

· 临床研究 · doi:10.3969/j.issn.1671-8348.2024.22.019

网络首发 [https://link.cnki.net/urlid/50.1097.R.20240827.1729.011\(2024-08-28\)](https://link.cnki.net/urlid/50.1097.R.20240827.1729.011(2024-08-28))

乳腺癌摆位误差及不良反应分析*

唐婷婷, 钟勇, 汤平, 胡林, 郑雪瑞, 陈川[△]
(陆军军医大学大坪医院肿瘤科, 重庆 400042)

[摘要] **目的** 探讨乳腺癌在颈胸一体热塑膜固定下基于锥形束 CT(CBCT)放疗摆位误差的影响因素及急性放射性皮炎的发生情况,为个性化靶区外放边界及放疗固定方式的选择和指导放射性皮炎临床实践工作提供依据。**方法** 选取 2022 年 6 月至 2023 年 10 月该院 147 例乳腺癌肿瘤患者为研究对象,其中行保乳术患者 74 例,行改良根治术(切除术)患者 73 例。治疗期间采取每周 1 次 CBCT 扫描获取图像与计划 CT 图像进行灰度匹配,获取 X(左右)、Y(头脚)、Z(腹背)轴的平移误差和 X(俯仰)、Y(翻滚)、Z(旋转)轴的旋转误差,同时记录放疗期间近 3 个月的急性放射性皮炎发生情况。**结果** 与 Z 轴比较,X 轴和 Y 轴平移误差更大,旋转误差更小,差异有统计学意义($P < 0.05$)。根据公式计算 X、Y、Z 轴平移误差的计划靶区(PTV)外扩边界分别为 0.70、0.76、0.46 cm。保乳术与切除术及左右乳各个方向的摆位误差比较,差异无统计学意义($P > 0.05$)。年龄与 X、Y、Z 轴平移误差的相关性分别为 -0.14、0.18 和 0.10,年龄与 X、Y、Z 轴旋转误差相关性分别为 0.12、 < 0.01 、0.02。保乳术患者发生 1 级急性放射性皮炎为 100.0%(74/74),切除术患者发生 1 级急性放射性皮炎为 13.7%(10/73),2 级 82.2%(60/73),3 级为 4.1%(3/73),二者比较差异有统计学意义($P < 0.05$)。**结论** 乳腺癌在日常摆位和靶区外扩时尤其注意 X、Y 轴平移方向及 Z 轴旋转方向,利用颈胸一体热塑膜固定乳腺癌不受手术方式、患侧位置及年龄的影响。

[关键词] 乳腺癌;放射治疗;摆位误差;锥形束 CT;精确放疗

[中图法分类号] R737.9 **[文献标识码]** A **[文章编号]** 1671-8348(2024)22-3469-04

Analysis on positioning errors and adverse reactions of breast cancer*

TANG Tingting, ZHONG Yong, TANG Ping, HU Lin, ZHENG Xuerui, CHEN Chuan[△]

(Department of Oncology, Daping Hospital, Army Medical University, Chongqing 400042, China)

