



· 论 著 ·

剪切波弹性成像联合超微血管显像对乳腺病灶良恶性的鉴别诊断价值

吕 景, 张 娜, 邸海燕, 杨 震, 刘 巍, 白芳芳

保定市第二中心医院超声科, 河北 涿州 072750

[摘要] 目的: 探讨剪切波弹性成像 (shear wave elastography, SWE) 联合超微血管显像 (super microvascular imaging, SMI) 在乳腺病灶良恶性鉴别诊断中的应用价值。方法: 对236例乳腺占位性病变患者共272个病灶进行SWE及SMI检查。以手术后病理学检查结果为金标准, 评价SWE、SMI及两者联合对乳腺病灶良恶性的鉴别诊断效能, 并应用受试者工作特征 (receiver operating characteristic, ROC) 曲线分析SWE的最大值 (E_{max})、平均值 (E_{mean})、最小值 (E_{min})、标准差 (SD) 以及病灶与周边正常组织比值 (E_{ratio}) 对乳腺病灶良恶性的鉴别诊断价值。结果: 272个病灶中, 良性病灶125个, 恶性病灶147个。恶性病灶的 E_{max} [(124.8 ± 52.6) kPa vs (26.5 ± 15.4) kPa]、 E_{mean} [(70.5 ± 33.6) kPa vs (16.7 ± 12.4) kPa]、 E_{min} [(27.3 ± 16.2) kPa vs (9.1 ± 5.8) kPa]、SD [(24.7 ± 13.5) kPa vs (3.4 ± 2.0) kPa] 及 E_{ratio} (5.7 ± 2.2 vs 1.4 ± 0.5) 明显高于良性病灶 ($P < 0.01$)。恶性病灶Alder血流分级 II ~ III级者明显多于良性病灶 ($P < 0.01$)。SWE联合SMI鉴别诊断乳腺病灶良恶性的灵敏度、特异度及准确率分别为97.3%、94.4%、96.0%。 E_{max} 、 E_{mean} 、 E_{min} 、SD及 E_{ratio} 鉴别诊断乳腺病灶良恶性的曲线下面积 (area under curve, AUC) 分别为0.938、0.882、0.806、0.870、0.904, 当 E_{max} 取76.8 kPa时, 其鉴别诊断乳腺病灶良恶性的灵敏度和特异度最好, 分别为93.5%和91.8%。结论: E_{max} 对乳腺病灶良恶性鉴别诊断具有较高的价值, SWE联合SMI有助于提高乳腺病灶良恶性鉴别诊断的准确率。

[关键词] 剪切波弹性成像; 超微血管显像; 乳腺肿瘤; 鉴别诊断

DOI: 10.19732/j.cnki.2096-6210.2020.05.005

中图分类号: R737.9; R445.1 文献标志码: A 文章编号: 2096-6210(2020)05-0448-05

Value of shear wave elastography combined with super microvascular imaging in differential diagnosis of benign and malignant breast lesions LÜ Jing, ZHANG Na, DI Haiyan, YANG Zhen, LIU Wei, BAI Fangfang (Department of Ultrasonography, Baoding Second Central Hospital, Zhuozhou 072750, Hebei Province, China)

