

# 剪切波弹性成像技术对乳腺钙化肿块的诊断价值

张文欣,张含祺,李 浴,郭艺旋,郑 慧

(安徽医科大学第一附属医院超声科,安徽 合肥 230022)

**摘要:**目的 探讨剪切波弹性成像技术(SWE)对伴有钙化的乳腺肿块的诊断价值。方法 收集2020年1月-2022年2月在我院收治的201例女性患者临床资料,共205个乳腺肿块。纳入伴有钙化且BI-RADS分类结果为4a及以上的乳腺肿块193个,其中良性110个,恶性83个。使用SWE技术比较最大弹性值( $E_{\max}$ )和平均弹性值( $E_{\text{mean}}$ )在良恶性组中的差异,分析SWE的诊断效能。结果 恶性组的 $E_{\max}$ 和 $E_{\text{mean}}$ 值高于良性组,差异有统计学意义( $P<0.01$ ); $E_{\max}$ 和 $E_{\text{mean}}$ 两个指标具有较高的特异度和阳性预测值,分别为90.91%、87.01%及93.64%、90.00%。 $E_{\max}$ 和 $E_{\text{mean}}$ 的AUC值分别为0.92(0.89~0.96)和0.91(0.87~0.95),两者具有良好且相似的诊断效能。结论 SWE对所有伴钙化的乳腺肿块具有良好的诊断效能, $E_{\max}$ 与 $E_{\text{mean}}$ 两弹性指标的特异度均较高,在保证灵敏度的同时,其特异度的提高有利于减少对可疑结节的穿刺活检。

**关键词:**剪切波弹性成像;钙化;乳腺肿块;超声

中图分类号:R445.1;R737.9

文献标识码:A

DOI:10.3969/j.issn.1006-1959.2023.10.036

文章编号:1006-1959(2023)10-0161-04

## Diagnostic Value of Shear Wave Elastography in Breast Calcified Masses

ZHANG Wen-xi,ZHANG Han-qi,LI Yu,GUO Yi-xuan,ZHENG Hui

(Department of Ultrasound,the First Affiliated of Anhui Medical University,Hefei 230022,Anhui,China)

**Abstract:**Objective To investigate the diagnostic value of shear wave elastography (SWE) in breast masses with calcification. Methods The clinical data of 201 female patients admitted to our hospital from January 2020 to February 2022 were collected, with a total of 205 breast masses. A total of 193 breast masses with calcification and BI-RADS classification results of 4a and above were included, including 110 benign and 83 malignant. The SWE technique was used to compare the difference between the maximum elasticity value ( $E_{\max}$ ) and the average elasticity value ( $E_{\text{mean}}$ ) in the benign and malignant groups, and to analyze the diagnostic efficacy of SWE. Results The  $E_{\max}$  and  $E_{\text{mean}}$  values of the malignant group were higher than those of the benign group, and the difference was statistically significant ( $P<0.01$ ).  $E_{\max}$  and  $E_{\text{mean}}$  had higher specificity and positive predictive value, which were 90.91%, 87.01% and 93.64%, 90.00%, respectively. The AUC values of  $E_{\max}$  and  $E_{\text{mean}}$  were 0.92 (0.89-0.96) and 0.91 (0.87-0.95), respectively, with good and similar diagnostic efficacy. Conclusion SWE has good diagnostic efficacy for all breast masses with calcification. The specificity of  $E_{\max}$  and  $E_{\text{mean}}$  elasticity indexes is high. While ensuring the sensitivity, the improvement of its specificity is conducive to reducing the biopsy of suspicious nodules.

