

DOI: 10.3969/j.issn.1005-8982.2026.20.014
文章编号: 1005-8982 (2026) 20-0091-07

临床研究·论著

基于多模态超声及多因素分析结果构建的 乳腺癌风险回归方程*

何洪峰, 沈长岭, 赵溶, 周晓凌, 王利宝, 杨丽

(浙江省人民医院毕节医院 超声科, 贵州 毕节 551700)

摘要: **目的** 探讨基于多模态超声及多因素分析结果构建乳腺癌的风险回归方程。**方法** 回顾性选取2023年8月—2024年12月浙江省人民医院毕节医院就诊的150例乳腺结节病变患者的临床资料。根据病变性质不同分为观察组(乳腺癌, 52例)和对照组(乳腺良性病变, 98例), 患者均接受多模态超声检查。采用Lasso-logistic多因素模型分析乳腺癌相关因素, 构建风险回归方程, 分析其判断乳腺癌变的预测价值。**结果** 观察组肿块边缘模糊占比、回声不均匀混合占比、毛刺征率、E-mean、E-max、CEUS结果恶性率、SMI血流分级Ⅱ级占比、CA153水平及CEA水平均高于对照组($P < 0.05$)。多因素一般Logistic回归分析, 结果显示: 有毛刺征 [$\hat{OR} = 3.682$ (95% CI: 1.274, 10.641)]、E-mean高 [$\hat{OR} = 4.128$ (95% CI: 2.617, 6.511)]、CEUS结果恶性 [$\hat{OR} = 5.831$ (95% CI: 3.645, 9.328)]、SMI血流分级Ⅲ级 [$\hat{OR} = 3.225$ (95% CI: 1.239, 8.394)] 和CA153水平高 [$\hat{OR} = 7.819$ (95% CI: 1.073, 56.977)] 均为乳腺癌变的危险因素($P < 0.05$)。基于多因素一般Logistic回归分析结果, 构建乳腺癌术后风险回归模型, 方程为: $\text{Logit}(P) = 2.112 + \text{毛刺征} \times 1.303 + \text{E-mean} \times 1.418 + \text{CEUS结果} \times 1.763 + \text{SMI血流分级} \times 1.171 + 2.057 \times \text{CA153}$ 。受试者工作特征曲线分析结果显示: 该风险回归方程判断乳腺病变性质的曲线下面积为0.901, 敏感性为82.7% (95% CI: 0.753, 0.914), 特异性为76.5% (95% CI: 0.683, 0.847)。**结论** 乳腺癌与肿块是否有毛刺征、E-mean、CEUS结果、SMI血流分级及CA153水平相关, 据此构建的风险回归方程有助于乳腺癌的筛查。

关键词: 乳腺癌; 多模态超声; 多因素分析; 风险回归方程

中图分类号: R737.9

文献标识码: A

Construction of a breast cancer risk regression equation based on multimodal ultrasound and multivariable analysis*

He Hong-feng, Shen Chang-ling, Zhao Rong, Zhou Xiao-ling, Wang Li-bao, Yang Li

(Department of Ultrasound, Bijie Hospital of Zhejiang Provincial People's Hospital, Bijie, Guizhou 551700, China)

Abstract: **Objective** To construct a breast cancer risk regression equation based on multimodal ultrasound and multivariable analysis. **Methods** The clinical data of 150 patients with breast nodules treated at Bijie Hospital of Zhejiang Provincial People's Hospital between August 2023 and December 2024 were retrospectively analyzed. According to lesion type, the patients were divided into an observation group (breast cancer, $n = 52$) and a control group (benign breast lesions, $n = 98$). All patients underwent multimodal ultrasonography. A Lasso-logistic multivariable model was used to analyze factors associated with breast cancer, construct a risk regression equation, and evaluate its predictive value for differentiating malignant from benign breast lesions. **Results** The observation

收稿日期: 2026-04-23

* 基金项目: 贵州省卫健委科学技术基金 (gzwkj2024-478); 毕节市科技计划项目 (毕科合〔2025〕71号)

