

## 乳腺癌放疗中两种体位固定方式应用比较

刘利彬, 张小清, 杨海松, 黄家文, 倪敏, 吴君心  
福建省肿瘤医院放疗科, 福建 福州 350014

**【摘要】目的:**应用千伏级CBCT研究乳腺体架固定与真空垫网膜两种不同固定方式的摆位误差。**方法:**选取60例乳腺癌保乳术后调强放疗患者,分为试验组和对照组。试验组采用乳腺体架固定方式,对照组采用体部固定底板+负压真空袋+热塑成型网罩体位固定方式。两组患者放疗前行CBCT扫描并在线匹配,得出左右、上下、前后方向摆位误差,对两组患者摆位误差行独立样本 $t$ 检验。试验组患者每周扫描一次CBCT,连续扫描4周,对其结果行 $q$ 检验,验证4次扫描的重复性。**结果:**试验组患者左右、上下、前后方向的摆位误差分别为 $(0.27\pm 3.61)$ 、 $(0.63\pm 4.19)$ 、 $(-0.37\pm 5.05)$  mm,对照组的分别为 $(0.64\pm 3.25)$ 、 $(-2.03\pm 4.51)$ 、 $(2.47\pm 2.67)$  mm,两组在上述方向比较, $t=-0.46$ 、 $2.55$ 、 $-2.79$ , $P=0.650$ 、 $0.014$ 、 $0.007$ ,Y轴和Z轴有统计学意义。乳腺托架患者X、Y、Z三个轴4次扫描重复性检验结果显示无统计学意义( $P>0.05$ )。**结论:**在X轴方向,两种固定方式无差别,在Y轴和Z轴方向,采用乳腺体架固定方式优于采用体部固定底板+负压真空袋+热塑成型网罩体位固定方式,而且采用乳腺托架的患者重复性比较稳定。

**【关键词】**乳腺癌;容积旋转调强放射治疗;乳腺体架;真空垫;摆位误差

**【中图分类号】**R730.55

**【文献标志码】**A

**【文章编号】**1005-202X(2018)07-0753-05

## Comparison between two different immobilization techniques in radiotherapy for breast cancer

LIU Libin, ZHANG Xiaoqing, YANG Haisong, HUANG Jiawen, NI Min, WU Junxin  
Department of Radiation Therapy, Fujian Provincial Cancer Hospital, Fuzhou 350014, China

**Abstract: Objective** To study the set-up errors in radiotherapy with two different immobilization techniques for breast cancer via kV-cone beam computed tomography (CBCT). **Methods** Sixty patients with breast cancer were included in this study and divided into observation group and control group. The patients in observation group were immobilized with breast bracket, while the immobilization combining immobilized carbon fiber holder, vacuum bag and thermoplastic mask was adopted in control group. CBCT scan and auto-match online were performed before the treatment to obtain the set-up errors in left-right (X), superior-inferior (Y), anterior-posterior (Z) directions, and the obtained set-up errors were analyzed with independent-samples  $t$ -test. In observation group, CBCT scan was performed once each week, last for 4 week, and SNK- $q$  test was carried out to verify the repeatability of the 4 scans. **Results** The set-up errors in X, Y and Z directions were  $(0.27\pm 3.61)$ ,  $(0.63\pm 4.19)$ ,  $(-0.37\pm 5.05)$  mm in observation group, and  $(0.64\pm 3.25)$ ,  $(-2.03\pm 4.51)$ ,  $(2.47\pm 2.67)$  mm in control group. The  $t$ -test values in X, Y and Z directions were  $-0.46$ ,  $2.55$  and  $-2.79$ , respectively ( $P=0.650$ ,  $0.014$ ,  $0.007$ ). In observation group, no statistical significance was observed in the repeatability verification in X, Y and Z directions ( $P>0.05$ ). **Conclusion** The two immobilization techniques doesn't show any differences in X direction. In Y and Z directions, breast bracket is better than the immobilization technique combining carbon fiber holder, vacuum bag and thermoplastic mask in reducing the set-up errors. The reproducibility of using breast bracket for immobilization is relatively steady.

