disease: Animal model. Ultrasound Med Biol, 2008,34(6):902-912.

[20] Kapoor A, Kapoor A, Mahajan G. Real-time elastography in acute appendicitis. J Ultrasound Med, 2010,29(6):871-877.

[21] Göya C, Hamidi C, Okur MH, et al. The utility of acoustic radiation force impulse imaging in diagnosing acute appendicitis and staging its severity. Diagn Interv Radiol, 2014,20(6):453-458.

[22] 朱剑,胡元平.超声弹性成像的影响因素.中国介入影像与治疗学,2013,10(11):704-707.

2016 版中国科技期刊引证报告相关数据
——《中国医学影像技术》

由中国科学技术信息研究所主持的“2015 中国科技论文统计结果发布会”于 2016 年 10 月 12 日在北京国际会议中心举行。《中国医学影像技术》杂志在《2016 版中国科技期刊引证报告》(核心版)的相关数据为：

1　文献来源量:438 篇;

2　基金论文比:0.42;

3　总被引频次:3748;

4　影响因子:0.665;

5　学科扩散指标:20.52;

6　学科影响指标:0.95;

7　综合评价总分:65.69。