

超声剪切波弹性成像技术在乳腺肿块诊断方面的研究进展

商 静(综述) 阮骊韬(审校)

摘 要 我国乳腺癌发病率呈明显上升和年轻化趋势,二维高频超声为该病的首选检查手段,具有较高的灵敏度但特异性低。近年来超声剪切波弹性成像技术通过提供组织硬度信息,为乳腺癌的准确诊断提供了更多信息。本文就超声剪切波弹性成像技术的基本原理,以及在乳腺良恶性肿瘤诊断方面应用进行综述。

关键词 超声剪切波弹性成像;乳腺肿块;诊断;进展

[中图分类号]R737.9;R445.1

[文献标识码] A

Progress of shear wave elastography in diagnosis of breast mass

SHANG Jing, RUAN Litao

Department of Ultrasound Medicine, the First Affiliated Hospital of Xi'an Jiaotong University, Xi'an 710061, China

ABSTRACT The incidence rate of breast cancer has been rising significantly in China, especially at young ages. Two-dimensional ultrasound with high frequency is regarded as the first choice examination for diagnosis of this disease with high sensitivity and low specificity. Recently, shear wave elastography can provide tissue stiffness, which provides more information for accurate diagnosis of breast cancer. This article reviews the principle of SWE and its application in diagnosing breast masses.

KEY WORDS Shear wave elastography; Breast mass; Diagnosis; Progress

据 2012 年全球癌症数据统计显示,乳腺癌是发展中国家女性发病率和死亡率最高的恶性肿瘤,位居我国 45 岁以下女性癌症死亡的首位,近年发病率呈明显上升和年轻化趋势^[1-3]。高效而准确地诊断该病至关重要。对于乳腺癌的诊断国际指南首推钼靶,但在我国应用最多的是超声检查,常规超声检查在乳腺癌检出中发挥了重要作用,但其敏感性高而特异性低^[4]。超声剪切波弹性成像(shear wave elastography, SWE)技术通过生物组织硬度评估乳腺良恶性肿瘤。本文就 SWE 技术基本原理、乳腺良恶性肿瘤诊断,以及调整 BI-RADS 分类方面进行综述。

一、SWE 技术基本原理

SWE 技术能够实时、可视化、定量反映软组织的弹性即组织硬度^[5],不需检查者人工施加压力,而是通过声辐射脉冲叩击组织施加激励,利用“马赫圆锥”原理在不同深度组织中产生剪切波,通过高达 5000 帧/s 的超高速成像系统捕获、追踪剪切波,所测剪切波速度的精确度达到 1 mm/s,然后采用彩色编码技术(蓝色、红色分别代表软、硬)实时呈现组织弹性图,还可进行定量测量杨氏模量或剪切波速度。

二、SWE 在乳腺良恶性肿瘤诊断方面的应用

1. SWE 定量分析。定量分析是将测量取样框置于目标病灶的感兴趣区域,软件自动计算出一系列硬度值如杨氏模量的最大值(E_{max})、最小值、平均值(E_{mean})及标准差。此外,还可以自

动测量病灶与邻近周围正常组织的硬度比值($Eratio$)。当前现状:①感兴趣区域的描计方法不同。可以选择直径不等的圆定位肿块最硬处,也可以手动包络整个病灶。前者便捷但可能会存在选择偏倚;后者能更真实地反映病灶整体硬度。但当恶性病灶边缘不清时亦会影响测量的准确性。但是无论哪种方法,对 E_{max} 的影响最小;一项 meta 研究^[6]显示,直径 2 mm 的圆形感兴趣区域定位于病灶最硬处为最佳的感兴趣区域描述方法;②最佳弹性定量参数不统一。回顾大量文献^[6-10], E_{max} 、 E_{mean} 及 $Eratio$ 等均被确立为最佳诊断乳腺良恶性肿瘤的定量参数。Evans 等^[7]和 Chang 等^[8]分别以 E_{mean} 为 80 kPa、50 kPa 作为诊断截断值均显示具有较好的诊断效能,敏感性分别为 83.0%、97.0%,特异性分别为 88.8%、84.9%。Feldmann 等^[9]研究发现,以 $Eratio=4.32$ 为诊断截断值显示较单独应用常规超声大大提高了特异性(由 13%提升至 51%)但并未降低敏感性(均为 100%);而 Au 等^[10]以 $Eratio=3.56$ 为截断值时,联合 SWE 较单独使用二维超声可以大大提高特异性(35.44% vs. 87.34%)及准确率(57.72% vs. 90.24%)。尽管定量分析的最佳参数选择及其截断值缺乏统一标准,但其诊断效能均较高。

