

论 著

3.0T-MRI表观扩散系数在乳腺癌预后和病理分型的应用价值

曾辉 辛娟 陆鹏
王红*新疆医科大学第二附属医院医学影像中心
(新疆 乌鲁木齐 830063)

【摘要】目的 探讨3.0T-MRI表观扩散系数在乳腺癌预后和病理分型的应用价值。**方法** 回顾性收集2018年2月~2022年1月于我院诊断为乳腺癌患者136例纳入试验组。根据5年内随访情况分为未复发组(104例)和复发组(32例)。同期选择136例术后病理证实良性肿瘤患者为对照组。收集受试者的一般资料、病理资料及ADC值。比较试验组与对照组患者的DWI信号强度分布情况,不同b值下不同病理类型乳腺癌ADC平均值,ROC曲线分析ADC对乳腺癌病理分型的预测价值;比较未复发组和复发组患者的一般临床资料,使用Logistic回归分析患者复发的影响因素,ROC曲线分析ADC值对乳腺癌患者术后复发的预测价值,并进行生存曲线分析。**结果** 试验组的ADC值明显低于对照组;不同病理类型均表现为, $b=2000\text{s/mm}^2$ 时的ADC值低于 $b=1000\text{s/mm}^2$ 时的ADC值; b 分别为 1000s/mm^2 、 2000s/mm^2 时试验组和对照组均表现为,浸润型癌(小叶原位癌、导管内原位癌)平均ADC值明显低于非浸润型癌(浸润型导管癌、浸润型小叶癌); b 值分别为 1000s/mm^2 、 2000s/mm^2 时,ADC对乳腺癌病理分型的预测AUC分别为0.718(95%CI: 0.692~0.852, $P<0.001$)、0.846(95%CI: 0.724~0.872, $P<0.001$); ADC值是影响患者术后复发的独立因素; ADC值取 $1.046\times 10^{-3}\text{mm}^2/\text{s}$ 时,具有较高的敏感度(83.46%)和特异度(76.33%),ROC曲线下面积(AUC)为0.718。根据术后复发ADC最佳临界值 $1.046\times 10^{-3}\text{mm}^2/\text{s}$ 将试验组患者分为高风险组(38例)和低风险组(98例),高风险组患者5年复发风险为92.11%(35/38)明显高于低风险组76.53%(75/98);差异有统计学意义($P<0.05$)。**结论** DWI对乳腺癌恶性评估有一定临床意义;不同b值下ADC值对于乳腺癌病理分型有一定的临床诊断意义,且可为预测乳腺癌患者术后5年复发情况提供依据。

【关键词】 乳腺癌; 3.0T-MRI; 表观扩散系数; 预后; 病理分型

【中图分类号】 R737.9

【文献标识码】 A

DOI:10.3969/j.issn.1672-5131.2023.11.025

Study on the Application Value of 3.0T-MRI Apparent Diffusion Coefficient in Prognosis and Pathological Type of Breast Cancer

ZENG Hui, XIN Juan, LU Peng, WANG Hong*

Medical Imaging Center, The Second Affiliated Hospital of Xinjiang Medical University, Urumqi 830063, Xinjiang Uygur Autonomous Region, China

