

· 论著 · 甲状腺乳腺 ·

多模态超声图像特征和机器学习算法预测模型在良恶性乳腺肿瘤中的价值

姚灵燕¹ 胡金月² 陈正雷^{1,*}

1.郑州市第三人民医院超声医学科(河南 郑州 450000)

2.郑州市第三人民医院甲状腺乳腺外科(河南 郑州 450000)

【摘要】目的 分析多模态超声图像特征和机器学习算法预测模型在良恶性乳腺肿瘤鉴别诊断中的应用价值,为临床精准诊断提供参考依据。**方法** 回顾性收集本院2021年4月至2024年6月收治的168例乳腺肿瘤患者的临床及影像资料,其中良性肿瘤113例(良性肿瘤组),恶性肿瘤51例(恶性肿瘤组),失访4例。采集所有患者的多模态超声图像数据,包括二维灰阶超声的形态学参数、彩色多普勒超声的血流动力学参数、弹性成像的硬度评分以及超声造影的增强模式。运用图像处理技术提取图像特征,构建标准化的特征数据库。选用支持向量机(SVM)、随机森林(RF)、梯度提升决策树(GBDT)3种机器学习算法,采用10折交叉验证策略对特征数据库进行训练与测试,构建良恶性乳腺肿瘤鉴别诊断的预测模型,并对模型参数进行优化。比较不同模型的准确率、灵敏度、特异度及受试者工作特征曲线下面积(AUC)等指标,评估各模型的预测性能。采用特征重要性分析,探讨对模型预测贡献最大的关键超声特征。**结果** 恶性肿瘤组的年龄大于良性肿瘤组,绝经史占比高于良性肿瘤组, $P<0.05$ 。良性肿瘤组与恶性肿瘤组的多模态超声图像特征分布存在一定的差异。经训练与优化后,SVM、RF、GBDT模型在测试集中均表现出较好的鉴别诊断效能;其中GBDT模型的性能最优,准确率为91.28%,灵敏度为88.59%,特异度为92.62%,AUC为0.943。特征重要性分析显示,肿瘤边界清晰度、弹性成像硬度评分、超声造影增强模式及彩色多普勒血流阻力指数是对模型预测贡献最大的4项关键超声特征,累计贡献度达76.61%。**结论** 基于多模态超声图像特征构建的机器学习预测模型在良恶性乳腺肿瘤鉴别诊断中具有较高的应用价值,其中GBDT模型的诊断效能最优;肿瘤边界清晰度、弹性成像硬度评分等关键超声特征对鉴别诊断起重要作用,可为临床提供客观、精准的诊断依据,有助于提高乳腺肿瘤良恶性鉴别的准确性。

【关键词】 多模态超声; 图像特征; 机器学习算法; 预测模型; 良恶性乳腺肿瘤**【中图分类号】** R445.1**【文献标识码】** A**DOI:**10.3969/j.issn.1009-3257.2026.4.027

The Value of Multimodal Ultrasound Image Features and Machine Learning Algorithm Prediction Models in Benign and Malignant Breast Tumors

YAO Ling-yan¹, HU Jin-yue², CHEN Zheng-lei^{1,*}

1.Department of Ultrasound Medicine, The Third People's Hospital of Zhengzhou, Zhengzhou 450000, Henan Province, China

2.Department of Thyroid and Breast Surgery, The Third People's Hospital of Zhengzhou, Zhengzhou 450000, Henan Province, China