Correspondence to: LÜ Jing E-mail: 93861994@qq.com

[Abstract] **Objective:** To investigate the application value of shear wave elastography (SWE) combined with super microvascular imaging (SMI) in differential diagnosis of benign and malignant breast lesions. **Methods:** SWE and SMI examinations were performed on 272 lesions in 236 patients with breast lesions. The diagnostic efficacy of SWE, SMI and their combination in differentiating benign from malignant breast lesions were evaluated based on the results of surgical pathology. The value of the maximum (E_{max}), average (E_{mean}), minimum (E_{min}), standard deviation (SD) of SWE and the ratio of lesions to peripheral normal tissues (E_{ratio}) in the differential diagnosis of benign and malignant breast lesions was analyzed by receiver operating characteristic (ROC) curve. **Results:** Among the 272 lesions, 125 were benign and 147 were malignant. E_{max} [(124.8 ± 52.6) kPa vs (26.5 ± 15.4) kPa], E_{mean} [(70.5 ± 33.6) kPa vs (16.7 ± 12.4) kPa], E_{min} [(27.3 ± 16.2) kPa vs (9.1 ± 5.8) kPa], SD [(24.7 ± 13.5) kPa vs (3.4 ± 2.0) kPa] and E_{ratio} (5.7 ± 2.2 vs 1.4 ± 0.5) in malignant lesions were significantly higher than those in benign lesions ($P < 0.01$). There were more cases of the Alder blood flow II - III grade in malignant lesions than that in benign lesions ($P < 0.01$). The sensitivity, specificity and accuracy of SWE combined with SMI in differentiating benign and malignant breast lesions were 97.3%, 94.4% and 96.0%, respectively. The area under curve (AUC) of E_{max} , E_{mean} , E_{min} , SD and E_{ratio} in differentiating benign and malignant breast lesions were 0.938, 0.882, 0.806, 0.870 and 0.904, respectively. When E_{max} was 76.8 kPa, the sensitivity and specificity of differentiating benign from malignant breast lesions were 93.5% and 91.8%, respectively. **Conclusion:** E_{max} has higher

通信作者: 吕 景 E-mail: 93861994@qq.com

value in differential diagnosis of benign and malignant breast lesions, and SWE combined with SMI can improve the accuracy of differential diagnosis.

[Key words] Shear wave elastography; Super microvascular imaging; Breast tumor; Differential diagnosis

乳腺癌是女性常见的恶性肿瘤之一,近年来乳腺癌的发病率明显升高,且呈年轻化趋势,对女性生命健康造成极大的威胁^[1]。乳腺癌的早期表现不典型,常被误诊或漏诊,如何准确鉴别乳腺病灶的良恶性,是临床医师关注的焦点,也是超声技术发展的重点。剪切波弹性成像(shear wave elastography, SWE)是一种定量弹性超声技术,通过发射声辐射脉冲在组织中产生剪切波,可实现声波下的触诊,客观地评价病灶硬度,对良恶性病灶的鉴别诊断具有一定的价值^[2]。超微血管显像(super microvascular imaging, SMI)是一种全新的微血管超声成像技术,在无须造影的情况下即可对病变的微血管进行成像,显示病灶血流分布的能力优于彩色多普勒超声,对鉴别病灶的良恶性具有重要意义^[3]。本研究通过回顾并分析乳腺病变患者SWE及SMI特征,探讨SWE联合SMI对乳腺良恶性病灶的鉴别诊断价值,旨在为乳腺癌的诊断及临床治疗提供参考依据。

1 资料和方法

1.1 研究对象

选取2016年1月—2018年6月于保定市第二中心医院就诊并经病理学检查证实的乳腺占位性病变患者236例,患者均为女性,年龄28~76岁,平均年龄(47.25 ± 9.20)岁。纳入标准:

- ① 所有病灶术前均行常规超声、SWE及SMI检查,并经手术后病理学检查证实;
- ② 病灶最大径均 <35 mm;
- ③ 乳腺影像报告和数据系统(Breast Imaging Reporting and Data System, BI-RADS)分类为3~4级类的病灶。排除标准:
- ① 妊娠及哺乳期;
- ② 乳腺内有假体;
- ③ 已接受放疗、化疗;
- ④ 患严重肝肾疾病及其他恶性肿瘤者。

1.2 仪器与方法

1.2.1 主要仪器

采用法国Supersonic Imagine公司Aixplorer型彩色多普勒超声诊断仪,线阵探头频率为4.0~15.0 MHz,具有SWE和SMI两种成像功能。

