

超声引导下穿刺活检联合多模态超声检查对乳腺癌的诊断价值

李军¹, 邵丽萍¹, 张燕晨¹, 郜语言¹, 徐星旅¹, 黄猛^{1,2}

1. 安徽医科大学第一附属医院超声医学科, 安徽 合肥, 230022; 2. 安徽医科大学第一附属医院东城院区/肥东县人民医院超声医学科, 安徽 合肥, 231600

通信作者: 黄猛, E-mail: 353867450@qq.com

【摘要】 目的 探究超声引导下穿刺活检联合多模态超声检查对乳腺癌的诊断价值。方法 选取 2024 年 12 月至 2025 年 9 月在安徽医科大学第一附属医院及其东城院区接受诊治的疑似乳腺恶性肿块患者 90 例(90 个乳腺病灶)为研究对象, 所有患者均行常规超声、剪切波弹性成像(SWE)、超声造影(CEUS)和术前超声引导下穿刺活检检查, 术后病理诊断结果作为“金标准”。将研究对象分为恶性肿块组($n=32$)及良性肿块组($n=58$), 比较两组常规二维和 CEUS 特征, 分析术前超声引导下穿刺、SWE、CEUS 单独检查及联合检查对乳腺癌的诊断价值。结果 常规超声影像特征方面, 乳腺恶性肿块的肿块直径、形态、纵横比、内部回声、边缘蟹足/毛刺样改变、微钙化、边缘附近高回声晕、腋窝淋巴结特征构成比均大于良性肿块组(P 均 <0.05)。CEUS 特征方面, 乳腺恶性肿块组的向心性增强、高增强、增强后病灶增大、病变病灶内部及周围血管走行紊乱构成比均高于良性病变(P 均 <0.05)。与单独检查方式相比, 联合检查的敏感性、特异性、阳性预测值、阴性预测值及准确率均较高(P 均 <0.05), 分别为 96.88%、96.55%、93.93%、98.25% 和 96.67%。结论 超声引导下穿刺活检联合 SWE、CEUS 可显著提高对乳腺癌诊断的敏感性及特异性, 具有较高的临床应用价值。

【关键词】 超声引导下穿刺活检; 超声造影; 剪切波弹性成像; 多模态超声; 乳腺癌

【文章编号】 2095-834X (2025)10-41-06

DOI: 10.26939/j.cnki.CN11-9353/R.2025.10.003

本文著录格式: 李军, 邵丽萍, 张燕晨, 等. 超声引导下穿刺活检联合多模态超声检查对乳腺癌的诊断价值[J]. 当代介入医学电子杂志, 2025, 2(10): 41-46.

Diagnostic value of ultrasound-guided biopsy combined with multimodal ultrasound for breast cancer

Li Jun¹, Shao Liping¹, Zhang Yanchen¹, Gao Yuyan¹, Xu Xinglv¹, Huang Meng^{1,2}

1. Department of Ultrasound, The First Affiliated Hospital of Anhui Medical University, Hefei 230022, Anhui, China;

2. Department of Ultrasound, Dongcheng Branch of the First Affiliated Hospital of Anhui Medical University (Feidong People's Hospital), Hefei 231600, Anhui, China

Corresponding author: Huang Meng, E-mail: 353867450@qq.com

【Abstract】 Objective To explore the diagnostic value of ultrasound-guided biopsy combined with multimodal ultrasound for breast cancer. **Methods** A total of 90 patients (90 breast lesions) with suspected malignant breast masses, who were diagnosed and treated in the First Affiliated Hospital of Anhui Medical University and its Dongcheng Campus from December 2024 to September 2025, were selected as the research subjects. All of them underwent conventional ultrasound, shear wave elastography (SWE), contrast-enhanced ultrasound (CEUS), and preoperative ultrasound-guided biopsy. Taking the postoperative pathological diagnosis results as the "gold