2. SWE 定性分析。定性测量法是通过操作者主观观察弹性编码图像的结果,包括视觉彩色评估、弹性所显示的结节形状及彩色编码的均匀性等。欧洲多中心研究^[11]中提到通过视觉彩色

评估病灶,即依据病灶最硬处颜色判定为良性、可疑恶性和恶性 3 类,具体标准:深蓝色和淡蓝色为良性,绿色和橙色为可疑恶性,红色为恶性;另根据弹性显示病灶形状分为椭圆形、圆形和不规则形,根据彩色编码分布分为非常均匀、均匀和不均匀。其中,视觉彩色评估法被写入韩国乳腺超声弹性指南^[12],并被认为是最有价值的剪切波弹性特征。此外,Tozaki 等^[13]采用 4 分类模式判定 100 处乳腺实性包块的良恶性,分类标准:1 类均匀一致的蓝色,2 类直条状伪影,3 类结节边缘色彩不一致,4 类结节内色彩不均匀,其中 1、2 类为良性;3、4 类为恶性,结果显示其诊断特异性 80.6%,敏感性 91.3%。欧美多中心前瞻性研究^[11]表明,联合弹性成像特征较常规超声 BI-RADS 分类能够将特异性从 61.1%提升至 78.5%,特异性未显著降低。Park 等^[14]同时采用定量及 Tozaki 等^[13]提出 4 分类定性分析法研究 156 处可触及的乳腺包块,结果表明定性分析具有更加方便快捷的优点,并且能够反映出与定量测量相同的诊断效能;无论是定性还是定量分析联合二维超声后特异性均较单独使用二维超声高,但敏感性无改变。

目前,SWE 定性和定量分析方法均已被写入世界超声医学与生物学联合会、韩国及日本乳腺超声弹性指南^[12,15-16]。

3. SWE 可调整 BI-RADS 分类

BI-RADS 分类中,4 类病灶恶性风险跨度范围大(2%~95%),均需要穿刺活检。尤其是 4a 病灶,恶性风险仅为 2%~10%,穿刺结果多为阴性。而对于绝大多数为良性病变的 3 类病灶仍有 2%的恶性风险。因此,如何最大程度地提高诊断准确率显得尤为必要。

(1)调整 BI-RADS 4 类病灶。Chang 等^[8]研究表明,将 Emean<80.19 kPa 的 4 类病灶下调至 3 类,可以避免 85.7%假阳性活检。欧美多中心研究^[11]表明 4a 类病灶下调至 3 类存在积极(E_{max}≤80 kPa,最硬弹性颜色为淡蓝色或更淡)和保守(E_{max}≤30 kPa 或最硬呈深蓝色)两种策略,前者能获得较高的特异性而后者能控制假阴性率。韩国乳腺超声弹性指南^[12]提出,当二维超声判定为 BI-RADS 4a 类且病灶弹性显示较硬时亦可以提高对其恶性的怀疑程度(调整为 4b 类或者更高);Feldmann 等^[9]提出,当 4a 类甚至 4b 类病灶弹性成像呈良性特征(弹性图像显示病灶回声均匀一致、病灶邻近组织与正常脂肪组织弹性比值低于 4.32)时以下调分类,下调后较单独应用 BI-RADS 超声分类提高了特异性(13% vs. 51%)却未降低敏感性(均是 100%)。

(2)调整 BI-RADS 3 类病灶。欧美多中心研究^[11]提到当 3 类病灶的 E_{max}≥160 kPa 或者弹性图像显示病灶椭圆形、呈淡或深蓝色时需上调。韩国乳腺超声弹性指南^[12]提到对于 E_{max}≤20 kPa 的 3 类病灶可以安全地将其下调为 2 类,进而减少不必要的短期随访。临床应谨慎对待 3 类病变的上调,避免假阳性率的发生,因为 3 类病灶恶性率很低,即便是恶性通常体积小、弹性值较低。

(3)调整 BI-RADS 其他分类病灶。Wojcinski 等^[17]明确提出对于 BI-RADS 0 类、1 类、2 类和 5 类的情况,目前尚无相关试验数据证明结合 SWE 能提高其诊断准确率。欧美多中心研究^[11]也表明不提倡使用 SWE 去调整明确为良性的病灶(2 类),以及中至高度恶性病灶(4b 和 4c 类),且这一建议被写入世界超声医学

