

# 多模态超声成像在乳腺结节临床诊断中的应用

李丹<sup>1</sup>, 张玉英<sup>2</sup>

<sup>1</sup>青海大学临床学院, 青海 西宁

<sup>2</sup>青海省人民医院超声科, 青海 西宁

收稿日期: 2023年5月13日; 录用日期: 2023年6月7日; 发布日期: 2023年6月16日

## 摘要

乳腺结节作为临床中一类常见的疾病, 通过筛查提高早期诊断率对乳腺癌的治疗和预后具有重要意义。多模态超声成像技术是乳腺结节诊断的重要手段之一, 对乳腺病灶进行常规超声(US)、彩色多普勒血流显像(CDFI)、弹性成像(SWE)以及超声造影(CEUS)联合诊断对结节进行BI-RADS分级, 全面评估乳腺结节, 从而大大提高了对乳腺结节诊断的灵敏度和准确度, 减少良性结节不必要的活检。

## 关键词

多模态, 超声, 乳腺结节

# Application of Multimodal Ultrasound Imaging in the Clinical Diagnosis of Breast Nodules

Dan Li<sup>1</sup>, Yuying Zhang<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Clinical School, Qinghai University, Xining Qinghai

<sup>2</sup>Ultrasound Department, Qinghai Provincial People's Hospital, Xining Qinghai

Received: May 13<sup>th</sup>, 2023; accepted: Jun. 7<sup>th</sup>, 2023; published: Jun. 16<sup>th</sup>, 2023

## Abstract

As a common type of breast nodules in clinical practice, improving the early diagnosis rate through screening is of great importance for the treatment and prognosis of breast cancer. Multimodality ultrasound imaging is one of the important tools for the diagnosis of breast nodules. The combined diagnosis of conventional ultrasound (US), color Doppler flow imaging (CDFI), elastography (SWE) and ultrasonography (CEUS) on breast lesions performs BI-RADS grading on nodules to

comprehensively evaluate breast nodules, thus greatly improving the sensitivity and accuracy of the diagnosis of breast nodules and reducing unnecessary biopsies of benign nodules.

## Keywords

Multimodal, Ultrasound, Breast Nodules

Copyright © 2023 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

## 1. 前言

乳腺结节常发生于中青年女性,可能与多种因素相关,比如性激素、孕激素的失调,患者自身的乳腺敏感性和遗传等。结节对女性不仅能造成生理的影响也能造成心理的影响,若不能及时合理诊治,部分会有恶变倾向,给女性身心健康带来伤害。乳腺癌约 99%为女性,是目前全世界范围内女性中最常见的恶性肿瘤之一,我国年发病约为 20 万,呈快速上升趋势,在我国北上广等一些经济发达地区,发病率已接近欧美等乳腺癌的高发地区[1]。近年来发病率还在逐步上升,很多患者在被诊断为乳腺癌时已为晚期,因此早发现、早诊断是乳腺疾病的关键。

## 2. 超声多模态的现状

西方国家目前仍主要使用 X 线作为乳腺疾病检查的手段,与西方国家相比我国女性乳腺具有体积小、腺体密度高、发病率年轻化等特点[2]。而乳腺 X 线检查对致密性乳腺的肿瘤诊断可能存在一定的缺陷,因此超声是更适合我国乳腺疾病的检查方式,目前已广泛应用于临床乳腺疾病的诊断。

### 2.1. 二维超声

据调查乳腺癌的发病率预计到 2030 年可达 210 万例[3]。超声是一种无创、无辐射、实时、快速、性价比高的检查方式。超声的应用已经被提出从囊性、实性病变的诊断扩展到乳腺癌的筛查中,特别是对致密的腺体[4]。二维超声可以实时观察乳腺病灶的位置、大小、数目、形态、内部回声性质、后方回声有无改变、有无包膜与邻近组织的关系等。