[通信作者] 杨丽, E-mail: yangli045230@126.com

group had higher proportions of indistinct mass margins, heterogeneous mixed echogenicity, spiculation, malignant contrast-enhanced ultrasound (CEUS) findings, and grade II superb microvascular imaging (SMI) blood flow, as well as higher E-mean, E-max, carbohydrate antigen 15-3 (CA15-3), and carcinoembryonic antigen levels, than the control group ($P < 0.05$). Multivariable logistic regression showed that spiculation [$\hat{OR} = 3.682$ (95% CI: 1.274, 10.641)], higher E-mean [$\hat{OR} = 4.128$ (95% CI: 2.617, 6.511)], malignant CEUS findings [$\hat{OR} = 5.831$ (95% CI: 3.645, 9.328)], grade III SMI blood flow [$\hat{OR} = 3.225$ (95% CI: 1.239, 8.394)], and higher CA15-3 [$\hat{OR} = 7.819$ (95% CI: 1.073, 56.977)] were risk factors for breast cancer ($P < 0.05$). The resulting equation was $\text{Logit}(P) = 2.112 + 1.303 \times \text{spiculation} + 1.418 \times \text{E-mean} + 1.763 \times \text{CEUS findings} + 1.171 \times \text{SMI blood flow grade} + 2.057 \times \text{CA15-3}$. The equation had an area under the receiver operating characteristic curve of 0.901, a sensitivity of 82.7% (95% CI: 0.753, 0.914), and a specificity of 76.5% (95% CI: 0.683, 0.847) for determining the nature of breast lesions. **Conclusion** Breast cancer is associated with spiculation, E-mean, CEUS findings, SMI blood flow grade, and CA15-3 level. A risk regression equation based on these factors may facilitate breast cancer screening.

Keywords: breast cancer; multimodal ultrasound; multivariable analysis; risk regression equation

乳腺癌是女性常见恶性肿瘤，其发病有年轻化趋势，多在体检时发现，其质地较硬，活动度差，早期缺乏特异性表现，增加早期诊断难度，使部分患者错过最佳治疗时机^[1]。因而，早期筛查对指导临床、改善患者预后至关重要。超声具有无创、操作简便、可重复的特点，多模态超声指将常规乳腺超声（breast ultrasound, BUS）、剪切波弹性成像（shear wave elastography, SWE）、超声造影（contrast-enhanced ultrasound, CEUS）及超微血管成像（superb microvascular imaging, SMI）多种超声技术结合，经形态学、血流动力学等不同维度对病变进行综合评估的检查方法^[2-5]，既往已有报道将其用于乳腺癌的鉴别诊断^[6]，但对临床参数的选取尚未形成共识。近年来，本院将多模态超声用于乳腺癌的早期诊断。本研究基于多模态超声检查结果，并通过多因素分析筛选参数，构建风险回归方程，以期临床早期筛查提供依据。现报道如下。

1 资料与方法

1.1 临床资料

回顾性选取 2023 年 8 月—2024 年 12 月浙江省人民医院毕节医院就诊的 150 例乳腺结节病变患者的临床资料。根据病变性质不同分为观察组（乳腺癌，52 例）和对照组（乳腺良性病变，98 例），患者均接受多模态超声检查。纳入标准：①符合《乳腺癌分子病理检测临床实践指南（2025 版）》^[7]诊断标准，并经穿刺或术后病理确诊；②年龄 20 ~ 80 岁；③接受 BUS、SWE、CEUS 及 SMI 检查，临

床资料完整；④对本研究知情同意。排除标准：①合并其他恶性肿瘤；②妊娠期或哺乳期；③患侧乳腺有手术病史；④乳腺内有假体植入病史；⑤对造影剂过敏，未完成多模态超声检查。本研究已获医院医学伦理委员会批准（2025-015-01）。

