

论 著

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*

田 捷¹ 杨芝华² 刘 琴³
杨 宇^{4,*}

- 1.湖南中医药大学 (湖南 长沙 410000);
湘西自治州人民医院磁共振室
(湖南 湘西 416000)
2.湘西自治州人民医院超声科
(湖南 湘西 416000)
3.广东省佛山市南海区公共卫生医院
功能科 (广东 佛山 528226)
4.湖南中医药大学第一附属医院放射科
(湖南 长沙 410000)

【摘要】目的 分析MRI动态增强(DCE-MRI)与扩散加权成像(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。方法 选取2019年2月至2023年2月本院收治的乳腺肿瘤患者80例。手术前后均行DWI和DCE-MRI扫描。以手术病理结果作为金标准,分析DWI、DCE-MRI以及联合检查与病理结果的Kappa一致性。比较乳腺癌患者治疗前后肿瘤表观弥散系数(ADC)值、前后、左右、上下直径和肿瘤体积以及乳腺癌患者化疗前后病灶时间-信号强度曲线(TIC)曲线的类型例数。结果 80例患者经手术病理学检查确诊恶性肿瘤患者16例,良性肿瘤患者64例。以手术病理结果作为金标准,DWI检查乳腺良恶性的敏感度和特异度分别为87.50%、71.88%,Kappa值=0.432;DCE-MRI检查乳腺良恶性的敏感度和特异度分别为81.25%、75.00%,Kappa值=0.431。DWI+DCE-MRI联合乳腺良恶性的敏感度和特异度分别为93.75%、71.88%,Kappa值=0.469。化疗后,肿瘤前后、左右、上下直径和体积明显小于化疗前($P<0.05$)。化疗前后I型、II型和III型TIC曲线例数比较,差异具有统计学意义($P<0.05$)。结论 DCE-MRI联合DWI检查有效诊断乳腺良恶性,并精准反映出肿瘤新辅助化疗后组织形态学及TIC曲线变化,具有较高的临床应用价值。

【关键词】乳腺癌;新辅助化疗;扩散加权成像;MRI动态增强
【中图分类号】R737.9
【文献标识码】A
【基金项目】湖南省自然科学基金(湖南省科学技术厅)(2022JJ70114)
DOI:10.3969/j.issn.1672-5131.2024.04.027

Application of DCE-MRI Combined with DWI Scan in the Diagnosis of Breast Cancer and Curative Effect Evaluation of Neoadjuvant Chemotherapy*

TIAN Jie¹, YANG Zhi-hua², LIU Qin³, YANG Yu^{4,*}.
1.Hunan University of Chinese Medicine, Changsha 410000, Hunan Province, China;
Department of Magnetic Resonance, People's Hospital of Xiangxi Autonomous Prefecture,
Xiangxi 416000, Hunan Province, China
2.Department of Ultrasound, People's Hospital of Xiangxi Autonomous Prefecture, Xiangxi
416000, Hunan Province, China
3.Department of Function, Nanhai Public Health Hospital, Foshan 528226, Guangdong Province, China
4.Department of Radiology, The First Affiliated Hospital of Hunan University of Chinese Medicine,
Changsha 410000, Hunan Province, China

