

## 论 著

## 乳腺MRI全序列与全数字化乳腺X线摄影在非钙化型早期乳腺癌诊断中的应用价值\*

石安妮 梁凯轶 黄茂盛  
殷书泰 张 铭\*上海健康医学院附属嘉定区中心医院  
放射影像科(上海201800)

**【摘要】目的** 探究乳腺MRI全序列(BMRI-FDP)与全数字化乳腺X线摄影(FFDM)在非钙化早期乳腺癌诊断中的应用价值。**方法** 回顾性分析2021年5月至2024年7月我院收治的60例非钙化型早期乳腺癌患者资料(观察组),选取同期45例乳腺良性病变患者(对照组),均进行BMRI-FDP、FFDM检查,分析两组影像学特征差异以及MRI定量参数[峰值强度(PI)、达峰时间、表观弥散系数(ADC)]差异,分析两种方法对非钙化型早期乳腺癌的诊断效能。**结果** 与对照组比较,观察组患者绝经和肿块型病灶的发生率更高( $P<0.05$ );与对照组比较,观察组MRI成像下,病灶分叶、毛刺以及内部不均质强化的发生率更高( $P<0.05$ ),两组间不同STIR信号强度检出率差异无统计学意义( $P>0.05$ );与对照组比较,观察组PI升高,达峰时间和ADC值降低( $P<0.05$ );与对照组比较,观察组FFDM下病灶边界模糊、形态不规则、结构紊乱、非对称致密等特征的检出率升高,多发性结节的检出率降低( $P<0.05$ );BMRI-FDP与FFDM诊断非钙化型早期乳腺癌的灵敏度分别为86.67%、78.33%,特异度分别为95.56%、77.78%,准确率分别为90.48%、78.09%,kappa值分别为0.808、0.556。**结论** BMRI-FDP与FFDM均能用于诊断非钙化型早期乳腺癌,其中BMRI-FDP与病理结果的一致性更高。

**【关键词】** 非钙化型早期乳腺癌;  
乳腺MRI全序列;  
全数字化乳腺X线摄影;诊断价值

【中图分类号】R737.9

【文献标识码】A

【基金项目】上海市嘉定区中心医院院级  
重点专科(JZXLCK-2024-02)

DOI:10.3969/j.issn.1672-5131.2026.01.025

## Application Value of Breast MRI Full Diagnostic Protocol and Full-field Digital Mammography in the Diagnosis of Non-calcified Early Breast Cancer\*

SHI An-ni, LIANG Kai-yi, HUANG Mao-sheng, YIN Shu-tai, ZHANG Ming.

Department of Radiology, Jiading District Central Hospital Affiliated Shanghai University of Medicine &amp; Health Sciences, Shanghai 201800, China

## ABSTRACT

**Objective** To explore the application value of breast MRI full diagnostic protocol (BMRI-FDP) and full-field digital mammography (FFDM) in the diagnosis of non-calcified early breast cancer. **Methods** The data of 60 patients with non-calcified early breast cancer (observation group) in the hospital were retrospectively analyzed from May 2021 to July 2024, and 45 patients with benign breast lesions (control group) during the same period were selected. All patients received BMRI-FDP and FFDM. The differences in imaging characteristics and MRI quantitative parameters [peak intensity (PI), time to peak, apparent diffusion coefficient (ADC)] in the two groups were analyzed, and the diagnostic efficiency of two methods on non-calcified early breast cancer was analyzed. **Results** Compared with control group, the incidence rates of menopause and mass lesions in observation group were higher ( $P<0.05$ ). Compared with control group, the incidence rates of lesion lobulation, spiculation and internal heterogeneous enhancement under MRI imaging were higher in observation group ( $P<0.05$ ), but there were no statistically significant differences in the detection rates of different STIR signal intensities between the two groups ( $P>0.05$ ). Compared with control group, PI in observation group was increased while time to peak and ADC were decreased ( $P<0.05$ ). The detection rates of blurred boundary, irregular shape, disordered structure and asymmetric density of FFDM lesions were risen while the detection rate of multiple nodules was reduced in observation group compared to control group ( $P<0.05$ ). The sensitivities of BMRI-FDP and FFDM in the diagnosis of non-calcified early breast cancer were 86.67% and 78.33%, the specificities were 95.56% and 77.78%, the accuracy rates were 90.48% and 78.09%, and the kappa values were 0.808 and 0.556 respectively. **Conclusion** Both BMRI-FDP and FFDM can be used to diagnose non-calcified early breast cancer, and the consistency between BMRI-FDP and pathological result is higher.

