

• 综述 •

Application progress of shear wave elastography in benign and malignant breast neoplasms

LIU Shuang, RAN Suzhen, LIN Yun*

(Department of Ultrasound, Chongqing Health Center for Women and Children, Chongqing 401147, China)

[Abstract] In recent years, the incidence of breast cancer kept increasing, and the patients tended to be younger. The differential diagnosis of benign and malignant breast neoplasms is the focus of prevention, diagnosis and treatment of breast cancer. Shear wave elastography (SWE) is a new ultrasound quantitative technology, which has important value in clinical application of breast, thyroid, parotid gland, testis, et al. The advancements of SWE in differential diagnosis of benign and malignant breast neoplasms were reviewed in this article.

[Keywords] breast neoplasms; elastography imaging techniques; shear wave

DOI:10.13929/j.1672-8475.201812025

剪切波弹性成像在乳腺良恶性病变中的应用进展

刘 双,冉素真,林 芸*

(重庆市妇幼保健院超声科,重庆 401147)

[摘要] 乳腺癌发病率逐年上升,且趋于年轻化。鉴别乳腺良恶性病变是预防、诊断及治疗乳腺癌的重点。剪切波弹性成像是一项新的超声定量技术,已在乳腺、甲状腺、腮腺、睾丸等组织病变呈现出重要临床应用价值。本文就剪切波弹性成像对鉴别诊断乳腺良恶性病变的应用进展进行综述。

[关键词] 乳腺肿瘤;弹性成像技术;剪切波

[中图分类号] R737.9; R445.1 **[文献标识码]** A **[文章编号]** 1672-8475(2019)09-0573-04

2018 年全球女性乳腺癌发病率为 46.3/10 万,位居全球女性恶性肿瘤首位^[1]。我国 2014 年女性乳腺癌新发病例数约 27.89 万例,在女性恶性肿瘤中占 16.51%^[2]。目前诊断乳腺癌主要依靠触诊、钼靶及超声检查。近年来乳腺癌发病趋于年轻化,且亚洲女性乳腺较致密,钼靶检查对于乳腺小结节易出现假阴性结果。超声常能发现钼靶所不能检出的病灶,且操作简便、无辐射、无创,相比钼靶 X 线检查,患者更易接受;但传统超声缺乏对乳腺肿块组织的应变或硬度信息,对于区分乳腺良恶性肿块的价值有限,尤其是诊断

乳腺影像报告和数据系统(breast imaging reporting and data system, BI-RADS)中 3 类、4A 类及 4B 类病灶有其局限性。通过检测病变区域应变或硬度,超声弹性成像技术可有效区分传统超声难以鉴别的声阻相同而硬度各异的病灶,对鉴别诊断乳腺良恶性病变具有较高敏感度及特异度^[3-4]。本文对超声弹性成像技术中的剪切波弹性成像(shear wave elastography, SWE)在乳腺良恶性病变中的应用进展进行综述。

1 超声弹性成像及 SWE 概述

超声弹性成像是用于表征乳腺病变的补充成像技

[基金项目] 重庆市渝中区基础研究与前沿探索项目(20180149)。

[第一作者] 刘双(1988—),女,四川广元人,硕士,医师。研究方向:妇产超声。E-mail: lius1205@163.com

[通信作者] 林芸,重庆市妇幼保健院超声科,401147。E-mail: 394465612@qq.com

[收稿日期] 2018-12-16 **[修回日期]** 2019-07-05

术,与传统 B 超成像相结合后,可提高诊断效能^[5-6]。目前弹性成像有 2 种类型,即应变弹性成像及 SWE。应变弹性成像对乳腺组织施加压力,评估组织的形变,通过比较成像区域内组织的形变程度来反映组织的不同硬度;但由于不能确定施加压力的准确数值,无法定量评估组织硬度,仅能显示成像区域内组织的相对硬度,而引起成像区域内组织形变的外力可能是患者呼吸运动、探头压力,也可能是声辐射力脉冲(acoustic radiation force impulse, ARFI),故应变弹性成像仅为半定量方法。SWE 利用剪切波在质地较硬组织中比在较软组织中传播更快的原理,通过分析颜色标度图像和/或确定病变组织与脂肪组织的最大弹性值(kPa)或平均质量比(即“弹性比”)进行定量评估^[6],越接近光谱红色端的颜色表示最大弹性值越高或弹性比越大,提示恶性病变的可能更大。

SWE 通过具体的硬度值来定量表示病变硬度。SWE 包括 2 种类型:其一是在单个 ROI 内测量剪切波速度(shear wave velocity, SWV),即根据剪切波在组织中的传播情况而成像,由于不同组织的硬度不同,SWV 也不同,故可根据传播速度来反映组织硬度,从而为鉴别良恶性病变提供依据;另一种则是在较大成像区内进行彩色编码成像,主要通过 ARFI 作用于病变组织,使其产生垂直于声束的剪切波,以数字处理器接收信息,并以彩色编码技术实时显示组织弹性。