ABSTRACT

Objective To explore the application value of 3.0T-MRI apparent diffusion coefficient in prognosis and pathological type of breast cancer. **Methods** 136 patients with breast cancer diagnosed in our hospital from February 2018 to January 2022 were collected and included in the trial group. According to the follow-up within 5 years, the patients were divided into non-recurrence group ($n=104$) and recurrence group ($n=32$). In the same period, 136 patients with non-malignant tumors confirmed by postoperative pathology were selected as the control group. The general clinical data, pathological data and ADC value of breast cancer patients were collected. The distribution of DWI signal intensity was compared between the experimental group and the control group, the average value of ADC in different pathological types of breast cancer under different b values, and the predictive value of ADC in pathological type of breast cancer analyzed by ROC curve. The general clinical data of non-recurrent group and recurrent group were compared. Logistic regression analysis was used to analyze the independent risk factors of postoperative recurrence of breast cancer patients. **Results** the ADC value of the trial group was lower than that of the control group, and the average ADC value of invasive carcinoma (lobular carcinoma in situ and ductal carcinoma in situ) was lower than that of non-invasive carcinoma (invasive ductal carcinoma and invasive lobular carcinoma) when b was 1000s/mm^2 and 2000s/mm^2 , respectively. When the b values were 1000s/mm^2 and 2000s/mm^2 respectively, the AUC of ADC for pathological type of breast cancer were 0.718 (95%CI: 0.692~0.852, $P<0.001$) and 0.846 (95%CI: 0.724~0.872, $P<0.001$). ADC value was an independent risk factor for postoperative recurrence of breast cancer. When the ADC value is $1.046\times 10^{-3}\text{mm}^2/\text{s}$, it had high sensitivity (83.46%) and specificity (76.33%), and the AUC was 0.718. According to the optimal critical value of postoperative recurrence ADC $1.046\times 10^{-3}\text{mm}^2/\text{s}$, the patients in the trial group were divided into high risk group ($n=38$) and low risk group ($n=98$). The 5-year recurrence risk in high risk group (92.11%) was significantly higher than that in low risk group (76.53%). **Conclusion** DWI has certain clinical significance in the evaluation of benign and malignant breast cancer, the DWI images of breast cancer patients are mainly high signal intensity, and the ADC values under different b values have certain clinical significance for the pathological type of breast cancer, and can provide a basis for predicting the recurrence of breast cancer patients 5 years after operation.

Keywords: Breast Cancer; 3.0T-MRI; Apparent Diffusion Coefficient; Prognosis; Pathological Type

有研究报道^[1], 发达国家中每8位妇女就有1位乳腺癌患者。我国女性乳腺癌发病率也逐年递增, 且增长速度比发达国家高1%~2%^[2-3]。虽然超声及钼靶X线摄片作为乳腺癌的传统影像诊断方式, 提高了乳腺癌检出及诊断率, 但对良恶性病变特别是致密型乳腺的鉴别仍有很大局限性, 亚洲女性大多乳腺结构致密, 乳腺脂肪含量较少, 极易误诊漏诊^[4]。乳腺癌在分子水平呈高度特异性, 不同病理分型表现出不同生物学行为, 预后差异也较大^[5]。相比于传统影像学技术, 磁共振成像(MRI)技术对软组织分辨率较高, 已被广泛应用于临床实践中。3.0T-MRI是全球最先进的超高场磁共振机器, 具有图片更加清晰, 定位更加准确, 可处理超高分辨率图像数据流, 安全性能好等优点^[6-7]。随着MRI领域的开拓, 扩散加权成像(DWI)技术也逐渐被应用于乳腺疾病诊断中, 其基本原理是通过检测机体组织中水分子布朗运动来判断乳腺疾病, 再通过表观扩散系数(ADC)值对这种运动进行量化, 从分子水平上鉴别异常乳腺与正常乳腺。自Englander^[8]首次将DWI应用于乳腺病变诊断以来, 已有很多学者^[9]探讨DWI在乳腺病变中的应用价值以及ADC与雌激素受体(ER)、孕激素受体(PR)等不同预后因子的相关性。此外, 目前大多研究只运用单一b值DWI-ADC参数与乳腺癌预后因子进行分析, 且结果有所不同^[10]。然而, 鲜有研究探讨ADC值对乳腺癌预后复发的预测价值。本研究旨在探讨不同b值下ADC值对乳腺癌病理分型的诊断价值, 以及ADC值对乳腺癌预后复发的预测价值, 旨在为临床实践提供理论依据。

1 资料与方法

1.1 病理资料 回顾性收集2018年2月至2022年1月于我院诊断为乳腺癌患者136例纳入试验组。

纳入标准: 肿瘤边缘距乳头距离大于3cm; 临床资料完整; 长期随访资料完整; 经病理及影像学确诊为乳腺癌; 病理活检前行DWI检查, 可明确测量病灶ADC值。排除标准: 病灶总数>2个, 单病灶直径<1cm; 术前有接受其他抗肿瘤治疗或放、化疗治疗;

