

• 乳腺影像学 •

乳腺磁共振 BI-RADS 4 类非肿块样病变恶性风险预测的列线图模型研究

李建玉, 郑慧, 王珊, 徐丽莹, 廖美焱

【摘要】 目的:基于乳腺 MRI 的影像征象,建立 BI-RADS 4 类非肿块样病变恶性风险预测的列线图模型。**方法:**回顾性分析 2017 年 1 月—2019 年 12 月乳腺 MRI BI-RADS 4 类患者的影像资料,采用多因素 logistic 回归分析非肿块样病变恶性危险性因素,建立列线图恶性诊断模型并评估诊断效能。**结果:**共 120 例女性患者符合纳入标准,年龄 21~77 岁,平均 42.8 ± 12.1 岁,良性病变 74 例,恶性病变 46 例。单因素及多因素 logistic 回归分析显示分布类型、腋窝淋巴结结构改变、MIP 阳性和 ADC 值是非肿块样恶性病变的独立危险因素, $P < 0.05$ 。进一步建立列线图发现腋窝淋巴结结构改变、MIP 阳性、节段样分布和 ADC 值较小的患者评分较高,恶性病变风险较大。列线图恶性诊断模型有良好的鉴别能力,内部验证及外部验证 C-index 分别为 0.905、0.843。**结论:**建立了一个数据化的乳腺 MRI BI-RADS 4 类非肿块样恶性病变预测模型图可对乳腺非肿块样病变患者进行个性化的恶性风险评估,有助于临床诊治。

【关键词】 磁共振成像; 乳腺疾病; 列线图

【中图分类号】 R445.2; R195.1; R655.8 **【文献标志码】** A

【文章编号】 1000-0313(2021)10-1218-06

DOI:10.13609/j.cnki.1000-0313.2021.10.004

开放科学(资源服务)标识码(OSID):



Research on nomogram model for predicting the malignant risk of BI-RADS 4 non-mass lesions in breast based on MRI imaging LI Jian-yu, ZHEN Hui, WANG Shan, et al. Dept of Radiology, Zhongnan Hospital of Wuhan University, Wuhan 430071, China

【Abstract】 Objective: The purpose of this study was to establish a nomogram model to predict the risk of BI-RADS 4 non-mass malignant lesions based on the MRI imaging features. **Methods:** The imaging data of patients with breast MRI BI-RADS 4 lesions from January 2017 to December 2019 were retrospectively analyzed. Multivariate logistic regression was used to analyze the risk factors of non-mass lesion malignancy, a nomogram diagnosis model was established and the calibration curves for the probability were drew. **Results:** A total of 120 female patients met the inclusion criteria, aged 21 to 77 years, with an average of 42.8 ± 12.1 years, 74 cases of benign lesions and 46 cases of malignant lesions. Univariate and multivariate logistic regression analysis showed that distribution type, axillary lymph node structure changes, MIP positive and ADC value were independent risk factors for non-mass malignant lesions, $P < 0.05$. The nomogram was established and revealed that patients with axillary lymph node structure changes, positive MIP, segmental distribution, and lower ADC value had higher scores of the nomogram model and greater risk of breast cancer. The nomogram had good discriminating ability, and the C-index of internal and external validation was 0.905 and 0.843, respectively. **Conclusion:** A data-based predictive nomogram model of breast MRI BI-RADS 4 non-mass lesions was established, which can conduct personalized malignant risk assessment for patients with non-mass breast lesions and is conducive to clinical diagnosis and treatment.

【Key words】 Magnetic resonance imaging; Breast diseases; Nomograms

作者单位: 430071 武汉, 武汉大学中南医院影像科

作者简介: 李建玉(1995—), 女, 贵州道真人, 硕士, 住院医师, 主要从事胸部病变影像诊断研究。

通讯作者: 廖美焱, Email: liaomy@whu.edu.cn

乳腺癌是女性最常见且死亡率最高的恶性肿瘤^[1], 乳腺磁共振成像是乳腺疾病诊断的重要工具^[2]。据美国放射学会(American College of Radiology,

ACR)提出的乳腺影像报告与数据系统(breast imaging reporting and data system, BI-RADS),乳腺 MRI BI-RADS 4 类病变不具有恶性肿瘤的典型影像学特征,恶性可能性为 2%~95%。其中非肿块样病变(非肿块样强化)为不具备三维特征,无明显占位效应,不同于周围正常乳房实质强化,常伴有脂肪或正常组织^[3]。非肿块样病变可能为浸润性乳腺癌和原位癌共同存在的表现^[4]。因非肿块样病变的边界定义不清,对于以非肿块样病变形式存在的乳腺癌,保乳手术存在病变不能完整切除的风险。高危人群中 MRI 被多个国家和国际准则推荐为重要的补充筛查手段,同时发现 MRI 筛查几乎可在所有评估人群中早期发现癌症。在经验丰富的团队的手中, MRI 可改善手术方法,减少再次切除的次数,同时避免不必要的乳房切除术。本研究拟基于乳腺 MRI 的影像学特征,建立 BI-RADS 4 类非肿块样病变恶性风险的列线图模型,为临床处理决策提供参考。

