

论 著

乳腺简化磁共振(AB-MRI)对早期乳腺癌的诊断价值研究

王 冲 刘 畅 翟静静

孟 静 姜晓宇*

漯河市中心医院医学影像科

(河南 漯河 462300)

【摘要】目的 探究乳腺简化磁共振(AB-MRI)对早期乳腺癌的诊断价值。**方法** 选取2022年4月至2024年4月收治的89例疑似乳腺癌患者, 回顾性分析其病理学诊断结果及AB-MRI诊断结果, 依据病理学诊断结果分为恶性病变组、良性病变组, 对比两组AB-MRI检查结果, Logistic回归分析AB-MRI影像指标与早期乳腺癌的关系, 绘制受试者工作(ROC)曲线分析AB-MRI对早期乳腺癌的诊断价值。**结果** 经病理学诊断恶性病变有62例, 良性病变27例, 将62例恶性病变患者纳入恶性病变组、27例良性病变患者纳入良性病变组, 两组病灶分布、腺体类型无统计学意义($P > 0.05$); 两组形状、边缘、强化方式、血管评分、时间-信号强度曲线(TIC)、早期强化率分级有统计学意义($P < 0.05$), 恶性病变组 $ADC_{(b=1000)}$ 均小于良性病变组($P < 0.05$); Logistic回归分析显示, 血管评分、TIC、 $ADC_{(b=1000)}$ 与恶性病变有关($P < 0.05$), 形状、边缘、强化方式、早期强化率未进入回归模型($P > 0.05$); AB-MRI单一影像特征或参数诊断早期乳腺癌时, 以 $ADC_{(b=1000)}$ 的曲线下面积(AUC)值最高, 为0.853, 其诊断的敏感度、特异度分别为82.26%、81.48%; 以二元Logistic回归分析构建联合诊断模型, 联合诊断早期乳腺癌的AUC为0.934, 以0.54为最佳截断值, 联合诊断早期乳腺癌的敏感度、特异度分别为95.16%、85.19%。**结论** 基于AB-MRI的血管评分、TIC、 $ADC_{(b=1000)}$ 均可作为早期乳腺癌的诊断指标, 但都存在局限性, 而联合指标诊断时可进一步提高诊断效能及敏感度。

【关键词】乳腺癌; 乳腺简化磁共振; 诊断价值

【中图分类号】R737.9

【文献标识码】A

DOI:10.3969/j.issn.1672-5131.2026.01.027

Diagnostic Value of Abbreviated Magnetic Resonance Imaging (AB-MRI) in Early Breast Cancer

WANG Chong, LIU Chang, ZHAI Jing-jing, MENG Jing, LOU Xiao-yu*

Department of Medical Imaging, Luohe Central Hospital, Luohe 462300, Henan Province, China

ABSTRACT

Objective To investigate the diagnostic value of abbreviated magnetic resonance imaging (AB-MRI) in early breast cancer. **Methods** The pathological results and AB-MRI findings of 89 patients with suspected breast cancer who were admitted to the hospital from April 2022 to April 2024 were retrospectively analyzed. According to pathological results, patients enrolled were divided into the malignant lesion group and the benign lesion group. AB-MRI examination results of the two groups were compared. Logistic regression analysis was performed to analyze the relationship between AB-MRI parameters and early breast cancer. The receiver operating characteristic curve (ROC) was used to analyze the diagnostic value of AB-MRI in early breast cancer. **Results** Pathological results showed that there were 62 cases of malignant lesions and 27 cases of benign lesions. There were no statistically significant differences in the distribution of lesions and glandular types between the two groups ($P > 0.05$). There were statistically significant differences in shape, edge, enhancement mode, vascular score, time-intensity curve (TIC), and early enhancement rate between the two groups ($P < 0.05$). The ADC values in the malignant lesion group when B values were 500 and 1000 were lower than those in the benign lesion group ($P < 0.05$). Logistic regression analysis showed that vascular score, TIC, $ADC_{(b=1000)}$ were related to malignant lesions ($P < 0.05$). Shape, edge, enhancement mode, and early enhancement rate were not included in the regression model ($P > 0.05$). When a single AB-MRI feature or parameter was used to diagnose early breast cancer, the area under the curve (AUC) value of $ADC_{(b=1000)}$ was the largest, which was 0.853. Its sensitivity and specificity were 82.26% and 81.48%. The AUC of the joint diagnosis model for early breast cancer constructed based on logistic regression analysis results was 0.934. When the optimal cut-off value was 0.54, the sensitivity and specificity of joint diagnosis were 95.16% and 85.19%. **Conclusion** AB-MRI-based vascular score, TIC, and $ADC_{(b=1000)}$ can be used as diagnostic indicators for early breast cancer, but they all have limitations. Combined use of parameters can improve diagnostic efficacy and sensitivity.

