doi:10.11659/jjssx.03E026017

·乳腺甲状腺精准诊疗新径·

多参数MRI在乳腺浸润性小叶癌术前分期中的应用价值

周 鑫,陈 波,孙继全 (江苏省苏北人民医院医学影像科,江苏 扬州 225001)

[摘 要] **目的** 探讨多参数MRI在乳腺浸润性小叶癌(ILC)术前分期中的临床应用价值。**方法** 回顾性分析2017年1月至2024年10月于我院诊疗并经病理证实为ILC的206例患者的影像资料和病理资料,所有患者术前均行动态对比增强MRI(DCE-MRI)及扩散加权成像(DWI)等多参数MRI检查。以病理结果为金标准,依据乳腺ILC的TNM分期标准评价:T分期中肿瘤最大径测量准确性和多灶性病变检出;N分期中表观扩散系数(ADC)值预测腋窝淋巴结转移风险;M分期中对侧乳腺癌的检出。采用受试者工作特征(ROC)曲线评估多参数MRI的诊断效能。**结果** T分期中MRI测量肿瘤最大径误差仅(1.5±1.2) mm(ICC=0.92),显著优于超声测量误差(3.8±2.1) mm(*P*<0.001);MRI对多灶性病变检出敏感度为86.0%(95%*CI*: 79.0%~93.0%)。N分期中ADC值≤1.10×10^{-3}mm^2/s预测淋巴结转移的敏感度为92.9%、特异度为88.6%(AUC=0.89,*OR*=4.2,*P*=0.003)。M分期中对侧乳腺癌检出敏感度为96.0%(95%*CI*: 92.0%~100%),阴性预测值为99.5%。MRI与病理TNM分期总体一致性高(加权Kappa=0.85)。**结论** 多参数MRI通过整合形态学与功能学参数,精准评估ILC的TNM分期,为手术规划及新辅助治疗提供关键依据。

[关键词] 浸润性小叶癌;多参数MRI;术前分期;TNM分期;表观扩散系数

[中图分类号] R737.9;R445.2 [文献标志码] A [收稿日期] 2026-03-04

Application value of multi-parametric MRI in preoperative staging of invasive lobular carcinoma of the breast

ZHOU Xin, CHEN Bo, SUN Ji-quan (Department of Medical Imaging, Northern Jiangsu People's Hospital, Yangzhou Jiangsu 225001, China)

Abstract: Objective To investigate the clinical application value of multi-parametric MRI in preoperative staging of invasive lobular carcinoma (ILC) of the breast. **Methods** The imaging and pathological data of 206 patients with pathologically confirmed ILC who were

[基金项目] 江苏省卫生健康委科研项目(H2023006)

[通信作者] 孙继全,E-mail:sjq_1984@163.com

[10] Zhang Y, Wang G, Zhao D, et al. Comparison of mammography, ultrasound and MRI in measuring tumor size in invasive breast cancer with extensive intraductal component [J]. Chin J Med Imaging Technol, 2025, 41(5): 721-725. doi: 10.13929/j.issn.1003-3289.2025.05.018.

[11] Brown JM, White DA, Green AR, et al. Artificial intelligence-assisted mammography for evaluating extensive intraductal component in invasive breast cancer[J]. Radiol Artif Intell, 2025, 7(2): e240189. doi: 10.1148/ryai.240189.

[12] Wang Y, Liu X, Zhang Q, et al. Intravoxel incoherent motion DWI combined with DCE-MRI for predicting extensive intraductal component in invasive breast cancer[J]. Acad Radiol, 2025, 32(3): 489-497. doi: 10.1016/j.acra.2024.09.012.

[13] Taylor NJ, Hughes LL, Morgan MP, et al. The impact of preoperative MRI on re-excision rates in EIC-positive invasive breast cancer: a randomized controlled trial[J]. Lancet Oncol, 2025, 26(3): 345-354. doi: 10.1016/S1470-2045(24)00678-9.

[14] Kim JH, Park SY, Choi JY, et al. Ultrasound features associated with extensive intraductal component in invasive breast cancer[J]. J Clin Ultrasound, 2025, 53(2): 189-197. doi: 10.1002/jcu.23456.

