

基于多模态超声的列线图模型鉴别 BI-RADS 4 类乳腺病变的临床价值

周玮珺 刘勇 徐平 吴兰英 王颖 肖榕 杨敏

摘要 **目的** 构建基于临床资料、剪切波弹性成像参数和超声影像组学的列线图模型,探讨其鉴别 BI-RADS 4 类乳腺病变良恶性的临床价值。**方法** 回顾性收集 3 家医院共 403 例 BI-RADS 4 类乳腺病变患者(共 403 个病灶)的临床资料、剪切波弹性成像及病理检查资料,以 2017 年 12 月至 2019 年 6 月南京鼓楼医院和 2019 年 6~12 月安徽医科大学第一附属医院共 282 个病灶为训练集,2022 年 4 月至 2023 年 6 月北京世纪坛医院的 121 个病灶为验证集,根据病理结果将训练集和验证集分别分为良性组和恶性组。通过提取病灶灰阶超声影像组学特征计算影像组学评分(Rad-score)。采用单因素及多因素 Logistic 回归分析筛选鉴别 BI-RADS 4 类乳腺病变良恶性的影响因素,构建预测模型并绘制列线图;采用受试者工作特征曲线、校准曲线及临床决策曲线评估该模型的诊断效能。**结果** 训练集及验证集中恶性组年龄、病灶大小,以及病灶剪切波速度最大值、最小值、平均值和中位数(SWVmax、SWVmin、SWVmean 和 SWVmedian)均高于良性组,差异均有统计学意义(均 $P < 0.001$)。经过特征提取及筛选,最终纳入 13 个影像组学特征用于计算 Rad-score,验证集良、恶性组 Rad-score 分别为 $-1.07(-1.64, -0.37)$ 分、 $0.07(-0.30, 0.56)$ 分,二者比较差异有统计学意义($P < 0.001$)。多因素 Logistic 回归分析显示,年龄、SWVmax 及 Rad-score 均为鉴别乳腺病变良恶性的独立影响因素($OR=1.107, 3.919, 4.180$, 均 $P < 0.001$)。基于以上 3 个因素联合应用构建的列线图模型在训练集及验证集中鉴别 BI-RADS 4 类乳腺病变良恶性的曲线下面积均高于 SWVmax 和 Rad-score 单独应用(均 $P < 0.05$);校准曲线显示该模型的校准度均高(均 $P > 0.05$);在验证集中使用列线图模型鉴别 BI-RADS 4 类乳腺病变良恶性能获得更高的临床收益,将非必要穿刺活检率降低了 61.16%。**结论** 基于患者年龄、SWVmax 及 Rad-score 构建的列线图模型能有效鉴别 BI-RADS 4 类乳腺病变良恶性,降低非必要穿刺活检率,有一定的临床价值。

关键词 超声检查;剪切波弹性成像;影像组学;列线图;BI-RADS 4 类;乳腺病变,良恶性
[中图分类号]R445.1;R737.9 [文献标识码]A

Clinical value of nomogram model based on multimodal ultrasound in differentiating benign and malignant lesions in BI-RADS 4 category breast lesions

ZHOU Weijun, LIU Yong, XU Ping, WU Lanying, WANG Ying, XIAO Rong, YANG Min
Department of Ultrasound, Beijing Shijitan Hospital, Capital Medical University, Beijing 100038, China

ABSTRACT **Objective** To establish a nomogram model based on clinical data, shear wave elastography (SWE) parameters and ultrasound imaging radiomics, and to explore the clinical value of the model in differentiating benign and malignant BI-RADS 4 category lesions. **Methods** The clinical data, shear wave elastography and pathological examination results of 403 patients with BI-RADS 4 category lesions from 3 hospitals were retrospectively collected. A total of 282 breast lesions in Nanjing Drum Tower Hospital from December 2017 to June 2019 and the First Affiliated Hospital of Anhui Medical University from June to December 2019 were selected as training set. A total of 121 breast lesions in Beijing Shijitan Hospital

基金项目:南京市科技发展计划项目(201803027)

作者单位:100038 北京市,首都医科大学附属北京世纪坛医院超声科(周玮珺、刘勇、徐平、吴兰英、杨敏);南京鼓楼医院超声科(王颖);安徽医科大学第一附属医院超声科(肖榕)

