

论 著 · 乳腺

多模态MRI与DBT联合
诊断致密型乳腺癌的价
值研究*陈安琪^{1,2} 郭文敏⁶ 宋 磊^{4,5,*}
何志兵^{3,*}

1.武汉科技大学襄阳市第一人民医院

研究生联合培养基地放射影像科

(湖北 襄阳 441000)

2.武汉科技大学医学部医学院

(湖北 武汉 430081)

3.湖北医药学院附属襄阳市第一人民医院

放射影像科 (湖北 襄阳 441000)

4.黄石市中心医院(湖北理工学院附属

医院)放射影像科 (湖北 黄石 435000)

5.脑血管病影像与人工智能黄石市

重点实验室 (湖北 黄石 435000)

6.重庆市长寿区人民医院放射影像科

(重庆 401200)

【摘要】目的 探讨多模态磁共振成像(MRI)联合数字乳腺断层融合成像(DBT)对致密型乳腺癌的诊断价值。方法 本研究回顾性选取2022年1月至2023年8月就诊于襄阳市第一人民医院的致密型乳腺女性229例,其中80例患者行DCE-MRI检查,118例患者行DWI检查,111例患者行DBT检查,38例患者同时行DBT、DCE-MRI、DWI检查,将患者分为五组,以组织病理学检测结果为金标准,通过SPSS26.0软件进行分析,绘制受试者工作特征曲线(ROC曲线)、计算曲线下面积(AUC值)及95%置信区间(95% CI),计算并比较各种检查手段诊断致密型乳腺癌的灵敏度、特异度、准确度。结果 与DBT、DCE-MRI、DWI及DBT+DCE-MRI组诊断相比,DBT+DWI组对乳腺癌组织病理学的诊断价值最高,AUC值为0.935,具有统计学差异($P<0.05$)。结论 DBT联合DWI检查对致密型乳腺癌的诊断效能最高,可以为临床工作提供重要指导。

【关键词】多模态磁共振成像;

数字乳腺断层融合成像;致密型乳腺癌

【中图分类号】R445.2

【文献标识码】A

【基金项目】襄阳市第一人民医院硕博项目

(XY2025SD11);

湖南省自然科学基金计划项目资助

(2024AFB431)

DOI:10.3969/j.issn.1672-5131.2025.10.029

Value of Multimodal MRI Combined with
DBT in the Diagnosis of Dense Breast
Cancer*CHEN An-qi^{1,2}, GUO Wen-min⁶, SONG Lei^{4,5,*}, HE Zhi-bing^{3,*}.

1.Department of Radiology,Postgraduate Union Training Base of Xiangyang No.1 People's Hospital, Wuhan University of Science and Technology, Xiangyang,441000, Hubei Province, China

2.Medical College, Wuhan University of Science and Technology, Wuhan 430081, Hubei Province, China

3.Department of Radiology, Xiangyang No.1 People's Affiliated to Hubei University of Medicine, Xiangyang 441000, Hubei Province, China

4.Department of Radiology, Huangshi Central Hospital(Affiliated Hospital of Hubei Polytechnic University), Huangshi 435000, Hubei Province, China

5.Key Laboratory of Cerebrovascular Disease Imaging and Artificial Intelligence, Huangshi 435000, Hubei Province, China

6.Department of Radiology, People's Hospital of Changshou Chongqing, Chongqing 401200, China

ABSTRACT

Objective To investigate the diagnostic value of multi-modal magnetic resonance imaging(MRI) combined with digital breast tomosynthesis(DBT) for dense breast cancer. **Methods** This study retrospectively selected 229 women with dense breast who sought medical care at the Xiangyang No.1 People's Hospital from January 2022 to August 2023, of whom 80 underwent DCE-MRI examination, 118 underwent DWI examination, 111 underwent DBT examination, and 38 underwent DBT, DCE-MRI, and DWI examination. The patients were divided into five groups,with the gold standard being histopathological examination results.The data were analyzed using SPSS26.0 software, ROC curves were drawn, AUC values and 95% confidence intervals (95%CI) were calculated, and the sensitivity, specificity, and accuracy of various examination methods in diagnosing dense breast cancer were calculated and compared. **Results** Compared with the diagnostic value of DBT, DCE-MRI, DWI, and DBT+DCE-MRI, the diagnostic value of DBT+DWI for histopathological examination of breast cancer was the highest,the AUC value is 0.935, with statistical significance($P<0.05$). **Conclusion** The diagnostic efficacy of DBT combined with DWI is the highest for dense breast cancer, and can provide important guidance for clinical work.