**Key words:** Shear wave elastography; Calcification; Breast mass; Ultrasound

乳腺癌(breast cancer)的发病率在女性恶性肿瘤中位居首位,早期诊断和治疗有利于提高患者的预后<sup>[1]</sup>。超声检查和乳腺X线检查是鉴别乳腺癌的常用方法。钙化在乳腺肿块中十分常见,是由多种原因引起的矿物质沉积,通常良性和恶性乳腺肿块中都存在钙化<sup>[2]</sup>。乳腺X线检查虽然对钙化敏感,但由于亚洲女性的乳腺组织以致密型为主,降低了在这种致密型乳腺中诊断疾病的能力<sup>[3,4]</sup>。超声可以有效分辨钙化,钙化是恶性病变的重要影像学特征之一<sup>[5]</sup>。依据钙化的形态及分布将其分为良性钙化与可疑钙化,但有时难以准确区分。SWE技术在鉴别

乳腺肿块中良好的诊断价值已有多项研究证实<sup>[6,7]</sup>。钙化会影响组织的弹性值,使其硬度增高<sup>[8]</sup>,SWE能有效地鉴别乳腺肿块的良恶性,但SWE对伴钙化的乳腺肿块诊断价值的研究较少。本研究旨在分析在所有伴钙化的乳腺肿块中,SWE是否仍具有良好的诊断效能。

### 1 资料与方法

1.1 一般资料 收集2020年1月-2022年2月在安徽医科大学第一附属医院收治的201例女性患者,共205个乳腺肿块。排除有乳腺癌病史、乳腺手术史、乳腺瘢痕组织、怀孕或哺乳期的患者,共纳入193例患者共193个肿块。患者年龄22~81岁,结节最大径3~32 mm。所有入组患者术前均已完善常规超声和SWE检查,病变均进行粗针穿刺活检或手术检查以获得病理结果。

1.2 方法 采用Supersonic Aixplorer超声诊断仪,

作者简介:张文欣(1997.11-),女,安徽合肥人,硕士研究生,住院医师,主要从事超声医学诊断研究

通讯作者:郑慧(1962.11-),女,广东广州人,硕士,主任医师,主要从事影像医学与核医学方向的研究

L4-15 线阵探头,配备 SWE 成像软件。使用二维超声检查全面扫查乳腺后,将探头轻轻放置在伴有可疑钙化的肿块上并启动 SWE 系统,当图像保持稳定时,获得该肿块的 SWE 图像,计算最大弹性值( $E_{\max}$ )和平均弹性值( $E_{\text{mean}}$ ),测量 3 次,选取图像质量最高的一张。

**1.3 统计学方法** 采用 SPSS 26.0 软件进行分析,经正态检验后,计量资料均满足非正态分布。计量资料采用 $[M(P_{25} \sim P_{75})]$ 表示,两组间比较采用 Mann-Whitney  $U$  检验,计数资料使用  $\chi^2$  检验, $P < 0.01$  表示差异有统计学意义。绘制 ROC 曲线计算 AUC 值,使用 Youden 指数找出最佳截断值,计算参数的灵敏度、特异度、阳性预测值、阴性预测值。

## 2 结果

**2.1 病理结果** 193 个乳腺肿块中,良性 110 个(56.99%),恶性 83 个(75.45%)。良性肿块包括纤维腺瘤 40 个(36.36%),腺病伴纤维腺瘤形成 36 个(32.73%),腺病 17 个(15.45%),导管内乳头状瘤 11 个(10.00%),炎性 4 个(3.64%),叶状肿瘤 2 个(1.82%)。恶性肿块包括:浸润性导管癌 68 个(81.93%),导管原位癌 10 个(12.05%),浸润性小叶

癌 3 个(3.61%),乳头状癌 1 个(1.20%),梭形细胞恶性肿瘤 1 个(1.20%)。

**2.2  $E_{\max}$  参数对伴钙化乳腺肿块的诊断价值** 对所有伴钙化的乳腺肿块中,恶性肿块  $E_{\max}$  值为 209.20 (108.90~291.80)kPa,高于良性肿块的 45.65 (30.40~89.30)kPa,差异有统计学意义( $Z = -9.906, P < 0.01$ ),见图 1。

