

# 锥光束乳腺CT评价浸润性乳腺癌病变范围准确性的价值

马悦 叶兆祥 刘爱迪 尹璐 韩鹏 李海洁

天津医科大学肿瘤医院放射科, 国家肿瘤临床医学研究中心, 天津市“肿瘤防治”重点实验室, 天津市恶性肿瘤临床医学研究中心, 乳腺癌防治教育部重点实验室 300060

通信作者: 叶兆祥, Email: yezhaoxiang@163.com

**【摘要】目的** 探讨锥光束乳腺CT(CBBCT)评价浸润性乳腺癌病变范围的准确性,并分析其影响因素。**方法** 回顾性分析2011年11月至2017年12月天津医科大学肿瘤医院,经外科手术病理证实为浸润性乳腺癌,且于术前行CBBCT检查、术后行病理及免疫组织化学检测的82例(85个病灶)患者资料。基于CBBCT图像测量乳腺癌病灶最大径,以手术切除新鲜标本最大径为标准,根据CBBCT图像与手术病理标本测得的病变最大径差值分组,差值 $<0.5$  cm者为一致组, $\geq 0.5$  cm者为非一致组。手术切除病灶后进行病理检查,记录雌激素受体(ER)、孕激素受体(PR)、人类表皮生长因子受体(HER-2)及Ki-67结果,并进行乳腺癌分型,其中Luminal A型14个、Luminal B型50个、HER-2过表达型11个、三阴型10个。应用组内相关系数(ICC)及Pearson相关分析评价基于CBBCT图像与手术病理标本所得的病变大小的一致性及相关性,采用 $t$ 检验、 $\chi^2$ 检验及Fisher精确概率法比较一致组与非一致组间临床、影像、病理特征的差异,采用ROC分析计算病变范围与CBBCT和手术病理测量不一致间的截断点。**结果** 基于CBBCT图像测得的浸润性乳腺癌病变最大径为 $(2.155\pm 0.799)$ cm,依据手术切除新鲜标本测得的最大径为 $(1.986\pm 0.933)$ cm,二者之间具有较高的一致性( $ICC=0.781, P<0.01$ ),且二者间呈正相关( $r=0.803, P<0.01$ )。病变大小一致组71个,非一致组14个。两组间的家族史、症状、病理类型、分子分型、组织学分级、淋巴管浸润、周围脂肪浸润、腋窝淋巴结转移、HER-2阳性、Ki-67高表达情况的差异均无统计学意义( $P>0.05$ );ER和PR阳性病灶的差异有统计学意义( $P<0.05$ ),提示ER、PR表达水平较低的病变基于CBBCT测量时易产生误差。以病变大小为自变量,2种方法测量结果是否一致为因变量作ROC,ROC下面积为0.70,得到病变大小的截断点为2.08 cm。85个病灶中,肿块型病变75个,CBBCT与病理结果一致者66个,10个非肿块型病变中,一致者5个,一致组和非一致组肿块型病变差异有统计学意义( $\chi^2=6.705, P=0.010$ ),提示CBBCT测量非肿块型病变范围易与手术病理标本产生差异。**结论** CBBCT评价浸润性乳腺癌病变范围具有较高的准确性。ER、PR阴性,病变范围较大或非肿块型浸润性乳腺癌在临床制定手术方案时应警惕术前病变范围评估对手术方式选择的影响。

**【关键词】** 乳腺肿瘤; 锥光束CT; 病变范围

**基金项目:** 国家重点研发计划(2017YFC0112600, 2017YFC0112601); 国家自然科学基金面上项目(81571671); 天津市卫计委攻关项目(16KG130)

DOI:10.3760/cma.j.issn.1005-1201.2019.04.009

## The accuracy of tumor size evaluation on invasive breast cancer based on cone beam breast CT

Ma Yue, Ye Zhaoxiang, Liu Aidi, Yin Lu, Han Peng, Li Haijie

Department of Radiology, Tianjin Medical University Cancer Institute and Hospital, National Clinical Research Center for Cancer, Key Laboratory of Cancer Prevention and Therapy, Tianjin's Clinical Research Center for Cancer, Key Laboratory of Breast Cancer Prevention and Therapy, Tianjin Medical University, Ministry of Education, Tianjin 300060, China