收稿日期: 2025-09-28

基金项目: 安徽省教育厅重点项目(2023AH053285); 合肥市卫健委应用医学研究项目(Hwk2022zc054)

standard", the research subjects were divided into the malignant mass group ($n=32$) and the benign mass group ($n=58$). The conventional two-dimensional ultrasound and CEUS characteristics of the two groups were compared, and the diagnostic values of preoperative ultrasound-guided puncture, SWE, and CEUS alone and in combination for breast cancer were analyzed. **Results** In terms of conventional ultrasound imaging features, the mass diameter, shape, aspect ratio, internal echo, marginal crab-foot or spicule-like changes, microcalcification, hyperechoic halo near the margin, and the abnormal features of axillary lymph nodes in the malignant mass group all showed greater changes than those in the benign mass group (all $P<0.05$). In terms of CEUS characteristics, there were greater proportions of centripetal enhancement, hyperenhancement, lesion enlargement after enhancement, and disordered vascular course within and around the lesion in the malignant mass group than in the benign mass group (all $P<0.05$). Compared with the single examination method, the combined examination had higher sensitivity, specificity, positive predictive value, negative predictive value and accuracy rate (all $P<0.05$), which were 96.88%, 96.55%, 93.93%, 98.25% and 96.67% respectively. **Conclusion** Ultrasound-guided biopsy combined with SWE and CEUS can significantly improve the sensitivity and specificity of breast cancer diagnosis and has high clinical application value.

【Keywords】 Ultrasound-guided biopsy; Contrast-enhanced ultrasound; Shear wave elastography; Multimodal ultrasound; Breast cancer

乳腺癌是女性高发的恶性肿瘤,其发病率和病死率逐年上升,严重危害女性健康。乳腺良恶性肿瘤在临床治疗方案选择、疾病预后评估及病情转归趋势等方面存在显著差异,因此,对乳腺肿块进行精准的良恶性鉴别,具有至关重要的临床价值^[1]。超声引导下穿刺活检是术前鉴别肿块良恶性准确率最高的诊断方式,同时具有创伤小、并发症少的特点^[2],但与术后病理结果相比,仍存在一定的漏诊、误诊现象^[3]。超声检查是现阶段临床诊断乳腺癌的影像学手段之一,其中剪切波弹性成像(shear wave elastography, SWE)技术通过剪切波在组织内传播速度来计算出杨氏模量值。组织硬度与剪切波传播速度呈正相关,即组织硬度越高,剪切波传播速度越快,对应的杨氏模量值越大;在二维超声声像图的基础上,叠加的实时弹性成像图颜色也会相应向红色系偏移。有研究发现,乳腺恶性肿瘤多继发于乳腺导管萎缩及纤维结缔组织增生的病理基础,具有生长速度快、瘤体质地坚硬、组织硬度高的生物学特性;而乳腺良性肿瘤多呈膨胀性生长模式,瘤体内部组织疏松,相应组织硬度亦较低^[4]。基于上述良恶性肿瘤组织弹性特征的显著差异,SWE在乳腺肿块良恶性鉴别中具备一定的临床应用价值。但值得注意的是,对于早期乳腺良恶性肿瘤,由于其组织弹性差异通常较为微弱,易导致漏诊或误诊的发生。超声造影(contrast-enhanced ultrasound, CEUS)可清晰显示肿瘤内部微血管灌注特征,为乳腺肿块性质的判断提供更精准的影像学依据。然而,由于乳腺良恶性肿瘤的超声造影增强模式存在一定重叠,使得CEUS在临床应用中仍存在局限性。目前,关于超声引导下穿刺活检联合多模态超声对乳腺癌的诊断价值分析研究较少,基于此,本研究旨在探讨该联合诊断模式对乳腺癌的诊断效能。

