

论 著

DBT联合MRI在乳腺结节良恶性定性诊断及定量分析中的应用*

张松 荣小翠 杨光
陈军 殷风华*河北医科大学第四医院放射科
(河北石家庄 050000)

【摘要】目的 探讨数字乳腺断层摄影技术(DBT)联合磁共振成像(MRI)在乳腺结节良恶性定性诊断及定量分析中的应用。**方法** 选取2023年1月至2025年1月本院收治的乳腺结节患者150例作为观察对象,均接受DBT、MRI检查。根据病理检查结果将患者分为良性组和恶性组。以病理检查结果作为金标准,分析不同检查方法对乳腺良恶性诊断效能。比较良性组和恶性组MRI血管外细胞外间隙容积比(V_e)、回流速率常数(K_{ep})、容量转移常数(K^{trans})和DBT征象。**结果** 病理检查结果显示150例患者中恶性结节48例,占比为32.00%。恶性组 K^{trans} 、 K_{ep} 高于良性组, V_e 低于良性组($P<0.05$)。恶性组和良性组肿块边缘和病变特征等比较具有差异($P<0.05$)。DBT检查诊断恶性50例,其中误诊11例,漏诊9例,MRI检查诊断出恶性53例,其中误诊10例,漏诊5例,DBT+MRI检查诊断恶性53例,其中误诊6例,漏诊1例。以病理诊断结果作为金标准,DBT、MRI和DBT+MRI检查方式诊断的Kappa值分别为0.697、0.776、0.896。**结论** DBT联合MRI应用诊断乳腺良恶性具有较好效能,可根据影像学征象、参数等对肿块进行定性诊断,具有临床应用价值。

【关键词】 数字乳腺断层摄影技术; 核磁共振; 乳腺结节; 良恶性

【中图分类号】 R445.2

【文献标识码】 A

【基金项目】 乳腺断层融合加照特殊位预测乳腺癌新辅助化疗的应用价值(20241070)

DOI:10.3969/j.issn.1672-5131.2025.12.025

Application of DBT Combined with MRI in the Qualitative Diagnosis and Quantitative Analysis of Benign and Malignant Breast Nodules*

ZHANG Song, RONG Xiao-cui, YANG Guang, CHEN Jun, YIN Feng-hua*

Department of Radiology, the Fourth Hospital of Hebei Medical University, Shijiazhuang 050000, Hebei Province, China

ABSTRACT

Objective To explore the application of digital breast tomosynthesis (DBT) combined with magnetic resonance imaging (MRI) in the qualitative diagnosis and quantitative analysis of benign and malignant breast nodules. **Methods** A total of 150 patients with breast nodules admitted to the hospital were enrolled as the observation objects between January 2023 and January 2025, and all underwent DBT and MRI examinations. According to the results of pathological examination, patients were divided into benign group and malignant group. Taking results of pathological examination as the golden standard, diagnostic efficiency of different examination methods in benign and malignant breast nodules was analyzed. MRI quantitative parameters [volume of extracellular space per unit volume of tissue (V_e), reflux rate constant (K_{ep}), volume transfer constant (K^{trans})] and DBT signs were compared between benign group and malignant group. **Results** The pathological examination showed that there were 48 cases (32.00%) with malignant nodules. K^{trans} and K_{ep} in malignant group were higher than those in benign group, while V_e was lower than that in benign group ($P<0.05$). There were differences in tumor margins and lesion characteristics between malignant group and benign group ($P<0.05$). 50 cases were diagnosed as malignancy by DBT, of which 11 were misdiagnosed and 9 were missed. MRI diagnosed malignancy in 54 cases, of which 10 were misdiagnosed and 5 were missed. DBT+MRI diagnosed malignancy in 53 cases, of which 6 were misdiagnosed and 1 case was missed. Taking results of pathological diagnosis as the golden standard, Kappa values of DBT, MRI and DBT+MRI were 0.697, 0.776 and 0.896, respectively. **Conclusion** DBT combined with MRI has good efficiency in diagnosing benign and malignant breast tumors. It can qualitatively diagnose masses based on imaging signs, parameters, etc., and has clinical application value.

