

## ❖ 妇产科影像学

## Transvaginal ultra high-speed shear wave elastography in quantitative evaluation of cervical carcinoma and cervical precancerous lesions

LI Jingping<sup>1</sup>, CHEN Dongfeng<sup>2\*</sup>, WANG Shaochun<sup>2</sup>, LI Xiaohua<sup>2</sup>, XU Hua<sup>2</sup>, YANG Linqing<sup>3</sup>

(1. Graduate School, Tianjin Medical University, Tianjin 300070, China; 2. Department of Ultrasound, 3. Department of Gynecology, Affiliated Hospital of Jining Medical University, Jining 272000, China)

**[Abstract]** **Objective** To evaluate the value of quantitative elastography with ultra high-speed shear wave elasticity (SWE) in differential diagnosis of cervical precancerous lesions and cervical carcinoma. **Methods** Totally 150 patients with 150 cervical lesions underwent SWE quantitative elastography to obtain the maximum and mean elastic modulus value. ROC curves were used to assess the diagnostic performance of maximum and mean elastic modulus values. **Results** There were 53 lesions in 53 cervical cancer patients and 97 lesions in 97 cervical precancerous patients. The areas under the ROC curve of the maximum and mean elastic modulus value were 0.91 and 0.78 ( $Z = 3.53$ ,  $P < 0.05$ ), respectively. Taking 32.38 kPa as a diagnostic cutoff value of the maximum elasticity value, the sensitivity, specificity, and accuracy in diagnosis of cervical cancer were 86.79% (46/53), 90.72% (88/97), 89.33% (134/150), respectively. And taking 30.16 kPa as a diagnostic cutoff value of the mean elasticity value, the sensitivity, specificity, and accuracy in diagnosis of cervical cancer were 66.04% (35/53), 80.41% (78/97), 75.33% (113/150), respectively. **Conclusion** SWE has significant value in the diagnosis of cervical cancer, and the diagnostic value of maximum elastic modulus is greater than that of the mean elastic modulus.

**[Key words]** Ultrasonography; Ultra high-speed shear wave elastography; Uterine neoplasms; Cervical carcinoma

DOI:10.13929/j.1003-3289.2016.11.021

## 经阴道超高速剪切波弹性成像技术定量评价宫颈癌及癌前病变

李井平<sup>1</sup>, 陈东风<sup>2\*</sup>, 王少春<sup>2</sup>, 李小花<sup>2</sup>, 徐 华<sup>2</sup>, 杨林青<sup>3</sup>

(1. 天津医科大学研究生院, 天津 300070; 2. 济宁医学院附属医院超声科, 3. 妇科, 山东 济宁 272000)

**[摘要]** **目的** 探讨经阴道超高速剪切波弹性成像技术评价宫颈癌前病变及宫颈癌的价值。**方法** 对 150 例宫颈病变患者(150 个病灶)行经阴道超高速剪切波弹性成像检查, 获得宫颈癌及癌前病变的弹性模量最大值和平均值, 以病理为金标准, 绘制 ROC 曲线以评价弹性参数诊断宫颈癌的诊断效能。**结果** 病理诊断宫颈癌 53 例(53 个病灶), 癌前病变 97 例(97 个病灶)。弹性模量最大值、平均值诊断宫颈癌的 ROC 曲线下面积分别为 0.91、0.78( $Z = 3.53$ ,  $P < 0.05$ )。当弹性模量最大值和平均值分别以 32.38 kPa、30.16 kPa 作为诊断截断值时, 诊断宫颈癌的敏感度、特异度、准确率分别为 86.79%(46/53), 90.72%(88/97), 89.33%(134/150)和 66.04%(35/53), 80.41%(78/97), 75.33%(113/150)。**结论** 经阴道超高速剪切波弹性成像技术诊断宫颈癌有重要的价值, 病灶的弹性模量最大值对宫颈癌的诊断价值大于弹性模量平

