

doi: 10.3969/j.issn.1674-1242.2026.01.009

# 常规超声联合乳腺 X 线摄影在乳腺良恶性肿瘤鉴别诊断中的价值分析

曹克南, 代莉莉

(蒙城县第一人民医院 超声科, 安徽亳州 233500)

**【摘要】目的** 探讨常规超声联合乳腺 X 线摄影在乳腺肿瘤良恶性鉴别中的诊断价值, 评估其在提高影像识别准确性、优化临床诊疗决策中的应用潜力。**方法** 回顾性分析 2023 年 4 月至 2025 年 6 月蒙城县第一人民医院收治的 64 例乳腺肿瘤患者的影像资料, 所有患者均接受常规超声与乳腺 X 线摄影检查, 并经病理确诊。分别统计三种影像评估方式(常规超声、乳腺 X 线摄影、两者联合)的敏感度、特异度、准确率、阳性预测值(positive predictive value, PPV)、阴性预测值(negative predictive value, NPV)及曲线下面积(area under the curve, AUC)。分析各方式对典型良恶性影像特征的识别能力, 并绘制受试者操作特征(receiver operating characteristic, ROC)曲线评估诊断效能。**结果** 常规超声、乳腺 X 线摄影、联合检查的敏感度分别为 77.8%、81.5%、88.9%, 特异度为 81.1%、78.4%、89.2%, 准确率为 79.7%、79.7%、89.1%; 联合检查的 AUC 为 0.910, 明显高于常规超声(0.790)与乳腺 X 线摄影(0.783)(均  $P < 0.05$ )。联合影像在识别微钙化灶、毛刺状边界、回声不均、血流丰富等典型恶性征象方面表现优于单项检查, 其检出的影像特征与病理结果的一致性更高。**结论** 常规超声联合乳腺 X 线摄影在乳腺肿瘤良恶性鉴别中具有更高的敏感度与诊断准确性, 可显著提升典型征象识别率, 适合推广应用用于临床筛查与分级诊断体系中。

**【关键词】** 乳腺肿瘤; 常规超声; 乳腺 X 线摄影; 联合检查; 鉴别诊断**【中图分类号】** R445**【文献标志码】** A

文章编号: 1674-1242(2026)01-0042-06

## Value analysis of conventional ultrasound combined with mammography in the differential diagnosis of benign and malignant breast tumors

CAO Kenan, DAI Lili

(Department of Ultrasound, Anhui Province Mengcheng County, People's Hospital, Bozhou 233500, Anhui, China)

**【Abstract】Objective** To investigate the diagnostic value of conventional ultrasound combined with mammography in the differential diagnosis of benign and malignant breast tumors, and to evaluate its application potential in improving the efficiency of image recognition and clinical diagnosis and treatment decision-making. **Methods** The imaging data of 64 patients with breast tumors admitted to Anhui Province Mengcheng County, People's Hospital from April 2023 to June 2025 were retrospectively analyzed. All patients underwent conventional ultrasound and mammography, and were confirmed by pathology. The sensitivity, specificity, accuracy, positive predictive value (PPV), negative predictive value (NPV) and area under the curve (AUC) value of the three imaging evaluation methods (conventional ultrasound, mammography, and their combination) were calculated. The ability of each modality to distinguish typical benign and malignant imaging features was analyzed, and the receiver operating characteristic (ROC) curve was drawn to evaluate the diagnostic efficiency. **Results** The sensitivity of conventional ultrasound, mammography and combined examination was 77.8%, 81.5% and 88.9%, the specificity was 81.1%, 78.4% and 89.2%, and the accuracy was 79.7%, 79.7% and 89.1%, respectively. The AUC value of combined examination was 0.910, which was significantly higher than that of conventional ultrasound (0.790) and mammography (0.783) (all  $P < 0.05$ ). Combined imaging was superior to single examination in identifying typical malignant signs such as microcalcification, border spiculation, uneven echo and rich blood flow, and the consistency between imaging features and pathological results was higher. **Conclusions** Conventional ultrasound combined with mammography has higher sensitivity and diagnostic accuracy in the differential diagnosis of benign and malignant breast tumors, and can significantly improve the recognition rate of typical signs, which is suitable for clinical screening and grading diagnosis system.

