

锥光束乳腺 CT 对乳腺疾病的诊断效能及术前评估价值

杨鸿羽, 苏桐, 代婷, 王锐, 吕发金, 郑伊能, 欧阳祖彬

【摘要】 目的:探讨锥光束乳腺 CT(CBBCT)对乳腺疾病的诊断效能及在乳腺癌术前评估中的价值。**方法:**回顾性分析 2019 年 10 月—2021 年 10 月在本院经手术病理证实且在术前行 CBBCT 及乳腺 MRI 检查的 68 个乳腺病变的影像特征。其中,恶性病灶 46 个,良性 21 个,交界性 1 个。比较病灶在两种图像上影像学特征的差异,计算两种检查方法对乳腺病变的检出率,并采用 ROC 曲线分析其诊断效能。**结果:**CBBCT 平扫和增强扫描及乳腺 MRI 检查对乳腺病灶的检出率分别为 76.5%、98.5% 及 100%。平扫联合增强(CBBCT)和乳腺 MRI 诊断乳腺恶性病变的 ROC 曲线下面积(AUC)分别为 0.921(95%CI:0.861~0.982)和 0.929(95%CI:0.862~0.996),敏感度为 95.7% 和 97.8%,特异度为 76.2% 和 71.4%。CBBCT 与乳腺 MRI 在显示肿块形态、边缘和内部强化特征以及非肿块样强化的分布和内部强化特征方面的一致性均非常好(Kappa 均 >0.75 , P 均 <0.001)。CBBCT 及乳腺 MRI 测量的病灶最大径和病灶距乳头距离的一致性较高(ICC 分别为 0.972 及 0.976, P 均 <0.001)。**结论:**CBBCT 对乳腺疾病的诊断效能和对病灶范围的评估准确性与乳腺 MRI 相当,在乳腺癌诊断及术前评估等方面可作为乳腺 MRI 检查的一种替代检查手段,能准确指导临床诊疗决策。

【关键词】 锥光束乳腺 CT; 磁共振成像; 乳腺肿瘤; 诊断效能

【中图分类号】 R737.9; R814.42; R445.2 **【文献标志码】** A

【文章编号】 1000-0313(2022)12-1529-07

DOI:10.13609/j.cnki.1000-0313.2022.12.012

开放科学(资源服务)标识码(OSID):



Diagnostic efficiency and preoperative evaluation value of cone-beam breast CT in breast diseases YANG Hong-yu, SU Tong, DAI Ting, et al. Department of Radiology, the First Affiliated Hospital of Chongqing Medical University, Chongqing 400016, China

【Abstract】 Objective: To explore the diagnostic efficacy of cone beam breast CT (CBBCT) in breast diseases and the value of preoperative evaluation of breast cancer. **Methods:** The imaging features of 68 breast lesions confirmed by postoperative pathology and examined by CBBCT and MRI before operation in our hospital from October 2019 to October 2021 were retrospectively analyzed. Among them, 46 were malignant, 21 were benign and 1 was borderline. The features of the breast lesions on the CBBCT and MR images were analyzed and compared, and the detection rate of breast lesions by the two examination methods was calculated, and the diagnostic efficacy was analyzed using ROC curve. **Results:** The detection rates of non-contrast CBBCT, contrast-enhanced CBBCT and breast MRI enhanced lesions were 76.5%, 98.5% and 100%, respectively. The area under curve (AUC) of non-contrast and contrast-enhanced (CBBCT) and MRI for diagnosis of breast malignant lesions were 0.921 (95%CI:0.861~0.982) and 0.929 (95%CI:0.862~0.996), the sensitivity were 95.7% and 97.8%, and the specificity were 76.2% and 71.4%, respectively. There was good agreement between CBBCT and breast MRI in terms of demonstrating mass morphology, margins and internal strengthening features, as well as in terms of the distribution and internal strengthening features of non-mass enhancement (all Kappa >0.75 , all $P<0.001$). The interclass correlation coefficient (ICC) of maximum diameter of lesion and the lesion to nipple distance measured on CBBCT and breast MRI was 0.972 and 0.976 (both $P<0.001$), respectively. **Conclusion:** CBBCT examination has the same diagnostic efficacy and

作者单位: 400016 重庆, 重庆医科大学附属第一医院放射科

作者简介: 杨鸿羽(1995-), 女, 重庆长寿人, 硕士研究生, 住院医师, 主要从事乳腺影像学研究工作。

通讯作者: 欧阳祖彬, E-mail: ouyangzubin@aliyun.com

基金项目: 国家重点研发计划(2020YFA0714002)

the potential to evaluate lesion dimensions as breast MRI examination, and can be used as an alternative examination method for breast MRI examination in breast cancer diagnosis and preoperative evaluation. And then, it is expected to be novel method for guaranteeing clinical accurate diagnosis and guiding treatment decision.

