

DOI: 10.3969/j.issn.1005-8982.2025.16.004
文章编号: 1005-8982 (2025) 16-0021-07

乳腺癌专题·论著

超声成像特征及超声血流参数鉴别Luminal型 与三阴性乳腺癌的价值*

华蕊¹, 林俐¹, 戴春燕¹, 陈金丽²

(丽水第二人民医院 1. 医学影像科, 2. 特检科, 浙江 丽水 323050)

摘要: **目的** 分析超声成像特征及超声血流参数鉴别Luminal型与三阴性乳腺癌的价值。**方法** 回顾性分析2022年6月—2023年5月丽水第二人民医院收治的46例Luminal型与23例三阴性乳腺癌患者的临床资料, 均行超声常规、三维灰阶模式及三维能量多普勒成像模式检查及免疫组织化学检测, 比较两组的超声图像特征、血流参数变化。分析Luminal型乳腺癌的影响因素及超声成像特征、血流参数对Luminal型与三阴性乳腺癌的诊断效能。**结果** Luminal型组圆形/椭圆形、边缘光整、血流分布呈环绕型的占比均高于三阴性组 ($P < 0.05$), 后方回声增强占比、边界清晰占比、汇聚征发生率均低于三阴性组 ($P < 0.05$)。Luminal型组平均灰阶值 (MG)、平均能量值 (MP)、血管指数 (R)、血管血流指数 (VFI) 均高于三阴性组 ($P < 0.05$)。多因素一般Logistic回归分析结果表明: 形态 [$\hat{OR} = 3.683$ (95% CI: 1.283, 10.577)]、边界 [$\hat{OR} = 8.829$ (95% CI: 3.018, 25.830)]、边缘 [$\hat{OR} = 2.910$ (95% CI: 1.436, 5.896)]、汇聚征 [$\hat{OR} = 8.820$ (95% CI: 1.849, 42.062)] 及MG [$\hat{OR} = 1.101$ (95% CI: 1.010, 1.200)]、MP [$\hat{OR} = 1.088$ (95% CI: 1.000, 1.183)]、R [$\hat{OR} = 6.780$ (95% CI: 2.317, 19.837)]、VFI [$\hat{OR} = 16.087$ (95% CI: 5.498, 47.065)] 均为Luminal型乳腺癌的影响因素 ($P < 0.05$), 受试者工作特征曲线结果显示, 超声成像特征联合血流参数诊断Luminal型与三阴性乳腺癌的曲线下面积为0.967 (95% CI: 0.931, 1.000), 敏感性为97.80% (95% CI: 0.892, 0.993), 特异性为95.70% (95% CI: 0.875, 0.989)。**结论** Luminal型与三阴性乳腺癌患者的超声成像特征和超声血流参数具有不同的特点, 具有较好的鉴别诊断价值, 超声成像特征和超声血流参数可为乳腺癌的鉴别诊断提供参考。

关键词: 乳腺癌; 三阴性; Luminal型; 超声成像; 血流参数; 鉴别
中图分类号: R737.9 **文献标识码:** A

Value of ultrasound imaging characteristics and blood flow parameters in differentiating luminal and triple-negative breast cancer*

Hua Rui¹, Lin Li¹, Dai Chun-yan¹, Chen Jin-li²

(1. Department of Medical Imaging; 2. Department of Special Examinations, Lishui Second People's Hospital, Lishui, Zhejiang 323050, China)

Abstract: **Objective** To analyze the value of ultrasound imaging features and blood flow parameters in differentiating luminal and triple-negative breast cancer. **Methods** Clinical data of 46 patients with luminal breast cancer and 23 patients with triple-negative breast cancer treated at our hospital from June 2022 to May 2023 were retrospectively analyzed. Conventional ultrasound, three-dimensional grayscale imaging, and three-dimensional power Doppler imaging, as well as immunohistochemical analysis, were performed for all patients. The ultrasound

收稿日期: 2025-04-28

* 基金项目: 浙江省医药卫生科技计划项目 (No: 2023KY179)