Keywords: Digital Breast Tomosynthesis; Magnetic Resonance Imaging; Breast Nodule; Benign and Malignant

乳腺疾病坏死女性常见疾病之一,其中乳腺结节的发病率呈上升趋势。根据病理可将乳腺结节分为乳腺增生、纤维腺瘤等良性病变,以及乳腺癌等恶性肿瘤^[1]。乳腺癌作为女性群体中最为常见的恶性肿瘤之一,近年来其发病率呈逐年递增态势,并且发病年龄愈发趋于年轻化^[2]。因此,准确诊断乳腺结节的良恶性,对于患者的治疗方案选择和预后具有至关重要的意义。数字乳腺断层摄影技术(digital breast tomosynthesis, DBT)是一种新兴的乳腺成像技术,它通过不同投影角度下对乳腺进行低剂量的快速采集,重建获取三维图像,有效解决了常规乳腺X线摄影二维成像的重叠问题,提高了乳腺病灶的检出率,尤其是对致密型乳腺中的病变显示具有明显优势^[3-4]。DBT能够清晰显示乳腺结节的形态、边缘、密度等特征,为乳腺结节的定性诊断提供更多信息^[5]。而磁共振成像(magnetic resonance imaging, MRI)在显示乳腺病变的软组织特征、血流动力学变化以及多中心、多灶性病变方面具有独特优势。将DBT与MRI联合应用于乳腺结节的诊断,有望整合两者的优势,提高诊断的准确性和可靠性。本研究旨在探讨DBT联合MRI在乳腺结节良恶性定性诊断及定量分析中的应用价值,评估联合检查在乳腺结节诊断中的效能,为临床诊断和治疗提供更有力的依据,进一步提高乳腺结节的诊断水平,改善患者的预后。

1 资料与方法

1.1 一般资料 选取2023年1月至2025年1月本院收治的乳腺结节患者150例,患者均为女性,单侧发病,肿块最大径线5.3~32.6mm,年龄25~70岁,平均年龄(45.88±8.76)岁,且均有手术病理诊断结果。

纳入标准: 临床检查确诊为乳腺结节,具备手术指征;均行DBT、MRI检查;获得知情同意书;临床检查资料和影像学资料齐全。排除标准:既往乳腺手术史者;接受过乳腺新辅助化疗者;存在严重感染情况者;存在造血功能障碍疾病;存在重要脏器功能不全者;图像质量差者;存在精神障碍或语言障碍者。本研究经本院医学伦理委员会批准通过并如期开展。

1.2 方法 MRI检查:患者入组后采用美国GE公司Hde型1.5T磁共振设备,进行乳腺检查。患者呈俯卧位,双侧乳腺自然下垂,放置在8通道乳腺相控阵列线圈中。行常规平扫和弥散加权扫描乳腺。设置参数,横断面T2W SPAIR序列:TE为70 ms,TR为4 040

【第一作者】 张松,男,主管技师,主要研究方向:乳腺断层融合摄影技术。E-mail: 87937159@qq.com

【通讯作者】 殷风华,男,副主任技师,主要研究方向:乳腺断层融合摄影技术。E-mail: 914092268@qq.com

ms; FSE TSE序列: TE为10 ms, TR为500 ms; 横断面DWI序列: TE为60 ms, TR为6 500 ms, b值1 000 s/m²。注射0.2 mmol/kg钆双胺注射液作为造影剂(15 mL, 2.0 mL/s)进行多期动态增强扫描。注射完成后以同样速率注入20mL生理盐水冲管。

DBT检查: 采用乳腺断层融合摄影机(美国GE Senographe essential全数字乳腺机)对患者进行双体位照射, 机架旋转角度范围0°~±90°, X线球管在一定角弧中移动, 每3°曝光一次, 在一定范围±15.6°~±12.5°内进行低剂量多次信息采集, 通过计算机获得原始数据重建图像, 对乳腺病变患者进行头尾位(craniocaudal, CC)及内外斜位(mediolateral oblique, MLO)扫描通过计算机获得原始数据重建图像, 扫描参数确定后, 图像传输至工作站, 由2名影像科医师阅片, 记录结节形态、边缘等影像特征。