【Key words】 Cone-beam breast CT; Magnetic resonance imaging; Breast neoplasms; Diagnostic efficacy

乳腺癌是全世界女性最常见的恶性肿瘤^[1],亦是我国女性最常见的恶性肿瘤,且发病率逐年上升,严重威胁着我国女性的生命健康^[2]。乳腺癌的早期诊断和治疗是改善患者预后的关键所在,影像学检查是诊断及评估乳腺病变的重要手段。目前临床上针对乳腺疾病的常用检查方法包括乳腺 X 线摄影、乳腺超声及乳腺 MRI 检查。乳腺 MRI 是目前乳腺检查的最佳手段,敏感性高,临床上广泛应用于乳腺癌的术前评估,包括准确显示多灶或多中心病灶以及皮肤、乳头-乳晕复合体和胸壁受侵等方面^[3]。此外,乳腺 MRI 能准确反映病灶大小和病灶距乳头的距离,为乳腺癌准确临床分期、保乳手术选择等方面提供依据^[4-9]。但乳腺 MRI 检查也存在不足之处,如扫描时间长、不能显示微钙化等。

锥光束乳腺 CT 机 (cone-beam breast CT, CBBCT) 是一种新型乳腺专用 X 线检查设备。与乳腺 X 线摄影相比, CBBCT 在扫描时乳房自然下垂,对乳房进行 360° 全方位扫描,无需压迫乳房,可有效避免组织重叠,提高患者检查舒适度;此外, CBBCT 与乳腺 MRI 相似,不仅能多方位、多角度显示病灶三维结构,亦能通过注射对比剂显示病灶的强化特征,同时弥补乳腺 MRI 在显示微钙化方面的不足^[10-11]。CBBCT 与乳腺 MRI 均为俯卧位扫描,都可显示病灶的形态和强化特点,但两者成像原理和扫描方式完全不同,对乳腺病灶的形态学特征及强化特点的评估是否具有一致性、对乳腺良恶性病变的诊断效能是否相当、以及对乳腺病变范围评估是否一致等,尚有待进一步观察。本研究通过分析 CBBCT 与乳腺 MRI 所测量的病灶大小、病灶至乳头距离的一致性,评估两者对乳腺病变的诊断效能,旨在探讨 CBBCT 的临床应用价值。

材料与方法

1. 病例资料

回顾性分析 2019 年 10 月—2021 年 10 月于我院行 CBBCT 和乳腺 MRI 检查并符合研究要求 63 例患者的病例资料。纳入标准:①行 CBBCT 及 MRI 检查;②有手术病理结果。排除标准:①影像检查前有手术、放化疗等治疗史;②两项检查间隔时间超过两周。③CBBCT 或 MRI 图像质量不佳。本研究通过重庆医

科大学附属第一医院伦理委员会批准(2022-K39)。

共有 68 个病灶,恶性病灶 46 个,包括浸润性乳腺癌 40 个、导管内癌 6 个;良性病灶 21 个,包括纤维腺瘤 6 个、导管内乳头状瘤 2 个、导管上皮增生 1 个、浆细胞性乳腺炎 1 个、乳腺炎伴肉芽肿形成 4 个、腺病 6 个、结节性筋膜炎 1 个和交界性叶状肿瘤 1 个。患者均为女性,年龄 18~73 岁,平均(48.0±10.6)岁。

2. 检查方法

CBBCT 扫描:使用科宁公司 KBCT-1000 锥光束乳腺 CT 机。患者取俯卧位,先行健侧乳房平扫,再行患侧乳房扫描,扫描参数:49 kV, 50~160 mA,管电流大小根据乳房大小及密度自动调整。随后行患乳增强扫描,以 3.0 mL/s 的注射流率经前臂静脉注射对比剂碘佛醇 90 mL,然后以相同流率注射生理盐水 30 mL 冲管,于对比剂注射后 60 及 120 s 分别采集增强图像;最后行健乳增强扫描。总扫描时长为 6~8 min。