[通信作者] 陈金丽, E-mail: 42557012@qq.com; Tel: 15157819975

imaging characteristics and blood flow parameters of the two groups were compared. The influencing factors for luminal breast cancer and the diagnostic efficacy of ultrasonic imaging features and blood flow parameters for luminal and triple-negative breast cancer were analyzed. **Results** The luminal-type group had a significantly higher proportion of lesions with round or oval shapes, smooth margins, and circumferential blood flow distribution compared to the triple-negative group ($P < 0.05$). In contrast, the proportions of lesions with posterior acoustic enhancement, well-defined borders, and convergence sign were significantly lower in the luminal-type group than in the triple-negative group ($P < 0.05$). The levels of MG, MP, R and VFI in the luminal-type group were all higher than those in the triple-negative group ($P < 0.05$). Multivariable Logistic regression analysis showed that morphology [$\hat{OR} = 3.683$ (95% CI: 1.283, 10.577)], border [$\hat{OR} = 8.829$ (95% CI: 3.018, 25.830)], margin [$\hat{OR} = 2.910$ (95% CI: 1.436, 5.896)], convergence sign [$\hat{OR} = 8.820$ (95% CI: 1.849, 42.062)], MG [$\hat{OR} = 1.101$ (95% CI: 1.010, 1.200)], MP [$\hat{OR} = 1.088$ (95% CI: 1.000, 1.183)], R [$\hat{OR} = 6.780$ (95% CI: 2.317, 19.837)], and VFI [$\hat{OR} = 16.087$ (95% CI: 5.498, 47.065)] were all influencing factors for luminal breast cancer ($P < 0.05$). The ROC curve analysis revealed that the area under the curve of ultrasound imaging features combined with blood flow parameters in differentiating luminal from triple-negative breast cancer was 0.967 (95% CI: 0.931, 1.000), with the sensitivity being 97.80% (95% CI: 0.892, 0.993) and the specificity being 95.70% (95% CI: 0.875, 0.989). **Conclusion** Ultrasound imaging features and blood flow parameters exhibit different characteristics between luminal and triple-negative breast cancer, demonstrating good diagnostic value and providing a useful reference for the differential diagnosis of breast cancer.

Keywords: breast cancer; triple-negative; luminal; ultrasonic imaging; blood flow parameters; differentiation

乳腺癌是女性常见恶性肿瘤，我国的中位发病年龄为 45 ~ 49 岁，且近年来有年轻化趋势^[1]。Luminal 型与三阴性乳腺癌是两种不同类型的乳腺癌，前者是最常见的乳腺癌亚型，对激素和靶向治疗反应良好；后者是特殊亚型，常规的激素和靶向治疗不敏感，且治疗方式选择有限，因此区分 Luminal 型与三阴性乳腺癌，对疾病的诊断、治疗和预后具有重要意义。

以往多通过免疫组织化学染色区分 Luminal 型与三阴性乳腺癌，虽然具有较高的准确性，但免疫组织化学染色只能检测单一蛋白的表达，无法全面反映肿瘤细胞的分子特征，且标准化程度不一，会影响结果的解读^[2-3]。随着超声新技术的不断进步和发展，逐渐将其应用于乳腺癌的分子分型诊断中^[4-5]，鲜少有研究将 Luminal 型与三阴性乳腺癌的超声成像特征和超声血流参数进行单独对比。基于此，本研究回顾性分析 Luminal 型与三阴性乳腺癌患者的临床资料，比较其超声成像特征和超声血流参数，为两者的鉴别诊断提供参考。

1 资料与方法

1.1 一般资料

回顾性分析 2022 年 6 月—2023 年 5 月丽水第二人民医院收治的 46 例 Luminal 型与 23 例三阴性乳腺

癌患者的临床资料，年龄 23 ~ 69 岁；病理类型：浸润性导管癌 48 例、导管内癌 1 例、浸润性小叶癌 20 例。本研究经医院医学伦理委员会审批通过 (No: 2025 [021] 号)。

1.2 纳入与排除标准

1.2.1 纳入标准 ①经手术或活检病理证实为乳腺癌；②单发病灶，最大直径 ≤ 5 cm；③免疫组织化学分型：Luminal 型或三阴性；④行超声检查；⑤图像清晰；⑥超声检查前未接受放化疗、手术及穿刺活检等诊治措施；⑦临床资料完整。

