

光学体表引导技术在乳腺癌术后放疗摆位中的探究

梁雪¹, 孙娟^{2*}

1. 安徽省肿瘤医院放疗科, 中国科学技术大学第一附属医院西区放疗科, 安徽 合肥 230031

2. 安徽省肿瘤医院胸部放疗一病区, 中国科学技术大学第一附属医院西区胸部一病区, 安徽 合肥 230031

摘要: 目的: 探究乳腺癌术后放疗患者采用光学体表引导技术的应用效果。方法: 选取本院2023年12月—2024年12月收治的54例乳腺癌术后放疗患者作为研究对象, 依据随机数字表法分为对照组(体表标记线对线摆位)与观察组(光学体表引导系统辅助摆位), 各组27例, 分析摆位误差情况。结果: 两组Z方向摆位误差对比无差异($P > 0.05$); 两组X、Y方向摆位误差对比有差异($P < 0.05$)。结论: 在对乳腺癌术后患者进行放疗治疗期间, 采用光学体表引导技术, 可维持电离辐射剂量, 显著提高患者摆位精度, 临床应用价值较高。

关键词: 乳腺癌; 放疗; 光学体表引导技术; 摆位误差

Exploration of Optical Surface Guidance Technology in The Positioning of Postoperative Radiotherapy for Breast Cancer

Liang Xue¹, Sun Juan^{2*}

1. Department of Radiotherapy, Anhui Provincial Cancer Hospital, West Area of the First Affiliated Hospital of University of Science and Technology of China, Hefei, Anhui 230031

2. First Thoracic Radiotherapy Ward, Anhui Provincial Cancer Hospital, First Thoracic Ward, West Area of the First Affiliated Hospital of University of Science and Technology of China, Hefei, Anhui 230031

Abstract: Objective: To explore the application effect of optical surface guidance technology for patients undergoing postoperative radiotherapy for breast cancer. Methods: Fifty-four patients with breast cancer undergoing postoperative radiotherapy admitted to our hospital from December 2023 to December 2024 were selected as the study subjects. They were divided into a control group (surface marker line-to-line positioning) and an observation group (optical surface guidance system-assisted positioning) using a random number table method, with 27 patients in each group. The positioning errors were analyzed. Results: There was no difference in the positioning errors in the Z-direction between the two groups ($P > 0.05$). However, there were differences in the positioning errors in the X and Y directions between the two groups ($P < 0.05$). Conclusion: The use of optical surface guidance technology during radiotherapy treatment for patients with breast cancer can maintain the ionizing radiation dose and significantly improve the accuracy of patient positioning, demonstrating high clinical application value.

Keywords: breast cancer; radiotherapy; optical surface guidance technology; positioning error

引言

近年来,我国乳腺癌发病率逐年上升,调查数据显示,全球范围内女性癌症患者中,约有11.7%为乳腺癌^[1]。乳腺癌患者术后进行辅助放疗可提升局部控制率,降低癌细胞转移风险,有利于预后^[2]。乳腺组织部位相对表浅,同时活动性相对较强,很难对病灶部位有效固定,导致放疗治疗难度增加。放射治疗该疾病的各步骤都至关重要,在此期间需在患者体表做标记线,对放疗效果尤为重要。体表标记线可对靶区剂量的分布产生较大影响,同时对相应器官(心、肺、脊髓等)起到较好的保护作用^[3]。但是,在放疗期间因一些原因(乳腺移动、皮肤松弛等)促使体表标记形变,无法确保准确的放疗摆位精度,很难达到预期的治疗效果^[4]。图像引导设备获取放疗患者位置信息在临床中广泛应用,可矫正放疗系统误差与随机误差,锥形束CT是其重要扫描手段,确保放疗效果^[4]。但是,在进行锥形束CT扫描期间,易增加辐射剂量,且很难实时追踪靶区位置信息。光学体表引导技术是一种先进的3D光学表面定位及追踪技术,该技术采用光学表面成像实现表面引导放射治疗,具有无创、无辐射、实时监测的特性,对患者本身的治疗方案没有影响。它利用光学表面成像来减少从模拟定位到治疗实施过程中位置的不确定性,保证靶区照射准确同时降低靶区周边正常组织的剂量,及时发现摆位误差情况,提供了对乳腺等浅表结构进行精确摆位的辅助手段,但在乳腺癌术后应用中临床报道相对较少。本文以本院2023年12月—2024年12月收治的54例乳腺癌术后放疗患者为例,探究光学体表引导技术的应用效果,现报道如下。

