

# 剪切波弹性成像联合BI-RADS分类鉴别诊断 最大径 $\leq 2$ cm乳腺癌的价值

汪锡龙 王玲 郑慧 张超学

**摘要** 目的 探讨剪切波弹性成像(SWE)联合乳腺影像报告和数据系统(BI-RADS)分类对最大径 $\leq 2$  cm乳腺癌(以下简称小乳腺癌)的鉴别诊断价值。**方法** 选取经病理证实的171例乳腺病变患者共177个乳腺病变(最大径 $\leq 2$  cm),其中良性155个,恶性22个。术前均行BI-RADS分类和SWE检查,获得病灶最大弹性值( $E_{max}$ )、平均弹性值( $E_{mean}$ )、最小弹性值( $E_{min}$ )及标准差( $E_{sd}$ ),比较良恶性病灶间的差异。绘制受试者工作特征(ROC)曲线,确定 $E_{max}$ 的诊断临界值,根据4a类病变的 $E_{max}$ 调整其BI-RADS分类;比较SWE、BI-RADS分类单独及联合应用对BI-RADS 4a类病灶的诊断效能。**结果** 177个病灶中,BI-RADS分类显示3类57个,4a类94个,4b类13个,4c类8个,5类5个。恶性病灶的 $E_{max}$ 、 $E_{mean}$ 、 $E_{min}$ 及 $E_{sd}$ 均大于良性病灶,差异均有统计学意义(均 $P < 0.05$ )。以 $E_{max}$  87.5 kPa作为诊断临界值,71个BI-RADS 4a类病变降为3类,漏诊5个恶性病变。 $E_{max}$ 联合BI-RADS分类诊断小乳腺癌的敏感性77.3%,特异性82.6%,准确率79.1%,曲线下面积0.861(95%可信区间0.801~0.909),与BI-RADS分类单独应用的诊断效能比较差异均有统计学意义(均 $P < 0.05$ )。**结论** 相较于单独BI-RADS分类,SWE与其联合应用可提高小乳腺癌的诊断特异性和准确率,减少临床诊疗中对4a类病变不必要的穿刺和手术,具有较好的应用价值。

**关键词** 剪切波弹性成像;BI-RADS分类;乳腺病灶,良恶性  
[中图法分类号]R445.1;R737.9 [文献标识码]A

## Value of shear wave elastography combined with BI-RADS classification in the differential diagnosis of maximum diameter $\leq 2$ cm breast cancer

WANG Xilong, WANG Ling, ZHENG Hui, ZHANG Chaoxue

Department of Ultrasound, the First Affiliated Hospital of Anhui Medical University, Hefei 230001, China

**ABSTRACT Objective** To explore the value of shear wave elastography(SWE) combined with breast imaging reporting and data system (BI-RADS) classification in the differential diagnosis of breast cancer with a maximum diameter  $\leq 2$  cm (hereinafter referred to as small breast cancer). **Methods** A total of 177 small breast lesions (maximum diameter  $\leq 2$  cm) were selected from 171 patients with breast lesions confirmed by pathology, among which 155 were benign and 22 were malignant. Preoperative BI-RADS classification and SWE were performed to obtain maximum elasticity value ( $E_{max}$ ), average elasticity value ( $E_{mean}$ ), minimum elasticity value ( $E_{min}$ ) and standard deviation ( $E_{sd}$ ), the differences between benign and malignant lesions were compared. The receiver operating characteristic (ROC) curve was drawn to determine the diagnostic critical value of  $E_{max}$ , and the BI-RADS classification was adjusted according to the  $E_{max}$  of category 4a lesions. The diagnostic efficacy of SWE and BI-RADS classification alone and in combination for BI-RADS 4a lesions was compared. **Results** Among the 177 lesions, BI-RADS classification showed 57 lesions were category 3, 94 lesions were category 4a, 13 lesions were category 4b, 8 lesions were category 4c, and 5 lesions were category 5.  $E_{max}$ ,  $E_{mean}$ ,  $E_{min}$  and  $E_{sd}$  were significantly higher in malignant compared with benign lesions (all  $P < 0.05$ ). By using cutoff of  $E_{max}$  87.5 Kpa for downgrading BI-RADS category 4a lesions to category 3, 71 category 4a lesions were downgraded and 5 cancers were missed. The sensitivity, specificity, accuracy and the area under the ROC curve of  $E_{max}$  combined with BI-RADS in the diagnosis of small breast cancer were 77.3%, 82.6%, 79.1% and 0.861 (95%CI: 0.801~0.909), there were statistically significant differences compared with those of BI-RADS classification alone (all  $P < 0.05$ ). **Conclusion** Compared with the BI-RADS classification alone, the