1.2.2 排除标准 图像质量不佳，无法用于分析。

1.3 超声检查

所有患者取仰卧位，抬起上臂，充分暴露双侧乳房，由 1 名经验丰富的超声医师使用彩色多普勒超声诊断仪（美国 GE 公司，Logiq E9 型）的常规高频探头（ML6-15，频率 6 ~ 15 MHz）全面扫查乳腺及腋窝，发现可疑病灶后行多切面、多角度扫查，并使用三维容积探头（RSP6-16-D，频率 6 ~ 16 MHz）启动三维灰阶模式，根据肿块大小和最佳切面调整取样框、扫描角度，在探头稳定的情况下，嘱患者屏住呼吸 10 s 获得肿块横断面、矢状面和冠状面图像。依据美国放射学会推荐的乳腺影像报告和数据库^[6]评估三维灰阶超声图像上肿块的特征，包括形态、生长方位、内部，以

及后方回声、边界、边缘、微钙化、周围是否存在汇聚征。运用三维能量多普勒成像模式储存图像, 进入虚拟器官计算机辅助分析软件模式, 以 30° 为旋转角度, 手动描绘肿块边界的方式描记 6 个层次, 获得能量直方图及肿块血流容积参数: 平均灰阶值 (mean gray value, MG)、平均能量值 (mean power, MP)、血管指数 (vascular index, R)、血管血流指数 (vascular flow index, VFI), 测量 3 次取平均值。根据 Alder 半定量血流分级方法^[7], 将血流分为 0 级 (无任何血流信号)、I 级 (少量血流信号, 可见 1 或 2 处点状血流, 管径 <1 mm)、II 级 (中量血流, 可见 1 条主要血管, 长度 $>$ 病灶半径, 或几条小血管)、III 级 (血流丰富, 可见血管 >4 条, 或血管相互连通, 交织成网状); 根据血流在肿块中的分布形态分为环绕型、穿入型、不规则型。

1.4 免疫组织化学染色

标本经石蜡包埋切片后行二氨基联苯胺染色, 利用链霉菌亲和素-过氧化物酶法 (streptavidin-peroxidase, SP) 检测雌激素受体 (estrogen receptor, ER)、孕激素受体 (progesterone receptor, PR)、人表皮生长因子受体 2 (human epidermal growth factor receptor 2, HER-2) 及 Ki-67 的表达。判定标准: ER、PR 阳性细胞数 (胞核着色细胞数) $\geq 10\%$ 为 ER/PR 阳性; HER-2 (-) 或 (+) 为阴性, (+++)

为阳性, (++) 则进一步使用荧光原位杂交法检测, 基因扩增为阳性, 无扩增为阴性。参考 St.Gallen 标准^[8], 管腔上皮型分为 Luminal 型 [①Luminal A 型: ER (+) 或 PR (+), HER-2 (-), Ki-67 $< 14\%$; ②Luminal B 型: ER (+) 或 PR (+), HER-2 (+)] 和三阴性 [TN 型: ER (-)、PR (-)、HER-2 (-)]。

1.5 资料收集

收集 Luminal 型与三阴性乳腺癌患者的临床资料, 包括年龄、体质量指数 (body mass index, BMI)、绝经情况、家族史、淋巴结转移及超声图像特征、血流参数。

1.6 统计学方法

数据分析采用 SPSS 22.0 统计软件。计数资料以构成比或率 (%) 表示, 比较用 χ^2 检验; 计量资料以均数 \pm 标准差 ($\bar{x} \pm s$) 表示, 比较用 t 检验。影响因素分析用多因素 Logistic 回归模型; 绘制受试者工作特征 (receiver operating characteristic, ROC) 曲线。 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 两组基线资料比较

Luminal 型组与三阴性型组的年龄、BMI、绝经率、家族史率、肿块最大径及淋巴结转移率比较, 经 t/χ^2 检验, 差异均无统计学意义 ($P > 0.05$)。见表 1。

表 1 两组基线资料比较

组别	<i>n</i>	年龄/(岁, $\bar{x} \pm s$)	BMI/(kg/m ² , $\bar{x} \pm s$)	绝经 例(%)	家族史 例(%)	肿块最大径/(cm, $\bar{x} \pm s$)	淋巴结转移 例(%)
Luminal 型	46	51.62 \pm 8.16	24.35 \pm 2.34	25(54.35)	7(15.22)	2.11 \pm 0.63	30(65.22)
三阴性	23	49.34 \pm 7.53	23.16 \pm 2.61	13(56.52)	3(13.04)	2.24 \pm 0.58	14(60.87)
<i>t/χ²</i> 值		1.122	1.916	0.029	0.058	0.829	0.125
<i>P</i> 值		0.266	0.060	0.864	0.809	0.410	0.723