通讯作者:杨敏, Email: yangmin@bjsjth.cn

from April 2022 to June 2023 were selected as validation set. According to pathological results, the training set and the validation set were divided into benign group and malignant group. The radiomics features of B-mode ultrasound of the lesions were extracted and the radiomics score (Rad-score) was calculated. Univariate and multivariate Logistic regression analysis were used to screen the influencing factors for differentiating benign and malignant BI-RADS 4 category lesions, a prediction model was constructed and a nomogram was drawn. Receiver operating characteristic (ROC) curve, calibration curve and clinical decision curve were used to evaluate the diagnostic efficacy of the model. **Results** In the training set and validation set, the age, lesion size, and maximum, minimum, mean and median values of SWE (SWVmax, SWVmin, SWVmean and SWVmedian) in the malignant group were higher than those in the benign group, and the differences were statistically significant (all $P < 0.001$). After feature extraction and screening, 13 radiomics features were finally included in the calculation of Rad-score. The Rad-score of the benign and malignant groups in the validation set were $-1.07 (-1.64, -0.37)$ scores and $0.07 (-0.30, 0.56)$ scores, respectively, the difference was statistically significant ($P < 0.001$). Multivariate Logistic regression analysis showed that age, SWVmax and Rad-score were independent influencing factors in predicting benign and malignant breast lesions ($OR = 1.107, 3.919, 4.180$, all $P < 0.001$). The nomogram model was established based on above three indexes. The area under the curve of the nomogram model was higher than that of SWVmax and Rad-score in the training set and validation set (both $P < 0.05$), and the calibration curve showed the fitting degree were good (both $P > 0.05$). In the validation set, the nomogram model could achieve higher clinical benefits in predicting benign and malignant BI-RADS 4 category lesions and could reduce the unnecessary biopsy rate by 61.16%. **Conclusion** The nomogram model based on age, SWVmax and Rad-score can effectively differentiating benign and malignant BI-RADS 4 category lesions, and reduce the unnecessary biopsy rate, which has certain clinical value.

KEY WORDS Ultraonography; Shear wave elastography; Radiomics; Nomogram; BI-RADS 4 category; Breast lesions, benign and malignant

乳腺癌是目前发病率最高的恶性肿瘤^[1-2],随着 2013 版 BI-RADS 分类^[3]的广泛应用,目前临床对乳腺癌的诊断准确性已大大提高。剪切波弹性成像 (shear wave elastography, SWE) 能在 BI-RADS 分类基础上提高乳腺癌筛查的准确性,但 BI-RADS 4 类乳腺良性病变的非必要活检发生率仍较高^[4-5]。影像组学可从不同模态影像数据中高通量提取影像组学特征^[6],有效鉴别肿瘤良恶性^[7]。列线图作为一种定量、客观的图像分析方法^[8],使预测模型更具可操作性和实用性。基于此,本研究拟构建一种结合临床资料、SWE 参数及超声影像组学的列线图模型,并探讨其对 BI-RADS 4 类乳腺病变良恶性的鉴别诊断效能,以期减少良性病变非必要活检。

资料与方法

一、研究对象

回顾性收集 3 家医院共 403 例经病理证实的 BI-RADS 4 类乳腺病变患者资料,年龄 18~84 岁,平均 (40.99 ± 14.23) 岁。共 403 个乳腺病灶,其中良性病灶 285 个,包括纤维腺瘤 198 个,导管内乳头状瘤 46 个,硬化性腺病 30 个,良性分叶状肿瘤 11 个;恶性病灶 118 个,包括浸润性导管癌 100 个,导管内原位癌 9 个,浸润性小叶癌 5 个,黏液癌 4 个。以 2017 年 12 月至

2019 年 6 月南京鼓楼医院的 172 个乳腺病灶和 2019 年 6~12 月安徽医科大学第一附属医院的 110 个乳腺病灶作为训练集,以 2022 年 4 月至 2023 年 6 月北京世纪坛医院的 121 个乳腺病灶作为验证集。根据病理结果将训练集和验证集分别分为良性组和恶性组。训练集中,良性组 205 个,恶性组 77 个;验证集中,良性组 80 个,恶性组 41 个。纳入标准:①均为单发病灶;②均于手术或穿刺活检前 2 周内进行常规超声、SWE 检查且图像清晰;③临床、病理及影像资料完整。排除标准:①乳腺癌或其他恶性肿瘤病史;②妊娠、哺乳期或假体植入患者;③SWE 图像质量差。本研究经医院伦理委员会批准,所有患者均签署知情同意书。

二、仪器与方法

1. 仪器:训练集超声检查使用迈瑞 Resona 7 彩色多普勒超声诊断仪,验证集超声检查使用迈瑞 Resona 8 彩色多普勒超声诊断仪, L11-3 线阵探头,频率 3~11 MHz。

2. 检查方法:常规超声检查按照《中国抗癌协会乳腺癌诊治指南与规范(2017 年版)》^[9]要求采集图像,记录病灶最大切面长轴径值,并根据 2013 版 BI-RADS 分类标准^[3]进行分类。然后进行 SWE 检查,于患者屏气时选取病灶最大切面最佳灰阶图像,启动 Elasto 按钮,选择 STE 模式,剪切波速度阈值设为 0~10 m/s,将病灶置于感兴趣区中心,包括部分正常腺体或脂肪组