材料与方法

1. 研究对象

回顾性分析本院 2017 年 1 月—2019 年 12 月乳腺 MRI 诊断为 BI-RADS 4 类非肿块样病变女性患者的影像及临床病理资料。纳入标准:①乳腺术前 1 周内 MRI 诊断为 BI-RADS 4 类非肿块样病变;②所有病变均经手术或组织学活检病理证实;③ MRI 影像及临床资料完整。本研究获得了本单位伦理委员会的批准。

2. 成像方法及影像分析

使用 Siemens Prisma 3.0T 磁共振扫描仪、乳腺专用 4 通道线圈进行扫描,俯卧位检查。常规扫描序列包括:轴面 T₂WI, TR 1480 ms, TE 100 ms, 层厚 3 mm, FOV 360 mm×360 mm;轴面抑脂 T₂WI, TR 4000 ms, TE 55 ms, 层厚 3 mm, FOV 360 mm×360 mm;轴面 T₁WI, TR 4.0 ms, TE 1.3 ms, 层厚 3.0 mm, FOV 360 mm×360 mm;扩散加权成像(diffusion-weighted imaging, DWI), TR 5800 ms, TE 100 ms, 层厚 3.0 mm, FOV 360 mm×360 mm;动态增强 T₁WI 脂肪抑制 1+7 期 Dynamic VIEWS 序列, TR 4.0 ms, TE 1.3 ms, 层厚 1.2 mm, FOV 360 mm×360 mm, 激励次数 1, 翻转角度 13°;最后扫描矢状面 T₁WI 延迟强化序列, TR 8.4 ms, TE 4.1 ms, 层厚 3.0 mm, FOV 200 mm×180 mm。增强扫描同时进行数字减影形成最大密度投影(maximum intensity projection, MIP)图像。所有 MR 图像在图片存档及通信系统(picture archiving and communication system, PACS)工作站进行审查。在后处理工作站进行时间

信号强度曲线(time-intensity curve, TIC)获取,在病灶强化最明显的期相(一般为第 3 期)选取病灶强化实质部分,勾画感兴趣区(region of interest, ROI),每个 ROI 面积在 20~40 mm²,选取恶性程度最高的 TIC 曲线类型。表观扩散系数(apparent diffusion coefficient, ADC)图的 ROI 选择勾画病灶强化区所对应的 ADC 图中最暗的区域,同时应该避免囊变、坏死或不增强的区域,测量病灶 3 个不同区域 ROI 值,记录其平均值。

据 2013 年 ACR BI-RADS 诊断标准,统计分析 BI-RADS 4 类非肿块样病变患者的年龄、病灶大小(轴面测量病灶所累及的最大径线)、乳腺腺体类型、背景实质强化、分布、内部强化方式、腋窝淋巴结结构改变(淋巴门消失或短径>5 mm、边缘不规则、皮质不均匀、双侧腋窝淋巴结结构不对称)、相关特征是否阳性(累及皮肤、乳头或胸壁)、TIC 类型。MIP 阳性表现为双侧乳腺供血不对称的增加或病变周围血管的阳性征象^[5]。临床工作中 MIP 阳性对于发现病变存在一定的敏感性,本研究将这个征象纳入分析。本研究由两名工作超过 5 年的高年资乳腺诊断医师共同对 MRI 图像进行讨论形成一致意见。

3. 统计分析

采用 SPSS 23.0(SPSS Inc., Chicago, IL, USA)进行统计分析。计量资料符合正态分布且方差相等时使用参数检验,用均数±标准差表示,否则采用 Mann-Whitney U 检验,用中位数±四分位数间距表示。计数资料采用卡方检验,以病例数(n)和组成比(%)表示。当其中某一个计数值<5 时,使用 Fisher 精确检验。 $P<0.05$ 被认为有统计学意义。单因素及多因素 logistic 回归分析筛选 BI-RADS 4 类非肿块样病变的独立危险因素,采用 R 软件(版本 R4.0.3)建立列线图预测模型。