2.2 两组超声图像特征比较

Luminal 型组与三阴性型组的形态、后方回声、边界、边缘、汇聚征和血流分布比较, 经 χ^2 检验, 差异均有统计学意义 ($P < 0.05$); Luminal 型组圆形/椭圆形、边缘光整、血流分布呈环绕型的占比均高于三阴性组, 后方回声增强占比、边界清晰占比、汇聚征发生率均低于三阴性组。Luminal 型组与三阴性型组的生长方位构成、内部回声构成、微钙化、血流分级情况比较, 经 χ^2 检验, 差异均

无统计学意义 ($P > 0.05$)。见表 2。

2.3 超声血流参数比较

Luminal 型组与三阴性型组的 MG、MP、R 和 VFI 水平比较, 经 t 检验, 差异均有统计学意义 ($P < 0.05$); Luminal 型组 MG、MP、R 和 VFI 水平均高于三阴性组。见表 3。

2.4 Luminal 型乳腺癌影响因素的多因素 Logistic 回归分析

以乳腺癌类型 (三阴性 = 0, Luminal 型 = 1) 为自变

表 2 两组超声图像特征比较 例(%)

组别	n	形态		生长方位		内部回声	
		圆形/椭圆形	不规则形	垂直位	平行位	低回声	非低回声
Luminal 型组	46	34(73.91)	12(26.09)	33(71.74)	13(28.26)	43(93.48)	3(6.52)
三阴型组	23	10(43.48)	13(56.52)	20(86.96)	3(13.04)	22(95.65)	1(4.35)
χ^2 值		6.147		1.994		0.133	
P 值		0.013		0.158		0.716	

组别	后方回声			边界			边缘			
	增强	衰减	无改变	清晰	模糊	高回声晕	光整	微分叶	成角	毛刺状
Luminal 型组	19(41.30)	4(8.70)	23(50.00)	4(8.70)	23(50.00)	19(41.30)	19(41.30)	12(26.09)	10(21.74)	5(10.87)
三阴型组	14(60.87)	7(30.43)	2(8.70)	16(69.57)	4(17.39)	3(13.04)	5(21.74)	3(13.04)	3(13.04)	12(52.17)
χ^2 值	12.993			27.608			14.121			
P 值	0.002			0.000			0.003			

组别	微钙化	汇聚征	血流分级		血流分布		
			0、I 级	II、III 级	环绕型	穿入型	不规则型
Luminal 型组	15(32.61)	25(54.35)	12(26.09)	34(73.91)	21(45.65)	18(39.13)	7(15.22)
三阴型组	3(13.04)	21(91.30)	8(34.78)	15(65.22)	5(21.74)	8(34.78)	10(43.48)
χ^2 值	3.044	9.424	0.563		7.374		
P 值	0.081	0.002	0.453		0.025		

表 3 两组超声血流参数比较 ($\bar{x} \pm s$)

组别	n	MG	MP	R	VFI
Luminal 型	46	25.37 ± 6.24	25.81 ± 6.32	0.025 ± 0.006	0.42 ± 0.11
三阴型	23	21.64 ± 6.17	22.43 ± 6.51	0.017 ± 0.004	0.35 ± 0.10
t 值		2.349	2.074	5.774	2.566
P 值		0.022	0.042	0.000	0.013

量,形态(不规则形=0,圆形/椭圆形=1)、后方回声(衰减/无改变=0,增强=1)、边界(模糊/高回声晕=0,清晰=1)、边缘(毛刺状=0,光整=1,微分叶/成角=2)、汇聚征(是=0,否=1)、血流分布(不规则型=0,环绕型=1,穿入型=2)及MG、MP、R、VFI(均赋值为实测值)为因变量,纳入多因素一般 Logistic 回归分析,结果表明:形态[$\hat{OR} = 3.683$ (95% CI: 1.283, 10.577)]、边界[$\hat{OR} = 8.829$ (95% CI: 3.018, 25.830)]、边缘[$\hat{OR} = 2.910$ (95% CI: 1.436, 5.896)]、汇聚征[$\hat{OR} = 8.820$ (95% CI: 1.849, 42.062)]及MG [$\hat{OR} = 1.101$ (95% CI: 1.010, 1.200)]、MP [$\hat{OR} = 1.088$ (95% CI: 1.000, 1.183)]、R [$\hat{OR} = 6.780$ (95% CI: 2.317, 19.837)]、VFI [$\hat{OR} = 16.087$ (95% CI: 5.498, 47.065)]均为 Luminal 型乳腺癌的影响因素($P < 0.05$)。见表 4。