一、资料与方法

(一) 一般资料

择取本院2023年12月—2024年12月收治的54例乳腺癌术后放疗患者作为研究对象，依据随机数字表法分组，各组27例，对照组平均年龄（35–65）（ 50.15 ± 10.36 ）岁；平均病程（1–2）（ 1.51 ± 0.42 ）年；病理类型：导管原位癌、浸润性特殊癌、浸润性导管/小叶癌（7、11、9）。观察组平均年龄（36–64）（ 50.20 ± 10.47 ）岁；平均病程（1–3）（ 1.91 ± 0.44 ）年；病理类型：导管原位癌、浸润性特殊癌、浸润性导管/小叶癌（8、12、7）。两组患者基础资料无统计学差异（ $P > 0.05$ ）。本研究经我院医学伦理委员会批准。

(二) 纳入排除标准

纳入标准：①均通过病理诊断确诊；②未出现远处转移；③均无放疗禁忌症；④均签署知情同意书。排除标准：①接受乳腺癌重建术；②既往有胸部放疗史；③严重心肝肾功能异常患者；④凝血功能异常患者；⑤其他恶性肿瘤疾病患者。

(三) 方法

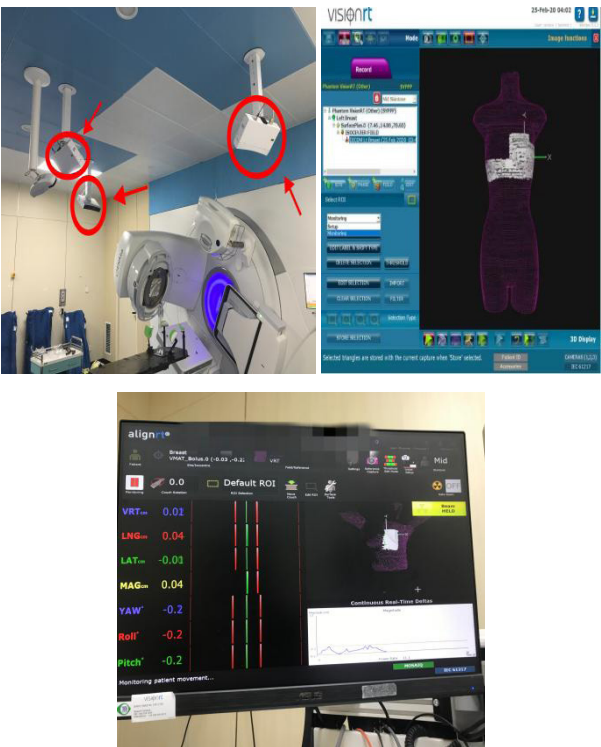
纳入患者均使用医科达加速器（瑞典医科达，型号：Versa HD）治疗，采用了光学体表监测系统 AlignRT（瑞典医科达公司）。在治疗室天花板上的3个吊舱中即在治疗床尾部与两侧安装 AlignRT 监测系统（见图1），采用主动双目立体视觉成像技术，在治疗时，投射仪会发出红外线，在患者体表产生纹理图案，光学相机使用这些纹理图案生成患者实时的体表轮廓，通过刚体配准方法计算平移与旋转的实时六维误差数据（见图2）。AlignRT 系统与加速器相连，当3个轴位移和3个轴旋转中任一矢量超出阈值时，显示条将从绿色切换为红色，即超出阈值，停止放疗（见图3）。CT模拟定位：采用CT扫描仪（厂家：GE公司，型号：GE CT590），协助患者取仰卧位至热塑膜上，上臂上举，采用激光灯在体表进行定位线投射，依据投射部位进行画线，左右方向为患侧锁骨中线，头脚方向为乳头水平，水平方向为腋前线。扫描范围：上颈部至肝下缘水平，扫描层厚为5 mm，使用TPS系统对扫描图像进行分析，临床医师勾画靶区。锥形束CT配准与光学体表引导系统图像获取：患者在治疗前，在常规摆位并对线后行治疗前锥形束CT扫描，使用采集的锥形束CT图像与定位计划CT图像进行自动配准，同时进行手工微调对摆位误差情况准确验证，依据误差床值对治疗床进行调整。观察组对误差值详细记录，并对治疗床进行调整后进行治疗。观察组详细记录摆位误差值，并对治疗床进行移动调整，使用光学定位引导系统采集患者当前光学体表图像基准图像，便于后期治疗对比。