[Abstract] **Objective** To investigate the factors influencing the positioning error of conical beam CT (CBCT) radiotherapy and the occurrence of acute radiation dermatitis in breast cancer fixed by cervical and thoracic integrated membrane in order to provide a basis for personalized out-target external boundary, selection of fixed mode and guidance of radiodermatitis clinical practice work. **Methods** A total of 147 patients with breast cancer in this hospital from June 2022 to October 2023 were selected as the study subjects, including 74 cases of breast conserving operation and 73 cases of modified radical (excision) operation. During the treatment period, CBCT scanning once a week obtained the image and conducted the grey match with the planned CT images to acquire the translational error of X (left and right), Y (head and foot) and Z (abdominal and dorsal) and the rotational posing error of X (pitch), Y (roll) and Z (yaw) axis, and at the same time, the acute radiodermatitis in nearly 3 months during radiotherapeutic period was recorded. **Results** Compared with the Z axis, the translation error of X axis and Y axis was greater, the rotation error was smaller, and the differences were statistically significant ($P < 0.05$). The PTV external boundary of X, Y and Z axis calculated by the formula was 0.70, 0.76, 0.46 cm respectively. There was no statistically significant difference in the positioning error of each direction of left and right breast between breast conserving operation and breast resection operation ($P > 0.05$). The correlation between the age with X, Y and Z axis translation errors was -0.14, 0.18 and 0.10 respectively, which of the age with X, Y and Z axis rotation errors was 0.12, < 0.01 , 0.02 respectively. The occurrence of grade 1 acute radiodermatitis in the patients with breast conserving operation was 100.0% (74/74), which in the patients with excision operation was 13.7% (10/73), the occurrence of grade 2 was 82.2%, which of grade 3 was 4.1% (3/73), and the difference between them was statistically significant ($P < 0.05$). **Conclusion** In the every day positioning and target area external expansion, particular attention should be paid to the X and Y axis translational directions and the Z axis rotation direction. Using

the integrated cervicothoracic thermoplastic membrane for fixing breast cancer is not affected by the operation mode, affected side position and age.

[Key words] breast cancer; radiation therapy; positioning error; cone beam CT; precision radiotherapy

癌症已成为危害人类生命健康的主要原因之一,乳腺癌作为全球女性发病率最高的恶性肿瘤之一而备受关注^[1-2]。据报道乳腺癌发病率高达 31%^[3-4],已超过肺癌跃居第一。对于乳腺癌的治疗,目前主要以外科手术和放疗作为主要的治疗手段,可有效降低乳腺癌的复发率,从而提高生存率^[5-6]。放射性皮炎是乳腺癌放疗最常见的不良反应之一^[7],常常表现为瘙痒、疼痛,甚至溃疡坏死从而诱发严重的感染^[8-9]。乳腺癌放射性皮炎是导致患者暂停放疗甚至终止放疗,影响生活质量最主要的原因^[10-11]。图像引导放疗(imaging-guided radiation therapy, IGRT)作为先进的精确技术^[12],能有效降低摆位误差,保护周围危及器官,降低不良反应。目前诸多医院应用的是真空垫或热塑体膜对乳腺癌的摆位误差进行研究^[13-14],而对颈胸一体热塑膜固定乳腺癌的摆位误差研究报道相对较少。因此,本研究使用 Elekta Axesse 直线加速器,利用 IGRT 获取乳腺癌放疗患者在 X(左右)、Y(头脚)、Z(腹背)轴的平移误差和 X(俯仰)、Y(翻滚)、Z(旋转)轴的旋转误差,并对影响误差的原因进行分析,为减小乳腺癌放疗摆位误差及靶区个性化外放边界提供依据,同时探讨急性放射性皮炎的发生情况,为指导临床实践工作提供依据,现报道如下。

1 资料与方法

1.1 一般资料

选取 2022 年 6 月至 2023 年 10 月本院 147 例乳腺癌肿瘤患者为研究对象,年龄 30~79 岁,其中行保乳术患者 74 例,行改良根治(切除)术患者 73 例。纳入标准:(1)无放疗禁忌证;(2)未合并其他肿瘤;(3)无恶病质、神经系统等疾病。排除标准:(1)依从性差,不能仰卧位治疗;(2)患有严重肺功能损伤;(3)未顺利完成全程的放射治疗。