【第一作者】 曾辉, 男, 主治医师, 主要研究方向: 消化、生殖系统影像诊断。E-mail: zenghui230@126net.com.cn

【通讯作者】 王红, 女, 主任医师, 主要研究方向: 中枢神经系统影像诊断。E-mail: 13699963728@163.com

诊断时出现局部区域复发或远处转移；MRI图像质量差、伪影重；病灶不能同时被T₂WI、DWI和DCE-MRI序列检出。同期选择术后病理证实良性肿瘤136例为对照组。本研究已经我院伦理委员会批准，并经患者知情同意。

1.2 一般资料收集 收集患者的年龄、婚姻情况、生育情况、月经状况、肿瘤家族史、病程、T分期(T₁期、T₂期、T₃期)、肿瘤位置(左乳、右乳)、肿瘤直径、病理分型、淋巴结转移、激素受体(ER、PR、HER2、Ki-67)、ADC值。

1.3 MRI检查 所有患者均采用philips 3.0 MRI扫描仪进行扫描，使用乳腺专用线圈。患者取俯卧位，乳房自然下垂，矢状位平扫时进行单侧乳房扫描，平扫冠状面和横断面时双侧乳房同时进行扫描。扫描参数：均采用T₁WI-SPGR序列、T₂WI-SPAIR序列及DWI序列、T₂WI-FSE序列扫描，然后将图像上传到后处理工作站，使用感兴趣区(ROI)分别测量病变的ADC值。

1.4 诊断标准 图像分析：由2名高职影像医师，使用双盲法对MRI图像阅片，若意见不一，经过讨论得到同意诊断结果；在后处理时选择ROI并测量ADC值。DWI：选取5个避开钙化、出血、液化、坏死及囊变病灶较清晰的ROI，计算不同b值下ADC平均值。

1.5 随访 随访从初次确诊为乳腺癌开始至患者死亡或截止2022

年1月随访结束。术后2年每3个月复查1次，术后第3年开始每6个月复查1次。根据术后随访情况分为未复发组(104例，无局部复发和远处转移)和复发组(32例，局部复发或/和远处转移)。

1.6 统计学方法 数据分析采用SPSS 22.0软件。计量资料采用($\bar{x} \pm s$)表示，采用t检验分析，计数资料采用率(%)的形式表示，组间比较采用 χ^2 检验。采用Logistic回归分析乳腺癌术后复发因素；ROC曲线分析ADC对乳腺癌病理分型以及术后复发的预测价值；使用Kaplan-Meier法分析不同ADC值患者术后5年内复发情况。检验水准 $\alpha=0.05$ 。

2 结果

2.1 乳腺癌患者MRI-DWI检查情况 图1为一名41岁女性患者，左乳占位，T₁WI可见左乳外上象限类圆形肿块，病灶呈低信号影，见图1A；T₂WI可见病灶信号不均匀，中心高信号影，见图1B；DWI病灶弥散受限呈高信号影，见图1C；图1D为b=1000s/mm²时ADC值，显示较好的背景抑制，病变显示清晰，图1E为b=2000s/mm²时测得的ADC值，亦取得较好的背景抑制，但病变显示较b=1000s/mm²时欠清晰；该患者术后病理证实为浸润型导管内癌，见图1F。