Abstract: Objective To analyze the application value of multimodal ultrasound image features and machine learning algorithm prediction models in the differential diagnosis of benign and malignant breast tumors, and to provide a reference for clinical accurate diagnosis. **Methods** The clinical and imaging data of 168 patients with breast tumors admitted to our hospital from April 2021 to June 2024 were retrospectively collected, including 113 cases of benign tumors (benign tumor group), 51 cases of malignant tumors (malignant tumor group), and 4 cases lost to follow-up. Multimodal ultrasound image data of all patients were collected, including morphological parameters of two-dimensional gray-scale ultrasound, hemodynamic parameters of color Doppler ultrasound, hardness scores of elastography, and enhancement patterns of contrast-enhanced ultrasound. Image processing technology was used to extract image features and construct a standardized feature database. Three machine learning algorithms, namely Support Vector Machine (SVM), Random Forest (RF), and Gradient Boosting Decision Tree (GBDT), were selected. A 10-fold cross-validation strategy was adopted to train and test the feature database, construct prediction models for the differential diagnosis of benign and malignant breast tumors, and optimize the model parameters. Indicators such as accuracy, sensitivity, specificity, and area under the receiver operating characteristic curve (AUC) of different models were compared to evaluate the prediction performance of each model. Feature importance analysis was used to explore the key ultrasound features that contributed the most to model prediction. **Results** The age of the malignant tumor group was older than that of the benign tumor group, and the proportion of menopausal history was higher than that of the benign tumor group, with $P<0.05$. There were certain differences in the distribution of multimodal ultrasound image features between the benign tumor group and the malignant tumor group. After training and optimization, SVM, RF, and GBDT models all showed good differential diagnostic efficacy in the test set; among them, the GBDT model had the best performance, with an accuracy of 91.28%, a sensitivity of 88.59%, a specificity of 92.62%, and an AUC of 0.943. Feature importance analysis showed that tumor boundary clarity, elastography hardness score, contrast-enhanced ultrasound enhancement pattern, and color Doppler blood flow resistance index were the four key ultrasound features that contributed the most to model prediction, with a cumulative contribution of 76.61%. **Conclusion** The machine learning prediction model constructed based on multimodal ultrasound image features has high application value in the differential diagnosis of benign and malignant breast tumors, and the GBDT model has the best diagnostic efficacy; key ultrasound features such as tumor boundary clarity and elastography hardness score play an important role in differential diagnosis, which can provide objective and accurate diagnostic basis for clinical practice and help improve the accuracy of distinguishing benign and malignant breast tumors.

Keywords: Multimodal Ultrasound; Image Features; Machine Learning Algorithms; Prediction Model; Benign and Malignant Breast Tumors

【第一作者】姚灵燕,女,住院医师,主要研究方向:乳腺超声。E-mail: 13140160102@163.com,

【通讯作者】陈正雷,男,副主任医师,主要研究方向:乳腺超声。E-mail: chenzhenglei@126.com

乳腺肿瘤是女性常见的恶性肿瘤之一，其发病率逐年上升，且呈年轻化趋势^[1]。早期准确鉴别乳腺肿瘤的良恶性，对于制定合理的治疗方案、提高患者生存率和生活质量具有至关重要的意义。目前，临床常用的乳腺肿瘤诊断方法包括乳腺X线摄影、超声检查、磁共振成像(MRI)等，其中超声检查因其操作简便、无创伤、可重复性强等优点，被广泛应用于乳腺肿瘤的筛查和诊断^[2]。然而，传统的超声诊断主要依赖于医师的主观经验，不同医师对超声图像的解读可能存在差异，导致诊断准确性受到一定影响^[3]。随着医学影像技术和人工智能技术的快速发展，多模态超声图像特征结合机器学习算法构建预测模型为乳腺肿瘤的精准诊断提供了新的思路^[4]。多模态超声能够从不同角度获取肿瘤的信息，如二维灰阶超声的形态学特征、彩色多普勒超声的血流动力学特征、弹性成像的硬度特征以及超声造影的灌注特征等^[5-6]。机器学习算法则可以对这些复杂的特征进行深入分析和挖掘，构建高效的预测模型，提高诊断的准确性和客观性^[7]。本研究旨在探讨多模态超声图像特征结合机器学习算法构建的预测模型在良恶性乳腺肿瘤鉴别诊断中的应用价值，为临床提供更精准、可靠的诊断依据。