1.2.2 检查方法

患者取仰卧位,充分暴露双侧乳房,先行常规超声扫查,观察病灶的灰阶及血流图像特征,再转换至SWE模式,探头不施压,采用连续激发模式,量程0~180 kPa。采用仪器默认的椭圆形描绘感兴趣区,应尽可能覆盖整个病灶,选取感兴趣区后,自动计算取样框内的弹性模量参数,包括弹性模量值的最大值(E_{max})、平均值(E_{mean})、最小值(E_{min})、标准差(SD),以及病灶与周边正常组织比值(E_{ratio}),同一病灶进行3次测量并取平均值。待SWE图像采集完毕后,切换到SMI模式,通过调节取样框大小将速度控制在1.2 cm/s左右。选择血流显示最丰富的切面采集灰阶模式图像。按照Adler血流分级标准对病灶微血管信息进行分级:病灶内未发现血流信号为0级;病灶内有少量血流,可见1或2个点状或细短棒状血管为I级;病灶内有中量血流,可见3或4个点状或1支较长血管,血管长度接近或超过病灶半径为II级;病灶内有多量血流,可见5个以上点状或2支较长血管病灶为III级。一般认为0~I级为良性,II~III级为恶性。

1.3 图像分析

所有病灶的SWE和SMI图像分析由2名超声诊断经验丰富的医师独立完成,如诊断结果不一致,则重新分析讨论达成一致。

1.4 统计学处理

采用SPSS 20.0统计软件分析,计量资料以 $\bar{x} \pm s$ 表示,组间比较采用 t 检验。评价SWE及SMI对乳腺病灶良恶性的鉴别诊断效能,绘制受试者工作特征(receiver operating characteristic, ROC)曲线分析SWE弹性模量参数对乳腺病灶良

恶性的鉴别诊断价值。 $P<0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结 果

2.1 病理学检查结果

236例乳腺占位性病変患者共272个病灶,最大径为6~34 mm,平均 (17.20 ± 6.80) mm。其中良性病灶125个,最大径为6~30 mm,平均 (15.26 ± 6.38) mm,包括纤维瘤56个,腺病41个,导管内乳头状瘤16个,乳腺炎5个,良性叶状肿瘤3个,坏死性淋巴炎2个,脂膜炎2个;恶性病灶147个,最大径为8~34 mm,平均 (18.75 ± 7.40) mm,包括浸润性导管癌103个,浸润性小叶癌14个,导管原位癌11个,恶性叶状肿瘤7个,黏液腺癌6个,髓样癌4个,乳头状癌2个。

2.2 乳腺良恶性病灶SWE弹性模量参数比较

恶性病灶SWE的 E_{\max} 、 E_{mean} 、 E_{\min} 、SD及

E_{ratio} 明显高于良性病灶,差异均有统计学意义($P<0.01$,图1,表1)。

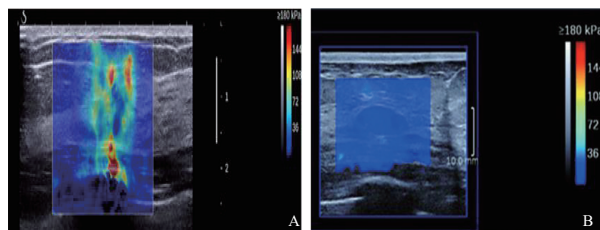


图1 乳腺良恶性病灶SWE的表现图

A: E_{\max} 、 E_{mean} 及SD分别为138.5、62.5、20.8 kPa,病理学诊断为浸润性导管癌;B: E_{\max} 、 E_{mean} 及SD分别为25.2、15.8、3.2 kPa,病理学诊断为纤维瘤。

2.3 乳腺良恶性病灶的SMI分级比较

良性病灶Alder血流分级集中在0~I级107例,而I~II级94例,II~III级18例;恶性病灶Alder血流分级集中在II~III级129例,而I~II级67例,0~I级18例。恶性病灶Alder血流分级II~III级129例明显多于良性病灶18例,差异有统计学意义($\chi^2=146.362$, $P<0.01$)。