2.5 超声成像特征及血流参数对 Luminal 型与三阴型乳腺癌的诊断效能

超声成像特征联合血流参数诊断 Luminal 型与三阴型乳腺癌的曲线下面积 (area under the curve, AUC) 为 0.967 (95% CI: 0.931, 1.000), 敏感性为 97.8% (95% CI: 0.892, 0.993), 特异性为 95.7% (95% CI: 0.875, 0.989)。见表 5 和图 1。

2.6 案例分析

病例 1, 左乳肿块, 超声检查显示低回声结节, 提示肿块较为致密, 可鞣为恶性病变的表现; 边界欠清晰, 形态不规则, 纵横比>1, 提示肿块有较大的垂直扩展, 建议进行进一步检查。见图 2A。

病例 2, 左乳巨大肿块, 超声检查显示形态不规则, 边界欠清晰, 内见沙粒样钙化, 提示可能

表 4 Luminal 型乳腺癌影响因素的多因素一般 Logistic 回归分析参数

自变量	b	S _b	Wald χ^2 值	P 值	OR 值	95% CI	
						下限	上限
形态	1.304	0.538	5.869	0.015	3.683	1.283	10.577
后方回声	0.040	0.348	0.014	0.907	1.041	0.527	2.059
边界	2.178	0.692	9.906	0.000	8.829	3.018	25.830
边缘	1.068	0.360	8.786	0.003	2.910	1.436	5.896
汇聚征	2.177	0.797	7.461	0.006	8.820	1.849	42.062
血流分布	0.544	0.336	2.619	0.106	1.722	0.892	3.326
MG	0.096	0.044	4.831	0.028	1.101	1.010	1.200
MP	0.084	0.043	3.871	0.049	1.088	1.000	1.183
R	1.914	0.383	24.974	0.000	6.780	2.317	19.837
VFI	2.778	0.714	15.138	0.000	16.087	5.498	47.065

表 5 超声成像特征及血流参数对 Luminal 型与三阴型乳腺癌的诊断效能分析

指标	截断值	AUC	95% CI		敏感性/%	95% CI		特异性/%	95% CI	
			下限	上限		下限	上限		下限	上限
形态		0.652	0.511	0.793	73.9	0.647	0.821	56.5	0.475	0.648
边界		0.804	0.681	0.928	91.3	0.824	0.987	69.6	0.612	0.783
边缘		0.705	0.564	0.845	89.1	0.806	0.976	52.2	0.442	0.597
汇聚征		0.685	0.559	0.811	45.7	0.368	0.547	91.3	0.835	0.972
MG	27.01	0.652	0.520	0.784	47.8	0.387	0.567	87.0	0.792	0.965
MP	23.89	0.635	0.500	0.770	58.7	0.495	0.674	73.9	0.645	0.814
R	0.023	0.843	0.753	0.933	69.6	0.605	0.693	95.7	0.871	0.983
VFI	0.36	0.648	0.508	0.789	74.6	0.658	0.834	56.5	0.472	0.648
联合		0.967	0.931	1.000	97.8	0.892	0.993	95.7	0.875	0.989