1 资料与方法

1.1 一般资料 回顾性收集本院2021年4月至2024年6月收治的168例乳腺肿瘤患者的临床及影像资料。患者中，男3例，女165例；年龄15~86岁，平均(42.92±8.35)岁；乳腺癌家族史1例(0.60%)；绝经53例(31.55%)，吸烟1例(0.60%)；良性肿瘤113例(良性肿瘤组)，恶性肿瘤51例(恶性肿瘤组)，失访4例。

纳入标准：经手术病理证实为乳腺肿瘤；术前均行多模态超声检查；临床资料完整。排除标准：合并其他恶性肿瘤；超声图像质量不佳，无法满足分析要求；既往接受过乳腺肿瘤相关治疗；精神疾病；孕产妇。

1.2 方法

1.2.1 多模态超声检查方法 二维灰阶超声检查：采用飞利浦IU22彩色多普勒超声诊断仪，探头频率设置为7~12MHz。检查时，患者取仰卧位，双臂上举置于头部两侧，充分暴露双侧乳房及腋窝区域，确保检查区域无衣物遮挡，减少图像干扰。先进行二维灰阶超声检查，将探头轻置于乳房表面，以乳头为中心，按照顺时针方向进行放射状扫查，同时结合横向和纵向扫查，全面观察肿瘤的位置(记录为左侧或右侧，及具体象限)、大小(测量肿瘤的最大长径和垂直于长径的短径，精确至0.1mm)、形态(判断为规则的圆形、椭圆形或不规则形)、边界(清晰或模糊，是否存在毛刺征)、纵横比(计算短径与长径的比值)、内部回声(有无钙化、后方回声是否增强或衰减等)等形态学参数，每处病灶至少获取3个不同切面的清晰图像。

彩色多普勒超声检查：切换至彩色多普勒模式，调整彩色增益至刚好无噪声干扰，设置脉冲重复频率为1~10kHz，依据Adler分级法对肿瘤内部及周边的血流情况进行分级：0级为无血流信号；I级为少量血流信号，可见1~2个点状或短棒状血管；II级为中量血流信号，可见3~4个点状血管或1条较长的血管，其长度可接近或超过肿瘤半径；III级为丰富血流信号，可见5个以上点状血管或2条及以上较长的血管。同时测量阻力指数(RI)，选取血流信号最丰富的切面，获取3个连续稳定的动脉频谱，计算RI平均值， $RI=(\text{收缩期峰值流速}-\text{舒张末期流速})/\text{收缩期峰值流速}$ 。

弹性成像检查：采用实时组织弹性成像技术，将探头垂直置于肿瘤表面，施加适当的压力，使压力指数维持在3-4之间，避免压力过大或过小影响结果准确性。根据肿瘤与周围正常组织的颜色变化判断硬度，采用5分评分法：1分为肿瘤整体或大部分呈绿色(软)；2分为肿瘤中心呈蓝色，周边呈绿色(较软)；3分为肿瘤内蓝绿颜色比例大致相等(中等硬度)；4分为肿瘤大部分呈蓝色，周边呈绿色(较硬)；5分为肿瘤整体呈蓝色(硬)，记录硬度评分。

超声造影检查：检查前确认患者无造影剂过敏史，准备好抢救设备及药品。经肘前静脉建立静脉通路，采用20G留置针，团注SonoVue造影剂2.4mL，随后快速注射5mL生理盐水冲管，同时启动计时器，实时动态观察肿瘤的增强过程，持续观察3分钟。记录增强程度(无增强、低增强、等增强、高增强，以周围正常乳腺组织为参照)、增强范围(局限于肿瘤内或超出肿瘤范围)、增强模式(均匀增强、不均匀增强、环状增强、向心性增强或离心性增强等)及是否存在灌注缺损、增强后边界变化等情况，全程进行动态录像存储。