2 ROI 选取及弹性评价指标

ROI 即病变弹性成像中的取样框,通过选取病变组织区域,测定其剪切波弹性值,可评估病变性质。基于对 ROI 的定量评估,有学者^[7-8]认为 ROI 应集中在病变最硬区域 1~3 mm 范围内,另有学者^[9-10]认为 ROI 应包括整个病变区域,亦有学者^[11]建议 ROI 应调整为病变区域的 2 倍以上。相反,也有研究^[12]认为实时弹性成像中选取的 ROI 大小对弹性评分或测值无影响。丛瑞等^[13]设置 2 种 ROI,分别测量 SWE 弹性参数,结果显示 ROI 仅可影响弹性比诊断乳腺恶性肿瘤的效能,而对 SWE 定量参数及其与 BI-RADS 联合后的诊断效能无明显影响。Skerl 等^[14]认为 ROI 大小仅对平均弹性(mean elasticity, E_{mean})和标准差(standard deviation, SD)有影响,对最大弹性(maximum elasticity, E_{max})无影响。而 Blank 等^[15]通过荟萃分析发现,恶性病变取全病灶为 ROI 时 SWV 测值偏低,建议对于 ROI 的选取范围仍需慎重。目前关于 ROI 的选取仍无定论,尚需更多大样本研究结果进一步观察。

对于组织弹性的评价指标,目前较常采用 SWV 及杨氏模量。SWV 与杨氏模量的转化公式为 $E = 3\rho C^2$ (其中 E 表示弹性模量值, ρ 表示组织密度, C 表示组织内 SWV)。Kim 等^[16]发现,当 E_{max} 截断值为 87.5 kPa 时,其诊断 BI-RADS 4A 类病变的 AUC 为 0.796,漏诊率为 3.23%(5/155); E_{max} 截断值为 20 kPa 时,其漏诊率为 1.29%(2/155),故建议 E_{max} 截断值取 20 kPa 较为适宜^[17]。不同研究^[8,18-19]所报道的 E_{max} 差距较大,原因可能为研究对象、研究人员的技术水平及使用仪器、参数等不同。

3 各向异性应用于鉴别乳腺良恶性病变

各向异性是一种取向依赖性,就超声弹性成像而言,各向异性即为随换能器方向变化的不同成像特征,在沿不同轴评估时形成的不同弹性量值。Chen 等^[20]对 276 例乳腺病灶进行 SWE 检查,分析横切面、纵切面弹性模量值的各向异性差值(anisotropic difference, AD)和各向异性因子(anisotropy factors, AF)与术后病理结果的相关性,结果显示各向异性对诊断乳腺癌具有重要价值,且 AF 优于 AD。Skerl 等^[14]研究表明,对于弹性标准差(standard deviation of elasticity, E_{sd})较高(≥ 7 kPa)的乳腺病变,通过径向与反径向平面计算的 AF 在良恶性病变之间无显著差异,而由 2 个与径向取向无关的正交平面(矢状面/轴面)计算的 AF 在恶性病变中明显高于良性病变,提示通过径向取向无关的两个正交平面所获 AF 预测乳腺恶性病变较通过径向及反径向的预测结果更为准确。Zhou 等^[21]观察 137 例乳腺肿块,发现乳腺腺体组织和脂肪组织均表现出弹性行为的各向异性,提示在计算应变比或弹性比时应考虑腺体组织和脂肪组织弹性的各向异性,以提高弹性成像对乳腺病变中的诊断能力。

4 声触诊组织成像量化(virtual touch tissue imaging quantification, VTIQ)技术

VTIQ 是基于剪切波的二维超声弹性成像技术,超声聚焦产生 ARFI,作用于人体内部软组织,使组织发生变形,产生纵向位移及横向剪切波,通过测量 SWV 反映组织的相对硬度。Kapetas 等^[22]将 ROI 设置在病灶硬度最高区域检测 SWV,发现 $SWV_{\text{max}} > 3.16$ m/s 时恶性病灶检出率为 85.48%(53/62),尤其与阻抗指数相结合时,更能准确区分乳腺良恶性病变,并能有效减少不必要的乳腺活检。Tang 等^[23]回顾性分析 133 例乳腺病变患者,发现平均 SWV(mean SWV, SWV_{mean})对乳腺良恶性病变的诊断效能高于最大 SWV(maximum SWV, SWV_{max})、最小 SWV