Corresponding author: Ye Zhaoxiang, Email: yezhaoxiang@163.com

**【Abstract】 Objective** To evaluate the accuracy of cone-beam breast CT (CBBCT) on tumor sizing in patients with invasive breast carcinoma and analyze the influence factors. **Methods** The preoperative CBBCT images of 82 female patients (85 breast lesions) with invasive breast carcinoma confirmed by pathology from November, 2011 to December, 2017 in Tianjin Medical University Cancer

Hospital were included in this retrospective study. All the patients underwent the pathology and immunohistochemical test after operation. Tumor size estimation were performed on preoperative CBBCT images. Referring to tumor size measurement on pathology, all the lesions were divided into two groups. Concordance was defined as the discrepancy in diameter less than 0.5 cm, and the discordance was more than 0.5 cm. Pathology examination was performed after resection, and estrogen receptor (ER), progesterone receptor (PR), human epidermal growth factor receptor 2(HER-2) and Ki-67 result were recorded. All the lesions were classified into molecular subtype, including 14 Luminal A, 50 Luminal B, 11 HER-2-enriched and 10 triple-negative. Intraclass correlation coefficient (ICC) and Pearson correlation coefficient were used to analyze the reliability of CBBCT on tumor sizing. CBBCT-pathology discordance was analyzed based on the clinical, histopathology and CBBCT features by using *t* test, Chi-square and Fisher exact test. ROC curve was used to analyze the cut-off value between tumor size and CBBCT-pathology discordance. **Results** The agreement between CBBCT ( $2.155 \pm 0.799$ ) cm and pathology ( $1.986 \pm 0.933$ ) cm measurement was on moderate degree based on the ICC value (ICC=0.781,  $P < 0.01$ ) and had positive correlation ( $r = 0.803$ ,  $P < 0.01$ ). CBBCT-pathology concordance was found in 71 lesions, and discordance in 14 lesions. The factors of family history, symptom, pathology type, molecular subtypes, histological grade, surrounding fat invasion, lymphatic invasion, axillary lymph node metastasis, HER-2 positive and Ki-67 high expression had no significant difference between two groups. ER or PR positive had significant difference, suggesting that the accuracy of evaluation on ER or PR negative lesions could be reduced. The cut-off value of ROC curve between tumor size and CBBCT-pathology discordance was 2.08 cm, and the area under curve was 0.70. In 85 lesions. 66 of 75 mass lesions and 5 of 10 non-mass lesions were consistent. The lesion type had significant difference between two groups ( $\chi^2 = 6.705$ ,  $P = 0.010$ ), which suggested the CBBCT evaluation on non-mass could have discrepancy with pathology. **Conclusion** CBBCT has high accuracy on tumor size evaluation on invasive carcinoma. ER or PR negative, large lesions or non-tumor lesions should be alert to the impact of CBBCT-pathology discordance before surgery which may cause the alteration of surgical protocols.

**【Key words】** Breast neoplasms; Cone beam computed tomography; Tumor extension

**Fund programs:** National Key Research and Development Program of China (2017YFC0112600, 2017YFC0112601); National Natural Scientific Foundation of China General Program (81571671); Key Project of Tianjin Medical Industry (16KG130)

DOI:10.3760/cma.j.issn.1005-1201.2019.04.009

乳腺癌是女性最常见的恶性肿瘤,近年来,我国女性乳腺癌的发病率呈逐年上升趋势,约占女性新发肿瘤的15%<sup>[1]</sup>。外科手术一直是乳腺癌的主要治疗方式之一,术前准确评估乳腺癌病变范围有助于确立手术方式及制定手术计划,从而降低乳腺癌的复发率,改善患者预后<sup>[2]</sup>。锥光束乳腺CT (cone-beam breast CT, CBBCT)可以提供全方位、多角度的乳腺三维立体影像,对乳腺癌诊断的敏感度稍高于乳腺超声及乳腺X线摄影<sup>[3-4]</sup>,且其检查舒适度及图像覆盖范围也略优于乳腺X线摄影<sup>[5-6]</sup>。在致密型乳腺的诊断方面,CBBCT增强检查的诊断效能与乳腺MRI相近,且其特异度略高于乳腺MRI检查<sup>[7]</sup>。因此,CBBCT在乳腺癌诊断方面具有一定潜能<sup>[8]</sup>。笔者旨在探讨CBBCT评价浸润性乳腺癌病变范围的准确性,并分析其影响因素。