**[基金项目]** 济宁医学院附属医院“苗圃”科研计划项目(MP-2015-022)。

**[第一作者]** 李井平(1990—), 女, 山东邹城人, 在读硕士。研究方向: 妇产疾病的超声诊断。E-mail: 1240570313@qq.com

**[通信作者]** 陈东风, 济宁医学院附属医院超声科, 272000。E-mail: jyfydcdf@yahoo.com.cn

**[收稿日期]** 2016-05-20 **[修回日期]** 2016-08-18

均值。

【关键词】 超声检查;超高速剪切波弹性成像;子宫肌瘤;宫颈癌前病变

【中图分类号】 R737.33; R455.1 【文献标识码】 A 【文章编号】 1003-3289(2016)11-1706-04

宫颈癌的发病率在全球女性恶性肿瘤中居第 4 位,约 85% 的宫颈癌发生于发展中国家,且居女性癌症死因的首位<sup>[1]</sup>。宫颈癌多由宫颈上皮内瘤变(cervical intraepithelial neoplasia, CIN)发展而成。目前,临床主要采用宫颈液基薄层细胞学检查(thinprep cytologic test, TCT)筛查宫颈癌,但其对技术要求严格且费用较高,难以在基层推广。组织病理学检查虽然是诊断宫颈癌的金标准,但属有创检查。传统超声检查可以为宫颈病变提供有价值线索,但较难准确地定性诊断。超高速剪切波弹性成像作为一种新兴技术,可直观反映组织硬度,并通过计算弹性模量值对组织硬度进行定量分析,可以鉴别良恶性病变<sup>[2-3]</sup>。本研究旨在探讨经阴道超高速剪切波弹性成像诊断宫颈癌的价值。

## 1 资料与方法

1.1 一般资料 收集 2014 年 12 月—2016 年 2 月在济宁医学院附属医院经手术病理证实的宫颈病变患者 150 例(150 个病灶),同时排除宫颈囊肿、息肉和钙化灶者,其中宫颈癌 53 例, CIN 97 例。患者年龄 21~70 岁,中位年龄 45.0 岁。患者均于术前接受经阴道超高速剪切波弹性成像检查。本研究通过临床研究伦理审查,且所有受试者均签署知情同意书。

1.2 仪器与方法 采用 SuperSonic Imagine AixPlorer 超声诊断仪, SE12-3 腔内探头,频率 3~12 MHz。嘱受试者于检查前排空膀胱,取膀胱截石位。选择经阴道检查条件,探头表面涂耦合剂,套探头套,轻压探头套以消除其与探头头部之间的气泡。首先以常规经阴道二维超声显示子宫纵轴标准切面,左右摆动探头,逆时针旋转探头 90°,显示子宫横径标准切面,上下摆动,检查宫颈的大小、内膜厚度及回声、宫颈线连续性、肌层厚度、宫颈内是否有占位性病灶,以及病灶的大小、数目、形态以及与周围组织的关系,同时观察子宫、附件及其盆腔有无异常;然后启用彩色多普勒观察血流情况;最后将探头退出至宫颈外口处,轻触宫颈表面,不施加任何压力,同时显示二维及弹性图像,观察 ROI。若二维超声能显示宫颈病灶,则选择病灶处为 ROI;若二维超声不能显示病灶,则选取宫颈颜色最亮或最红的区域为 ROI。启动实时剪切波弹性成像功能,弹性最大量程统一设定为 150 kPa,静置探头 3~

4 s,待 ROI 内色彩完全充填后冻结图像,启动定量分析系统(Q-BOX)测量弹性模量值, Q-BOX 直径统一设定为 3 mm,自动获得最大值、最小值及平均值;同一部位重复测量 3 次,取其最大值的平均值和平均值的平均值。选取 ROI 内颜色最红或最亮处为测量点,记录每个测量点的位置(用钟表标记法表示),最后与该点病理结果对照。

1.3 统计学分析 采用 SPSS 22.0 统计分析软件。以病理结果为金标准,绘制弹性模量最大值与平均值诊断宫颈癌的 ROC 曲线,以截断点为诊断良恶性的界点,分别得出弹性模量最大值与平均值诊断宫颈癌的准确率、敏感度、特异度、阳性预测值和阴性预测值。采用  $\chi^2$  检验比较弹性模量最大值与平均值诊断宫颈癌的准确率、敏感度和特异度;采用 Medcalc(version 16.4.3)统计软件比较 ROC 曲线下面积。以  $P < 0.05$  为差异有统计学意义。