**【Key words】** Breast cancer; Conventional ultrasound; Mammography; Combined examination; Differential diagnosis

乳腺肿瘤是威胁全球女性健康的常见实体肿瘤之一, 其中乳腺癌发病率位居女性恶性肿瘤首位, 且呈现年轻化、多样化趋势<sup>[1]</sup>。根据《2020 全球癌症统计》报告, 乳腺癌已超越肺癌成为全球最常见

收稿日期: 2025-11-15。

作者简介: 曹克南, 主治医师, 研究方向: 乳腺影像学诊断研究。E-mail: 344589103@qq.com。

的恶性肿瘤，占女性全部恶性肿瘤的 24.5%<sup>[2]</sup>。在我国，乳腺癌发病率呈持续上升趋势，早期筛查与早期诊断已成为提高患者治愈率、延长生存期的核心策略。

乳腺肿瘤的早期诊断与良恶性鉴别直接关系到治疗方案的制定与患者预后。目前临床常用的影像学检查手段主要包括常规超声、乳腺 X 线摄影及磁共振成像 (magnetic resonance imaging, MRI) 等<sup>[3]</sup>。其中，常规超声因其无创、便捷、对实性与囊性病变更分辨率高的特点而被广泛应用，尤其适用于年轻女性或乳腺致密型女性患者。但其对微钙化灶、深部病变及腺体结构对称性的识别存在一定局限性。乳腺 X 线摄影作为国际公认的乳腺癌标准筛查方法，在发现细微钙化、结构扭曲等早期癌变征象方面具有优势，特别适合中老年女性，尤其是绝经后女性<sup>[4]</sup>。但在致密型乳腺中，乳腺 X 线摄影对肿块边界及内部特征的识别力下降，可能影响判断准确性。

基于此，本文以 64 例经病理确诊的乳腺肿瘤患者为研究对象，对常规超声、乳腺 X 线摄影及其联合检查的诊断表现进行系统比较，旨在探讨联合检查在乳腺肿瘤良恶性判断中的实际效能，为临床筛查与影像学检查路径优化提供参考依据。

## 1 资料与方法

### 1.1 一般资料

本研究采用回顾性分析方法，纳入 2023 年 4 月至 2025 年 6 月在蒙城县第一人民医院乳腺外科或体检中心接受乳腺检查并经病理确诊的乳腺肿瘤患者 64 例，年龄范围 28~72 岁，平均 (48.6±10.5) 岁。所有患者均在初诊时接受常规超声与乳腺 X 线摄影检查，并于术后或穿刺后获得病理确诊结果。所有

资料采集均严格遵循《赫尔辛基宣言》相关规定，严格保护患者隐私，对研究数据进行脱敏处理，本研究无需对患者进行额外的临床干预，不存在伦理风险。

纳入标准：①临床影像提示乳腺占位性病变，且行穿刺活检或手术明确病理结果者；②初诊时接受常规超声及乳腺 X 线摄影联合检查，图像资料完整；③女性患者，年龄≥18 岁；④检查前未接受任何放射治疗、化学治疗或内分泌治疗。

排除标准：①既往有乳腺癌手术史或乳腺整形手术史者；②病变定位模糊或未获得完整图像资料者；③合并严重心、肝、肾功能障碍或妊娠期女性；④检查与病理诊断时间间隔超过 2 个月，可能影响影像诊断与病理结果一致性者。