1.2 方法

1.2.1 研究方式

患者脱掉全部上衣,仰卧在一体板上,使其身体长轴线与激光线一致,根据头型选择合适的头枕,让患者双手握住固定柱,双上肢尽量外展,暴露需要治疗的部位。利用颈胸一体热塑膜将患者进行固定,其中乳腺切除术患者加上皮肤补偿膜后再进行热塑膜固定。制膜期间嘱患者不要紧张,保持体位不动,平静呼吸待热塑膜完全冷却定型。随后在平静呼吸下进行 CT 定位扫描,并将 CT 图像上传至计划系统用于后期患者整个治疗期间的锥形束 CT (cone beam CT, CBCT)参考图像。由同一个医生进行靶区勾画和放疗计划的制订。放疗期间每周进行 1 次 CBCT 扫描,利用 CBCT 获取影像信息与定位 CT 影像按灰度自动匹配得到各个方向的治疗摆位误差。其中平

移误差均以绝对值表示,旋转误差均采用与 360°差的绝对值表示。

1.2.2 观察指标

(1)不同手术方式对乳腺癌摆位误差的影响。(2)不同患侧对乳腺癌摆位误差的影响。(3)年龄对乳腺癌摆位误差的影响。因摆位误差与生理参数相关,年龄与皮肤弹性相关^[15],但因本研究保乳术患者较年轻,年龄差距不大,故本将保乳术和切除术患者共同进行年龄分析。(4)急性放射性皮炎发生情况。放射性皮炎作为最常见的放疗不良反应之一,其主要症状有红斑、干性脱皮和湿性脱皮等^[16],90%以上的放疗患者会发生不同程度的放射性皮炎^[17],不仅影响美观也大大降低了生活质量,严重的更会影响整个放疗疗效和疗程^[18]。本研究采用放射治疗肿瘤协作组(Radiation Therapy Oncology Group, RTOG)标准进行诊断和分级,记录放疗期间近 3 个月急性放射性皮炎发生情况。

1.3 统计学处理

采用 SPSS26.0 软件进行数据分析,计量资料以 $\bar{x} \pm s$ 表示,比较采用 t 检验;计数资料以例数或百分比表示,比较采用 χ^2 检验;Pearson 检验分析相关性,以 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。根据 VAN HERK 提出的计划靶区(planning target volume, PTV)外放边界公式计算外放边界^[19]。

$$M = 2.5\sigma + 0.7\sigma \quad \textcircled{1}$$

式①中 σ 为各个患者摆位误差平均值的标准差, σ 为各个患者摆位误差标准差的均方根。

2 结果

2.1 摆位误差及外扩边界

与 Z 轴比较, X 轴和 Y 轴平移误差更大,旋转误差更小,差异有统计学意义($P < 0.05$),见表 1。根据公式计算 X、Y、Z 轴平移误差的 PTV 外扩边界分别为 0.70、0.76、0.46 cm。

表 1 乳腺癌的摆位误差比较($\bar{x} \pm s$)

项目	平移误差(cm)	旋转误差(°)
X 轴	0.22±0.17 ^a	0.73±0.71 ^a
Y 轴	0.24±0.16 ^a	0.76±0.80 ^a
Z 轴	0.14±0.11	0.90±1.00

^a: $P < 0.05$, 与 Z 轴比较。

2.2 摆位误差的影响因素

2.2.1 不同手术方式对乳腺癌摆位误差的影响

保乳术与切除术各个方向的平移误差和旋转误差比较,差异无统计学意义($P > 0.05$),见表 2。

2.2.2 不同患侧对乳腺癌摆位误差的影响

保乳术患者中左乳 32 例、右乳 42 例,切除术患

者中左乳 36 例、右乳 37 例。保乳术和切除术左右乳各个方向的平移误差和旋转误差比较,差异无统计学意义($P>0.05$),见表 3、4。

表 2 不同手术方式对乳腺癌摆位误差的影响($\bar{x}\pm s$)

项目	保乳术($n=74$)	切除术($n=73$)	t	P
平移误差(cm)				
X 轴	0.21±0.19	0.24±0.16	-1.07	0.28
Y 轴	0.24±0.17	0.23±0.14	0.29	0.78
Z 轴	0.16±0.13	0.13±0.10	1.67	0.10
旋转误差(°)				
X 轴	0.68±0.71	0.77±0.71	-0.79	0.43
Y 轴	0.77±0.85	0.75±0.75	0.11	0.91
Z 轴	0.90±0.80	0.90±1.09	0.09	0.92