ABSTRACT

Objective To analyze the application of dynamic contrast-enhanced magnetic resonance imaging (DCE-MRI) combined with diffusion-weighted imaging (DWI) scan in the diagnosis of breast cancer and curative effect evaluation of neoadjuvant chemotherapy. **Methods** A total of 80 patients with breast tumor admitted to the hospital were enrolled as the observation objects between February 2019 and February 2023. All underwent DWI and DCE-MRI scans before and after surgery. The results of operation and pathology were taken as the gold standard, and the consistency of DWI, DCE-MRI and Kappa between combined examination and pathology were analyzed. The tumor apparent diffusion coefficient (ADC), before and after treatment, left and right, upper and lower diameter, tumor volume and the type of time-signal intensity curve (TIC) curve of breast cancer patients before and after chemotherapy were compared. **Results** In the 80 patients with breast tumor, pathological examination showed that there were 16 cases with malignant tumors and 64 cases with benign tumors. According to the results of operation and pathology as the gold standard, the sensitivity and specificity of DWI for benign and malignant breast were 87.50% and 71.88%, respectively, and the Kappa value was 0.432. The sensitivity and specificity of DCE-MR in detecting benign and malignant breast were 81.25% and 75.00% respectively, and the Kappa value was 0.431. The sensitivity and specificity of DWI+DCE-MRI combined with benign and malignant breast were 93.75% and 71.88% respectively, and the Kappa value was 0.469. After chemotherapy, front-back, left-right and upper-lower diameters and tumor volume were significantly decreased ($P<0.05$). Before and after chemotherapy, there was no significant difference in ADC ($P>0.05$), but there were significant differences in number of type I, type II and type III TIC curves ($P<0.05$). **Conclusion** DCE-MRI combined with DWI can effectively diagnose benign and malignant breast tumors, which can accurately reflect the changes of histomorphology and TIC curves after neoadjuvant chemotherapy.

Keywords: Breast Cancer; Neoadjuvant Chemotherapy; Diffusion-weighted Imaging; Dynamic Contrast-enhanced MRI

乳腺癌是指在多种致癌因素的作用下,乳腺上皮组织的发生增殖过度而形成的一种恶性肿瘤,是现在社会女性发病率最高的一种癌症^[1]。在我国,大部分乳腺癌患者的发病年龄集中在45~55岁之间,且一般随着年龄增加,患病率也不断上涨。早期发现、早期诊断并及时进行治疗是改善乳腺癌患者预后的关键一步。近年来,随着核磁共振成像(magnetic resonance imaging, MRI)技术不断发展和完善, MRI技术也成为诊断乳腺癌的首选方式^[2]。动态对比增强核磁共振成像(dynamic contrastenhanced magnetic resonance imaging, DCE-MRI)可通过血流动力学观察病变部位微循环病理变化,是一种无创检测乳腺肿瘤的成熟手段^[3]。扩散加权成像(diffusion weighted imaging, DWI)可检测人体组织内水分子的扩散运动获得乳腺组织的信息,以此反映乳腺组织的微观结构变化,是肿瘤MRI的重要部分^[4]。新辅助化疗是对乳腺癌患者手术前进行的全身化疗,使肿块缩小,增加保乳机会,便于手术切除,提高对肿瘤局部得到治疗效果^[5]。本研究探讨DCE-MRI技术及DWI诊断乳腺癌及评估乳腺癌患者新辅助化疗疗效,为临床诊治乳腺癌提供循证依据。

1 资料与方法

1.1 一般资料 选取2019年2月至2023年2月本院收治的80例乳腺肿瘤患者,年龄20~66(45.13±7.88)岁;且均为单侧病变。

纳入标准:入组患者经病理学检查确诊为乳腺结节病变;术前两周内行DWI和DCE-MRI扫描;既往无胸部手术治疗史;肿瘤直径超过3mm的实性强化成分;诊断为乳腺癌的患者在本院行新辅助化疗及外科手术治疗;未进行放化疗治疗患者;临床及影像资料完整。排除标准:孕产妇患者;入组3月内行乳腺穿刺活检;存在其他恶性肿瘤者;存

【第一作者】田 捷,男,主治医师,主要研究方向:乳腺磁共振。E-mail: 15007429362@163.com,
【通讯作者】杨 宇,男,主任医师,主要研究方向:乳腺MRI。E-mail: 178693936@qq.com

在感染性疾病或造血功能障碍者；MRI检查禁忌者；患有精神疾病或语言障碍患者。本研究已通过本院医学伦理委员会审批且获得知情同意书。

1.2 检查方法 使用3.0T磁共振扫描仪进行检测。(1)平扫：扫描参数参考文献进行平扫^[6]。(2)DWI检查：患者进行多方位定位扫描后，设置序列参数进行DWI检查TE=61ms，TR=7510ms；层厚4mm，层数36层，层间距20%；FOV read 370mm，FOV phase 50.4%，b-Value值分别为50、800。(3)DCE-MRI检查：随后参考文献^[7]进行DCE-MRI扫描。