## 资料与方法

### 一、患者资料

本研究通过了天津医科大学肿瘤医院伦理委

员会的批准(文号E2012036)。回顾性分析本院2011年11月至2017年12月符合以下标准的女性患者。纳入标准:(1)经外科手术病理证实为浸润性乳腺癌;(2)术前行CBBCT检查;(3)术后行病理及免疫组织化学(简称免疫组化)检测。排除标准:(1)行化疗、放疗及激素治疗后;(2)行穿刺活检或局部切除术后;(3)病理、免疫组化或临床信息获取不完全者。

82例女性患者(85个病灶)纳入研究。年龄30~72( $48 \pm 8$ )岁。其中,浸润性导管癌病灶75个,浸润性小叶癌病灶1个,其他类型(包括髓样癌、浸润性微乳头状癌及导管内癌伴局灶浸润)病灶9个。

### 二、CBBCT检查方法

采用科宁(天津)医疗设备有限公司的锥光束乳腺CT设备KBCT-1000,此设备已通过中国国家食品药品监督管理总局、美国食品药品监督管理局及欧盟认证。患者俯卧位于检查床上,待检乳腺自然悬垂于扫描野中,X线管及探测器以乳房为中心行360°旋转扫描。根据扫描前定位图像选择最佳

扫描参数,管电压恒定为 49 kVp,管电流则根据乳腺密度及大小自动选择(50~120 mA),曝光时间 8 ms。完成常规 CBBCT 平扫后,经高压注射器以 2 ml/s 流率注射对比剂碘佛醇(含碘 320 mg/ml) 90 ml。注射对比剂 120 s 后,以相同扫描参数采集 CBBCT 强化图像。双乳交替进行扫描。本研究中包含 39 个平扫图像及 46 个增强图像。

### 三、图像分析

将 CBBCT 图像传送至 Visage 7 工作站进行图像处理及分析。由 2 名高年资放射科医师(CBBCT 诊断经验为 5~7 年),分别从矢状面、冠状面和横轴面图像上对病变的最大径进行测量(图 1~8)。由于 CBBCT 暂无公认的图像分析标准,参考美国放射学院(American College of Radiology, ACR)提出的乳腺影像报告和数据库系统(breast imaging reporting and data system, BI-RADS)标准<sup>[9]</sup>对图像进行分析。观察指标包括:乳腺纤维腺体类型,病变类型(肿块型、非肿块型),病变形状(圆形或卵圆形、不规则形),病变边缘(光滑、不光滑),内部强化特点(均匀、不均匀)及强化程度。当意见不统一时,通过协商达成一致意见。根据 CBBCT 图像与手术病理标本测得的病变最大径差值分组,CBBCT 图像与手术病理标本测得的病变最大径差值 <0.5 cm 者为一致组,≥0.5 cm 者为非一致组<sup>[10]</sup>。

### 四、病理及免疫组化特征

雌激素受体(estrogen receptor, ER)及孕激素受体(progesterone receptor, PR)以细胞核内棕色颗粒 ≥1% 为阳性。人类表皮生长因子受体(human epidermal growth factor receptor 2, HER-2)以“+”及“-”为阴性,“+++”及“++”且经荧光原位杂交检验为基因扩增型为阳性,否则为阴性。Ki-67 大于 20% 为高表达。根据 ER、PR、HER-2 及 Ki-67 表达水平将病变分为 Luminal A 型、Luminal B 型、Her-2 过表达型及三阴性乳腺癌。

85 个乳腺癌病灶中,ER 阳性 64 个,阴性 21 个;PR 阳性 59 个,阴性 26 个;HER-2 阳性 33 个,阴性 52 个。Luminal A 型 14 个,Luminal B 型 50 个,HER-2 过表达型 11 个,三阴性 10 个。

### 五、统计学方法

采用 SPSS 24.0 及 R Studio 软件进行统计学分析。应用组内相关系数(intraclass correlation coefficient, ICC)及 Pearson 相关分析评价基于 CBBCT 图像与手术病理标本所得的病变大小的一