列线图是评估肿瘤和医学预后的常用工具,能够据患者和疾病的特征评估个体化风险^[6]。通过鉴别力及校准曲线评估列线图的预测性能。模型的预测准确度用一致性指数(C-index)进行评估,C-index 的数值范围为 0.5~1.0,数值越大代表其鉴别能力越强。列线图的校准曲线是通过绘制散点图进行预测概率与实际概率的比较,每个散点均代表预测概率与实际概率的偏差,理想的列线图预测模型的散点应均落在 45°斜线附近^[6]。本研究采用 Bootstrap 法重复抽样 1000 次进行了内部验证,并以本院 2020 年 1—12 月进行乳腺 MRI 检查并经手术或活检病理证实的 55 例非肿块样病变患者(包括浸润性乳腺癌 13 例,导管原位癌 3 例,浸润性小叶癌 3 例,导管内癌 2 例,浸润性实性乳头状癌 1 例,混合性癌 1 例,腺病 6 例,肉芽肿小叶性

乳腺炎 16 例,慢性化脓性炎 3 例,导管内乳头状瘤 2 例,纤维腺瘤 2 例,乳腺导管扩张症伴脓肿形成 1 例,其他良性病变 2 例)用于外部验证。

结 果

1. 临床资料

120 例女性患者符合纳入标准,年龄 21~77 岁,平均 42.8±12.1 岁,良性病变 74 例包括乳腺腺病 29 例、肉芽肿性小叶性乳腺炎 12 例、纤维腺瘤 6 例、导管内乳头状瘤 10 例、慢性化脓性炎 4 例、导管上皮增生 2 例、纤维囊性乳腺病 2 例、硬化性淋巴细胞性小叶炎 1 例以及 8 例其他良性病变(慢性炎症 3 例、炎性细胞浸润 2 例、间质玻璃样变 1 例、脂肪坏死 1 例、汗管瘤 1 例)。恶性病变 46 例包括乳腺浸润性癌 23 例、导管原位癌 9 例、导管内癌 2 例、混合性癌 12 例。

2. BI-RADS 4 类非肿块样恶性病变独立危险因素分析

单因素分析显示良恶性病变背景实质强化、分布类型、内部强化方式、腋窝淋巴结结构改变、MIP 阳性、TIC 曲线类型、DWI 和 ADC 值有统计学差异, $P<0.05$ 。在多因素 logistics 回归分析中,我们将轻微或轻度的背景实质强化与中度或明显强化的背景实质强化进行比较研究,结果显示背景实质强化并未被纳入方程。由于 ADC 是连续型变量,本研究通过绘制 ADC 的 ROC 曲线获取 ADC 的最佳截取值为 $1.037\times10^{-3}\text{mm}^2/\text{s}$,将 ADC 值分为两组纳入多因素 logistics 回归分析。多因素分析显示分布类型、腋窝淋巴结结构改变、MIP 阳性和 ADC 值是非肿块样恶性病变的独立危险因素, $P<0.05$ (表 1、表 2)。

3. 列线图模型构建与评估

据多因素 logistic 回归分析结果通过 R 软件构建预测 BI-RADS 4 类非肿块样恶性病变风险的列线图模型(图 1)。据每个独立危险因素所对应的分值标尺(0~100)得到该因素相对应的得分,对各项因素的得分相加获得总分,从总分向下投射得到相对应的 BI-RADS 4 类非肿块样病变的风险预测概率值。构建的列线图模型表明非肿块样病变表现为腋窝淋巴结肿大、MIP 阳性、病变呈节段分布、病灶 ADC 值 $\leq 1.037\times10^{-3}/\text{mm}^2$ 的患者,列线图模型评分越高,该病变为恶性的风险越大。本研究的内部验证及外部验证 C-index 分别为 0.905(95%CI:0.849~0.961)、0.843(95%CI:0.735~0.950),表明该模型具有较好的鉴别及预测 BI-RADS 4 类非肿块样病变恶性病变风险的能力。通过绘制预测值与实际值的校准曲线进行一致性测试,每个散点均代表非肿块样病变风险预测概率的分布情况,较宽虚线代表理想曲线,提示理想

表 1 非肿块样病变 MRI 影像征象单因素分析结果 [n(%)]