combined application of SWE can improve the specificity and accuracy in the diagnosis of small breast cancer, and reduce the unnecessary puncture and surgery for 4a lesions in the clinical diagnosis and treatment, with good application value.

**KEY WORDS** Shear wave elastography; BI-RADS classification; Breast lesions, benign and malignant

乳腺癌筛查的重点是早期发现未远处转移的乳腺恶性病灶<sup>[1]</sup>,常规超声是目前乳腺病变筛查中最常用的检查手段,并可根据美国放射学会乳腺影像报告和数据库(BI-RADS)对灰阶超声成像中病灶形态学和生物学特征进行标准化分类,但由于部分最大径 $\leq 2$  cm 乳腺癌(以下简称小乳腺癌)的形态、边缘等生物学特征与良性病变存在重叠,准确诊断有一定困难。剪切波弹性成像(shear wave elastography, SWE)目前已广泛应用于乳腺病变的辅助诊断中,该技术通过实时定量检测乳腺病灶的硬度来评估病灶性质,可以显著提高诊断准确率<sup>[2-3]</sup>,但对于较小乳腺病变的诊断价值却鲜有报道。本研究旨在探讨SWE联合BI-RADS分类对小乳腺癌的鉴别诊断价值。

### 资料与方法

#### 一、研究对象

选取2019年1~12月于我院就诊并经手术病理证实的171例女性乳腺病变患者(共177个病灶),年龄21~88岁,平均(45.17 $\pm$ 9.37)岁。纳入标准:病灶最大径 $\leq 2$  cm;常规超声、SWE检查及病理检查资料完整。排除妊娠期、哺乳期、BI-RADS 2类、BI-RADS 6类、超声检查前接受手术治疗或穿刺活检的病例。单发166例,多发5例,共177个病灶,其中良性155个,平均最大径(1.10 $\pm$ 0.44)cm,包括纤维腺瘤45个,纤维腺瘤合并乳腺增生32个,乳腺纤维囊性变34个,增生型纤维囊性变21个,导管内乳头状瘤13个,慢性炎症8个,肉芽肿性乳腺炎2个;恶性22个,平均最大径(1.10 $\pm$ 0.42)cm,包括浸润性导管癌17个,导管内原位癌4个,黏液癌1个。本研究经我院医学伦理委员会批准,所有患者均签署知情同意书。

#### 二、仪器与方法

使用Supersonic Aixplorer彩色多普勒超声诊断仪,线阵探头,频率4~15 MHz。患者取仰卧位,常规超声检查并记录病灶大小和血流情况,根据BI-RADS分类标准进行分类,然后行SWE检查,探头轻置于乳腺病变处,确定感兴趣区域(应尽量包含整个病变及周围硬度较高的区域),嘱受检者屏气3~5 s,获得稳定SWE图像并冻结,使用Q-Box trace软件描记肿块边缘,自动获得弹性模量值,包括最大弹性值(E<sub>max</sub>)、平均弹性值(E<sub>mean</sub>)、最小弹性值(E<sub>min</sub>)及标准差

(E<sub>sd</sub>),所有数据测量3次取平均值。上述操作均由同一具有丰富经验的超声医师完成。

BI-RADS分类调整方法:根据受试者工作特征(ROC)曲线确定E<sub>max</sub>的诊断临界值,E<sub>max</sub>联合BI-RADS分类评估时,若4a类病变E<sub>max</sub><诊断临界值降为3类;若3类病变E<sub>max</sub> $\geq$ 诊断临界值升为4a类。BI-RADS $\geq 4a$ 类及以上判为阳性,BI-RADS 3类判为阴性。

