

## ◆ 综述

## Application progresses of strain ultrasound elastography in diagnosis and staging of rectal cancer

FU Jing, ZHAO Huai, JIANG Yaohuang, HU Jin, LI Fang, LUO Xiaoping\*

(Department of Ultrasonic Medicine, Chongqing Cancer Institute, Chongqing 400030, China)

[Abstract] Trans-rectal ultrasound is widely used in the diagnosis of rectal cancer. Elastography technique is based on the endorectal conventional ultrasound and can assess tumor stiffness and further detect the characteristics of tumor. It is helpful to provide more information for the differential diagnosis of rectal cancer, preoperative staging and the chemotherapy efficacy evaluation. The applications of strain elastography in the diagnosis of rectal cancer were reviewed in this article.

[Key words] Ultrasonography; Elasticity imaging techniques; Rectal neoplasms; Diagnostic imaging

DOI:10.13929/j.1003-3289.201611098

## 超声应变弹性成像在直肠癌诊断及分期中的应用进展

付 静, 赵 怀, 蒋耀煌, 扈 进, 李 芳, 罗小平\*

(重庆市肿瘤研究所超声医学科, 重庆 400030)

[摘 要] 经直肠超声在直肠癌诊断的应用越来越广泛, 通过超声弹性成像技术评估肿瘤硬度, 在常规经直肠超声基础上进一步检测肿瘤特征表现, 有利于为直肠癌的鉴别诊断、术前分期及放化疗疗效评估提供更多参考信息。本文对经直肠超声应变弹性成像在直肠癌诊断中的应用进行综述。

[关键词] 超声检查; 弹性成像技术; 直肠肿瘤; 诊断显像

[中图分类号] R735.37; R445.1 [文献标识码] A [文章编号] 1003-3289(2017)09-1425-03

直肠癌是临床常见的发病率高、预后差的恶性肿瘤之一, 近年来发病有年轻化趋势<sup>[1]</sup>, 由于早期临床症状不明显, 多数患者就诊时已属中晚期。早期发现直肠肿瘤, 鉴别其良恶性并评估其浸润深度对直肠癌的治疗和预后尤为重要。目前直肠肿瘤的临床检查主要包括直肠指检、肿瘤标记物检查、MRI、超声及肠镜检查等。经直肠超声检查因其准确、安全、方便及经济的优点, 被广泛地应用于直肠肿瘤的诊断<sup>[2]</sup>, 经直肠高频探头有利于清晰显示直肠肿瘤, 并可评估其与肠壁的关系、肠周淋巴结, 从而使直肠肿瘤的超声诊断更精准。肿瘤的硬度信息也受到越来越多研究者的关

注<sup>[3-4]</sup>。超声弹性成像技术突破传统影像仅对组织形态学及血供情况的检测, 实现了对组织弹性硬度信息的呈现, 被形象地称为“电子触诊”<sup>[5]</sup>。根据应力施加方式不同, 可分为静态弹性成像及动态弹性成像。静态弹性成像主要是应变弹性成像 (strain elastography, SE), 而动态弹性成像则包括瞬时弹性成像 (transient elastography, TE)、声辐射力脉冲成像 (acoustic radiation force impulse imaging, ARFI) 和剪切波弹性成像 (shear wave elasticity imaging, SWE)。

目前应用于经腔道直肠疾病诊断的超声弹性成像技术主要是应变弹性成像, 其原理是借助呼吸等生理运动或外力对目标组织施加一个较稳定、有规律的压力, 使目标组织由于内部弹性硬度不同对该压力产生不同的应变, 从而收集、分析加压前后组织反射的回波信号差异, 并通过彩色编码呈现出组织弹性成像的彩色声像图<sup>[6]</sup>。通过对弹性成像声像图不同硬度呈现出的不同颜色进行硬度评分, 及对 ROI 组织与周边正常