**Keywords:** Non-calcified Early Breast Cancer; Breast MRI Full Diagnostic Protocol; Full-field Digital Mammography; Diagnostic Value

乳腺癌是我国女性最常见的恶性肿瘤,数据显示,2022年我国乳腺癌新增病例约为42.9万例,新增死亡病例约为12.4万例<sup>[1]</sup>。乳腺癌的早期诊断和治疗能有效改善患者预后,目前乳腺癌的筛查以全数字化乳腺X线摄影(full field digital mammography, FFDM)、乳腺超声等影像学手段为主,其中恶性钙化灶是FFDM诊断乳腺癌的重要依据,难以对非钙化型乳腺病灶进行准确诊断<sup>[2-3]</sup>。影像学技术的发展和普及有利于提高早期乳腺癌的检出率。MRI作为一种高分辨率、多平面的成像技术,在乳腺组织检查中具有较大优势,乳腺MRI全序列(breast MRI full dynamic protocol, BMRI-FDP)中包含了T1WI、T1WI压脂、T2WI压脂、DWI、增强扫描等多种序列,专门用于乳腺组织检查,在提供清晰的乳腺解剖结构成像的同时,减少脂肪信号的干扰,明确组织的细胞密度和血流灌注情况,能够为乳腺癌的早期诊断提供多角度、多层面的评估信息<sup>[4]</sup>。但目前采用BMRI-FDP诊断非钙化型早期乳腺癌的相关报道较少。因此,本文探讨了BMRI-FDP与FFDM在非钙化型早期乳腺癌中的诊断价值,为提高非钙化型早期乳腺癌的临床检出率提供参考。

## 1 资料与方法

**1.1 一般资料** 回顾性分析2021年5月至2024年7月我院收治的60例非钙化型早期乳腺癌患者资料,设为观察组。

**纳入标准:** (1)经手术或穿刺活检,病理诊断证实为乳腺癌, TNM分期为T1~2N0M0,且病灶大小 $<30\text{ mm}$ <sup>[5]</sup>; (2)均进行BMRI-FDP、FFDM检查; (3)影像学检查提示为非钙化型病灶; (4)临床资料完整。排除标准: (1)影像学检查前已进行干预治疗; (2)合并其他原发性肿瘤; (3)合并精神系统疾病或沟通障碍,难以配合检查。选取同期45例乳腺腺病患者作为对照组。

**1.2 检查方法** BMRI-FDP: 采用MR扫描仪,乳腺专用线圈进行BMRI-FDP检查,扫描序列分别为T1WI、T1WI压脂、T2WI压脂、DWI、增强扫描。扫描参数: T1WI, TR 633 ms, TE 7.84 ms, 层厚6 mm, 层间距1.2 mm, FOV 260 mm×340 mm, 矩阵352×414; T2WI, TR 2837 ms, TE 73.08 ms, 层厚6 mm, 层间距1.2 mm, FOV 260 mm×340 mm, 矩阵320×377; DWI, TR 2330 ms, TE 85.7 ms, 层厚6 mm, 层间

【第一作者】石安妮,女,技师,主要研究方向:早期乳腺癌影像学表现。E-mail: 15821678926@163.com

【通讯作者】张 铭,男,副主任医师,主要研究方向:心胸影像。E-mail: zgzm1985@163.com

距1.2 mm, FOV 350 mm×260 mm, 矩阵192×143, b=50, 800 s/mm<sup>2</sup>。造影剂采用钆喷酸葡胺(Gd-DTPA), 0.2 mL/kg, 流速2.5 mL/s。患者俯卧位, 双乳下垂于线圈中央, 进行扫描。将扫描数据上传至工作站, 阅片工作由2位高年资影像学医师共同进行, 勾画感兴趣区, 测量定量参数。