1 对象与方法

1.1 研究对象 回顾性纳入 2024 年 12 月—2025 年 9 月在安徽省医科大学第一附属医院及其东城院区接受诊治的疑似乳腺恶性肿瘤的 90 例患者(90 个乳腺病灶)为研究对象,患者年龄(48.22 ± 7.78)岁;病变部位:右侧 57 例,左侧 33 例。

纳入标准:(1)患者及家属均知情并签署知情同意书;(2)具备完整常规二维、SWE、CEUS 检查;(3)行超声引导下穿刺活检并取样成功;(4)术后病理组织检查;(5)术前来接受其他治疗。

排除标准:(1)超声图像质量差及资料不全;(2)哺乳期及妊娠期患者;(3)继发性乳腺癌或合并其他恶性肿瘤;(4)存在造影剂过敏者;(5)存在认知障碍及不配合检查者。该研究已获得该医院医学伦理委员会审核与批准(审查批件号:LL2025021)。

1.2 方法

1.2.1 超声检查 仪器选择使用迈瑞 Resona 7S 彩色多普勒超声诊断仪,L9-3U 线阵探头,频率 5~14 MHz。患者于检查床上取仰卧位,手臂上举,充分暴露双侧乳腺及腋窝区域,采用常规超声对乳腺进行多方位扫查,观察并记录病灶的位置、大小、形态、边缘、内部回声、周围组织情况、纵横比、病灶内部血流信号及腋窝淋巴结等影像学特征。随后切换为 SWE 模式,探头轻置于体表,取样框包含全部病灶及周边硬度较高区域,嘱患者屏气 5 s,待图像稳定后定帧,根据弹性成像硬度,应用罗葆明等^[5]改良 5 分法对肿块进行良、恶性鉴别,判断标准为:1 分,病灶整体或大部分显示为绿色;2 分,病灶显示为中心呈蓝色,周边为绿色;3 分,病灶范围内显示为绿色和蓝色所占比例相近;4 分,病灶整体为蓝色

或内部伴有少许绿色；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分考虑为良性肿瘤，4~5分考虑为恶性肿瘤。

1.2.2 CEUS检查 患者取仰卧位，充分暴露患侧乳房，常规超声扫描乳腺肿块，选择切面尽可能在肿块有着丰富多普勒血流信号、最大直径，同时需要避开存在粗大钙化的平面。选择超声造影模式，选用声诺维造影剂 2 ml 迅速从患者肘正中静脉注射，随后以 5 ml 0.9% 氯化钠溶液进行冲管处理。造影过程中，动态观察并记录病灶增强特性变化，存储静态图像与实时造影图像（不小于 1 min）。CEUS 可疑恶性定义：增强模式为“快进快出”或增强形态具有任一恶性特征（向心性不均匀增强、滋养血管、蟹足样或毛刺样增强）。以上检查均由 2 名 10 年工作经验医师进行分析判断，意见不一致时取协商一致结果。

1.2.3 超声引导下穿刺活检 患者取仰卧位，常规二维超声观察肿块情况，根据肿块的位置、大小以及周边血流分布情况，选择最优穿刺体位及进针路径。常规消毒铺巾，1% 利多卡因 5 ml 局部麻醉，使用美国巴德公司保险式全自动活检枪及 16 G 一次性槽式组织切割针，避开胸壁彩色血流显影区域进入该结节内，不同方向切取 2~3 cm 组织 3~5 条，福尔马林固定后送病理科进行组织病理学检查。穿刺后，嘱患者穿刺点局部加压 0.5~1 h，两天内保持干燥，避免感染，1 d 后可自行将辅料揭取，同时避免剧烈运动及穿刺部位撞击，若出现穿刺部位疼痛或不适，嘱咐及时就诊。

联合检查流程与结果判读标准：对受试者依次进行二维超声、SWE、CEUS 检查，回顾 SWE 及 CEUS 图像特征来规划穿刺路径，后实行超声引导下穿刺活检检查。阳性标准定义为超声引导下穿刺、SWE 及 CEUS 三者均判读为“可疑恶性”时，则该病例的联合诊断结果即为阳性。

