

论 著

基于DCE-MRI表现的logistic回归分析模型在乳腺良恶性病变诊断中的应用*

刘刚虎* 汪 飞 程兰兰

胡汉金

安庆市立医院医学影像科(安徽 安庆 246003)

【摘要】目的 分析基于动态对比增强磁共振成像(DCE-MRI)表现的logistic回归分析模型在乳腺良恶性病变诊断中的应用。**方法** 回顾性分析2021年1月~2023年10月来我院进行乳腺检查患者161例临床资料。其中良性病变60例、恶性病变101例,分别纳入良性组(n=60)及恶性组(n=101)。分析两组DCE-MRI表现差异,进行单因素分析,利用二元Logistic回归分析构建乳腺良恶性病变诊断模型。采用受试者工作特征(ROC)曲线分析乳腺良恶性病变诊断模型的效能。**结果** 单因素分析显示,良性组与恶性组TIC曲线、BI-RADS分级、早期强化率、边缘形态及病灶大小比较差异有统计学意义($P<0.05$);二元Logistic回归分析结果显示,TIC曲线、BI-RADS分级、早期强化率、边缘形态及病灶大小是乳腺良恶性病变危险因素;构建logistic乳腺良恶性病变诊断模型 $Y = -0.633 + 0.645 \times \text{TIC} + 2.112 \times \text{BI-RADS} + 1.142 \times \text{早期强化率} + 1.136 \times \text{边缘形态} + 1.136 \times \text{病灶大小}$;ROC曲线分析显示该模型诊断效能,AUC为0.944,敏感度为83.33%,特异度为85.15%,提示该模型具有较高的诊断效能。**结论** 基于乳腺病变早期DCE-MRI表现的logistic诊断模型,能够筛选出对乳腺恶性病变鉴别诊断有意义的特征变量,对乳腺良恶性病变具有较高的诊断效能。

【关键词】 乳腺良恶性病变;
动态对比增强磁共振成像;
logistic回归分析模型

【中图分类号】R445.2

【文献标识码】A

【基金项目】安徽省高校科学研究重点项目
(2023AH053433)

DOI:10.3969/j.issn.1672-5131.2024.03.030

Application of Logistic Regression Analysis Model Based on DCE-MRI Findings in the Diagnosis of Benign and Malignant Breast Lesions*

LIU Gang-hu*, WANG Fei, CHENG Lan-lan, HU Han-jin.

Department of Medical Imaging, Anqing Municipal Hospital, Anqing 246003, Anhui Province, China

ABSTRACT

Objective To analyze the application of Logistic regression analysis model based on dynamic contrast-enhanced magnetic resonance imaging (DCE-MRI) findings in the diagnosis of benign and malignant breast lesions. **Methods** A retrospective analysis was performed on the clinical data of 161 patients undergoing breast examination in the hospital between January 2021 and October 2023. Among them, there were 60 cases with benign lesions in benign group and 101 cases with malignant lesions in malignant group. The differences of DCE-MRI findings between the two groups were analyzed, and univariate analysis was also performed. The diagnosis model for benign and malignant breast lesions was constructed by binary Logistic regression analysis, and diagnostic efficiency of the model was analyzed by receiver operating characteristic (ROC) curves. **Results** Univariate analysis showed that there were significant differences in TIC curves, BI-RADS grading, early enhancement rate, marginal morphology and lesion size between benign group and malignant group ($P<0.05$). The results of binary Logistic regression analysis showed that TIC curve, BI-RADS grading, early enhancement rate, marginal morphology and lesion size were risk signs of benign and malignant breast lesions. The Logistic model for the diagnosis of benign and malignant breast cancer was as follow: $Y = -0.633 + 0.645 \times \text{TIC} + 2.112 \times \text{BI-RADS} + 1.142 \times \text{early enhancement rate} + 1.136 \times \text{marginal morphology} + 1.136 \times \text{lesion size}$. ROC curves analysis showed that AUC, sensitivity and specificity of the model were 0.944, 83.33% and 85.15%, showing high diagnostic efficiency. **Conclusion** Logistic diagnostic model based on DCE-MRI findings of early breast lesions can screen out significant characteristic variables for the differential diagnosis of malignant breast lesions, which has high diagnostic efficiency for benign and malignant breast lesions.