表 3 左右乳保乳术的摆位误差比较($\bar{x}\pm s$)

项目	左乳($n=32$)	右乳($n=42$)	t	P
平移误差(cm)				
X 轴	0.19±0.19	0.22±0.18	-0.72	0.47
Y 轴	0.26±0.19	0.23±0.16	0.93	0.36
Z 轴	0.14±0.10	0.18±0.14	-1.39	0.17
旋转误差(°)				
X 轴	0.60±0.50	0.73±0.85	-1.29	0.20
Y 轴	0.67±0.71	0.83±0.92	-1.07	0.29
Z 轴	0.80±0.81	0.92±0.80	-0.95	0.34

表 4 左右乳切除术的摆位误差比较($\bar{x}\pm s$)

项目	左乳($n=36$)	右乳($n=37$)	t	P
平移误差(cm)				
X 轴	0.27±0.16	0.21±0.16	1.86	0.67
Y 轴	0.25±0.14	0.22±0.14	0.81	0.42
Z 轴	0.12±0.10	0.14±0.06	0.92	0.36
旋转误差(°)				
X 轴	0.78±0.85	0.77±0.56	0.03	0.97
Y 轴	0.77±0.89	0.73±0.60	0.24	0.81
Z 轴	0.81±1.28	0.94±0.89	-0.49	0.62

2.2.3 年龄对乳腺癌摆位误差的影响

年龄与 X、Y、Z 轴平移误差的相关性分别为 -0.14、0.18 和 0.10,年龄与 X、Y、Z 轴旋转误差相关性分别为 0.12、<0.01、0.02,表明年龄与摆位误差的相关性较低。

2.3 急性放射性皮炎发生情况

保乳术患者 1 级急性放射性皮炎的发生率为 100.0%(74/74),切除术患者 1 级急性放射性皮炎的发生率为 13.7%(10/73),2 级 82.2%(60/73),3 级为 4.1%(3/73),二者比较差异有统计学意义($P<0.05$)。

3 讨论

精确放疗不仅能够有效提高肿瘤的控制率,还能大幅降低不良反应的发生率^[20]。乳腺区别于其他刚性器官,其结构主要由脂肪和腺体组成较为特殊,缺乏刚性结构支撑,易产生摆位误差,因此探讨其影响摆位精度因素至关重要。本研究通过记录放疗过程中乳腺癌急性放射性皮炎的发生率及分析摆位误差的影响因素,对不同手术方式、不同患侧及年龄因素在颈胸一体热塑膜固定乳腺癌患者中分析讨论,以达到减少摆位误差、提高患者生存治疗的目的,为指导临床实践工作提供依据。