1.2.2 图像特征提取 由2名具有5年以上超声诊断经验的医师对多模态超声图像进行独立分析，若存在分歧，通过协商达成一致。运用专业的图像处理软件(如MATLAB、Python中的OpenCV库等)对提取的图像特征进行标准化处理，构建特征数据库。具体提取的特征如下：(1)二维灰阶超声特征：肿瘤大小(长径、短径)、形态(规则、不规则)、边界(清晰、模糊)、纵横比(≥ 1 、 < 1)、内部回声(无回声、低回声、等回声、高回声、混合回声)等。(2)彩色多普勒超声特征：血流分级(0级、I级、II级、III级)、阻力指数(RI)等。(3)弹性成像特征：硬度评分(1~5分)。(4)超声造影特征：增强程度(无增强、低增强、等增强、高增强)、增强范围(局限于肿瘤内、超出肿瘤范围)、增强模式(均匀增强、不均匀增强、环状增强)、是否存在灌注缺损等。

1.2.3 机器学习算法与模型构建 选用支持向量机(SVM)、随机森林(RF)、梯度提升决策树(GBDT)3种机器学习算法构建预测模型。将特征数据库按照7:3的比例随机分为训练集和测试集，训练集用于模型的训练，测试集用于模型的性能评估。采用10折交叉验证策略对模型进行优化，以提高模型的泛化能力。对于SVM模型，通过网格搜索法优化核函数参数(如线性核、多项式核、径向基核等)和惩罚系数C；对于RF模型，优化决策树数量、最大深度、最小分裂样本数等参数；对于GBDT模型，优化学习率、决策树数量、最大深度等参数。

1.2.4 模型性能评估指标 通过以下指标评估各模型的预测性能：(1)准确率：正确诊断的病例数占总病例数的比例；(2)灵敏度：正确诊断的恶性肿瘤病例数占实际恶性肿瘤病例数的比例；(3)特异度：正确诊断的良性肿瘤病例数占实际良性肿瘤病例数的比例；(4)受试者工作特征曲线下面积(AUC)：反映模型区分良恶性肿瘤的整体能力，AUC值越接近1，模型性能越好。

1.2.5 特征重要性分析 采用特征重要性分析方法，计算各超声特征对模型预测的贡献度，明确关键超声特征。

1.3 统计学方法 采用SPSS 25.0软件，计量资料以($\bar{x} \pm s$)表示，采用t检验，计数资料以n(%)表示，采用 χ^2 检验， $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 良性肿瘤组与恶性肿瘤组的一般资料比较 恶性肿瘤

组的年龄大于良性肿瘤组，绝经史占比高于良性肿瘤组， $P<0.05$ ，见表1。

2.2 良性肿瘤组与恶性肿瘤组的多模态超声图像特征分布 二维灰阶超声特征：恶性肿瘤多表现为形态不规则、边界模糊、纵横比 ≥ 1 、内部回声以低回声为主；良性肿瘤多表现为形态规则、边界清晰、纵横比 <1 、内部回声多样(见图1~图2)。

彩色多普勒超声特征：恶性肿瘤血流分级多为II级、III级，阻力指数较高；良性肿瘤血流分级多为0级、I级，阻力指数较低(见图3)。

弹性成像特征：恶性肿瘤硬度评分多为4~5分；良性肿瘤硬度评分多为1~3分。

超声造影特征：恶性肿瘤多表现为不均匀增强、增强范围超出肿瘤范围、存在灌注缺损；良性肿瘤多表现为均匀增强、增强范围局限于肿瘤内、无灌注缺损(见图4)。

2.3 不同机器学习模型的性能比较 经训练与优化后，SVM、RF、GBDT模型在测试集中均表现出较好的鉴别诊断效能；其中GBDT模型的性能最优，准确率为91.28%，灵敏度为88.59%，特异度为92.62%，AUC为0.943。见表2。

2.4 特征重要性分析结果 特征重要性分析显示，肿瘤边界清晰度、弹性成像硬度评分、超声造影增强模式及彩色多普勒血流阻力指数是对模型预测贡献最大的4项关键超声特征，累计贡献度达76.61%，见表3。