FFDM: 采用全数字化乳腺X线机进行摄影, 患者双臂举过头顶, 摄影体位包括头尾位(CC)和内外侧斜位(MLO), 设定焦片距为60 cm, 焦点参数为0.3 cm, 采用自动曝光模式进行拍摄, 根据实际情况可进行局部加压和放大摄影。拍摄完成后, 阅片工作由2位高年资影像学医师共同进行。

**1.3 观察指标** (1)一般资料: 患者入组后, 收集年龄、月经状态、病灶位置、大小、病理类型、主要临床症状等一般资料。(2)MRI影像学特征: 观察病灶MRI特征, 包括是否有分叶、毛刺、STIR信号强度, 内部强化特征。(3)MRI定量参数: 测量病灶峰值强度(Peak intensity, PI)、达峰时间、表观弥散系数(Apparent Diffusion Coefficient, ADC)等MRI定量参数。(4)FFDM特征: 观察全数字化乳腺X线的形态结构特征, 包括边界模糊、形态不规则、结构紊乱、非对称致密、多发性结节等。

**1.4 统计学方法** 采用SPSS 24.0软件进行统计学分析, 计量资料用( $\bar{x} \pm s$ )表示, 两组间比较采用独立样本t检验, 计数资料用n(%)表示, 组间比较用 $\chi^2$ 检验, Kappa值用于分析BMRI-FDP与FFDM诊断非钙化型早期乳腺癌与病理结果的一致性,  $P < 0.05$ 表示差异有统计学意义。

## 2 结果

**2.1 两组一般资料比较** 两组年龄、病灶位置、病灶大小差异无统计学意义( $P > 0.05$ ), 与对照组比较, 观察组患者绝经和肿块型病灶的发生率更高( $P < 0.05$ ), 见表1。

表1 两组一般资料比较

项目	观察组(n=60)	对照组(n=45)	t/ $\chi^2$	P
年龄(岁)	58.18±12.96	53.56±13.20	1.793	0.076
月经状态				
绝经	41(68.33)	18(40.00)	8.386	0.004
未绝经	19(31.67)	27(60.00)		
病灶位置				
左侧	31(51.67)	26(57.78)	0.387	0.534
右侧	29(48.33)	19(42.22)		
病灶大小(mm)	15.17±6.09	15.40±5.72	0.197	0.844
病灶类型				
肿块型	51(85.00)	29(64.44)	5.989	0.014
非肿块型	9(15.00)	16(35.56)		

**2.2 两组MRI特征比较** 与对照组比较, 观察组MRI成像下, 病灶分叶、毛刺以及内部不均质强化的发生率更高( $P < 0.05$ ), 两组间不同STIR信号强度检出率差异无统计学意义( $P > 0.05$ ), 见表2、图1。

表2 两组MRI特征比较

组别	例数	分叶	毛刺	STIR信号强度			内部强化特征		
				高	等	低	均质强化	不均质强化	边缘强化
观察组	60	55(91.67)	37(61.67)	51(85.00)	5(8.33)	4(6.67)	7(11.67)	38(63.33)	15(25.00)
对照组	45	21(46.67)	6(13.33)	38(84.44)	6(13.33)	1(2.22)	27(51.11)	10(26.67)	8(22.22)
$\chi^2$		26.048	24.842	1.681			28.671		
P		<0.001	<0.001	0.431			<0.001		