表1 乳腺良恶性病灶SWE弹性模量参数比较

病理学类型	病灶	E_{\max} /kPa	E_{mean} /kPa	E_{\min} /kPa	SD/kPa	E_{ratio}
良性	125	26.5 ± 15.4	16.7 ± 12.4	9.1 ± 5.8	3.4 ± 2.0	1.4 ± 0.5
恶性	147	124.8 ± 52.6	70.5 ± 33.6	27.3 ± 16.2	24.7 ± 13.5	5.7 ± 2.2
<i>t</i> 值		12.605	9.217	6.108	9.864	10.413
<i>P</i> 值		<0.001	<0.001	0.004	<0.001	<0.001

2.4 SWE及SMI对乳腺病灶良恶性的鉴别诊断效能

SWE联合SMI鉴别诊断乳腺病灶良恶性的灵敏度、特异度及准确率均优于单项SWE或SMI,差异有统计学意义($P<0.01$)。SWE与SMI鉴别诊断乳腺病灶良恶性的灵敏度、特异度及准确率比较差异无统计学意义($P>0.05$,表2)。

2.5 SWE弹性模量参数对乳腺病灶良恶性的鉴别诊断价值

以病理学检查结果为金标准,绘制ROC曲

线, E_{\max} 、 E_{mean} 、 E_{\min} 、SD及 E_{ratio} 鉴别诊断乳腺病灶良恶性的曲线下面积(area under curve, AUC)分别为0.938、0.882、0.806、0.870、0.904,对应的最佳界值分别为76.8、43.7、17.2、15.3、3.8 kPa。当 E_{\max} 取76.8 kPa时,其鉴别诊断乳腺病灶良恶性的灵敏度、特异度、阳性预测值及阴性预测值分别为93.5%、91.8%、94.6%和90.7%(图2)。

表2 SWE及SMI对乳腺病灶良恶性的鉴别诊断效能

检查方法	检查结果	病理学检查结果 (结节数)		灵敏度/%	特异度/%	P值	阳性预测值/%	阴性预测值/%	准确率/%
		良性	恶性						
SWE	良性	107	19	87.1	85.6	>0.05 ^a	87.7	84.9	86.4
	恶性	18	128						
SMI	良性	102	21	85.7	81.6	>0.05 ^a	84.6	82.9	83.8
	恶性	23	126						
SWE联合SMI	良性	118	4	97.3	94.4	<0.01 ^b	95.3	96.7	96.0
	恶性	7	143						

注：与SWE比较，^a表示 $P>0.05$ ，^b表示 $P<0.01$ ；与SMI比较，^a表示 $P>0.05$ ，^b表示 $P<0.01$ 。

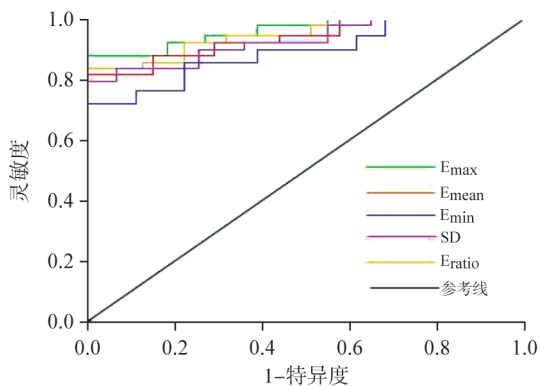


图2 SWE弹性模量参数鉴别诊断乳腺病灶良恶性的ROC曲线

3 讨 论

乳腺癌作为一种高度异质性的恶性肿瘤，其早期诊断对于提高患者的生存质量及评估预后具有重要的意义。目前，高频超声是临床检查乳腺疾病的首选方法，具有直观可靠、无辐射、可重复检查等特点，但由于病理结构不同，高频超声不能直接提供病灶硬度信息，对不典型的良恶性病灶容易误诊和漏诊^[4]。

SWE是一种超声弹性成像新技术，通过测量组织的密度获得杨氏模量即组织的弹性值，克服了传统半定量弹性成像的主观性，可以定量评估病灶硬度，使诊断结果更客观^[5]。Xue等^[6]研究发现，SWE操作便捷、快速，能够反映病灶及周边组织的硬度，为病灶良恶性的鉴别诊断提供足够的信息，从而减少漏诊和误诊。Liu等^[7]的研究表明，SWE通过系统内的定量分析系统测量组织的弹性值，在乳腺病灶的良恶性鉴别诊断方面具有客观、定量诊断的优势。本