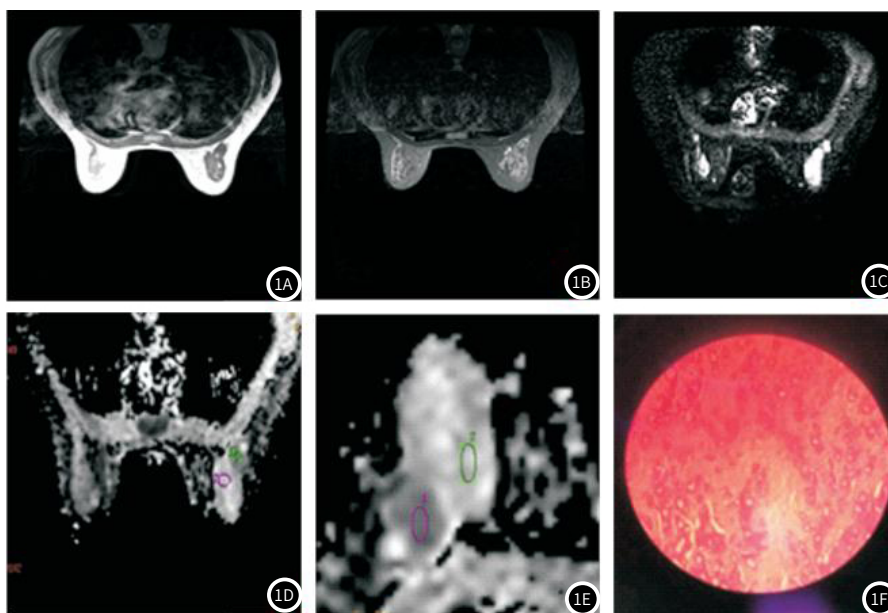


图1 乳腺癌患者MRI-DWI检查情况

2.2 乳腺癌患者DWI信号强度情况分析 试验组134例出现高信号，其中45例呈混杂高信号，2例呈现等信号，89例呈弥漫高信号，无低信号。对照组患者72例呈现低信号，60例患者呈现等信号，4例患者呈现混杂高信号。试验组与对照组DWI信号强度差异有统计学意义($P<0.05$)。见表1。b=1000s/mm²时，对照患者的ADC值(1.214 ± 0.531) $\times 10^{-3}$ mm²/s明显高于试验组(0.637 ± 0.311) $\times 10^{-3}$ mm²/s，且差异有统计学意义($t=10.563$, $P<0.001$)。

2.3 不同病理类型ADC值比较 b分别为1000s/mm²、2000s/mm²时试验组均表现为，浸润型癌(小叶原位癌、导管内原位癌)平均ADC值明显低于非浸润型癌(浸润型导管癌、浸润型小叶癌)，差异有统计学意义($P<0.05$)；小叶原位癌与导管内原位癌间ADC值差异无统计学意义($P>0.05$)。不同病理类型均表现为，b=2000s/mm²时ADC值明显低于b=1000s/mm²时ADC值，差异有统计学意义($P<0.05$)。见表2。

2.4 ROC曲线分析ADC对乳腺癌病理分型的预测价值 ROC曲线分析ADC对乳腺癌病理分型的预测价值，结果显示，b值分别为1000s/mm²、2000s/mm²时的AUC分别为0.718(95%CI: 0.692~0.852, $P<0.001$)、0.846(95%CI: 0.724~0.872, $P<0.001$)。见表3、图2。

表1 乳腺癌患者DWI信号强度情况分析[例(%),n=136]

组别	低信号	等信号	混杂高信号	弥漫高信号
试验组	0	2	45	89
对照组	72	60	4	0
χ^2 值	58.370			
P值	<0.001			

表2 不同病理类型乳腺癌ADC平均值($\times 10^{-3}$ mm²/s)

病理类型	例数	b=1000s/mm ²	b=2000s/mm ²	t	P
导管内原位癌	32	1.301 \pm 0.214	1.100 \pm 0.150	4.351	<0.001
小叶原位癌	4	1.221 \pm 0.124	1.001 \pm 0.115	2.602	0.035
t值		0.727	0.854		
P值		0.472	0.399		
浸润型导管癌	79	1.083 \pm 0.163	0.804 \pm 0.164	10.725	<0.001
浸润型小叶癌	21	1.081 \pm 0.125	0.768 \pm 0.138	7.703	<0.001
t值		0.052	0.922		
P值		0.958	0.359		
非浸润型癌ADC _{mean}	36	1.261 \pm 0.169	1.051 \pm 0.133	5.859	<0.001
浸润型癌ADC _{mean}	100	1.082 \pm 0.144	0.786 \pm 0.151	14.186	<0.001
t值		6.102	9.306		
P值		<0.001	<0.001		