**2.3  $E_{\text{mean}}$  参数对伴钙化乳腺肿块的诊断价值** 对于  $E_{\text{mean}}$  参数,恶性伴钙化肿块的值为 71.00 (51.10~88.20)kPa,也高于良性伴钙化肿块的 21.10 (14.65~35.08)kPa,差异有统计学意义( $Z = -9.796, P < 0.01$ ),见图 2。

**2.4 两个弹性指标间诊断效能的比较** 根据 Youden 指数找出  $E_{\max}$  和  $E_{\text{mean}}$  最佳 Cut-off 值分别为 101.10、50.60 kPa。 $E_{\max}$  和  $E_{\text{mean}}$  指标的 AUC 值分别为 0.92 和 0.91,两者都具有良好且相似的诊断效能。对于钙化肿块, $E_{\max}$  和  $E_{\text{mean}}$  两个定量指标在保证良好灵敏度的同时,都表现出较高的特异度,分别为 90.91%、93.64%。同时,相比阴性预测值,两个定量指标均具有较高的阳性预测值,分别为 87.01%、90.00%,见表 1、图 3。

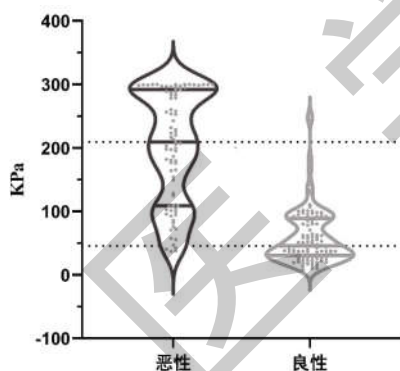


图 1  $E_{\max}$  在良恶性患者间的差异

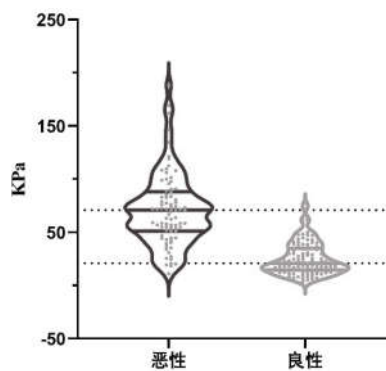


图 2  $E_{\text{mean}}$  在良恶性组间的差异

表 1 两 SWE 参数在伴钙化乳腺肿块中的诊断效能

参数	截断值(kPa)	Youden 指数	灵敏度	特异度	准确率
$E_{\max}$	101.10	0.72	80.72%(67/83)	90.91%(100/110)	86.53%(167/193)
$E_{\text{mean}}$	50.60	0.70	75.90%(63/83)	93.64%(103/110)	86.01%(166/193)
参数	阳性预测值		阴性预测值		AUC(95%CI)
$E_{\max}$	87.01%(67/77)		86.21%(100/116)		0.92(0.89~0.96)
$E_{\text{mean}}$	90.00%(63/70)		83.74%(103/123)		0.91(0.87~0.95)