Keywords: Multimodal Magnetic Resonance Imaging; Digital Breast Tomography; Dense Breast Cancer

2020年全球癌症统计数据表明,女性乳腺癌已经取代肺癌成为全球癌症发病率的主要原因,占有癌症病例的11.7%,其发病率及死亡率高居女性恶性肿瘤首位^[1]。乳腺癌的早期筛查尤为重要,有利于患者尽早接受诊疗,从而降低乳腺癌相关死亡率^[2-3]。目前,乳腺X线摄影是最常用的筛查方法^[4]。然而中国年轻女性乳房腺体大多为致密型腺体,而致密型腺体会降低乳腺X线摄影检测的灵敏性和特异性^[5]。因此,寻找能有效提高致密型乳腺女性乳腺癌诊断价值的检查手段对患者的预后具有重要意义。

数字乳腺断层融合成像(digital breast tomosynthesis, DBT)是一种新型的生成乳房三维重建图像的成像技术,它可以最大限度地减少乳房组织重叠的可能性,同时能提高病变的显著性^[4]。动态对比磁共振成像(dynamic contrast enhancement magnetic resonance imaging, DCE-MRI)检查在乳腺MRI检查中占据最重要的地位,能够清晰揭示乳腺病变的形态学特征和血流动力学特性^[6]。磁共振弥散加权成像(diffusion-weighted imaging, DWI)是一种可以定量评估人体内细胞外空间中水扩散阻碍的磁共振成像技术^[7]。它通过应用扩散梯度来观察水分子的随机运动,而这种随机运动通过计算表观扩散系数(apparent diffusion coefficient, ADC)来量化^[8],并且高ADC值通常被认为是良性病变的典型表现^[7]。DBT由于其仅形态学成像的缺点,在诊断早期乳腺癌时存在一定的假阳性^[9];DCE-MRI在检查过程中耗时久,且为有创检查,并可导致钆潴留^[10];DWI因其图像清晰度不够,故需要结合其他序列才能够详细观察到病灶的影像学特征。因此,本研究探讨多模态MRI联合DBT对于致密型乳腺癌患者的诊断价值,旨在为临床早期诊疗提供可靠的参考依据和重要指导,改善患者预后。

1 资料与方法

1.1 一般资料 回顾性分析我院2022年1月至2023年8月符合以下标准的乳腺疾病患者(经医院伦理委员会审核批准)。

纳入标准:女性,≥18岁;在术前完成DBT及多模态磁共振成像(Magnetic resonance imaging, MRI)检查;临床资料完整;术后接受病理诊断;致密型乳腺患者。排除标准:合并有其他恶性肿瘤或乳腺疾病;影像学检查前有穿刺或手术史;肿瘤已发生转移;生理期、妊娠或哺乳期女性;既往有放、化疗者。

最终有229名患者纳入该研究,患者均为女性,年龄18~81岁,平均(45.65±10.56)

【第一作者】陈安琪,女,初级医师,主要研究方向:胸部(乳腺)。E-mail: anqi010629@163.com

【通讯作者】何志兵,男,主任医师,主要研究方向:胸部(乳腺)。E-mail: 309461988@qq.com

宋 磊,男,主治医师,主要研究方向:头颈部(脑出血)。E-mail: song580lei@163.com

岁；绝经82例(35.81%)，未绝经147例(64.19%)；患者就诊原因：乳腺肿物208例(90.8%)、乳头溢液10例(4.4%)、疼痛1例(0.4%)、体检发现7例(3.1%)、其他原因3例(1.3%)；病理结果：良性97例(42.36%)，恶性132例(57.64%)。

1.2 检查仪器及扫描参数

(1)DBT检查。采用乳腺断层扫描仪(Senographe Pristina 3D)，嘱患者取站立位，扇形步进式拍摄双侧乳腺头尾位(Cranio-caudal, CC)、内外侧斜位(medio-lateral oblique, MLO)，每次摄影X线球管在15°范围内进行旋转扫描，每旋转1度低剂量曝光1次，扫描后通过计算机重建出层厚1mm的三维断层图像，图像的层数取决于受压乳房的厚度。