表3 ROC曲线分析ADC对乳腺癌病理分析的预测价值

b值	临界值	AUC(95%CI)	P值	灵敏度(%)	特异度(%)	约登指数
1000s/mm ²	1.072×10 ⁻³ mm ² /s	0.718(0.692~0.852)	<0.001	87.67	88.19	0.759
2000s/mm ²	0.919×10 ⁻³ mm ² /s	0.846(0.724~0.872)	<0.001	73.46	78.65	0.521

2.5 2组临床资料比较 比较复发组和未复发组的一般临床资料, 结果发现, 2组的T分期、病理分型、淋巴结转移、激素受体(ER、PR、HER2)、Ki-67表达及ADC值差异有统计学意义(P<0.05)。见表4。

表4 2组临床资料比较(例)

临床资料	未复发组(n=104)	复发组(n=32)	t/χ ² 值	P值
年龄(岁)			4.539	0.033
<35	20	12		
≥35	84	20		
婚姻情况			0.419	0.518
已婚	95	28		
未婚	9	4		
生育情况			1.002	0.317
已生育	89	25		
未生育	15	7		
月经状况			1.634	0.201
未绝经	80	21		
已绝经	24	11		
肿瘤家族史			0.022	0.883
有	12	4		
无	92	28		
病程(月)	2.79±0.72	3.01±0.78	1.482	0.141
T分期			7.229	0.027
T ₁ 期	20	7		
T ₂ 期	69	14		
T ₃ 期	15	11		
肿瘤位置			0.354	0.552
左乳	55	15		
右乳	49	17		
肿瘤直径(cm)	2.10±0.52	2.18±0.67	0.709	0.480
病理分型			8.791	0.003
非浸润型癌	34	2		
浸润型癌	70	30		
淋巴结转移			4.896	0.027
阳性	45	21		
阴性	59	11		
激素受体			10.136	0.001
ER				
阳性	55	27		
阴性	49	5		
PR			4.188	0.041
阳性	62	24		
阴性	51	8		
HER2			4.005	0.045
阳性	44	20		
阴性	60	12		
Ki-67			5.015	0.025
≥14%	62	26		
<14%	42	6		
ADC值(×10 ⁻³ mm ² /s)	1.16±0.15	0.93±0.15	7.306	<0.001