(四) 观察指标

对比两组不同方向（X、Y、Z）的摆位误差值，配准记录左右方向（X轴）、头脚方向（Y轴）、腹背方向（Z轴）误差值。

(五) 统计学方法

使用SPSS25.0软件统计分析，计量资料（ $\bar{x} \pm s$ ）用t检验，计数资料（n，%）用X²检验，当（ $P < 0.05$ ）时，代表数据对比差异明显。



二、结果

两组Z方向摆位误差对比无差异（ $P > 0.05$ ）；观察组X、Y方向摆位误差低于对照组，差异有统计学意义（ $P < 0.05$ ），见表1。

表1 两组摆位误差情况比较（ $\bar{x} \pm s$, mm）

组别	n	X	Y	Z
对照组	27	2.35 ± 0.87	2.36 ± 0.88	2.26 ± 1.01
观察组	27	1.16 ± 0.47	1.56 ± 0.60	1.88 ± 0.76
t		6.253	3.903	1.562
P		<0.001	<0.001	0.124

三、讨论

近年来，我国乳腺癌疾病患者逐年增多，且有年轻化趋势。统计显示，在全球女性癌症患者中，2024年约新增300万乳腺癌患者，其中死亡率占比约为15%^[5]。临床治疗该疾病主要以手术、放化疗治疗为主，乳腺癌保乳术虽可快速切除肿瘤，但很难确保彻底清除癌细胞，存在复发风险^[6]。因此，术后行放疗能够显著降低复发风险，提升患者生存率。在放疗期间需对病灶区进行照射，其照射部位精确度与剂量分布是提升疗效的重要因素，同时患者身体或体位固定模移动，极易引起摆位误差，引起靶区照射剂量不足，很难达到预期治疗效果^[7–8]。照射位置不精确还易对心脏、肺等器官造成放射性损伤，导致疗效降低^[9]。因此，采取有效干预方法降低摆位误差，提高放疗效果尤为重要。光学体表引导技术优势在于自动监测、重复性与准确度高，可达到预期的治疗效果^[10]。因受患者个体差异与临床工作实际的影响，临床无法

确保每次均可采用锥形束 CT, 同时在进行常规分次治疗中, 相较于传统体表标记摆位而不使用常规图像引导放疗的情况, 光学体表引导技术能够将分次间误差降至最低^[11]。还有研究指出, 光学体表引导技术可将常规图像引导放疗频率减少, 以此减少非治疗辐射剂量的影响^[12]。

本研究发现, 观察组 X、Y 方向上的摆位误差更小, 两组在 Z 方向的摆位误差虽无显著差异, 但观察组摆位误差与对照组相比依然较低, 表明光学体表引导技术能够降低患者放疗期间的摆位误差, 提升摆位精度。主要是因在采用传统激光线标记线对线摆位中, 需对患者体表两侧与中央标记线同时观察, 并进行体位调整逐渐缩小误差, 在调整误差期间主要依据治疗师自身治疗经验与技能完成, 具有较大的主观性。光学体表引导技术采用了自动监测系统, 可对患者摆位误差情况实时监测, 并提示摆位误差值与误差方向, 及时提供正确引导, 使之随时掌握摆位误差情况, 确保摆位一致性与标准化^[13]。研究表明, 乳腺癌术后放疗患者采用光学体表引导系统, 可显著缩短摆位时间, 简化工作流程, 减少无效工作时间, 提高放疗效率^[14]。尤其是院内放疗患者较多时, 采用该技术可显著体现其优势, 有助于优化资源分配, 提高患者周转率^[15]。光学体表引导技术中采用了深吸气屏气技术,

避免对心脏器官长时间、多剂量照射, 以此减少对心脏器官的影响, 尤其是左侧病灶患者能够对心脏有较好的保护作用, 以此降低心脏毒性风险, 同时可减少因放疗所致的肺部疾病。可见, 光学体表引导技术在乳腺癌保乳术后放疗中有较高的应用效果^[16]。

在应用光学体表引导技术时需注意以下问题: (1) 患者体表与固定装置间不匹配易出现 2 ~ 5 mm 误差, 需使用计划 CT 中的 CT-mark 点摆位, 并对 Y 轴方向进行调整, 可通过旋转、平移等方法缩小误差。(2) 在进行锥形束 CT 扫描后, 应对不同旋转角度全面观察, 若角度 < 1.5° 方可进行引导摆位参考体表采集, 确保保证前摆位准确度。本文纳入了 54 例患者进行对比研究, 不足在于纳入样本量相对较少, 考虑研究结果偏倚, 需通过增加纳入样本进行前瞻性对比分析。同时, 在研究期间, 研究结果易受相关因素的干扰, 因此在对比研究中需消除其影响因素, 确保治疗中产生的干扰因素降至最低, 促使治疗效果最佳, 有助于机体快速恢复, 对科室的后期研究至关重要。