(2)MRI检查。选用美国GE 3.0T Signa HDxt医学磁共振成像设备进行扫描，患者取俯卧位，双手平放至身体两侧，两侧乳腺自然垂入HD8通道专用乳腺相控阵线圈内，扫描范围包括乳房下界至腋窝及双侧乳房。常规行横断位T1WI：重复时间620ms，回波时间8ms，层厚4 mm，视野360 mm×360 mm；横断位抑脂T2WI：重复时间5000 ms，回波时间100ms，层厚3mm，视野360 mm×360 mm；扩散加权成像：重复时间5000ms，回波时间60ms，层厚4mm，视野360 mm×360 mm，b值分别取0和1000s/mm²；DCE-MRI：重复时间4.30ms，回波时间2.1 ms，层厚1.4 mm，视野360 mm×360 mm，造影剂为钆喷酸葡胺，剂量0.2 mmol/kg，速率3.0 mL/s。注射对比剂前先扫描蒙片，后经肘静脉注射适量对比剂后连续扫描8期，每期65 s。于后处理

工作站选取感兴趣区在高b值图像上测量ADC值。

1.3 资料收集 DBT、MRI检查结果均由两名从事影像诊断≥5年的放射科医师在不清楚病理检测结果的情况下进行独立阅片和数据测量。当两位医师对于诊断的意见产生分歧时可由另一名高年资放射科医师参与讨论，并得出最终诊断结果。

收集患者以下资料：(1)患者首发症状；(2)肿块特征：形态、边缘、象限、发病侧、大小；(3) DWI信号特点及ADC值；(4)BI-RADS(breast imaging reporting and data system)分类：参照中华医学会放射学分会乳腺组专家依据美国放射学会的BI-RADS标准第五版制定的乳腺X线和MRI相关标准进行阅片^[11]；本研究中，将BI-RADS分类1-4A类视作诊断为良性，4B-5类视作诊断为恶性^[12]；(5)病理结果；(6)临床基本资料。

1.4 统计学方法 采用SPSS 26.0软件对数据进行统计分析。计数资料以[(%)表示，组间比较采用卡方检验。计量资料首先使用方差齐性检验，符合正态分布且方差齐的采用单因素方差分析，以均值±标准差($\bar{x} \pm s$)表示组间均数比较；各影像检查方式的诊断价值运用卡方检验进行比较，计算卡方值并比较不同检查方法的诊断差异是否具有统计学意义；绘制受试者工作特征(receiver operating characteristic, ROC)曲线、计算曲线下面积(area under curve, AUC)，计算并比较各影像检查方法诊断乳腺良恶性疾病的AUC、灵敏度、特异度。最后使用Delong检验比较两种联合检查的诊断效能有无统计学差异。(P<0.05为差异有统计学意义)。

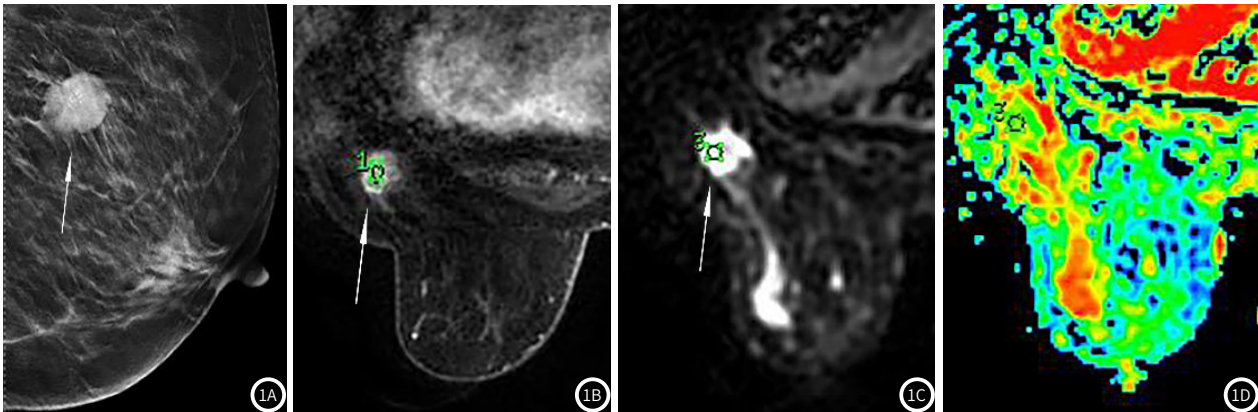


图1A~1D 均为同一患者，女性，60岁，术后病理为左侧浸润性乳腺癌。图1A为DBT图像，可见乳腺内结节状密度增高影，边缘见毛刺，其内见多发砂砾状钙化影；图1B为DCE-MRI序列，可见病灶边缘少许毛刺；图1C为DWI序列，显示病灶呈高信号；图1D为DWI图像处理后的ADC图，ADC值=1.3×10⁻³mm²/s。