致性及相关性。采用 Kolmogorov-Smirnov 分析变量是否具有正态性,符合正态分布的资料以  $\bar{x} \pm s$  表示。采用 *t* 检验、 $\chi^2$  检验及 Fisher 精确概率法比较一致组与非一致组间临床、影像、病理特征的差异。采用 ROC 分析计算病变范围与 CBBCT 和手术病理测量不一致间的截断点。 $P < 0.05$  为差异有统计学意义。

## 结 果

### 一、CBBCT 测量浸润性乳腺癌病变范围的准确性

85 个浸润性乳腺癌病灶均可由 CBBCT 检出。基于 CBBCT 图像测得的浸润性乳腺癌病变最大径为(2.155±0.799)cm,依据手术切除新鲜标本测得的最大径为(1.986±0.933)cm。二者之间具有较高的一致性,ICC=0.781(95% 可信区间为 0.672~0.855), $P < 0.01$ ;且二者间呈正相关( $r=0.803$ , $P < 0.01$ ;图 9)。病变大小一致组 71 个,非一致组 14 个(CBBCT 测量值 3 个病灶小于病理测量值、11 个病灶大于病理测量值)。

### 二、影响 CBBCT 评价浸润性乳腺癌病变范围的因素

一致组和非一致组年龄分别为(48.3±8.2)、(48.9±10.1)岁,差异无统计学意义( $t=-0.253$ , $P=0.801$ )。一致组和非一致组病变最大径分别为(2.056±0.743)、(2.655±0.909)cm,差异有统计学意义( $t=-2.665$ , $P=0.009$ )。两组间的家族史、症状、病理类型、分子分型、组织学分级、淋巴管浸润、周围脂肪浸润、腋窝淋巴结转移、HER-2 阳性、Ki-67 高表达情况的差异均无统计学意义;ER 和 PR 阳性病灶的差异有统计学意义,提示 ER、PR 表达水平较低的病变基于 CBBCT 测量时易产生误差(表 1)。以病变大小为自变量,2 种方法测量结果是否一致为因变量作 ROC,ROC 下面积为 0.70,得到病变大小的截断点为 2.08 cm,提示当病变最大径 >2.08 cm 时,CBBCT 评估病变范围易与病理结果产生差异(图 10)。

85 个病灶中,肿块型病变 75 个,CBBCT 与病理结果一致者 66 个,10 个非肿块型病变中,一致者 5 个,一致组和非一致组肿块型病变差异有统计学意义( $\chi^2=6.705$ , $P=0.010$ ),提示 CBBCT 测量非肿块型病变范围易与手术病理标本产生差异。一致组和非一致组肿块型病变间的病变形状、边缘、扫描方



表 1 CBBCT 与病理测量肿块型病变大小一致组和非一致组病变临床和病理特征的比较结果(个)

组别	病灶数	家族史	症状	病理类型			分子分型			
				浸润性导管癌	浸润性小叶癌	其他	Luminal A 型	Luminal B 型	HER-2 型	三阴型
一致组	71	4	44	64	0	7	12	45	7	7
非一致组	14	0	10	11	1	2	2	5	4	3
$\chi^2$ 值		0.048	0.451	3.989			5.427			
P 值		0.826	0.502	0.136			0.143			

组别	ER 阳性	PR 阳性	HER-2 阳性	组织学分级			Ki-67 高表达	淋巴管浸润	周围脂肪浸润	腋窝淋巴结转移
				I	II	III				
一致组	57	53	25	6	50	15	52	10	22	23
非一致组	7	6	8	0	10	4	11	2	3	5
$\chi^2$ 值	4.252	4.170	2.368	2.432			0.007	0.001	0.157	0.058
P 值	0.039	0.041	0.124	0.296			0.934	0.984	0.692	0.809

