

# 超声成像技术在乳腺癌术前应用及术后随访中的研究进展

何贵顺<sup>1</sup>, 银春楠<sup>1</sup>, 刘群<sup>2</sup>, 房秀霞<sup>2\*</sup>

<sup>1</sup>内蒙古医科大学第一临床医学院, 内蒙古 呼和浩特

<sup>2</sup>内蒙古医科大学附属医院超声医学科, 内蒙古 呼和浩特

收稿日期: 2025年1月11日; 录用日期: 2025年2月4日; 发布日期: 2025年2月14日

## 摘要

本文详细阐述了超声成像技术在乳腺癌术前及术后随访中的应用进展。介绍了超声成像包含的多种技术及其特点, 术前其可辅助治疗决策、评估新辅助化疗、引导穿刺活检、染色剂标记、神经阻滞、旋切以及射频消融等操作; 术后能在预测肿瘤复发、鉴别瘢痕与复发、淋巴结及远处转移评估等方面发挥作用。同时分析了该技术应用的优势与面临的挑战, 并对其智能化诊断、多技术融合以及个体化医疗等未来发展方向进行了展望, 旨在为乳腺癌的诊疗提供更全面有效的参考。

## 关键词

超声成像技术, 乳腺癌, 术前应用, 术后随访

# Progress Of Ultrasound Imaging Technology in Preoperative Application and Postoperative Follow-Up of Breast Cancer

Guishun He<sup>1</sup>, Chunnan Yin<sup>1</sup>, Qun Liu<sup>2</sup>, Xiuxia Fang<sup>2\*</sup>

<sup>1</sup>First Clinical Medical College of Inner Mongolia Medical University, Hohhot Inner Mongolia

<sup>2</sup>Department of Ultrasound Medicine, Affiliated Hospital of Inner Mongolia Medical University, Hohhot Inner Mongolia

Received: Jan. 11<sup>th</sup>, 2025; accepted: Feb. 4<sup>th</sup>, 2025; published: Feb. 14<sup>th</sup>, 2025

\*通讯作者。

文章引用: 何贵顺, 银春楠, 刘群, 房秀霞. 超声成像技术在乳腺癌术前应用及术后随访中的研究进展[J]. 临床个性化医学, 2025, 4(1): 143-150. DOI: 10.12677/jcpm.2025.41022

## Abstract

This article details the advances in the use of ultrasound imaging in the preoperative and postoperative follow-up of breast cancer. It introduces the various technologies and their characteristics of ultrasound imaging, which can assist in treatment decision-making, evaluation of neoadjuvant chemotherapy, guidance of puncture biopsy, dye labeling, nerve block, rotational excision, and radiofrequency ablation in the preoperative period, and play a role in predicting tumor recurrence, identifying scarring and recurrence, and evaluating lymph node and distant metastasis in the postoperative period. At the same time, the advantages and challenges of this technology are analyzed, and the future development direction of intelligent diagnosis, multi-technology integration and individualized medical treatment is envisioned, aiming to provide a more comprehensive and effective reference for the diagnosis and treatment of breast cancer.

## Keywords

Ultrasonography, Breast Cancer, Preoperative Application, Postoperative Follow-Up

Copyright © 2025 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. 引言

2022 年全球癌症数据显示[1], 乳腺癌在女性癌症中发病率位于第二, 是癌症死亡的主要原因。近年来, 中国的乳腺癌的发病率呈现出逐年攀升的态势, 且发病年龄愈发朝着年轻化的方向发展[2]。在乳腺癌的诊断中超声检查操作便捷, 有较高的灵敏度, 并且不会对患者的身体造成损伤[3]。