**Keywords:** breast cancer; volumetric modulated arc therapy; breast bracket; vacuum bag; set-up error

**【收稿日期】**2018-03-12

**【基金项目】**国家临床重点专科建设项目(2013-2014);福建省临床重点专科建设项目(2012)

**【作者简介】**刘利彬,硕士研究生,研究方向:肿瘤放射治疗技术, E-mail: 35361816@qq.com

**【通信作者】**吴君心,主任医师,教授,硕士生导师,研究方向:肿瘤放射治疗临床、物理及技术, E-mail: junxinwu@126.com

## 前言

乳腺癌是女性常见恶性肿瘤之一,且在全球的递增速度达到3.1%,死亡率也在以每年1.8%的速度递增,严重威胁到女性健康<sup>[1]</sup>。放射治疗是乳腺癌综合治疗的重要组成部分,是局部治疗的主要手段,包括中早期乳腺癌的根治性放疗和晚期乳腺癌的姑息性放疗。随着计算机技术和放射生物学的发展,乳

腺癌放疗已从以前的常规放疗发展到现在的图像引导调强放疗,进入精确治疗时代,对患者体位固定、模拟定位、靶区勾画和计划验证实施等整个流程提出了更高要求。体位固定是整个放疗过程的基础,是保证放疗体位重复性和准确性的重要环节。合适的体位固定方式能有效降低摆位误差,提高患者整个放疗过程的重复性,从而保证精确放疗的实施<sup>[2]</sup>。目前乳腺癌调强放疗常见的体位固定方式有热塑成型网罩固定技术、真空袋固定技术和乳腺托架固定技术<sup>[3-4]</sup>。福建省肿瘤医院前几年采用真空袋+热塑成型网罩的固定技术,于2017年3月开展了乳腺托架固定方式。本研究主要分析乳腺托架和真空袋+热塑成型网罩两种固定方式患者的摆位精度。

## 1 资料与方法

### 1.1 临床资料

选取2017-3-1至2017-10-15在福建省肿瘤医院放疗科乳腺癌保乳术后容积旋转调强放射治疗(Volumetric Modulated Arc Therapy, VMAT)且资料完整的60例患者,年龄25~53岁(中位年龄37.5岁)。入组条件:经病理证实为乳腺癌,且全部为保乳术后行VMAT的患者;患者手臂能够自如外展;均签署知情同意书。将患者分为试验组和对照组。试验组患者的固定方式为单纯乳腺托架,对照组患者的固定方式为体部固定底板+负压真空袋+热塑成型网罩。

### 1.2 体位固定和计划设计

试验组患者直接仰卧于乳腺托架上,B型枕根据患者舒适度放置,双上肢充分上举外展,并置于手臂撑架上,调节撑架的旋转角度和高度,记录撑架的角度和高度,手握乳腺托架顶部固定杆,下颌抬高,斜板置于7度角,根据患者身高调节膝垫位置,记录膝垫刻度,将定位线标记于患者体表。对照组患者采用体部固定底板+负压真空袋+热塑成型网罩的固定方式,体位固定过程中要保证患者上肢上举充分外展,下颌尽量抬高,定位线标记于热塑成型网罩上。固定体位后两组患者均在飞利浦60 cm大孔径CT(Big Bore Brilliance, Philips)扫描定位图像。临床医生根据患者定位CT图像或者结合磁共振图像确定并勾画患者的靶区,靶区勾画完成后制定临床治疗处方及周围危及器官的限量。勾画好的图像发送到TPS由物理师制作放疗计划,放疗计划验证后将发送到加速器,CT定位参考图像发送到X线容积成像(X-ray Volumetric Images, XVI)系统。