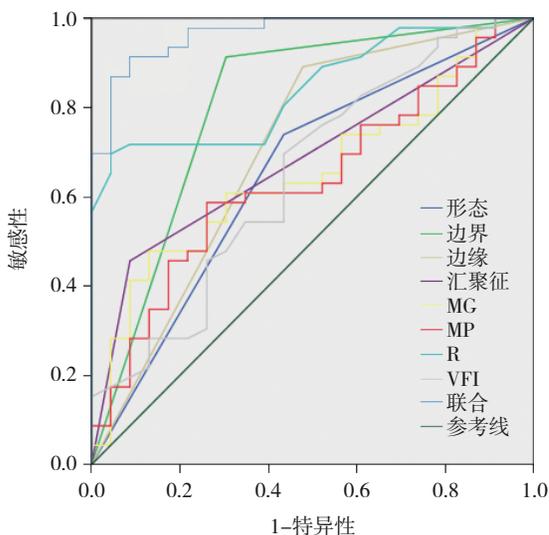


图 1 超声成像特征及血流参数诊断 Luminal 型与三阴型乳腺癌的 ROC 曲线

是乳腺恶性肿瘤（如浸润性导管癌）的表现；腹部探头扫查血流信号丰富，表明肿块具有较强的血供，建议尽早进行细针穿刺活检。见图 2B。

病例 3，右乳肿块，超声检查显示边界模糊，形态不规则，提示恶性病变的可能性较大；弹性成像结果呈蓝-绿色，表明肿块较硬，建议进行乳腺超声引导下穿刺活检，结合病理结果进一步判断。见图 2C。

病例 4，超声检查显示强回声结节，可能为良性病变（纤维腺瘤或囊性病变），边界清楚，后方回声衰减，提示结节较为致密，弹性成像呈现红-蓝-绿色，表明该结节的硬度较低，支持其为良性病变的可能性。见图 2D。

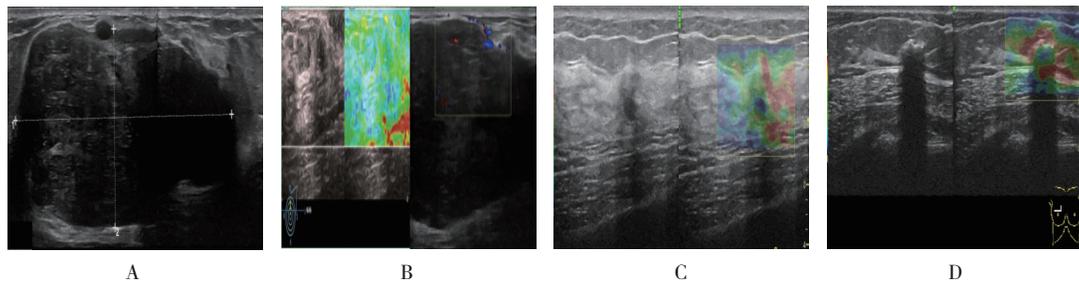


图2 超声图像

3 讨论

乳腺癌是一种高度异质性的肿瘤，其分子分型与肿瘤内新生血管密切相关，并决定了治疗方案及预后疗效^[9-11]，因此早期准确预测乳腺癌的分子分型，在指导临床治疗、改善预后方面具有重要作用。常规超声检查对乳腺癌具有良好的诊断价值，但存在局限性，而三维超声可在保留二维超声成像的基础上，提供肿块的三维立体图像，以显示肿块的立体形态及表面特征，更为准确地观察肿块及其血流血管灌注情况^[12-14]。目前，超声成像特征及超声血流参数鉴别 Luminal 型、三阴型的研究还处于初步阶段，左文思等^[15]的研究表明，不同分子分型乳腺癌超声造影特征存在差异，可为术前乳腺癌分子分型预测提供有价值的影像学信息。MIZUSHIMA 等^[16]也认为超声可帮助确定组织学亚型。很多研究都提及 Luminal 型乳腺癌组织学级别较低，形态多呈圆形/椭圆形，边界模糊，且部分存在钙化；而三阴型组织学级别高，形态多不规则形，表现为边缘清晰、呈毛刺状，且内部钙化少见^[17-19]。本研究结果显示，Luminal 型组圆形/椭圆形、边缘光整、血流分布呈环绕型的占比均高于三阴型组，后方回声增强占比、边界清晰占比、汇聚征发生率均低于三阴型组。这是由于 Luminal 型乳腺癌的肿瘤细胞多沿导管扩散，使超声呈现边界模糊的特征；而三阴型乳腺癌的肿瘤细胞以不规则的方式生长和浸润周围组织，使超声呈现高回声晕、边缘毛刺征。自动乳腺全容积成像也是一种三维超声检查技术，可获取冠状面的图像特征，而汇聚征的病理学基础为癌细胞向周围组织浸润生长，并牵拉周围组织，在超声声像图上表现为低回声，乳腺组织受到牵拉在超声声像图上表现为病变周边放射状的中高回声，所以在冠状