## 2. 超声成像技术概述

超声成像技术包含了常规超声、彩色多普勒超声、超声造影、弹性成像等多种技术。常规超声可显示乳腺病变的形态、大小和位置。彩色多普勒超声能评估病变的血流情况[4]。超声造影是通过注射含微气泡造影剂增强靶组织的血流信号, 可以提供乳腺癌病灶内微循环灌注及新生血管数量、形状及空间分布等特征[5]。弹性成像[6]包括剪切波弹性成像(Shear Wave Elastography, SWE)和应变弹性成像(Strain Elastography, SE)等。SWE 是通过检测声辐射脉冲, 持续聚焦在组织中观察到的病灶的振动, 从而表现为横向横波。基于准确定量检测组织的剪切波速度, 具有良好的重现性和客观性, 能够准确地测定腺体组织硬度。SE 是指通过各成分间弹性系数的差异, 对其进行加压, 从而使得该组织在受力状态下, 在各种应力状态下的形变程度。在运动之前和之后, 压力回波的幅度都变成了实时的彩色图象, 图象的色彩可以反应出组织的硬度。这些技术相互补充, 为乳腺癌的诊断和评估提供了更全面的信息。

## 3. 超声成像技术在乳腺癌术前的应用

### 3.1. 辅助治疗决策

#### 3.1.1. 术前评估肿瘤的良恶性、范围和浸润程度

有研究发现[7]乳腺恶性结节具有特定的超声表现。其形态学上多呈不规则形状, 边界不规整且模糊, 与周边组织的分界难以明确界定, 纵横比常大于 1, 意味着结节在纵向上的生长更为显著。在回声特征方

面，内部多呈极低回声，同时，部分恶性结节内部可见微小钙化灶或液化坏死区。在喻的研究中发现[8]乳腺恶性结节超声造影多表现为不均匀向心性高增强、边界模糊，可有灌注缺损区，造影后肿物的大小一般比二维测量的准确等。与良性肿瘤相比，恶性结节的超声弹性成像多表现为肿物硬度更高。这些信息可以为医生采取何种手术方式提供参考。

### 3.1.2. 评估腋窝淋巴结状态

乳腺癌腋窝淋巴结转移的风险较高，超声成像技术可以为判断淋巴结是否转移提供重要信息，有研究发现[9]转移的淋巴结二维最大径更大，后方回声衰减更多，弹性成像硬度更高，超声造影表现增强速度更快，并多有灌注缺损。陈研究发现[10]超声造影转移的淋巴结多呈不均匀性增强，未转移的淋巴结多呈均匀性增强。这些信息可以帮助医生确定淋巴结的清扫范围。

### 3.2. 超声评估新辅助化疗

在新辅助化疗过程中，超声成像技术可以监测肿瘤的大小、血流变化以及硬度变化，有研究发现[11]，新辅助化疗后有效患者比无效患者的病灶二维最大径明显减小，弹性成像最大杨氏模量值(E<sub>max</sub>)及平均杨氏模量值(E<sub>mean</sub>)明显降低，即硬度明显降低。新辅助化疗前、中、后期，有效患者病灶最大径渐进缩小率呈逐渐减低趋势，无效患者呈“中期减小-后期增大”趋势。张等研究发现[12]，新辅助化疗治疗后有效患者对比无效患者的超声造影峰值强度(Peakintensity, PI)明显降低、达峰时间(Timeto Peak, TTP)明显延长。CDFI 内部血流明显减少。党[13]研究发现超声造影评价新辅助化疗效果与术后病理“金标准”一致。说明在新辅助化疗过程中，超声成像技术可以评估治疗效果，为调整治疗方案提供参考。

### 3.3. 超声引导下穿刺活检

在乳腺癌的诊断中，病理学检查凭借其高精度和特异性被誉为诊断乳腺癌的“金标准”。而超声引导下穿刺活检是获取病理诊断的重要手段。其可以更准确地定位病变区域，提高穿刺的准确性和成功率，为后续的治疗提供可靠的病理依据。多项研究发现[14][15]，超声引导下穿刺活检诊断的敏感性和特异性较高，与手术病理结果有较好的一致性，可有效减少不必要的手术探查。对于一些临床触诊不明显但超声发现的微小病变，也能准确穿刺活检，有助于早期乳腺癌的发现。