1.3 观察指标 收集并比较两组患者乳腺肿块常规超声影像特征、造影特征，SWE、CEUS、超声引导下穿刺活检检查结果。以术后病理学为金标准结果，分析超声下引导穿刺、SWE、CEUS 单独及联合检查对乳腺良恶性肿瘤的诊断结果。

1.4 统计学方法 统计学方法选择 SPSS 25.0 统计软件进行分析。符合正态分布的计量数据用 $\bar{x} \pm s$ 表示，采用独立样本 *t* 检验进行组间的比较；计数资料用例数和（或）% 表示，组间比较采用卡方检验，以 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 手术病理结果 病理结果显示，90 例患者中 32 例为乳腺恶性病变，58 例为乳腺良性病变，见表 1。

表 1 90 例患者手术病理结果分析

病理类型	例数	构成比 (%)
乳腺良性病变	58	
纤维腺瘤	20	22.22
纤维腺病	18	20.00
腺病伴纤维腺瘤	10	11.11
导管内乳头状瘤	5	5.55
乳腺炎性病变	3	3.33
良性叶状肿瘤	2	2.22
乳腺恶性病变	32	
浸润性导管癌	28	31.11
浸润性小叶癌	1	1.11
导管原位癌	2	2.22
鳞状细胞癌	1	1.11

2.2 两组患者常规超声影像特征比较 乳腺良性肿块常规超声检查结果显示肿块直径、纵横比、内部回声、边缘蟹足/毛刺样改变、内部回声、微钙化、边缘附近高回声晕、腋窝淋巴结特征比较，差异有统计学意义 ($P < 0.05$)，见表 2。

表 2 两组患者常规超声影像特征比较 [例 (%)]

影像特征	恶性肿块组 (n=32)	良性肿块组 (n=58)	χ^2 值	P 值
肿块直径 (cm)			6.339	0.012
≤3	11 (34.38)	36 (62.07)		
>3	21 (65.62)	22 (37.93)		
形态			9.729	0.002
规则	10 (31.25)	38 (65.52)		
不规则	22 (68.75)	20 (34.48)		
纵横比			8.459	0.004
>1	8 (25.00)	33 (56.90)		
≤1	24 (75.00)	25 (43.10)		
边缘蟹足/毛刺样改变			17.931	<0.001
有	21 (65.62)	12 (20.69)		
无	11 (34.38)	46 (79.31)		
内部回声			5.748	0.017
均匀	12 (37.50)	37 (63.79)		
不均匀	20 (62.50)	21 (36.21)		
微钙化			27.306	<0.001
有	20 (62.50)	6 (10.34)		
无	12 (37.50)	52 (89.66)		
边缘附近高回声晕			22.465	<0.001
有	19 (59.38)	7 (12.07)		
无	13 (40.62)	51 (87.93)		
腋窝淋巴结			30.337	<0.001
异常	22 (68.75)	7 (12.07)		
无异常	10 (31.25)	51 (87.93)		

2.3 SWE 检查结果 90 例疑似乳腺癌患者，SWE 检出乳腺癌阳性 34 例，阴性 56 例，其中真阳性 24 例，真阴性 48 例，见表 3。

2.4 两组 CEUS 特征比较及 CEUS 检查结果 超声造影增强特点方面，乳腺恶性向心性增强、高增强、

增强后病灶增大、病变病灶内部及周围血管走行紊乱构成比均高于良性病变 ($P < 0.05$), 见表 4。CEUS 检查结果: 90 例疑似乳腺癌患者, CEUS 检出乳腺癌阳性 34 例, 阴性 56 例, 其中真阳性 23 例, 真阴性 47 例, 见表 5。

表 3 90 例疑似乳腺癌患者 SWE 检查结果(例)