## 2 结果

对所有受试者均获得满意的图像,宫颈癌病灶弹性图像以红色或橘红色为主,夹杂绿色(图 1); CIN 病灶弹性图像呈均匀的蓝色(图 2)。150 例患者最终均接受手术治疗及病理检查, CIN I 40 例, CIN II 35 例, CIN III 22 例;鳞状细胞癌 50 例,腺癌 3 例,所有病灶均为单发。

以病理结果为金标准,绘制弹性模量最大值及平均值鉴别诊断宫颈癌的 ROC 曲线(图 3), ROC 曲线下面积分别为 0.91 ( $P < 0.01$ )、0.78 ( $P < 0.01$ ),差异有统计学意义 ( $Z = 3.53$ ,  $P < 0.05$ , 表 1),弹性模量最大值和平均值的最佳诊断临界点分别为 32.38 kPa、30.16 kPa。弹性模量最大值诊断宫颈癌的敏感度、特异度和准确率均较弹性模量平均值高 ( $\chi^2 = 6.33$ , 4.17, 10.11,  $P < 0.05$ ),见表 2。

表 1 弹性模量最大值和平均值诊断宫颈癌及 CIN 的 ROC 曲线结果

| 项目      | 曲线下面积 | 标准误  | P 值   | 95%可信区间    |
|---------|-------|------|-------|------------|
| 弹性模量最大值 | 0.91  | 0.03 | <0.01 | 0.86, 0.97 |
| 弹性模量平均值 | 0.78  | 0.04 | <0.01 | 0.67, 0.83 |

## 3 讨论

1991 年 Ophir 等<sup>[4]</sup>最早提出了“弹性成像”这一概

表 2 弹性模量最大值与平均值诊断宫颈癌的效能比较[% (个)]

| 项目      | 准确率            | 敏感度          | 特异度          | 阳性预测值        | 阴性预测值        |
|---------|----------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| 弹性模量最大值 | 89.33(134/150) | 86.79(46/53) | 90.72(88/97) | 83.64(46/55) | 92.63(88/95) |
| 弹性模量平均值 | 75.33(113/150) | 66.04(35/53) | 80.41(78/97) | 64.81(35/54) | 81.25(78/96) |

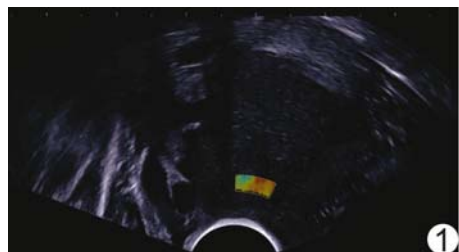
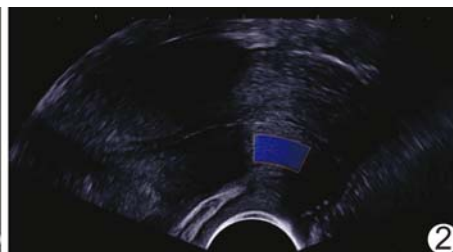
图 1 宫颈癌患者 ROI 弹性图像以橘红色为主, 夹杂绿色  
匀蓝色