Keywords: Breast Cancer; Abbreviated Magnetic Resonance Imaging; Diagnostic Value

乳腺癌是乳腺上皮组织过度增殖而导致的一种恶性肿瘤, 发病年龄段主要集中于45~55岁, 相关资料显示, 2020年全球乳腺癌新发病例约230万, 死亡病例约70万, 分别占癌症患者的24.5%、15.5%, 且在持续升高, 其发病率和死亡率位居女性恶性肿瘤前列^[1-3]。乳腺癌在初期无特异性症状, 容易被忽视, 多数患者确诊时已进入病情中后期, 严重影响了患者的预后及存活率, 故早期筛查、早发现、早治疗是预防乳腺癌的关键^[4]。组织病理检查是乳腺癌诊断的“金标准”, 但属有创检查, 常规应用存在局限^[5]。目前对于早期乳腺癌的筛查, 临床上常用的影像学检查手段包括超声、乳腺X线摄影、核磁共振(MRI)等^[6]; 超声检查会受操作者的影响, 易存在假阳性, 乳腺X线摄影在诊断致密性乳腺时容易漏诊, 都存在一定的局限性^[7]; 而MRI对软组织有着较高的分辨率, 可以有效的监测血流改变, 发现细微病变, 有较高的诊断准确性^[8]。但MRI常规序列存在序列繁多、扫描时间长等局限性, 导致其在乳腺癌的筛查中无法大批量使用, 而乳腺简化磁共振(AB-MRI)可显著缩短扫描时间, 且具有同样的诊断效能^[9-10]。目前, AB-MRI在我国早期乳腺癌筛查中的研究报道还相对较少, 故本文展开如下探究, 为乳腺癌的早期筛查提供临床依据。

1 资料与方法

1.1 一般资料 回顾性分析本院2022年4月至2024年4月收治的89例疑似乳腺癌患者。

纳入标准: (1)经手术或病理穿刺活检诊断, 有明确病理诊断结果; (2)年龄 ≥ 18 岁; (3)AB-MRI检查时间与手术间隔时间 < 2 周; (4)临床、影像资料完整。排除标准: (1)在此实验前接受过肿瘤相关治疗者; (2)合并其他恶性肿瘤; (3)MRI禁忌症患者; (4)孕产妇患者; (5)图像质量差者; (6)合并精神类疾病者。患者均为女性, 年龄18~80岁, 平均(49.11 \pm 14.67)岁。本研究经医院伦理委员会批准。

1.2 方法 AB-MRI检查方法如下: 使用MR 750型 3.0 T MRI系统(美国GE公司)进行扫描; 患者取俯卧位, 双乳自然垂直于线圈内, 参数如下: (1)T2加权成像(T2WI): TE=95.6 ms, TR=10820 ms, 层厚4 mm, 间隔1 mm, FOV 340 mm, 矩阵为384 \times 384; (2)T1加权成像(T1WI): TE=2.3 ms, TR=4.9 ms, 层厚1 mm, FOV 320 mm, 矩阵为320 \times 320; (3)扩散加权成像(DWI): TE=Minimum, TR=3000 ms, 层厚4 mm, 间隔1 mm, FOV 340 mm, 矩阵为128 \times 128, b值为50和1000 s/mm², 时间150 s; (4)动态增强扫描: 先平扫蒙片, 再注射对比剂, 6期动态增强, 118 s/时相, TE=2.3 ms,