表1 良性肿瘤组与恶性肿瘤组的一般资料比较[n(%)]

分组	例数	性别		年龄(岁)	乳腺癌家族史	绝经	吸烟
		男	女				
良性肿瘤组	113	2(1.77)	111(98.23)	37.27 $\pm$ 6.39	0(0.00)	14(12.39)	1(0.88)
恶性肿瘤组	51	1(1.96)	50(98.04)	54.63 $\pm$ 7.11	1(1.96)	36(70.59)	0(0.00)
χ^2/t 值	-	0.007		12.182	2.229	56.163	0.454
P值	-	0.933		<0.001	0.135	<0.001	0.500

表2 不同机器学习模型的性能比较(%)

模型	准确率	灵敏度	特异度	AUC
SVM	86.31	82.75	88.59	0.892
RF	88.72	85.27	90.39	0.915
GBDT	91.28	88.59	92.62	0.943

表3 各超声特征的贡献度(%)

超声特征	贡献度
肿瘤边界清晰度	25.33
弹性成像硬度评分	20.87
超声造影增强模式	18.61
彩色多普勒血流阻力指数	11.80
其他特征	23.39

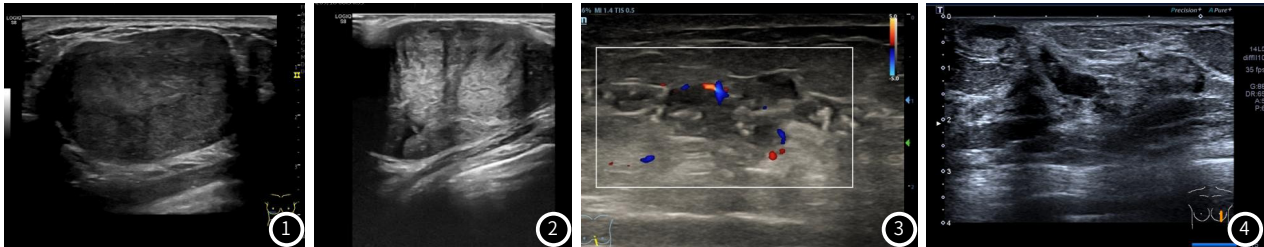


图1 良性肿瘤(纤维腺瘤)。图2 良性肿瘤(纤维上皮性肿瘤)。图3 恶性肿瘤(浸润性癌)。图4 恶性肿瘤(导管原位癌)。

3 讨论

多模态超声能够整合多种超声技术的优势，从不同角度提供肿瘤的生物学信息，提高诊断的准确性^[8]。二维灰阶超声可以清晰显示肿瘤的形态学特征，是乳腺肿瘤诊断的基础；彩色多普勒超声能够反映肿瘤的血流灌注情况，有助于判断肿瘤的良好恶性；弹性成像可以评估肿瘤的硬度，恶性肿瘤通常质地较硬；超声造影则可以动态观察肿瘤的微血管灌注情况，为肿瘤的诊断和鉴别诊断提供更丰富的信息^[9-11]。本研究结果显示，恶性肿瘤与良性肿瘤在多模态超声图像特征上存在明显差异，如恶性肿瘤多表现为形态不规则、边界模糊、血流丰富、硬度高、造影增强不均匀等，与以往的研究结果一致。这些特征的差异为多模态超声鉴别乳腺肿瘤的良好恶性提供了依据。

机器学习算法能够自动学习和挖掘数据中的潜在规律，构建预测模型，为疾病的诊断和预后评估提供客观、准确的依据。SVM、RF、GBDT是常用的机器学习算法，在医学影像诊断中得到了广泛的应用。SVM通过寻找最优分类超平面来实现