2 结 果

2.1 临床资料 229例患者进行研究。其中111例行DBT检查，平均(49.49±10.48)岁；80例行DCE-MRI检查，平均(42.40±9.64)岁；118例行DWI检查，平均(42.03±9.33)岁；DBT+DCE-MRI组、DBT+DWI组38例，平均(41.26±8.72)岁。表1结果显示，年龄在五组间的差异有统计学意义(P<0.05)，症状、发病侧、病灶位置、肿块大小、病理结果等各项指标在五组间差异均无统计学意义(P均>0.05)。

2.2 DBT、DCE-MRI、DWI对致密型乳腺癌的诊断效能 DBT诊断致密型乳腺癌的灵敏度、特异度、准确度分别为78.33%、

96.08%、86.49%，AUC值为0.872；DCE-MRI诊断致密型乳腺癌的灵敏度、特异度、准确度分别为93.88%、80.65%、88.75%，AUC值0.873；DWI诊断致密型乳腺癌的灵敏度、特异度、准确度分别为91.67%、58.70%、78.81%，AUC值0.752。详见表2。

2.3 DBT+DCE-MRI、DBT+DWI对致密型乳腺的诊断效能 DBT+DCE-MRI诊断致密型乳腺癌的灵敏度、特异度、准确度分别为82.61%、100.00%、89.47%，AUC值0.913；DBT+DWI诊断致密型乳腺癌的灵敏度、特异度、准确度分别为86.96%、100.00%、92.11%，AUC值0.935；两种联合检查的AUC值进行Delong检验得出P值为0.32，无统计学差异。详见表3、图2。

表2 DBT、DCE-MRI、DWI在致密型乳腺中对良恶性病变诊断效能的比较				
检查方法	灵敏度(%)	特异度(%)	准确度(%)	AUC(95%CI)
DBT	78.33	96.08	86.49	0.872(0.801~0.943)
DCE-MRI	93.88	80.65	88.75	0.873(0.781~0.964)
DWI	91.67	58.70	78.81	0.752(0.655~0.849)

注：AUC=受试者曲线下面积；95%CI=95%置信区域。

表3 DBT+DCE-MRI、DBT+DWI在致密型乳腺中对良恶性病变诊断效能的比较				
检查方法	灵敏度(%)	特异度(%)	准确度(%)	AUC(95%CI)
DBT+DCE-MRI	82.61	100.00	89.47	0.913(0.816~1.000)
DBT+DWI	86.96	100.00	92.11	0.935(0.850~1.000)

注：AUC=受试者曲线下面积；95%CI=95%置信区域。

表1 五组临床基线资料

观察组	DBT(=111)	DCE-MRI (=80)	DWI(=118)	DBT+DCE-MRI(=38)	DBT+DWI(=38)	统计量	P值
年龄	49.49±10.48	42.40±9.64	42.03±9.33	41.26±8.72	41.26±8.72	12.309 ^①	<0.01
症状(n, %)						15.088 ^②	0.518
肿块	102(91.90)	71(88.75)	106(89.83)	35(92.11)	35(92.11)		
溢血	2(1.80)	7(8.75)	8(6.78)	1(2.63)	1(2.63)		
体检	5(4.50)	1(1.25)	2(1.69)	1(2.63)	1(2.63)		
疼痛	0(0.00)	0(0.00)	1(0.85)	1(2.63)	1(2.63)		
其他	2(1.80)	1(1.25)	1(0.85)	0(0.00)	0(0.00)		
发病侧(n, %)						3.873 ^②	0.424
左乳	54(48.65)	34(42.50)	56(47.46)	22(57.89)	22(57.89)		
右乳	57(51.35)	46(57.50)	62(52.54)	16(42.11)	16(42.11)		
病灶位置(n, %)						19.707 ^②	0.234
外上象限	53(47.74)	37(46.25)	58(49.15)	21(55.26)	21(55.26)		
外下象限	10(9.01)	13(16.25)	21(17.80)	8(21.05)	8(21.05)		
内上象限	18(16.22)	16(20.00)	21(17.80)	5(13.16)	5(13.16)		
内下象限	26(23.42)	9(11.25)	13(11.02)	4(10.53)	4(10.53)		
中央区	4(3.61)	5(6.25)	5(4.23)	0(0.00)	0(0.00)		
肿块大小(n, %)						2.661 ^②	0.616
≤20	62(55.86)	37(46.25)	55(46.61)	18(47.37)	18(47.37)		
>20	49(44.14)	43(53.75)	63(53.39)	20(52.63)	20(52.63)		
病理结果(n, %)						1.561 ^②	0.816
良性	51(45.95)	31(38.75)	46(38.98)	15(39.47)	15(39.47)		
恶性	60(54.05)	49(61.25)	72(61.02)	23(60.53)	23(60.53)		