### 1.3 图像获取与校正

患者治疗计划设计完成后,在医科达AXESSE加

速器进行首次放疗。治疗前两组均进行CBCT扫描并在校正。扫描条件均为:S20准直器,F0滤线器,机架旋转240°,120 kV,72.2 mAs。Batumalai等<sup>[5]</sup>报道乳腺癌摆位误差与匹配方式无明显相关性,但在其另一篇文献中指出对于乳房较大患者,灰度匹配明显优于骨性匹配<sup>[6]</sup>。因本文病例全部为保乳术后患者,所以扫描的CBCT图像与定位CT参考图像进行自动灰度配准,从而得到患者左右方向(X轴)、头脚方向(Y轴)、前后方向(Z轴)上的线性误差和绕X轴、Y轴、Z轴的旋转误差。为验证试验组摆位的重复性,试验组患者不仅首次治疗时行CBCT扫描,以后每周治疗前都进行一次CBCT扫描。每周扫描的体位、固定方式、扫描条件均与首次治疗时相同。

### 1.4 统计学处理

采用SPSS 17.0和GraphPad InStat 3.0软件分析,定性资料采用 $\chi^2$ 检验,两组患者摆位误差比较采用独立样本 $t$ 检验,试验组患者摆位误差重复性采用 $q$ 检验, $P<0.05$ 为差异有统计学意义。

## 2 结果

### 2.1 两组线性小于5 mm及旋转小于3°的对比结果

两组患者均无间断,顺利完成放疗。真空袋无漏气变形,乳腺托架各部件完好无损。两组患者各获取30组首次治疗的摆位误差数据,试验组X轴方向90%小于5 mm,Y轴方向86.9%小于5 mm,Z轴方向73.3%小于5 mm;对照组X轴方向90%小于5 mm,Y轴方向63.4%小于5 mm,Z轴方向86.9%小于5 mm;两组仅在Y轴方向差异有统计学意义( $P<0.05$ )。旋转角度误差两组患者各个方向均无统计学意义(表1)。

### 2.2 两种固定方式线性误差与旋转误差比较

试验组患者左右、上下、前后方向的线性摆位误差见表2。线性误差在X轴方向3组数据无统计学意义( $P>0.05$ ),Y轴和Z轴有统计学意义( $P<0.05$ )。试验组在绕X、Y、Z轴方向的旋转误差见表2,绕X轴旋转误差有统计学意义( $P<0.05$ ),绕Y轴和Z轴旋转误差无统计学意义( $P>0.05$ )。

### 2.3 试验组重复性检验结果

试验组患者中12例每周扫描一次,各扫描4次CBCT,获取数据48组,每周数据之间两两比较结果见表3,X、Y、Z三个轴4次扫描的结果显示所有3个方向4次扫描之间无统计学差异( $P>0.05$ )。

## 3 讨论

放疗在早期乳腺癌保乳术后治疗中具有重要意

表1 线性误差大于5 mm的次数及旋转角度大于3°的次数(n=30)

Tab.1 Results of the set-up errors greater than 5 mm and rotation angle greater more 3° (n=30)

Group	X	Y	Z	θ <sub>x</sub>	θ <sub>y</sub>	θ <sub>z</sub>
Observation	10.0%(3/30)	13.1% (4/30)	26.7% (8/30)	3.3% (1/30)	10.0% (3/30)	3.3% (1/30)
Control	10.0%(3/30)	36.6% (11/30)	13.1% (4/30)	6.6% (2/30)	10.0% (3/30)	0.0%(0/30)
χ <sup>2</sup> value	0.18*	4.36	1.67	0.00*	0.18*	▲
P value	0.67	0.04	0.19	1.00	0.67	0.31

Observation group: Breast bracket; Control group: Carbon fiber holder, vacuum bag and thermoplastic mask; \*: Correct Chi-square value; ▲: Fisher's exact test

表2 两组患者线性和旋转误差比较(n=30,  $\bar{x} \pm s$ )

Tab.2 Comparison of the linear errors and rotation errors between two groups (n=30, Mean±SD)