乳腺 MRI 扫描:使用 GE Singa HDx 3.0T 磁共振和 8 通道乳腺专用相控阵表面线圈。患者取俯卧位,双乳同时置于线圈内,自然悬垂,两侧乳头对准线圈中心。依次行横轴面 T₁WI、脂肪抑制 T₂WI 及 DWI 扫描(b 值取 0 和 800 s/mm²)。随后,注射对比剂后行 3D 动态增强(DCE-MRI)扫描,对比剂为钆喷酸葡胺,剂量 0.1~0.2 mmol/kg,注射流率 2.0 mL/s,然后等速注射 20 mL 生理盐水冲管。增强前扫描 1 期作为平扫,注射对比剂后连续扫描 6 期获取动态增强图像,扫描层厚 1.2 mm,单期扫描时间 62 s。总扫描时长 20~30 min,各序列扫描参数见表 1。

表 1 乳腺 MRI 扫描参数

扫描序列	TR/ms	TE/ms	矩阵	层厚/mm	扫描层数
T ₁ WI	4.2	2.1	320×320	0.8	236
T ₂ WI	5380.0	68.2	256×224	4.0	38
DWI	6000.0	66.4	128×128	4.0	38
DCE-MRI	4.2	2.1	320×320	0.8	1652

3. 图像分析

由 2 位放射医师在不知晓病理结果的情况下独立对所有图像进行阅片分析。先分析 CBBCT 图像,2 周后随机分析乳腺 MRI 图像。CBBCT 和 MRI 图像分析均参考 2013 版 ACR BI-RADS(breast imaging reporting and data system, BI-RADS)MRI 标准^[12]。评

价乳腺纤维腺体分型(a 型:几乎全部为脂肪;b 型:散在分布的纤维腺体组织;c 型:不均匀分布的纤维腺体组织;d 型:致密型纤维腺体组织)和病灶的影像学特征,判断病变的良恶性,确定其 BI-RADS 分类,将 1、2、3 类判定为良性,4、5 类判定为恶性。当判读结果不一致时,由另一位具有 15 年以上乳腺诊断经验放射医师决定。将 CBBCT 及 MRI 增强图像的原始图像进行 MPR,在横轴面、冠状面及矢状面重组图像上分别测量病灶的长径,取长径的最大值作为病灶大小;测量病灶-乳头距离(lesion to nipple distance,LND),即病灶至乳头基底部的最短距离(图 1)。

4. 统计学分析

使用 SPSS 26.0 软件对数据进行统计学分析。采用加权 Kappa 检验评价 CBBCT 及乳腺 MRI 显示病灶影像学特征的一致性,采用组内相关系数(intra-class correlation coefficient,ICC)评价 CBBCT 显示病灶大小、病灶距乳头距离与乳腺 MRI 的一致性。Kappa 值>0.8 提示一致性非常好,0.61~0.80 为一致性较好,0.41~0.60 为一致性中等,0.21~0.40 为一致

性一般,≤0.2 为一致性差。ICC 值>0.9 提示一致性很好,0.71~0.90 为一致性好,0.51~0.70 为一致性中等,0.31~0.50 为一致性一般,≤0.3 为一致性差。采用 ROC 曲线评价两种检查方法的诊断效能,利用 Z 检验比较曲线下面积(AUC)。以 $P<0.05$ 为差异有统计学意义。

结 果

1. 病灶检出率

68 个乳腺病灶中,CBBCT 平扫检出 52 个,未检出 16 个,检出率为 76.5%。CBBCT 增强检出 67 个,未检出 1 个(图 2),检出率为 98.5%。乳腺 MRI 检出 68 个,检出率达 100%。三种检查方法对乳腺病灶检出率的差异有统计学意义($\chi^2=30.93, P<0.001$)。CBBCT 平扫、增强及乳腺 MRI 增强检查在不同纤维腺体分型中的检出率见表 2。CBBCT 平扫在致密型腺体(c 型和 d 型)中对病变的检出率为 70.9%,CBBCT 增强为 98.2%,MRI 为 100%,三种方法之间的差异有统计学意义($\chi^2=31.61, P<0.001$)。

表 2 CBBCT 平扫、增强及乳腺 MRI 对纤维腺体分型乳腺病变的检出情况

纤维腺体分型	病灶数	CBBCT 平扫			CBBCT 增强			MRI		
		检出数	未检出数	检出率	检出数	未检出数	检出率	检出数	未检出数	检出率
b 型	13	13	0	100%	13	0	100%	13	0	100%
c 型	38	31	7	81.6%	38	0	100%	38	0	100%
d 型	17	8	9	52.9%	16	1	94.1%	17	0	100%