1.2 多模态超声检查

采用超声诊断仪[国食药监械（进）字 2004 第 3232527 号，型号：Sequoia512，德国西门子公司]进行多模态超声检查，配线阵探头，频率 5 ~ 14 MHz，造影剂采用声诺维（意大利博莱科公司，批准文号 H20120528，规格：59 mg）。BUS 检查：患者仰卧，暴露乳腺、腋窝、锁骨上下部位，以乳头为中心，设置探头频率 10 ~ 14 MHz，进行超声扫描，明确病变位置后，记录病变形态、大小、回声、边缘及钙化情况，采用彩色多普勒血流显像记录肿瘤病变的血流走行、毛刺征、钙化灶。SWE 检查：完成 BUS 检查后，切换为 SWE 模式，避开血管及囊肿区域，勾画感兴趣区，覆盖乳腺肿块及邻近周边组织，测量并记录杨氏模量平均值（mean Young's modulus, E-mean）、最大值（maximum value, E-max）及最小值（minimum value, E-min）。CEUS 检查：将检查模式切换为 CEUS，取造影剂 4.8 mL，经肘正中静脉灌注，记录肿块血管走行，采用 CEUS 五级评分法进行评估，评分 ≥ 4 分为恶性倾向^[8]。SMI 检查：将超声切换为 SMI 模式，探头频率设置为 5 ~ 7 MHz，记录病灶内部及周边微小血管形态、分布等信息，参照 Adler 血流分级标准进行血流分级评估^[9]。见表 1。

表 1 SMI 图像血流分级

血流分级	分级标准内容
0 级	肿块内无血流信号。
I 级	肿块有少量血流, 可见 1、2 个点状或细长状血管。
II 级	肿块有一定血流量, 可见 3、4 个点状或较长血管。
III 级	肿块内血流丰富, 可见 ≥5 个点状或 >2 条细长血管。

1.3 临床资料收集

收集患者一般资料、多模态超声及临床实验室检测参数, 一般资料包括患者性别、年龄、体质质量指数 (body mass index, BMI)、乳腺癌家族史, 多模态超声参数包括肿块边缘、回声情况、形状、钙化灶、毛刺征、E-mean、E-max、E-min、CEUS 和 SMI 检查结果。实验室检测项目包括血清糖类抗原 153 (carbohydrate antigen 153, CA153) 和癌胚抗原 (carcinoembryonic antigen, CEA)。患者均于入院后次日清晨, 抽取空腹肘静脉血 3.0 mL, 离心后留取上清液, 以免疫分析法检测血清 CA153、CEA 水平。

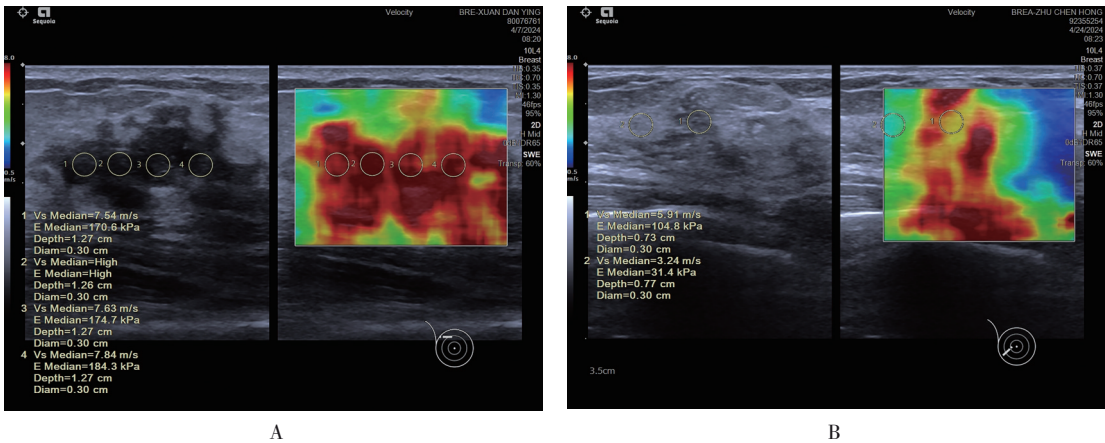
1.4 统计学方法

数据处理采用 SPSS 28.0 统计软件。计数资料以构成比或率 (%) 表示, 比较采用 χ^2 检验; 计量资料以均数 ± 标准差 ($\bar{x} \pm s$) 表示, 比较采用 t 检验; 影响因素的分析采用多因素一般 Lasso-Logistic 回归模型; 绘制受试者工作特征 (receiver operating characteristic curve, ROC) 曲线, $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 两组临床资料比较