图 2 CIN 患者 ROI 弹性图像呈均

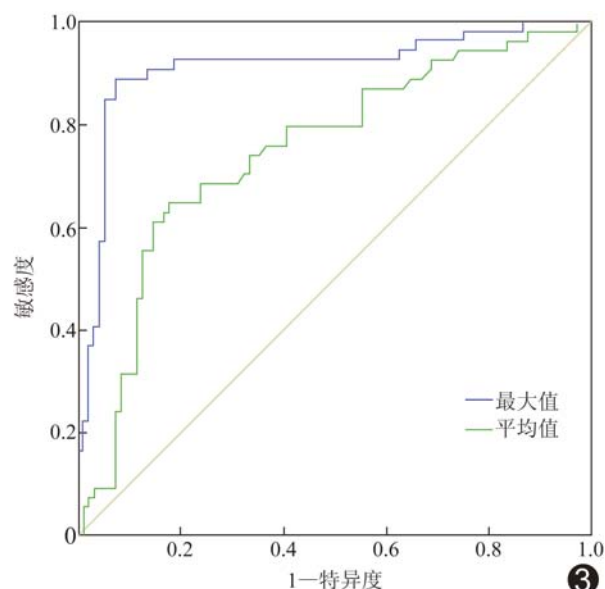


图 3 弹性模量最大值及平均值鉴别诊断宫颈癌的 ROC 曲线

念, 由于恶性病变组织比良性病变组织的硬度高, 故超声弹性成像技术可发现组织差异。研究<sup>[5-8]</sup>发现弹性成像在诊断乳腺癌、甲状腺癌、前列腺癌和肝硬化方面有重要的价值, 但在宫颈癌方面的研究较少。Thomas 等<sup>[9]</sup>最早研究了经阴道超声弹性成像技术。但到目前为止, 经阴道宫颈弹性成像技术的应用多集中于半定量法: 评分法和应变率比值法, 但这两种方法均存在主观误差。本研究采用超高速剪切波弹性成像技术是通过“马赫锥”原理将声辐射脉冲转换成足够强度的横向剪切波, 该波传播速度为 1~10 m/s, 远小于声速, 并用 20 000 帧/秒的超高速成像系统捕获、追踪剪切波, 使所测剪切波速度的精确度达 1 mm/s, 以彩色编码技

术实时显示出组织弹性图。通过系统 Q-BOX 测量弹性模量值, 可以定量分析组织的硬度值。弹性模量与剪切波关系为  $E = 3\rho c^2$ , 其中  $E$  为弹性模量 (kPa),  $c$  为剪切波传播速度 (m/s),  $\rho$  为组织密度 ( $\text{kg}/\text{m}^3$ )。弹性模量值越大, 弹性系数越高, 则物体越硬, 彩色编码表现为红色; 相反, 弹性模量值越小, 则组织越软, 彩色编码表现为蓝色<sup>[10]</sup>。

目前临床主要依靠细胞学检查、阴道镜检查、组织学检查的三阶梯模式诊断宫颈癌, 但有其局限性, 如细胞学检查费用高, 技术

要求高, 不易在基层广泛开展, 容易漏诊宫颈深部及上部的病变; 宫颈活检不能确定肿瘤的大小及其浸润范围等<sup>[11]</sup>。经阴道超声弹性成像技术具有无创、易操作、重复性好、费用低、易被患者接受、可在基层广泛开展等优势, 因此越来越多的学者关注并研究经阴道弹性成像在宫颈病变中的应用价值。

本研究中所有患者术前均先接受经阴道二维及彩色多普勒超声检查, 然后接受经阴道超高速剪切波弹性成像检查, 选取颜色充填最好、最亮或最红的区域为 Q-BOX 的测量点。经阴道二维超声可显示部分宫颈癌病灶, 将显示的病灶作为 ROI。但二维超声无法显示部分宫颈癌及 CIN, 为便于发现病灶, 本研究先将弹性框放大, 寻找颜色最亮或最红的区域, 然后将弹性框缩小, 待颜色充填好时, 用 Q-BOX 多部位重复测量 3 次求平均值, 用钟表标记法记录每个测量点的位置, 最后与该点病灶的病理结果对照。

超高速剪切波弹性成像技术可全自动产生剪切波, 无需施加压力, 测量时受试者需排空膀胱, 腹部放松; 检查者将探头轻放于宫颈外口处静置 3~4 s, 待颜色充填整个 ROI 才可测量。

本研究采用弹性模量最大值和平均值鉴别宫颈病变前病变及宫颈癌, 发现弹性模量最大值和平均值鉴别诊断宫颈癌 ROC 曲线下面积分别为 0.91、0.78, 差异有统计学意义 ( $Z = 3.53, P < 0.05$ ), 故弹性模量最大值诊断宫颈癌的价值比平均值高。以 30.16 kPa 为截断值, 弹性模量平均值诊断宫颈病变良恶性的敏感度、特异度分别为 66.04%、80.41%, 误诊率较低。以 32.38 kPa 为截断值时, 弹性模量最大值诊断宫颈病