面上呈高低相间的放射状排列，形似火山口的特征性图像^[20-21]，且在 Luminal A 型乳腺癌中更易出现。本研究结果显示与三阴型乳腺癌患者相比，Luminal 型乳腺癌患者存在汇聚征的比例更高，表明汇聚征在鉴别 Luminal 型与三阴型乳腺癌中有一定的临床意义。在血流分布方面，Luminal 型乳腺癌可见血流信号围绕在肿瘤周边，形成一个明显的环绕带状分布；而三阴型乳腺癌可观察到血流信号呈现出分布不规则的模式。虽然二维超声可在一定程度上预测乳腺癌的分子分型，但并不能显示肿块的内部微血流及硬度，因此需配合超声血流参数判定乳腺癌的分子分型。三维超声成像是一种新的成像技术，可获取血流信息的定量指标，评估组织和器官的血流情况，与超声形态学特征相结合，提高对乳腺癌亚型的鉴别准确性^[22-24]。吴延华^[25]认为各亚型乳腺癌的超声征象中，边界、边缘情况、后方回声、微钙化、血流情况及腋窝淋巴结转移方面比较，差异有统计学意义，且 Luminal B 型乳腺癌 VFI 及 R 值最高，均表明超声征象及三维超声参数可预测乳腺癌的分子分型。本研究结果显示，Luminal 型乳腺癌患者 MG、MP、R、VFI 均显著高于三阴型乳腺癌患者。MG、MP、R、VFI 均是超声图像中的重要参数，MG 可用于描述组织灰度水平，评估肿瘤组织的回声特征；MP 也被称为中值灰度值，是反映组织回声强度的一个参数，代表了超声波在组织内的传播和反射情况，以评估组织的均匀性和致密程度，反映肿瘤组织的致密程度和内部结构的均匀性；R 可用于评估组织内的血管丰富程度，评估乳腺肿瘤组织内血管的分布密度和血流量；VFI 可用于评估组织或血管区域内血流的速度和量，帮助医生判断血管的供血情况及局部血流动力学的变化；而 Luminal 型乳腺癌通常具有较丰富的血供和较高的血管密度，故

在超声图像中会出现更明显的血流信号和更好的灰阶值, 因而以上参数在 Luminal 型乳腺癌中相对较高。经多因素一般 Logistic 回归分析及 ROC 曲线可得出, 超声成像特征联合血流参数对 Luminal 型与三阴性乳腺癌的鉴别诊断价值较高。

综上所述, 超声成像特征及超声血流参数对 Luminal 型与三阴性乳腺癌具有较高的鉴别诊断价值, 从而为乳腺癌的诊疗提供参考。

参 考 文 献 :