### 1.2 检查方法

(1) 常规超声检查：采用迈瑞昆仑 Resona 7 及 GE-E10 彩色多普勒超声仪，配备线阵探头 (频率 7.5~12 MHz)。患者取仰卧或侧卧位，双上肢上举置于头部两侧，充分暴露双侧乳腺及腋窝区域。按扇形或钟点法对乳腺全区域逐层扫描，重点观察病灶的部位、大小、形态、边界、内部回声特征、后方声影、彩色多普勒血流显像 (color Doppler flow imaging, CDFI) 等。超声影像根据乳腺影像报告和数据系统 (breast imaging reporting and data system, BI-RADS) 进行归类 (图 1)。本研究采用不同检查设备，主要因研究期间不同时间段及检查室设备配置差异所致。两类设备均完成院内年度性能校准，探头频率范围、图像分辨率及动态范围相当，组间无统计学差异且无系统性偏差，不会对影像判读结果造成倚偏。



图 1 BI-RADS 分级示意图

注：BI-RADS 为乳腺影像报告和数据系统。

(2) 乳腺 X 线摄影检查: 采用圣诺 Senographe Digital 数字乳腺摄影系统对双侧乳腺进行标准定位拍摄, 包括头尾位和内外侧斜位。拍摄前由专业技师对乳腺组织进行人工加压, 以获取高质量的钼靶影像。重点观察病灶密度、边缘、形态、钙化灶类型及分布情况。影像判读亦依照 BI-RADS 分类评估。

(3) 联合诊断方式: 由两名具有高级职称的影像科医师分别对超声与钼靶图像进行盲法独立判读, 再共同进行综合分析, 得出联合影像诊断意见。若两名医师的判读意见不一致, 则由第三位高级职称影像科专家参与集体评定, 最终达成统一诊断意见。

### 1.3 观察指标

以病理诊断为金标准, 分别评估常规超声、乳腺 X 线摄影及两者联合检查在乳腺肿瘤良恶性诊断中的以下指标。①敏感度: 正确检出恶性肿瘤的病例数占恶性肿瘤总病例数的比例; ②特异度: 正确检出良性病变的病例数占良性病变总病例数的比例; ③准确率: 诊断正确的病例数占研究总病例数的比例; ④阳性预测值 (positive predictive value, PPV): 影像诊断为恶性的病例中, 病理确诊为恶性的病例数占比; ⑤阴性预测值 (negative predictive value, NPV): 影像诊断为良性的病例中, 病理确诊为良性的病例数占比; ⑥受试者操作特征 (receiver operating characteristic, ROC) 曲线及曲线下面积 (area under the curve, AUC): 用于反映各检查方式的综合诊断效能。

联合诊断判定标准: 以病理诊断结果为金标准, 联合诊断采用双人独立判读+集体复核的诊断策略。两名具有高级职称的影像科医师分别独立判读超声与钼靶影像, 综合病灶形态、边界、钙化征象及血流特征后给出各自的良恶性诊断意见; 若两名医师判读结果不一致, 则由第三位高级职称影像科专家裁定, 最终以统一的诊断意见作为联合诊断结论。

### 1.4 统计学方法

采用 SPSS 26.0 统计软件进行数据统计分析。计量资料以均数±标准差 ( $\bar{x} \pm s$ ) 表示, 组间比较采用独立样本 *t* 检验; 计数资料以例 (%) 表示, 组间比较采用  $\chi^2$  检验。以病理诊断结果为金标准计算混淆矩阵, 统计真阳性、假阳性、真阴性和假阴性的

病例数, 并据此计算敏感度、特异度、PPV、NPV、准确率及 AUC。同时汇报 95% 置信区间 (95% confidence interval, 95% CI)。对两名阅片医师的诊断结果进行一致性检验, 计算 Kappa 系数 ( $\kappa$ ) 或组内相关系数 (intraclass correlation coefficient, ICC) 以评估医师间的诊断一致性。 $P < 0.05$  为差异具有统计学意义。