### 3.4. 超声引导下染色剂标记

染色剂标记技术是指通过在肉眼或超声等影像学方式的引导下进行染色剂注射，从而对病灶部位进行标记[16]。有研究发现[17]超声引导下染色剂标记患者相比于未标记患者手术时间和住院时间明显都明显缩短，且术中出血量也减少。染色剂标记患者的手术最大切缘更小，且切缘阳性率更低，患者术后美容效果及优良率也更高。所以此技术近些年在临床上得到了较多的应用。

### 3.5. 超声引导下神经阻滞

乳腺癌的改良根治术治疗涉及广泛的神经，易造成术后剧烈疼痛，其中约 50%会逐渐演变为慢性疼痛，降低患者的生存质量[18]。神经阻滞[19]是通过将局麻药注入肌肉间隙，依靠药物扩散阻滞局部神经，从而达到在一定区域范围内的镇痛作用。超声技术能够清晰地显示神经和周围组织的结构，使神经阻滞的操作更加准确，提高麻醉效果。有研究发现[20]超声引导下的神经阻滞不仅可以降低全身麻醉药物引起的恶心、呕吐等副作用，还可以起到更好的镇痛效果。付研究发现[21]乳腺癌改良根治术后，行超声引导下神经阻滞患者疼痛数字评分明显降低。疼痛介质 P 物质(SP)、神经肽(NPY)水平低于常规神经阻滞组，单次加用镇痛药物平均次数也减少。尹等研究发现[22]超声引导下神经阻滞组患者苏醒时间更短，恶心呕

吐、麻醉补救更少。所以在乳腺癌手术前进行超声引导下神经阻滞能够有效地减轻患者的疼痛和应激反应，提高患者的舒适度。

### 3.6. 超声引导下旋切

超声引导下旋切术[23]是在超声引导下，使用镇痛负压吸引技术切割乳腺组织。相比于传统开放手术[24]，乳腺微创旋切术能更准确地对肿瘤进行定位、清除，且不会对周边正常组织造成伤害。同时该术式具有创伤小、出血少、康复快等优点。有研究发现[25]与乳腺癌根治术比，超声引导下的微创乳房旋转切除术能明显减少患者的出血量、缩短疤痕、减少淤血、缩短创面愈合时间。患者的免疫功能也恢复得更快，生存质量也得到了很大的提高，且并发症总发生率更低。

### 3.7. 超声引导下射频消融

欧洲肿瘤协会研究表明，乳腺癌的改良根治术虽需切除整个乳房及腋窝淋巴结，但该术式效果并不比保乳手术好，也就是说，仅仅扩大手术切除范围，并不能提升乳腺癌的预后状况[26]。经超声引导下的射频消融[27]是将高频交变的射频消融探针置于肿瘤组织中，同时在身体其他部位设置另一电极，并皮下注射葡萄糖溶液，如此一来，弥散电极可形成回路，进而产生大量热能，促使肿瘤组织的温度急剧上升，最终致使肿瘤组织内的蛋白质快速脱水变性。大量研究发现[28]，射频消融治疗恶性肿瘤是一种安全有效的手术方式，其治疗后并发症的发生率较低，一般不超过 5%，主要涵盖皮肤烧伤、原位硬结以及局部感染等，而射频消融导致死亡的情形较为罕见。有研究发现其能够取得与保乳手术相当的疗效，并且可以对局部肿瘤进行精准治疗，减少对周围正常组织的损伤，同时在保留乳腺外观的完整性和对称性方面更具优势[27]。