Keywords: Benign and Malignant Breast Lesion; Dynamic Contrast-enhanced Magnetic Resonance Imaging; Logistic Regression Analysis Model

乳腺病变是女性常见、多发病之一,包括乳腺结节等良性病变与乳腺癌等恶性病变。乳腺是女性机体重要部分,一旦发生恶性病变,往往需要对乳房进行手术治疗,给女性生理及心理带来极大损害。近年来乳腺癌发病率逐渐上升,且出现年轻化趋势。根据2020年国际癌症研究机构(IARC)发布数据显示,乳腺癌新发病例约占全球新发癌症病例的11.7%,首次超过肺癌成为癌症发病率全球第一^[1]。中国乳腺癌患者占有所有癌症患者9.1%,也是中国女性癌症发病类型首位。乳腺癌死亡人数约占中国癌症死亡总数3.9%,占女性癌症死亡率第四位,严重危害女性健康^[2]。乳腺癌早期症状不明显,30%的女性确诊时已是晚期,错过最佳治疗期,影响女性生命质量。对乳腺良恶性病变进行准确鉴别对患者的治疗方案起决定性作用,从而改善预后。随着医学影像学的发展,动态增强MRI(dynamic contrast enhanced MRI, DCE-MRI)在乳腺良恶性病变诊断中广泛应用,DCE-MRI可以直观反映病灶的血流动力学特征,其较传统CT检查具有解剖图像清晰,无辐射等的优点^[3-4]。但影像学诊断乳腺疾病结果依赖操作者与新技术应用的熟练程度及诊断经验,存在“异病同影”的问题,缺乏特征性指标。如何提高影像学对乳腺疾病的诊断能力成为研究热点之一。因此学者们提出了乳腺癌的预测模型,利用数学模型结合影像学资料,做出更准确客观的诊断^[5]。因此,本研究基于多模态MRI影像学表现,采用logistic回归分析的方法构建乳腺良恶性病变诊断模型,旨在提高对乳腺良恶性病变鉴别诊断的水平。

1 资料与方法

1.1 一般资料 回顾性分析2021年1月至2023年10月来我院进行乳腺检查患者161例临床资料。

纳入标准: 术前两周内行乳腺MRI平扫和DCE-MRI扫描;均经手术病理证实疾病良恶性。排除标准:既往有其他恶性肿瘤病史或乳腺疾病史;有MRI禁忌证;不能耐受上臂上举。

最终纳入161例乳腺疾病患者,均为女性,经术后病理检查确诊。良性病变者60例:乳腺纤维腺瘤者35例,乳腺腺病16例,导管内乳头状瘤12例,部分患者合并多种良性病变;恶性病变者101例:浸润性导管癌76例,导管原位癌14例,浸润性小叶癌3例,浸润性乳腺癌3例,实性乳头状癌2例,粘液癌1例,腺样囊性癌1例,浸润性癌1例。分别纳入良性组及恶性组,见表1。

1.2 DCE-MRI扫描方法 采用德国西门子3.0T Skyra MR超导型扫描仪,检查前患者去

【第一作者】刘刚虎,男,主治医师,主要研究方向:胃肠造影、乳腺及骨肌系统。E-mail: lgh12211219@163.com

【通讯作者】刘刚虎

除身上金属物品,取俯卧位,双乳充分暴露、自然悬垂于线圈中心,双臂置于头两侧。检查过程中保持平静呼吸、避免移动和吞咽动作。

扫描序列和参数:轴位T₁WI:视野(Field of View, FOV)340mm×340mm、重复时间(repetition time, TR)450ms,回波时间(echo time,TE)为9.7ms、层厚/层间距 4mm/1mm、矩阵 320×320;T₂WI:TR4050ms、TE80ms;抑脂T₂WI:FOV 340mm×340mm,TR4200ms、TE60ms,层厚/层间距3mm/1mm,矩阵384×384。DWI序列:FOV340mm×340mm,TR/TE=7600/71ms,层厚/层间距5mm/1mm,矩阵160×160,b值(激励次数)为50s/mm²,1000s/mm²。