## 2 结果

### 2.1 病理诊断概况

病诊断理结果显示, 64 例患者中, 良性肿瘤 37 例 (57.8%), 以乳腺纤维腺瘤最为常见, 其次为导管内乳头状瘤和乳腺囊性增生; 恶性肿瘤 27 例 (42.2%), 其中以浸润性导管癌 (invasive ductal carcinoma, IDC) 占比最高, 其次为导管原位癌 (ductal carcinoma in situ, DCIS)、浸润性小叶癌 (invasive lobular carcinoma, ILC) 等 (表 1)。

表 1 病理诊断情况

病理性质	病理类型	例数 (n)	百分比 (%)
良性	乳腺纤维腺瘤	22	34.4
	乳腺囊性增生	8	12.5
	导管内乳头状瘤	5	7.8
	乳腺腺病 (含硬化性腺病)	2	3.1
恶性	IDC	19	29.7
	DCIS	5	7.8
	ILC	2	3.1
	其他类型乳腺癌 (如髓样癌)	1	1.6
合计	—	64	100

注: IDC 为浸润性导管癌; DCIS 为导管原位癌; ILC 为浸润性小叶癌。

### 2.2 各影像检查方式诊断结果及效能

联合检查对各类型肿瘤的识别能力整体优于单项检查, 尤其在导管内乳头状瘤及 DCIS 等影像表现不典型病变的识别中, 与病理诊断结果的一致性更高。常规超声在良性病变的识别中具有相对较高的特异度, 能有效识别真阳性病例。乳腺 X 线摄影在识别钙化灶和腺体结构性扭曲方面具有一定优势, 其敏感度略高于超声。联合应用则在多个关键指标上均优于单项检查, 敏感度达 88.9%, 体现出更高的恶性识别能力。联合检查的真阳性和真阴性例数均较单项检查显著增加, 假阴性及假阳性病例数明

线减少，整体诊断一致性 ( $\kappa=0.88$ ) 优于常规超声 ( $\kappa=0.78$ ) 与乳腺 X 线摄影 ( $\kappa=0.79$ ) (表 2-表 4)。

表 2 各影像方式对不同病理类型的正确识别情况

病理类型	实际例数 (n)	常规超声正确识别 (n)	乳腺 X 线摄影正确识别 (n)	联合检查正确识别 (n)
良性肿瘤总计	37	30	29	33
乳腺纤维腺瘤	22	18	17	20
囊性增生	8	6	7	7
乳头状瘤	5	3	2	4
硬化性腺病等	2	2	2	2
恶性肿瘤总计	27	21	22	24
IDC	19	15	16	17
DCIS	5	3	3	4
ILC	2	2	2	2
其他少见类型	1	1	1	1

注：IDC 为浸润性导管癌；DCIS 为导管原位癌；ILC 为浸润性小叶癌。

表 3 各检查方式的诊断效能对比 (%)

检查方法	敏感度	特异度	准确率	PPV	NPV
常规超声	77.8	81.1	79.7	75.0	83.3
乳腺 X 线摄影	81.5	78.4	79.7	73.3	85.3
联合检查	88.9	89.2	89.1	85.7	91.7

表 4 三种影像方式混淆矩阵统计结果

检查方式	真阳性	假阳性	真阴性	假阴性	$\kappa$ 值	95% CI
常规超声	21	7	30	6	0.78	0.61~0.92
乳腺 X 线摄影	22	8	29	5	0.79	0.63~0.90
联合检查	24	4	33	3	0.88	0.74~0.96

注：95% CI 为 95% 置信区间。

### 2.3 典型影像特征识别

联合检查在绝大多数乳腺肿瘤典型影像特征的识别率上均优于单项检查，尤其在微钙化灶及肿瘤边界特征判定方面表现更为突出，体现出多模态影像信息融合的诊断优势 (表 5)。