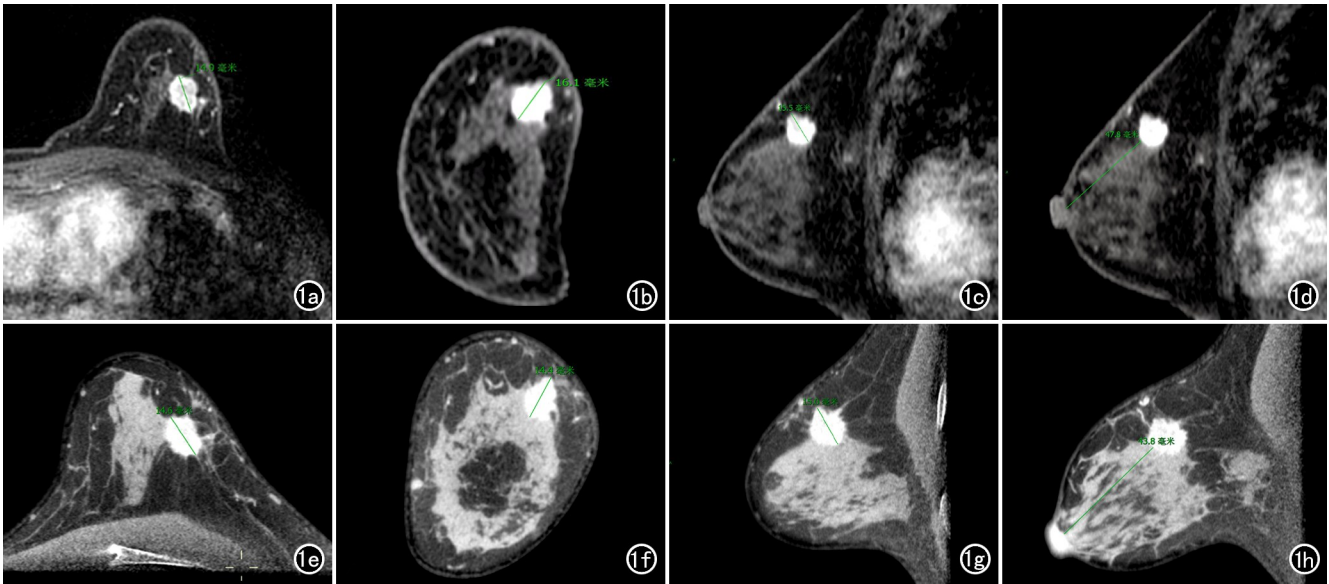


图 1 患者,女,53 岁,左乳浸润性乳腺癌。a)MRI 增强横轴面图像,示病灶长径为 14.9 mm;b)MRI 增强冠状面图像,示病灶长径为 16.1 mm;c)MRI 增强矢状面图像,示病灶长径为 15.5 mm,则 MRI 增强测量的病灶大小为 16.1 mm;d)MRI 增强 MPR,示病灶至乳头基底部的最短距离为 47.8 mm;e)CBBCT 增强横轴面图像,示病灶长径为 14.6 mm;f)CBBCT 增强冠状面图像,示病灶长径为 14.4 mm;g)CBBCT 增强矢状面图像,示病灶长径为 15.0 mm,则 CBBCT 增强测量的病灶大小为 15.0 mm;h)CBBCT 增强 MPR,示病灶至乳头基底部的最短距离为 43.8 mm。