综上所述, 在对乳腺癌术后患者进行放疗治疗期间, 采用光学体表引导技术, 可显著提高患者摆位精度, 且能够维持电离辐射剂量, 临床应用价值较高。

参考文献

- [1] 陈雪梅, 刘璐, 蔡维洵, 等. 体表光学图像引导技术联合图像引导放疗技术等中心双引导复位在乳腺癌调强放疗中的应用 [J]. 中山大学学报 (医学科学版), 2023, 44 (1): 85-92.
- [2] Gradishar WJ, Moran MS, Abraham J, et al. NCCN guidelines® insights: breast cancer, version 4.2021 [J]. J Natl Compr Canc Netw, 2021, 19(5): 484-493.
- [3] 韩洋. 光学体表引导技术在提高乳腺癌保乳术后放疗摆位精度中的应用 [J]. 中国现代医药杂志, 2024, 26 (11): 103-105.
- [4] 刘金迪, 朱秋芳, 王亚娟, 等. 光学体表引导摆位在乳腺癌保乳放疗中的应用 [J]. 广东医学, 2023, 44 (12): 1459-1464.
- [5] 陈雪梅, 黄晓彤, 王亚娟, 等. 体表光学设备 AlignRT 在乳腺癌根治术后调强放疗引导摆位中的应用 [J]. 中华肿瘤防治杂志, 2022, 29 (19): 1408-1414.
- [6] 梁广立, 杜武, 蒋胜鹏, 等. 乳腺癌保乳术后调强放疗影像引导技术的研究进展 [J]. 国际医学放射学杂志, 2023, 46 (4): 462-467.
- [7] 李谭谭, 张江鹤, 宋永文, 等. 光学表面监测系统与 CBCT 确定左侧乳腺癌深吸气屏气放疗误差的比较 [J]. 中华放射肿瘤学杂志, 2020, 29 (4): 278-282.
- [8] 陈荣耀, 郭顺, 林远雄, 等. 基于 Sentinel/Catalyst 光学体表监测系统引导下的体表图像引导放疗技术在肿瘤放射治疗中的应用研究 [J]. 广东医科大学学报, 2023, 41 (2): 231-234.
- [9] 国家癌症中心 / 国家肿瘤质控中心. 体表光学图像引导放疗质量控制指南 [J]. 中华放射肿瘤学杂志, 2022, 31 (7): 595-598.
- [10] 李谭谭, 邹福奎, 戴建荣. 光学体表引导放疗技术的临床应用 [J]. 中华放射肿瘤学杂志, 2021, 30 (6): 648-652.
- [11] 李谭谭, 刘清峰, 张涛, 等. 光学体表引导技术提高颅内转移瘤大分割放疗准确性研究 [J]. 中华放射肿瘤学杂志, 2022, 31 (8): 722-726.
- [12] 代馨瑶, 成宇, 曹潘潘, 等. 不同部位体表轮廓对 Catalyst HD 体表光学系统引导放疗摆位的影响 [J]. 中华放射医学与防护杂志, 2023, 43 (9): 689-697.
- [13] 方键蓝, 方涵文, 刘嫫水, 等. Catalyst HD 光学体表引导发泡胶固定乳腺癌调强放疗摆位精度的研究 [J]. 实用医学杂志, 2022, 38 (5): 547-551. DOI: 10.3969/j.issn.1006-5725.2022.05.005.
- [14] 李壮玲, 钟鹤立, 高艳, 等. 光学体表监测系统引导 VMAT 技术在全身放射性治疗的应用 [J]. 中国医学物理学杂志, 2024, 41 (9): 1070-1077.
- [15] 王宇, 唐斌, 王相飞, 等. 光学体表引导技术在放射治疗中的应用进展 [J]. 肿瘤预防与治疗, 2023, 36 (1): 75-81.
- [16] 李俊禹, 杨敬贤, 于松茂, 等. AlignRT 在乳腺癌术后放疗体表引导摆位中感兴趣区优选 [J]. 中国医学物理学杂志, 2023, 40 (1): 1-6.