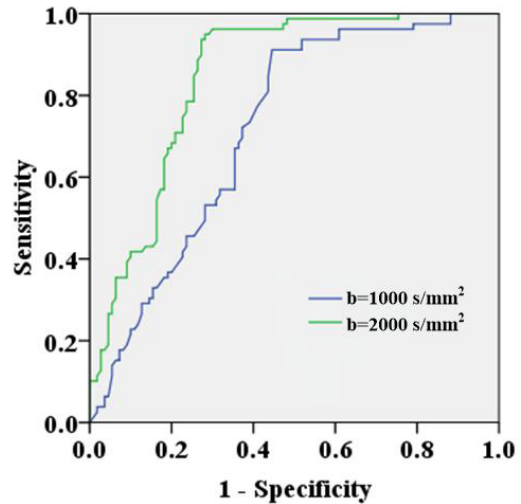


图2 ROC曲线分析ADC对乳腺癌病理分型的预测价值

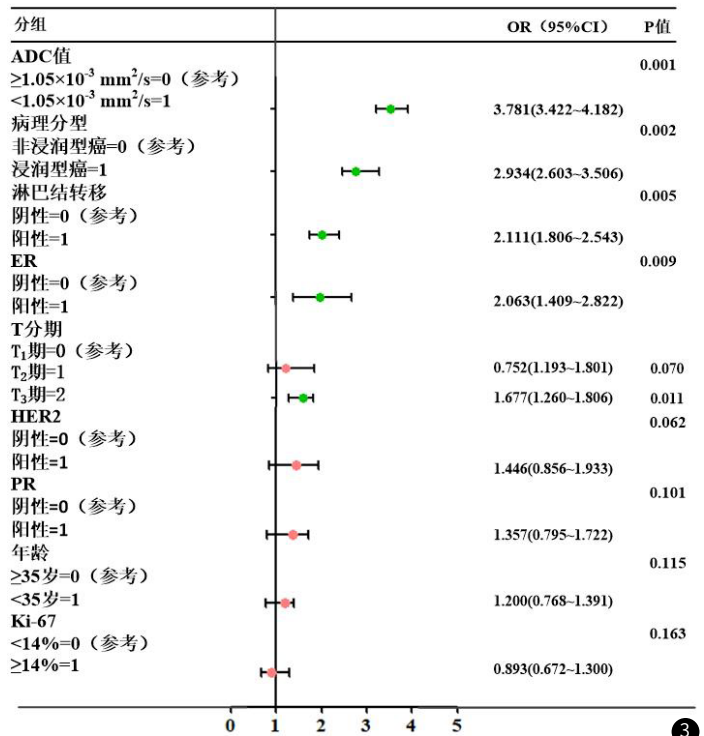


图3 乳腺癌患者术后复发的Logistic回归分析森林图

2.6 乳腺癌患者术后复发的Logistic回归分析 将以上P<0.05的变量纳入多因素Logistic回归分析, 以是否复发为因变量, 结果发现, T分期、病理分型、淋巴结转移、ER、ADC值均能是乳腺癌患者术后复发的独立影响因素, 具体见表5、图3。

表5 赋值变量表

变量	赋值
年龄	≥35岁=0, <35岁=1
T分期	T ₁ 期=0, T ₂ 期=1, T ₃ 期=2
病理分型	非浸润型癌=0, 浸润型癌=1
淋巴结转移	阴性=0, 阳性=1
ER	阴性=0, 阳性=1
PR	阴性=0, 阳性=1
HER2	阴性=0, 阳性=1
Ki-67	<14%=0, ≥14%=1
ADC值	≥1.05×10 ⁻³ mm ² /s=0, <1.05×10 ⁻³ mm ² /s=1

2.7 ROC曲线分析ADC值对乳腺癌患者术后复发的预测价值 ROC曲线分析ADC值对乳腺癌患者术后复发的预测价值, 结果发现, ADC值取1.046×10⁻³mm²/s时, 具有较高的敏感度(83.46%)和特异度(76.33%), ROC曲线下面积(AUC)为0.718。见图4。

2.8 预后分析 依据ROC曲线获得的预测乳腺癌患者术后复发的ADC值的最佳临界值, 将ADC值≤1.046×10⁻³mm²/s的患者纳入高风险组(38例), 将ADC值>1.046×10⁻³mm²/s的患者纳入低风险组(98例), 采用Kaplan-Meier法分析两组5年复发情况, 结果如图5所示, 高风险组患者5年复发风险为92.11%(35/38)明显高于低风险组76.53%(75/98), 差异有统计学意义(Log-Rank χ²=8.502, P=0.003)。

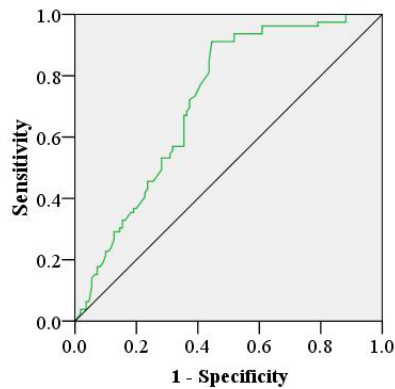


图4 ROC曲线分析

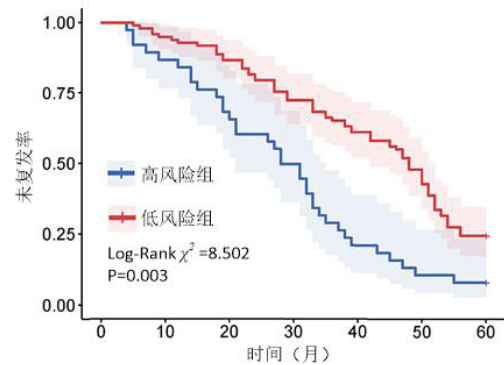


图5 生存曲线分析乳腺癌患者术后复发情况

3 讨论

ADC值可定量分析组织细胞水分子布朗运动情况^[11]。由于恶性肿瘤比良性病灶的细胞密度高，细胞间隙小，水分子运动受限，导致DWI采集的信号强度较良性病灶高，测得的ADC值降低^[12]。与本研究结果一致。b值作为DWI关键参数，其会影响图像质量、ADC值^[13]。已有大量学者报道^[14]，b值 $\leq 1000\text{s/mm}^2$ 时，ADC值以 $1.0 \times 10^{-3}\text{mm}^2/\text{s}$ 作为界定标准，对肿瘤良恶性具有较大诊断价值。本研究136例受试者均采用稳定参数值，再次证实了以往研究结果。此外，本研究在传统常规b值基础上，采用b值=2000s/mm²时测得恶性肿瘤的ADC值。