织;保持探头与皮肤垂直,勿施加压力,于质控图像质量为 100% 时冻结图像;按 Measure 按钮,采用轨迹法沿病灶边界进行描记,系统自动获取病灶内部剪切波速度最大值、最小值、平均值及中位数(SWV_{max}、SWV_{min}、SWV_{mean} 及 SWV_{median}),每个病灶均重复测量 3 次取平均值。以上操作由 3 名具有 5 年以上乳腺检查经验的超声医师完成,意见不一致时经协商达成一致意见。

3. 超声影像组学特征提取:由两名高年资主治医师在未知病理结果的情况下使用开源软件 ITK-SNAP 3.6.0(<http://www.itksnap.org>)对病灶灰阶超声图像进行分割(图 1),再应用 MATLAB 2013a 平台(美国 MathWorks 公司)提取影像组学特征。从每个乳腺病灶的灰阶超声图像中共提取 396 个影像组学特征,包含 42 个一阶特征、9 个形态特征、300 个纹理特征(含 180 个灰度游程矩阵特征、11 个灰度区域大小矩阵特征、109 个灰度共生矩阵特征)及 45 个小波特征。2 周后采用简单随机抽样法抽取 30 个病灶,由其中一名医师以同样的方法再次进行图像分割,计算组内相关系数(ICC)评估观察者间和观察者内重复性,保留 ICC \geq 0.75 的影像组学特征并进行 Z-score 标准化处理,在训练集中采用最小绝对值收缩和选择算子算法及多因素 Logistic 回归分析得到最优特征,计算特征相应的系数并获得影像组学评分(Rad-score)。

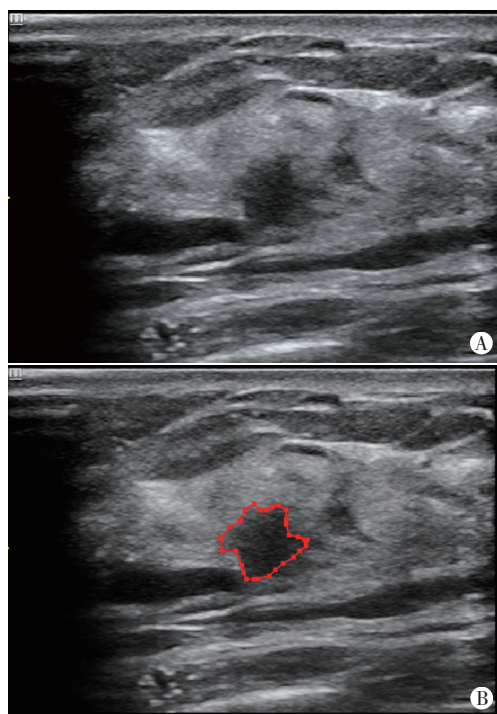


图 1 BI-RADS 4B 类病灶灰阶超声图像(A)及分割图像(B)

4. 模型构建:基于训练集,采用单因素分析临床资料、Rad-score 及 SWE 参数,选取 $P < 0.05$ 的参数进行多因素 Logistic 回归分析,筛选鉴别 BI-RADS 4 类乳腺病变良恶性的影响因素,采用向后逐步法,构建预测 BI-RADS 4 类乳腺病变良恶性的模型并绘制列线图。

三、统计学处理

应用 R 语言(版本 4.2.0, <http://www.Rproject.org>)进行统计分析。使用 Kolmogorov-Smirnov 检验分析计量资料的正态性,符合正态分布的计量资料以 $\bar{x} \pm s$ 表示,采用 t 检验;不符合正态分布的计量资料以 $M(Q_1, Q_3)$ 表示,采用 Mann-Whitney U 检验。绘制受试者工作特征(ROC)曲线分析 Rad-score、SWE 参数及列线图模型鉴别训练集和验证集中乳腺病变良恶性的诊断效能,曲线下面积(AUC)比较采用 Delong 检验。绘制校准曲线并采用 Hosmer-Lemeshow 拟合优度检验评价列线图模型的校准度, $P > 0.05$ 示模型校准度高;绘制临床决策曲线,通过量化验证集在不同阈值概率下的净收益来确定列线图模型的临床适用性。 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

结 果

一、训练集及验证集临床资料、SWE 参数比较

训练集及验证集中恶性组年龄、病灶大小、SWV_{max}、SWV_{min}、SWV_{mean} 和 SWV_{median} 均高于良性组,差异均有统计学意义(均 $P < 0.001$)。见表 1, 2。