表 5 影像特征识别对比

影像特征	实际出现例数 (例)	常规超声识别率 (%)	乳腺 X 线摄影识别率 (%)	联合检查识别率 (%)
边界清晰/规则 (良性)	25	84.0	64.0	92.0
回声均匀 (良性)	22	86.4	—	90.9
无钙化影 (良性)	30	80.0	86.7	93.3
血流稀疏 (良性)	20	75.0	—	85.0
边界不规则 (恶性)	24	75.0	70.8	91.7
回声不均 (恶性)	21	81.0	—	90.5
微钙化灶 (恶性)	17	41.2	76.5	94.1
血流丰富 (恶性)	20	70.0	—	85.0

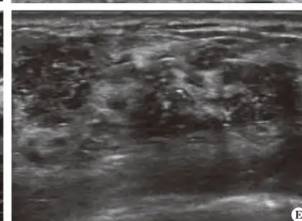
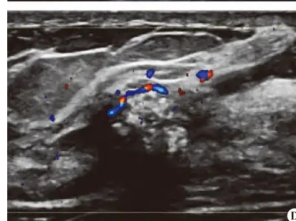
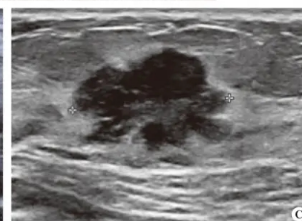
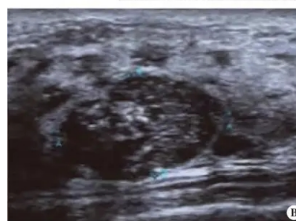
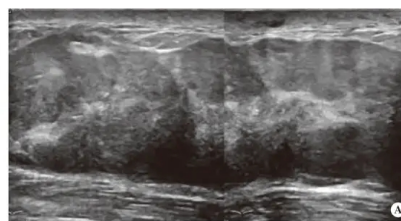


图 2 乳腺肿瘤 (恶性) 超声检查结果示意图

注：A—C 为肿块型；D 为导管型；E 为弥漫型。检查采用迈瑞 Kunlun 7 与 GE-E10 彩色多普勒超声仪，线阵探头频率 7.5~12 MHz，显示乳腺浸润性导管癌及导管原位癌典型声像图表现。



图 3 钼靶影像结果示意图 (钙化)

注：采用圣诺 Senographe Digital 乳腺摄影系统拍摄，图示为簇状细微钙化分布，BI-RADS 4C 级乳腺病变，病理确诊为导管原位癌。

## 2.4 不同检测方式的 ROC 曲线分析

联合检查的 AUC 为 0.910 (95%CI: 0.845~0.961), 显著高于常规超声的 0.790 (95%CI: 0.685~0.876) 与乳腺 X 线摄影的 0.783 (95%CI: 0.677~0.871), 经 DeLong 检验法分析,  $P < 0.05$  (图 4、表 6)。

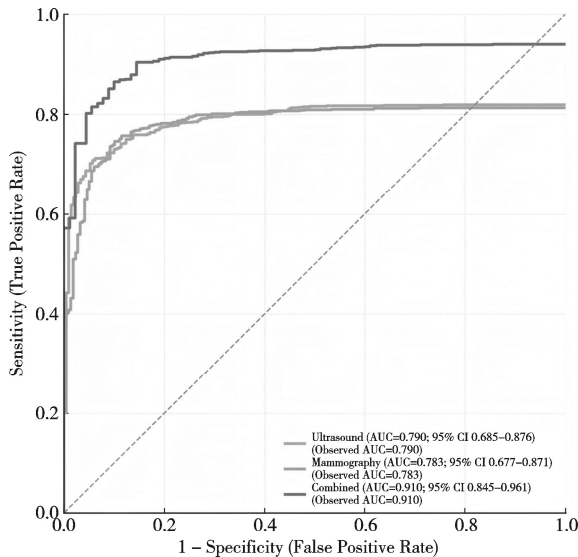


图 4 不同检测方式 ROC 曲线图

注: AUC 为曲线下面积; ROC 为受试者操作特征。

表 6 不同检测方式的 ROC 曲线分析结果

检查方式	AUC	95%CI	Z	P
常规超声	0.790	0.685~0.876	—	—
乳腺 X 线摄影	0.783	0.677~0.871	—	—
联合检查	0.910	0.845~0.961	4.812	<0.001