	良性	恶性	t/χ^2	P
年龄(岁)	41.3±11.5	45.3±12.7	-1.762	0.081
病灶大小(cm)	3.2±1.8	3.7±1.9	-1.513	0.133
乳腺腺体类型			0.430	0.883
脂肪型	0(0.0)	0(0.0)		
散在纤维腺体型	2(2.7)	2(4.3)		
不均匀致密型	50(67.6)	31(67.4)		
极度致密型	22(29.7)	13(28.3)		
背景实质强化			8.700	0.032*
轻微强化	12(16.2)	3(6.5)		
轻度强化	23(31.1)	23(50.0)		
中度强化	29(39.2)	19(41.3)		
明显强化	10(13.5)	1(2.2)		
部位			1.618	0.203
右乳	33(44.6)	26(56.5)		
左乳	41(55.4)	20(43.5)		
分布			29.235	0.000*
局灶	16(21.6)	10(21.7)		
线样	13(17.6)	3(6.5)		
节段样	3(4.0)	16(34.8)		
区域	24(32.4)	4(8.7)		
多区域	7(9.5)	9(19.6)		
弥漫	11(14.9)	4(8.7)		
强化方式			7.662	0.040*
均匀	4(5.4)	3(6.5)		
不均质	44(59.5)	19(41.3)		
簇簇	4(5.4)	0(0.0)		
簇环	22(29.7)	24(52.2)		
相关征象阳性	20(27.0)	13(28.3)	0.022	0.883
腋窝淋巴结改变	9(12.2)	20(43.5)	14.952	0.000*
MIP 阳性	25(33.8)	32(69.6)	14.861	0.000*
TIC 曲线			19.359	0.000*
流入型	28(37.8)	2(4.3)		
平台型	32(43.2)	29(63.0)		
流出型	14(18.9)	15(32.6)		
ADC($\times10^{-3}\text{mm}^2/\text{s}$)	1.255±0.223	0.985±0.195	6.742	0.000*

注:* $P<0.05$,有统计学意义。

表 2 非肿块样病变 MRI 影像征象 logistic 回归分析结果 [n(%)]

MRI 特征	β	Wald	OR	95%CI	P
分布区域			1		
局灶	3.184	9.588	24.154	3.218~181.302	0.002*
线样	1.581	1.794	4.861	0.481~49.169	0.180
节段样	4.732	16.775	113.571	11.796~1093.436	0.000*
多区域	2.665	6.628	14.367	1.889~109.259	0.010*
弥漫	2.004	3.527	7.419	0.916~60.065	0.060*
腋窝淋巴结改变	1.684	5.467	5.387	1.313~22.102	0.019*
MIP 阳性	1.395	4.832	4.036	1.163~14.006	0.028*
ADC 值			1		
$>1.037\times10^{-3}\text{mm}^2/\text{s}$					
$\leq 1.037\times10^{-3}\text{mm}^2/\text{s}$	2.822	17.242	16.819	4.438~63.736	0.000*

注:* $P<0.05$,有统计学意义。

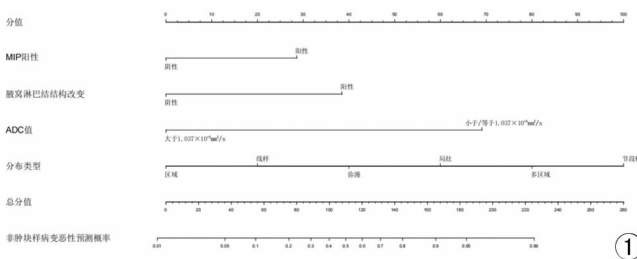


图 1 预测 BI-RADS 4 类非肿块样病变恶性病变风险的列线图模型。

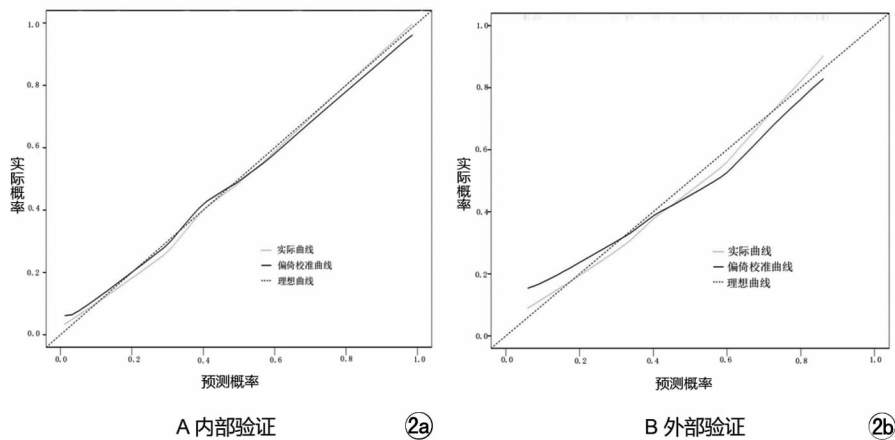


图 2 列线图 a) 内部验证与 b) 外部验证校准曲线散点图。

的列线图预测模型的所有散点均应落在 45° 斜线附近,较细虚线代表实际曲线,代表本研究 120 例病灶实际预测风险,实线代表偏倚校准曲线,代表采用 Bootstrap 法重复抽样 1000 次进行偏倚校准,评估列线图的实际观察表现^[7]。在内部验证及外部验证中均显示本研究的列线图模型预测 BI-RADS 4 类非肿块样病变恶性病变风险概率与实际 BI-RADS 4 类非肿块样