DCE-MRI:TR 4.7ms,TE 1.77ms,层厚 1.2mm,反转角10°,FOV 320mm×320mm,矩阵320×320。应用乳腺容积成像序列进行增强扫描,第一个时相先扫蒙片,随后采用高压注射器以2mL/s速率,注射0.2mmol/kg对比剂钆喷酸葡胺注射液和等量生理盐水,注入对比剂后行动态增强扫描,单期扫描时间为1min,共获得7期图像。

将所得数据及图像上传至Syngo工作站,由2名高年资乳腺放射科医师进行后处理及重建,判定诊断结果采用双盲法,意见不一致时共同协商认定。

1.3 统计方法 选择SPSS 20.0统计学软件进行统计分析,计数资料以率[n(%)]表示,比较采用χ²检验或Fisher精确检验;定量资料以平均数±标准差表示,比较采用t检验;非正态分布的定量

资料采用中位数(四分位数距)[M(Q)]表示,组间比较采用Mann-Whitney U检验。实施Logistic回归分析,建立Logistic回归模型;绘制受试者工作特征曲线(ROC)评估评价模型诊断能力;当P<0.05,表明差异有统计学意义。

2 结果

2.1 病例基本情况 两组腺体分型比较差异无统计学意义(P>0.05)。年龄、生育史等差异有统计学意义(P<0.05)。见表1。

单因素分析显示,两组TIC曲线、BI-RADS分级、早期强化率、边缘形态及病灶大小比较差异有统计学意义(P<0.05)。见表2。

2.2 影响乳腺良恶性病变赋值 二分类指标赋值为0、1,数值型赋值为实测值,病变良恶性赋值:良性病变=0,恶性病变=1。见表3。

2.3 影响乳腺良恶性病变二元Logistic回归分析 根据二元Logistic回归分析结果显示,TIC曲线、BI-RADS分级、早期强化率、边缘形态及病灶大小是乳腺良恶性病变危险征像。从而建立Logistic回归诊断模型为:Y= -0.633+0.645TIC曲线+2.112×BI-RADS分级+1.142×早期强化率+1.136×边缘形态+1.136×病灶大小,见表4。

2.4 二元Logistic诊断模型的评价与验证结果 采用ROC曲线评价基于DCE-MRI表现的Logistic回归分析乳腺良恶性诊断模型,敏感度83.33%,特异度为85.15%,ROC曲线下面积AUC为0.944,提示该模型具有较高的诊断效能。

表1 病例基本情况[n(%)]

因素	良性组 (n=60)	恶性组 (n=101)	Z/t值/Fisher	P
年龄(岁)	44.08±10.15	49.07±8.91	3.260	0.001
病程(d)	60(1,7200)	30(1,3600)	-2.606	0.009
生育史(n)				
已婚已育	56	101	6.905	0.018
未婚未育	4	0		
腺体分型(n)			6.905	0.276
致密型	37	47		
疏松型	2	9		
均衡型	17	36		
脂肪型	2	7		
其他	2	2		

表2 影响乳腺良恶性病变DCE-MRI危险因素分析[n(%)]

因素	良性组 (n=60)	恶性组 (n=101)	Fisher/χ ²	P值
TIC曲线(n)			71.794	<0.001
平台型	17	51		
流入型	39	5		
流出型(廓清型)	4	45		
BI-RADS分级(n)			85.153	<0.001
V级	2	45		
IV级	23	54		
III级	29	2		
II级	5	0		
早期强化率(n)			20.793	<0.001
≥100%	38	85		
50%~100%	11	16		
≤50%	11	0		
病灶形状(n)			1.993	0.158
椭圆形或类圆形	30	39		
不规则	30	62		
边缘形态(n)			10.560	<0.001
清晰	32	28		
欠清晰	28	73		
病灶位置(n)			3.593	0.166
左乳	26	45		
右乳	28	53		
双乳	6	3		
病灶大小(cm)	1.96±1.83	3.33±3.20	3.032	0.003

表3 影响乳腺良恶性病变DCE-MRI危险因素赋值

因素	赋值
病变良恶性	良性病变=0,恶性病变=1
TIC曲线	流入型=0,平台型或流出型=1
BI-RADS分级	III级或II级=0,IV级或V级=1
早期强化率	<100%=0,≥100%=1
边缘形态	清晰=0,欠清晰=1
病灶大小	实测值赋入