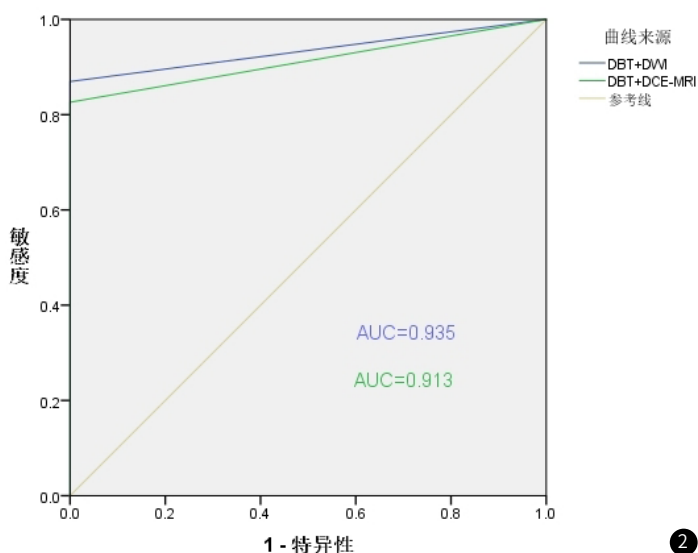
注：①为P值；②为 χ^2 值。

图2 DBT+DWI、DBT+DCE-MRI诊断乳腺癌ROC曲线。

3 讨论

有研究显示，乳腺癌发病率在持续上升，乳腺癌仍然是妇女疾病负担的主要癌症相关原因^[13]。因此，早期准确诊断对于改善乳腺癌患者的生存质量至关重要^[14]。乳腺X线摄影是目前乳腺癌筛查最常用的检查方法，在长期随访中，其被证实可以降低约20%的乳腺癌死亡率^[15-17]。然而，对于致密型乳腺的女性，乳腺X线摄影识别乳腺癌的敏感性有所降低^[18]，且乳腺密度极高的女性患乳腺癌的风险是乳腺脂肪多的女性的4至6倍^[15]。

DBT作为一种新型乳腺X线技术，具有X线识别乳腺微钙化的敏感度优势，它还能最大限度地减少腺体的重叠，有效消除正常乳腺组织对病灶的干扰，提高诊断的准确性，尤其适用于致密型乳腺患者^[19-20]。然而，既往研究表明，DBT具有仅形态学成像的缺点，故其在诊断早期乳腺癌时存在一定的假阳性^[9]。本研究结果显示，DBT组和DCE-MRI组诊断乳腺癌的AUC值分别为0.872、0.873，与敬文波等^[21]结果相似，该结果表明，在致密性乳腺患者中，DBT的总体诊断价值与DCE-MRI相当，这可能与DBT特异性较高，但敏感度略低于DCE-MRI有关。

DCE-MRI对于检测乳腺癌具有很高的敏感性，多个国家和国际指南都建议使用乳腺MRI对高危人群进行早期筛查，但相对于其他筛查技术，目前的MRI检查价格昂贵，相对更耗时^[22]，且有研究发现钆对比剂可造成肾源性全身纤维化和钆潴留^[23]。而DWI是一种无创MRI技术，可用于测量生物组织中水分子的扩