1.3 肿瘤良恶性诊断标准^[8-9] DWI诊断标准：以ADC值为准， $>1.05 \times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{s}$ 为良性， $\leq 1.05 \times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{s}$ 为恶性；DCE-MRI诊断标准：以时间-信号强度曲线(time-signal intensity curve, TIC)为准，即I、II型作为良性病变；DWI联合DCE-MRI诊断标准：符合DWI、DCE-MRI中恶性标准任意一项为恶性。

1.4 图像后处理 将所得数据上传至工作站，获得表观弥散系数(apparent dispersion coefficient, ADC)图，测量ADC值：选择病变显示最大的层面，然后手动画出感兴趣区，以得到病变的ADC值；并对肿瘤化疗前后体积、前后、左右、上下直径进行分析。分别进行测量并绘制TIC。根据TIC曲线分型标准，将TIC图像分为I型、II型和III型作为诊断乳腺良恶性的标准^[10]。

1.5 观察指标 (1)以患者病理学结果作为诊断金标准，Kappa一致性分析DEC-MRI、DWI、DEC-MRI联合DWI诊断对乳腺良恶性诊断价值。(2)比较乳腺癌患者治疗前后肿瘤ADC值、前后、左右、上下直径和肿瘤体积：为疗效评估和手术时机选择，乳腺癌患者于辅助化疗前后进行DEC-MRI和DWI检查。(3)比较乳腺癌患者化疗前后病灶TIC曲线的不同类型例数。(4)乳腺癌患者化疗前后图像分析。

1.6 统计学方法 本研究运用SPSS 23.0统计工具进行数据分析，计量资料($\bar{x} \pm s$)行两样本配对t检验分析化疗前后差异；计数资料[例(%)]行 χ^2 检验。 $P<0.05$ 表示具有统计学意义。

2 结果

2.1 不同诊断方法对乳腺癌的诊断价值 80例患者经手术病理学检查确诊恶性肿瘤患者16例，良性肿瘤患者64例。以患者病理学检查结果作为金标准，DWI检查诊断乳腺癌的敏感度为87.50%，特异度为71.88%，Kappa值=0.432。DCE-MRI检查诊断乳腺癌的敏感度为81.25%，特异度为71.50%，Kappa值=0.431。DKI+DWI+DCE-MRI检查诊断乳腺癌的敏感度为93.75%，特异度为71.88%，准确率为76.25%，阳性预测值为45.45%，阴性预测值为97.87%，Kappa值为0.469。见表1和表2。

2.2 乳腺癌患者化疗前后肿瘤ADC值、前后、左右、上下直径和体积比较 化疗后，肿瘤前后、左右、上下直径和体积明显小于化疗前($P<0.05$)。化疗前后，肿瘤ADC值经统计学分析无明显差异($P>0.05$)。见表3。

2.3 乳腺癌患者化疗前后病灶TIC曲线的类型例数比较 化疗前后I型、II型和III型TIC曲线例数经统计学分析具有统计学差异($P<0.05$)。见表4。

2.4 乳腺癌患者化疗前后图像分析 MRI图像可见左乳外象限类圆形低信号，T₁WI为等或低信号，T₂WI压脂多为高信号；DWI为高信号，ADC表现为低信号。增强后动态增强曲线呈流出型，新辅助化疗后，肿块较新辅助化疗前明显减小。见图1和图2。

表1 不同诊断方法对乳腺癌的诊断价值(n)

检查方法		病理检查结果		合计	Kappa值
		恶性	良性		
DWI	恶性	14	18	32	0.432
	良性	2	46	48	
DCE-MRI	恶性	13	16	29	0.431
	良性	3	48	51	
DWI+ DCE-MRI	恶性	15	18	33	0.469
	良性	1	47	48	