病变恶性病变风险概率相关性良好(图 2)。典型的非肿块样恶性病变的 MRI 影像学表现见图 3,典型的非肿块样良性病变的 MRI 影像学表现见图 4。

讨论

乳腺非肿块样病变病理类型广泛,缺乏典型的影像表现,临床上容易漏诊或误诊^[8,9]。非肿块样病变可由乳腺癌不同阶段的病变组成^[4]。Machida 等^[10] 研究显示恶性非肿块样病变最常见的病理类型为原位导管癌(76/131,

58%)。本研究中 BI-RADS 4 类非肿块样病变主要为浸润性乳腺癌(23/46,50%)。有研究显示磁共振可用于非肿块样病变良恶性的诊断与鉴别诊断的价值,未见磁共振对非肿块样病变的风险预测模型相关研究报道^[11,12]。本研究基于 BI-RADS 4 类非肿块样病变的 4 项 MRI 影像特征(即腋窝淋巴结结构改变、MIP 类

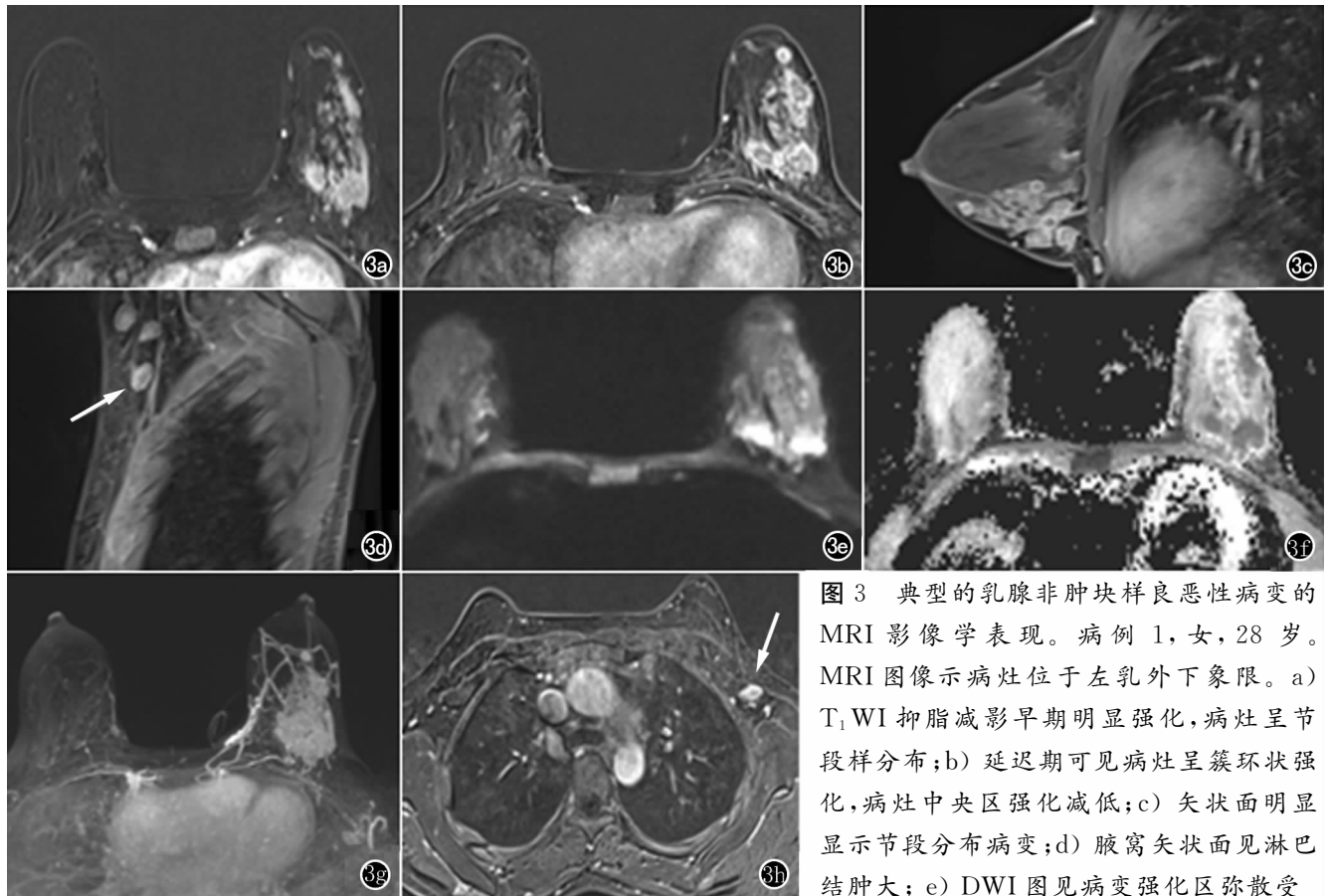


图 3 典型的乳腺非肿块样良恶性病变的 MRI 影像学表现。病例 1,女,28 岁。MRI 图像示病灶位于左乳外下象限。a) T_1 WI 抑脂减影早期明显强化,病灶呈节段样分布;b) 延迟期可见病灶呈簇环状强化,病灶中央区强化减低;c) 矢状面明显显示节段分布病变;d) 腋窝矢状面见淋巴结肿大;e) DWI 图见病变强化区弥散受