#### 三、统计学处理

应用SPSS 22.0统计软件,计量资料以 $\bar{x} \pm s$ 表示,行独立样本 $t$ 检验;计数资料以频数或率表示,行 $\chi^2$ 检验。以病理结果为金标准,绘制受试者工作特征(ROC)曲线并计算曲线下面积,比较SWE、BI-RADS分类单独及联合应用对小乳腺癌的诊断敏感性、特异性、准确率、阳性预测值(PPV)及阴性预测值(NPV)。P<0.05为差异有统计学意义。

### 结 果

#### 一、乳腺良恶性病变BI-RADS分类结果及其诊断效能分析

177个病灶中,BI-RADS分类显示3类57个,4a类94个,4b类13个,4c类8个,5类5个,恶性比例分别为0.5.3%、30.8%、100%、100%;其小乳腺癌的诊断敏感性100%,特异性36.8%,PPV 18.3%,NPV 100%,准确率44.6%,曲线下面积0.915(95%可信区间0.864~0.951)。

#### 二、乳腺良恶性病变SWE检查情况及其诊断效能分析

乳腺恶性病灶E<sub>max</sub>、E<sub>mean</sub>、E<sub>min</sub>及E<sub>sd</sub>均大于良性病灶,差异均有统计学意义(均P<0.05)。见表1。以E<sub>max</sub>值87.5 kPa为诊断临界值,其小乳腺癌的诊断敏感性68.1%,特异性87.1%,PPV 42.9%,NPV 95.1%,准确率84.7%,曲线下面积0.796(95%可信区间0.668~0.925)。155个乳腺良性病变中有20个呈假阳性,E<sub>max</sub>值90.1~192.2 kPa,其中BI-RADS 3类1个,4a类16个,4b类3个;22例恶性病变中,7个呈假阴性,E<sub>max</sub>值15.7~42.9 kPa,其中浸润性导管癌5个,导管原位癌和黏液癌各1个。

表1 乳腺良恶性病灶SWE检查参数比较( $\bar{x} \pm s$ ) kPa

病理结果	E <sub>max</sub>	E <sub>mean</sub>	E <sub>min</sub>	E <sub>sd</sub>
良性	45.6 $\pm$ 33.8	38.7 $\pm$ 68.2	10.9 $\pm$ 6.7	5.2 $\pm$ 3.9
恶性	123.3 $\pm$ 98.0	99.6 $\pm$ 72.3	14.2 $\pm$ 9.8	21.3 $\pm$ 12.4
P	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05

E<sub>max</sub>:最大弹性值;E<sub>mean</sub>:平均弹性值;E<sub>min</sub>:最小弹性值;E<sub>sd</sub>:标准差

### 三、Emax 联合 BI-RADS 分类的诊断情况及其效能分析

联合应用 Emax 与 BI-RADS 分类对 94 个 4a 类病变进行调整,结果显示 71 个 4a 类病变降为 3 类(图 1),漏诊 5 个恶性病变(图 2);未见 3 类病变上升为 4a 类的病灶。Emax 联合 BI-RADS 分类诊断小乳腺癌的敏感性 77.3%,特异性 82.6%,准确率 79.1%,曲线下面积 0.861(95% 可信区间 0.801~0.909),与 BI-RADS 分类单独应用的诊断效能比较差异均有统计学意义(均  $P < 0.05$ )。见表 2。