二、超声影像组学特征提取及 Rad-score 比较

对两名超声医师提取的影像组学特征进行重复性检验,结果提示有 209 个特征的 ICC \geq 0.75。经过特征筛选,最终纳入系数非零的 13 个影像组学特征用于计算 Rad-score, 公式为: Rad-score = $-0.151 * \text{original_firstorder_Minimum} - 0.800 * \text{wavelet_LH_gldm_Correlation} + 0.089 * \text{wavelet_HL_firstorder_Skewness} + 0.296 * \text{wavelet_LL_gldm_Idmn} - 0.566 * \text{wavelet_LH_firstorder_Skewness} - 0.458 * \text{log_sigma_5_0_mm_3D_firstorder_Skewness} + 0.068 * \text{original_gldm_ClusterShade} - 0.129 * \text{wavelet_HH_firstorder_Mean} - 0.009 * \text{wavelet_LH_gldm_Imc2} + 0.297 * \text{wavelet_LL_gldm_DependenceEntropy} + 0.348 * \text{wavelet_HH_firstorder_Median} + 0.244 * \text{log_sigma_5_0_mm_3D_gldm_DependenceNonUniformityNormalized} - 0.111 * \text{log_sigma_4_0_mm_3D_glszm_SmallAreaLowGrayLevelEmphasis} - 0.673$ 。训练集及验证集良性组与恶性组 Rad-score 比较差异均有统计学意义(均 $P < 0.001$)。见表 1, 2。

表 1 训练集中良性组与恶性组临床资料、SWE 参数和 Rad-score 比较

组别	年龄(岁)	病灶大小(cm)	SWE 参数(m/s)				Rad-score(分)
			SWVmax	SWVmin	SWVmean	SWVmedian	
良性组	34.80±11.33	1.85±0.89	3.66±1.36	2.30±0.74	2.91±0.96	2.90±0.94	-1.05(-1.73, -0.45)
恶性组	53.77±12.36	2.62±1.16	7.32±2.17	3.29±1.36	5.00±1.64	4.91±1.66	0.28(-0.33, 0.85)
t/Z 值	-11.73	-5.27	-13.83	-6.06	-10.53	-10.05	2445.00
P 值	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001

SWVmax、SWVmin、SWVmean、SWVmedian 分别为:剪切波速度最大值、最小值、平均值、中位数;Rad-score:影像学评分

表 2 验证集中良性组与恶性组临床资料、SWE 参数和 Rad-score 比较

组别	年龄(岁)	病灶大小(cm)	SWE 参数(m/s)				Rad-score(分)
			SWVmax	SWVmin	SWVmean	SWVmedian	
良性组	37.00±10.41	1.70±0.72	3.54±1.24	2.39±0.76	2.96±1.02	2.91±0.99	-1.07(-1.64, -0.37)
恶性组	55.68±10.55	2.64±1.67	7.10±2.19	3.48±1.24	5.01±1.58	4.97±1.52	0.07(-0.30, 0.56)
t/Z 值	-9.26	-3.42	-9.65	-5.18	-7.52	-7.89	514.00
P 值	<0.001	0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001

SWVmax、SWVmin、SWVmean、SWVmedian 分别为:剪切波速度最大值、最小值、平均值、中位数;Rad-score:影像学评分

三、模型构建

将上述差异有统计学意义的参数纳入多因素 Logistic 回归分析,结果显示患者年龄、SWVmax 和 Rad-score 均为鉴别 BI-RADS 4 类乳腺病变良恶性的独立影响因素 [OR=1.107(95% 可信区间:1.062~1.160)、3.919(95% 可信区间:2.025~8.708)、4.180(95% 可信区间:2.433~8.045),均 P<0.001]。基于以上因素构建预测模型,绘制的列线图见图 2。

四、模型验证

1. ROC 曲线分析显示,列线图模型鉴别训练集及

验证集 BI-RADS 4 类乳腺病变良恶性的 AUC 均高于 SWVmax 和 Rad-score 单独应用,差异均有统计学意义 (Z=2.42、4.01,均 P<0.05)。见表 3、4 和图 3。

2. 校准曲线分析显示,列线图模型在训练集和验证集的校准度均高 ($\chi^2=6.19、4.12, P=0.721、0.903$)。见图 4。

3. 临床决策曲线分析显示,当阈值概率>5%时,使用列线图模型鉴别验证集中 BI-RADS 4 类乳腺病变较全部治疗(假设所有病变均为恶性)或全部不治疗(假设所有病变均为良性)能获得更高的临床收益,且