Group	Linear error/mm			Rotation error/°		
	X	Y	Z	θ <sub>x</sub>	θ <sub>y</sub>	θ <sub>z</sub>
Observation	0.27±3.61	0.63±4.19	-0.37±5.05	0.60±1.43	0.29±1.85	-0.28±1.45
Control	0.64±3.25	-2.03±4.51	2.47±2.67	-0.71±1.22	0.89±1.38	0.11±0.96
t value	-0.46	2.55	-2.79	3.71	-1.34	-1.23
P value	0.650	0.014	0.007	0.000	0.170	0.225

表3 乳腺托架患者线性误差4周扫描q检验结果

Tab.3 SNK-q test of the linear errors in observation group

Axis	W <sub>1</sub> vs W <sub>2</sub>		W <sub>1</sub> vs W <sub>3</sub>		W <sub>1</sub> vs W <sub>4</sub>		W <sub>2</sub> vs W <sub>3</sub>		W <sub>2</sub> vs W <sub>4</sub>		W <sub>3</sub> vs W <sub>4</sub>	
	q value	P value	q value	P value	q value	P value	q value	P value	q value	P value	q value	P value
X	0.66	>0.05	0.17	>0.05	0.03	>0.05	0.84	>0.05	0.69	>0.05	0.14	>0.05
Y	0.33	>0.05	0.65	>0.05	1.51	>0.05	0.99	>0.05	1.84	>0.05	0.85	>0.05
Z	1.16	>0.05	0.58	>0.05	1.86	>0.05	1.74	>0.05	3.02	>0.05	1.28	>0.05

W<sub>1</sub>: Results of the first week; W<sub>2</sub>: Results of the second week; W<sub>3</sub>: Results of the third week; W<sub>4</sub>: Results of the fourth week

义<sup>[7]</sup>,调强放射治疗是保乳术后放疗的主要模式,而摆位误差是影响调强放射治疗剂量体积参数的主要因素<sup>[8]</sup>。Ahmad等<sup>[9]</sup>报道摆位误差值超过5 mm会使靶区的平均剂量变大,危及器官受照剂量增加。表1显示试验组X轴方向10%大于5 mm,Y轴方向13.1%大于5 mm,Z轴方向26.7%大于5 mm;对照组X轴方向10%大于5 mm,Y轴方向36.6%大于5 mm,Z轴方向13.1%大于5 mm;两组仅在Y轴方向差异有统计学意义(P<0.05)。旋转角度两组患者各个方向均无统计学意义。说明试验组体位固定方式在Y轴方向误差控制明显优于对照组,能更好地保证靶区剂量及减少危及器官受照剂量,其他方向两种固定方式无明显差异。原因主要是试验组的乳腺托架装置上

有膝垫,每位患者均有精确的刻度标示膝垫位置,从而保证在扫描定位CT时和治疗实施时为同一个体位,而对照组没有相关装置来束缚患者的上下即头脚方向的移动。

乳房因其器官比较特殊,属于非刚性器官,活动度大、体位固定较难,尤其是保乳术后的患者定位难度更大<sup>[10]</sup>。本单位近年一直使用热塑成型网罩+真空袋固定技术,但是此固定方式难以使得患者胸壁达到水平,不利于减少肺组织照射<sup>[11]</sup>,同时使用热塑成型网罩会增加患者的皮肤表面剂量,而且对皮肤的牵拉较大,增加摆位误差。既往的乳腺托架可调节范围有限,不能实现个体化摆位,使得摆位误差较大<sup>[12]</sup>。本研究基于本院引进的乳腺托架,可调节参