20 世纪 80 年代开始,彩色多普勒血流成像技术应运而生。彩色取样框叠加在二维图像上,每个取样容积包含血流方向、速度和性质,通过彩色编码显示血流的状态。彩色多普勒血流成像技术可以直观快速的显示血流的起源、走形、方向、速度和性质,对多点起源血流的显示更具优势。并且可以在二维超声的背景下显示血流与组织之间的关系。

### 2.2. 弹性成像

超声弹性成像(Ultrasonic elastography, UE)是以组织硬度来评估组织特性的一种新的超声诊断方法,原理是给组织施加一个外力,产生不同大小的应变、速度、位移,并通过彩色编码成像转化为不同彩色图像,直接或间接反映病变区与周围组织之间弹性系数的差异[5]。超声弹性成像在常规超声的基础上给病变提供了更多的诊断信息,类似于临床触诊,弹性超声提供的是病变的应变或硬度信息。在乳腺结节中,组织硬度与恶性肿瘤风险系数相关,一般情况下,肿瘤组织越硬恶性肿瘤的风险程度就越高[6]。这

项技术已成为了超声的研究热点, 它可以客观地测量组织硬度, 将触觉通过视觉直观地呈现。目前已广泛应用于乳腺、甲状腺等浅表器官的临床诊断[7]。

现有两种超声弹性技术在临床应用: 应变(压迫式)和剪切波弹性超声成像, 实时超声弹性成像是常规超声诊断仪、在标准的超声探头基础上完成的。压迫式弹性超声产生的基础是来自于外部或受检者自身产生的组织位移, 对病变提供定性评价, 确定的是组织的相对硬度, 应变越大, 组织越软。剪切波弹性成像使用了一种特殊的“推动脉冲”——用速度表示的剪切波, 因为通过组织的剪切波速度的依赖于组织硬度, 所以能够定量获得组织硬度值。早期的临床试验结果表明乳腺超声弹性成像可以明显提高乳腺良、恶性病变诊断的准确性, 明显减少了对乳腺良性病变不必要的定期复查或穿刺, 提高了超声诊断的特异性[8]。

### 2.3. 超声造影

超声造影(Contrast enhanced ultrasound, CEUS)又称声学造影, 通过周围静脉注射超声造影剂, 利用超声对微气泡的散射, 气液界面来增加血流信号, 有利于显示肿瘤内微血管, 从而增加组织之间的对比度, 来提高病灶的检出率。超声造影是一种明显提高了超声诊断分辨率、敏感性和特异性的技术, 可观察正常组织和病变组织的血流灌注情况, 已成为超声诊断的一个十分重要的发展方向。

在很多情况下, 常规超声不足以明确病变的性质, 乳腺小病灶在早期体积小、超声征象不典型也是漏诊的原因之一[9]。超声造影作为一种现代技术, 可以实时评估血流灌注变化和病变微血管结构以及与组织的关系, 比传统超声更加准确[10]。微泡造影剂通过肺呼出, 消除了与造影剂相关的肾损伤。自2012年以来, 乳腺超声造影已被广泛用于乳腺病变的成像中, 它可适用于肾损伤和对其他方式的造影剂过敏者[11]。超声造影通常比CT或MRI更加快速执行并且安全性优于碘造影剂[12]。

血管的生成是肿瘤生长的基础, 它还与恶性肿瘤的转移散播有密切的关系[13]。乳腺恶性病变中灌注缺损和穿透血管的发生率明显高于良性病变[14]。注射造影剂后, 动态超声造影的增强影像应从病灶或器官增强开始的时间、增强开始的部位、增强的方式、增强达峰时的表现、增强持续的时间、增强动态的变化及消退的时间等进行。新近的超声造影定量分析软件能对感兴趣区内造影剂信号增强的变化进行时间-强度曲线的动态定量分析, 能更客观地分析组织器官或病灶的血流灌注情况。