[15] Lee S, Kim EK, Moon HJ, et al. Mammographic calcification extent as a predictor of extensive intraductal component in invasive breast cancer[J]. Eur J Radiol Open, 2025, 12: 100678. doi: 10.1016/j.ejro.2025.100678.

[16] Martinez-Gonzalez M, Sanchez-Ramos C, Fernandez-Lopez A, et al. MRI radiomics for predicting extensive intraductal component in invasive breast cancer: a multicenter study[J]. Cancers, 2025, 17(4): 892. doi: 10.3390/cancers17040892.

[17] Zhao L, Wang L, Yang W, et al. Combined use of mammography, ultrasound and MRI for preoperative assessment of EIC-positive invasive breast cancer[J]. J Breast Cancer, 2025, 28(1): 123-132. doi: 10.4048/jbc.24.357.

[18] Davies RJ, Thomas AC, Price CJ, et al. Breast density and the accuracy of imaging for extensive intraductal component in invasive breast cancer[J]. Clin Breast Cancer, 2025, 25(2): 178-185. doi: 10.1016/j.clbc.2024.09.007.

[19] Li S, Zhou Y, Huang X, et al. Dynamic contrast-enhanced MRI parameters for predicting extensive intraductal component in triple-negative breast cancer[J]. MagnReson Imaging, 2025, 108: 45-52. doi: 10.1016/j.mri.2024.12.003.

[20] Jones EL, Smith KL, Wilson TM, et al. Preoperative imaging assessment of extensive intraductal component: a multidisciplinary consensus guideline[J]. J Am Coll Radiol, 2025, 22(4): 456-465. doi: 10.1016/j.jacr.2024.12.008.

(编辑:贺绍梅)

treated at our hospital from January 2017 to October 2024 were retrospectively analyzed. All patients underwent preoperative multi-parametric MRI, including dynamic contrast-enhanced MRI (DCE-MRI) and diffusion-weighted imaging (DWI). Taking pathological results as the gold standard, evaluations were performed according to the TNM staging criteria for ILC of the breast: the accuracy of maximum tumor diameter measurement and the detection of multifocal lesions in T staging; the value of the apparent diffusion coefficient (ADC) in predicting the risk of axillary lymph node metastasis in N staging; the detection of contralateral breast cancer in M staging. Receiver operating characteristic (ROC) curve was adopted to evaluate the diagnostic performance of multi-parametric MRI. **Results** In T staging, the error of the maximumtumor diameter measured by MRI was only (1.5±1.2) mm (ICC=0.92), which was significantly better than that measured by ultrasound (3.8±2.1) mm (P<0.001). The sensitivity of MRI for detecting multifocal lesions was 86.0% (95%*CI*: 79.0% to 93.0%). In N staging, the sensitivity of ADC value ≤1.10×10^{-3} mm^2/s in predicting lymph node metastasis was 92.9%, and the specificity was 88.6% (AUC=0.89, OR=4.2, P=0.003). In M staging, the sensitivity for detecting contralateral breast cancer was 96.0% (95%*CI*: 92.0% to 100%), and the negative predictive value was 99.5%. The overall consistency between MRI and pathological TNM staging was high (weighted Kappa=0.85). **Conclusion** Multi-parametric MRI can accurately evaluate the TNM stage of ILC by integrating morphological and functional parameters, providing a key basis for surgical planning and neoadjuvant therapy.

Keywords: invasive lobular carcinoma; multi-parametric MRI; preoperative staging; TNM staging; apparent diffusion coefficient

近年来,乳腺癌已成为全球及中国女性发病率最高的一种恶性肿瘤[1-3]。其中乳腺浸润性小叶癌(invasive lobular carcinoma,ILC)占浸润性乳腺癌的5%~15%,其病理特征表现为肿瘤细胞呈单行线状或弥漫性浸润生长,较少形成明确肿块,且常伴多灶性、多中心性及双侧性发生[4]。这一独特的生物学行为导致乳腺X射线、超声等传统影像学手段对ILC的术前评估具有显著局限性,病灶漏诊率为20%~30%,且易低估肿瘤实际累及范围[5-6]。近年来,多参数MRI技术因兼具高软组织分辨率与功能成像能力,逐渐成为ILC术前分期的"金标准"。多参数MRI整合了动态对比增强MRI(dynamic contrast-enhanced magnetic resonance imaging,DCE-MRI)、扩散加权成像(diffusion-weighted imaging,DWI)技术,既可清晰显示肿瘤形态学特征,又可通过血流动力学参数及表观扩散系数(apparent diffusion coefficient,ADC)值反映肿瘤微环境与增殖活性[7]。然而,现有研究多聚焦于单一T分期或病灶检出,针对ILC完整TNM系统性术前分期的定量评估研究仍相对有限。本研究旨在通过回顾性分析,明确多参数MRI在ILC术前分期中的临床应用价值,以期为临床提供循证依据。