术后病理诊断	SWE		合计
	阳性	阴性	
阳性	24	8	32
阴性	10	48	58
合计	34	56	90

注: SWE: 剪切波弹性成像。

表 4 两组患者超声造影增强特征比较[例(%)]

增强特征	恶性肿瘤组 (n=32)	良性肿块组 (n=58)	χ^2 值	P 值
增强方向			11.228	<0.001
向心性	17 (53.13)	11 (18.97)		
非向心性	15 (46.87)	47 (81.03)		
增强强度			44.137	<0.001
高	28 (87.50)	9 (15.52)		
低或无	4 (12.50)	49 (84.48)		
增强后病灶增大情况			29.268	<0.001
增大	24 (75.00)	10 (17.24)		
无增大	8 (25.00)	48 (82.76)		
造影剂分布			1.56	0.212
均匀	9 (28.13)	24 (41.38)		
不均匀	23 (71.87)	34 (58.62)		
病灶内部及周围血管走形			30.073	<0.001
平直、规则	7 (21.88)	47 (81.03)		
紊乱、扭曲	25 (78.12)	11 (18.97)		

表 5 90 例疑似乳腺癌患者 CEUS 检查结果(例)

术后病理诊断	CEUS		合计
	阳性	阴性	
阳性	23	9	32
阴性	11	47	58
合计	34	56	90

注: CEUS: 超声造影。

2.5 术前超声引导下穿刺活检结果 90 例疑似乳腺癌患者, 术前超声引导下穿刺活检检出乳腺癌阳性 29 例, 阴性 61 例, 其中真阳性 26 例, 真阴性 55 例。见表 6、图 1。

2.6 超声引导下穿刺活检、多模态超声单独及联合对乳腺癌的诊断价值分析 与单独检查方式相比, 联合检查的敏感性、特异性、阳性预测值、阴性预测值及准确率均较高, 见表 7。

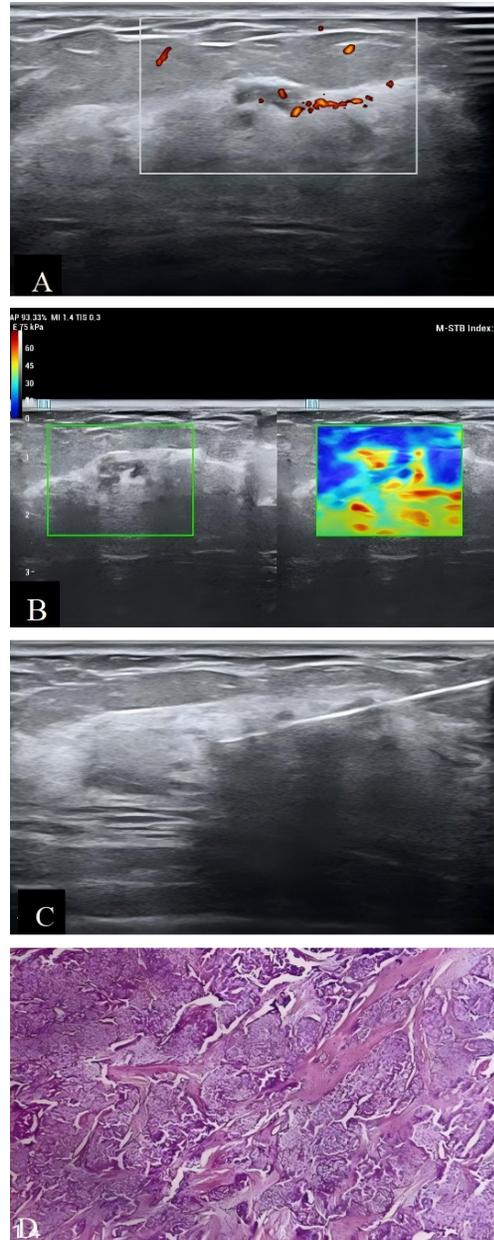
表 7 不同检查方式对乳腺恶性肿瘤诊断价值[%(n/n)]