表2 DWI和DCE-MRI检查结果

检查方法	敏感度	特异度	准确率	阳性预测值	阴性预测值
DWI	87.50%	71.88%	75.00%	43.75%	95.83%
DCE-MRI	81.25%	75.00%	76.25%	44.83%	94.12%
DWI+ DCE-MRI	93.75%	71.88%	76.25%	45.45%	97.87%

表3 比较乳腺癌患者化疗前后肿瘤ADC值、前后、左右、上下直径和体积

组别	例数	ADC($\times 10^3, \text{ mm}^2/\text{s}$)	前后径(mm)	左右径(mm)	上下径(mm)	体积(mm^3)
化疗前	16	0.97 $\pm$ 0.11	2.24 $\pm$ 0.23	2.28 $\pm$ 0.24	3.32 $\pm$ 0.34	30.35 $\pm$ 3.10
化疗后	16	0.99 $\pm$ 0.12	1.78 $\pm$ 0.18	1.71 $\pm$ 0.17	2.58 $\pm$ 0.26	19.46 $\pm$ 2.04
t值		0.491	6.300	7.752	6.916	11.738
P值		0.627	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001

表4 比较乳腺癌患者化疗前后病灶TIC曲线的类型例数(n, %)

组别	例数	I 型	II 型	III型
化疗前	16	0(0.00)	1(6.25)	15(93.75)
化疗后	16	4(25.00)	3(18.75)	9(56.25)
χ^2 值			6.500	
P值			0.039	

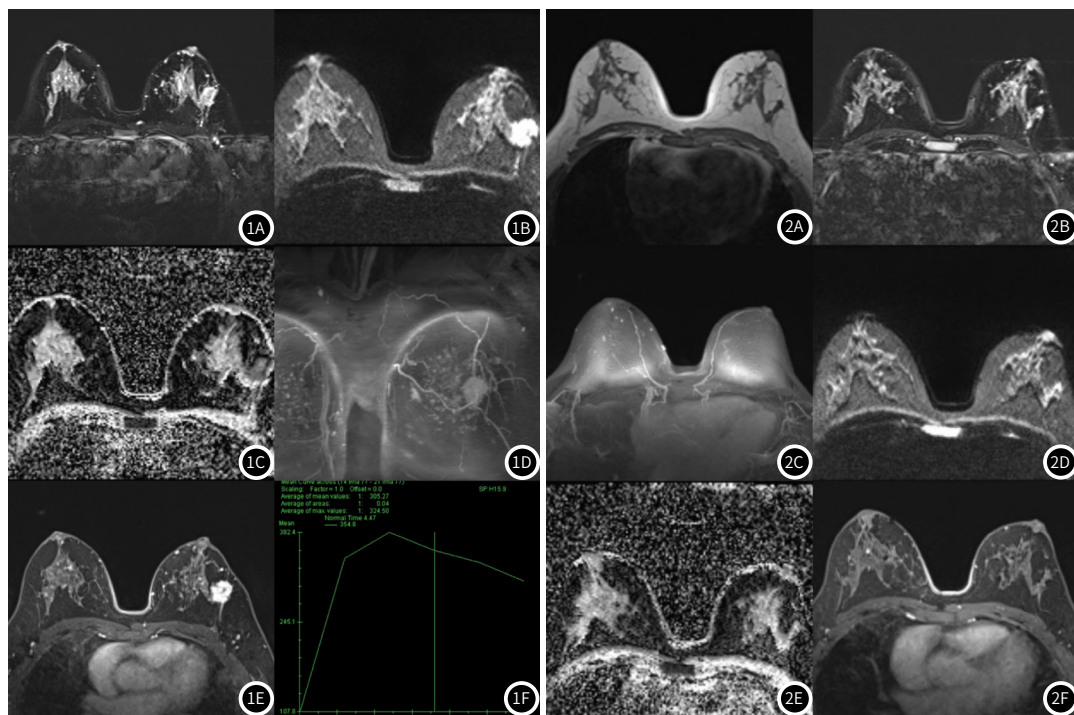


图1A-图1F 患者新辅助化疗前; T₁WI抑脂+DWI示左乳外象限类圆形病灶为高信号; ADC图为低信号; BPE图可见肿块显示; 动态增强显示肿块明显强化、周围毛刺、坏死无强化灶; 病灶TIC曲线为流出型;
图2A-图2F 患者新辅助化疗后; T₁WI左乳象限类圆形肿块明显缩小; T₁WI抑脂+DWI病灶为高信号; ADC图为等-低信号; BPE可见肿块显示不明显; 动态增强显示肿块为轻度强化。