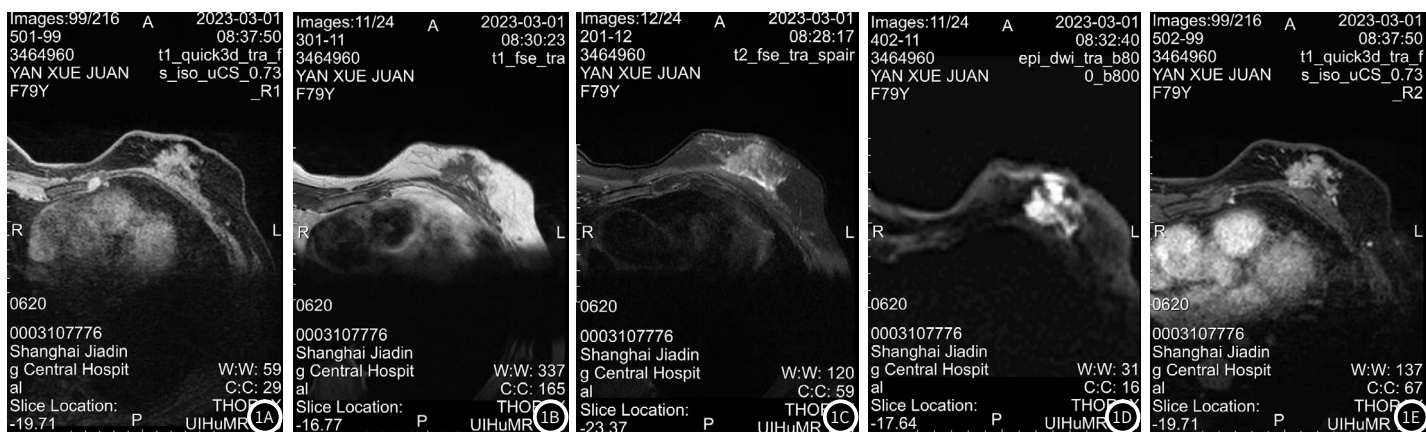


图1 观察组患者MRI图。患者, 女, 79岁, 非钙化型早期乳腺癌。图1A~1C分别为T1WI压脂、T1WI、T2WI压脂轴位图, 提示坐席中央区、上份有一异常信号肿块, 最大截面积约为3.7cm×2.0cm, 形态边缘不规则, STIR略呈高信号。图1D、E分别为DWI、增强轴位图, 提示DWI呈高信号, 增强后病变内部明显不均匀强化。

**2.3 两组MRI定量参数比较** 与对照组比较, 观察组PI升高, 达峰时间和ADC值降低( $P < 0.05$ ), 见表3。

**2.4 两组FFDM特征比较** 与对照组比较, 观察组FFDM下病灶边界模糊、形态不规则、结构紊乱、非对称致密等特征的检出率升高, 多发性结节的检出率降低( $P < 0.05$ ), 见表4、图2。

**2.5 BMRI-FDP与FFDM对非钙化型早期乳腺癌的诊断价值分析** BMRI-FDP与FFDM诊断非钙化型早期乳腺癌的灵敏度分别为86.67%、78.33%, 特异度分别为95.56%、77.78%, 准确率分别为90.48%、78.09%, kappa值分别为0.808、0.556, 见表5。

表3 两组MRI定量参数比较

组别	例数	PI	达峰时间(s)	ADC( $\times 10^{-3} \text{mm}^2/\text{s}$ )
观察组	60	316.27 $\pm$ 72.55	184.44 $\pm$ 66.59	0.90 $\pm$ 0.15
对照组	45	254.33 $\pm$ 46.44	279.12 $\pm$ 78.04	1.38 $\pm$ 0.31
t		5.006	6.696	10.480
P		<0.001	<0.001	<0.001

表4 两组FFDM特征比较

组别	例数	边界模糊	形态不规则	结构紊乱	非对称致密	多发性结节
观察组	60	54(90.00)	47(78.33)	43(71.67)	50(83.33)	7(11.67)
对照组	45	13(28.89)	9(20.00)	13(28.89)	16(35.56)	30(66.67)
t		41.585	35.156	18.906	25.142	34.085
P		<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001

表5 BMRI-FDP与FFDM与病理结果的一致性分析

检验方法	金标准		合计
	阳性	阴性	
BMRI-FDP			
阳性	52	2	54
阴性	8	43	51
FFDM			
阳性	47	10	57
阴性	13	35	48
合计	60	45	105