两组性别构成、年龄、BMI、乳腺癌家族史和 E-min 比较, 经 χ^2/t 检验, 差异均无统计学意义 ($P > 0.05$)。两组肿块边缘、回声、钙化灶、毛刺征、E-mean、E-max、CEUS、SMI 血流分级、CA153 及 CEA 比较, 经 χ^2/t 检验, 差异均有统计学意义 ($P < 0.05$); 观察组肿块边缘模糊占比、回声不均匀混合占比、钙化灶率、毛刺征率、E-mean、E-max、CEUS 结果恶性率、SMI 血流分级 II 级占比、CA153 及 CEA 水平均高于对照组。见图 1 和表 2。



注: A. 浸润性导管癌, 肿块形态不规则, 边缘模糊, 呈毛刺征, E-mean 176 kPa; B. 导管原位癌, 肿块边界不清, 边缘模糊, 内见细小钙化, E-mean 107 kPa。

图 1 乳腺癌多模态超声图

2.2 影响乳腺病变的多因素一般 Lasso-Logistic 回归分析

将可能影响乳腺病变性质的患者肿块边缘、钙化灶、毛刺征、E-mean、Emax、CEUS 结果、SMI 血流分级、CA153 及 CEA 纳入 Lasso 回归, 回归系数路径图显示, 随着 λ 值减小, 各特征的回归系数逐步从 0 开始增大; 在最优 λ 处, 共有 6 个特征

的系数非零, 分别为钙化灶、毛刺征、E-mean、CEUS 结果、SMI 血流分级、CA153 (见图 2、3)。以是否乳腺癌变 (否=0, 是=1) 为因变量, 钙化灶 (无=0, 有=1)、毛刺征 (无=0, 有=1)、E-mean (实测值)、CEUS 结果 (良性=0, 恶性=1)、SMI 血流分级 (0 级=0, I 级=1, II 级=2, III 级=3) 和 CA153 (实测值) 为自变量, 进行多因素一

表2 两组临床资料比较

组别	n	男/女/例	年龄 例(%)		BMI 例(%)		
			≥65岁	<65岁	<18.5 kg/m ²	18.5 ~ 24.0 kg/m ²	>24.0 kg/m ²
观察组	52	28/24	22(42.31)	30(57.69)	26(50.00)	14(26.92)	12(23.08)
对照组	98	64/34	55(56.12)	43(43.88)	31(31.63)	39(39.80)	28(28.57)
χ ² /t 值		1.881		2.595		4.994	
P 值		0.170		0.107		0.082	

组别	乳腺家族史 例(%)		肿块边缘 例(%)		回声 例(%)		
	有	无	清晰	模糊	增强	低回声	不均匀混合
观察组	14(26.92)	38(73.08)	8(15.38)	44(84.62)	10(19.23)	15(28.85)	27(51.92)
对照组	16(16.33)	82(83.67)	88(89.80)	10(10.20)	38(38.78)	36(36.73)	24(24.49)
χ ² /t 值		2.384		81.646		12.197	
P 值		0.123		0.001		0.002	

组别	钙化灶 例(%)		毛刺征 例(%)		E-mean/(kPa, $\bar{x} \pm s$)	E-max/(kPa, $\bar{x} \pm s$)	E-min/(kPa, $\bar{x} \pm s$)
	有	无	有	无			
观察组	24(46.15)	28(53.85)	16(30.77)	36(69.23)	130.67 ± 42.54	164.15 ± 30.14	52.01 ± 12.35
对照组	8(8.16)	90(91.84)	4(4.08)	94(95.92)	102.23 ± 35.89	130.76 ± 33.42	50.48 ± 14.26
χ ² /t 值		29.217		20.940	4.327	6.020	0.654
P 值		0.001		0.001	0.001	0.001	0.514