注: CBBCT: 锥形束乳腺 CT; HER-2: 人类表皮生长因子受体-2; ER: 雌激素受体; PR: 孕激素受体

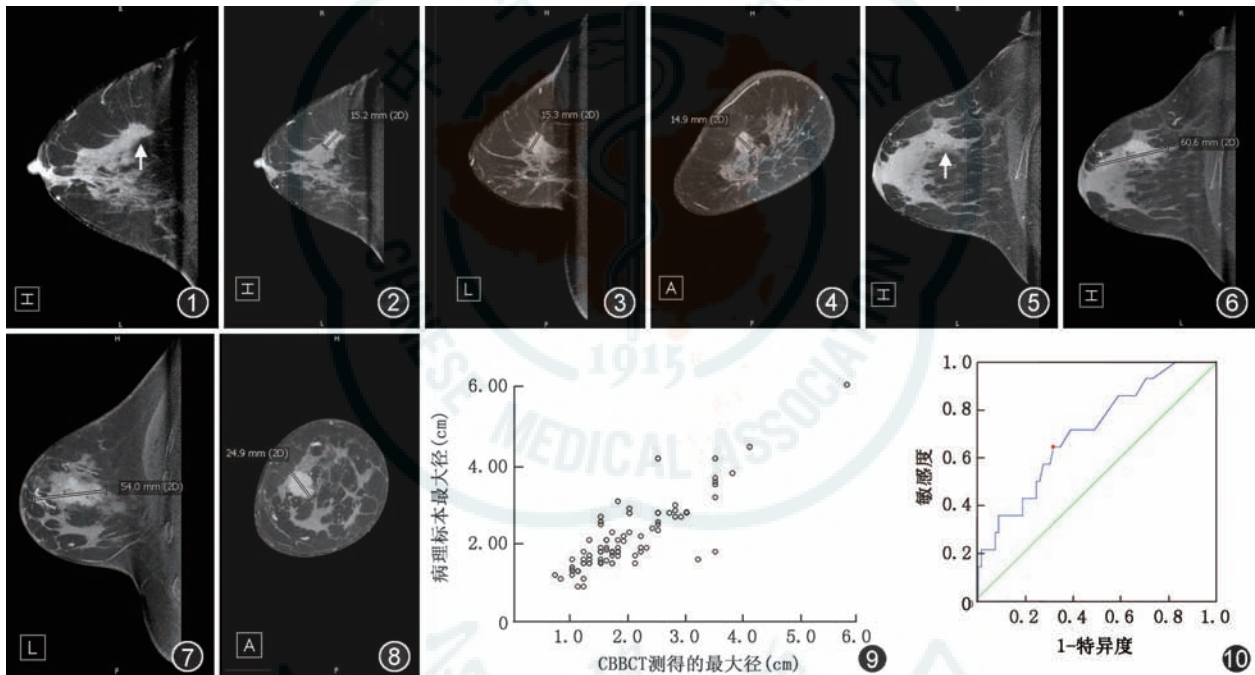


图 1~4 右乳浸润性导管癌(肿块型), 手术病理标本测量最大径为 1.50 cm。图 1 为锥形束乳腺 CT(CBBCT)平扫图像, ↑ 所指为病变位置。图 2 为 CBBCT 横轴面增强图像, 最大径为 1.52 cm, 其病变范围显示较平扫图像清晰。图 3 为 CBBCT 矢状面增强图像, 最大径为 1.53 cm。图 4 为 CBBCT 冠状面增强图像, 最大径为 1.49 cm。故基于 CBBCT 图像测得病变最大径为 1.53 cm。图 5~8 右乳浸润性导管癌(非肿块型), 手术病理标本测量最大径为 5.80 cm。图 5 为 CBBCT 平扫图像, ↑ 所指为病变位置。图 6 为 CBBCT 横轴面增强图像, 最大径为 6.06 cm, 其病变范围显示较平扫图像清晰。图 7 为 CBBCT 矢状面增强图像, 最大径为 5.40 cm。图 8 为 CBBCT 冠状面增强图像, 最大径为 2.49 cm。故基于 CBBCT 图像测得病变最大径为 6.06 cm。图 9 浸润性乳腺癌患者基于 CBBCT 图像和病理标本测量病灶最大径的相关性曲线( $r=0.803, P<0.01, n=85$ )。图 10 CBBCT 和病理测量浸润性乳腺癌患者病灶( $n=85$ )最大径的 ROC, ROC 下面积 0.70, 图中红色点位截断值 2.08 cm

式和强化方式的差异均无统计学意义(表 2)。一致组和非一致组肿块的强化程度分别为( $68.8 \pm 25.7$ )、( $82.4 \pm 36.9$ ) HU, 差异无统计学意义( $t=-1.198, P=0.237$ )。