限高信号;f) ADC 图见病变强化信号明显减低,平均 ADC 值约 $0.825 \times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{s}$;g) MIP 图像左侧乳腺病变区血管增多、增粗,MIP 阳性;h) 双侧腋窝轴面见左侧腋窝比右侧腋窝淋巴结数量增多,体积增大,箭示结构改变的淋巴结。据列线图模型示该病变的恶性概率 $>99\%$,病理诊断为非特殊类型浸润性乳腺癌。

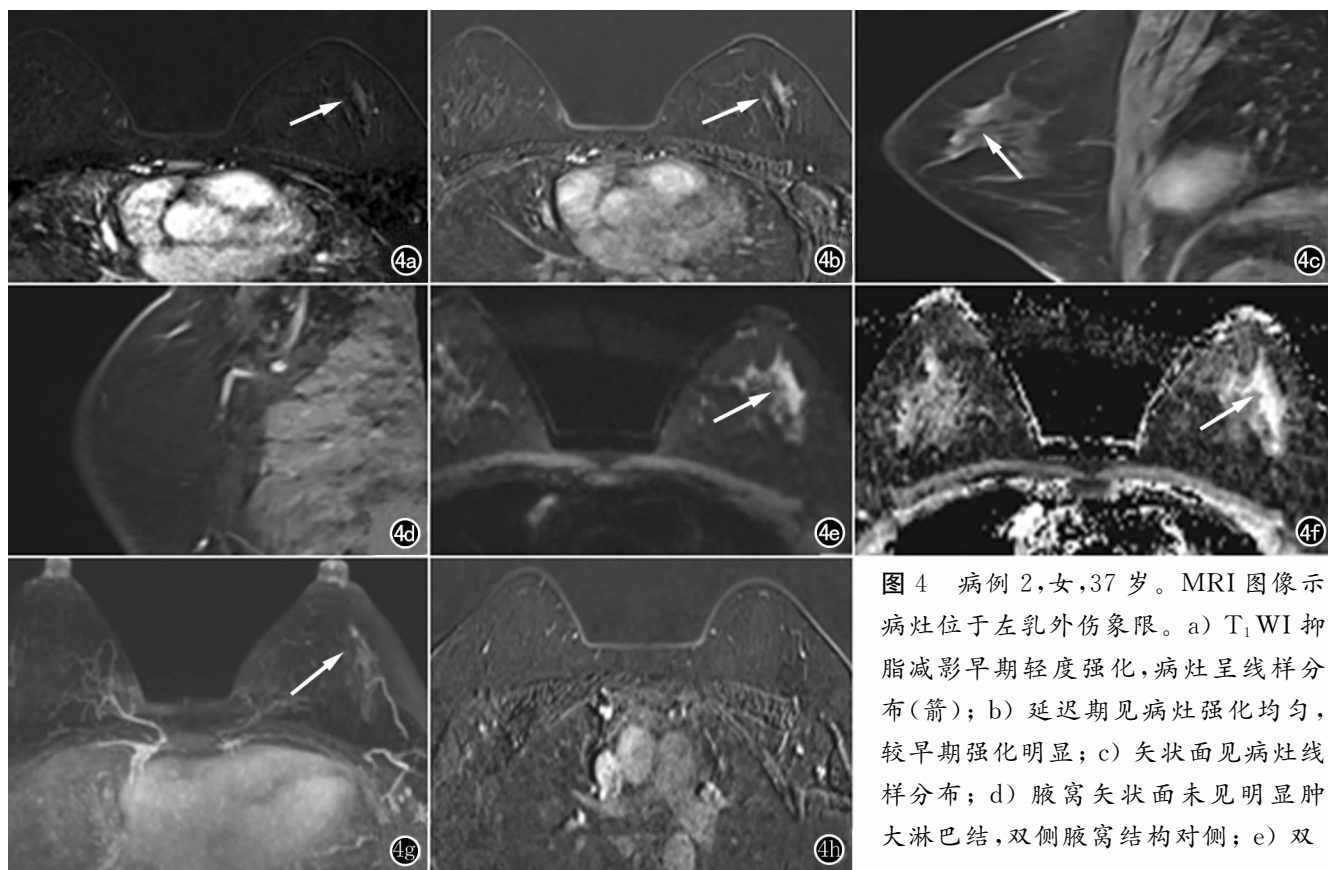


图 4 病例 2, 女, 37 岁。MRI 图像示病灶位于左乳外伤象限。a) T₁WI 抑脂减影早期轻度强化, 病灶呈线样分布(箭); b) 延迟期见病灶强化均匀, 较早期强化明显; c) 矢状面见病灶线样分布; d) 腋窝矢状面未见明显肿大淋巴结, 双侧腋窝结构对侧; e) 双