## 4. 超声成像技术在乳腺癌术后随访中的应用

### 4.1. 超声预测肿瘤术后复发

超声成像技术对于乳腺癌的复发也有一定的预测作用，有研究发现[29]肿瘤直径大于等于 3 cm、纵横比大于 1、边缘模糊、存在钙化现象以及 Adler 血流处于 II~III 级的患者术后复发转移风险更高。林等研究发现[30]肿瘤超声造影剂分布不均匀、肿块垂直于皮肤生长以及淋巴结血供为非淋巴门型患者更易发生术后复发转移。彭研究发现[31]，病灶的体积大，边界模糊、有高回声晕，乳腺癌血流 Adler 分级越高，硬度越大其复发风险越高。人工智能[32]在预测肿瘤术后复发中也有一定作用，其能够对手术区域及周围组织的超声图像进行动态监测。通过对比不同时间点的图像，可以快速检测到可能提示复发的图像变化，如出现新的结节、局部组织回声改变、血流信号异常等。并且结合患者的临床资料和术后超声图像特征，人工智能可以构建复发风险预测模型。通过分析肿瘤复发相关的因素，如肿瘤残留情况、术后病理特征、患者年龄、激素受体状态以及超声图像中的一些特征性表现，如手术区域的纤维化程度、是否有可疑的微小钙化等，其能够对患者的复发风险进行量化评估。这有助于临床医生筛选出高复发风险的患者，加强监测和干预措施。

### 4.2. 瘢痕与复发的鉴别

乳腺癌术后瘢痕与复发在超声表现上有一定差异[33]。瘢痕通常较少发生结构破坏及液化坏死，内部钙化以粗大钙化为主，且分布较为稀疏，此外，瘢痕的血流信号大多分布在病灶边缘，通常呈现为少量的点状或短棒状，整体血流较为稀疏。而复发肿瘤组织易发生液化坏死，更易出现回声不均征象，且普遍回声更低。在组织内部的钙化多以沙砾样钙化为主，且分布较为密集。血流信号更丰富，病灶内部是

其主要分布区域，且以大量的点状血管和长血管作为主要构成。弹性成像显示[34]复发肿瘤的硬度通常较大，而瘢痕相对较软。超声造影[35]则可显示复发肿瘤的微循环特征与瘢痕不同，瘢痕常表现为低增强或几乎无增强，而瘢痕合并局部复发则多表现为高增强。

### 4.3. 淋巴结及远处转移评估

乳腺癌术后，淋巴结状态的评估至关重要。超声成像技术可以检测腋窝淋巴结的大小、形态、内部回声和血流情况，为判断淋巴结是否转移提供重要信息。转移的淋巴结通常二维最大径更大，后方回声衰减更多，弹性成像硬度更高，超声造影表现增强速度更快，并多有灌注缺损[9]。同时乳腺癌还具有较高的远处转移风险[36] [37]，如转移到肝脏、肺部等，超声可以通过检查易转移部位的形态和内部回声，发现其内部的占位性病变。对于肺部，虽然超声的检查效果有限，但在特定情况下，如胸腔积液等，超声可以提供一定的信息。此外，超声造影可以提高对微小转移灶的检出率。

## 5. 超声成像技术在乳腺癌应用中的优势与挑战

### 5.1. 优势

超声成像技术能够从多个角度提供乳腺癌的病变信息，提高诊断的准确性。并且具有无创、无辐射的优点，对患者的身体损伤较小，可以多次重复进行检查，便于对患者进行长期随访和监测。还可以为手术方式的选择、新辅助化疗的评估等提供重要依据。超声引导下介入治疗具有创伤小、恢复快、并发症少等优点，为患者提供了更多的治疗选择。

### 5.2. 挑战

超声成像技术涉及多种技术手段的联合应用，对操作人员的技术水平要求较高。同时多种超声图像的解读较为复杂，需要综合分析多种信息，对医生的专业知识和经验要求较高。并且不同设备和操作者之间可能存在差异，需要建立统一的标准和规范，以确保诊断的准确性和可靠性。虽然超声成像技术在乳腺癌的诊断中有一定的应用价值，但如何更好地将其与各种治疗方法相结合，仍需进一步研究。同时，超声引导下介入治疗需要严格的操作规范和技术要求，以确保治疗的安全性和有效性。

## 6. 未来发展方向

### 6.1. 智能化诊断

利用人工智能技术对超声图像进行自动分析和诊断，提高诊断效率和准确性。例如利用卷积神经网络进行深度学习。它通过多层卷积层和池化层自动学习乳腺癌超声图像中的纹理、形态、边缘等特征。在乳腺肿瘤的良恶性鉴别中，卷积神经网络可以捕捉到恶性肿瘤往往具有不规则形状、边界模糊、内部回声不均匀等特征模式，从而为诊断提供依据。辅助医生进行快速准确的诊断。