【第一作者】王 冲, 男, 副主任医师, 主要研究方向: 磁共振成像技术和诊断。E-mail: damoguaiwc@163.com

【通讯作者】姜晓宇, 男, 主任医师, 主要研究方向: 功能磁共振和分子影像。E-mail: plhlyx@qq.com

TR=4.9 ms, 层厚1 mm, FOV 320 mm, 矩阵为320 × 320, 时间11 min 55 s。

1.3 图像分析 将DCE蒙片与第1期增强扫描结果传输至工作站进行处理, 选择感兴趣区, 绘制时间-信号强度曲线(TIC), 并计算早期强化率, 测量ADC值, 同时查看并记录病灶分布、腺体类型、强化方式、血管评分等^[11]; 根据Sardanelli血管评分将血管数目分别赋予0~4分^[12]。所有图像由2位临床经验丰富的高级职称影像诊断医师进行影像分析, 结果采取一致性原则, 当2位医师意见相左时, 由上一级高年资医师进行诊断。

1.4 统计学方法 数据采用SPSS 26.0进行分析, 计量资料用($\bar{x} \pm s$)表示, t检验; 计数资料以例(%)描述、 χ^2 检验; 受试者工作特征(ROC)曲线分析诊断价值, 以曲线下面积(AUC)反映诊断效能, 检验水准 $\alpha=0.05$ 。以二元Logistic回归分析构建联合诊断模型并进行Hosmer-Lemeshow检验。

2 结果

2.1 病理诊断结果 本研究纳入89例患者, 经病理诊断恶性病变有62例, 良性病变有27例, 见表1。

2.2 AB-MRI检查结果 根据病理诊断结果将89例患者分为恶性病变组、良性病变组; 两组病灶分布、腺体类型无统计学意义($P>0.05$); 两组形状、边缘、强化方式、血管评分、TIC、早期强化率分级有统计学意义($P<0.05$), 恶性病变组ADC_(b=1000)均小于良

性病变组($P<0.05$), 见表2。

2.3 AB-MRI诊断早期乳腺癌的Logistic回归分析 以是否发生恶性病变(是=1、否=0)为因变量, 形状(圆形或椭圆形=1、不规则或有毛刺=2)、边缘(清晰=1、模糊=2)、强化方式(肿块样=1、非肿块样=2)、血管评分、TIC(上升型=1、平台型=2、流出型=3)、早期强化率($<50\%=1$ 、 $50\% \sim 100\%=2$ 、 $>100\%=3$)、ADC_(b=1000)为自变量作Logistic回归分析, 结果显示, 血管评分、TIC、ADC_(b=1000)与发生恶性病变有关($P<0.05$), 形状、边缘、强化方式、早期强化率未进入回归模型($P>0.05$), 见表3。

2.4 AB-MRI单一影像特征、参数对早期乳腺癌的诊断价值 AB-MRI单一指标诊断早期乳腺癌时, 以ADC_(b=1000)的AUC值最高, 并显著高于血管评分($Z=2.391$ 、 $P=0.017$), 但与TIC差异无统计学意义($Z=0.789$ 、 $P=0.430$); ADC_(b=1000)诊断早期乳腺癌的敏感度、特异度分别为82.26%、81.48%, 见表4、图1。

2.5 AB-MRI联合指标诊断对早期乳腺癌的诊断价值 以二元Logistic回归分析构建联合诊断模型, $\log(p)=8.220+0.791 \times$ 血管评分 $+2.513 \times$ TIC $-13.704 \times$ ADC_(b=1000), 经Hosmer-Lemeshow检验 $\chi^2=7.942$ 、 $P=0.439$; 其联合指标诊断早期乳腺癌的AUC为0.934, 以0.54为最佳截断值, 联合诊断早期乳腺癌的敏感度、特异度分别为95.16%、85.19%, 见表5、图2。表5 AB-MRI联合指标诊断对早期乳腺癌的诊断价值