相比于其他病理类型乳腺癌，浸润型乳腺癌较为常见。相比于非浸润型癌，浸润型癌具有多形性较明显、癌细胞大小形态各异等特点，导致组织间水分子扩散差，DWI呈现高信号，这种表现随着b值增大，ADC值越低^[15]。本研究136例乳腺癌患者中，基本表现为DWI高信号，仅2例患者为等信号，b值为1000s/mm²时病变清晰；b值为2000s/mm²时病变结构及范围欠清晰及缩小。已有研究报道^[16]，b值越大，ADC值越小，且浸润型癌与非浸润型癌差异越明显。本研究也有相同发现。目前，虽然MRI设备不断改进，但高b值下图像清晰度会降低，病变范围也会缩小，高b值获取仍有较大争议。已有研究报道^[17-18]，浸润型乳腺癌较乳腺良性病灶的ADC值低。本研究也发现，b值取2000s/mm²和1000s/mm²时，浸润型乳腺癌较非浸润型乳腺癌的ADC值较低，且ADC值对乳腺癌病理分型的预测价值均较高，b值取1000s/mm²时，便可很好的鉴别浸润型与非浸润型乳腺癌，且病变图像显示清晰。此外，对于一些较难鉴别病例，本研究则选取高b值进行鉴别。

目前，多数研究探讨ADC值与病理因素和恶性程度的关系^[19]，然而较少有研究ADC值与患者预后之间的联系。本研究通过长期随访分析首次就诊患者的ADC值与患者预后间关系发现，复发组的首次就诊ADC平均值明显低于无复发组，且ADC值为乳腺癌术后复发的独立因素，提示较低的首次就诊ADC值可能预测乳腺癌患者术后较差预后，与以往研究结果一致^[20]。本研究进一步通过ROC曲线分析发现，ADC值 $\leq 1.046 \times 10^{-3}\text{mm}^2/\text{s}$ 的患者在随访5年内发生复发的可能性更大；COX风险回归分析发现，ADC值 $\leq 1.046 \times 10^{-3}\text{mm}^2/\text{s}$ 是预测乳腺癌患者预后复发的有效指标，且病灶ADC值越低提示患者复发风险越高。提示越低的ADC值反映乳腺癌有较多的癌细胞数量及较强的侵袭性，与患者预后相关。因此，本研究认为，利用乳腺癌ADC值可有效评估乳腺癌患者预后的潜在复发风险，对于高复发风险的患者在临床治疗时应更加重视或强化治疗。

综上所述，DWI对乳腺癌评估有一定的临床意义；乳腺癌DWI以高信号为主；不同b值下ADC值对于乳腺癌病理分型有一定的临床诊断意义，且可为预测乳腺癌患者术后5年复发情况提供依据。因此，3.0-MRI-ADC值在乳腺癌术前病理类型及预后复发评估中值得推广。本研究局限性：样本量较少，且为单中心研究，可能存在选择偏倚；检测机型、b值选择与以往研究可能不同，导致研究结果存在一定偏差。后续会加大样本量，采取多中心研究。