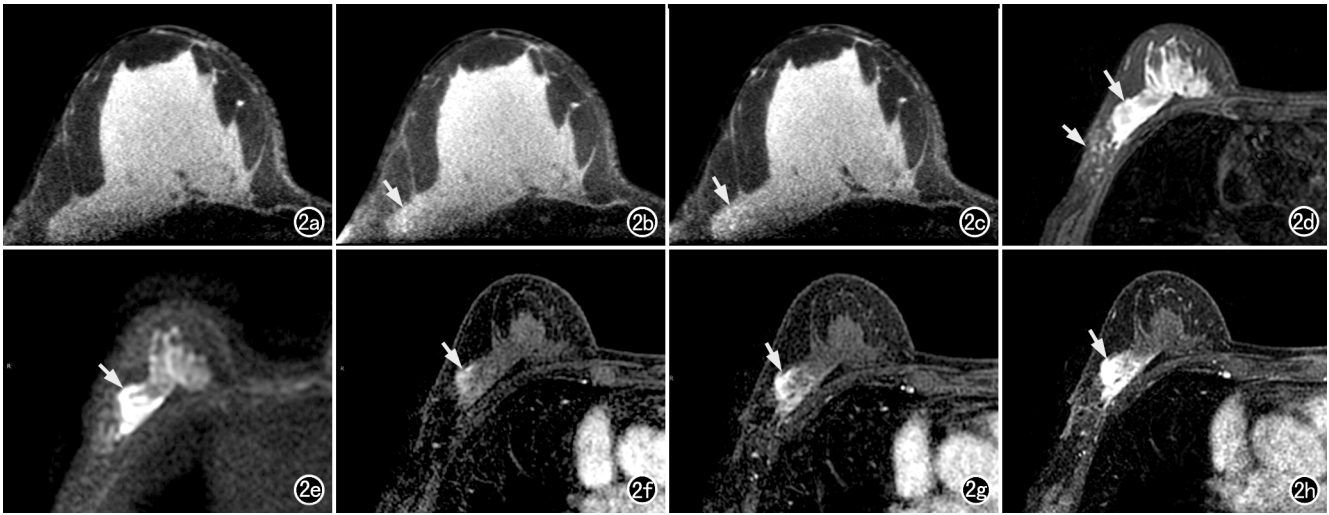


图 2 患者,女,70 岁,右乳浸润性乳腺癌。a)CBBCT 平扫,右乳外上象限未见病灶显示;b)注射对比剂后 60s CBBCT 增强图像,右乳外上象限近胸壁处可见小斑片状轻度强化影(箭);c)注射对比剂后 120s CBBCT 增强图像,示病灶呈轻度强化(箭),强化程度较前轻度增加;d) T_2 WI 示右乳外上象限有大片不均匀稍高信号(长箭),周围皮下筋膜水肿(短箭);e)DWI 示病灶呈不均匀高信号(箭);f)DCE-MRI 第 1 期图像,显示病灶呈斑片状轻度强化(箭);g)DCE-MRI 第 2 期图像,示病灶强化范围及程度增加(箭);h)DCE-MRI 第 5 期图像,示病灶呈持续性不均匀明显强化(箭)。

2. CBBCT 和 MRI 对乳腺良恶性病变的诊断效能
剔除交界性叶状肿瘤病例,比较 CBBCT 及乳腺 MRI 对 67 个乳腺良、恶性病变的诊断效能。结果显示:CBBCT 和乳腺 MRI 对乳腺恶性病变的诊断敏感度分别为 95.7% 及 97.8%,特异度分别为 76.2% 及 71.4%。CBBCT 和 MRI 诊断乳腺良恶性病变的 ROC 曲线见图 3,两者的 AUC 分别为 0.921(95%CI: 0.861~0.982)及 0.929(95%CI:0.862~0.996),差异无统计学意义($Z=0.249,P=0.803$)。

3. 影像学特征的一致性

CBBCT 和乳腺 MRI 对病灶的影像学特征的显示情况及一致性分析结果见表 3。CBBCT 增强未显示 1 个乳腺病灶,其余 67 个病灶在 CBBCT 上的定位与乳腺 MRI 完全一致。67 个乳腺病灶中在 CBBCT 和 MRI 上均表现为肿块者 56 个、非肿块者 11 个。两项检查显示肿块形态、边缘及内部强化特征的 Kappa 值分别为 0.920、0.779 和 0.758(P 均 <0.001),显示非肿块样强化的分布及其内部强化特征的 Kappa 值分别为 0.831 及 0.847(P 均 <0.001)。

此外,CBBCT 提示子灶有 13 例,皮肤受侵有 8 例,乳头受侵 2 例,乳头后导管浸润 4 例,以上征象的显示情况均与 MRI 一致。在显示可疑肿大淋巴结方面两者差异较大,乳腺 MRI 发现淋巴结肿大者 13 例,CBBCT 仅有 2 例。CBBCT 显示微钙化 17 例,其中 13 例为浸润性乳腺癌、3 例为导管内癌及 1 例为腺病。

表 3 CBBCT 和乳腺 MRI 显示病灶影像学特征的一致性 /个

影像学特征	CBBCT	乳腺 MRI	Kappa 值(95%CI)	P 值
形态			0.920(0.818~1.000)	<0.001
类圆形	19	19		
不规则形	37	37		
边缘			0.779(0.645~0.929)	<0.001
光整	18	19		
不规则	24	25		
毛刺	14	12		
内部强化特征			0.758(0.587~0.934)	<0.001
均匀	14	13		
不均匀	39	40		
环形	0	1		
内部分隔	0	1		
无强化	3	1		
强化分布			0.831(0.391~1.000)	<0.001
局灶性	0	1		
线样	0	0		
段样	5	4		
区域性	6	6		
内部强化特征 [#]			0.847(0.482~1.000)	<0.001
均匀	1	1		
不均匀	6	6		
簇簇状	4	3		
成簇环状	0	1		