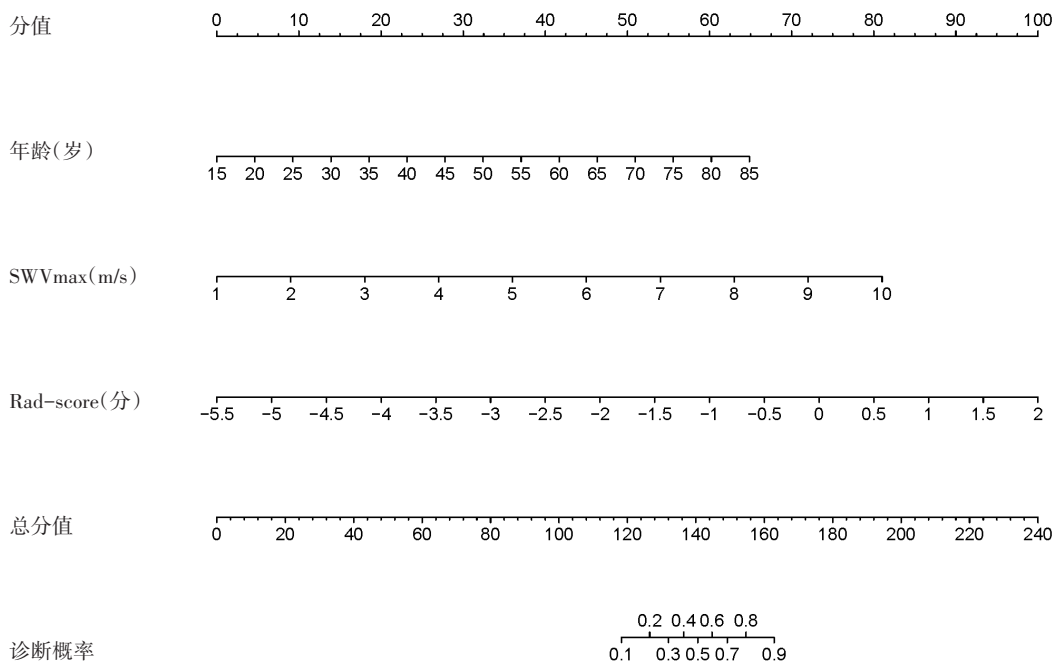


图 2 鉴别 BI-RADS 4 类乳腺病变良恶性的列线图

表3 SWVmax、Rad-score及列线图模型预测训练集中BI-RADS 4类乳腺病变良恶性的诊断效能

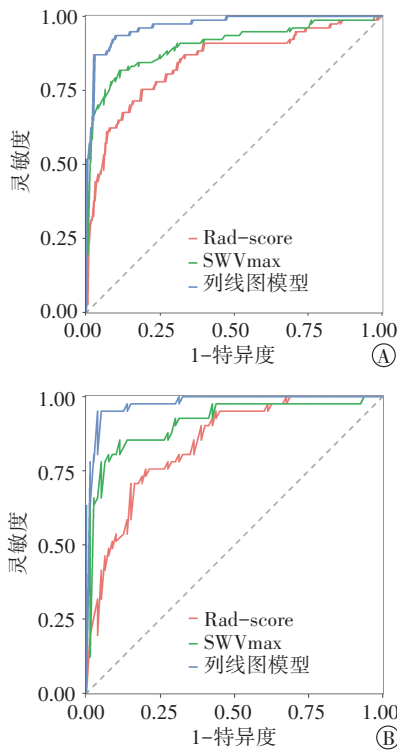
方法	AUC(95%可信区间)	灵敏度(%)	特异度(%)	阳性预测值(%)	阴性预测值(%)	准确率(%)
Rad-score	0.845(0.789~0.901)	75.3	81.5	60.4	89.8	79.8
SWVmax	0.904(0.858~0.951)	81.8	88.8	73.3	92.9	86.9
列线图模型	0.970(0.950~0.989)	87.0	97.6	93.1	95.2	94.7

AUC:曲线下面积

表4 SWVmax、Rad-score及列线图模型预测验证集中BI-RADS 4类乳腺病变良恶性的诊断效能

方法	AUC(95%可信区间)	灵敏度(%)	特异度(%)	阳性预测值(%)	阴性预测值(%)	准确率(%)
Rad-score	0.843(0.773~0.914)	75.6	76.2	62.0	85.9	76.0
SWVmax	0.915(0.855~0.975)	78.0	93.8	86.5	89.3	88.4
列线图模型	0.981(0.961~1.000)	85.4	96.3	83.5	92.8	92.6

AUC:曲线下面积



A: 训练集; B: 验证集

图3 列线图模型、SWVmax及Rad-score鉴别BI-RADS 4类乳腺病变良恶性的ROC曲线图

使用列线图模型预测乳腺恶性病变的收益较仅使用SWVmax或Rad-score更高。见图5。

讨论

术前准确预测BI-RADS 4类乳腺病变良恶性有助于患者治疗方案的制定,降低穿刺活检率,从而降低穿刺并发症的发生、减少医疗资源的浪费。目前国内学者提出多种方法用于提高对BI-RADS 4类乳腺病变的诊断准确率,包括针吸穿刺活检术、超声弹性成像、超声造影等,但均存在一些并发症或使用禁忌症等。本研究构建了一种结合临床资料、SWE参数及