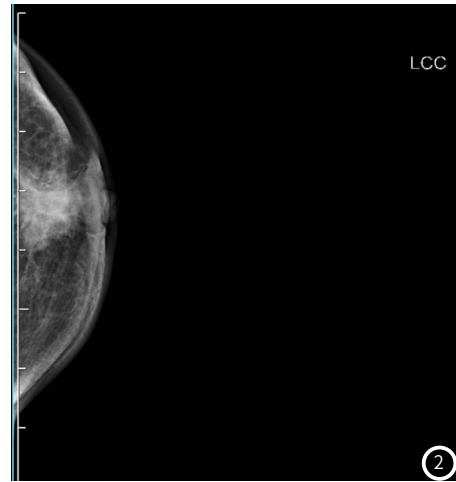


图2 观察组患者FFDM图。图1相同患者。CC位，提示左乳中央区见肿块影，大小约28mm $\times$ 19mm，边界模糊，密度欠均匀。

### 3 讨论

乳腺癌的早期诊疗能显著降低治疗难度和医疗成本，提高患者的长期生存率<sup>[6]</sup>。但非钙化型早期乳腺癌病灶较小，且在FFDM上缺乏特征性的钙化斑点，与良性病变的鉴别难度较大，传统检查手段易漏诊<sup>[7]</sup>。部分学者认为，加强影像学技术应用，推广多模态的综合诊断方法是改善非钙化型早期乳腺癌诊断准确性的重要举措<sup>[8]</sup>。本研究，与乳腺癌患者比较，观察组患者绝经和肿块型病灶的发生率更高。既往研究认为，绝经是乳腺癌发病的危险因素之一<sup>[9]</sup>，提示需加强对绝经妇女的乳腺癌筛查力度。

本研究发现，与乳腺癌患者相比，观察组的非钙化型早期乳腺癌病灶表现出了明显的特征差异，多呈现分叶状、毛刺状和内部不均质强化的特征，且MRI定量参数PI升高，达峰时间和ADC值降低，与陈雪琴等<sup>[10]</sup>报道的结果相似。这表明，BMRI-FDP结果能较为全面地反映非钙化型早期乳腺癌病灶在形态学和血流动态上的特征，有利于早期乳腺癌的鉴别诊断和临床管理。分析认为，乳腺癌细胞的异常增殖和浸润，使癌细胞沿乳腺小叶和导管扩散，病灶内部出现大量新生血管和坏死区域，同时对周围正常组织进行破坏，造成周围组织的纤维化和增生，BMRI-FDP的T1WI和T1WI压脂图能更清晰地显示微小病灶的解剖结构图像，故能够检出分叶状、毛刺状和内部不均质强化等影像学特征<sup>[11]</sup>。在MRI定量参数中，PI、达峰时间反映了病灶的血供情况，ADC值则与病灶的密度相关。非钙化型早期乳腺癌组织伴随着大量血管新生，导致病灶内血流灌注增加，在增强扫描下PI和达峰时间延长<sup>[12]</sup>；肿瘤的异常增殖导致病灶内细胞密度增加细胞间隙减少，水分子扩散受限，在DWI图中表现为ADC值降低<sup>[13]</sup>。因此，BMRI-FDP既能够提供病灶的高分辨率、清晰解剖结构成

像，亦能够通过分析相关定量参数，提供病灶的生物学特性，为非钙化型早期乳腺癌的综合评估提供有力依据。

本研究中，与乳腺癌患者相比，观察组在FFDM下边界模糊、形态不规则、结构紊乱和非对称致密等特征的比例显著增加，与既往研究结果相似<sup>[14]</sup>，表明FFDM能检出非钙化型早期乳腺癌的影像学特征，从而提高诊断的准确性。非钙化型早期乳腺癌的侵袭性生长模式是造成病灶形态不规则和边界模糊的主要原因，细胞和组织结构的异质性使得病灶结构紊乱，亦可表现为非对称致密<sup>[15]</sup>。

本研究对比分析了BMRI-FDP和FFDM在非钙化型早期乳腺癌诊断中的诊断效能，结果显示，BMRI-FDP在灵敏度、特异度和准确率上均优于FFDM，这可能与其高分辨率、对软组织的优越显示能力以及多层次成像相关。虽然FFDM能检出较为典型的乳腺癌特征性影像学表现，但其应用于非钙化型早期乳腺癌诊断的敏感度相对较低，提示可结合其他影像学 and 临床资料，以进一步提高诊断准确性。然而，FFDM特别是在资源有限或需要大规模筛查的场景下仍具有其独特的应用优势，因此其在乳腺癌筛查中仍具有重要地位。

综上所述，BMRI-FDP与FFDM均能用于诊断非钙化型早期乳腺癌，其中BMRI-FDP与病理结果的一致性更高。本研究为单中心研究，样本量较小，且缺乏长期随访数据，未来将开展多中心、大样本研究，探讨BMRI-FDP与FFDM对钙化型早期乳腺癌临床诊疗以及预后评估的临床价值。

(参考文献下转第141页)