注: [#] 此征象为非肿块样病变的特征。其它征象为肿块样病变的征象。

4. 定量指标的一致性

CBBCT 及乳腺 MRI 测量的病灶大小分别为 (25.84±16.39) 和 (26.79±17.03) mm, LND 分别为 (36.46±21.30) 和 (35.90±20.82) mm(图 4、5); 两项检查测量病灶大小和 LND 的 ICC 分别为 0.972(95%CI:0.954~0.983) 和 0.976(95%CI:0.962~0.985), P 均 <0.001 ,提示一致性很好。

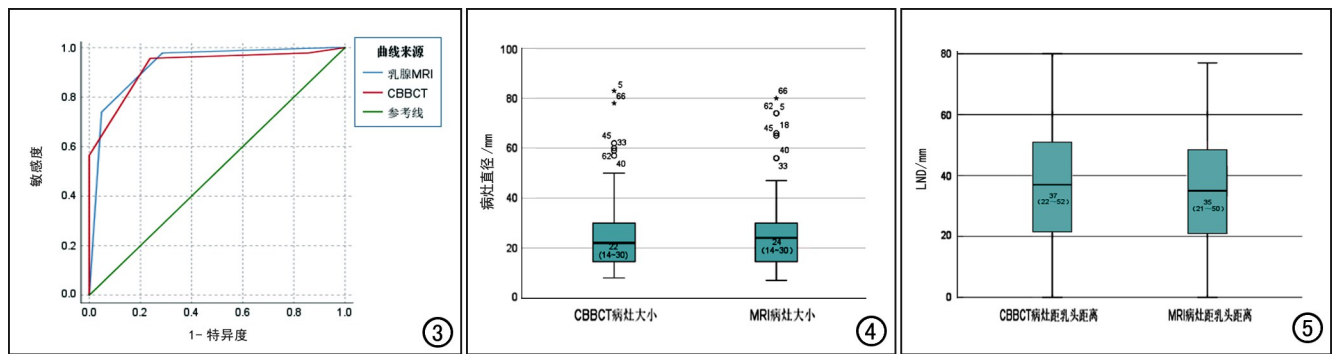


图 3 CBBCT 及乳腺 MRI 诊断乳腺良恶性病变的 ROC 曲线。图 4 CBBCT 及乳腺 MRI 测量病灶大小的箱形图。图 5 CBBCT 及乳腺 MRI 测量 LND 的箱形图。

讨论

目前,乳腺 MRI 是检查乳腺癌最敏感的检查方式,也是评估病灶最准确的检查方式,在诊断及评估乳腺癌病灶范围方面优于其他检查,且可以显示乳腺癌多发病灶及多中心病灶^[8]。CBBCT 具有扫描时间短、充分显示微钙化的优势。与 MRI 相似,CBBCT 也能显示病灶三维立体形态和病灶强化特征。CBBCT 是一种新型的乳腺检查方式,对乳腺病变的诊断能力及对乳腺癌术前评估的价值仍有待进一步研究。

1. 病灶检出率

本研究结果显示 CBBCT 平扫病灶的检出率明显低于 CBBCT 增强及乳腺 MRI,且主要见于 c 类和 d 类致密型腺体。CBBCT 平扫乳腺病变检出与腺体密度相关,致密型腺体的密度较高,病灶被掩盖而不易被检出^[13,14]。本研究显示 CBBCT 增强病灶检出率为 98.5%,MRI 的检出率为 100%,与蒙丽宇^[15]等研究显示两者的检出率均为 100% 很相近,本研究中 CBBCT 增强中仅有 1 例病灶未检出(图 2)。分析主要原因:①本病例为 d 类致密型腺体,病灶与周围腺体之间密度差异小,而且其强化不明显;②病灶位于右乳外上象限近胸壁肋骨处,存在伪影干扰;③靠近胸壁的病灶与周围腺体密度差异不明显,可能与腺体后份图像对比噪声比及信噪比降低有关。

2. CBBCT 和 MRI 对乳腺良恶性病变的诊断效能

准确诊断乳腺病变的良恶性是 CBBCT 临床价值的体现。本研究结果显示 CBBCT 及乳腺 MRI 检查的敏感度(分别为 95.7% 和 97.8%)和特异度(分别为 76.2% 和 71.4%)均相近,另外两者的 AUC 分别为 0.921 和 0.929,提示两者的诊断效能均较高,且差异无统计学意义。Uhlig 等^[16]的一项 meta 分析结果显示 CBBCT 检查的诊断准确性与乳腺 MRI 相当,诊断敏感度为 0.90、特异度为 0.72,与本研究结果相似。而 Wienbeck 等^[17]的研究中 CBBCT 检查的敏感度