2.6 典型病例 见图3。

表1 病理诊断结果(例, %)

病理结果	例数	占比(%)
良性病变(n=27)		
腺病	8	8.99
导管内乳头状瘤	5	5.62
良性叶状肿瘤	2	2.25
乳腺炎	4	4.49
纤维腺瘤	8	8.99
恶性病变(n=62)		
浸润性导管癌	37	41.57
浸润性小叶癌	5	5.62
导管原位癌	11	12.36
小叶原位癌	5	5.62
黏液癌	2	2.25
大汗腺癌	2	2.25

表2 AB-MRI检查结果[(例, %)]

AB-MRI检查结果	恶性病变组(n=62)	良性病变组(n=27)	t/ χ^2 值	P值
病灶分布(例)				
左乳	36(58.06)	12(44.44)	1.404	0.236
右乳	26(41.94)	15(55.56)		
腺体类型(例)				
致密型	47(75.81)	17(62.96)	1.536	0.215
非致密性	15(24.19)	10(37.04)		
形状				
圆形或椭圆形	25(40.32)	19(70.37)	6.793	0.009
不规则或有毛刺	37(59.68)	8(29.62)		
边缘				
清晰	22(35.48)	16(59.26)	4.346	0.037
模糊	40(64.52)	11(40.74)		
强化方式(例)				
肿块样	45(72.58)	10(37.03)	11.425	0.001
非肿块样	17(27.42)	17(62.96)		
血管评分(例)				
0分	18(29.03)	17(62.96)	9.420	0.024
1分	11(17.74)	3(11.11)		
2分	27(43.55)	5(18.52)		
3分	6(9.68)	2(7.41)		
TIC(例)				
上升型	6(9.68)	15(55.56)	25.750	<0.001
平台型	31(50.00)	11(40.74)		
流出型	25(40.32)	1(3.70)		
早期强化率(例)				
<50%	6(9.68)	8(29.62)	10.850	0.004
50%~100%	5(8.06)	6(22.22)		
>100%	51(82.26)	13(48.15)		
ADC($\times 10^{-3}$ mm ² /s)				
ADC(b=1000)	0.85 \pm 0.13	1.06 \pm 0.12	7.166	<0.001

表3 AB-MRI诊断早期乳腺癌的Logistic回归分析

变量	β	SE	Wald χ^2	P	OR	95%CI
形状	0.376	0.841	0.199	0.665	1.456	0.280~7.570
边缘	0.332	0.812	0.168	0.682	1.394	0.284~6.850
强化方式	-0.836	0.886	0.948	0.330	0.422	0.074~2.396
血管评分	0.856	0.403	4.518	0.034	2.353	1.069~5.181
TIC	2.289	0.694	10.877	0.001	9.861	2.531~38.422
早期强化率	0.435	0.562	0.600	0.439	1.545	0.514~4.659
ADC(b=1000)	-12.121	3.770	10.339	0.001	0.000	0.000~0.009
常量	6.319	4.661	1.735	0.188	21.532	