注: AUC 为曲线下面积; 95%CI 为 95%置信区间; AUC 之间的比较采用 DeLong 检验。

## 3 讨论

乳腺肿瘤的早期发现和良恶性鉴别对于制定个体化治疗策略具有重要意义, 影像学检查作为临床评估的首要手段, 其准确性直接影响后续诊疗路径的选择<sup>[5-6]</sup>。

本研究结果显示, 联合检查的敏感度、特异度及准确率均显著优于单项检查, 诊断效能更为理想, 提示两者联合检查具有较高的临床应用价值。超声利用高频声波成像, 能够动态观察病灶的形态、边界特征、内部回声及血流分布, 尤其对囊实性肿块、血供异常及边界浸润的识别较为灵敏; 但其在检测微钙化、腺体致密区、病灶后方声影等方面存在局限性<sup>[7]</sup>。乳腺 X 线摄影基于 X 线透过组织的密度差

异成像, 具备高分辨率, 尤其擅长识别高密度钙化灶、腺体结构扭曲、腺体对称性异常等典型恶性表现, 但其对年轻女性乳腺致密组织的分辨率降低, 且对实质性病灶的形态特征识别能力较弱<sup>[8]</sup>。当乳腺病变出现边界不清、钙化灶不典型、腺体结构复杂、病灶形态与密度不一致时, 单一检查手段容易出现漏诊或误诊。

本研究联合使用两种检查方式后, 敏感度明显高于常规超声和乳腺 X 线摄影 (81.5%), AUC 也得到明显提升, 这说明联合检查在病灶识别全面性、影像特征解读的准确性方面均显著增强。从乳腺病理类型角度来看, 联合检查对 IDC 和 DCIS 的识别尤为有效。导管原位癌常以微钙化为首发征象, 但病灶尚未形成典型的肿块样结构, 超声表现多不典型, 极易发生漏诊。本研究中, 联合检查识别 DCIS 的准确率显著高于单项检查, 体现出乳腺 X 线摄影在钙化灶识别与常规超声在病灶周围组织评估中的协同作用。对于 IDC 等典型恶性乳腺病变, 联合检查可更早识别边界浸润、毛刺样改变和血供异常等恶性征象, 从而提升临床诊断效率。在本组 64 例样本中, 有 9 例 (14.06%) 的病例影像表现不典型, 存在低回声结节伴少量钙化、腺体结构扭曲无明显肿块或钙化灶与血流信号丰富并存等复杂情形。上述病例经单项检查后的影像评估结果为 BI-RADS 3~4A 的“中间级”, 易导致临床诊断迟疑。此时, 常规超声可提供病灶结构的动态影像学信息, 乳腺 X 线摄影可提供乳腺组织致密度与钙化灶的线索, 两者融合后可对病灶作出明确的 BI-RADS 分级, 有助于避免因单纯“等待观察”而导致的病情诊治延误。

随着人工智能 (artificial intelligence, AI) 与计算机辅助诊断 (computer-aided diagnosis, CAD) 技术在医学影像领域的广泛应用, 乳腺超声及乳腺 X 线摄影影像分析正逐步实现由人工阅片向智能识别的转变。近年来, 基于卷积神经网络 (convolutional neural network, CNN)、迁移学习 (transfer learning) 及多模态特征融合的 AI-CAD 模型, 已可在乳腺影像中自动检测钙化灶、病灶形态与边界特征及血流信号, 显著缩短医师阅片时间并提高诊断一致性<sup>[9]</sup>。本研究在传统双人独立判读基础上, 建议后续建立