1 资料与方法

1.1 临床资料

回顾性分析2017年1月至2024年10月于我院诊疗的206例患者的临床资料。所有患者均为女性,年龄32~69岁,平均(51.26±12.35)岁;单发病灶158例(76.7%),多灶性/多中心性病变48例(23.3%);双侧乳腺癌12例(5.8%)。纳入标准:①经病理证实为ILC;②术前接受多参数MRI检查,包括DCE-MRI、DWI;③术前未接受新辅助治疗;④病历资料完整。排除标准:①合并其他类型乳腺癌;②图像质量不达标。本研究经我院伦理委员会审核通过(批准号:2025js006)。

1.2 仪器与方法

1.2.1 多参数MRI扫描 采用3.0T超导MRI系统(美国General Electric公司,Discovery MR750W)对所有患者行乳腺多参数MRI检查。使用8通道专用乳腺相控阵表面线圈进行扫描。患者取俯卧位,双乳自然悬垂于线圈凹槽内,双手环抱软垫举过头顶以固定体位。调整体位确保双侧乳头位于同一水平线,胸骨切迹对准线圈中心标记。扫描前指导患者保持平静呼吸,避免体动。扫描序列与参数设置如下:①定位像采用Fast SPGR序列,层厚5 mm,FOV 40 mm,TR/TE 4.2 ms/1.9 ms;②横断位T2WI采用FRFSE-XL序列,TR/TE 4 500 ms/85 ms,层厚4 mm,FOV 320 mm×320 mm,矩阵384×256,脂肪抑制;③横断位DWI,采用ss-EPI序列,b值0、800 s/mm^2,TR/TE 6 000 ms/65 ms,层厚4 mm,FOV 320 mm×320 mm,矩阵128×128,并行采集技术(加速因子R=2);④横断面DCE-MRI,采用LAVA-Flex序列TR/TE 4.1 ms/2.0 ms,翻转角12°,层厚1.6 mm,FOV 320 mm×320 mm,矩阵320×320,扫描期相:1期平扫+5期增强(时间分辨率为每期70 s),总时长约7 min。对比剂方案:经肘前静脉高压注射钆对比剂(钆布醇,给药剂量0.1 mmol/kg),流率2.5 mL/s,注射后等速推注20 mL生理盐水冲管。增强扫描于对比剂注射同时启动。

1.2.2 超声检测 所有患者术前行乳腺超声检查,

由2名具有5年以上乳腺影像诊断经验的医师独立测量病灶最大径,测量标准参照乳腺影像报告和数据系统;超声测量结果同样与术后病理测量结果对照,计算测量误差及组内相关系数(intra-group correlation coefficient,ICC)。

1.2.3 图像后处理与分析 DWI数据处理:在GEAW工作站(版本4.7)使用Functool软件生成ADC图,基于双b值(0、800 s/mm²)采用单指数模型计算,ADC= [ln(SI_b0/SI_b800)]/(b800-b0),伪彩编码范围0~2.0×10⁻³ mm²/s。DCE-MRI数据处理:减影图像采用各增强期相自动扣除平扫期(LAVA-Flex内置Subtraction模块);采用CADstream软件(版本3.2)自动追踪病灶强化过程,生成时间-信号强度曲线(time-intensity curve,TIC)。由2名具有8年以上临床经验的影像医师对以下指标行盲法评估。①T分期:在DCE-MRI动脉期测量肿瘤最大径;多灶性病变,定义为同侧乳腺≥2个独立病灶(间隔>1 cm),需同时满足DCE-MRI呈非肿块样强化、*TIC*为Ⅲ型(廓清型)、ADC值≤1.30×10⁻³ mm²/s。②N分期:采用ADC值预测淋巴结转移,在ADC图中病灶实性区(避开坏死)放置感兴趣区域(region of interest, ROI);经受试者工作特征(receiver operating characteristic, ROC)曲线确定阈值≤1.10×10⁻³ mm²/s。③M分期:对侧乳腺癌定义为对侧乳腺内出现符合上述恶性影像学标准的独立病灶。