根据本研究结果可知,乳腺癌 X、Y 轴平移误差较大,而 Z 轴较小,与张彦新等^[21]报道一致,提示技师在摆位过程中尤其注意 X、Y 轴的平移误差。还有研究显示,增加体表延长线可有效提高摆位精度^[22]。分析其主要原因为颈胸一体热塑膜能较好地固定 Z 轴方向,但不能较好地固定 X、Y 轴方向,患者仰卧时过伸或前屈等均会导致 Y 轴位置移动。目前鲜有相关文献报道乳腺癌的旋转误差,本研究通过分析发现 Z 轴旋转误差较大,分析其主要原因为患者 Z 轴较长,且颈胸一体热塑膜对该方向的固定相对较弱,而 Y 轴方向灵活性更大,容易造成 X 方向的顺逆时针旋转,从而更易导致 Z 轴旋转误差。通过计算 X、Y、Z 轴的 PTV 边界外扩分别为 0.70、0.76、0.46 cm。相对于申正文等^[23]用热塑体膜得出的外扩边界 6.24、7.99、7.17 mm,在 Z 轴使用颈胸一体热塑膜更好。在颈胸一体热塑膜固定下乳腺癌放疗不同方式和不同患侧对摆位误差明显影响。丁伟杰等^[24]发现用发泡胶固定下切除术左右乳摆位误差在头脚方向有影响。贾慧展等^[25]研究表明,颈胸一体热塑膜固定效果更好,不受更多因素的影响更加适合乳腺癌放疗固定。还有研究发现,人体表面皮肤弹性与年龄呈负相关^[16],因此本研究分析了年龄与摆位误差的相关性,结果显示年龄对摆位误差无明显影响,与尹志海等^[26]研究结果一致。本研究显示乳腺切除术和保乳术在急性放射性皮炎的不良反应上有差异,乳腺切除术比保乳术更易发生高级别的急性放射性皮炎,因此临床上尤其需要注意切除术放疗的患者,避免严重急性放射性皮炎的发生,导致其生存质量降低影响治疗效果。

CBCT 作为精准放疗的有利工具之一,凭借其高射线利用率及良好的对比度,让患者接受低剂量射线时就可获得高质量的软组织影像。本研究利用 CBCT 对 147 例乳腺癌者的摆位误差数据进行分析,发现了影响乳腺癌摆位误差的因素及不良反应,此外,器官运动,如心脏搏动、呼吸运动及患者的心理因素等也会引起误差,因此应加强宣教以增强患者心理建设,减轻患者紧张情绪。

综上所述,乳腺癌放疗中存在一定的摆位误差,应高度重视在摆位时出现的方向误差,加强摆位质量控制的同时,可个性化地外扩边界进行精确放疗。手

术方式、患侧位置、年龄等因素对颈胸一体热塑膜固定下的乳腺癌患者摆位误差影响较小,相对于真空垫、发泡胶,颈胸一体热塑膜可以作为乳腺癌患者固定的首选方式。同时应加强宣教,降低乳腺切除术后放疗患者急性放射性皮炎的发生率,提高其生存质量。