## 3. 诊断标准

### 3.1. 彩色多普勒血流显像

彩色多普勒血流显像(Color Doppler Flow Imaging, CDFI)即以红、蓝、绿三种颜色为基础。一般将朝向探头的血流定为红色, 背离探头的血流定为蓝色。颜色的亮度与血流速度成正比, 血流速度越快颜色越亮。由彩色多普勒所显示的实时二维血流图能形象直观的显示血流的方向、流速和血流的性质。它适用于检测乳腺结节周边和内部的血流情况, 在鉴别恶性病变方面敏感性约75.6%、特异性约80.9%、准确性约78.1% [15], 因此彩色多普勒血流成像技术具有较高的临床应用价值。

彩色多普勒血流显像分级(Adler半定量法)将0~I级认为是少血流信号, 无血流信号、结节周边或内部可见1~2个点状血流信号, 多为良性表现; II~III级认为是多血流信号, 结节周边和内部可见丰富的血流信号, 多为恶性肿瘤。一般情况下血流越丰富恶性的可能性越大, 因为血运为肿瘤提供了生长条件, 血供丰富的肿瘤生长速度也比较快。

### 3.2. 弹性成像

弹性成像检测乳房组织的硬度, 与病灶的胶原蛋白含量和内部的微环境相关[16]。

超声弹性成像评分标准(Tsukuba 大学 5 分评分法) 1 分: 病灶整体或大部分为绿色; 2 分: 病灶中心为蓝色, 周边为绿色; 3 分: 病灶范围内绿色和蓝色所占比例相近; 4 分: 病灶整体为蓝色或内部仅有少许绿色; 5 分: 病灶及周边组织均显示为蓝色, 内部伴有或不伴有绿色。1~3 分病灶及周边组织可变形, 多为良性; 4~5 分, 病变及周边组织不可变形, 多为恶性, 蓝色占比越多说明肿瘤组织越硬而恶性的程度随之也越高。根据周娟等人的研究结果表明超声弹性成像检查的诊断准确性为 94.57%、灵敏度为 92.45%、特异度为 96.05%, 均显著高于常规超声检查的 75.97%、66.04%、82.89% [17], 超声弹性成像技术可为医师进行后续治疗提供可靠依据。

### 3.3. BI-RADS 分级

为使乳腺检查标准化, 美国放射学会和乳腺 X 光检查专家开发了乳腺成像报告和数据系统(BI-RADS)。BI-RADS 分级总共分 7 级, 0 级超声评估不完全, 需要其他方式再进行评估。1~3 级恶性危险性  $\leq 2\%$ , 基本可以认为良性, 一般情况下超声定期复查即可。4 级可疑异常, 恶性危险性 3%~94%, 4 级又分为 3 个亚型: 4a 3%~8% (低度); 4b 9%~49% (中度); 4c 50%~94% (高度)。由于 4 级风险跨度大, 我们要高度重视被分类到 4 级的乳腺结节, 一般首先考虑活检明确病理类型。多模态超声可以提高结节的诊断率, 减少乳腺结节不必要的穿刺活检, 减轻患者的身心负担, 减少患者的花费和节约医疗成本。5 级高度恶性可能, 恶性的危险性  $\geq 95\%$ 。6 级活检已证实为恶性。根据周楠等人的研究结果表明, 超声 BI-RADS 分级的灵敏度为 77.42%, 特异度 87.76%, 总准确率 83.75%。该结果进一步说明了超声在乳腺结节的诊断中使用 BI-RADS 分级标准, 能更好的提高临床诊断的总准确率, 为临床治疗提供科学指导[18]。

## 4. 国内外乳腺结节的其他主要检查方式

### 4.1. 乳腺 X-Ray

X 线检查仍然是国外乳腺癌筛查的“金标准”, 美国推荐 40 岁及以上女性进行 X 线乳腺检查[19]。X 线有较高的图像分辨率, 能够较好的、全面的探测整个病灶, 同时不会被受检者的主观因素影响。对细微钙化的敏感性优于超声, 在退化型乳腺以及内部有较多脂肪组织的乳腺中能更清晰的显示出病灶, 降低漏诊率[20]。但在乳腺诊断中敏感性约 80%、特异性约 85%, 都不是很高, 尤其是对致密性乳腺敏(感性约 60%)和小于 1 cm 的病灶[21]。