(0.88) 低于乳腺 MRI 检查(0.98),特异度(0.71)高于 MRI 检查(0.61)。Wienbeck 等^[17]的研究中患者均为致密型腺体,且他们将 BI-RADS 分类为 3 类的病灶判定为恶性,与本研究将 BI-RADS 分类为 3 类的病灶判定为良性不同,可能会使诊断的敏感性明显提高而特异性减低,导致其结果与本研究中存在一定的差异。

3. 影像学特征的一致性分析

CBBCT 检查无 DWI、ADC 等功能成像序列辅助诊断,需要完全依靠影像学特征来诊断乳腺病变的良恶性,比较 CBBCT 与 MRI 影像学特征的一致性可间接比较两者的诊断效能^[11]。本研究结果提示 CBBCT 及乳腺 MRI 显示肿块形态、边缘及内部强化特征这 3 个征象的一致性较好,Kappa 值均在 0.75 以上;此外,本研究结果显示本研究结果显示对于非肿块样强化的分布及其内部强化特征,CBBCT 与 MRI 的一致性很好(Kappa 值>0.80)。此前,蒙丽宇等^[15]的研究结果提示 CBBCT 与 MRI 对于肿块型病变的形态学特征符合率高,均在 84% 以上;而在非肿块型病变形态学征象中,CBBCT 和 MRI 对于评估非肿块病灶分布的符合率较低(66.7%),而强化方式的诊断符合率达 100%。在肿块型病变方面,本研究结果与其基本一致,主要差异在非肿块样病变。但由于这 2 项研究中表现为非肿块样强化的病例数均偏少(本研究中 14 例,蒙丽宇等^[15]的研究中仅 3 例),尚需增加样本量以进一步验证。

CBBCT 及乳腺 MRI 均能很好地显示皮肤受侵、乳头受侵和乳头后导管的情况,且在子灶的显示方面 CBBCT 与 MRI 亦完全一致。但乳腺 MRI 扫描范围更大,对腋窝区域的显示优于 CBBCT,故在评估腋窝淋巴结状态方面 CBBCT 不及 MRI。此外,CBBCT 不仅能显示病灶,还能较敏感地检出微钙化,弥补了 MRI 不能显示微钙化的不足之处。总之,除了对腋窝淋巴结肿大的显示不及乳腺 MRI 外,CBBCT 在显示病灶的形态学特征方面与乳腺 MRI 具有较高的一致

性,从而揭示 CBBCT 与乳腺常规序列 MRI 检查对乳腺病变的诊断效能具有较高的一致性。

4. 定量指标的一致性

准确评估乳腺癌病灶大小对患者准确临床分期、治疗方式选择及新辅助化疗反应评估至关重要,肿瘤-乳头距离是保乳术选择的重要依据之一。国内外研究表明,乳腺 MRI 能够准确地评估病灶大小及病灶至乳头的距离,常作为术前评估及保乳术选择的重要检查手段^[4-7,18]。CBBCT 检查无需压迫乳房,不会改变乳房的解剖形态,增强扫描能够清楚地显示病灶的形态及边缘,能准确测量病灶大小^[19]。本研究结果表明在 CBBCT 上测量病灶的最大径及 LND 与乳腺 MRI 具有很高的-一致性,ICC 均在 0.9 以上。由此,有理由相信 CBBCT 检查亦可以较准确地评估病变大小及 LND,可作为乳腺癌术前分期及保乳术评估的替代检查手段,可指导临床选择合适的治疗方式。

与乳腺 MRI 相比,CBBCT 扫描更迅速、噪音更小、更适合于幽闭恐惧症和金属植入物患者,因此,CBBCT 检查也可作为一种补充检查方法。

综上所述,CBBCT 检查对乳腺病变的诊断效能及对病灶范围的评估与乳腺常规 MRI 相当,具有较高的临床价值。在乳腺癌的诊断及术前评估方面,CBBCT 有望成为乳腺常规 MRI 的一种替代检查方法。