1.3 病理对照

术后病理评估:①肿瘤最大径及多灶性分布;②腋窝淋巴结转移状态;③对侧乳腺活检结果。

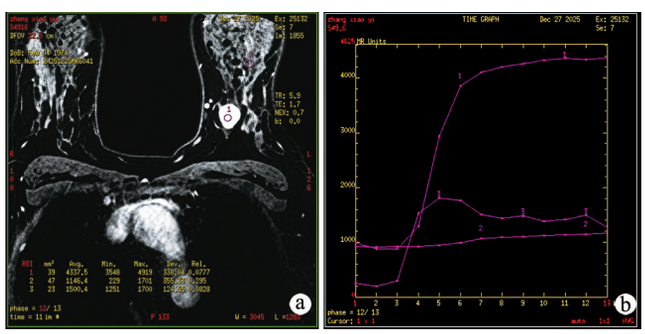
1.4 统计分析

使用SPSS 22.0统计学软件进行数据分析。符合正态分布的计量资料以均数±标准差($\bar{x}\pm s$)表示,组间比较采用单因素方差分析和LSD检验;非正态分布的计量资料以中位数(四分位间距)[$M(Q_1,Q_3)$]表示,组间比较采用Kruskal-*W*allis *H*检验。计数资料以率(%)表示,组间比较采用χ^2检验,当单格期望值小于5时采用确切概率法。一致性分析方面,MRI与病理测量的肿瘤大小差异采用Bland-Altman分析和ICC,ICC>0.75提示一致性良好;观察者间诊断一致性采用Kappa检验,Kappa>0.6提示一致性良好。诊断效能:多灶性/对侧乳腺癌检出性能以敏感度、特异度、阳性预测值、阴性预测值表示,并通过ROC曲线评估,曲线下面积(area under the curve,AUC)比较采用DeLong检验。以*P*<0.05为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 T分期评估效能

DCE-MRI结果显示,MRI测量肿瘤最大径与病理测量结果的ICC=0.92(95%*CI*:0.88~0.95),超声与病理测量结果的ICC=0.76(95%*CI*:0.69~0.82),二者一致性比较,差异具有统计学意义(*P*<0.001);MRI测量误差(1.5±1.2) mm,显著低于超声测量误差(3.8±2.1) mm(*P*<0.001);MRI对多灶性病变检出敏感度为86.0%(95%*CI*:79.0%~93.0%),显著高于超声对多灶性病变检出的敏感度62.0%(95%*CI*:53.0%~71.0%)。病灶在DWI上呈明显高信号,提示水分子扩散受限(图1a);在ADC图中病灶呈低信号,ADC值降低(图1b)。



a:DWI图;b:ADC图

图1 乳腺ILC典型动态增强MRI表现

2.2 N分期评估效能

ADC值≤1.10×10⁻³ mm²/s预测淋巴结转移的敏感度为92.9%、特异度为88.6%(AUC=0.89,*OR*=4.2,*P*=0.003),见图2。乳腺ILC病灶动态增强曲线呈早期快速强化,延迟期为平台/流出型改变(图3)。