表4 影响乳腺良恶性病变二元Logistic回归分析

因素	SE	β	Wald	P	OR	95%CI
TIC曲线	0.319	0.645	1.906	0.044	1.906	1.020~3.562
BI-RADS分级	1.004	2.112	4.425	0.036	8.265	1.155~59.136
早期强化率	0.521	1.142	4.805	0.029	3.133	1.128~8.699
边缘形态	0.572	1.136	3.944	0.048	3.114	1.015~9.556
病灶大小	0.337	1.136	4.232	0.001	3.114	1.609~6.029

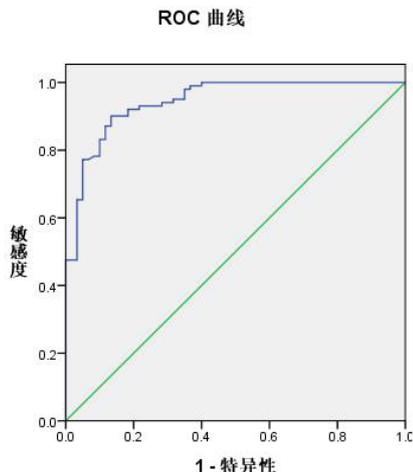


图1 Logistic乳腺良恶性诊断模型ROC曲线分析图

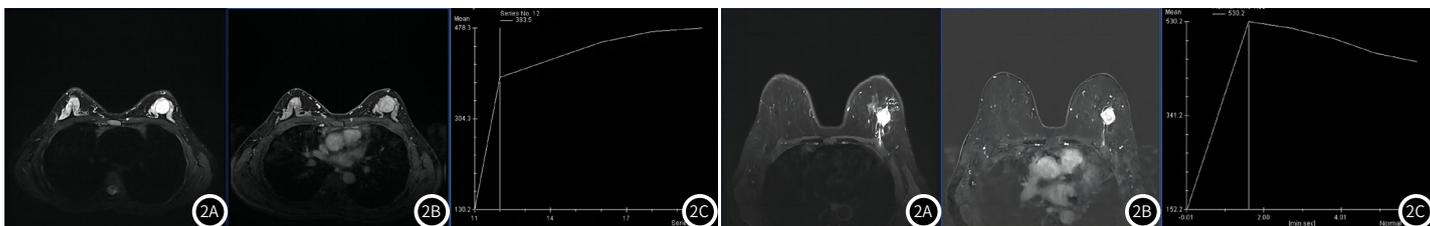


图2A-图2C 左乳乳腺纤维腺瘤；患者女，35岁，左乳乳腺纤维腺瘤。图2A MRI横轴位脂肪抑制T₂WI示左乳外上象限见一类圆形团块状高信号影，信号欠均匀，其内可见低信号分隔，境界清晰；图2B 病灶增强呈不均匀强化；图2C 动态增强后病变区时间-信号强度曲线图呈流入型。

图3A-图3C 左乳浸润性导管癌；患者女，61岁，左乳浸润性导管癌。图3A MRI横轴位脂肪抑制T₂WI示左乳外上象限见不规则分叶状肿块影，边缘可见毛刺，境界不清；图3B 增强后病灶明显强化，强化程度欠均匀，中心见斑点状相对低信号；图3C 动态增强后病变区时间-信号强度曲线图呈流出型。

3 讨论

乳腺恶性病变是妇女较为常见的肿瘤疾病，且发病率一直处于上升趋势。随着影像技术在医学领域的发展，MRI已成为乳腺良恶性病变临床鉴别重要方式。尤其是DCE-MRI技术，具有多序列成像、多参数、多方位等特点，且有较高的软组织的空间分辨率。TIC曲线可以反映病灶血流灌注情况，肿瘤强化特征及血流轮廓情况，可克服乳腺脂肪组织较多引起的环形伪影问题^[6-7]。但同时乳腺良恶性病变的组织结构差异较大，形态不规则、边界不清及内部砂砾样钙化等恶性肿瘤共同特征，在实际诊断中不一定同时具备，而且良、恶性肿瘤影像学资料存在部分征象重叠，难免影响诊断的准确性^[8-9]。二元Logistic回归分析，能够将统计学意义的因子从诸多因素中分析出，并进行各因子交互分析，起到筛选作用^[10-11]。因此，广泛应用于临床研究各种疾病诊断模型建立中。本研究通过分析DCE-MRI表现，构建乳腺良恶性病变的二元Logistic回归分析诊断模型，并进行ROC曲线判断该模型效能。