[第一作者] 付静(1985—), 女, 重庆人, 硕士, 主治医师。研究方向: 肿瘤超声诊断。E-mail: xiangjianyouyang@163.com

[通信作者] 罗小平, 重庆市肿瘤研究所超声医学科, 400030。  
E-mail: luoxiaoping2016@163.com

[收稿日期] 2016-11-19 [修回日期] 2017-05-01

组织的弹性应变率(strain ratio, SR)的检测呈现组织硬度的信息。目前,直肠疾病实时组织弹性成像多采用 Itoh 等<sup>[7]</sup>提出的 5 分法及罗葆明等<sup>[8]</sup>提出的改良 5 分法,根据彩色声像图红—绿—蓝分布情况,由软至硬分为 1~5 分。

### 1 超声应变弹性成像在直肠肿瘤良恶性鉴别诊断中的应用

正常直肠肠壁组织较薄、层次结构清晰、柔软、弹性好,多在经直肠应变弹性成像图中呈现红绿相间或绿色为主的颜色<sup>[9]</sup>。而发生直肠肿瘤时,肿瘤细胞成分、肿瘤内部结构及对肠壁组织破坏浸润程度的变化导致其生物力学也发生相应改变,肿瘤组织硬度也随之变化。此时,应用超声应变弹性成像对肿瘤进行硬度评分、评估其与周围正常组织的硬度差异(即弹性应变率),可在常规经直肠超声诊断的基础上获得更多肿瘤硬度信息,从而提高对直肠肿瘤的诊断及鉴别诊断能力。

Waage 等<sup>[10-11]</sup>对直肠腺瘤和直肠癌患者进行超声应变弹性成像研究,发现以  $SR=1.25$  为临界值,诊断恶性直肠肿瘤的敏感度、特异度、准确率为 96%、94%、93%,明显高于常规经直肠超声( $P$  均 $<0.05$ )。仲光熙等<sup>[12]</sup>对 60 例直肠肿瘤的超声应变弹性研究表明,以硬度评分法 3 分及  $SR=1.24$  为诊断直肠癌最佳临界值时,其敏感度、特异度、准确率分别为 85%、70%、80%及 82%、75%、80%。王云忠等<sup>[13]</sup>对 100 例直肠肿瘤行超声应变弹性成像,发现以弹性评分 3 分及  $SR=2.23$  为鉴别诊断直肠癌的最佳临界值时,其诊断敏感度、特异度、准确率分别为 85%、73%、82%及 91.4%、83.3%、89.0%。唐雪梅等<sup>[14]</sup>对 36 例直肠肿瘤患者进行应变弹性成像研究,认为局部 SR 与整体、最大及最小 SR 相比,对直肠肿瘤鉴别诊断意义更大,局部  $SR=0.808$  时,诊断敏感度和特异度为 89.7%和 70.9%。上述研究均提示,直肠癌硬度比良性肿瘤更大,在超声弹性声像图中直肠癌病灶多以蓝色为主,弹性硬度评分更高,且 SR 平均值也更高。根据直肠腺癌组织学类型、分化程度、浸润深度不同,肿瘤内明显异型的肿瘤细胞、腺样结构、癌巢、间质成分及肿瘤周边组织反应也不同;而直肠腺瘤主要由呈现上皮内瘤变的管状和/或绒毛状腺体结构构成。二者细胞及组织构成的不同造成了组织硬度的差异,通过弹性成像可根据这些差异进行鉴别诊断,提高直肠肿瘤诊断及鉴别诊断的敏感度、特异度及准确率。

### 2 超声应变弹性成像在直肠癌术前分期中的应用

对直肠癌术前准确分期,能够指导其治疗方案的选择,对直肠癌的预后具有十分重要的意义。经直肠超声检查能清晰显示肠壁层次及直肠癌浸润程度,根据直肠癌 TNM 分期标准,通过经直肠超声可采用 UT 分期将直肠癌相应分为 4 期<sup>[15-16]</sup>。张春爽等<sup>[17]</sup>对 45 例术前经直肠超声评估为 UT3 及 UT4 期直肠癌进行超声应变弹性成像辅助分期,发现直肠癌累及邻近器官时其肿瘤表面包绕的红色带状回声连续性中断,据此超声弹性成像诊断 T4 期直肠癌的敏感度、特异度、准确率分别为 78.57%、90.32%、86.67%,均高于常规经直肠超声( $P$  均 $<0.05$ )。Waage 等<sup>[18]</sup>研究报告,腺瘤、T1 及 T2 期直肠癌的 SR 差异有统计学意义,经直肠超声联合应变弹性成像有助于 T1、T2 期直肠癌分期,并指导早期直肠癌手术。杨思扬等<sup>[19]</sup>对 43 例直肠癌患者进行经直肠超声应变弹性成像,发现 T2~T4 期直肠癌弹性硬度评分及 SR 高于 T1 期,且前者弹性面积比值大于后者,认为超声弹性有助于直肠癌术前分期。