### 4.2. CT

在乳腺检查中, 一般将粗大钙化多为视良性, 而微小钙化则多视为恶性。因 CT 的空间分辨率较低, 对于  $< 0.5 \text{ mm}$  的微钙化的识别远不如 X 线精准[22]。乳腺具有丰富的腺体组织, 常规 CT 扫描会增加不必要的辐射剂量, 因此与 X 线相比, CT 的电离辐射程度较高, 不适用于检查腺体丰富的乳腺。CT 可作为乳腺癌的辅助诊断方法, 如检测乳腺癌有无转移, 淋巴结有无全身转移以及肿瘤的分期等。

锥光束乳腺 CT (Cone-Beam Breast Computer Tomography, CBBCT)是一种新技术, 它不仅大大提高了 CT 的分辨率而且降低了电离辐射剂量。在扫描操作的过程中不压缩乳腺, 提高了患者的舒适度[23]。

### 4.3. MRI

MRI 在乳腺结节诊断中有较高的敏感性(约 92%), 使用顺磁性造影剂可以研究肿瘤血管的生成情况。但其特异性是可变的, 它特异性可能与病变的形态相关[24]。乳腺增强磁共振成像(CE-MRI)已经成为乳腺癌患者术前分期、评估化疗疗效、确定肿瘤转移和识别隐匿性乳腺癌的一项重要技术(灵敏度约 94%



至 100%)。它结合了 MRI 和 US 的优点, 使病变的实时可视化成为了可能, 避免了不必要的 MRI 引导下的活检, 这项技术可适用于没有能力进行 MRI 活检的中心[25]。

#### 4.4. MUT

为提高乳腺癌筛查的敏感性和准确性, 开发了一种 3D 诊断成像技术, 又称为多模态超声断层扫描 (MUT)。MUT 图像是从穿过乳腺组织后的波形变化中提取并接收脉冲, 而超声成像是从接收到的脉冲回波中提取。它具有无辐射、无压缩的特点, 为乳腺小病变提供了一种有效的诊断方式。据调查 MUT 检查每个乳腺大约需 12 分钟, 图像计算大约需 2 分钟[26]。目前 MUT 的局限性在于不能检查胸壁周围、腋窝区和乳晕区的乳腺组织。另一个局限性在于当超声波从水进入乳腺组织时, 由于水和皮肤之间的声阻抗发生变化, 产生了声衍射的“进入效应”, 可能产生伪影, 出现假阴性的可能。

### 5. 小结与展望

乳腺癌是死亡率第二高的癌症, 三分之一的新发癌症是乳腺癌, 八分之一的乳腺癌女性患者因此病死亡的风险约为 3.4%, 平均每位死于乳腺癌的患者减少约 19.3 年寿命[27]。随着当代社会压力越来越大, 近年来乳腺结节的发病率一直在上升, 因此早发现、早诊断是至关重要的。X 线、CT、MRI、超声等都可用于乳腺结节的诊断, 且各有优缺点, 因此可以根据实际需要而选择更加合适的诊断方式。乳腺 X 线空间分辨率高, 对微小钙化有较高的敏感性, 却在致密性乳腺和小病灶的检出率方面存在一些不足。CT 空间分辨率低, 但可帮助于乳腺癌的分期诊断。MRI 有较高的敏感性, 但其价格昂贵、操作复杂、执行时间长且特异性较低, 对普通人来说难以实现。

超声无辐射、操作时间短、价格也可被接受, 但在乳腺结节的诊断中较多的依赖医师的专业技术, 单一的模式可能不足以准确地描述病变组织。因此将二维超声、彩色多普勒成像、弹性成像和超声造影结合起来全面、具体的进行 BI-RADS 分级, 使乳腺结节的诊断更加准确, 从而减少良性结节不必要的活检。多模态超声现已广泛的应用于乳腺结节的诊断中。随着医疗设备的不断进步, 超声科医生也应该精进自己的专业技术, 熟练掌握设备的使用情况, 用合适的频率、切面、角度仔细全面的扫查每一个部分, 提高准确度。