研究显示，恶性病灶SWE的 E_{max} 、 E_{mean} 、 E_{min} 、SD及 E_{ratio} 明显高于良性病灶，与Chen等^[8]的研究结果相符。本研究以病理学检查结果为金标准，对SWE弹性模量参数进行ROC曲线分析，结果显示，当 E_{max} 取76.8 kPa时，其鉴别诊断乳腺病灶良恶性的AUC最大，灵敏度和特异度、阳性预测值及阴性预测值均最好。说明 E_{max} 鉴别诊断乳腺病灶良恶性的效能优于 E_{mean} 、 E_{min} 、SD及 E_{ratio} ，具有良好的临床应用价值。Ren等^[9]研究显示， E_{mean} 可获得最大的AUC (0.967)，其诊断效能优于其他参数，是鉴别诊断乳腺良恶性病变最有价值的指标。另有研究表明， E_{max} 鉴别诊断乳腺病灶良恶性的AUC为0.935，以87.65 kPa为诊断阈值时，其灵敏度、特异度分别为91.4%和88.5%，诊断效能优于其他参数，可作为评价乳腺病灶良恶性的重要参考指标^[10]。但诊断乳腺病灶良恶性的弹性参数及其阈值尚未建立统一标准，仍需更多的临床研究证实。

SMI使用新的多普勒成像技术，通过识别血流和组织运动产生的噪声，并采用自适应的计算方法来显示真正的血流信息，具有更高的空间分辨力、更少的运动伪像、更高的帧频成像，可清晰显示微血管内的极低速血流^[11]。Zhao等^[12]研究表明，SMI在恶性病灶中的血管检出能力明显优于彩色多普勒超声，能够更敏感地检测出病灶内新生微血管的血流，对乳腺恶性病灶具有更高的诊断价值。亦有研究认为，SMI能够显示乳腺病变的微血管结构，对乳腺病灶低速血流的检测更敏感，可以提高良恶性病灶的鉴别诊断能力^[13]。本研究显示，恶性病灶Alder血

流分级Ⅱ~Ⅲ级者明显多于良性病灶,提示病灶内部血管越丰富,其恶性程度越高。这可能是由于病灶的恶性程度越高,癌细胞诱导产生血管生成因子的能力就越强,病灶内部新生血管就越多,而良性病灶内部新生血管较少,大多表现为无血流或者是少血流^[14]。本研究中单独应用SWE或SMI存在假阴性和假阳性,SWE联合SMI鉴别诊断乳腺病灶良恶性的灵敏度(97.3%)、特异度(94.4%)及准确率(96.0%)均优于单项SWE或SMI。说明联合应用SWE及SMI技术有利于提高乳腺病灶良恶性鉴别诊断的准确率,同时也提示我们在临床工作中应合理选择检查技术联合应用,以达成互补的最优诊断方案。范向阳等^[15]的研究表明,SWE及SMI均有助于鉴别乳腺肿块良恶性,两者联合鉴别乳腺肿块良恶性的灵敏度和特异度为93.18%和92.23%,误诊率由单独应用SWE的9.52%下降到4.76%。亦有研究证实,与常规超声相比,SWE提供了评估组织硬度的标准量化结果,SMI在乳腺良恶性肿瘤中显示了更细微的血流信息,SWE联合SMI在乳腺肿块良恶性鉴别诊断中具有较好的应用价值,其AUC、灵敏度、特异度及准确率分别为0.897、85.42%、84.00%和84.55%^[16]。

综上所述,SWE可客观定量地评估病灶的弹性值,其中 E_{\max} 可作为乳腺病灶良恶性鉴别诊断的重要参考指标;与彩色多普勒超声比较,SMI能清晰显示病灶内部微血管极低速血流。SWE联合SMI有助于提高乳腺病灶良恶性鉴别诊断的灵敏度和特异度,具有广阔的临床应用前景。但本研究为单中心的回顾性研究,尚需多中心、大样本的临床研究进一步证实。