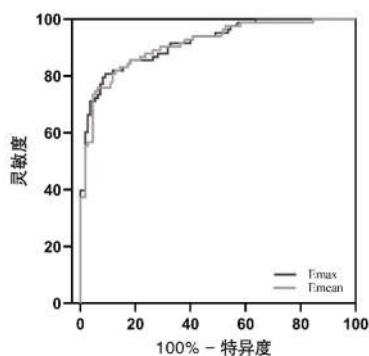


图3 两弹性参数的 ROC 曲线

### 3 讨论

剪切波弹性成像是通过测量剪切波的传播速度来计算组织的弹性值,弹性用杨氏模量  $E$  表示,其计算公式为  $E=3\rho c^2$  ( $\rho$ :组织密度,  $c$ :剪切波速)<sup>[9]</sup>。癌组织常发生血管生成、炎症反应、高水平的胶原成分和坏死等,这些都与组织的高硬度有关,因此乳腺癌组织比正常乳腺组织坚硬,这使得 SWE 技术可以通过测量组织硬度评估乳腺病变的性质<sup>[10,11]</sup>。SWE 有多种指标,其中以  $E_{\max}$  和  $E_{\text{mean}}$  这两个参数最为广泛使用<sup>[12-15]</sup>。目前最常使用的  $E_{\max}$  值为 80 kPa,其特异度为 69.38%, $E_{\text{mean}}$  值为 50 kPa,特异度为 83.00%<sup>[15,16]</sup>。本研究中恶性肿瘤的  $E_{\max}$  与  $E_{\text{mean}}$  高于良性肿块,在伴有钙化的肿块中,恶性肿瘤弹性值同样高于良性肿块,钙化虽然对弹性值有影响,由于良恶性肿瘤的钙化成分不同,使得两者的弹性值具有显著差异。 $E_{\max}$  与  $E_{\text{mean}}$  的 AUC 值分别为 0.92、0.91,应用 SWE 检查全部伴钙化的乳腺肿块,可以有效鉴别其良恶性<sup>[15-17]</sup>。 $E_{\max}$  的灵敏度、特异度分别为 80.72%、90.91%, $E_{\text{mean}}$  的灵敏度、特异度分别为 75.90%、93.64%。SWE 诊断的特异度有明显提高,而灵敏度改善不明显。本研究使用  $E_{\max}$  为 101.1 kPa 为临界值时,有 16 个恶性肿瘤(浸润性导管癌 11 个,导管原位癌 5 个)被误诊为良性,在这 11 个浸润性导管癌中,最大径均不超过 20 mm,这与文献报道中小病灶的弹性硬度易被低估,以及导管原位癌相较于浸润性乳腺癌的假阴性率高一致<sup>[18,19]</sup>。此外,有 10 个良性肿块被判为恶性,其中纤维腺瘤 6 个,纤维腺瘤伴钙化的情况十分常见,但其钙化为簇状或粗大时,也可能影响 SWE 的诊断效能,继而产生假阳性结果。

恶性伴钙化肿块的  $E_{\max}$  为 209.20 (108.90~291.80)kPa,高于既往报道中的 179 (136~180)kPa,而最佳 Cutoff 值为 101.1 kPa,也高于 Berg WA 等<sup>[15]</sup>

推荐的 80 kPa,这表明钙化会导致更高的弹性值,继而使  $E_{\max}$  截断值偏高。 $E_{\text{mean}}$  最佳 Cutoff 值为 50.6 kPa,这与 Evans A 等<sup>[16]</sup>报道的基本相同,但良性伴钙化肿块的中值为 21.10 (14.65~35.08)kPa,低于 Choi SH 等<sup>[20]</sup>的报道,两组研究中良性肿块钙化的分布与形态不同以及使用的 ROI 大小不同,对于弹性值影响程度不一,可能导致两组研究的平均弹性值差异较大。此外,肿块的最大弹性值是对感兴趣区域中最硬的部分进行测量,而部分钙化在 SWE 图像中常表现为较硬的红色,因此考虑钙化对于最大弹性值的影响较平均弹性值大。

综上所述,在超声检查中,钙化是 BI-RADS 分类系统中重要的考虑因素之一,对于可疑钙化的结节常需要穿刺活检等处理,SWE 技术的应用,提高了对恶性伴钙化肿块诊断的特异度,避免了不必要的活检。