检查方式	敏感性	特异性	阳性预测值	阴性预测值	准确率
SWE	75.00 (24/32)	82.75 (48/58)	75.00 (24/34)	85.71 (48/56)	80.00 (72/90)
CEUS	71.87 (23/32)	81.03 (47/58)	67.65 (23/34)	83.93 (47/56)	77.78 (70/90)
超声引导下穿刺	81.25 (26/32)	94.83 (55/58)	89.66 (26/29)	90.16 (55/61)	90.00 (81/90)
联合	96.88 (31/32)	96.55 (56/58)	93.93 (31/33)	98.25 (56/57)	96.67 (87/90)

注: SWE: 剪切波弹性成像; CEUS: 超声造影。

表 6 90 例疑似乳腺癌患者术前超声引导下穿刺活检结果(例)

术后病理诊断	超声引导下穿刺活检		合计
	阳性	阴性	
阳性	26	6	32
阴性	3	55	58
合计	29	61	90



注: A: 右乳不均质回声区, 形态不规则, 内见簇状强回声光点。B: SWE 图像, 病灶整体为蓝色, 内部伴有少许绿色, 评分为 4 分。C: 穿刺活检图像。D: 病理图像证实为浸润性癌。

图 1 患者超声检查影像及病理图像

3 讨论

乳腺癌近年来发病率呈持续上升趋势,数据显示 2022 年我国乳腺癌新发病例数约为 35.7 万,死亡病例约 7.5 万^[6]。目前,临床上对于乳腺癌发病机制仍无统一意见,公认其与家族遗传、雌激素异常分泌等因素有着紧密的联系^[7]。研究表明对早期乳腺癌患者进行规范化专业治疗,治愈率高达 90%^[8],因此乳腺癌早期诊断、早期治疗尤为重要,但诊断金标准现仍为大手术术后病理,由于手术创伤大,费用高^[9],亟待寻找新的创伤小的方法。

各种影像学检查技术的发展与临床应用,使得更多早期的乳腺癌被发现,相比于乳腺 X 线摄影、磁共振成像等影像学检查技术,超声检查具有便捷、耗时短、经济实用等优势,尤适用于甲状腺、乳腺肿块的识别和鉴别^[10]。对于应用广泛的常规二维超声,其在乳腺良恶性的鉴别中有一定的价值,本研究对比了乳腺良恶性肿块常规二维超声影像特征,结果显示两组在肿块直径、形态、纵横比、内部回声,边缘蟹足/毛刺样改变、内部回声、微钙化,边缘附近高回声、腋窝淋巴结均存在显著差异($P<0.05$),表明上述二维特征可为乳腺良恶性鉴别提供依据。然而,有研究^[11]利用上述特征对乳腺肿块良恶性鉴别的灵敏度、特异度仅为 63.89% 和 63.64%,考虑局限性在于二维图像上存在组织分辨力不足、评估者主观性偏差、部分良性肿块恶性表征、恶性肿块表征不典型等,故而超声技术在不断发展,一方面来弥补常规二维的不足,另一方面为鉴别乳腺肿块良恶性提供了更多的维度,其中超声引导下穿刺活检、SWE 及 CEUS 均可作为鉴别乳腺肿块良恶性的方法。

相比于传统活检方法,超声引导下穿刺活检通过可视化动态掌握病灶的大小、位置、形态、内部及周边情况等信息来确定取材部位、进针角度与深度,且可在保证安全性前提下获取充足、可靠的组织标本量,同时该操作创伤小,不会留下明显瘢痕,参与本次研究的所有受试者顺利完成穿刺,均未出现严重并发症。本研究中超声引导下穿刺活检对乳腺肿块良恶性诊断的敏感性、特异性及准确性接近或超过 90%,这与既往研究相符^[12],但受于一些乳腺病灶声像图特征存在重叠,导致超声特征不显著,使得超声引导下穿刺活检检查结果的准确性下降^[13]。然而,对乳腺肿块性质的判断通常建议必要时行超声引导下穿刺活检,此外还可通过 SWE 评估硬度、CEUS 观察血流灌注等维度进行判断。