本研究应用DCE-MRI表现的资料，经过二分类Logistic回归分析，筛选出TIC曲线、BI-RADS分级、早期强化率、边缘形态及病灶大小5项特征变量具有统计学意义，提示其在乳腺良恶性病变鉴别诊断中的作用，需要着重观察。本研究建立诊断模型，ROC曲线研究结果显示，敏感度83.33%，特异度为85.15%，ROC曲线下面积AUC为0.944，提示该模型具有较高的诊断效能。基于DCE-MRI表现二元Logistic乳腺良恶性病变诊断模型，作为乳腺病变无创诊断工具，有良好的临床推广价值。

TIC曲线主要分为平台型、流入型、流出型(廓清型)，主要由MR的动态增强序列注射造影剂后，根据病灶强化程度在不同时相上的数值描绘，反映病灶血流动力学特征，对于病变性质判断有所帮助^[12]。研究结果显示良恶性病变TIC曲线比较差异性具有统计学意义。其机制在于良性、恶性病变对于造影剂的摄取和排泄速度不同所致，而恶性病变有较多的肿瘤新生血管，致使造影剂排泄较快。但肿瘤血管发育不良具有较高的血管通透性，加速肿瘤部位对比剂的渗出。因此，信号强度在短时间内迅速上升，达到峰值后呈下降趋势，TIC曲线多呈流出型^[13-14]。同理，信号强度迅速上升并达到峰值后，保持缓慢但稳定上升的流入型曲线更倾向于良性病变。但是同样良恶性病变曲线重叠较大，尤其是平台型曲线，需结合临床病理检查。DCE-MRI早期强化程度受病灶血管及血液灌注情况直接影响，因此，成为乳腺良恶性病变重要诊断参考指标^[15-16]。早期强化率 $\geq 100\%$ OR值为1.906，提示早期强化率 $\geq 100\%$ 患者发生乳腺恶性病变概率是小于100%的患者的近2倍，丁宁^[17]等研究结果显示乳腺病变良恶性诊断指标中早期强化率ROC曲线的AUC为0.783，也说明其在乳腺病变良恶性诊断中的重要性，与本研究结果具有一致性。乳腺癌具有多种形态特征，其中病灶形态不规则、边缘不整齐是其主要表现^[18-19]。本研究结果显示边缘形态不清晰是乳腺恶性病变独立危险因素。主要与恶性肿瘤的浸润性或不均衡生长有关，良性病变如纤维瘤等，呈现异常增殖，膨胀性生长状态，但并不侵入邻近组织，因此包膜完整，动态增强后呈现边界清楚、形态规则状态^[20-21]。而恶性病变因浸润倾向，包膜突破，呈现边缘不清楚、形态不规则^[22]。

综上所述，本研究建立基于DCE-MRI表现的logistic回归分析模型，能有效诊断乳腺良恶性病变，有助于乳腺病变早期诊断及制

订正确的治疗方案。本研究作为回顾性研究，存在一定局限性，本研究数据组来自一个医疗中心，且样本量相对较小，导致结果缺少泛化性和稳健性，需要进一步进行多中心数据分析。为了使模型更加简单，仅对用DCE-MRI序列提取的影像特征进行研究，这可能降低模型的效能，需要在后续研究中进一步深入探讨。