对数据的分类，具有较好的泛化能力和分类性能，尤其适用于小样本数据。RF是一种集成学习算法，由多个决策树组成，通过投票的方式进行分类，具有较高的准确性和稳定性，能够处理高维数据。GBDT也是一种集成学习算法，通过迭代构建决策树，不断修正模型的误差，具有较强的拟合能力和预测性能。本研究结果显示，GBDT模型的诊断效能最优，AUC值达到0.943，其次是RF模型和SVM模型。这可能是因为GBDT能够更好地捕捉特征之间的非线性关系，对复杂数据具有更强的处理能力。因此，在乳腺肿瘤的鉴别诊断中，GBDT模型具有较高的应用价值。

特征重要性分析显示，肿瘤边界清晰度、弹性成像硬度评分、超声造影增强模式及彩色多普勒血流阻力指数是对模型预测贡献最大的关键超声特征^[12]。肿瘤边界模糊通常提示肿瘤具有侵袭性，是恶性肿瘤的重要特征之一；

(参考文献下转第 87 页)

95.25%, 治疗后中医证候积分、FAI、SDS、SAS、PSQI评分较治疗前低, SF-36评分较治疗前高($P<0.05$), 可见生脉饮治疗长新冠综合征CFS患者效果较佳, 利于减轻疲劳程度, 改善心理状态和睡眠质量, 提高生活质量。生脉饮出自金代李杲所著的《内外伤辨惑论》, 为治疗气阴两虚证的经典名方, 方中党参性味甘平, 归脾肺经, 具有补肺健脾、益气生津之效, 为君药; 麦冬性味甘、微苦、微寒, 归心、肺经, 为臣药, 具有养阴清肺生津之效; 佐以五味子益气生津、敛肺止咳。全方和用共奏补肺益气、养阴生津之效, 契合本病治疗原则, 可从根本上解决病机, 促进疾病恢复。

研究发现^[10], CFS的发生与免疫功能失调密切相关,主要表现为免疫功能下降。Th细胞分为Th1和Th2两种细胞,前者参与细胞免疫,主要分泌IFN- γ 等细胞因子,后者介导体液免疫,主要分泌IL-4等因子,IFN- γ /IL-4水平降低,则机体免疫功能降低。本研究中,治疗后IL-4较治疗前低,IFN- γ 、IFN- γ /IL-4较治疗前高($P<0.05$),可见生脉饮治疗可改善长新冠综合征CFS患者机体免疫功能。药理研究显示^[11-12],党参、五味子、麦冬均可增强机体免疫力。从安全性分析,所有患者治疗期间均未见不良反应,可见生脉饮治疗长新冠综合征CFS具有良好的安全性。且随访6个月,仅有3例复发,复发率为3.75%,说明生脉饮治疗可降低长新冠综合征CFS患者复发率。生脉饮治疗虚劳病疗效确切、使用安全、毒副作用少、容易获得,具有简、便、廉、验等特点,可作为治疗长新冠综合征CFS患者的有效方案。

综上所述,主脉饮治疗长新冠综合征CFS患者效果确切,利于减轻疲劳程度,纠正机体免疫功能低下,缓解负性情绪,改善睡眠质量,减轻疾病对生活质量的影 响,且复发率低,安全性好,可为临床治疗提供参考。