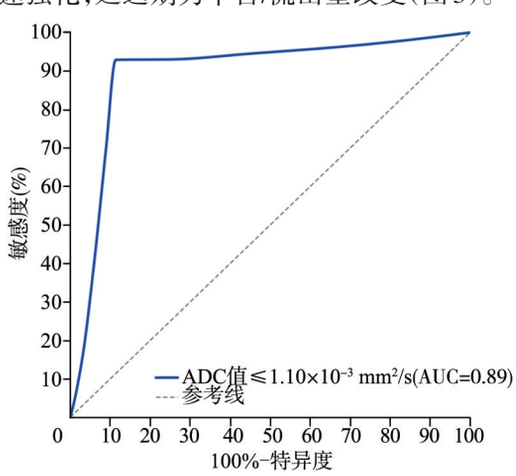


图2 乳腺ILC的ADC的ROC曲线

2.3 M分期评估效能

M分期中对侧乳腺癌检出敏感度为96.0%(95%*CI*:92.0%~100%),阴性预测值为99.5%,

见图4。仅1例2 mm对侧癌漏诊(假阴性),5例患者避免了二次手术。

2.4 TNM分期总体一致性

功能参数伪彩图可直观显示病灶功能异质性及高灌注区域(图5)。MRI与病理TNM分期总体一致性高(加权Kappa=0.85),见表1。

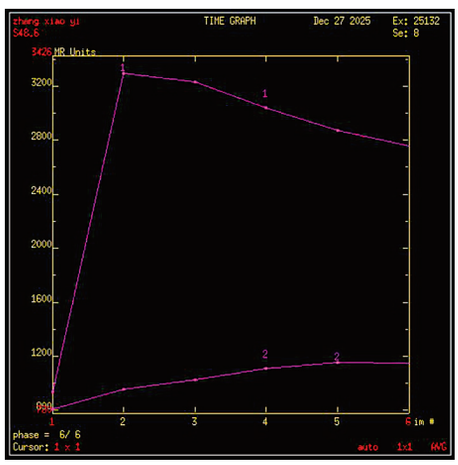


图3 乳腺ILC的TIC

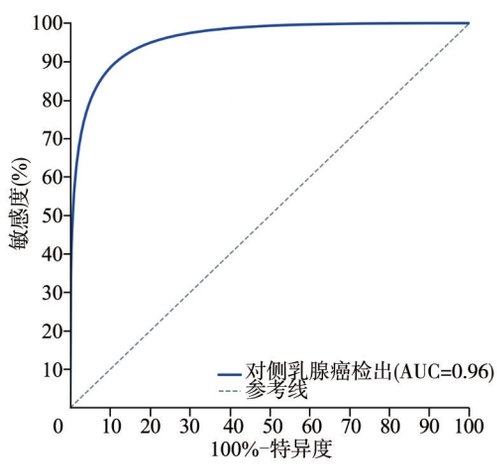


图4 M分期中对侧乳腺癌检出的ROC曲线

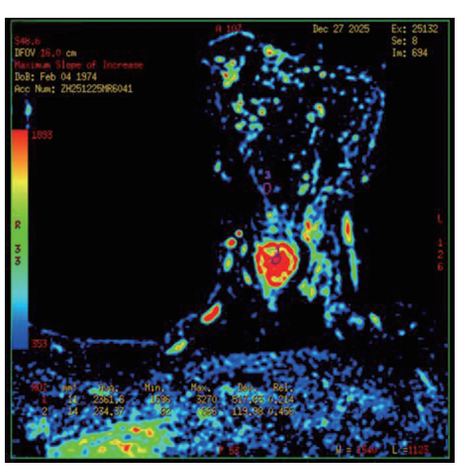


图5 多参数MRI功能定量参数伪彩图

表1 MRI与病理TNM分期一致性(加权Kappa分析)

分期	Kappa值	一致性强度
T分期	0.84	极好
N分期	0.79	良好
M分期	0.91	极好
总体	0.85	极好

3 讨论

ILC分期困难的核心源于其独特的生物学行为和病理特征。病理学上,ILC细胞呈典型的单行线状(列兵样)方式弥漫性浸润乳腺间质,这种生长模式通常不破坏周围正常组织结构,且较少形成明显的局灶性肿块,研究显示仅约8%的病例表现为可触及或可见的肿块[8-9]。正是这些特性给传统影像学评估带来了挑战:乳腺X射线对不伴有钙化的ILC检出能力明显不足,检出率通常低于50%[10]。因此,ILC这种隐匿的浸润方式使得通过常规影像学手段准确判断肿瘤的真实范围和多灶性变得异常困难,从而给临床分期带来严峻挑战。