组别	CEUS 例(%)		SMI 血流分级 例(%)				CA153/(u/mL, $\bar{x} \pm s$)	CEA/(u/mL, $\bar{x} \pm s$)
	良性	恶性	0级	I级	II级	III级		
观察组	12(23.08)	40(76.92)	2(3.85)	10(19.23)	16(30.77)	24(46.15)	27.16 ± 8.04	16.69 ± 5.75
对照组	40(40.82)	14(14.29)	38(38.78)	30(30.61)	26(26.53)	4(4.08)	6.39 ± 2.72	2.43 ± 0.86
χ ² /t 值		57.853			-6.621		23.245	24.117
P 值		0.001			0.001		0.001	0.001

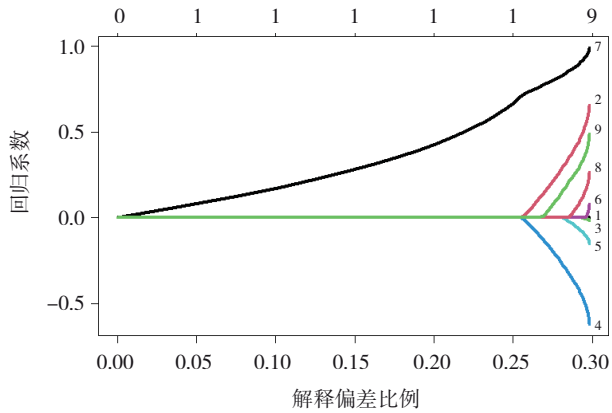


图2 LASSO回归模型筛选可能影响乳腺癌变的参数

般 Logistic 回归分析, 结果显示: 有毛刺征[$\hat{OR}=3.682$ (95% CI: 1.274, 10.641)]、E-mean 高[$\hat{OR}=4.128$ (95% CI: 2.617, 6.511)]、CEUS 结果恶性[$\hat{OR}=5.831$ (95% CI: 3.645, 9.328)]、SMI 血流分级 III 级[$\hat{OR}=3.225$ (95% CI: 1.239, 8.394)]和 CA153 水平

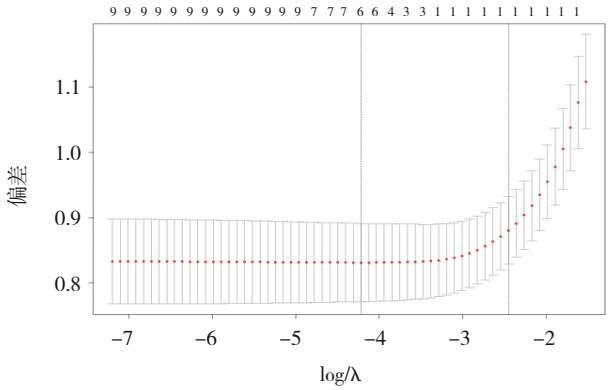


图3 十折交叉验证判断乳腺癌的参数

高[$\hat{OR}=7.819$ (95% CI: 1.073, 56.977)]均为乳腺癌变的危险因素($P<0.05$)。见表3。

2.3 乳腺癌风险回归方程的构建

基于多因素一般 Logistic 回归分析结果, 构建乳腺癌术后风险回归模型, 方程为: $\text{Logit}(P) = 2.112 + \text{毛刺征} \times 1.303 + \text{E-mean} \times 1.418 + \text{CEUS 结}$

表 3 影响乳腺病变的多因素一般-Logistic 回归分析参数

指标	<i>b</i>	<i>S_b</i>	Wald χ^2 值	<i>P</i> 值	$\hat{OR}$ 值	95% CI	
						下限	上限
钙化灶	2.021	1.260	2.574	0.109	7.545	0.639	89.088
毛刺征	1.303	0.541	5.795	0.016	3.682	1.274	10.641
E-mean	1.418	0.233	37.176	0.000	4.128	2.617	6.511
CEUS 结果	1.763	0.240	54.103	0.000	5.831	3.645	9.328
SMI 血流分级							
I 级	0.840	0.863	0.948	0.330	2.316	0.427	12.562
II 级	1.216	0.861	1.995	0.158	3.375	0.624	18.254
III 级	1.171	0.488	5.756	0.016	3.225	1.239	8.394
CA153	2.057	1.013	4.119	0.042	7.819	1.073	56.977