散,通过测量ADC值推测肿瘤性质,因其无需静脉注射对比剂,且与增强MRI相比有着几乎同等的诊断效能,因此DWI有望作为乳腺癌筛查的非增强MRI替代方案^[24-25]。而Wielema等^[26]研究发现,DWI可用于对拥有致密型乳腺的女性进行额外的筛查。在本研究中,DWI组诊断乳腺癌的灵敏度及准确度较高,但特异度低,这与张林波^[27]等的研究结果类似,且该组的AUC值最低,为0.752,这可能是因为本研究主要通过ADC值来判断病变的良恶性,从而失去了一部分形态学的信息所致。

单一的检查方法已无法满足临床的需求,采用联合检查手段可使患者避免进行有创检查。目前常用的联合检查方式为DBT联合DCE-MRI,然而DCE-MRI耗时长、价格昂贵且其造影剂可导致钆蓄留^[10,23],鉴于此,本研究探究并比较多模态MRI与DBT诊断致密型乳腺癌的诊断效能,提出了一种新型的联合检查手段来提高致密型乳腺中乳腺癌的诊断价值,为DBT联合DWI,本研究将两种联合检查和三种单一检查分为五组进行比较,结果显示,DBT+DWI组诊断乳腺癌的综合价值最高,其AUC值为0.935,敏感度为86.96%、特异度为100.00%、准确度为92.11%。其次为DBT+DCE-MRI组,其AUC值为0.913,与周晟等^[28]的研究中得出的AUC值相近。

本研究提出了一种新型的联合诊断致密型乳腺中乳腺癌的检查手段,在一定程度上为患者的临床诊疗提供了科学的参考与指导。但是,本研究也存在一些局限性:(1)目前并未有将DBT与DWI联合应用于致密型乳腺中乳腺癌诊断的研究报道,且本研究为单中心研究,所纳入样本数量较少,可能使研究结果出现偏倚;(2)本研究未对不同大小的乳腺结节及不同年龄阶段的患者进行分层讨论;(3)本研究选取的b值为1000s/mm²,而ADC值取决于b值,在未来的研究中我们需要证明这种扫描参数的可重复性;(4)本研究为回顾性研究,后续可扩大样本量进行前瞻性研究。

4 结 论

综上所述,DBT联合DWI对于致密型乳腺癌具有重要诊断价值,有望可以替代DBT+DCE-MRI成为目前主要的联合检查方法,为临床诊疗提供重要指导。

参考文献

[1] Sung H, Ferlay J, Siegel RL, et al. Global cancer statistics 2020: GLOBOCAN estimates of incidence and mortality worldwide for 36 cancers in 185 countries[J]. CA: A Cancer Journal for Clinicians, 2021, 71(3): 209-249.

[2] Katie Hanna, Emma Krzoska, Abeer M. Shaaban, et al. Raman spectroscopy: current applications in breast cancer diagnosis, challenges and future prospects[J]. British Journal of Cancer, 2022, 126(8): 1125-1139.

[3] Ritse M. Mann, Regina Hooley, Richard G. Barr, et al. Novel approaches to screening for breast cancer[J]. Radiology, 2020, 297(2): 266-285.

[4] Min Sun Bae, Bo Kyoung Seo. Breast cancer screening with digital breast tomosynthesis improves performance of mammography screening[J]. Radiology, 2023, 307(3): e230306.

[5] 商木岩, 郭帅, 张强, 等. 中国乳腺癌筛查现状[J]. 实用癌症杂志, 2020, 35(11): 1911-1914.

[6] Chen H, Min Y, Xiang K, et al. DCE-MRI performance in triple negative breast cancers: comparison with non-triple negative breast cancers[J]. Curr Med Imaging, 2022, 18(9): 970-976.

[7] Paola Clauser, Barbara Krug, Hubert Bickel, et al. Diffusion-weighted imaging allows for downgrading MR BI-RADS 4 lesions in contrast-enhanced MRI of the breast to avoid unnecessary biopsy[J]. Clinical Cancer Research, 2021, 27(7): 1941-1948.

[8] Hubert Bickel, Paola Clauser, Katja Pinker, et al. Introduction of a breast apparent diffusion coefficient category system (ADC-B) derived from a large multicenter MRI database[J]. European Radiology, 2023, 33(8): 5400-5410.

[9] Ioannis Sechopoulos, Alexandra Athanasiou. Digital breast tomosynthesis screening: better but still not good enough for all women[J]. Radiology, 2020, 297(3): 532-533.