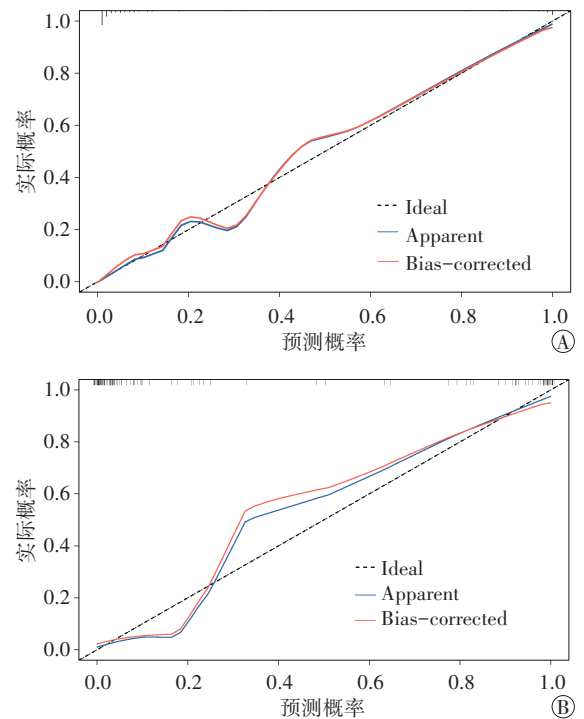


图4 列线图模型在训练集(A)及验证集(B)的校准曲线图

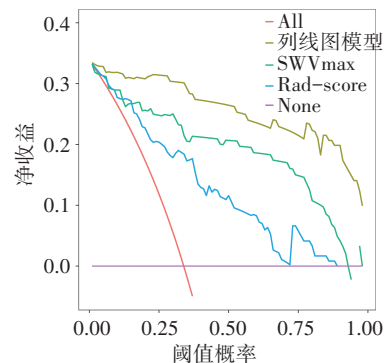


图5 列线图模型、SWVmax及Rad-score在验证集的临床决策曲线图
影像组学的列线图预测模型,旨在提高鉴别BI-RADS 4类乳腺病变良恶性的诊断效能,以期减少良性病变非必要活检。

本研究对比分析了训练集及验证集中良性组与

恶性组患者年龄,结果显示恶性组年龄均高于良性组(均 $P<0.001$);多因素 Logistic 回归分析显示年龄为鉴别 BI-RADS 4 类乳腺病变良恶性的独立影响因素($P<0.001$)。既往研究^[10-11]表明,在 ≥ 25 岁人群中,随着年龄的增长,乳腺癌整体发病率也增高,且亚洲女性乳腺癌发病年龄集中在 40~69 岁。本研究结果与其一致,恶性组患者年龄分布在 50 岁左右,表明年龄是影响乳腺癌发病的重要因素。

超声弹性成像技术通过分析病灶硬度来判断其性质,是一种相对客观的组织硬度评估方法,其中 SWE 的可重复性较应变式弹性成像更佳,对 BI-RADS 4 类乳腺病变良恶性的鉴别具有较高的诊断效能^[12]。李易凤等^[13]研究发现 SWVmax 鉴别乳腺病变良恶性的效能最高,能提高 BI-RADS 4A 类乳腺病变的诊断特异度及准确率,并有效减少 BI-RADS 4A 类乳腺病变非必要的穿刺活检或手术。本研究应用 SWE 检测乳腺病变,结果显示训练集及验证集中恶性组 SWVmax、SWVmin、SWVmean 及 SWVmedian 均高于良性组,差异均有统计学意义(均 $P<0.001$);多因素 Logistic 回归分析显示 SWVmax 为鉴别 BI-RADS 4 类乳腺病变良恶性的独立影响因素($P<0.001$),与上述研究结果一致。本研究应用 SWVmax 鉴别 BI-RADS 4 类乳腺病变良恶性具有较好的诊断效能,其在训练集和验证集的 AUC 均较高(分别为 0.904 和 0.915),但由于 SWE 反映病灶硬度,部分恶性病变如黏液癌质地较软或质地中等^[14],部分良性疾病如硬化性腺病质地较硬^[15],导致良恶性病变之间的弹性参数存在重叠,增加了假阳性及假阴性结果出现的概率。