果 $\times 1.763 + \text{SMI 血流分级} \times 1.171 + 2.057 \times \text{CA153}$ 。根据风险回归方程, 计算患者得分, 将其作为检验变量, 以乳腺病变性质为状态变量, 进行 ROC 曲线分析, 结果显示: 该风险回归方程判断乳腺病变性质的曲线下面积为 0.901, 敏感性为 82.7% (95% CI: 0.753, 0.914), 特异性为 76.5% (95% CI: 0.683, 0.847)。见图 4。

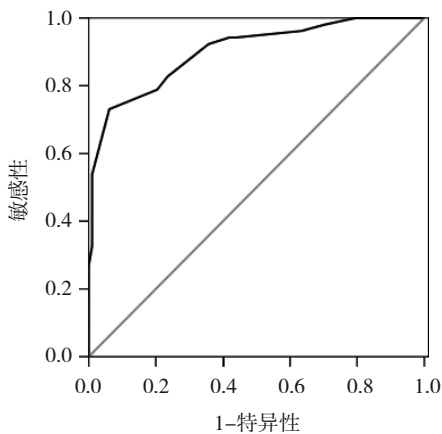


图 4 风险回归方程判断乳腺病变的 ROC 曲线

3 讨论

乳腺癌的早期筛查直接影响临床诊疗方案的制订, 也有助于优化医疗资源配置, 基于多因素分析构建乳腺癌的风险回归方程, 可为临床乳腺癌的早期筛查、风险分层及个体化诊疗提供客观、可操作的量化工具。多模态超声融合 BUS、CEUS、SWE 及 SMI 等技术, 具有可重复、无辐射的优点, 已成为乳腺结节病变诊断的核心手段^[10-12]。BUS 是乳腺病变的常规检查方法, 可观测肿块等基本特征, CEUS 则可根据乳腺病灶内部及周边微小血管

形态、分布等影像信息进行定性诊断, SWE 根据“马赫圆锥”原理, 获得杨氏模量值, 对病变程度进行定量诊断, SMI 则主要针对血流信号和微血管细节, 为病变性质提供依据^[13]。本研究显示, 毛刺征为乳腺病变性质的独立影响因素, 这可能是因为乳腺癌细胞呈浸润性生长增殖, 突破基底膜后, 向周围脂肪组织、纤维结缔组织侵犯, 形成不规则毛刺状突起^[14-15]。既往研究也表明, 毛刺征阳性乳腺病变患者的毛刺数量、长度与肿瘤浸润深度、淋巴结转移风险呈正相关^[16]。本研究进一步证实, 毛刺征可作为乳腺癌风险评估的重要直观指标, 纳入回归方程后, 可有效区分良恶性乳腺病变的形态学差异, 为风险分层提供可靠的影像学依据。但慢性炎症、纤维腺瘤伴玻璃样变性等部分良性病变患者也可出现假性毛刺征^[17-18]。因而, 临床应用中需结合其他指标综合判断, 避免因单一指标误诊。

E-mean 作为超声 SWE 的核心量化指标, 能反映乳腺病变组织的硬度特征, 乳腺良恶性病变的组织学结构差异显著, 良性病变多由均匀的纤维组织、腺管组织构成, 质地较软, 弹性值较低; 而乳腺癌肿瘤细胞组织致密, 可见纤维增生和胶原沉积, 质地坚硬, 弹性值显著升高^[19-21]。本研究多因素一般 Logistic 回归分析显示, E-mean 值是乳腺癌的独立影响因素。相较于 BUS, SWE 通过量化指标客观反映病变的硬度差异, 弥补主观形态学评估的局限性, 将其纳入回归方程, 可进一步提升风险评估的客观性与精准度。