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 Cancer J Clin, 2021, 71(3): 209-249.
- [2] Feng RM, Zong YN, Cao SM, et al. Current cancer situation in China: good or bad news from the 2018 Global Cancer Statistics [J/OL]. Cancer Commun (Lond), 2019, 39(1): e22. DOI: 10.1186/s40880-019-0368-6.
- [3] Alaref A, Hassan A, Sharma Kandel R, et al. Magnetic resonance imaging features in different types of invasive breast cancer: a systematic review of the literature [J/OL]. Cureus, 2021, 13(3): e13854. DOI: 10.7759/cureus.13854.
- [4] Bartram A, Gilbert F, Thompson A, et al. Breast MRI in DCIS size estimation, breast-conserving surgery and oncoplastic breast surgery [J/OL]. Cancer Treat Rev, 2021, 94: e102158. DOI: 10.1016/j.ctrv.2021.102158.
- [5] Ong E. Preoperative imaging for breast conservation surgery-do we need more than conventional imaging for local disease assessment [J]. Gland Surg, 2018, 7(6): 554-559.
- [6] Luparia A, Mariscotti G, Durando M, et al. Accuracy of tumour size assessment in the preoperative staging of breast cancer: comparison of digital mammography, tomosynthesis, ultrasound and MRI [J]. Radiol Med, 2013, 118(7): 1119-1136.
- [7] 赵坤, 马春忠, 刘嘉, 等. MRI 评估乳腺癌患者乳头-乳晕复合体受累情况的临床应用 [J]. 临床放射学杂志, 2019, 38(10): 1829-1833.
- [8] Hovis KK, Lee JM, Hippe DS, et al. Accuracy of preoperative breast MRI versus conventional imaging in measuring pathologic extent of invasive lobular carcinoma [J]. Breast Imaging, 2021, 3(3): 288-298.
- [9] 罗红兵, 王春华, 刘圆圆, 等. 乳腺癌术前 MRI 特征对保乳术中切缘阳性的预测价值分析 [J]. 放射学实践, 2022, 37(3): 318-324.
- [10] O'Connell AM, Marini TJ, Kawakyu O'Connor DT. Cone-beam breast computed tomography: time for a new paradigm in breast imaging [J/OL]. Clin Med, 2021, 10(21): e5135. DOI: 10.3390/jcm10215135.
- [11] Uhlig J, Fischer U, Surov A, et al. Contrast-enhanced cone-beam breast-CT: analysis of optimal acquisition time for discrimination of breast lesion malignancy [J/OL]. Eur J Radiol, 2018, 99: e9-e16. DOI: 10.1016/j.ejrad.2017.12.003.
- [12] Spak DA, Plaxco JS, Santiago L, et al. BI-RADS® fifth edition: a summary of changes [J]. Diagn Interv Imaging, 2017, 98(3): 179-190.
- [13] Wienbeck S, Uhlig J, Luftner-Nagel S, et al. The role of cone-beam breast-CT for breast cancer detection relative to breast density [J]. Eur Radiol, 2017, 27(12): 5185-5195.
- [14] 赵欣, 苏丹柯, 康巍, 等. 锥光束乳腺 CT 在肿块型病变良恶性鉴别诊断价值 [J]. 放射学实践, 2020, 35(10): 1268-1273.
- [15] 蒙丽宇, 苏丹柯, 赵欣, 等. 锥光束乳腺 CT 与 MRI 对乳腺癌形态学描述的符合性分析 [J]. 临床放射学杂志, 2020, 39(10): 1952-1957.
- [16] Uhlig J, Uhlig A, Biggemann L, et al. Diagnostic accuracy of cone-beam breast computed tomography: a systematic review and diagnostic meta-analysis [J]. Eur Radiol, 2019, 29(3): 1194-1202.
- [17] Wienbeck S, Fischer U, Luftner-Nagel S, et al. Contrast-enhanced cone-beam breast-CT (CBBCT): clinical performance compared to mammography and MRI [J]. Eur Radiol, 2018, 28(9): 3731-3741.
- [18] Mariscotti G, Durando M, Houssami N, et al. Preoperative MRI evaluation of lesion-nipple distance in breast cancer patients: thresholds for predicting occult nipple-areola complex involvement [J]. Clin Radiol, 2018, 73(8): 735-743.
- [19] O'Connell AM, Kawakyu O, Connor D. Dedicated cone-beam breast computed tomography and diagnostic mammography: comparison of radiation dose, patient comfort, and qualitative review of imaging findings in BI-RADS 4 and 5 lesions [J/OL]. J Clin Imaging Sci, 2012, 2(1): e7. DOI: 10.4103/2156-7514.93274.

(收稿日期: 2022-01-27 修回日期: 2022-05-19)