### 6.2. 多技术融合

进一步融合其他影像学技术和生物学指标，为乳腺癌的诊断和治疗提供更全面的信息。例如，结合磁共振成像(MRI)、正电子发射断层扫描(PET)等技术，以及肿瘤标志物的检测，提高诊断的特异性和敏感性。同时，超声成像技术与其他治疗手段的融合，如与靶向治疗、免疫治疗等相结合，为乳腺癌的个体化治疗提供新的思路。

### 6.3. 个体化医疗

根据患者的具体情况，利用超声成像技术检查制定个体化方案和治疗策略。考虑患者的年龄、肿瘤

生物学特征、遗传因素等，为每个患者提供最适合的诊断和治疗方案。在乳腺癌的治疗中，超声成像技术可根据患者的肿瘤特点和治疗反应，实时调整治疗方案，实现个体化治疗。

## 7. 讨论

超声成像技术在乳腺癌诊疗中具有重要意义，但也面临挑战与机遇。常规超声能清晰显示乳腺病变的形态、大小、边界与位置。彩色多普勒超声以彩色显示血流方向与速度，直观反映病变的血管分布和血供状况。超声造影可以清晰展示微血管灌注细节，显著提升微小病灶的检出率。弹性成像依据组织弹性系数差异，以颜色反映组织相对硬度，帮助判断结节的良恶性。这些技术在术前能全面评估肿瘤及淋巴结，帮助指导手术，评估化疗方案，且在穿刺活检、染色剂标记、神经阻滞、旋切、射频消融等操作中优势明显，并且在术后可预测复发、鉴别瘢痕与复发、监测转移。这为乳腺癌的精准诊疗提供了有力支持。同时也存在一些不足，如常规超声对微小病变辨识度有限，难以探测内部血流及组织弹性差异，定性诊断效能不足，对早期小肿瘤或炎性小结节不易鉴别。彩色多普勒超声对低速、微小血管血流检测敏感度欠佳，会遗漏部分早期血管病变或肿瘤边缘微小血管新生情况，血流信号易受组织运动等干扰产生伪像。超声造影时部分患者可能对造影剂过敏，且造影剂在体内的代谢较快，观察时间窗较窄，需要检查者在短时间内准确判断病变情况，对检查者的操作经验和技术要求较高。且不适用于造影剂过敏或严重心肺功能不全患者。弹性成像的准确性受探头施压大小、方向、患者呼吸运动等因素影响，深部组织或靠近骨骼等强反射界面处成像质量下降，对硬度相近但病理类型不同的病变鉴别能力有限。并且超声成像技术是多种手段联合，对操作人员和医生要求高，不同设备和操作者间的差异需规范。未来，智能化诊断、多技术融合和个体化医疗是发展方向。智能化可提高诊断效率和准确性，多技术融合能获取更全面信息，个体化医疗可依据患者特点实时调整方案，有望提升乳腺癌诊疗水平。