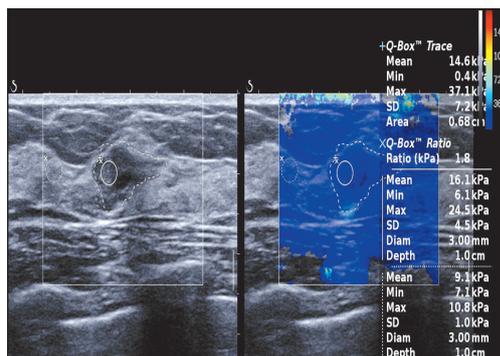


图 1 纤维瘤 SWE 图, BI-RADS 4a 类, Emax 37.1 kPa, 调整后降为 BI-RADS 3 类

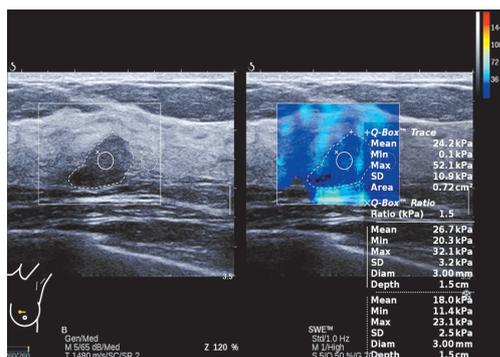


图 2 导管原位癌 SWE 图, BI-RADS 4a 类, Emax 52.1 kPa, 调整后降为 BI-RADS 3 类

表 2 不同检查方法对小乳腺癌的诊断效能

方法	曲线下面积	敏感性	特异性	准确率	PPV	NPV
BI-RADS 分类	0.915	100%	36.8%	44.6%	18.3%	100%
SWE	0.796	68.1%	87.1%	84.7%	42.9%	95.1%
BI-RADS 分类联合 SWE	0.861	77.3%	82.6%	79.1%	43.5%	96.3%

PPV: 阳性预测值; NPV: 阴性预测值

## 讨 论

常规超声已成为乳腺病变早期筛查的重要工具,美国放射学会使用 BI-RADS 分类系统对灰阶超声成像中病灶的形态学描述进行标准化分类,可提高乳腺良恶性病变的诊断准确率,但 BI-RADS 4a 类病变中有大量良性病变,会导致不必要的穿刺活检。既往研

究<sup>[4-6]</sup>表明 SWE 定量参数可以提高乳腺良恶性病变的诊断准确率。本研究旨在探讨 SWE 联合 BI-RADS 分类对小乳腺癌的鉴别诊断价值。

本研究结果显示, BI-RADS 分类诊断乳腺恶性病灶的敏感性达 100%,但特异性仅 36.8%, 94 个病灶被归类为 4a 类,恶性率为 5.3%,结合 Emax 诊断临界值将 71 个 4a 类病变降为 3 类,避免了不必要的穿刺和手术;另外漏诊了 5 个恶性病变,其最大径均  $< 1$  cm,其中 3 个为浸润性乳腺癌,3 类病变的恶性率从 0 增加至 3.8%,高于 BI-RADS 3 类病变  $\leq 2\%$  的恶性率。所以本研究倾向于相对保守的降类策略,以确保恶性病变不会被降至 3 类。建议临床在诊断最大径  $\leq 2$  cm 的乳腺病变时适当降低诊断临界值,以降低假阳性率,但对于诊断临界值的具体数值目前尚无统一标准,今后仍需进一步研究。

本研究发现,小乳腺癌的 SWE 定量参数均明显高于良性病变,差异均有统计学意义(均  $P < 0.05$ )。尽管 SWE 评估乳腺良恶性病变的价值已达成共识,但有研究<sup>[7-8]</sup>认为 SWE 参数中 Emax 的诊断效能最佳,而关于 Emax 的最佳诊断临界值尚无定论。本研究以 Emax 87.5 kPa 作为临界值,其诊断小乳腺癌的敏感性和特异性分别为 68.1% 和 87.1%。将 Emax 与 BI-RADS 分类联合应用,其诊断小乳腺癌的敏感性为 77.3%,特异性为 82.6%,曲线下面积为 0.861,与 BI-RADS 分类单独应用比较差异均有统计学意义(均  $P < 0.05$ ),与研究<sup>[1-4]</sup>结论不一致,原因可能与本研究良恶性病灶的组织病理学结果有关。早期乳腺癌和特殊类型肿瘤如黏液性癌是造成假阴性病例的原因之一。此外, Kim 等<sup>[9]</sup>发现慢性乳腺炎、腺病及导管内乳头状瘤均会造成假阳性病例出现,本研究纳入病灶包括上述病理类型,但导致假阳性和假阴性结果的因素仍需今后对大样本人群行进一步研究。