本研究系统验证了多参数MRI对ILC术前分期的核心价值。在T分期层面,DCE-MRI凭借高软组织分辨率捕捉ILC特征性的非肿块样强化,清晰显示传统影像难以识别的"触角样"浸润边界[11],而DWI/ADC通过量化水分子扩散受限程度(ADC≤1.10×10^{-3} mm^2/s)精准区分肿瘤实质与瘤周水肿,多灶性病变检出敏感度达86.0%;本研究同步设置超声作为对照,结果显示超声测量肿瘤最大径误差显著更高、一致性欠佳,提示对于ILC这类弥漫浸润性肿瘤,超声容易低估肿瘤真实范围,而多参数MRI在肿瘤边界评估上优势显著。在N分期层面,本研究基于ROC曲线构建的ADC值淋巴结转移预测模型具有良好的临床应用价值,由于ILC肿瘤细胞增殖活性升高(Ki-67表达上调)会压缩细胞外间隙,限制水分子自由扩散,进而造成病灶ADC值降低;以ADC值≤1.10×10^{-3} mm^2/s为临界值预测腋窝淋巴结转移,AUC达0.89、诊断敏感度92.9%、特异度88.6%,且ADC值降低与淋巴结转移风险呈显著正相关(OR=4.2,P=0.003),可为临床术前无创评估腋窝淋巴结转移状态、制定术中淋巴结清扫及活检方案提供可靠参考依据。在M分期层面,多参数MRI依托全乳腺薄层全覆盖扫描优势,结合TICⅢ型的恶性血流动力学特征,可有效筛查对侧乳腺隐匿微小癌灶,本研究中其对侧乳腺癌检出敏感度可达96.0%,阴性预测值高达99.5%,仅1例微小病灶漏诊,有助于降低患者术后二次手术的风险,显著提升了ILC对侧隐匿原发癌灶的术前评估准确率[12]。临床转化中,

MRI通过优化手术决策(26%患者术式变更)及筛选新辅助治疗获益人群(ADC≤1.15×10^{-3}mm^2/s预测高Ki-67活性),降低手术率且不增加总体乳房切除率[13-14]。值得注意的是,本研究在图像后处理中制定了统一的ROI测量规范,优先选取病灶实性区域放置ROI并避开坏死组织,针对多灶性病变采用主病灶实性区统一测量标准,有效降低多灶肿瘤异质性及微小病灶测量偏差,提升了本组ILC术前分期量化评估的规范性与准确性[15]。

本研究存在一定局限性:首先,未纳入乳腺癌的分子分型信息(如HER2阳性、三阴性、Luminal型等),而不同分子分型的ILC在生物学行为、增殖活性及ADC值上可能存在显著差异,可能对TNM分期评估结果产生偏倚;其次,本研究中ADC值≤1.10×10^{-3} mm^2/s的预测阈值虽由ROC曲线确定,但该结果源自单中心回顾性数据,尚未进行外部验证。该阈值在不同MR设备、不同人群及不同扫描参数下的稳定性和普适性尚不明确。针对上述局限,未来可开展多中心、大样本前瞻性研究,验证ADC预测阈值的稳定性,明确其与Ki-67增殖指数、组织学分级的相关性;同时结合AI自动勾画ROI、IVIM-DWI新技术,整合基因组及分子分型数据,借鉴多参数MRI瘤内、瘤周特征评估乳腺癌分子表型、预测新辅助治疗反应的研究思路[16-17],进一步提升多参数MRI对ILC个体化术前分期的精准度,减少假阳性及评估偏差。

多参数MRI通过整合多种序列协同工作,有效解决了ILC术前分期的三大关键难题:针对T分期不准确的问题,联合应用DCE-MRI界定非肿块样强化的真实范围与DWI识别卫星病灶;针对N分期缺乏无创预测手段的困境,利用ADC阈值量化评估淋巴结转移风险;针对对侧乳腺癌易漏诊的挑战,实施全乳腺高分辨率扫描进行排查。基于此,核心推荐将ADC值(特别是ADC值≤1.10×10^{-3} mm^2/s)纳入ILC术前分期标准,以指导精细化淋巴结评估,推动ILC分期模式从传统的纯解剖分期向更精准的解剖-功能融合演进。

[参考文献]

[1] 邬 昊,吕 青. 全球及中国乳腺癌的流行病学趋势及防控启示:2018-2022年《全球癌症统计报告》解读[J]. 中国普外基础与临床杂志,2024,31(7):796-802. doi:10.7507/1007-9424.202407031.

[2] 王宇宁,杨昭颖,王可人. Rab22a与乳腺癌:从分子机制到临床特征的研究进展[J]. 中国实验诊断学,2025,29(3):357-362. doi:10.3969/j.issn.1007-4287.2025.03.017.