影像组学可以高通量地提取灰阶超声图像中肉眼无法识别的特征信息,无创反映肿瘤内部异质性^[16]。前期研究^[7]通过对灰阶超声图像提取影像组学特征用于鉴别乳腺病变良恶性,结果显示其诊断效能与高年资主治医师诊断水平相当,且观察者间重复性较好。本研究在前期研究基础上,通过影像组学分析 BI-RADS 4 类乳腺病变的灰阶超声图像,获得 13 个系数非零的影像组学特征,包括 6 个一阶特征和 7 个纹理特征,与 Wang 等^[17]研究结果相似。其中一阶特征主要描述病灶图像内像素或体素强度的分布,灰度共生矩阵特征属于纹理特征,反映了肿瘤内部空间异质性^[18],本研究基于上述影像组学特征计算获得 Rad-score,结果显示训练集及验证集中恶性组 Rad-score 均高于良性组(均 $P<0.001$);且多因素 Logistic 回归分

析显示 Rad-score 为鉴别 BI-RADS 4 类乳腺病变良恶性的独立影响因素($P<0.001$),与 Luo 等^[19]研究结果一致。根据临床诊断模型检验推荐方法^[20],本研究采用独立外部数据作为验证集以检验 Rad-score 的鉴别诊断效能,结果显示其在验证集中的 AUC 为 0.843,具有良好的诊断效能和泛化能力。由于影像组学特征能提示肿瘤的形态学信息,在一定程度上与肿瘤内部细胞异质性相关,可用于鉴别乳腺病变良恶性,有助于提高鉴别 BI-RADS 4 类乳腺病变良恶性的诊断效能。

本研究基于年龄、SWVmax 和 Rad-score 构建鉴别 BI-RADS 4 类乳腺病变良恶性的列线图模型,结果显示其在训练集及验证集中均具有较高的诊断效能(AUC 分别为 0.970、0.981),在验证集中的 AUC 均高于 Rad-score 和 SWVmax 单独应用(均 $P<0.05$);且校准曲线显示该模型在训练集及验证集中的拟合度均良好,表明该模型预测 BI-RADS 4 类乳腺恶性病变的概率与恶性肿瘤实际发生概率吻合度较高;临床决策曲线显示当预测概率为 5%~99% 时,使用列线图模型预测 BI-RADS 4 类乳腺恶性病变的净收益高于单独使用 SWVmax 和 Rad-score,具有较高的临床适用性。对于 BI-RADS 4 类及以上的乳腺病变,指南^[3]建议进行穿刺活检,但 BI-RADS 4 类病变涵盖了广泛的恶性预测概率(3%~94%),其中 4A 类病变恶性风险仅 2%~10%,导致了很多非必要活检。本研究结果显示,列线图模型在验证集中的阴性预测值为 92.8%,表明该模型能筛选出 92.8% 的良性病变免于穿刺活检,即可减少 61.16%(74/121) 的非必要活检,减轻了患者的痛苦和医疗资源浪费,与 Wang 等^[21]研究结果一致,提示联合临床资料、SWVmax 和 Rad-score 综合诊断可以对乳腺病变进行有效分类,为减少非必要活检提供了依据。

本研究的局限性:①为回顾性研究,研究对象存在选择偏倚,且使用同一品牌超声诊断仪器,结果的适用性还需进行验证;②乳腺癌发生的影响因素较多,本研究仅选取患者基本信息及 SWE 参数进行多因素分析,后期可将实验室检查指标如低密度脂蛋白等纳入分析,构建更全面的预测模型;③本研究仅对二维灰阶超声图像进行人工分割,不能完全展示病变的三维立体空间结构,可能导致抽样误差,后期可针对乳腺病变三维超声图像进行研究,获取更全面的影像组学信息。