[参 考 文 献]

- [1] PARDO C, CENDALES R. Cancer incidence estimates and mortality for the top five cancer in Colombia, 2007–2011 [J]. *Colomb Med (Cali)*, 2018, 49(1): 16–22.
- [2] STANGIERSKI A, WOLINSKI K, Ruchala M. Shear wave elastography in the diagnostics of parathyroid adenomas—new application of the method [J]. *Endocrine*, 2018, 60(2): 240–245.
- [3] DUBINSKY T J, REVELS J, WANG S, et al. Comparison of superb microvascular imaging with color flow and power Doppler imaging of small hepatocellular carcinomas [J]. *J Ultrasound Med*, 2018, 37(12): 2915–2924.
- [4] ZHAO Q, SUN J W, ZHOU H, et al. Pre-operative conventional ultrasound and sonoelastography evaluation for predicting axillary lymph node metastasis in patients with malignant breast lesions [J]. *Ultrasound Med Biol*, 2018, 44(12): 2587–2595.
- [5] LUO J, CAO Y, NIAN W, et al. Benefit of Shear-wave elastography in the differential diagnosis of breast lesion: a diagnostic Meta-analysis [J]. *Med Ultrason*, 2018, 1(1): 43–49.
- [6] XUE Y, YAO S, LI X, et al. Value of shear wave elastography in discriminating malignant and benign breast lesions: a Meta-analysis [J]. *Medicine (Baltimore)*, 2017, 96(42): e7412.
- [7] LIU S Q, LIU Y P, ZHOU B G, et al. Two-dimensional shear wave elastography for differential diagnosis between mastitis and breast malignancy [J]. *Clin Hemorheol Microcirc*, 2018, 70(3): 347–354.
- [8] CHEN Y L, GAO Y, CHANG C, et al. Ultrasound shear wave elastography of breast lesions: correlation of anisotropy with clinical and histopathological findings [J]. *Cancer Imaging*, 2018, 18(1): 11.
- [9] REN W W, LI X L, HE Y P, et al. Two-dimensional shear wave elastography of breast lesions: comparison of two different systems [J]. *Clin Hemorheol Microcirc*, 2017, 66(1): 37–46.
- [10] 曾庆劲, 曾 婕, 郑荣琴, 等. 剪切波弹性成像在乳腺实性病变良恶性鉴别诊断中的价值 [J]. *中华超声影像学杂志*, 2014, 23(2): 129–132.
- [11] BAKDIK S, ARSLAN S, ONCU F, et al. Effectiveness of superb microvascular imaging for the differentiation of intraductal breast lesions [J]. *Med Ultrason*, 2018, 20(3): 306–312.
- [12] ZHAO Y, ZHOU P, LIU W, et al. Application of a novel microvascular imaging technique in breast lesion evaluation [J]. *Ultrasound Med Biol*, 2016, 42(9): 2097–2105.
- [13] ZHAN J, DIAO X H, JIN J M, et al. Superb microvascular imaging—a new vascular detecting ultrasonographic technique for avascular breast masses: a preliminary study [J]. *Eur J Radiol*, 2016, 85(5): 915–921.
- [14] KOUTRAS A, KOTOULA V, FOUNTZILAS G. Prognostic and predictive role of vascular endothelial growth factor polymorphisms in breast cancer [J]. *Pharmacogenomics*, 2015, 16(1): 79–94.
- [15] 范向阳, 李紫瑶, 申凯凯, 等. 剪切波弹性成像联合超微血管显像在乳腺肿块良恶性鉴别诊断中的应用 [J]. *中华超声影像学杂志*, 2016, 25(9): 795–799.
- [16] ZHU Y C, ZHANG Y, DENG S H, et al. Diagnostic performance of superb microvascular imaging (SMI) combined with shear-wave elastography in evaluating breast lesions [J]. *Med Sci Monit*, 2018, 24(8): 5935–5942.

(收稿日期: 2020-05-30 修回日期: 2020-06-17)