目前,有研究已证明乳腺恶性肿块的硬度是高于良性肿块或正常组织的^[14],同时肿瘤细胞的增殖与侵袭可引起组织硬度的增加^[15],而乳腺良恶性肿块组织

的硬度可通过 SWE 进行定性、定量评估。本次研究,利用改良 5 分法来鉴别乳腺肿块的良恶性,通过 SWE 对 90 例乳腺肿块进行鉴别诊断显示,24 例为恶性,48 例为良性,与术后病理学检查结果一致性中等,也与既往研究^[16]相符。这说明 SWE 鉴别诊断乳腺良恶性肿块上有一定的价值,但由于部分良性病变(如钙化纤维腺瘤、炎性肿块)可能因纤维化或炎症反应表现为硬度增加,导致假阳性;少数恶性肿瘤(如黏液癌)可能因质地柔软被低估,出现假阴性。同时对于深部病变($>4\text{ cm}$)或体积过小的结节,剪切波衰减明显,测量准确性可能下降。肿瘤细胞的增殖与侵袭可引起组织硬度的增加,SWE 可进行硬度的评估,考虑到乳腺肿瘤是一种微血管依赖性肿瘤,其增殖与侵袭与新生微血管有着密切关系,CEUS 可以对病灶区域的血流灌注情况进行观察,CEUS 鉴别乳腺肿块良恶性的基本病理生理基础是两者微血管在解剖结构和空间分布上存在差异。本研究中,通过乳腺良恶性造影增强特点对比显示,恶性肿块的向心性增强、高增强、增强后病灶增大、病变病灶内部及周围血管走行紊乱构成比均高于良性病变($P<0.05$),这表明乳腺恶性肿块内部血管生成多且紊乱、血供丰富,这与既往研究结论一致^[17]。在 CEUS 检查结果中,其表现出较好的敏感性 & 特异性。

在分析三者单独诊断乳腺肿块良恶性的价值中显示,与 SWE 及 CEUS 相比,超声引导下穿刺活检表现出的敏感性、特异性、阳性预测值、阴性预测值和准确率均较高,表明超声引导下穿刺活检可为乳腺肿块良恶性鉴别提供重要的参考依据,同时考虑到该检查安全性高、操作简单等特点,因此值得推广。最后联合诊断结果显示,相较于单一检查,联合检查诊断乳腺肿块良恶性的敏感性、特异性、阳性预测值、阴性预测值和准确率为最高,表明其在乳腺癌的诊断中具有显著的临床应用价值。超声引导下穿刺活检的准确性依赖于取样位置的正确性,而 SWE 可识别肿块中最硬的区域,可优化活检的目标选择,同时 CEUS 通过动态观察病灶的微血管灌注情况来识别坏死与存活组织为活检精准勾画肿瘤生长最活跃的部分,故本研究中联合检查基于 SWE 与 CEUS 的优势互补来指导活检路径,使活检获得满意的诊断结果。虽然联合检查的费用高于单一超声检查,但三者联合应用可从组织形态、硬度、血流等多个维度综合评估乳腺病变,可显著提高乳腺癌的诊断准确性,减少漏诊及误诊,为早期诊断和精准治疗提供更全面的信息,其潜在的长期效益巨大,同时超声设备相对低廉、便携、场地要求不高,因此易于在基层普及。本文是一项小样本、回顾性研究,可能会对研究结果造成影响,今后可进一步扩大样本量进行验证。