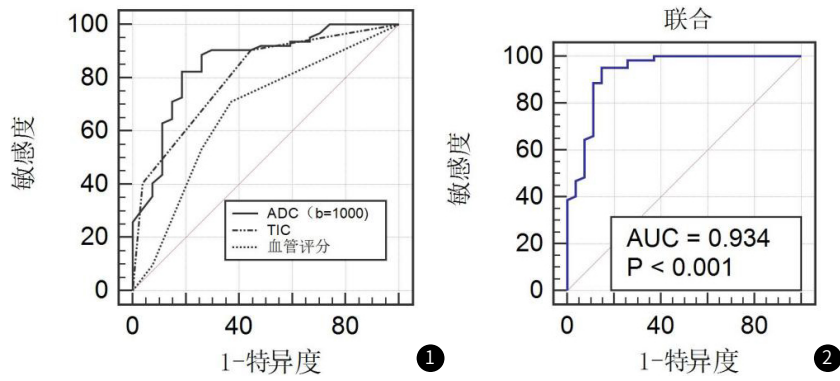


图1 AB-MRI单一诊断对早期乳腺癌的诊断价值图。图2 AB-MRI联合诊断对早期乳腺癌的诊断价值图。

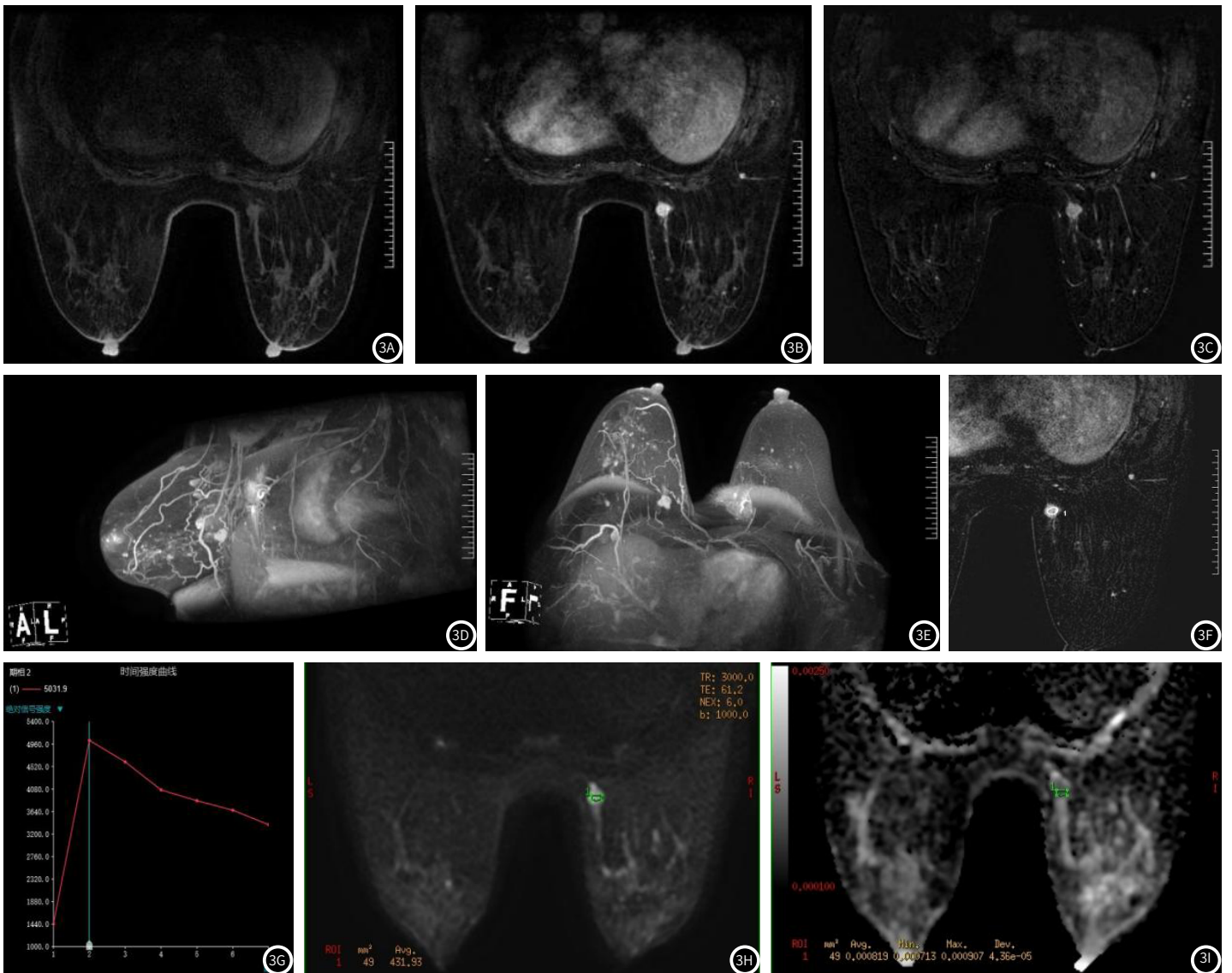


图3 典型病例AB-MRI图。

表4 AB-MRI单一影像特征或参数对早期乳腺癌的诊断价值

检测指标	AUC	95%CI	Z	P	约登指数	最佳截断值	敏感度(%)	特异度(%)
血管评分	0.669	0.561~0.765	2.623	0.009	0.339	1分	70.97	62.96
TIC	0.802	0.704~0.879	6.067	<0.001	0.459	2*	90.32	55.56
ADC(b=1000)	0.853	0.762~0.919	7.806	<0.001	0.637	$0.95 \times 10^{-3} \text{mm}^2/\text{s}$	82.26	81.48

注: TIC赋值: 上升型=1、平台型=2、流出型=3。

表5 AB-MRI联合指标诊断对早期乳腺癌的诊断价值

	β	SE	Wald χ^2	P	OR	95%CI
血管评分	0.791	0.389	4.135	0.042	2.206	1.029~4.730
TIC	2.513	0.648	15.034	0.000	3.513	1.521~5.452
ADC(b=1000)	-13.704	3.563	14.793	0.000	0.000	0.000~0.001
常量	8.220	3.211	6.553	0.010	0.000	

3 讨论