本研究的局限性:①本研究为单中心回顾性分析,且乳腺病变最大径  $\leq 2$  cm,样本量较少,因此所得结论不能完全代表乳腺良恶性病变的所有组织学类型;②由于 BI-RADS 分类和 SWE 定量参数的测量均由同一超声医师完成,未排除 BI-RADS 分类对 SWE 定量参数测量时带来的影响;③未排除乳腺病变的深度、乳腺厚度及密度等因素对诊断效能的影响。今后需行多中心大样本量前瞻性研究进一步验证。

综上所述,相较于单独 BI-RADS 分类, SWE 与其联合应用可提高小乳腺癌的诊断特异性和准确率,减少临床诊疗中 BI-RADS 4a 类病变不必要的穿刺和手术,具有较好的应用价值。

参考文献

[1] Song EJ, Sohn YM, Seo M. Tumor stiffness measured by quantitative and qualitative shear wave elastography of breast cancer [J]. Br J Radiol, 2018, 91(1086):20170830.

[2] Chamming's F, Mesurole B, Antonescu R, et al. Value of shear wave elastography for the differentiation of benign and malignant microcalcifications of the breast [J]. Am J Roentgenol, 2019, 213(2): 85-92.

[3] Pu H, Zhang XL, Xiang LH, et al. The efficacy of added shear wave elastography (SWE) in breast screening for women with inconsistent mammography and conventional ultrasounds (US) [J]. Clin Hemorheol Microcirc, 2019, 71(1):83-94.

[4] Hong S, Woo OH, Shin HS, et al. Reproducibility and diagnostic performance of shear wave elastography in evaluating breast solid mass [J]. Clin Imaging, 2017, 44(7):42-45.

[5] Huang Y, Li F, Han J, et al. Shear wave elastography of breast

lesions: quantitative analysis of elastic heterogeneity improves diagnostic performance [J]. Ultrasound Med Biol, 2019, 45(8): 1909-1917.

[6] Ng WL, Rahmat K, Fadzli F, et al. Shear wave elastography increases diagnostic accuracy in characterization of breast lesions [J]. Medicine (Baltimore), 2016, 95(12):e3146.

[7] Li TT, Kang CS, Li HZ, et al. Value of shear wave elastography image classification in the diagnosis of breast masses [J]. Zhonghua Zhong Liu Za Zhi, 2019, 41(7):540-545.

[8] Lin X, Chang C, Wu C, et al. Confirmed value of shear wave elastography for ultrasound characterization of breast masses using a conservative approach in Chinese women: a large-size prospective multicenter trial [J]. Cancer Manag Res, 2018, 11(10):4447-4458.

[9] 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? [J]. Medicine (Baltimore), 2015, 94(42):e1540.

(收稿日期:2020-04-25)

(上接第902页)

关血栓并发症的可能;若常规未在移植肾动脉及吻合口处检测到血栓,还需检查同侧移植肾供血的髂动脉是否有血栓形成。本例患者于第二次肾移植术后3个月复查超声,提示左侧髂外动脉吻合口近心段局限性管腔闭塞,吻合口远心段血流反向,推测血供可能有两种来源:①左侧髂内动脉系统与左侧髂外动脉吻合口远心段之间有交通支,通过这些交通支动脉,左侧髂内动脉系统向左侧髂外动脉吻合口远心段供血;②左、右侧髂动脉系统之间有交通支<sup>[2]</sup>,通过这些交通支向左侧髂外动脉吻合口远心段直接或间接供血。