- [1] 中国临床肿瘤学会乳腺癌专业委员会, 中国抗癌协会乳腺癌专业委员会, 中华医学会外科学分会乳腺外科学组. 中国年轻乳腺癌诊疗专家共识(2022)[J]. 中华医学杂志, 2023, 103(6): 387-403.
- [2] MAN Y X, DAI C, GUO Q, et al. A novel PD-1/PD-L1 pathway molecular typing-related signature for predicting prognosis and the tumor microenvironment in breast cancer[J]. *Discov Oncol*, 2023, 14(1): 59.
- [3] 吴佩琪, 赵可, 吴磊, 等. 基于扩散加权成像和动态增强 MRI 的影像组学特征与乳腺癌分子分型的关系初探[J]. 中华放射学杂志, 2018, 52(5): 338-343.
- [4] SECHEL G, ROGOZEA L M, ROMAN N A, et al. Analysis of breast cancer subtypes and their correlations with receptors and ultrasound[J]. *Rom J Morphol Embryol*, 2021, 62(1): 269-278.
- [5] WEN B J, KONG W T, ZHANG Y D, et al. Association between contrast-enhanced ultrasound characteristics and molecular subtypes of breast cancer[J]. *J Ultrasound Med*, 2022, 41(8): 2019-2031.
- [6] MERCADO C L. BI-RADS update[J]. *Radiol Clin North Am*, 2014, 52(3): 481-487.
- [7] ADLER D D, CARSON P L, RUBIN J M, et al. Doppler ultrasound color flow imaging in the study of breast cancer: preliminary findings[J]. *Ultrasound Med Biol*, 1990, 16(6): 553-559.
- [8] KIROVA Y M, CARROLL S, FOURQUET A, et al. The St Gallen international expert consensus on the primary therapy of early breast cancer 2017: the point of view of an international panel of experts in radiation oncology[J]. *Ann Oncol*, 2018, 29(1): 280-281.
- [9] 黄晓妮, 薛阳, 刘欢, 等. 多 b 值表观扩散系数直方图分析预测乳腺癌分子分型及预后因素研究[J]. 临床放射学杂志, 2022, 41(3): 439-445.
- [10] ZHANG J G, PAN S K, HAN C Q, et al. Combination of immune-related network and molecular typing analysis defines a three-gene signature for predicting prognosis of triple-negative breast cancer[J]. *Biomolecules*, 2022, 12(11): 1556.
- [11] 阮思蓓, 熊小明, 赵梓亦, 等. MicroRNA-26b 下调 MALAT-1 抑制乳腺癌 MCF-7 细胞恶性生物学行为的机制研究[J]. 中国现代医学杂志, 2024, 34(12): 17-23.
- [12] DOBRUCH-SOBCZAK K, GUMOWSKA M, MAĆZEWSKA J, et al. Immunohistochemical subtypes of the breast cancer in the ultrasound and clinical aspect - literature review[J]. *J Ultrason*, 2022, 22(89): 93-99.
- [13] 刘琳, 曹秀群, 张博, 等. 乳腺结节三维剪切波超声成像冠状面参数优化 BI-RADS 分类的临床研究[J]. 中国临床医学影像杂志, 2022, 33(3): 176-178.
- [14] 杨骏宇, 沈吉, 沈思平, 等. 基于双模态超声的乳腺癌患者术前淋巴结转移负荷模型构建分析[J]. 中华全科医学, 2024, 22(4): 646-650.
- [15] 左文思, 金林原, 李芬穗. 超声造影对不同分子分型乳腺癌的诊断价值[J]. 分子影像学杂志, 2019, 42(4): 423-429.
- [16] MIZUSHIMA Y, MORITA M, YAMAGUCHI R. Ultrasound findings in three complex cystic breast carcinomas: correlation with intrinsic tumor subtype[J]. *Kurume Med J*, 2019, 65(3): 99-104.
- [17] 曹春莉, 李军, 曹玉文, 等. 乳腺癌常规超声特征和剪切波弹性参数与其分子亚型的关系[J]. 中国医学影像学杂志, 2021, 29(8): 801-806.
- [18] 赵亮, 丁琼, 冷晓玲. 高频超声及超声造影在诊断乳腺癌不同分子分型中的应用研究[J]. 新疆医科大学学报, 2020, 43(10): 1352-1356.
- [19] 平洁怡, 查海玲, 陈智慧, 等. Luminal A 型乳腺癌临床病理学及超声特征与腋窝淋巴结转移的关联分析[J]. 肿瘤影像学, 2023, 32(5): 424-428.
- [20] 田蜜, 王玲玲, 李海霞, 等. 乳腺癌自动乳腺全容积冠状面成像特征与不同分子分型间相关性研究[J]. 哈尔滨医科大学学报, 2020, 54(5): 531-534.
- [21] 董吉, 吴鹏西, 周锋盛, 等. 不同分子分型乳腺癌的超声造影特征临床分析[J]. 医学影像学杂志, 2022, 32(3): 441-444.
- [22] 伊万萍, 马志军, 赵俊, 等. 多模态超声诊断不同分子分型乳腺癌与乳腺增生结节的价值[J]. 中国医学装备, 2023, 20(4): 70-75.
- [23] VOURTSIS A. Three-dimensional automated breast ultrasound: technical aspects and first results[J]. *Diagn Interv Imaging*, 2019, 100(10): 579-592.
- [24] 武丽娜, 阎华. 三维能量多普勒血流定量技术联合常规超声对早期乳腺癌诊断价值[J]. 中外医学研究, 2024, 22(16): 69-73.
- [25] 吴延华. 不同分子分型乳腺癌患者的超声特点及参数比较[J]. 医学理论与实践, 2022, 35(12): 2103-2105.

(童颖丹 编辑)

本文引用格式: 华蕊, 林俐, 戴春燕, 等. 超声成像特征及超声血流参数鉴别 Luminal 型与三阴性乳腺癌的价值[J]. 中国现代医学杂志, 2025, 35(16): 21-27.

Cite this article as: HUA R, LIN L, DAI C Y, et al. Value of ultrasound imaging characteristics and blood flow parameters in differentiating luminal and triple-negative breast cancer[J]. *China Journal of Modern Medicine*, 2025, 35(16): 21-27.