侧腋窝轴面 DWI 图见病变强化区弥散受限高信号; f) ADC 图见病变强化信号轻微减低, 平均 ADC 值约 $1.353 \times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{s}$; g) MIP 图像示双侧乳腺血管对侧, 未见明显异常增粗、增多征象; 列线图模型提示该病变的恶性概率约为 11%, 病理诊断为汗管瘤。

型、分布类型和 ADC 值)建立了乳腺癌风险预测列线图模型, 内部验证与外部验证的 C-index 分别为 0.905、0.843, 且它们的校准曲线结果显示该列线图模型预测的非肿块样病变乳腺癌风险与实际风险相关性良好。

乳腺 MRI 具有优秀的软组织分辨率, 不仅可以提供解剖学特征, 还可以反映病灶的功能学改变^[13]。乳房 MRI 被广泛用于乳腺癌患者术前评估淋巴结的状态, 其表现优于超声或钼靶等其他技术^[14]。既往研究表明腋窝淋巴结转移是乳腺癌患者重要的预后因素, 对于确定是否需要辅助全身化疗或术后放疗至关重要^[15]。本研究建立的预测模型表明腋窝淋巴结结构改变是预测 BI-RADS 4 类非肿块乳腺癌的独立危险因素 (OR = 5.387, $P = 0.019$)。MRI 动态对比增强 MIP 图像可以清晰显示肿瘤血管及强化病灶。Zhao 等^[5]研究发现 MIP 阳性可以帮助区分恶性和良性乳腺病变, 其特异度和敏感度分别为 86.4%、82.9%。本研究结果显示 MIP 阳性在恶性病变中更为多见 ($P < 0.05$)。这可能是由于肿瘤细胞的生长需要营养供给, 从而刺激了新血管生成, 与正常血管相比肿瘤血管中血管内皮细胞增多、血流阻力降低和肿瘤代谢高

等^[16]。同时, 本研究在部分良性非肿块病变中也可见到 MIP 阳性, 包括 11 例肉芽肿性小叶性乳腺炎, 3 例慢性化脓性炎, 1 例硬化性淋巴细胞性小叶性炎, 2 例为其它慢性炎症, 6 例乳腺腺病和 2 例导管内乳头状瘤, 这些病例的病理类型主要是炎症和乳腺增生症。乳腺的炎性改变使得病灶周围的腺体组织存在充血肿胀的情况, 血管可在炎性细胞浸润中生成, 同时增加了血管的数量, 扩张了血管, 进行血管减影时可显示病灶周围的血管增多、增粗; 对于乳腺增生症的病例 MIP 表现为阳性, 可能的原因是随乳腺增生程度的增加, 组织血管生成因子的表达增强, 从而刺激血管生成。既往的研究表明背景实质强化与患乳腺癌风险具备一定的相关性, 在一定程度上能反映人体组织器官受肿瘤影响发生的一系列微环境的改变^[17]。Thompson 等^[18]Meta 分析纳入了 18 项研究 (包括 1910 例乳腺癌病人和 2541 名对照者) 表明在高危妇女中中度或轻度背景实质强化与较高的乳腺癌发病率有关, 而在平均风险水平组没有统计学差异, 本研究的单因素分析显示背景实质强化可能与乳腺癌的发生存在相关性, Logistic 回归分析中我们将轻微或轻度强化与中度或明显强化进行分类对比, 结果显示背景实质强化并未

并纳入回归方程中。本研究 BI-RADS 4 类非肿块样病变恶性病变最常见的分布类型为节段样分布,良性病变以区域分布为主。本研究结果显示节段样分布为乳腺癌的独立危险因素($P=0.000$),局灶分布与多区域分布也与恶性病变存在显著相关性。Chloé 等^[4]研究对 MRI 影像征象及病理特征进行分析,结果显示节段样分布与乳腺炎或导管癌相关;纤维化和假血管瘤性间质增生与区域非肿块样病变相关。与正常和良性乳腺组织相比乳腺恶性组织扩散明显受限,ADC 值显著降低^[19]。本研究列线图模型可看出 ADC 值越低恶性肿瘤的可能性就越高,这是因为恶性肿瘤细胞数量增加、细胞核大、大分子蛋白丰富和细胞外间隙减少等因素使弥散能力显著下降,但同时 ADC 值可能受到病灶内出血或坏死等因素影响,所以一般在勾画 ROI 时应避免病灶出血或坏死区^[20]。