### 参考文献:

- [1] Bray F, Ferlay J, Soerjomataram I. Global cancer statistics 2018: GLOBOCAN estimates of incidence and mortality worldwide for 36 cancers in 185 countries[J]. CA Cancer J Clin, 2018, 68(6): 394-424.
- [2] Bonfiglio R, Granaglia A, Giocondo R. Molecular Aspects and Prognostic Significance of Microcalcifications in Human Pathology: A Narrative Review[J]. Int J Mol Sci, 2020, 22(1): 120.
- [3] Li T, Tang L, Gandomkar Z. Characteristics of Mammographic Breast Density and Associated Factors for Chinese Women: Results from an Automated Measurement [J]. J Oncol, 2019, 2019: 4910854.
- [4] Choi JS, Han BK, Ko EY. Comparison of synthetic and digital mammography with digital breast tomosynthesis or alone for the detection and classification of microcalcifications [J]. Eur Radiol, 2019, 29(1): 319-329.
- [5] Spak DA, Plaxco JS, Santiago L. BI-RADS® fifth edition: A summary of changes[J]. Diagn Interv Imaging, 2017, 98(3): 179-190.
- [6] Cantisani V, David E, Barr RG. US-Elastography for Breast Lesion Characterization: Prospective Comparison of US BI-RADS, Strain Elastography and Shear wave Elastography[J]. Ultraschall Med, 2021, 42(5): 533-540.
- [7] Mesurole B, El Khoury M, Chammings F, et al. Breast sonoelastography: Now and in the future [J]. Diagn Interv Imaging, 2019, 100(10): 567-577.
- [8] Chammings F, Mesurole B, Antonescu R. Value of Shear Wave Elastography for the Differentiation of Benign and Malignant Microcalcifications of the Breast [J]. AJR Am J

Roentgenol,2019,213(2):W85-W92.

[9]Sigrist RMS,Liau J,Kaffas AE.Ultrasound Elastography: Review of Techniques and Clinical Applications[J].Theranostics, 2017,7(5):1303-1329.

[10]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.

[11]Yang H,Xu Y,Zhao Y.The role of tissue elasticity in the differential diagnosis of benign and malignant breast lesions using shear wave elastography[J].BMC Cancer,2020,20(1):930.

[12]Kim H,Lee J,Kang BJ.What shear wave elastography parameter best differentiates breast cancer and predicts its histologic aggressiveness?[J].Ultrasonography,2021,40(2):265-273.

[13]Suvannarerg V,Chitchumnong P,Apiwat W.Diagnostic performance of qualitative and quantitative shear wave elastography in differentiating malignant from benign breast masses, and association with the histological prognostic factors[J].Quant Imaging Med Surg,2019,9(3):386-398.

[14]Hari S,Paul SB,Vidyasagar R.Breast mass characterization using shear wave elastography and ultrasound [J].Diagn Interv Imaging,2018,99(11):699-707.

[15]Berg WA,Cosgrove DO,Doré CJ.BE1 Investigators. Shear-

wave elastography improves the specificity of breast US: the BE1 multinational study of 939 masses[J].Radiology,2012,262(2): 435-449.

[16]Evans A,Whelehan P,Thomson K.Quantitative shear wave ultrasound elastography: initial experience in solid breast masses [J].Breast Cancer Res,2010,12(6):R104.

[17]Gu J,Polley EC,Ternifi R.Individualized-thresholding Shear Wave Elastography combined with clinical factors improves specificity in discriminating breast masses [J].Breast,2020,54:248-255.

[18]Zou H,Xue Y,Ou Y.Factors Affecting the Quality of Breast Quasistatic Ultrasound Elastograms[J].J Ultrasound Med,2018,37 (7):1701-1712.

[19]Park SY,Choi JS,Han BK.Shear wave elastography in the diagnosis of breast non-mass lesions: factors associated with false negative and false positive results [J].Eur Radiol,2017,27 (9): 3788-3798.

[20]Choi SH,Ko EY,Han BK.Effect of Calcifications on Shear-Wave Elastography in Evaluating Breast Lesions [J].Ultrasound Med Biol,2021,47(1):95-103.

收稿日期:2022-06-04;修回日期:2022-07-20

编辑/肖婷婷