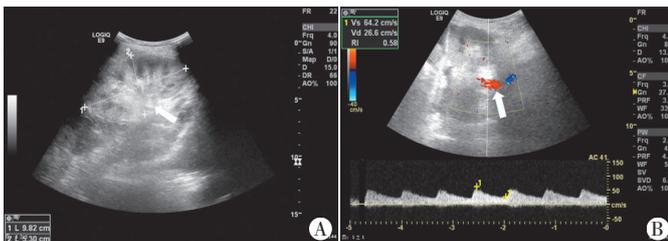
总之,彩色多普勒超声具有无辐射、无创、可重复性好的优

势,对移植肾相关血管并发症具有较高的检出率,对于肾移植血栓的高危患者,除常规检测移植肾动脉及吻合口外,还需检查同侧髂动脉。

参考文献

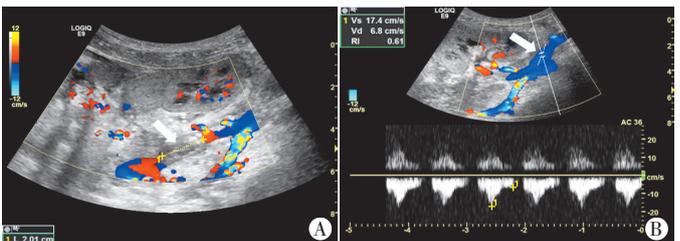
[1] 邢继章,洪泉,汪泽厚,等.15例肾移植患者术后血管并发症的临床分析[J].透析与人工器官,2013,24(4):1-5.

[2] El-Harakeh MA, Barbari A, Stephan A, et al. A transplanted kidney surviving total vessel occlusion and anuria [J]. Clin Nephrol, 2005, 64(2):159-162.



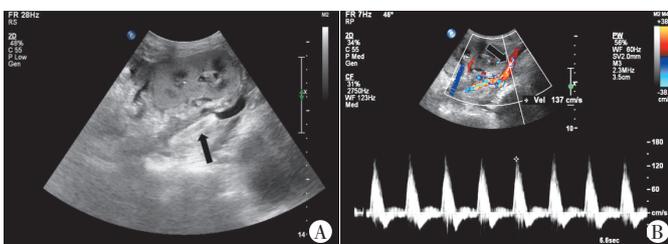
A: 移植肾(箭头示)大小9.8 cm×5.4 cm,实质厚度2.2 cm,移植肾实质回声增强;B: 移植肾肾主动脉(箭头示)峰值流速减低(64.0 cm/s),阻力指数偏低(0.58)

图1 第二次肾移植术后14 d超声检查图



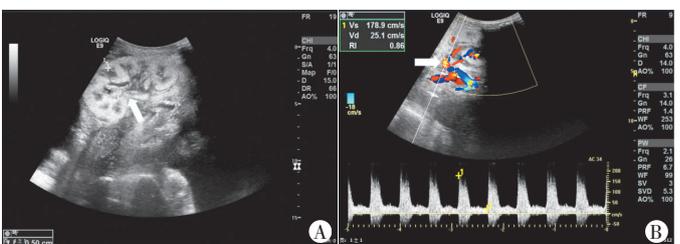
A: 移植肾实质回声增强,左侧髂外动脉吻合口近心段见长约2.0 cm管腔闭塞(箭头示),内见低回声区填充,未见血流;B: 左侧髂外动脉吻合口远心段血流反向(箭头示),向近心端流动,血流速度减低,峰值流速17.4 cm/s,阻力指数0.61

图2 第二次肾移植术后3个月超声检查图



A: 左侧髂外动脉内见支架回声(箭头示),移植肾大小10.4 cm×4.9 cm,实质厚度2.0 cm,移植肾实质回声增强;B: 左侧髂外动脉(箭头示)管腔内血流充盈良好,血流方向未见异常,峰值流速137.0 cm/s

图3 支架置入后21 d超声检查图



A: 移植肾萎缩(箭头示),大小为8.9 cm×4.3 cm,实质厚度1.7 cm,移植肾实质回声增强;B: 移植肾肾主动脉(箭头示)峰值流速179.0 cm/s,阻力指数0.86

图4 第二次肾移植术后半年超声检查图

(收稿日期:2020-03-12)