参考文献

- [1] 郑文川, 钟献阳, 顾银中, 等. 胸部CT肺部炎症指数联合乳酸、NLR在新冠肺炎预后中的临床价值[J]. 中国CT和MRI杂志, 2024, 22(4): 45-48.
- [2] 张印, 王洪刚, 赵亚, 等. 督脉灸联合温肾健脾解郁方对慢性疲劳综合征患者疲劳状态和氧化应激, 免疫功能的影响[J]. 针灸临床杂志, 2024, 40(5): 36-40.
- [3] 武永利, 赵婷, 刘君伟, 等. 四逆汤灸治疗脾肾阳虚型慢性疲劳综合征的临床疗效观察[J]. 宁夏医科大学学报, 2022, 44(12): 1283-1286.
- [4] FUKUDA K, STRAUS SE, HICKIE I, et al. The chronic fatigue syndrome: a comprehensive approach to its definition and study[J]. Ann Intern Med, 1994, 121(12): 953-959.
- [5] 郑筱萸. 中药新药临床研究指导原则[S]. 北京: 中国医药科技出版社, 2002: 361.
- [6] 贺程成, 谢晶美, 郭宝琴, 等. 长新冠患者纵向海马亚结构体积变化与认知的关系[J]. 中国CT和MRI杂志, 2025, 23(2): 46-49.
- [7] 韩玲, 顾志浪, 胡美凤. 益肾强肝抗疲方对慢性疲劳综合征(肝肾亏虚型)患者SOD、GSH-Px、IFN- γ 及免疫功能的影响[J]. 中国免疫学杂志, 2022, 38(7): 853-858.
- [8] 李壮, 杨婷, 高微, 等. 基于红外热成像技术评价升陷汤改善气虚型慢性疲劳综合征的疗效观察[J]. 湖南师范大学学报: 医学版, 2023, 20(4): 134-136.
- [9] 李献华, 李明, 陈钦甫, 等. 瓜蒌汤治疗气阴两虚型慢性疲劳综合征临床疗效观察[J]. 中医药临床杂志, 2022, 34(7): 1331-1335.
- [10] 黄瑶, 张振贤, 李冠武, 等. 温振运气方对慢性疲劳综合征气虚证患者脑功能和脑代谢的影响[J]. 中医杂志, 2022, 63(10): 943-950.
- [11] 张曼, 陈珂, 杨晓红, 等. 生脉饮合升陷汤加减治疗慢性心力衰竭的临床效果研究[J]. 海南医学, 2023, 34(24): 3508-3513.
- [12] 袁亚慧, 袁蓉, 缪宇, 等. 黄芪生脉饮对疲劳合并心肌损伤大鼠模型的作用及相关机制[J]. 中国中药杂志, 2022, 47(19): 5292-5298.

(收稿日期：2024-12-09)

(校对编辑：李清芸)

(排版编辑：刘潍嘉)

(上接第 71 页)

弹性成像硬度评分越高,提示肿瘤的恶性可能性越大,因为恶性肿瘤细胞增殖活跃,间质纤维化明显,质地较硬;超声造影增强模式能够反映肿瘤的微血管灌注情况,不均匀增强、存在灌注缺损等表现多见于恶性肿瘤;彩色多普勒血流阻力指数较高,提示肿瘤内血流阻力较大,可能与恶性肿瘤的血管生成异常有关^[13-15]。这些关键超声特征的发现,不仅有助于提高机器学习模型的诊断性能,还为临床医师的诊断提供了重要的参考依据。临床医师可以结合这些特征,更准确地判断乳腺肿瘤的良恶性,减少误诊和漏诊的发生。

综上所述，基于多模态超声图像特征构建的机器学习预测模型在良恶性乳腺肿瘤鉴别诊断中具有较高的应用价值，其中GBDT模型的诊断效能最优。肿瘤边界清晰度、弹性成像硬度评分等关键超声特征对鉴别诊断起重要作用，可为临床提供客观、精准的诊断依据，有助于提高乳腺肿瘤良恶性鉴别的准确性。

参考文献

- [1] 周一诺, 文韬, 李医华, 等. 2015—2019年延边地区乳腺癌流行特征分析[J]. 延边大学医学学报, 2022, 45(4): 280-282.
- [2] 施锦山, 罗文亮, 欧阳玄博. 血清铁蛋白、糖类抗原153及多模态超声对肿瘤最大径 ≤ 2 cm乳腺癌的诊断价值[J]. 检验医学与临床, 2025, 22(4): 526-530.
- [3] 郭科, 孔学军. 多模态超声成像联合PRL、sB7-H3、ELR对乳腺癌的诊断价值[J]. 实用癌症杂志, 2021, 36(12): 2011-2014.

(收稿日期: 2026-02-04)

(校对编辑：翁佳鸿)

(排版编辑：刘潍嘉)