(minimum SWV, SWV_{\min}) 及中位 SWV (median SWV, SWV_{median}), 以 3.68 m/s 为 SWV_{mean} 截断值, 其鉴别乳腺良恶性病变的敏感度和特异度分别为 93.3% 和 79.4%。Yao 等^[24]认为鉴别乳腺良恶性病变的 SWV 临界值为 3.73 m/s, 其敏感度和特异度分别为 76.92% 和 78.89%。Ren 等^[25]观察 266 例乳腺病变, 发现 SWV_{max} 鉴别诊断乳腺良恶性病变的 AUC 较 SWV_{\min} 、 SWV_{median} 和 SWV_{mean} 更高。上述各项研究结果不完全相同, 可能与研究对象、操作者水平、仪器型号及参数等不同有关。

5 应变率与弹性率

应变弹性成像对乳腺组织施加压力并测量病变硬度, 当 ROI 取样框分别为病变组织和参考组织时, 所得结果之比即为应变率。脂肪组织在同一乳腺内甚至在不同个体乳腺内均相对恒定, 故常被用为参考, 此时应变率为病变组织硬度/脂肪组织硬度。弹性率则是病变组织弹性与脂肪组织弹性之比。

Barr^[26]认为单纯应变弹性成像难以评估乳腺良性病变, 主要原因在于良性病变的硬度与腺体组织极为相似, 较难通过图像区分二者。对于一些乳腺恶性病变, 由于肿瘤异质性, 瘤内结构紊乱, 剪切波在肿瘤内可能无法传播, 导致无法有效测量 SWV, 可能造成假阴性结果。多项研究^[5, 26]提出联合应用应变弹性成像与 SWE 技术可提高乳腺恶性病变诊断准确率。Kim 等^[27]对 94 例乳腺肿块患者 108 个病灶的研究结果显示, 联合应用应变弹性成像和 SWE 可提高对于乳腺肿块定性和定量诊断效能。

6 小结及展望

SWE 已用于观察乳腺、甲状腺、睾丸、前列腺等多种组织, 可较为准确地判断病变性质, 显著提高乳腺恶性病变的诊断特异度而不降低敏感度, 同时可减少疑似 BI-RADS 4A 类肿块的不必要活检。但 SWE 截断值常因观察对象、仪器型号及参数等不同而异。因此, 仍需进一步加强技术开发, 以实现 SWE 标准化, 为 SWE 技术的临床应用提供基础。

[参考文献]

- [1] Bray F, Ferlay J, Soerjomataram I, et al. Global cancer statistics 2018: GLOBOCAN estimates of incidence and mortality worldwide for 36 cancers in 185 countries. *CA Cancer J Clin*, 2018, 68(6):394-424.
- [2] Chen W, Sun K, Zheng R, et al. Cancer incidence and mortality in China, 2014. *Chin J Cancer Res*, 2018, 30(1):1-12.
- [3] Barr RG, Nakashima K, Amy D, et al. WFUMB guidelines and recommendations for clinical use of ultrasound elastography: Part 2: breast. *Ultrasound Med Biol*, 2015, 41(5):1148-1160.
- [4] Barr RG. Sonographic breast elastography: A primer. *J Ultrasound Med*, 2012, 31(5):773-783.
- [5] Carlsen J, Ewertsen C, Sletting S, et al. Ultrasound elastography in breast cancer diagnosis. *Ultraschall Med*, 2015, 36(6):550-562.
- [6] Lee SH, Cho N, Chang JM, et al. Two-view versus single-view shear-wave elastography: Comparison of observer performance in differentiating benign from malignant breast masses. *Radiology*, 2014, 270(2):344-353.
- [7] Ko KH, Jung HK, Kim SJ, et al. Potential role of shear-wave ultrasound elastography for the differential diagnosis of breast non-mass lesions: Preliminary report. *Eur Radiol*, 2014, 24(2):305-311.
- [8] Berg WA, Cosgrove DO, Doré CJ, et al. Shear-wave elastography improves the specificity of breast US: The BE1 multinational study of 939 masses. *Radiology*, 2012, 262(2):435-449.
- [9] Wang Z, Li J, Li M, et al. Study of quantitative elastography with supersonic shear imaging in the diagnosis of breast tumours. *Radiol Med*, 2013, 118(4):583-590.
- [10] Cho N, Moon WK, Kim HY, et al. Sonoelastographic strain index for differentiation of benign and malignant nonpalpable breast masses. *J Ultrasound Med*, 2010, 29(1):1-7.
- [11] 罗葆明, 曾婕, 欧冰, 等. 乳腺超声弹性成像检查感兴趣区域大小对诊断结果影响. *中国医学影像技术*, 2007, 23(9):1330-1332.
- [12] 丁静, 钱林学. 不同取样框对乳腺占位组织弥散定量分析弹性测值的影响. *临床和实验医学杂志*, 2013, 12(21):1742-1745.
- [13] 丛瑞, 李晶. 感兴趣区大小对剪切波弹性成像诊断乳腺肿块的影响. *中国介入影像与治疗学*, 2017, 14(9):534-538.
- [14] Skerl K, Vinnicombe S, Thomson K, et al. Anisotropy of solid breast lesions in 2D shear wave elastography is an indicator of malignancy. *Acad Radiol*, 2016, 23(1):53-61.
- [15] Blank MAB, Antaki JF. Breast lesion elastography region of interest selection and quantitative heterogeneity: A systematic review and meta-analysis. *Ultrasound Med Biol*, 2017, 43(2):387-397.
- [16] 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 (≤ 2 cm) breast cancer? *Medicine (Baltimore)*, 2015, 94(42):e1540.
- [17] Çebi Olgun D, Korkmazer B, Kılıç F, et al. Use of shear wave elastography to differentiate benign and malignant breast lesions. *Diagn Interv Radiol*, 2014, 20(3):239-244.
- [18] Lee BE, Chung J, Cha ES, et al. Role of shear-wave elastography (SWE) in complex cystic and solid breast lesions in comparison with conventional ultrasound. *Eur J Radiol*, 2015, 84(7):1236-1241.
- [19] Song EJ, Sohn YM, Seo M. Diagnostic performances of shear-wave elastography and B-mode ultrasound to differentiate benign