乳腺癌是常见恶性肿瘤，其发病率约占新发恶性肿瘤的23%，并在逐年升高且趋于年轻化，严重危害了人们的生命健康，但若能在疾病早期接受根治性切除手术，则可以获得相对良好的生存预后，因此早期诊断至关重要^[13-14]。但当前乳腺癌的诊断金标准仍以病理组织活检为主，为有创检查方式，难以作为常规诊断方式临床推广^[15]。影像学检查方式作为主要的辅助诊断手段被广泛应用，其中乳腺X线摄影虽有助于乳腺癌的早期诊断，但其受限于乳房体积，对于体积较小者并不适用，且在诊断致密性乳腺时容易漏诊或误诊，超声检查无辐射、且不受乳腺致密性的影响，但受到操作者的影响，易存在假阳性^[16]；而MRI对软组织有着较高的分辨率，且灵敏度较高，其在高危患者中的诊断灵敏度为92%，此外，MRI可重复性好、且无电离辐射，但常规MRI因扫描时间较长、费用较高等局限性，未能推广使用^[17]。Petrillo A等^[18]报道AB-MRI可以缩短扫描时间、节约成本，且诊断准确性不受影响。因此本文选择AB-MRI展开如下探究。

本研究纳入89例患者，经病理诊断恶性病变有62例，良性病变有27例，将62例恶性病变患者纳入恶性病变组，将27例良性病变患者纳入良性病变组，对比两组AB-MRI检查结果，结果显示，两组病灶分布、腺体类型无统计学意义；但两组形状、边缘、强化方式、血管评分、TIC、早期强化率分级有统计学意义，恶性病变组ADC_(b=1000)均小于良性病变组。继续以是否发生恶性病变为因变量，形状、边缘、强化方式、血管评分、TIC、早期强化率、ADC_(b=1000)为自变量作Logistic回归分析，结果显示，血管评分、TIC、ADC_(b=1000)与发生恶性病变有关，形状、边缘、强化方式、早期强化率未进入回归模型；说明血管评分较高、TIC为平台型或流出型、ADC_(b=1000)相对较小时，易发生恶性病变，提示血管评分、TIC、ADC_(b=1000)与乳腺恶性病变有关，因此本研究分别对上述三个AB-MRI影像特征或参数开展ROC曲线分析。