1.3 图像分析 扫描结束后将相关影像与数据上传至后台工作站, 由2位经验丰富的影像科医师盲法阅片并进行数据处理, 统一诊断结果。通过分析MRI图像获得动态增强定量参数: 血管外细胞外间隙容积比(volume fraction of extravascular extravascular space, V_e)、回流速率常数(reflux rate constant of contrast agent, K_{ep})、容量转移常数(volume transfer constant of contrast agent, K^{trans}), 其中V_e=K^{trans}/K_{epo}。

1.4 诊断标准 病理学诊断标准^[6]: 所有患者均行手术或穿刺病理活检, 病理检查结果参照第4版WHO骨与软组织肿瘤分类标准将患者分为良性组和恶性组。

DBT和MRI诊断标准^[7]: 依据乳腺影像报告和数据库对发现的病灶进行评估及分类, 4类及以上诊断为恶性。

1.5 统计学分析 采用SPSS 28.0 软件分析本文数据。以病理结果作为金标准, 分别计算DBT和MRI法诊断乳腺良恶性病变的敏感度、特异性及准确性。连续资料以($\bar{x} \pm s$)表示, 采用t检验; 分类资料以[例(%)]表示, 采用 χ^2 /Fisher检验或秩和检验。一致性检验采用Kappa。当P<0.05 时认为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 乳腺结节病理诊断结果及影像学扫描结果 病理检查结果显示150例患者中恶性结节48例, 占比为32.00%; 良性结节102例, 占比68%。乳腺良恶性患者DBT和MRI扫描影像表现, 见图1。

表1 良性和恶性乳腺结节患者MRI定量参数比较

分组	例数	K ^{trans} (1/min)	K _{ep} (1/min)	V _e
良性组	102	0.35±0.04	0.79±0.08	0.80±0.08
恶性组	48	0.68±0.07	1.42±0.15	0.68±0.07
t值		36.638	33.545	9.350
P值		<0.001	<0.001	<0.001

2.2 良性组和恶性组乳腺结节患者DBT征象比较 恶性组和良性组肿块边缘和病变特征等比较具有差异(P<0.05)。见表2。

2.3 不同检查方法对乳腺良恶性诊断结果 DBT检查诊断恶性50例, 其中误诊11例, 漏诊9例; MRI检查诊断出恶性53例, 其中误诊10例, 漏诊5例; DBT+MRI检查诊断恶性53例, 其中误诊6例, 漏诊1例。见表3。

表2 良性组和恶性组乳腺结节患者DBT征象比较[例(%)]

分组	例数	肿块边缘			病变特征		
		清晰	模糊	遮蔽	结构扭曲	血液运行增加	血管穿入
良性组	102	76(74.51)	15(14.71)	9(8.82)	0(0.00)	0(0.00)	0(0.00)
恶性组	48	6(12.50)	19(39.58)	20(47.92)	41(85.42)	37(77.08)	34(70.83)
Z/Fisher值			7.429		119.897	104.369	93.427
P值			<0.001		<0.001	<0.001	<0.001