半自动的 CAD 影像分析流程, 以实现乳腺影像的筛选与病灶的自动 BI-RADS 分级, 降低医师间的主观诊断差异。在工程实现层面, 可通过 DICOM 格式的乳腺影像数据导入 AI 分析模块, 进行标准化预处理, 包括影像去噪、伪影校正及感兴趣区域分割, 随后提取病灶的纹理、灰度共生矩阵、血流矢量及钙化密度等特征; 通过机器学习分类器, 如支持向量机 (support vector machine, SVM) 和随机森林 (random forest, RF) 算法, 对乳腺病灶的良恶性进行判别。通过该方式可实现“自动预筛选—人工复核—综合决策”的闭环判读体系, 进一步提升乳腺肿瘤影像诊断的效率和诊断一致性。

本研究亦存在一定的局限性, 研究病例样本均来自单中心, 且以常见病理类型的乳腺肿瘤为主, 未纳入稀有亚型肿瘤病例, 无法对其诊断效能进行分析。影像判读完全依赖医师人工阅片, 未引入 AI 辅助诊断系统, 研究结果可能存在一定的观察性偏倚。本研究未将 MRI 等更高诊断敏感度的影像学检查技术纳入对比分析, 尚不足以全面评价该联合检查在乳腺肿瘤全影像学检查体系中的临床应用价值。

综上所述, 常规超声联合乳腺 X 线摄影检查能有效弥补两种检查各自的诊断局限, 显著提升乳腺肿瘤良恶性鉴别的诊断效能, 值得在临床乳腺疾病

筛查、早期诊断与风险评估中推广应用。后续应开展大样本、多中心、前瞻性临床研究进一步验证本研究结论, 并探索该联合检查与 MRI、AI 辅助诊断等新技术的联合方案, 以持续优化乳腺疾病的多模态影像学诊断体系。

#### 参考文献

- [1] BARZAMAN K, KARAMI J, ZAREI Z, *et al.* Breast cancer: Biology, biomarkers, and treatments[J]. *Int Immunopharmacol*, 2020, 84: 106535.
- [2] SUNG H, FERLAY J, SIEGEL RL, *et al.* Global Cancer Statistics 2020: GLOBOCAN Estimates of Incidence and Mortality Worldwide for 36 Cancers in 185 Countries[J]. *CA Cancer J Clin*, 2021, 71(3):209-249.
- [3] 黎明英, 李瑞雄. 浸润性乳腺癌影像学检查诊断及应用价值研究进展[J]. *世界复合医学*, 2023, 9 (6): 191-194.
- [4] COFFEY K, JOCHELSON M S. Contrast-enhanced mammography in breast cancer screening[J]. *Eur J Radiol*, 2022, 156:110513.
- [5] 史玉爽, 杨媚. 联合彩超、钼靶 X 线诊断乳腺癌的临床价值[J]. *生物医学工程学进展*, 2014, 35 (4): 236-238.
- [6] 王思敏, 顾雅佳. 对比增强乳腺 X 线摄影的应用、挑战与前景[J]. *中华放射学杂志*, 2021, 55 (12): 1241-1246.
- [7] 严静. 声弹性成像、常规超声及钼靶 X 线技术在乳腺术前诊断和联合诊断中的应用价值[J]. *浙江创伤外科*, 2020, 25 (2): 371-372.
- [8] 阿米尔 (AmirSherchan). 乳腺超声自动容积成像 (ABVS) 联合常规手持超声与乳腺 X 线摄影摄影在女性乳腺癌诊断中的对比研究[D]. 通辽: 内蒙古民族大学, 2020.
- [9] 朱小飞, 钱世宁, 曹慧玲, 等. 基于 OPLS-DA 和人工神经网络算法研究血细胞参数在乳腺癌诊断中的价值[J]. *实用医学杂志*, 2022, 38 (18): 2266-2271.