另外, CEUS 增强特征可反映乳腺病变的血流

灌注状态,乳腺癌新生血管数量多、形态不规则、通透性高,CEUS可见不均匀增强、快进快出等特征^[22];而乳腺良性病变的血管分布均匀、数量少,CEUS多表现为均匀增强、慢进慢出或无明显增强特征。因而,CEUS可清晰显示病变血流灌注细节,对BUS、SWE起到辅助补充作用,能够早期发现病变的恶性血流特征,为回归方程的风险分层提供更全面的影像学信息,实现乳腺癌的早期预警^[23]。此外,SMI技术可有效识别直径<100 μm 的微小血管,其对微小血管的显示敏感性高,可更清晰地反映乳腺病变的微血管生成情况,其分级结果在本研究中被纳入风险回归方程,可通过量化血管生成水平,进一步提升乳腺癌风险预测的精准度。

CA153是临床常用的血清肿瘤标志物,已被广泛用于乳腺癌的辅助诊断^[24-25]。本研究多因素一般Logistic回归分析显示,CA153升高是乳腺癌发生的独立危险因素,本研究将其纳入风险回归方程,可弥补多模态超声仅能评估病变形态学、血流动力学特征的局限性,从分子生物学层面为乳腺癌风险评估提供补充^[26]。本研究构建的回归方程将CA153与多模态超声指标结合,实现影像学特征与血清标志物的多维度评估,以提升方程的预测效能。研究结果发现,该方程判断乳腺癌的曲线下面积为0.901,表明具有良好的预测效能,可用于临床乳腺癌的早期筛查。与单一指标相比,多指标联合构建的回归方程可综合各指标的优势,避免单一指标的局限性,提升风险评估的精准度。本研究也存在一定的局限性,本研究为单中心回顾性研究,样本量有限,可能存在选择偏倚,后续需扩大样本量、开展多中心前瞻性研究,验证回归方程的有效性。

综上所述,乳腺癌与毛刺征、病灶平均弹性值E-mean、CEUS恶性灌注表现、SMI高血流分级等多模态超声参数及CA153高表达水平密切相关,根据上述参数构建的风险回归方程对乳腺结节良恶性鉴别、乳腺癌的早期筛查具有极高的诊断效能。

参 考 文 献:

- [1] 莫森,王泽洲,郑莹,等. 2022年全球及中国乳腺癌流行病学特征分析[J]. 海军军医大学学报, 2025, 46(4): 497-503.
- [2] Ye B B, Liu Y Y, Zhang Y, et al. Predicting tall-cell subtype of papillary thyroid carcinomas independently with preoperative multimodal ultrasound[J]. Br J Radiol, 2024, 97(1159): 1311-1319.
- [3] 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.
- [4] 马鑫,张盛敏,施霞. 超声造影特征联合NLR、TSR诊断乳腺腋窝淋巴结转移的价值[J]. 中国现代医学杂志, 2024, 34(23): 27-33.
- [5] 何亚东,孙医学,庞青,等. 基于超微血管成像技术的血管指数定量评估肝纤维化程度的应用价值[J]. 中华全科医学, 2023, 21(7): 1202-1205.
- [6] Liu R F, Xia Y. Comment on: muscle involvement in systemic lupus erythematosus: multimodal ultrasound assessment and relationship with physical performance[J]. Rheumatology (Oxford), 2022, 61(12): e377-e378.
- [7] 中国抗癌协会肿瘤病理专业委员会,国家肿瘤质控中心乳腺癌专家委员会,中国抗癌协会肿瘤基因诊断专业委员会. 乳腺癌分子病理检测临床实践指南(2025版)[J]. 中华肿瘤杂志, 2025, 47(10): 929-945.
- [8] 肖晓云,智慧,杨海云,等. 超声造影5分法诊断乳腺肿物的价值初探[J]. 中华超声影像学杂志, 2012, 21(4): 328-331.
- [9] 张剑,陈卉,徐斌,等. 超微血管成像、高级动态血流显像、彩色多普勒血流显像对乳腺微小癌的诊断价值及其与病理肿瘤微血管密度的相关性研究[J]. 中华超声影像学杂志, 2019, 28(9): 787-793.
- [10] Lee H J, Gari M K, Inman D R, et al. Multimodal imaging demonstrates enhanced tumor exposure of PEGylated FUD peptide in breast cancer[J]. J Control Release, 2022, 350: 284-297.
- [11] 鲜锋,周畅,韦力. 乳腺癌超声影像组学的研究进展[J]. 重庆医学, 2024, 53(20): 3179-3183.
- [12] Shen J, Liu Y J, Liu A H, et al. Artificial intelligence-assisted ultrasound screening for breast cancer in China: a prospective, clustered, controlled, population-based study[J]. Breast Cancer Res, 2025, 27(1): 173.
- [13] 赵哲,骈林萍,赵迎,等. 超微细血管成像技术与彩色多普勒血流成像的Adler分级对乳腺癌辅助化疗疗效的评估价值[J]. 癌症进展, 2024, 22(15): 1637-1640.
- [14] Ning P, Chen Y N, Bai Q W, et al. Multimodal imaging-guided spatiotemporal tracking of photosensitive stem cells for breast cancer treatment[J]. ACS Appl Mater Interfaces, 2022, 14(6): 7551-7564.
- [15] 程辰,赵红艳. 超声多模态乳腺癌诊断与生物学预后因子的相关性研究进展[J]. 中国医学影像学杂志, 2021, 29(8): 841-845.
- [16] 郝如意,陈武,刘晓芳,等. 乳腺癌多模态超声边缘带征象与预后因素关系的研究[J]. 医学研究杂志, 2022, 51(12): 84-88.
- [17] 张雪松,钱庆增. 乳腺癌超声造影特征与病理特征及免疫组织化学指标的相关性[J]. 中国现代医学杂志, 2020, 30(2): 109-113.
- [18] 李薇,刘韦,梁星宇,等. 多模态超声在非肿块型乳腺癌与特发性肉芽肿性乳腺炎鉴别诊断中的应用研究[J]. 哈尔滨医科大学学报, 2022, 56(4): 324-328.