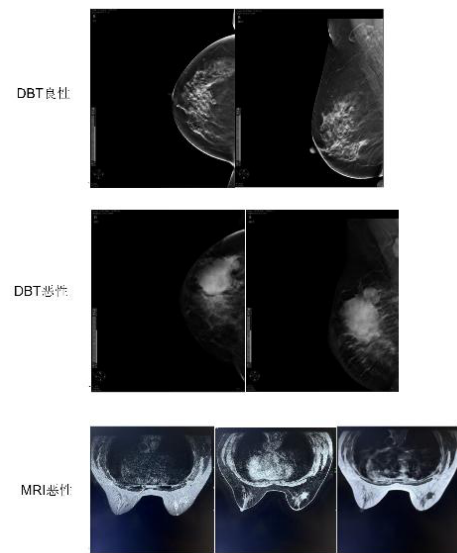


图1 乳腺良恶性患者DBT和MRI扫描影像表现。

DBT扫描良性乳腺结节患者在左侧乳腺下象限可见一等密度结节影, 密度均匀, (CC: 6/13层, MLO: 9/15层), 大小约0.8cm×0.57cm; 左侧肿物 BI-RADS 3类; DBT扫描恶性乳腺结节患者在右侧乳腺外上象限可见巨大高密度肿物影(CC: 9/23层, MLO: 9/19层), 密度不均匀, 边界不清楚, 大小约5.87×4.02cm; 右侧乳癌 BI-RADS 5类; MRI扫描恶性乳腺结节患者可见肿块位置位于右乳腺外象限, 大小52.0mm×39.5mm, 边缘: 清晰(分叶); 与胸肌/皮肤/乳头(无)粘连; 平扫信号特点: T1WI: 低信号 T2WI: 低信号; 乳管: 无扩张; 强化形式: 不均匀强化; 时间-信号曲线: 呈流出型, 早期强化模式: 呈快速型; DWI(b值=800): 弥散受限: ADC值: 0.781×10⁻³mm²/s; 右乳肿物, BI-RADS 5类。

2.2 良性组和恶性组乳腺结节患者MRI定量参数比较 恶性组K^{trans}、K_{ep}高于良性组, V_e低于良性组(P<0.05)。见表1。

表3 不同检查方法对乳腺良恶性诊断结果

检查方法	病理结果	病理结果		合计
		恶性(n=48)	良性(n=102)	
DBT	恶性	39	11	50
	良性	9	91	100
MRI	恶性	43	10	53
	良性	5	92	97
DBT+MRI	恶性	47	6	53
	良性	1	96	91

2.5 不同检查方法诊断效能分析 以病理诊断结果作为金标准, DBT、MRI和DBT+MRI诊断乳腺结节恶性的灵敏度分别为81.25%、89.58%和97.92%, 特异度分别为89.22%、90.20%和

94.12%, Kappa值分别为0.697、0.776和0.896。DBT+MRI检查方式灵敏度明显高于单项检查。见表4。

表4 不同检查方法诊断效能分析

检查方法	灵敏度(%)	特异度(%)	准确度(%)	阳性预测(%)	阴性预测(%)	Kappa值
DBT	81.25	89.22	86.67	78.00	91.00	0.697
MRI	89.58	90.20	90.00	81.13	94.85	0.776
DBT+MRI	97.92	94.12	95.33	88.68	98.97	0.896

3 讨论

乳腺结节是乳腺疾病中常见的临床表现, 准确判断其良恶性, 对制定治疗方案、改善患者预后具有重要意义^[8]。DBT和MRI是目前乳腺疾病诊断的重要影像学手段。DBT能在一定程度上减少组织重叠干扰, 清晰显示乳腺内部结构; MRI则具有高软组织分辨率, 可多方位、多参数成像, 对乳腺软组织病变的检测敏感性高^[9-10]。将二者联合应用, 有望为乳腺结节的诊断提供更全面、准确的信息, 提高诊断效能。