参考文献

- [1] 国家肿瘤质控中心乳腺癌专家委员会. 中国乳腺癌规范诊疗质量控制指标(2022 版)[J]. 中华肿瘤杂志, 2022, 44(3): 203-208.
- [2] 肖佳龙, 郑莹. 各国乳腺癌筛查指南中一般风险对象筛查方案的比较[J]. 中国肿瘤, 2021, 30(9): 648-653.
- [3] 周娇, 肖小潇, 杨加彬, 等. 日间乳腺癌保乳术的安全性、经济效益及社会心理满意度分析[J/OL]. 中国胸心血管外科临床杂志. [2024-10-09]. <http://kns.cnki.net/kcms/detail/51.1492.R.20240321.1013.016.html>.
- [4] 王劲松, 魏家燕, 彭敏. 2023 年美国癌症统计报告和全球最新癌症统计数据解读及启示[J]. 实用肿瘤杂志, 2023, 38(6): 523-527.
- [5] 肖桦琳. 基于 SEER 数据库分析分子分型对乳腺癌保乳术后预后的评估[D]. 大连: 大连医科大学, 2019.
- [6] 屈天银, 杨颖颖, 欧东, 等. 中老年 II ~ III 期乳腺癌患者术后放疗后复发的影响因素[J]. 中国老年学杂志, 2020, 40(13): 2747-2749.
- [7] 张俊萍, 董新寨, 李铮, 等. 乳腺癌病人放射性皮炎预防性护理的研究进展[J]. 护理研究, 2024, 38(6): 1043-1046.
- [8] 杨文博, 尹晓明, 杨洪娟, 等. 清热生肌膏对乳腺癌改良根治术后急性放射性皮炎的影响[J]. 光明中医, 2024, 39(5): 853-856.
- [9] 范铭, 冯梅, 袁双虎. 放射性皮炎的预防与治疗临床实践指南[J]. 中华肿瘤防治杂志, 2023, 30(6): 315-323.
- [10] 李莎, 曾小玲, 邓飞艳, 等. 慢性放射性皮炎治疗研究进展[J]. 华中科技大学学报(医学版), 2021, 50(4): 533-537.
- [11] 刘璐, 甘佳伟, 姜桐桐, 等. 乳腺癌患者放射性皮炎护理方案的构建及应用研究[J]. 中华护理杂志, 2023, 58(21): 2575-2582.
- [12] BAYAT F, RUAN D, MIFTEN M, et al. A quantitative CBCT pipeline based on 2D antiscatter grid and grid-based scatter sampling for image-guided radiation therapy[J]. Med Phys, 2023, 50(12): 7980-7995.
- [13] 陈嘉一, 白彦灵. 乳腺癌患者体重指数及体位固定方式对保乳术后调强放射治疗摆位误差的影响[J]. 实用肿瘤学杂志, 2022, 36(4): 327-331.
- [14] 王倩倩, 段诗苗. 乳腺癌改良根治术后调强放射治疗中两种体位固定方式的摆位误差比较[J]. 医疗装备, 2023, 36(24): 90-93.
- [15] 何阳, 雷金艳, 彭海燕, 等. 放疗中皮肤弹性与摆位误差随年龄变化的相关性研究[J]. 中华放射肿瘤学杂志, 2020, 29(1): 47-48.
- [16] 杨文博, 尹晓明, 杨洪娟, 等. 清热生肌膏对乳腺癌改良根治术后急性放射性皮炎的影响[J]. 光明中医, 2024, 39(5): 853-856.
- [17] 刘璐, 甘佳伟, 姜桐桐, 等. 乳腺癌患者放射性皮炎护理方案的构建及应用研究[J]. 中华护理杂志, 2023, 58(21): 2575-2582.
- [18] 蒋华艳, 谢家童, 张钟群, 等. 解毒生肌油防治头颈部恶性肿瘤患者放射性皮炎的疗效及对心理状态的影响[J]. 现代中西医结合杂志, 2023, 32(21): 3054-3058.
- [19] ROY S, SARKAR B, PRADHAN A. Comparative analysis of setup margin calculation in cone beam CT, by van Herk formula, using two different image registration methods[J]. J Radiother Pract, 2023, 22: e92.
- [20] 程冬, 朱斌, 刘文敏, 等. 运动监测技术在乳腺癌精确放疗中的研究进展[J]. 中国医疗设备, 2023, 38(2): 143-148.
- [21] 张彦新, 邹福奎, 朱耿强, 等. 乳腺癌术后调强放疗颈胸一体固定的摆位误差分析[J]. 中华放射肿瘤学杂志, 2021, 30(8): 835-840.
- [22] 陈倩, 奚惠, 顾莹, 等. 乳腺癌摆位误差的影响因素及不确定性分析[J]. 医学研究生学报, 2022, 35(2): 180-184.
- [23] 申正文, 李师, 谭霞, 等. 乳腺癌根治术后放疗靶区外放边界的分析及验证[J]. 中国医学物理学杂志, 2021, 38(7): 804-808.
- [24] 丁伟杰, 孙菁, 林根来, 等. 乳腺癌调强放疗摆位误差的影响因素[J]. 中国临床医学, 2022, 29(3): 481-485.
- [25] 贾慧展, 李晓, 雷琳, 等. 锥形束 CT 图像引导下对乳腺癌放疗不同体位固定方式的摆位误差分析[J]. 重庆医学, 2024, 53(11): 1626-1629.
- [26] 尹志海, 汪隽琦, 孟怡然, 等. 患者生理特征参数对乳腺癌调强放疗摆位误差影响的研究[J]. 中国癌症杂志, 2021, 31(3): 198-202.