- [19] 王丽杰, 陆召安, 刘辉, 等. 乳腺癌患者剪切波弹性成像、超声造影及彩色多普勒血流显像参数与组织学分级、淋巴结转移的关系[J]. 医学影像学杂志, 2026, 36(1): 51-54.
- [20] 徐雪, 余腾骅, 曾小强, 等. 剪切波弹性成像联合常规超声参数与乳腺癌新型雌激素受体 GPER 表达的相关性及临床意义[J]. 实用癌症杂志, 2024, 39(12): 1987-1991.
- [21] van T T V, Tran T H, Nguyen T H H, et al. Multimodal analysis of cell-free DNA enhances differentiation of early-stage breast cancer from benign lesions and healthy individuals[J]. BMC Biol, 2025, 23(1): 259.
- [22] 王华, 王燕华, 孙雪, 等. 多模态超声成像联合 VEGF、CerbB-2 在非哺乳期乳腺炎与乳腺癌鉴别诊断中的临床价值[J]. 实用癌症杂志, 2022, 37(3): 399-403.
- [23] 王绪麟, 孟娟, 李慧璇, 等. 彩色多普勒超声结合血清 CA153、MUC1、GDF3 对早期乳腺癌的诊断价值研究[J]. 现代生物医学进展, 2023, 23(16): 3169-3172.
- [24] 刘春海, 周虎, 刘文静, 等. 超声联合 PET/CT 及 CA153 监测乳腺癌术后颈部淋巴结转移的价值[J]. 中国超声医学杂志, 2023, 39(3): 261-265.
- [25] Han L, Cai S L, Chen X G. Atomically co-dispersed nitrogen-doped carbon for sensitive electrochemical immunoassay of breast cancer biomarker CA15-3[J]. Mikrochim Acta, 2024, 191(7): 370.
- [26] 韩敏, 路红, 朱鹰, 等. 基于多模态影像和临床特征融合的乳腺癌预后预测模型建立与验证[J]. 临床放射学杂志, 2024, 43(9): 1478-1484.

(李科 编辑)

本文引用格式: 何洪峰, 沈长岭, 赵溶, 等. 基于多模态超声及多因素分析结果构建的乳腺癌风险回归方程[J]. 中国现代医学杂志, 2026, 36(20): 91-97.

Cite this article as: He H F, Shen C L, Zhao R, et al. Construction of a breast cancer risk regression equation based on multimodal ultrasound and multivariable analysis[J]. China Journal of Modern Medicine, 2026, 36(20): 91-97.