ROC曲线分析显示，AB-MRI单一血管评分诊断的AUC为0.669，灵敏度为70.97%，特异度仅为62.96%，诊断效能一般；分析原因，乳腺癌作为血管依赖性疾病，肿瘤部位血供相对丰富，而丰富的血供有利于促进癌细胞的生长和转移，这也是血管评分可作为鉴别乳腺良恶性病变的重要方式，但部分乳腺癌早期血管变化不显著，加之不同患者血管结构、分布也不尽相同，因此AB-MRI单一血管评分鉴别乳腺良恶性的效能一般^[19]。另本研究中，单一TIC诊断乳腺良恶性的AUC为0.802，灵敏度高达90.32%，但特异度仅为55.56%，分析原因可能是TIC反映了在扫描过程中对比剂在病灶内随时间的变化特点，这一变化特点是对病灶血管密度、血管通透度的体现，乳腺癌患者血供丰富，血流速度较快，表现出造影剂注射后，强化达到峰值，处于稳定状态或达到峰值后快速下降，即表现为平台型或流出型，从而帮助临床诊断，但同样的，TIC的诊断依赖病变组织微循环变化，早期乳腺癌微循环改变欠显著，可导致这一变化难以准确，影响诊断效能，再者，在乳腺良恶性病变在平台型曲线上存在交叉重叠^[20-21]。而ADC_(b=1000)单一诊断时，虽高于血管评分、TIC的AUC值及特异度，但敏感组仅为82.26%。分析原因可能是恶性肿瘤细胞增殖速度快，细胞密度高，导致细胞之间的间隙变小，同时，由于生物膜的限制，诸多因素共同作用下，阻止了恶性肿瘤细胞内水分子的扩散，从而导致恶性肿瘤患者的ADC值降低，因此低ADC值意味着高恶性肿瘤风险；但实际临床上，一方面并非所有乳腺癌都呈现高细胞密度，

且病变组织纤维成分、坏死区域及血管分布等均会影响ADC值，加之在检查过程中，感兴趣区域的勾勒也可能影响ADC值^[22]。由此可见，AB-MRI检查用于早期乳腺癌诊断时，单一影像特征或参数均存在不同程度的局限性。因此，本研究进一步构建诊断模型来开展联合诊断，经Hosmer-Lemeshow检验诊断模型的拟合度良好，联合指标诊断早期乳腺癌的AUC为0.934，高于单一影像特征或参数诊断时的AUC值，以0.54为最佳截断值，联合指标诊断早期乳腺癌的敏感度也上升至95.16%，特异度也达到85.19%，均高于单一指标诊断；说明联合诊断模型的诊断效能更高。

综上所述，基于AB-MRI的血管评分、TIC、ADC_(b=1000)均可作为早期乳腺癌的诊断指标，但联合可进一步提升诊断效能，尤其是敏感度，考虑单一TIC、ADC_(b=1000)诊断的优势，临床在实践中或可依据患者个体状态选择恰当的单一或联合诊断方式以满足临床诊断需求。当然，本研究样本量较小，可能存在统计学偏倚，有待于进行大样本量或多中心研究。