临床用于乳腺结节检查方法包括乳腺超声、乳腺X线摄影、MRI等, 乳腺超声操作简便、无辐射, 诊断囊性病变和低回声结节优势突出, 但对于微小钙化和致密型乳腺中的病变检出率较低; 乳腺X线摄影是乳腺癌筛查的重要手段, 能敏锐发现微小钙化, 可在致密型乳腺组织中易漏诊, 且存在辐射风险; MRI软组织分辨率高, 可多参数成像和多方位扫描, 诊断乳腺病变的价值较高, 但检查耗时久、费用高, 且显示微小钙化的能力也不及乳腺X线摄影。本研究病理检查结果显示150例患者中恶性结节48例, 占比为32.00%。进一步分析发现, DBT检查诊断恶性50例, 良性100例, MRI检查诊断出恶性53例, 良性97例, DBT+MRI检查诊断恶性59例, 良性91例; 以病理诊断结果作为金标准, DBT诊断乳腺结节良恶性的Kappa值为0.697, 一致性一般; MRI诊断乳腺结节良恶性的Kappa值为0.776, 一致性较好; DBT+MRI诊断灵敏度为97.92%、特异度为88.24%, Kappa值为0.812, 一致性较好; DBT+MRI检查方式灵敏度明显高于单项检查。本研究结果表明乳腺DBT+MRI检查鉴别乳腺结节性病变良恶性效能优于单独DBT检查, 这与既往研究基本一致^[11]。

本研究中, 恶性组 K^{trans} 、 K_{ep} 高于良性组, V_e 低于良性组, 这与既往研究结果基本一致^[12]。 K^{trans} 和 K_{ep} 是反映肿瘤血管生理学特征的关键参数, 其中 K^{trans} 是指对比剂从血管内扩散至血管外细胞外间隙的速率, K_{ep} 是指对比剂从血管外细胞外间隙回渗到血管内的速率^[13-14]。本研究结果提示MRI扫描参数对乳腺结节良恶性病变的定性诊断具有一定的价值。分析其原因可能是乳腺恶性病变患者肿瘤生长迅速, 需要大量的营养物质和氧气, 进而诱导生成大量新生血管, 新生血管的内皮细胞间隙较大, 基底膜不完整, 血管通透性较高, 对比剂更容易从血管内扩散到血管外, 使得恶性结节的 K^{trans} 值升高^[15]; 此外, 乳腺恶性结节中的新生血管形态不规则, 管径粗细不均, 血流速度较快且紊乱, 异常的血流状态使得对比剂在血管外细胞外间隙与血管内之间的交换加快, 对比剂从血管外回渗到血管内的速率增加, 导致 K_{ep} 值升高^[16]。

本研究比较乳腺良恶性患者DBT影像特征, 结果显示, 恶性组和良性组肿块边缘和病变特征等比较具有差异, 这与既往研究结果类似^[17]。本研究结果表明DBT可准确显示良恶性乳腺肿块征象, 进而明确疾病性质。分析其原因是乳腺恶性肿瘤细胞具有较强侵袭能力, 使得肿瘤与周围乳腺组织之间的界限变得模糊不清, 经DBT检查多表现为边缘模糊、出现毛刺^[18]; 乳腺肿瘤细胞在生长过程中分泌的细胞因子和生长因子会刺激成纤维细胞增殖并分泌大量胶原纤维, 在肿瘤周围无序沉积形成致密的纤维条索, 进而感染肿瘤边缘的界定, 导致DBT影像上呈现遮蔽的效果; 乳腺恶性肿瘤细胞代谢异常旺盛, 对氧气和营养物质的需求远远超过正常组织, 进而诱导新生血管生成, 形成异常丰富的血管网络, 这些新生血管形态不规则, 管径粗细不均, 血管壁薄且

缺乏平滑肌, 容易出现渗漏, DBT影像表现为血液运行增加和血管穿入的特征^[19], 上述征象均可作为乳腺疾病定性诊断提供依据。

综上所述, DBT和MRI联合应用可为诊断乳腺良恶性病变提供依据, DBT联合MRI应用诊断乳腺良恶性具有较好效能, 可根据影像学征象、参数等对肿块进行定性诊断, 具有临床应用价值。