85 个病灶中, 一致组腺体非致密型 20 个、致密型 51 个, 非一致组非致密型 1 个、致密型 13 个, 两

组间差异无统计学意义( $\chi^2=1.764, P=0.184$ )。针对致密性乳腺, 乳腺纤维腺体 c 类强化病灶 32 个, 其中一致组 25 个, 平扫 16 个, 其中一致组 16 个, 差异无统计学意义( $P=0.300$ ); 乳腺纤维腺体 d 类强化病灶 7 个均为一致组, 平扫病灶 8 个中一致组 3 个, 差异有统计学意义( $P=0.026$ )。

表 2 CBBCT 与病理测量肿块型病变大小一致组和非一致组病变特征的比较结果(个)

组别	病变形状		病变边缘		扫描方式		强化方式	
	圆形、卵圆形	不规则形	光滑	不光滑	平扫	强化	均匀	不均匀
一致组	18	48	11	55	32	39	6	33
非一致组	2	7	0	9	7	7	0	7
$\chi^2$ 值	0.103		0.678		0.114		0.253	
P 值	0.748		0.410		0.735		0.615	

注: CBBCT: 锥光束乳腺 CT

## 讨 论

目前,临床上最常用的乳腺癌诊断方法为乳腺超声和乳腺 X 线摄影,而二者对于早期新发乳腺癌的诊断及病变范围的评估常受到乳腺纤维腺体类型和乳腺病变类型等因素的影响<sup>[11]</sup>。基于乳腺 X 线摄影和乳腺超声检查对乳腺病变范围评估的准确度为 42.1%~76.0%<sup>[12]</sup>,相较于乳腺 MRI 检查及胸部 CT 检查略低<sup>[12-13]</sup>。乳腺 MRI 对乳腺癌的诊断具有较高的敏感度,但由于其检查时间较长、费用较高,临床应用有一定限制。相关研究结果显示,术前 MRI 测量病变范围的准确度为 44.3%~86.0%<sup>[10, 14-15]</sup>,且 MRI 评估乳腺癌病变范围相较于手术病理测量偏大<sup>[16-17]</sup>。

一、CBBCT 检查方法对浸润性乳腺癌病变范围评价的准确性

本研究结果显示,以手术病理标本测得的最大径为标准,CBBCT 测量浸润性乳腺癌病变范围的准确度为 83.5%(71/85),与乳腺 MRI 相近<sup>[14]</sup>;并且基于 CBBCT 检查方法评价浸润性乳腺癌病变范围与手术病理标本结果间具有较高的一致性和相关性,对于临床手术决策具有一定价值。由于乳腺 X 线摄影为重叠投影,对肿瘤病变的大小及边缘显示欠佳,且其易受乳腺致密程度的影响,故其评估病变范围的准确性劣于乳腺 MRI 及 CBBCT 等三维成像方式。与 MRI 评价乳腺癌病变范围研究结果相类似<sup>[15]</sup>,CBBCT 评估乳腺癌病变范围略大于手术病理标本,但二者间差异无明显统计学意义。

二、影响 CBBCT 评价浸润性乳腺癌病变范围准确性的因素

本研究结果显示,乳腺癌病变范围越大,CBBCT 测量其病变范围与手术病理标本间更容易产生差异,与 Onesti 等<sup>[17]</sup>采用 MRI 测量病变大小与病理一致性的研究结果一致。通过 ROC 分析,当病变最大径>2.08 cm 时,CBBCT 评价病变范围的准确性将有所降低,这可能是由于 CBBCT 等影像方

法是基于断层图像进行测量的,而手术病理标本是基于肿物最大切面进行评估,不受断层方位的局限和影响,且二者差异会随病变增大而有所增加。故基于 CBBCT 评价较大的浸润性乳腺癌病变时,应警惕术前病变范围评估偏差对其临床决策产生影响。

CBBCT 评价肿块型病变较非肿块型病变范围的准确性高,此结果与基于 MRI 的研究结果相似<sup>[14]</sup>。对于非肿块型病变范围的测量,由于其组织学上未形成明确的边界,故其病变范围在影像学及病理学上评估均存在一定的差异和不稳定性<sup>[18]</sup>。非肿块型病变在 CBBCT 增强图像上表现为非肿块样强化,平扫图像上表现为局限密度增高影,病变最大径测量方法与 MRI 相近,先确定病变两端点的位置,再测量病变的最大范围。若病变较大,难以显示在同一层面上,则通过改变 MIP 重组厚度进行测量。由于非肿块型病变在影像上无明确边界,故其测量稳定性及一致性略低,其测量方法的科学性尚需日后通过大量数据进一步研究及探讨。