在经直肠超声检查直肠癌分期基础上,应变弹性成像可通过对直肠癌硬度的评估、硬度区域面积的比较及局部边界硬度的变化分析等多方面提取硬度信息,但直肠癌病理分期的主要依据为肿瘤浸润深度,因此通过经直肠超声灰阶图像对肿瘤浸润肠壁层次的观察及判断仍是直肠癌术前超声分期的最重要基础。但由于直肠癌病灶形态不规则、边界模糊、基底范围大、肠管狭窄等因素的影响,仅依据灰阶图像难以做出准确的分期诊断,因此,在灰阶超声的基础上联合应用弹性成像技术有利于进一步提高直肠癌超声分期的准确率,尤其可为早期直肠癌(T1 期)的诊断和治疗提供更多依据。

### 3 超声应变弹性成像在直肠癌放化疗后分期中的应用

直肠癌术前放化疗可有效控制肿瘤进展、缩小肿瘤范围、提高肿瘤切除率及降低局部复发率,经直肠超声可用于评估化疗效果及再次分期,对后续治疗方案的制定有指导作用。放化疗可导致肿瘤细胞变性坏死、炎细胞浸润及纤维组织增生,致使肿瘤组织弹性硬度发生改变。仲光熙等<sup>[20]</sup>对 62 例 T3 期直肠癌放化疗后的患者进行超声弹性成像,发现 94%的直肠癌病灶 SR 明显下降,以  $SR$  降幅 $\geq 33.80$  为临界值,判断放化疗后 T 分期降级的准确率为 69%,而经直肠超声的准确率为 45%,认为 SR 降幅有助于直肠癌放化疗后分期降期评估,以评估放化疗疗效及预后。Rafae-

lsen 等<sup>[21]</sup>研究认为,直肠癌放化疗后其硬度减低,T1、T2 期直肠癌术前硬度高于 T3、T4 期,且经过放化疗后二者的硬度均减低。

虽然目前超声弹性成像技术应用于直肠癌放化疗后分期及疗效评估的研究较少,但几乎所有的研究均提示直肠癌放化疗后硬度发生变化,超声应变弹性成像对经直肠超声诊断的直肠癌放化疗后分期具有辅助作用,可为直肠癌放化疗的疗效评估提供更多有效信息。

#### 4 超声应变弹性成像在直肠癌检查中的局限性

经直肠超声应变弹性成像除存在其常规缺点,如受操作者经验及主观判断的影响大、组织内部应力难以均匀分布、无法获得量化的弹性模量值等外,还有直肠生理结构特殊性造成的探头外力加压操作不便、扫查角度有限,探头与肿瘤表面贴合不良等不足<sup>[10-14,22]</sup>。但随着弹性成像技术的发展和操作经验的逐渐积累,这些问题终将得以解决。近年来 SWE 技术相关研究逐渐增多,该技术可通过检测射频脉冲激励组织内部产生的瞬时剪切波传播速度及应变来反映组织硬度,具有操作依赖性低、可重复性好、能提供组织弹性模量定量信息等优势,其在乳腺、甲状腺等器官的应用价值较高,但在直肠癌方面的应用鲜见报道。

综上所述,近年来超声弹性成像技术在乳腺、肝脏及前列腺等器官的应用日趋成熟,在直肠癌的应用也受到更多关注。经直肠超声结合应变弹性成像有利于提高直肠癌超声诊断的检出率及术前分期的准确性,并在直肠癌放化疗疗效评估中发挥一定作用。相信随着超声弹性成像技术的不断更新和改进,未来超声弹性成像技术在直肠癌的诊断及治疗方面将有更广阔的应用前景。