综上所述,基于灰阶超声影像组学、SWE 参数及临床资料构建的列线图模型能有效鉴别 BI-RADS

4 类乳腺病变良恶性,降低良性病变穿刺活检发生率,有一定的临床价值。

参考文献

- [1] Siegel RL, Miller KD, Fuchs HE, et al. Cancer Statistics, 2021 [J]. CA Cancer J Clin, 2021, 71(1): 7-33.
- [2] Cao W, Chen HD, Yu YW, et al. Changing profiles of cancer burden worldwide and in China: a secondary analysis of the global cancer statistics 2020 [J]. Chin Med J (Engl), 2021, 134(7): 783-791.
- [3] D'Orsi CJ, Sickles EA, Mendelson EB, et al. ACR BI-RADS atlas, breast imaging reporting and data system [R]. 5th ed. Reston: American College of Radiology, 2013.
- [4] 王颖,周玮璐,孔文韬,等.声触诊组织成像定量技术鉴别诊断乳腺病灶良恶性及评价其异质性的应用价值[J].中华医学超声杂志(电子版),2017,14(12):909-913.
- [5] 沈倩倩,刘晓芳,任志翔,等.剪切波弹性成像和超声造影联合评分鉴别不同大小 BI-RADS 4 类乳腺肿块良恶性的临床价值[J].临床超声医学杂志,2022,24(7):521-526.
- [6] Gillies RJ, Schabath MB. Radiomics improves cancer screening and early detection [J]. Cancer Epidemiol Biomarkers Prev, 2020, 29(12): 2556-2567.
- [7] 肖榕,周玮璐,王玲.基于灰阶超声的影像组学预测乳腺肿瘤良恶性的价值[J].中国超声医学杂志,2020,36(7):610-613.
- [8] Park SY. Nomogram: an analogue tool to deliver digital knowledge [J]. J Thorac Cardiovasc Surg, 2018, 155(4): 1793.
- [9] 中国抗癌协会乳腺癌专业委员会.中国抗癌协会乳腺癌诊治指南与规范(2017年版)[J].中国癌症杂志,2017,27(9):695-759.
- [10] 何思怡,李贺,曹毛毛,等.全球及我国女性乳腺癌疾病负担年龄分布及变化趋势[J].中国肿瘤,2023,32(1):1-7.
- [11] 梁铤,杨剑,高婷,等.全球女性乳腺癌发病趋势及年龄变化情况分析[J].中华肿瘤杂志,2023,45(4):313-321.
- [12] 刘小蓝,范会文,张亚庆,等.声触诊弹性成像、声触诊弹性测量联合血清糖类抗原 153 鉴别诊断 BI-RADS 4 类乳腺肿瘤的对比研究[J].临床超声医学杂志,2023,25(8):664-668.
- [13] 李易凤,陈武,刘晓芳,等.剪切波弹性成像在乳腺结节 BI-RADS 3、4a 类中的应用价值[J].中国超声医学杂志,2020,36(7):613-616.
- [14] 桑田,康燕飞,曹玉文,等.乳腺粘液癌超声特征及免疫组化指标[J].分子影像学杂志,2021,44(5):749-753.
- [15] 张哲元,袁新春,张丽丽,等.超声弹性应变率比值鉴别乳腺硬化性腺病与浸润性乳腺癌的价值[J].中国超声医学杂志,2022,38(8):847-850.
- [16] Gillies RJ, Kinahan PE, Hricak H. Radiomics: images are more than pictures, they are data [J]. Radiology, 2016, 278(2): 563-577.
- [17] Wang L, Yang W, Xie X, et al. Application of digital mammography-based radiomics in the differentiation of benign and malignant round-like breast tumors and the prediction of molecular subtypes [J]. Gland Surg, 2020, 9(6): 2005-2016.
- [18] Shen C, Liu Z, Wang Z, et al. Building CT radiomics based nomogram for preoperative esophageal cancer patients lymph node metastasis prediction [J]. Transl Oncol, 2018, 11(3): 815-824.
- [19] Luo WQ, Huang QX, Huang XW, et al. Predicting breast cancer in breast imaging reporting and data system (BI-RADS) ultrasound category 4 or 5 lesions: a nomogram combining radiomics and BI-RADS [J]. Sci Rep, 2019, 9(1): 11921.
- [20] Collins GS, Reitsma JB, Altman DG, et al. Transparent reporting of a multivariable prediction model for individual prognosis or diagnosis (TRIPOD): the TRIPOD statement [J]. BMJ, 2015, 102(3): 148-158.
- [21] Wang SJ, Liu HQ, Yang T, et al. Automated breast volume scanner (ABVS)-based radiomic nomogram: a potential tool for reducing unnecessary biopsies of BI-RADS 4 lesions [J]. Diagnostics (Basel), 2022, 12(1): 172.

(收稿日期:2023-08-24)

《临床超声医学杂志》征订启事

《临床超声医学杂志》是经国家科委批准,集超声影像诊断、治疗、工程及基础研究为一体的科技刊物。国内外公开发行,月刊。为“中国科学引文数据库(CSCD)来源期刊”、“中国科技核心期刊(中国科技论文统计源期刊)”。设有临床研究、实验研究、经验交流、病例报道、述评、专家讲座、工程及译文等栏目,报道超声医学领域影像诊断与治疗的先进技术和前沿进展,为广大临床超声医师和研究人员提供良好的学术交流平台。

本刊刊号:ISSN 1008-6978;CN 50-1116/R。邮发代号:78-116。

每期定价:19元,全年228元(含邮寄费)。请到全国各地邮局订阅,也可直接向本刊编辑部订阅。

地址:重庆市渝中区临江路74号,重庆医科大学附属第二医院内,临床超声医学杂志编辑部。邮编:400010

电话:023-63811304,023-63693117。Email:lccsq@vip.163.com