### 参考文献

- [1] 石建伟, 唐智柳, 蔡美玉, 等. 2008-2012 年我国女性乳腺癌流行状况的系统性综述[J]. 中国妇幼保健, 2014, 29(10): 1622-1626.
- [2] 崔兴毅, 傅谭姆. 超声是更适合国人的乳腺癌筛查手段[N]. 光明日报, 2022-04-23(007). <https://doi.org/10.28273/n.cnki.ngmrb.2022.001910>
- [3] Qian, X., Pei, J., Zheng, H., Xie, X., Yan, L., Zhang, H., *et al.* (2021) Prospective Assessment of Breast Cancer Risk from Multimodal Multiview Ultrasound Images via Clinically Applicable Deep Learning. *Nature Biomedical Engineering*, 5, 522-532. <https://doi.org/10.1038/s41551-021-00711-2>
- [4] 钱颖. 乳腺超声诊断 BI-RADS 4A 类肿块联合磁共振检查对乳腺肿块的诊断价值分析[J]. 影像研究与医学应用, 2022, 6(15): 113-115.
- [5] 王涛, 王学梅. 超声弹性成像技术及其临床应用研究进展[J]. 医学综述, 2011, 17(20): 3146-3149.
- [6] Carlsen, J., Ewertsen, C., Sletting, S., Vejborg, I., Schäfer, F.K., Cosgrove, D. and Bachmann, N.M. (2015) Ultrasound Elastography in Breast Cancer Diagnosis. *Ultraschall in der Medizin*, 36, 550-562. <https://doi.org/10.1055/s-0035-1553293>
- [7] Shao, J., Shi, G., Qi, Z., Zheng, J. and Chen, S. (2021) Advancements in the Application of Ultrasound Elastography in the Cervix. *Ultrasound in Medicine and Biology*, 47, 2048-2063. <https://doi.org/10.1016/j.ultrasmedbio.2021.04.009>
- [8] 吴莹, 王敏. 超声弹性成像联合灰阶超声对乳腺结节良恶性的鉴别诊断价值[J]. 蛇志, 2023, 35(1): 66-68+100.
- [9] Du, Y.R., Wu, Y., Chen, M. and Gu, X.G. (2018) Application of Contrast-Enhanced Ultrasound in the Diagnosis of