[10] Blomqvist L, Nordberg G F, Nurchi V M, et al. Gadolinium in medical imaging—usefulness, toxic reactions and possible countermeasures—a review[J]. Biomolecules, 2022, 12(6): 742.

[11] Ajay Aroor Rao, Jennifer Feneis, Chloe Lalonde, et al. A pictorial review of changes in the BI-RADS fifth edition[J]. RadioGraphics, 2016, 36(3): 623-639.

[12] 吕晓虹, 刘宁, 李琦, 等. 数字乳腺断层摄影对致密型乳腺肿块的诊断价值[J]. 中华医学杂志, 2019, 99: 3110-3113.

[13] Britt K L, Cuzick J, Phillips K-A. Key steps for effective breast cancer prevention[J]. Nature Reviews Cancer, 2020, 20(8): 417-436.

[14] 李琰, 杜森, 周青, 等. 动态增强MRI参数在乳腺癌早期诊断及预后评估中的应用[J]. 中国CT和MRI杂志, 2023, 21(5): 79-81.

[15] Athina Vourtsis, Wendie A. Berg. Breast density implications and supplemental screening[J]. European Radiology, 2019, 29(4): 1762-1777.

[16] 曹政, 张玉青, 方茜. 乳腺钼靶X线联合MRI在触诊阴性乳腺癌诊断中的临床价值[J]. 罕少疾病杂志, 2024, 31(1): 71-72, 85.

[17] 卢祖坤, 曹雄峰, 刘慧慧. 基于乳腺X线的可疑钙化在乳腺癌分子分型诊断中的应用价值分析[J]. 罕少疾病杂志, 2023, 30(12): 60-61.

[18] Suneela Vegunta, Juliana M. Kling, Bhavika K. Patel. Supplemental cancer screening for women with dense breasts: guidance for health care professionals[J]. Mayo Clinic Proceedings, 2021, 96(11): 2891-2904.

[19] Min Jung Ko, Dong A Park, Sung Hyun Kim, et al. Accuracy of digital breast tomosynthesis for detecting breast cancer in the diagnostic setting: a systematic review and meta-analysis[J]. Korean Journal of Radiology, 2021, 22(8): 1240.

[20] Su Min Ha, Ann Yi, Dahae Yim, et al. Digital breast tomosynthesis plus ultrasound versus digital mammography plus ultrasound for screening breast cancer in women with dense breasts[J]. Korean Journal of Radiology, 2023, 24(4): 274.

[21] 敬文波, 肖兰, 汪满, 等. 数字乳腺三维断层摄影与MRI对致密型乳腺中乳腺癌的诊断性能对比分析[J]. 放射学实践, 2021, 36(7): 879-884.

[22] Samantha L. Heller, Linda Moy. MRI breast screening revisited[J]. Journal of Magnetic Resonance Imaging, 2019, 49(5): 1212-1221.

[23] Francesco Sardanelli, Andrea Cozzi, Rubina Manuela Trimboli, et al. Gadolinium retention and breast MRI screening: more harm than good? [J]. American Journal of Roentgenology, 2020, 214(2): 324-327.

[24] Roberto Lo Gullo, Savannah C. Partridge, Hee Jung Shin, et al. Update on DWI for breast cancer diagnosis and treatment monitoring[J]. American Journal of Roentgenology, 2024: 1-13.

[25] Sabine Ohlmeyer, Frederik Bernd Laun, Sebastian Bickelhaupt, et al. Ultra-high b-value diffusion-weighted imaging-based abbreviated protocols for breast cancer detection[J]. Investigative Radiology, 2021, 56(10): 629-636.

[26] Mirjam Wielema, Paul E. Sijens, Ruud M. Pijnappel, et al. Image quality of DWI at breast MRI depends on the amount of fibroglandular tissue: implications for unenhanced screening[J]. Eur Radiol, 2024, 34(7): 4730-4737.

[27] 张林波, 吴静, 高洁, 等. DCE-MRI、T2WI及DWI联合诊断乳腺癌的价值观察[J]. 中国CT和MRI杂志, 2024, 22(5): 106-108.

[28] 周晟, 陈国明, 贺斌, 等. DBT联合DCE-MRI在致密型乳腺癌中应用价值研究[J]. 临床放射学杂志, 2022, 41(2): 255-259.

(收稿日期: 2024-06-27)

(校对编辑: 韩敏求、翁佳鸿)