学与生物工程联合会乳腺超声弹性指南^[15]。

三、SWE 的应用注意事项与展望

SWE 的应用注意事项:①SWE 的应用强调图像质量,高质量图像较低质量者诊断效能更高;临床可通过选择经过培训和有经验的操作者完成,以及检查时使用大量耦合剂、不要加压和移动探头等控制。②SWE 图像的正确解读也十分重要。乳腺恶性病变通常较良性病变硬,但也存在质硬的良性病灶及质软的恶性病灶。大量内在因素如乳腺厚度、病灶体积及深度、病理类型等都会影响病灶硬度。③SWE 可以作为常规二维超声检查后,以及进一步穿刺前的重要补充手段,以帮助减少不必要的穿刺活检和提高极少量高分化乳腺癌的检出,具有十分重要的价值,但也需控制使用后的假阴性率和假阳性率。

近年来,SWE 技术不断革新,从一维(点)至二维(面),以及近年的三维(体)层面提供的信息逐渐丰富。研究^[18]证实 SWE(三维)可以大大提高乳腺癌的诊断效能。此外,SWE 在乳腺病变中的应用领域不断推广,不仅局限于诊断层面,在术中及治疗效果的评估^[19]等方面亦发挥重要作用。由此可见,SWE 技术具有较好的发展前景。

参考文献

- [1] Torre LA, Bray F, Siegel RL, et al. Global cancer statistics, 2012 [J]. CA Cancer J Clin, 2015, 65(2): 87-108.
- [2] Chen W, Zheng R, Baade PD, et al. Cancer statistics in China, 2015 [J]. CA Cancer J Clin, 2016, 66(2): 115-132.
- [3] Shieh Y, Eklund M, Sawaya GF, et al. Population-based screening for cancer: hope and hype [J]. Nat Rev Clin Oncol, 2016, 13(9): 550-565.
- [4] Meuwly JY. Ultrasound for breast cancer screening: an effective tool in a personalized screening [J]. Praxis (Bern 1994), 2015, 104(25): 1399-1404.
- [5] Bercoff J, Tanter M, Fink M. Supersonic shear imaging: a new technique for soft tissue elasticity mapping [J]. IEEE Trans Ultrason Ferroelectr Freq Control, 2004, 51(4): 396-409.
- [6] Liu B, Zheng Y, Huang G, et al. Breast lesions: quantitative diagnosis using ultrasound shear wave elastography—a systematic review and meta-analysis [J]. Ultrasound Med Biol, 2016, 42(4): 835-847.
- [7] Evans A, Whelehan P, Thomson K, et al. Quantitative shear wave ultrasound elastography: initial experience in solid breast masses [J]. Breast Cancer Res, 2010, 12(6): 104.
- [8] Chang JM, Moon WK, Cho N, et al. Clinical application of shear wave elastography (SWE) in the diagnosis of benign and malignant breast diseases [J]. Breast Cancer Res Treat, 2011, 129(1): 89-97.
- [9] Feldmann A, Langlois C, Dewailly M, et al. Shear wave elastography (SWE): an analysis of breast lesion characterization in 83 breast lesions [J]. Ultrasound Med Biol, 2015, 41(10): 2594-2604.
- [10] Au FW, Chai S, Moshonov H, et al. Diagnostic performance of quantitative shear wave elastography in the evaluation of solid breast masses: determination of the most discriminatory parameter [J]. Am J Roentgenol, 2014, 203(3): 328-336.
- [11] Berg WA, Cosgrove DO, Doré CJ, et al. Shear-wave elastography improves the specificity of breast US: the BE1 multinational study of 939 masses [J]. Radiology, 2012, 262(2): 435-449.

- [12] Lee SH, Chang JM, Cho N, et al. Practice guideline for the performance of breast ultrasound elastography [J]. Ultrasonography, 2014, 33(1): 3-10.
- [13] Tozaki M, Fukuma E. Pattern classification of ShearWave™ elastography images for differential diagnosis between benign and malignant solid breast masses [J]. Acta Radiol, 2011, 52(10): 1069-1075.
- [14] Park J, Woo OH, Shin HS, et al. Diagnostic performance and color overlay pattern in shear wave elastography (SWE) for palpable breast mass [J]. Eur J Radiol, 2015, 84(10): 1943-1948.
- [15] Barr RG, Nakashima K, Amy D, et al. WFUMB guidelines and recommendations for clinical use of ultrasound elastography: part 2: breast [J]. Ultrasound Med Biol, 2015, 41(5): 1148-1160.
- [16] Nakashima K, Shiina T, Sakurai M, et al. JSUM ultrasound elastography practice guidelines: breast [J]. J Med Ultrason (2001), 2013, 40(4): 359-391.
- [17] Wojcinski S, Farrokh A, Weber S, et al. Multicenter study of ultrasound real-time tissue elastography in 779 cases for the assessment of breast lesions: improved diagnostic performance by combining the BI-RADS® -US classification system with sonoelastography [J]. Ultrascall Med, 2010, 31(5): 484-491.
- [18] Chen YL, Chang C, Zeng W, et al. 3-dimensional shear wave elastography of breast lesions: added value of color patterns with emphasis on crater sign of coronal plane [J]. Medicine, 2016, 95(39): e4877.
- [19] 袁沙沙, 程莹莹, 杨春雪, 等. 剪切波弹性成像评价乳腺癌新辅助化疗的疗效 [J]. 中国医学影像技术, 2016, 32(1): 71-74.