参考文献

- [1]Wilkinson L,Gathani T.Understanding breast cancer as a global health concern[J].Br J Radiol,2022,95(1130):20211033.
- [2]Arnold M,Morgan E,Rumgay H,et al.Current and future burden of breast cancer:global statistics for 2020 and 2040[J].Breast,2022,66:15-23.
- [3]蔡亲磊,张小花,陈洋.全数字化乳腺摄影联合动态增强MRI在含钙化灶腺病良恶性鉴别诊断中的应用[J].中国临床研究,2019,32(11):1564-1567,1570.
- [4]邵旭辉,张军胜,张华文,等.动态增强MRI、钼靶对致密型乳腺病变的诊断效能对比研究[J].中国CT和MRI杂志,2021,19(12):87-89.
- [5]马永刚,张莹,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.
- [6]丁芳芳,王巍巍,杨素君.DCE-MRI及DWI在乳腺癌诊断及化疗效果评估中的应用[J].中国CT和MRI杂志,2023,21(7):90-92.
- [7]史完全,董云云,李尚,等.常规超声、超声造影及动态增强核磁共振成像评估乳腺浸润性导管癌病灶大小的准确性研究[J].中国医学装备,2023,20(3):74-79.
- [8]张力堂,赵鑫,殷星.定量集成磁共振成像鉴别乳腺良恶性病变[J].南方医科大学学报,2022,42(4):457-462.
- [9]孙诗响,李卓琳,袁莉莎,等.合成MRI联合扩散加权成像对乳腺良恶性病变的鉴别诊断价值[J].中华放射学杂志,2021,55(6):597-604.
- [10]方舒,章伟,蒋政焱,等.MRI诊断乳腺非肿块样强化良恶性病变的Logistic分析[J].实用放射学杂志,2021,37(8):1290-1293,1301.
- [11]祝海怡,张丽,李成威,等.对比增强乳腺X线摄影技术曝光时间与乳腺良恶性病变关系的Logistic回归分析[J].临床放射学杂志,2022,41(9):1645-1648.
- [12]黄俊翔,郑潜新,蔡宏杰,等.MRI血流动力学半定量分析及形态学特征对乳腺良恶性囊实性病变的诊断价值[J].医疗卫生装备,2023,44(2):66-70.
- [13]郭静丽,刘浩,黄晓斌,等.MR动态增强TIC曲线联合表观弥散系数在乳腺良恶性病变中的应用价值[J].中国CT和MRI杂志,2022,20(9):97-98.
- [14]王亮,梅海清,彭红芬,等.纹理分析联合TIC曲线对乳腺浸润性导管癌与纤维腺瘤鉴别诊断的价值[J].磁共振成像,2021,12(10):53-56.
- [15]胡亮武,陈洪亮,周文强,等.乳腺癌动态增强MRI征象特征及病灶周围血管征与诺丁汉预后指数的相关性[J].实用肿瘤杂志,2023,38(3):281-285.
- [16]刘源源,王琳琳,敖锋.128层螺旋CT联合1.5T MRI动态增强对老年乳腺癌术后腋窝淋巴结转移的术前评估价值[J].中国老年学杂志,2022,42(1):45-49.
- [17]丁宁,陆淑娟,梁振,等.动态增强MRI早期强化比值联合病灶周围血管管径在鉴别乳腺良恶性病变中的价值[J].广西医学,2018,40(2):145-148.
- [18]杨文强,余青,唐铁雷,等.动态增强MRI对女性乳腺疾病性质的鉴别诊断价值研究[J].中国CT和MRI杂志,2021,19(11):99-101.
- [19]吴天斌,林桂涵,陈伟越,等.双能量CT定量参数联合形态学特征在乳腺癌腋窝淋巴结转移诊断中的应用价值[J].中国中西医结合影像学杂志,2023,21(3):304-309.
- [20]解福友,邱晓晖,刘艺超,等.3.0T乳腺动态增强MRI联合钼靶X线对直径 ≤ 2 cm乳腺小结节良恶性鉴别诊断价值[J].磁共振成像,2021,12(12):71-74.
- [21]连鹏,张秋芳,王利.动态对比增强磁共振成像及扩散加权成像在乳腺癌术前诊断中的应用[J].实用放射学杂志,2019,35(10):1599-1602.
- [22]张凌霄,杨宗利,邵娟娟.高频彩色多普勒超声联合弹性成像诊断乳腺结节的临床价值分析[J].医学影像学杂志,2021,31(6):993-996.

(收稿日期:2024-01-04)

(校对编辑:姚丽娜)