## 基金项目

内蒙古医科大学青年项目(YKD2024QN018)。

## 参考文献

- [1] Bray, F., Laversanne, M., Sung, H., Ferlay, J., Siegel, R.L., Soerjomataram, I., *et al.* (2024) Global Cancer Statistics 2022: GLOBOCAN Estimates of Incidence and Mortality Worldwide for 36 Cancers in 185 Countries. *CA: A Cancer Journal for Clinicians*, **74**, 229-263. <https://doi.org/10.3322/caac.21834>
- [2] Xia, C., Dong, X., Li, H., Cao, M., Sun, D., He, S., *et al.* (2022) Cancer Statistics in China and United States, 2022: Profiles, Trends, and Determinants. *Chinese Medical Journal*, **135**, 584-590. <https://doi.org/10.1097/cm9.0000000000002108>
- [3] 李延会, 马雅秀, 范娜, 等. 彩色多普勒超声联合 CT 在乳腺癌腋下转移性淋巴结鉴别诊断中的应用[J]. 中国 CT 和 MRI 杂志, 2021,19(8): 95-97.
- [4] 徐会敏, 彭晓珊, 姜凯辉. 多模态超声技术在乳腺良恶性疾病中的应用[J]. 中外医学研究, 2024, 22(9): 157-161.
- [5] He, H., Wu, X., Jiang, M., Xu, Z., Zhang, X., Pan, J., *et al.* (2023) Diagnostic Accuracy of Contrast-Enhanced Ultrasound Synchronized with Shear Wave Elastography in the Differential Diagnosis of Benign and Malignant Breast Lesions: A Diagnostic Test. *Gland Surgery*, **12**, 54-66. <https://doi.org/10.21037/gs-22-684>
- [6] Wu, H., Wang, C., An, Q., Qu, X., Wu, X. and Yan, Y. (2022) Comparing the Accuracy of Shear Wave Elastography and Strain Elastography in the Diagnosis of Breast Tumors: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Medicine*, **101**, e31526. <https://doi.org/10.1097/md.00000000000031526>
- [7] 杨超. 多模态超声对鉴别诊断乳腺结节良恶性的应用价值[D]: [硕士学位论文]. 佳木斯: 佳木斯大学, 2022.
- [8] 喻芬芬. 多模态超声在乳腺肿物良恶性鉴别中应用价值[D]: [硕士学位论文]. 西宁: 青海大学, 2023.
- [9] 成静, 李文肖, 吴芳, 等. 多模态超声预测乳腺腋窝淋巴结转移的价值[J]. 放射学实践, 2023, 38(11): 1447-1451.