3 讨论

目前临床治疗乳腺癌患者的首选治疗方案为乳腺癌根治术,可对肿瘤病灶进行较彻底清扫,有利于延长患者生存期,但仍有20%患者术后出现复发或转移,这也是造成治疗失败和影响患者预后的重要原因之一^[11]。乳腺影像学检查中,乳腺X线摄影最基本检查方法,可检查出临床触诊为阴性的早期乳腺癌^[12-13]。乳腺X线摄影检查主要是利用X线的穿透性、荧光性等物理特性,依靠病变与正常乳腺间的密度差诊断早期乳腺癌,其中诊断致密性乳腺方面具有临床局限性。因此,临床需做到早预防、早发现、早治疗。

随着医学影像技术的快速发展, MRI技术可有效区分乳腺病灶和正常乳腺组织,且能清晰反映恶性肿瘤淋巴结转移情况,在乳腺肿瘤诊断中具有较高价值^[14]。DCE-MRI与肿瘤血管生成有关,可以评估肿瘤的组织间渗透压和淋巴结转移^[15]。DWI可以反映细胞内外水分子弥散情况,并从水分子水平对乳腺癌进行定量分析^[16]。本研究中,80例患者经手术病理学检查确诊恶性肿瘤患者16例,良性肿瘤患者64例。以患者病理学检查结果作为金标准, DWI检查乳腺癌的敏感度87.50%、71.88%, Kappa值=0.432; DCE-MRI检查乳腺癌的敏感度和特异度分别为81.25%、75.00%, Kappa值=0.431。这一研究结果说明DWI和DCE-MRI检查乳腺癌与病理检查结果具有一般一致性。将DWI和DCE-MRI检查并联的方式进行联合诊断乳腺癌价值,发现DWI+DCE-MRI联合乳腺癌的敏感度和特异度分别为93.75%、71.88%, Kappa值=0.469。本研究说明DWI与DCE-MRI联合检查乳腺癌的敏感度明显高于单项检查,且与病理结果具有较好的一致性,临床可根据需求选择合适检查方式。

本研究中,乳腺癌患者经新辅助化疗后肿瘤前后、左右、上下直径以及肿瘤体积明显变小,说明MRI可以从形态学评价乳腺癌新辅助化疗后有明显优势,这与前人的研究结果基本一致^[17]。既往有研究显示^[18], DWI与DCE-MRI联合在评估乳腺癌患者新辅助化疗中具有较高价值,这与本研究结果类似。DWI可以通过ADC值反映肿瘤组织内部特征,且与组织细胞密度有高度相关性,是反映细胞毒性反应的理想参数。在新辅助化疗后利用细胞毒化疗药物来是肿瘤细胞死亡,细胞数目减少,细胞膜通透性增加,加剧肿瘤组织内水分子扩散运动,导致病灶ADC值升高^[19]。但本研究中化疗前后乳腺癌患者ADC比较,差异无统计学意义,分析其原因可能是临床纳入样本量较少造成的。本研究中, TIC曲线向I型和II型变化,这与文献研究结果基本一致^[17]。

综上所述, DWI和DCE-MRI法对乳腺癌具有一定诊断价值,

但联合检查可提高诊断乳腺癌的敏感度。本研究临床样本量较小,可能存在数据误差;且病例均来源于同一家医院,可能存在选择偏倚的局限性,日后需纳入更多患者进行深入分析探讨。