数全面,包括头枕位置、手臂撑架角度和高度,并增加了膝垫,且有位置刻度,有效防止患者下滑。通过表2可见,试验组的患者在头脚方向(Y)和前后方向(Z)的误差均小于对照组( $P<0.05$ )。与臧志芳等<sup>[13]</sup>报道的68例乳腺癌患者使用乳腺托架固定治疗摆位误差结果相仿。分析原因,笔者认为:(1)对照组患者头脚方向(Y)是以身体两侧的定位线来摆位,而此处的体表定位线易挤压牵拉,再加上使用热塑成型网罩扣在患者身上,再次挤压患者乳腺组织及皮肤,使得摆位重复性较差。Chung等<sup>[14]</sup>指出乳房大小亦与摆位误差有明显相关性,乳房大的患者挤压更厉害。另外患者使用真空袋+热塑成型网罩固定,能限制患者左右移动(X方向),但在头脚方向对患者的移动限制不足,摆位完成后患者可能产生头脚方向移位,从而造成误差,而试验组膝垫能有效防止患者头脚方向的移位,减少Y轴误差。(2)因本研究患者均为保乳术后,对照组每次放疗实施时,均是热塑成型网罩直接扣压在乳腺组织上,每次都会有一个Z轴方向(前后方向)的误差,而试验组的乳腺组织每次都是自然状态,所以在Z轴方向误差明显优于对照组;另外,试验组患者均有固定杆和手臂撑架来固定手臂,并记录固定杆和手臂撑架的角度,保证在定位时和治疗实施时都是同一个角度,实现了个体化并保证了重复性;而对照组患者每次治疗时,手臂外展度没有固定,只是让患者尽可能的外展,治疗时外展角度与定位时的外展角度不同,易产生Z轴方向的误差。

考虑到试验组受患者自身解剖特点(活动度大、皮肤易牵拉、呼吸运动)的影响,放疗过程中摆位重复性可能会差,所以本研究选取12例患者每周进行CBCT扫描,经过对每周扫描结果的两两比较,发现本组摆位重复性好,能保证精确放疗的实施。使用乳腺托架可以保证在放疗实施过程中充分暴露乳腺组织,使患者获得舒适且个体化的体位,保证了放疗的重复性。本研究发现试验组摆位误差在X轴方向无优势,与刘莉莉等<sup>[15]</sup>的研究结果一致,考虑原因为患者直接仰卧于乳腺托架上,左右方向无固定装置束缚,易左右滑动产生误差。尹贻才等<sup>[16]</sup>的研究发现使用乳腺托架的基础上再加上真空垫的方式可以有效改善X轴方向的误差,因为真空垫可使得患者与乳腺的位置保持固定,减少患者左右滑动的误差。