综上所述,本研究基于乳腺 BI-RADS 4 类非肿块样病变磁共振影像相关特征表现,建立了一个数据化的乳腺 MRI BI-RADS 4 类非肿块样恶性病变预测模型图,可对乳腺非肿块样病变患者进行个性化的恶性风险评估,有助于临床诊治。

参考文献:

- [1] C F, D A, N A, et al. Global, regional, and national cancer incidence, mortality, years of life lost, years lived with disability, and disability-adjusted life-years for 29 cancer groups, 1990 to 2017: A systematic analysis for the global burden of disease study[J]. JAMA Oncology, 2019, 5(12): 1749-1768.
- [2] RM M, N C, L M. Breast MRI: state of the art[J]. Radiology, 2019, 292(3): 520-536.
- [3] D'Orsi CJ, SE, ME, et al. ACR BI-RADS atlas, breast imaging reporting and data system[M]. Reston, Va: American College of Radiology, 2013, 125-143.
- [4] Dratwa C, Jalaguier-Coudray A, Thomassin-Piana J, et al. Breast MR biopsy: pathological and radiological correlation[J]. Eur Radiology, 2016, 26(8): 2510-2519.
- [5] Zhao S, Tan R, Xiu J, et al. Adjacent vessel sign and breast imaging reporting and data system are valuable for diagnosis of benign and malignant breast lesions[J]. Biotechnology & Biotechnological Equipment, 2014, 28(6): 1121-1126.
- [6] SY P. Nomogram: an analogue tool to deliver digital knowledge

- [J]. J Thoracic and Cardiovascular Surgery, 2018, 155(4): 1793.
- [7] A I, D S, GV R, et al. How to build and interpret a nomogram for cancer prognosis[J]. J Clinical Oncology: Official J Am Society of Clinical Oncology, 2008, 26(8): 1364-1370.
- [8] 李晶英, 赵殿江. 乳腺 MRI 非肿块样强化病变的影像学诊断进展[J]. 中国医学影像学杂志, 2018, 26(7): 547-551.
- [9] 宋超, 朱望舒, 石思雅, 等. 定量 DCE-MRI 对乳腺非肿块型强化病变良恶性的预测价值[J]. 放射学实践, 2020, 35(2): 190-196.
- [10] Machida Y, Shimauchi A, Tozaki M, et al. Descriptors of malignant non-mass enhancement of breast MRI[J]. Academic Radiology, 2016, 23(6): 687-695.
- [11] H A. The MRI characteristics of non-mass enhancement lesions of the breast: associations with malignancy[J]. Br J Radiology, 2019, 92(1096): 20180464.
- [12] SA C, AY M, CS G. Revisiting nonmass enhancement in breast MRI: analysis of outcomes and follow-up using the updated BI-RADS atlas[J]. AJR Am J Roentgenology, 2017, 209(5): 1178-1184.
- [13] 杨真露, 李嫣, 詹晨奥, 等. RSNA2020 乳腺影像学[J]. 放射学实践, 2021, 36(3): 307-310.
- [14] X L, J Y, B W, et al. MRI and FDG-PET/CT based assessment of axillary lymph node metastasis in early breast cancer: a meta-analysis[J]. Clinical Radiology, 2017, 72(4): 295-301.
- [15] Chai R, Ma H, Xu M, et al. Differentiating axillary lymph node metastasis in invasive breast cancer patients: A comparison of radiomic signatures from multiparametric breast MR sequences[J]. J Magnetic Resonance Imaging, 2019, 50(4): 1125-1132.
- [16] Carter EA. Spectrochimica acta Part A: molecular and biomolecular spectroscopy. Editorial[J]. Spectrochim Acta A Mol Biomol Spectrosc, 2011, 80(1): 1.
- [17] 陈诗, 彭淑怡, 陈乐庆, 等. 乳腺 MRI 中背景实质强化的研究进展[J]. 临床放射学杂志, 2020, 39(6): 1235-1238.
- [18] Thompson CM, Mallawaarachchi I, Dwivedi DK, et al. The association of background parenchymal enhancement at breast MRI with breast cancer: a systematic review and Meta-analysis[J]. Radiology, 2019, 292(3): 552-561.
- [19] M H, H S, H Y, et al. Apparent diffusion coefficients of breast tumors: clinical application[J]. Magnetic Resonance in Medical Sciences: MRMS: an Official J Japan Society of Magnetic Resonance in Medicine, 2008, 7(1): 23-29.
- [20] 谭艳娟, 包凌云. 非肿块型乳腺癌的影像学诊断进展[J]. 中国临床医学影像杂志, 2016, 27(4): 288-290.

(收稿日期: 2021-01-14 修回日期: 2021-04-22)