参考文献

- [1] Burstein HJ, Cuzicko 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] Gao Y, Reig B, Heacock L, et al. Magnetic resonance imaging in screening of breast cancer [J]. Radiol Clin North Am, 2021, 59(1): 85-98.
- [3] Kim SY, Cho N. Breast magnetic resonance imaging for patients with newly diagnosed breast cancer: a review [J]. J Breast Cancer, 2022, 25(4): 263-277.
- [4] Meyer HJ, Wienke A, Surov A. Diffusion-weighted imaging of different breast cancer molecular subtypes: a systematic review and meta-analysis [J]. Breast Care (Basel), 2022, 17(1): 47-54.
- [5] 朱雪琳, 伍建林. MRI影像组学预测乳腺癌新辅助化疗疗效及预后研究进展 [J]. 磁共振成像, 2022, 13(3): 159-161, 165.
- [6] 孟旭, 梁泉, 蔡军. DKI, DWI联合DCE-MRI鉴别乳腺良性结节的效能 [J]. 中国CT和MRI杂志, 2023, 21(7): 84-86.
- [7] 张晓晶, 王习, 姜昕, 等. 联合DWI和DCE-MRI评估乳腺癌新辅助化疗的应用价值 [J]. 医学影像学杂志, 2018, 28(5): 758-761.
- [8] 刘绍伟, 祝新, 崔文静, 等. DKI与DWI在乳腺良性病变诊断价值的对照研究 [J]. 医学影像学杂志, 2017, 27(9): 1726-1730.
- [9] 陈细香, 查云飞, 刘昌盛. DKI在乳腺的良恶性病变诊断中的价值 [J]. 影像诊断与介入放射学, 2016, 25(6): 448-451.
- [10] Deng D, Dong H. Advantages of contrast-enhanced CT combined with DCE-MRI in identifying malignant parotid tumor [J]. Am J Transl Res, 2022, 14(12): 9047-9056.
- [11] Wang X, Wang C, Guan J, et al. Progress of breast cancer basic research in China [J]. Int J Biol Sci, 2021, 17(8): 2069-2079.
- [12] Lotter W, Diab AR, Haslam B, et al. Robust breast cancer detection in mammography and digital breast tomosynthesis using an annotation-efficient deep learning approach [J]. Nat Med, 2021, 27(2): 244-249.
- [13] Heindel W, Weigel S, Gerß J, et al. Digital breast tomosynthesis plus synthesised mammography versus digital screening mammography for the detection of invasive breast cancer (TOSYMA): a multicentre, open-label, randomised, controlled, superiority trial [J]. Lancet Oncol, 2022, 23(5): 601-611.
- [14] Thompson JL, Wright GP. The role of breast MRI in newly diagnosed breast cancer: an evidence-based review [J]. Am J Surg, 2021, 221(3): 525-528.
- [15] Militello C, Rundo L, Dimarco M, et al. 3D DCE-MRI Radiomic Analysis for Malignant Lesion Prediction in Breast Cancer Patients [J]. Acad Radiol, 2022, 29(6): 830-840.
- [16] Meyer HJ, Martin M, Denecke T. DWI of the Breast - Possibilities and Limitations [J]. Rofo, 2022, 194(9): 966-974.
- [17] 唐竹晓, 徐丽娜, 孙召龙, 等. 磁共振成像动态增强联合DWI序列评估乳腺癌新辅助化疗中肿瘤组织变化应用可行性研究 [J]. 中国CT和MRI杂志, 2022, 20(3): 74-76.
- [18] 彭飞, 李强, 钟洪波, 等. 多模态MR成像定量指标对乳腺癌患者术前新辅助化疗有效性的预测价值 [J]. 中国煤炭工业医学杂志, 2022, 25(6): 579-583.
- [19] Ramírez-Galván YA, Cardona-Huerta S, Elizondo-Riojas G, et al. Apparent diffusion coefficient value to evaluate tumor response after neoadjuvant chemotherapy in patients with breast cancer [J]. Acad Radiol, 2018, 25(2): 179-187.

(收稿日期: 2023-04-20)

(校对编辑: 韩敏求)