参考文献

- [1] 石峰. 曲妥珠单抗对乳腺癌根治术后HER-2阳性患者血清肿瘤标记物及免疫功能的影响[J]. 罕少疾病杂志, 2025, 32(4): 36-39.
- [2] 张英萍. 超声弹性成像与二维超声检查联合用于乳腺癌腋窝淋巴结转移诊断的临床价值探讨[J]. 罕少疾病杂志, 2025, 32(7): 67-69.
- [3] Monticciolo DL. Digital breast tomosynthesis: a decade of practice in review[J]. J Am Coll Radiol, 2023, 20(2): 127-133.
- [4] Erika N, Sato H. Digital breast tomosynthesis: three-dimensional measurement of breast-absorbed dose distribution[J]. Asian Pac J Cancer Prev. 2023 Mar 1; 24(3): 953-960.
- [5] Avendaño D, Sofia C, Zapata P, et al. Artificial intelligence in breast imaging: a special focus on advances in digital mammography & digital breast tomosynthesis[J]. Curr Med Imaging, 2023, 19(8): 799-806.
- [6] Sbaraglia M, Bellan E, Dei Tos AP. The 2020 WHO classification of soft tissue tumours: news and perspectives[J]. Pathologica, 2021, 113(2): 70-84.
- [7] Rao AA, Feneis J, Lalonde C, et al. A pictorial review of changes in the BI-RADS fifth edition[J]. Radiographics, 2016, 36(3): 623-39.
- [8] Perepechaeva ML, Studenikina AA, Grishanova AY, et al. Serum miR-181a and miR-25 in patients with malignant and benign breast diseases[J]. Biomed Khim, 2023, 69(5): 307-314.
- [9] Lin H, Zhang Y, Wu L, et al. Diagnostic accuracy of digital breast tomosynthesis and digital mammography in women with dense or non-dense breast tissue: a systematic review and meta-analysis[J]. Adv Clin Exp Med, 2025, 34(3): 315-326.
- [10] Stout NK, Miglioretti DL, Su YR, et al. Breast Cancer screening using mammography, digital breast tomosynthesis, and magnetic resonance imaging by breast density[J]. JAMA Intern Med, 2024, 184(10): 1222-1231.
- [11] 徐红芳, 崔青, 朱紫阳, 等. 乳腺磁共振成像联合乳腺数字三维断层摄影技术对乳腺良恶性病变鉴别价值[J]. 临床军医杂志, 2023, 51(4): 417-420.
- [12] 梁东海, 徐加利, 李祥. 乳腺结节患者DCE-MRI定量参数与其病变良恶性的关系[J]. 中国CT和MRI杂志, 2024, 22(9): 91-93.
- [13] Constanzo F, Teixeira BCA, Sens P, et al. Perfusion-weighted imaging in vestibular schwannoma: the influence that cystic status and tumor size have on perfusion profiles[J]. Radiol Bras, 2023, 56(2): 67-74.
- [14] Zhou M, Huang H, Fan Y, et al. Golden-angle radial sparse parallel magnetic resonance imaging of rectal perfusion: utility in the diagnosis of poorly differentiated rectal cancer[J]. Quant Imaging Med Surg, 2023, 13(8): 4826-4838.
- [15] Sun Z, Zhou Z, Wang L, et al. IVIM and DCE-MRI in predicting phenotypic subtypes and nottingham prognostic index of breast cancer[J]. J Coll Physicians Surg Pak, 2024, 34(4): 400-406.
- [16] 王志远, 吴海龙, 李淑豪, 等. IVIM-DWI与DCE-MRI定量参数鉴别乳腺良恶性肿瘤的对照研究[J]. 放射学实践, 2021, 36(12): 1514-1519.
- [17] 张巨春, 薛岩, 余影. 常规超声及UE联合DBT对乳腺肿块良恶性诊断鉴别的准确性分析[J]. 生物医学工程与临床, 2024, 28(4): 546-552.
- [18] Freitas V, Ghai S, Au F, et al. The transformative power of digital breast tomosynthesis and artificial intelligence in breast cancer diagnosis[J]. Can Assoc Radiol J, 2025, 76(2): 302-312.
- [19] Chung WS, Wan TTH, Shiu YT, et al. Cost-effectiveness analysis of digital breast tomosynthesis and mammography in breast cancer screening: a markov modeling study[J]. J Epidemiol Glob Health, 2024, 14(3): 933-946.

(收稿日期: 2025-05-30)

(校对编辑: 翁佳鸿)