变良恶性的敏感度、特异度分别为 86.79%、90.72%，漏诊率、误诊率均相对较低；且弹性最大值诊断宫颈癌的敏感度、特异度比平均值高 ( $\chi^2 = 6.33, 4.17; P < 0.05$ )。

经阴道超高速剪切波弹性成像技术为诊断宫颈癌提供了新途径。该无创定量检查方法可以直接显示宫颈组织的弹性模量值最大值、最小值和平均值，还可通过彩色编码直观地识别组织软硬度。

总之，超声弹性成像由最初定性诊断发展为借助组织物理指标的定量诊断，更加准确、完善、可靠<sup>[12]</sup>。超高速剪切波弹性成像作为一种准确、直观、无创伤、易操作、重复性好、费用低的检查方式，可以在基层广泛推广，具有广阔的应用前景。本研究中宫颈癌及癌前病变例数有限，有待进一步扩大样本量。

### [参考文献]

- [1] 周晖, 卢淮武, 彭永排, 等. 《2015 年 NCCN 宫颈癌临床实践指南》解读. 中国实用妇科与产科杂志, 2015, 31(3): 185-191.
- [2] Kim SJ, Ko KH, Jung HK, et al. Shear wave elastography: Is it a valuable additive method to conventional ultrasound for the diagnosis of small ( $\leq 2$  cm) breast cancer? Medicine (Baltimore), 2015, 94(42): e1540-e1544.
- [3] Lu R, Xiao Y, Liu M, et al. Ultrasound elastography in the differential diagnosis of benign and malignant cervical lesions. J Ultrasound Med, 2014, 33(4): 667-671.
- [4] 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.
- [5] Pozzi E, Mantica G, Gastaldi C, et al. The role of the elastography in the diagnosis of prostate cancer: A retrospective study on 460 patients. Arch Ital Urol Androl, 2012, 84(3): 151-154.
- [6] Vidal-Casariago A, López-González L, Jiménez-Pérez A, et al. Accuracy of ultrasound elastography in the diagnosis of thyroid cancer in a low-risk population. Exp Clin Endocrinol Diabetes, 2012, 120(10): 635-638.
- [7] Vreugdenburg TD, Willis CD, Mundy L, et al. A systematic review of elastography, electrical impedance scanning, and digital infrared thermography for breast cancer screening and diagnosis. Breast Cancer Res Treat, 2013, 137(3): 665-676.
- [8] Godfrey EM, Mannelli L, Griffin N, et al. Magnetic resonance elastography in the diagnosis of hepatic fibrosis. Semin Ultrasound CT MR, 2013, 34(1): 81-88.
- [9] Thomas A. Imaging of the cervix using sonoelastography. Ultrasound Obstet Gynecol, 2006, 28(3): 356-357.
- [10] Doherty JR, Trahey GE, Nightingale KR, et al. Acoustic radiation force elasticity imaging in diagnostic ultrasound. IEEE Trans Ultrason Ferroelectr Freq Control, 2013, 60(4): 685-701.
- [11] Markov Z, Bosic Zivanovic D. Role of the chosen general practitioner in educating women on the importance of regular gynecological examinations. Med Pregl, 2011, 64(9-10): 486-489.
- [12] 孙婷, 王佳冰, 史琳, 等. 经阴道超声弹性成像诊断宫颈癌的临床进展. 中华临床医师杂志(电子版), 2014, 8(5): 940-944.

## 文章题名要求

▲题名应以简明、确切的词语反映文章中最重要、最特定的内容，要符合编制题录、索引和检索的有关原则，并有助于选定主题词。

▲中文题名一般不宜超过 20 个字，必要时可加副题名。

▲英文题名应与中文题名含义一致。

▲题名应避免使用非公知公用的缩写词、字符、代号，尽量不出现数学公式和化学式。