本研究中,ER、PR 阴性的病变基于 CBBCT 评价病变范围时易产生偏差。ER、PR 表达水平与乳腺癌患者的内分泌治疗效果及预后有一定的相关性<sup>[19]</sup>,且 ER、PR 呈阴性的病变分化程度较差且增殖指数较高<sup>[20]</sup>。相比于 ER、PR 阳性的乳腺癌,阴性者影像上表现为非肿块型病变的比例更高<sup>[21]</sup>。Taneja 等<sup>[22]</sup>发现,HER-2 过表达型(ER 和 PR 阴性、HER-2 阳性)乳腺癌比 Luminal 型(ER、PR 阳性)乳腺癌边缘不清晰的比例高。故其影像特点可能是该类型乳腺癌测量病变范围不准确的影响因素。

相比于非致密型乳腺,CBBCT 测量致密型乳腺中浸润性乳腺癌病变范围的准确性较低,但二者差异并无统计学意义。致密型乳腺腺体含量较高,乳腺癌病变与邻近正常乳腺腺体间存在边界难以区分的情况,尤其对平扫图像而言。增强检查可以提高病变组织与正常腺体组织间 CT 值的差异,更有利于病变的检出及病变范围的测量。本研究结

果显示,增强扫描对于提高d型乳腺CBBCT测量准确性有一定价值。因此,对于致密型乳腺,增强扫描可以提高乳腺癌术前评估的可靠性。

### 三、研究的局限性

第一,本研究为回顾性研究,仅以手术切除新鲜标本为标准,评价CBBCT测量病变范围的准确性,而未与乳腺超声、乳腺X线摄影及乳腺MRI检查进行比较;第二,样本量较小,今后将扩大样本并探讨不同病理类型基于CBBCT评估病变范围的准确性,以期更加全面地了解CBBCT应用于乳腺癌术前评估的价值。

综上所述,CBBCT评价浸润性乳腺癌病变范围具有较高的准确性。ER、PR阴性,病变范围较大或非肿块型浸润性乳腺癌在临床制定手术方案时应警惕术前病变范围评估对手术方式选择的影响。