[3] 崇 乐,夏露花,张 荣,等. 乳腺癌超声造影与临床病理特征及肿瘤相关的树突状细胞分布的相关性研究[J]. 实用肿瘤杂志,2025,40(1):14-19. doi:10.13267/j.cnki.syzlzz.2025.003.

[4] 黄若冰,徐丹颖,倪文豪,等. 乳腺浸润性小叶癌组织FOXP1、FOXR2的表达与临床病理特征和预后的关系研究[J]. 现代生物医学进展,2024,24(20):3964-3966. doi:10.13241/j.cnki.pmb.2024.20.045.

[5] 陈晓冰,包凌云. 乳腺非肿块病变影像学研究进展[J]. 肿瘤学杂志,2024,30(7):556-562. doi:10.11735/j.issn.1671-170X.2024.07.B005.

[6] 王东沙,鲜于俊杰,庞坤坤,等. 乳腺浸润性小叶癌与浸润性导管癌的临床和超声特征对比[J]. 中国现代普通外科进展,2023,26(11):903-905. doi:10.3969/j.issn.1009-9905.2023.11.016.

[7] 马永刚,张 堃,黄 斌,等. 动态对比增强和扩散加权成像的多参数MRI模型预测乳腺癌肿瘤血管新生的价值[J]. 临床和实验医学杂志,2022,21(4):443-446. doi:10.3969/j.issn.1671-4695.2022.04.030.

[8] 张旭冉,高润芳. 乳腺浸润性小叶癌与浸润性导管癌临床病理特征的倾向性匹配分析[J]. 中国医药导报,2024,21(30):120-128. doi:10.20047/j.issn1673-7210.2024.30.23.

[9] 程少先,谭诗云,周 红. 乳腺浸润性小叶癌的临床病理学诊断价值研究[J]. 基层医学论坛,2023,27(19):82-84. doi:10.19435/j.1672-1721.2023.19.027.

[10] 郝若妤. 乳腺钼靶X线检查在乳腺浸润性小叶癌与浸润性导管癌鉴别诊断中的影像学特征[J]. 中国民康医学,2020,32(16):104-106. doi:10.3969/j.issn.1672-0369.2020.16.043.

[11] 叶 玲,阮莉金,伍康伟. MRI及B超对乳腺X线摄影中"局灶性不对称"征象诊断价值的研究[J]. 影像研究与医学应用,2022,6(23):127-129. doi:10.3969/j.issn.2096-3807.2022.23.042.

[12] Ha SM, Chae EY, Cha JH, et al. Breast MR imaging before surgery: outcomes in patients with invasive lobular carcinoma by using propensity score matching[J]. Radiology, 2018, 287(3): 771-777. doi: 10.1148/radiol.2018171472.

[13] Aroney S, Lloyd T, Birch S, et al. Preoperative breast MR imaging influences surgical management in patients with invasive lobular carcinoma[J]. J Med Imaging Radiat Oncol, 2024, 68(6): 680-686. doi: 10.1111/1754-9485.13754.

[14] 汪培英,任雪倩,陈 静,等. 超声、X线摄影及MRI检查对乳腺黏液癌、浸润性小叶癌、伴大汗腺分化的癌的诊断价值[J]. 临床医学研究与实践,2020,5(34):19-22. doi:10.19347/j.cnki.2096-1413.202034006.

[15] 曲溪倩,郭丽丽,赵 明,等. 乳腺密度对浸润性小叶癌术前MRI评估的影响[J]. 现代肿瘤医学,2020,28(2):301-305. doi:10.3969/j.issn.1672-4992.2020.02.028.

[16] 周 晶,余 璇,吴青霞,等. 基于多参数MRI瘤内和瘤周影像组学特征评估乳腺癌人表皮生长因子受体2状态的价值[J]. 中华放射学杂志,2023,57(12):1338-1345. doi:10.3760/cma.j.cn112149-20221209-00992.

[17] 赵 青,苏 桐,代 婷,等. 基于多参数MRI影像组学联合临床病理变量预测乳腺癌新辅助治疗的敏感性[J]. 磁共振成像,2024,15(6):79-86. doi:10.12015/issn.1674-8034.2024.06.012.

(编辑:刘 艺)