参考文献

- [1] Burtstein H J, Curigliano G, Thürlimann B, et al. Customizing local and systemic therapies for women with early breast cancer: the St. Gallen International Consensus Guidelines for treatment of early breast cancer 2021 [J]. *Ann Oncol*, 2021, 32 (10): 1216-1235.
- [2] Sung H, Ferlay J, Siegel R L, et al. Global cancer statistics 2020: GLOBOCAN estimates of incidence and mortality worldwide for 36 cancers in 185 countries [J]. *CA Cancer J Clin*, 2021, 71 (3): 209-249.
- [3] 方晓政, 徐可佩, 胡嘉捷, 等. 乳腺MRI影像组学联合21基因检测预测乳腺癌复发风险的研究进展 [J]. *中国医学计算机成像杂志*, 2023, 29 (1): 102-105.
- [4] 李娟, 韩颖, 姜丹凤. CCL5的表达与早期乳腺癌患者的临床病理参数及预后的关系 [J]. *中国卫生统计*, 2020, 37 (2): 276-277.
- [5] 梁有洋, 郝明炫, 郭蕊, 等. 乳腺癌早期筛查和诊断生物标志物研究进展 [J]. *生物工程学报*, 2023, 39 (4): 1425-1444.
- [6] 张冬雪, 段苗婷, 李卓琳, 等. 数字乳腺断层X线成像技术在乳腺癌筛查中的应用 [J]. *放射学实践*, 2020, 35 (7): 938-940.
- [7] 田凤娟, 胡秀华, 何杰, 等. 乳腺核磁共振简易序列在乳腺肿瘤筛查中的应用价值 [J]. *中华健康管理学杂志*, 2020, 14 (2): 160-164.
- [8] Kuhl C K. Abbreviated magnetic resonance imaging (MRI) for breast cancer screening: rationale, concept, and transfer to clinical practice [J]. *Annu Rev Med*, 2019, 70: 501-519.
- [9] Greenwood H I. Abbreviated protocol breast MRI: the past, present, and future [J]. *Clin Imaging*, 2019, 53: 169-173.
- [10] 连舟洋, 陈锴元, 陈显赞, 等. MRI简化方案与标准方案在乳腺癌筛查中的应用比较 [J]. *暨南大学学报(自然科学与医学版)*, 2024, 45 (3): 291-297.
- [11] 周雅韵, 谢瑾, 张蓓, 等. 常规超声、超声造影、钼靶X线、磁共振成像及联合检测对早期乳腺癌患者的诊断价值 [J]. *贵州医科大学学报*, 2023, 48 (2): 172-176.
- [12] Sardaneli F, Iozzelli A, Fausto A, et al. Gadobenate dimeglumine-enhanced MR imaging breast vascular maps: association between invasive cancer and ipsilateral increased vascularity [J]. *Radiology*, 2005, 235 (3): 791-797.
- [13] 戚坤, 郑红, 董景兰, 等. 超声S-Detect技术联合乳腺简化MRI对早期乳腺癌的诊断效能 [J]. *河北医药*, 2024, 46 (12): 1796-1800.
- [14] 田捷, 杨芝华, 刘琴, 等. MRI动态增强与DWI扫描结合在乳腺癌诊断及新辅助化疗疗效评估中的应用研究 [J]. *中国CT和MRI杂志*, 2024, 22 (4): 86-88.
- [15] 宋鹏杰, 王艳蕾, 孙晨, 等. 基于真实世界数据的乳腺超声人工智能诊断和X射线钼靶摄影检查在早期乳腺癌筛查中的对比研究 [J]. *中国医学装备*, 2023, 20 (9): 20-24.
- [16] 杨物, 刘强. 美国国家综合癌症网络临床实践指南: 乳腺癌(2020V4)更新解读 [J]. *临床外科杂志*, 2021, 29 (1): 16-19.
- [17] 姜满方, 范明, 许茂盛, 等. 基于多参数磁共振影像组学的乳腺癌病理信息预测模型研究 [J]. *中国生物医学工程学报*, 2020, 39 (5): 513-523.
- [18] Petrillo A, Fusco R, Sansone M, et al. Abbreviated breast dynamic contrast-enhanced MR imaging for lesion detection and characterization: the experience of an Italian oncologic center [J]. *Breast Cancer Res Treat*, 2017, 164 (2): 401-410.
- [19] 雷鸣峰, 邓宏亮, 金汉葵, 等. 磁共振成像评价乳腺血供在乳腺良恶性疾病鉴别诊断中的价值 [J]. *中国CT和MRI杂志*, 2020, 18 (10): 70-73, 封2.
- [20] 郑超, 苏娟, 盛杰鑫, 等. 乳腺癌患者病灶血流时间-信号强度曲线类型、表现弥散系数与化疗疗效相关性分析 [J]. *陕西医学杂志*, 2021, 50 (12): 1521-1524.
- [21] 罗宁斌, 苏丹柯, 黄向阳, 等. 乳腺癌新辅助化疗前后MR扩散加权成像ADC值与Ki-67表达水平的相关性研究 [J]. *临床放射学杂志*, 2018, 37 (6): 922-925.
- [22] 陈寿让, 杨志全, 陈涛, 等. 基于联合DCE-MRI灌注参数、ADC值和临床特征模型对HER-2过表达型乳腺癌的诊断价值 [J]. *实用放射学杂志*, 2024, 40 (7): 1083-1086, 1110.

(收稿日期: 2025-03-12)

(校对编辑: 姚丽娜)