- [10] 陈思思. 多模态超声成像评估乳腺癌腋窝前哨淋巴结转移的临床价值[D]: [硕士学位论文]. 南充: 川北医学院, 2021.
- [11] 岳民璐, 姜桂艳. 多模态超声动态评估乳腺癌新辅助化疗疗效[J]. 中国医学影像技术, 2024, 40(7): 1020-1024.
- [12] 张玉丽. 多模态超声对乳腺癌新辅助化疗疗效的评估[D]: [硕士学位论文]. 石家庄: 河北医科大学, 2023.
- [13] 党梓桁. 超声造影评估乳腺癌新辅助化疗后肿瘤退缩模式研究[D]: [硕士学位论文]. 太原: 山西医科大学, 2023.
- [14] 冯岩, 程嘉, 孟景茜. 超声引导下穿刺活检对早期乳腺癌的诊断价值[J]. 癌症进展, 2024, 22(4): 372-374.
- [15] 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.
- [16] 张再重, 林楠, 王烈, 等. 染色标记技术在精准乳腺外科中的应用[J]. 中华乳腺病杂志(电子版), 2019, 13(2): 107-110.
- [17] 张宏旭, 刘海旺, 王助新, 等. 超声引导下染色剂标记切缘保乳手术在早期乳腺癌患者中的应用效果评价[J]. 川北医学院学报, 2021, 36(11): 1436-1440.
- [18] 杨勇丽, 耿智隆, 吴俊东, 等. 区域神经阻滞在乳腺癌术后镇痛中的应用研究进展[J]. 中国现代医学杂志, 2021, 31(5): 39-44.
- [19] Diéguez, P., Casas, P., López, S. and Fajardo, M. (2016) Ultrasound Guided Nerve Block for Breast Surgery. *Revista Española de Anestesiología y Reanimación (English Edition)*, **63**, 159-167. <https://doi.org/10.1016/j.redare.2015.11.002>
- [20] 赵赢, 邵安民, 冯树全, 等. 超声引导下胸壁神经阻滞与胸椎旁神经阻滞用于乳腺癌改良根治术的镇痛效果[J]. 临床麻醉学杂志, 2020, 36(1): 58-62.
- [21] 付娇娇. 超声引导下胸神经阻滞在乳腺癌根治术后镇痛中的应用效果[J]. 中国医疗器械信息, 2022, 28(11): 115-117.
- [22] 尹秋稳, 郭启才, 苗秀美, 等. 超声引导下胸神经阻滞在乳腺癌改良根治术中的应用效果及对术后各阶段疼痛评分的影响[J]. 临床和实验医学杂志, 2023, 22(13): 1441-1445.
- [23] 何玉贤, 张哲明, 傅志荣. 麦默通微创旋切术在直径 $\geq 1\text{cm}$  乳腺结节患者中的应用效果[J]. 湘南学院学报(医学版), 2023, 25(4): 30-32.
- [24] 汪茜, 许涛. 超声引导下麦默通乳腺微创旋切术治疗乳腺良性肿瘤疗效及对乳房外观美观度与肿瘤标志物水平影响的研究[J]. 中国医学装备, 2022, 19(8): 104-108.
- [25] 常莹, 郭卫宾, 王江芬. 超声引导下乳腺微创旋切术联合循证护理对乳腺癌患者的影响[J]. 现代医学与健康研究电子杂志, 2023, 7(20): 109-112.
- [26] Sampathkumar, U., Bui, T., Liu, J., Nowroolizarki, Z., Bordes, M.C., Hanson, S.E., et al. (2022) Objective Analysis of Breast Symmetry in Female Patients Undergoing Breast Reconstruction after Total Mastectomy. *Aesthetic Surgery Journal Open Forum*, **5**, ojac090. <https://doi.org/10.1093/asjof/ojac090>
- [27] 王玫心, 娄从坤, 韩宝三. 射频消融治疗早期乳腺癌的研究进展[J]. 临床和实验医学杂志, 2024, 23(2): 222-225.
- [28] Schullian, P., Johnston, E., Laimer, G., Putzer, D., Eberle, G., Scharll, Y., et al. (2021) Stereotactic Radiofrequency Ablation of Breast Cancer Liver Metastases: Short and Long-Term Results with Predicting Factors for Survival. *Cardio Vascular and Interventional Radiology*, **44**, 1184-1193. <https://doi.org/10.1007/s00270-021-02820-6>
- [29] 何小芳, 周敏, 熊朝月, 等. 乳腺癌超声征象及其术后复发的危险因素分析[J]. 东南国防医药, 2022, 24(3): 274-277.
- [30] 林珉佳, 查海玲, 张曼琪, 等. 常规超声联合 CEUS 特征与乳腺癌术后复发转移的相关性分析[J]. 肿瘤影像学, 2024, 33(1): 75-81.
- [31] 彭福恢. 乳腺癌术前多模态超声特征与术后复发风险程度的相关性研究[D]: [硕士学位论文]. 哈尔滨: 哈尔滨医科大学, 2022.
- [32] 孙雨, 杨琛. 基于自动乳腺超声诊断系统的乳腺肿瘤人工智能诊断研究进展[J]. 中国医学影像学杂志, 2024, 32(11): 1176-1181.
- [33] 孙立倩, 王倩. 乳腺癌原位复发灶与术后瘢痕的超声图像分析[J]. 妇儿健康导刊, 2023, 2(14): 22-23.
- [34] Divjak, E., Ivanac, G., Radović, N., Biondić Špoljar, I., Sović, S., Bahnik, V., et al. (2020) Second-Look Ultrasound Using Shear-Wave Elastography in MRI-Suspected Locoregional Recurrence of Breast Carcinoma. *Ultraschall in der Medizin—European Journal of Ultrasound*, **43**, 274-279. <https://doi.org/10.1055/a-1178-0523>
- [35] Bätz, E., Madjar, H., Reuss, C., Vetter, M., Hackelöer, B. and Holz, K. (2000) The Role of Enhanced Doppler Ultrasound

in Differentiation of Benign vs. Malignant Scar Lesion after Breast Surgery for Malignancy. *Ultrasound in Obstetrics & Gynecology*, **15**, 377-382. <https://doi.org/10.1046/j.1469-0705.2000.00116.x>

[36] 张仁容, 钟洁愉, 李平, 等. 乳腺癌肝转移超声表现 1 例[J]. 临床超声医学杂志, 2022, 24(10): 731-736.

[37] 蔡维玲, 申永春, 文富强. 超声在胸膜疾病诊治中的临床应用进展[J]. 遵义医科大学学报, 2024, 47(7): 736-740.