#### [参考文献]

- [1] Chen K, Cai J, Liu XY, et al. Nested case-control study on the risk factors of colorectal cancer. *World J Gastroenterol*, 2003, 9(1):99-103.
- [2] Puli SR, Bechtold ML, Reddy JB, et al. How good is endoscopic ultrasound in differentiating various T stages of rectal cancer? Meta-analysis and systematic review. *Ann Surg Oncol*, 2009, 16(2):254-265.
- [3] Li LJ, Zeng H, Ou B, et al. Ultrasonic elastography features of phyllodes tumors of the breast: A clinical research. *PLoS One*, 2014, 9(1):e85257.
- [4] Ciledag N, Arda K, Aktas E, et al. A pilot study on real-time transvaginal ultrasonographic elastography of cystic ovarian lesions. *Indian J Med Res*, 2013, 137(6):1089-1092.
- [5] Ophir J, Céspedes I, Ponnekanti H, et al. Elastography: A quantitative method for imaging the elasticity of biological tissues. *Ultrason Imaging*, 1991, 13(2):111-134.
- [6] Nowicki A, Dobruch-Sobczak K. Introduction to ultrasound elastography. *J Ultrason*, 2016, 16(65):113-124.
- [7] Itoh A, Ueno E, Tohno E, et al. Breast disease: Clinical application of US elastography for diagnosis. *Radiology*, 2006, 239(2):341-350.
- [8] 罗葆明, 欧冰, 智慧, 等. 改良超声弹性成像评分标准在乳腺肿块鉴别诊断中的价值. *现代临床医学生物工程学杂志*, 2006, 12(5):396-398.
- [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, Havre RF, Odegaard S, et al. Endorectal elastography in the evaluation of rectal tumours. *Colorectal Dis*, 2011, 13(10):1130-1137.
- [11] Waage JE, Leh S, Røsler C, et al. Endorectal ultrasonography, strain elastography and MRI differentiation of rectal adenomas and adenocarcinomas. *Colorectal Dis*, 2015, 17(2):124-131.
- [12] 仲光熙, 吕珂, 戴晴, 等. 直肠腔内超声弹性成像在直肠腺瘤恶变诊断中的价值. *中华医学超声杂志(电子版)*, 2015, 12(3):211-217.
- [13] 王云忠, 陶春梅, 王学梅, 等. 实时组织弹性成像技术在直肠肿瘤鉴别诊断中的应用价值. *中华医学超声杂志(电子版)*, 2015, 12(6):478-482.
- [14] 唐雪梅, 孔鹏飞, 顾鹏, 等. 经直肠实时组织弹性成像对直肠良恶性病灶鉴别诊断的价值. *中华消化病与影像杂志*, 2016, 6(1):4-6.
- [15] 张春爽, 赵世芬, 项玉平, 等. 经直肠腔内超声弹性成像术前评价 T4 期直肠癌. *中国医学影像技术*, 2013, 29(12):1994-1997.
- [16] 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.
- [17] 杨思扬, 杨一林, 杨瑞静, 等. 经直肠弹性成像技术在直肠癌术前分期评估中的应用. *中国超声医学杂志*, 2014, 30(11):1020-1022.
- [18] 仲光熙, 吕珂, 戴晴, 等. 直肠腔内弹性成像对直肠癌新辅助治疗后肿瘤浸润深度降期的评估. *中华医学超声杂志(电子版)*, 2016, 13(1):51-55.
- [19] Rafaelsen SR, Vagn-Hansen C, Sørensen T, et al. Ultrasound elastography in patients with rectal cancer treated with chemoradiation. *Eur J Radiol*, 2013, 82(6):913-917.
- [20] 王斐倩, 阮骊韬, 杨锦茹. 超声弹性成像诊断肠道疾病的应用进展. *中国医学影像技术*, 2016, 32(11):1773-1776.