**利益冲突** 所有作者均声明不存在利益冲突

### 参 考 文 献

- [1] Chen W, Zheng R, Baade PD, et al. Cancer statistics in China, 2015 [J]. *CA Cancer J Clin*, 2016, 66(2): 115-132. DOI: 10.3322/caac.21338.
- [2] Association of Breast Surgery at BASO. Surgical guidelines for the management of breast cancer [J]. *Eur J Surg Oncol*, 2009, 35 Suppl 1: S1-S22. DOI: 10.1016/j.ejso.2009.01.008.
- [3] He N, Wu Y, Kong Y, et al. The utility of breast cone-beam computed tomography, ultrasound, and digital mammography for detecting malignant breast tumors: a prospective study with 212 patients [J]. *Eur J Radiol*, 2016, 85(2): 392-403. DOI: 10.1016/j.ejrad.2015.11.029.
- [4] Wienbeck S, Lotz J, Fischer U. Review of clinical studies and first clinical experiences with a commercially available cone-beam breast CT in Europe [J]. *Clin Imaging*, 2017, 42(1): 50-59. DOI: 10.1016/j.clinimag.2016.11.011.
- [5] O'Connell A, Conover DL, Zhang Y, et al. Cone-beam CT for breast imaging: radiation dose, breast coverage, and image quality [J]. *AJR Am J Roentgenol*, 2010, 195(2): 496-509. DOI: 10.2214/AJR.08.1017.
- [6] 李海洁,尹璐,叶兆祥,等.锥光束乳腺CT及乳腺X线摄影对乳腺组织覆盖范围的比较[J]. *中华放射学杂志*, 2015, 49(7): 488-490. DOI:10.3760/cma.j.issn.1005-1201.2015.07.003.
- [7] 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. DOI: 10.1007/s00330-018-5376-4.
- [8] 尹璐,叶兆祥.乳腺X线三维成像新方法:数字乳腺断层摄影和锥光束乳腺CT [J]. *中国医疗器械信息*, 2016, 22(3): 17-20. DOI: 10.15971/j.cnki.cmdi.2016.02.003.
- [9] D'Orsi CJ, Sickles EA, Mendelson EB, et al. ACR BI-RADS® Atlas, Breast Imaging Reporting and Data System. Reston, VA: American College of Radiology, 2013.
- [10] Yoo EY, Nam SY, Choi HY, et al. Agreement between MRI and pathologic analyses for determination of tumor size and correlation with immunohistochemical factors of invasive breast carcinoma [J]. *Acta Radiol*, 2018, 59(1): 50-57. DOI: 10.1177/0284185117705010.
- [11] 邵真真,李军楠,赵玉梅,等.影响乳腺X线摄影和超声检出早期乳腺癌的流行病学相关因素分析[J]. *中华放射学杂志*, 2017, 51(2): 127-131. DOI: 10.3760/cma.j.issn.1005-1201.2017.02.010.
- [12] Uematsu T, Yuen S, Kasami M, et al. Comparison of magnetic resonance imaging, multidetector row computed tomography, ultrasonography, and mammography for tumor extension of breast cancer [J]. *Breast Cancer Res Treat*, 2008, 112(3): 461-474. DOI: 10.1007/s10549-008-9890-y.
- [13] Ahn SJ, Kim YS, Kim EY, et al. The value of chest CT for prediction of breast tumor size: comparison with pathology measurement [J]. *World J Surg Oncol*, 2013, 11(2): 130. DOI: 10.1186/1477-7819-11-130.
- [14] Rominger M, Berg D, Frauenfelder T, et al. Which factors influence MRI-pathology concordance of tumour size measurements in breast cancer? [J]. *Eur Radiol*, 2016, 26(5): 1457-1465. DOI: 10.1007/s00330-015-3935-5.
- [15] Mennella S, Garlaschi A, Paparo F, et al. Magnetic resonance imaging of breast cancer: factors affecting the accuracy of preoperative lesion sizing [J]. *Acta radiol*, 2015, 56(3): 260-268. DOI: 10.1177/0284185114524089.
- [16] 姜婷婷,张盛箭,李瑞敏,等.对比增强能谱X线摄影对乳腺疾病的诊断价值[J]. *中华放射学杂志*, 2017, 51(4): 273-278. DOI: 10.3760/cma.j.issn.1005-1201.2017.04.008.
- [17] Onesti JK, Mangus BE, Helmer SD, et al. Breast cancer tumor size: correlation between magnetic resonance imaging and pathology measurements [J]. *Am J Surg*, 2008, 196(6): 844-850. DOI: 10.1016/j.amjsurg.2008.07.028.
- [18] Tot T. The diffuse type of invasive lobular carcinoma of the breast: morphology and prognosis [J]. *Virchows Arch*, 2003, 443(6): 718-724. DOI: 10.1007/s00428-003-0881-4.
- [19] Kyndi M, Sorensen FB, Knudsen H, et al. Estrogen receptor, progesterone receptor, HER-2, and response to postmastectomy radiotherapy in high-risk breast cancer: the Danish Breast Cancer Cooperative Group [J]. *J Clin Oncol*, 2008, 26(9): 1419-1426. DOI: 10.1200/JCO.2007.14.5565.
- [20] Jones RL, Salter J, A'Hern R, et al. Relationship between oestrogen receptor status and proliferation in predicting response and long-term outcome to neoadjuvant chemotherapy for breast cancer [J]. *Breast Cancer Res Treat*, 2010, 119(2): 315-323. DOI: 10.1007/s10549-009-0329-x.
- [21] Chen JH, Baek HM, Nalcioğlu O, et al. Estrogen receptor and breast MR imaging features: a correlation study [J]. *J Magn Reson Imaging*, 2008, 27(4): 825-833. DOI: 10.1002/jmri.21330.
- [22] Taneja S, Evans AJ, Rakha EA, et al. The mammographic correlations of a new immunohistochemical classification of invasive breast cancer [J]. *Clin Radiol*, 2008, 63(11): 1228-1235. DOI: 10.1016/j.crad.2008.06.006.

(收稿日期:2018-06-05)

(本文编辑:张晓冬)