利益冲突 所有作者均声明不存在利益冲突

参考文献

- [1] Shermak MA. Invited discussion on: the vacuum-assisted breast biopsy system is an effective treatment strategy for breast lumps after augmentation with autologous fat grafting[J]. *Aesthetic Plast Surg*, 2019, 43(5): 1158–1159.
- [2] Winkler NS. Ultrasound guided core breast biopsies[J]. *Tech Vasc Interv Radiol*, 2021, 24(3): 100776.
- [3] 王运昌, 张周龙, 姚俊东, 等. 超声引导穿刺活检对乳腺 BI-RADS4 类肿块的诊断价值[J]. *中国超声医学杂志*, 2019, 35(5): 402–404.
- [4] Hou C, Hou Q, Xie X, et al. Serum iron status and the risk of breast cancer in the European population: a two-sample Mendelian randomisation study[J]. *Genes Nutr*, 2021, 16(1): 9.
- [5] 罗葆明, 欧冰, 智慧, 等. 改良超声弹性成像评分标准在乳腺肿块鉴别诊断中的价值[J]. *现代临床医学生物工程学杂志*, 2006, 12(5): 396–398.
- [6] 郑荣寿, 陈茹, 韩冰峰, 等. 2022 年中国恶性肿瘤流行情况分析[J]. *中华肿瘤杂志*, 2024, 46(3): 221–231.
- [7] 吴爱琴, 袁海霞, 夏罕生, 等. 常规超声结合声触诊组织量化技术和超声造影对乳腺病变的诊断价值[J]. *中国超声医学杂志*, 2022, 38(3): 252–256.
- [8] 蒙振明, 蓝素. 超声造影在 BI-RADS 4 类乳腺疾病诊断中的临床价值研究[J]. *影像研究与医学应用*, 2024, 8(7): 87–89.
- [9] 陈华琴, 金俊超, 桓新冬, 等. 超声引导下空芯针穿刺活检对乳腺癌的诊断价值[J]. *临床医学工程*, 2023, 30(6): 745–746.
- [10] Jan W, Laura H, Beatriu R, et al. Improving breast cancer diagnostics with deep learning for MRI[J]. *Sci Transl Med*, 2022, 14(664): eabo4802.
- [11] 钱一飞, 陈云, 盛永琴. 多模态超声检查联合 BI-RADS 分级对乳腺肿块良恶性的鉴别诊断价值[J]. *医学影像学杂志*, 2025, 35(7): 171–175.
- [12] 刘丽, 陈霏, 陈敬一, 等. 超声检查与超声引导下穿刺活检对乳腺肿块早期鉴别诊断的价值对比分析[J]. *中国妇幼保健*, 2020, 35(5): 963–965.
- [13] 宋国超, 杨凯峰, 孙英. 超声下穿刺活检、MRI 检查对早期乳腺癌的诊断价值分析[J]. *癌症进展*, 2021, 19(21): 2192–2194+2223.
- [14] Zhi W, Miao A, You C, et al. Differential diagnosis of B-mode ultrasound Breast Imaging Reporting and Data System category 3–4 a lesions in conjunction with shear-wave elastography using conservative and aggressive approaches[J]. *Quant Imaging Med Surg*, 2022, 12(7): 3833–3843.
- [15] 王嘉图, 赵丽, 尹世凌, 等. 剪切波弹性成像定量参数对乳腺肿块良恶性鉴别及与生物学指标的相关性分析[J]. *中国现代医学杂志*, 2022, 32(6): 56–62.
- [16] 朱晓雯, 陈正雷. 实时剪切波弹性成像联合超声引导下穿刺活检对乳腺良性肿块的鉴别诊断价值[J]. *肿瘤基础与临床*, 2025, 38(2): 250–253.
- [17] 李团结, 任永凤, 殷延华, 等. 超声造影、BI-RADS 特征联合超声引导下穿刺活检诊断早期乳腺癌的价值分析[J]. *临床和实验医学杂志*, 2025, 24(16): 1774–1778.