(收稿日期: 2017-04-17)

• 病例报道 •

Percutaneous transluminal septal myocardial ablation treating obstructive hypertrophic cardiomyopathy guided by myocardial contrast echocardiography: a case report

心肌声学造影指导经皮腔内室间隔心肌消融治疗梗阻性肥厚型心肌病 1 例

任建丽 李兴升 朱叶锋 冉海涛 王志刚

[中图法分类号] R542.2; R540.45

[文献标识码] B

患者男, 73 岁, 因活动后胸闷不适 1 个月入院。高血压病史 5 年, 无冠状动脉粥样硬化性心脏病史。体格检查: 神清, 心界不大, 心率 68 次/min, 律齐, 心前区可闻及 III~IV/6 级收缩期喷射性杂音。家族史中无原发性心脏病患者。心电图检查: 窦性心律, V1 导联呈 RS 波形, V2-4 导联 T 波倒置。心肌酶谱检查: α -L 岩藻糖苷酶、 α -羟丁酸脱氢酶、肌酸激酶稍高。超声心动图检查: 左房增大, 左室流出道变窄, 室间隔与左室壁呈非对称性增厚, 室间隔基底段最厚处约 20 mm; CDFI 示收缩期左室流出道呈蓝色为主的花色血流, 频谱呈“匕首征”, 峰值速度约 345 cm/s, 压差约 48 mm Hg (1 mm Hg=0.133 kPa), 见图 1A。超声心动图提示: 非对称性梗阻性肥厚型心肌病。拟行心肌声学造影指导经皮腔内室间隔心肌消融术, 消毒, 利多卡因局麻, 穿刺左、右桡动脉及右股静脉, 置入鞘管, 经股静脉途径送入临时起搏器电极至右室心尖部; 经左桡动脉送入 5 F 多功能导管至左室心尖部, 用于监测左室压力; 再选择 6 F EBU 3.5 导管经头臂干至左冠状动脉开口处, 用于检测主动脉压力和手术操作, 测得初始压差约 29 mm Hg, 多巴酚丁胺 ($15 \mu\text{g} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$) 激发后压差约 127 mm Hg; 连续多普勒示压差约 163 mm Hg (图 1B), 故行梗阻性肥厚型心肌病室间隔消融指征明确。冠状动脉造影检查: 左主干无狭窄, 左

前降支中段可见心肌桥, 未见明显狭窄, 左回旋支无狭窄。选择宝马导丝至间隔支靶血管远端, 同轴整体支架型 (OTW) 球囊 (1.5 mm $\times$ 15.0 mm) 沿导丝送入靶血管近中段, 12 atm (1 atm=101.325 kPa) 加压, 冠脉造影确定球囊位置及大小合适, 拔出导丝, 经 OTW 球囊中心腔注入 2 ml 声诺维超声造影剂, 超声造影示造影剂分布于肥厚的室间隔 (图 2), 判断靶间隔支合适, 然后撤出球囊, 重新置入导丝, 经微导管沿导丝将弹簧圈送入靶血管, 造影显示位置合适, 释放弹簧圈 (图 3A), 超声心动图显示室间隔内弹簧圈位置 (图 3B), 左室流出道压差显著降至 14 mm Hg (图 1C), 撤出导丝; 行冠脉造影显示靶间隔支消失, 前降支血流良好, 手术顺利。

讨论: 梗阻性肥厚型心肌病是以左室流出道梗阻为主要特征的心肌病, 其主要病理生理及临床症状来自左室流出道梗阻, 因此治疗的关键是降低左室流出道压差, 减轻左室流出道梗阻。目前根据不同的病理特征, 临床选择内科保守治疗、外科二尖瓣人工机械瓣置换术、外科左室流出道疏通术、起搏器植入术及经皮腔内室间隔心肌消融术等方法来缓解左室流出道梗阻^[1]。经皮腔内室间隔心肌消融术的关键是寻找支配梗阻相关心肌的靶

(下转第 642 页)