- and malignant breast lesions: The emphasis on the cutoff value of qualitative and quantitative parameters. *Clin Imaging*, 2018, 50:302-307.
- [20] Chen Y, Gao Y, Chang C, et al. Ultrasound shear wave elastography of breast lesions: Correlation of anisotropy with clinical and histopathological findings. *Cancer Imaging*, 2018, 18(1):11.
- [21] Zhou J, Yang Z, Zhan W, et al. Anisotropic properties of breast tissue measured by acoustic radiation force impulse quantification. *Ultrasound Med Biol*, 2016, 42(10):2372-2382.
- [22] Kapetas P, Woitek R, Clauser P, et al. A simple ultrasound based classification algorithm allows differentiation of benign from malignant breast lesions by using only quantitative parameters. *Mol Imaging Biol*, 2018, 20(6):1053-1060.
- [23] Tang L, Xu H, Bo X, et al. A novel two-dimensional quantitative shear wave elastography for differentiating malignant from benign breast lesions. *Inter J Clin Exp Med*, 2015, 8(7):10920-10928.
- [24] Yao M, Wu R, Xu G, et al. A novel two-dimensional quantitative shear wave elastography to make differential diagnosis of breast lesions: Comprehensive evaluation and influencing factors. *Clin Hemorheol Microcirc*, 2016, 64(2): 223-233.
- [25] Ren W, Li X, Wang D, et al. Evaluation of shear wave elastography for differential diagnosis of breast lesions: A new qualitative analysis versus conventional quantitative analysis. *Clin Hemorheol Microcirc*, 2018, 69(3):425-436.
- [26] Barr RG. The role of sonoelastography in breast lesions. *Semin Ultrasound CT MR*, 2018;39(1):98-105.
- [27] Kim HJ, Kim SM, Kim B, et al. Comparison of strain and shear wave elastography for qualitative and quantitative assessment of breast masses in the same population. *Sci Rep*, 2018, 8(1):6197.

《超声引导区域麻醉》已出版

由杜克大学医学中心斯图尔特·A·格雷特教授、华盛顿西雅图弗吉尼亚梅森医学中心大卫·B·奥勇教授主编，首都医科大学附属北京朝阳医院超声医学科郭瑞君主任主译，天津科技翻译出版有限公司出版的《超声引导区域麻醉》一书已于2017年8月出版，并在全国发行。超声引导麻醉在国内属于新兴技术，近两年各大医院已逐步开展相关工作，但图书出版滞后临床应用，相关技术推广图书不多，相关医师特别是住院医师亟需一本指导手册来加强专业知识，提高操作技能。《超声引导区域麻醉》一书侧重讲解局域麻醉和进针技术，对于周围神经置管和急性疼痛管理都适用。本书内容短小精悍，有助于读者快速掌握超声引导区域麻醉的操作要点，减少误操作，对于从事超声引导麻醉的医师特别是初级医师具有很强的实用性和指导价值，也可供资深麻醉医师阅读。

《超声引导区域麻醉》正度 16 开，平装，铜版纸全四色印刷，共 136 页，定价 98 元。

邮购地址：天津市南开区白堤路 244 号科贸大厦 B 座 6 楼

联系人：姜晓婷

电话：022-87892596

也可关注公众号“科翻图书出版”购买！