参考文献

- [1]魏锦洪,崔世恩,凌飞海,等.乳腺X线密度对乳腺癌新辅助化疗治疗效应预测价值分析[J].罕少疾病杂志,2022,29(5):59-61.
- [2]Tsang JYS,Tse GM.Molecular classification of breast cancer[J].Adv Anat Pathol,2020,27(1):27-35.
- [3]杨成轩,贾良,孙艳霞,等.乳腺癌改良根治术中保留胸前神经和肋间臂神经对患者生存率及复发率的影响分析[J].罕少疾病杂志,2020,27(3):33-35.
- [4]Waks AG,Winer EP.Breast cancer treatment:a review[J].JAMA,2019,321(3):288-300.
- [5]Takada M,Toi M.Neoadjuvant treatment for HER2-positive breast cancer[J].Chin Clin Oncol,2020,9(3):e32.
- [6]Xu X,Zhang M,Xu F,et al.Wnt signaling in breast cancer:biological mechanisms,challenges and opportunities[J].Mol Cancer,2020,19(1):e165.
- [7]Albano D,Bruno A,Patti C,et al.Whole-body magnetic resonance imaging (WB-MRI) in lymphoma:state of the art[J].Hematol Oncol,2020,38(1):12-21.
- [8]Englander H,Patten A,Lockard R,et al.Spending addictions care across Oregon's rural and community hospitals:mixed-methods evaluation of an interprofessional telementoring ECHO program[J].J Gen Intern Med,2021,36(1):100-107.
- [9]Bruno F,Arrigoni F,Mariani S,et al.Advanced magnetic resonance imaging (MRI) of soft tissue tumors:techniques and applications[J].Radiol Med,2019,124(4):243-252.
- [10]Meo SA,Abukhalaf AA,Alomar AA,et al.Magnetic resonance imaging (MRI) and neurological manifestations in SARS-CoV-2 patients[J].Eur Rev Med Pharmacol Sci,2021,25(2):1101-1108.
- [11]张晶,邹紫勤,占丹,等.弥散加权成像在HER-2低表达与HER-2阳性乳腺癌的鉴别价值分析[J].中国CT和MRI杂志,2022,20(12):86-88.
- [12]陈磊,单秀慧,聂维齐,等.超声弹性成像与扩散加权成像对乳腺癌新辅助化疗疗效的早期预测价值比较[J].中国CT和MRI杂志,2021,19(6):89-92.
- [13]Soydan L,Demir AA,Torun M,et al.Use of diffusion-weighted magnetic resonance imaging and apparent diffusion coefficient in gastric cancer staging[J].Curr Med Imaging,2020,16(10):1278-1289.
- [14]Alessi S,Maggioni R,Luzzago S,et al.Apparent diffusion coefficient and other preoperative magnetic resonance imaging features for the prediction of positive surgical margins in prostate cancer patients undergoing radical prostatectomy[J].Clin Genitourin Cancer,2021,19(6):e335-e345.
- [15]Panyaping T,Taebunpakul P,Tritanon O.Accuracy of apparent diffusion coefficient values and magnetic resonance imaging in differentiating suprasellar germinomas from chiasmatic/hypothalamic gliomas[J].Neuroradiol J,2020,33(3):201-209.
- [16]Hwang H,Lee SK,Kim JY.Comparison of conventional magnetic resonance imaging and diffusion-weighted imaging in the differentiation of bone plasmacytoma from bone metastasis in the extremities[J].Diagn Interv Imaging,2021,102(10):611-618.
- [17]Flidner FP,Engel TB,El-Ali HH,et al.Diffusion weighted magnetic resonance imaging (DW-MRI) as a non-invasive,tissue cellularity marker to monitor cancer treatment response[J].BMC Cancer,2020,20(1):e134.
- [18]Wu YC,Xiao ZB,Lin XH,et al.Dynamic contrast-enhanced magnetic resonance imaging and diffusion-weighted imaging in the activity staging of terminal ileum Crohn's disease[J].World J Gastroenterol,2020,26(39):6057-6073.
- [19]Quon JL,Kim LH,MacEachern SJ,et al.Early diffusion magnetic resonance imaging changes in normal-appearing brain in pediatric moyamoya disease[J].Neurosurgery,2020,86(4):530-537.
- [20]Tanaka T,Ashida K,Iimori Y,et al.Less enhancement and low apparent diffusion coefficient value on magnetic resonance imaging may be helpful to detect canine prostate adenocarcinoma in case series[J].Vet Comp Oncol,2020,18(4):861-865.

(收稿日期:2023-02-21)

(校对编辑:韩敏求)