- Small Breast Lesions. *Clinical Hemorheology and Microcirculation*, **70**, 291-300. <https://doi.org/10.3233/CH-170368>
- [10] Janu, E., Krikavova, L., Little, J., Dvorak, K., Brancikova, D., Jandakova, E., *et al.* (2020) Prospective Evaluation of Contrast-Enhanced Ultrasound of Breast BI-RADS 3-5 Lesions. *BMC Medical Imaging*, **20**, Article No. 66. <https://doi.org/10.1186/s12880-020-00467-2>
- [11] Ito, T. (2018) Let Us Utilize Breast Contrast-Enhanced Ultrasound More. *Journal of Medical Ultrasonics* (2001), **45**, 543-544. <https://doi.org/10.1007/s10396-018-0904-z>
- [12] El-Ali, A.M., *et al.* (2019) Contrast-Enhanced Ultrasound of Liver Lesions in Children. *Pediatric Radiology*, **49**, 1422-1431. <https://doi.org/10.1007/s00247-019-04361-0>
- [13] Drudi, F.M., Cantisani, V., Gnecci, M., Malpassini, F., Di Leo, N. and de Felice, C. (2012) Contrast-Enhanced Ultrasound Examination of the Breast: A Literature Review. *Ultraschall in der Medizin*, **33**, E1-E7. <https://doi.org/10.1055/s-0031-1299408>
- [14] Chou, C.P., Huang, J.S., Wang, J.S. and Pan, H.B. (2022) Contrast-Enhanced Ultrasound Features of Breast Capillary Hemangioma: A Case Report and Review of Literature. *Journal of Ultrasound*, **25**, 103-106. <https://doi.org/10.1007/s40477-020-00550-y>
- [15] 王丹. 彩色多普勒超声血流分级在鉴别乳腺肿物良恶性病变中的价值[J]. 实用临床医学, 2014, 15(2): 95-96. <https://doi.org/10.13764/j.cnki.lcsy.2014.02.040>
- [16] Li, Y., Liu, Y., Zhang, M., Zhang, G., Wang, Z. and Luo, J. (2020) Radiomics with Attribute Bagging for Breast Tumor Classification Using Multimodal Ultrasound Images. *Journal of Ultrasound in Medicine*, **39**, 361-371. <https://doi.org/10.1002/jum.15115>
- [17] 周娟. 超声弹性成像技术对乳腺结节良恶性的诊断价值[J]. 影像研究与医学应用, 2022, 6(2): 89-91.
- [18] 周楠. 超声 BI-RADS 分级在超声诊断乳腺肿块诊断中的应用价值分析[J]. 影像研究与医学应用, 2022, 6(14): 131-133.
- [19] Eisenbrey, J.R., Dave, J.K. and Forsberg, F. (2016) Recent Technological Advancements in Breast Ultrasound. *Ultrasonics*, **70**, 183-190. <https://doi.org/10.1016/j.ultras.2016.04.021>
- [20] 袁中明, 袁晚荣. 乳腺超声检查和乳腺钼靶检查在乳腺癌筛查中的应用价值分析[J]. 航空航天医学杂志, 2023, 34(1): 25-27.
- [21] Zografos, G., Liakou, P., Koulocheri, D., Liouvarou, I., Sofras, M., Hadjiagapis, S., Orme, M. and Marmarelis, V. (2015) Differentiation of BIRADS-4 Small Breast Lesions via Multimodal Ultrasound Tomography. *European Radiology*, **25**, 410-418. <https://doi.org/10.1007/s00330-014-3415-3>
- [22] Al-Katib, S., Gupta, G., Brudvik, A., Ries, S., Krauss, J. and Farah, M. (2020) A Practical Guide to Managing CT Findings in the Breast. *Clinical Imaging*, **60**, 274-282. <https://doi.org/10.1016/j.clinimag.2018.07.009>
- [23] 何之彦. 乳腺 CT 的禁忌, 专用性及其技术进展[J]. 中国中西医结合影像学杂志, 2021, 19(6): 612-616.
- [24] Caproni, N., Marchisio, F., Pecchi, A., Canossi, B., Battista, R., D'Alimonte, P. and Torricelli, P. (2010) Contrast-Enhanced Ultrasound in the Characterisation of Breast Masses: Utility of Quantitative Analysis in Comparison with MRI. *European Radiology*, **20**, 1384-1395. <https://doi.org/10.1007/s00330-009-1690-1>
- [25] Pons, E.P., Azcón, F.M., Casas, M.C., Meca, S.M. and Espona, J.L.G. (2014) Real-Time MRI Navigated US: Role in Diagnosis and Guided Biopsy of Incidental Breast Lesions and Axillary Lymph Nodes Detected on Breast MRI But Not on Second Look US. *European Journal of Radiology*, **83**, 942-950. <https://doi.org/10.1016/j.ejrad.2014.03.006>
- [26] Zografos, G., Koulocheri, D., Liakou, P., Sofras, M., Hadjiagapis, S., Orme, M. and Marmarelis, V. (2013) Novel Technology of Multimodal Ultrasound Tomography Detects Breast Lesions. *European Radiology*, **23**, 673-683. <https://doi.org/10.1007/s00330-012-2659-z>
- [27] Libson, S. and Lippman, M. (2014) A Review of Clinical Aspects of Breast Cancer. *International Review of Psychiatry*, **26**, 4-15. <https://doi.org/10.3109/09540261.2013.852971>