#### 4 结 论

综上所述,使用乳腺托架能保证乳腺癌保乳术后调强放疗的重复性,有效减少摆位误差,同时能减

少放射治疗师的摆位时间,提高工作效率。建议乳腺癌调强放疗体位固定尽可能选用乳腺托架,条件允许的情况下可同时使用乳腺托架和真空垫。

#### 【参考文献】

- [1] FOROUZANFAR M H, FOREMAN K J, DELOSSANTOS A M, et al. Breast and cervical cancer in 187 countries between 1980 and 2010: a systematic analysis[J]. Lancet, 2011, 378(9801): 1461-1484.
- [2] 谢秋英, 石锦平, 张利文, 等. 个体化乳腺癌放疗治疗体位固定技术改进方法研究[J]. 中华临床医师杂志(电子版), 2014, 8(7): 1259-1262.  
XIE Q Y, SHI J P, ZHANG L W, et al. An improved method of individualized breast cancer radiotherapy immobilization technology [J]. Chinese Journal of Clinicians (Electronic Edition), 2014, 8(7): 1259-1262.
- [3] 颜桂明, 陈国付, 张飞燕, 等. 基于CBCT扫描分析乳腺癌IMRT两种体位固定方式的摆位误差[J]. 医学信息, 2015, 28(9): 78-79.  
YAN G M, CHEN G F, ZHANG F Y, et al. CBCT scan analysis of place error of breast cancer IMRT two immobilization techniques [J]. Medical Information, 2015, 28(9): 78-79.
- [4] PETILLION S, VERHOEVEN K, WELTENS C, et al. Efficacy and workload analysis of a fixed vertical couch position technique and a fixed-action-level protocol in whole-breast radiotherapy[J]. Appl Clin Med Phys, 2015, 16(2): 5265.
- [5] BATUMALAI V, HOLLOWAY L, DELANEY G P. A review of setup error in supine breast radiotherapy using cone-beam computed tomography[J]. Med Dosim, 2016, 41(3): 225-229.
- [6] BATUMALAI V, PHAN P, CHOONG C, et al. Comparison of setup accuracy of three different image assessment methods for tangential breast radiotherapy[J]. Med Radiat Sci, 2016, 63(4): 224-231.
- [7] 王健仰, 王淑莲, 黄鹏, 等. 乳腺托架固定下全乳调强放疗摆位误差兆伏X线验证平片测定分析[J]. 中华放射肿瘤学杂志, 2013, 22(3): 239-242.  
WANG J Y, WANG S L, HUANG P, et al. Assessment of setup error in orthogonal megavoltage X-ray film for whole breast radiation with breast bracket immobilized [J]. Chinese Journal of Radiation Oncology, 2013, 22(3): 239-242.
- [8] FURUYA T, SUGIMOTO S, KUROKAWA C, et al. The dosimetric impact of respiratory breast movement and daily setup error on tangential whole breast irradiation using conventional wedge, field-in-field and irregular surface compensator techniques[J]. J Radiat Res, 2013, 54(1): 157-165.
- [9] AHMAD S, VLACHAKI M T, TESLOW T N, et al. Impact of setup uncertainty in the dosimetry of prostate and surrounding tissues in prostate cancer patients treated with Peacock/IMRT[J]. Med Dosim, 2005, 30(1): 1-7.
- [10] KAWAMURA M, MAEDA Y, YAMAMOTO K, et al. Development of the breast immobilization system in prone setup: the effect of brain prone position to improve the breast setup error[J]. Appl Clin Med Phys, 2017, 18(4): 155-160.
- [11] 刘子毅, 江萍, 赵田地, 等. 乳腺癌放疗中真空负压垫联合Posirest-2手臂支撑装置的摆位误差分析[J]. 中华放射医学与防护杂志, 2014, 34(12): 924-926.  
LIU Z Y, JIANG P, ZHAO T D, et al. Analysis the set-up errors of vacuum bag joint Posirest-2 arm support device in breast cancer radiotherapy [J]. Chinese Journal of Radiological Medicine and Protection, 2014, 34(12): 924-926.
- [12] 王娟, 韩济华. 乳腺癌乳腺托架和真空垫摆位可重复性初探[J]. 山

- 西医药杂志, 2008, 37(11): 1031-1032.
- WANG J, HAN J H. The repeatable of the breast bracket and vacuum bag for the breast cancer[J]. Shanxi Medical Journal, 2008, 37(11): 1031-1032.
- [13] 臧志芳, 邢晓汾, 崔桐, 等. 正确使用乳腺托架提高乳腺癌放疗摆位精度[J]. 山西医科大学学报, 2010, 41(6): 547-549.
- ZANG Z F, XING X F, CUI T, et al. Improving the accuracy of breast cancer radiotherapy by correct using the breast bracket[J]. Journal of Shanxi Medical University, 2010, 41(6): 547-549.
- [14] CHUNG M J, LEE G J, SUH Y J, et al. Setup error and effectiveness of weekly image-guided radiation therapy of TomoDirect for early breast cancer[J]. Cancer Res Treat, 2015, 47(4): 774-780.
- [15] 刘莉莉, 徐威威, 陈林, 等. 改进后的乳腺托架对提高放疗质量的作用[J]. 实用肿瘤学杂志, 2008, 22(5): 454-455.
- LIU L L, XU W W, CHEN L, et al. Improving he radiotherapy quality by using the modified breast bracket[J]. Practical Oncology Journal, 2008, 22(5): 454-455.
- [16] 尹贻才, 周霞, 李双双, 等. 两种不同固定技术在乳腺癌放疗治疗中应用比较[J]. 浙江临床医学, 2016, 18(5): 884-885.
- YIN Y C, ZHOU X, LI S S, et al. Comparison between two different fixation techniques for breast cancer[J]. Zhejiang Clinical Medical Journal, 2016, 18(5): 884-885.

(编辑:黄开颜)