



· 论 著 ·

基于CBCT影像研究胸部肿瘤放疗中手臂位置对于摆位及治疗的影响

何 叶, 许 青, 胡晓钰, 朱正飞

复旦大学附属肿瘤医院放疗科, 复旦大学上海医学院肿瘤学系, 上海 200032

[摘要] 背景与目的: 准确的靶区位置是胸部立体定向放疗的重要因素。分析胸部肿瘤放疗中患者手臂的稳定性对于摆位及治疗的影响。方法: 选取复旦大学附属肿瘤医院放疗科2018年4月—10月收治的胸部肿瘤且符合纳入标准的40例胸部肿瘤患者分成两组, 每组各20例。两组患者在同样热塑膜固定胸部的同时, A组患者给予手臂支撑, B组患者手臂不给予有效支撑, 让患者双手抱肘置于额头。每例患者每次治疗前后行锥形束CT扫描 (cone beam computed tomography, CBCT) 扫描, 将得到的数据与计划CT图像配准, 以获取患者在X、Y、Z轴上的摆位误差和治疗中位移误差并行单因素方差分析。结果: 40例患者共获得619幅CBCT图像。A组患者和B组患者治疗前摆位误差分别为头脚方向 (2.10±1.67) mm和 (2.90±2.05) mm, 左右方向 (1.15±0.96) mm和 (1.59±1.51) mm, 腹背方向 (1.52±1.22) mm和 (2.10±1.67) mm; 治疗后摆位误差分别为头脚方向 (1.05±0.89) mm和 (1.12±0.94) mm, 左右方向 (0.65±0.75) mm和 (0.69±0.71) mm, 腹背方向 (0.63±0.68) mm和 (0.71±0.78) mm, 得出的结果是治疗前A组患者摆位误差均小于B组患者, 两组间在3个轴向上摆位误差对比差异均有统计学意义 ($P < 0.05$); 治疗后在胸部固定良好的情况下A组位移误差仍小于B组。结论: 在胸部放疗中, 同样固定胸部的情况下, 手臂固定的患者在治疗过程中更放松舒适, 使得摆位的重复性与准确性更高。

[关键词] 手臂固定; 多功能体板; 摆位误差; 胸部肿瘤; 胸部放射治疗

DOI: 10.19401/j.cnki.1007-3639.2019.12.007

中图分类号: R730.55 文献标志码: A 文章编号: 1007-3639(2019)12-0961-04

The effect of arm position on placement and treatment in chest tumor radiotherapy based on CBCT imaging HE Ye, XU Qing, HU Xiaoyu, ZHU Zhengfei (Department of Radiation Oncology, Fudan University Shanghai Cancer Center; Department of Oncology, Shanghai Medical College, Fudan University, Shanghai 200032, China)

Correspondence to: XU Qing E-mail: qingxu68@hotmail.com

[Abstract] **Background and purpose:** Accurate target location is an important factor in stereotactic radiotherapy of the chest. The aim of this study was to analyze the effects of patient's arm stability on placement and treatment in chest tumor radiotherapy. **Methods:** Forty patients with chest tumors were selected from Apr. 2018 to Oct. 2018 in Department of Radiation Oncology, Fudan University Shanghai Cancer Center in this study, were divided into two groups (20 in each group). In the two groups of patients, the same thermoplastic film was used to fix the chest, and the patients in group A were given arm support. In group B, the arm was not effectively supported, and the patient's elbow was placed on the forehead. Each patient underwent cone beam computed tomography (CBCT) scan before and after each treatment, and the data were registered with the planned CT image to obtain the patient's placement error on the X, Y, and Z axes and the parallel error in the treatment. **Results:** A total of 619 CBCT images were obtained from 40 patients. The pre-treatment placement errors of group A patients and group B patients were head and foot direction [(2.10±1.67) mm, (2.90±2.05) mm], left and right direction [(1.15±0.96) mm, (1.59±1.51) mm] and ventral direction [(1.52±1.22) mm, (2.10±1.67) mm]; the position errors after treatment were head and foot direction [(1.05±0.89) mm, (1.12±0.94) mm], left and right direction [(0.65±0.75) mm, (0.69±0.71) mm] and ventral direction [(0.63±0.68) mm, (0.71±0.78) mm]. The results showed that the placement error of group A patients before treatment was smaller than that of group B, and the three groups were placed in three axial directions. After the error comparison, the P value was less than 0.05, which was statistically significant. In the case of good chest fixation after treatment, the displacement error of group A was still smaller than that of group B.

通信作者: 许 青 E-mail: qingxu68@hotmail.com

Conclusion: In chest radiotherapy, when the chest is also fixed, the patient with arm fixation is more relaxed and comfortable during the treatment, which makes the placement more repeatable and accurate.

[Key words] Arm fixation; Multifunctional body plate; Placement error; Chest tumor; Chest radiotherapy

放射治疗在胸部肿瘤治疗中占据着重要的位置,无论是根治性治疗还是姑息性治疗均有其适应性^[1]。放疗需要较长的时间,需要进行多次的重复摆位^[2]。胸部肿瘤患者在放疗过程中非常容易受到器官移动及摆位误差等因素的影响^[3]。因此最大限度地将放射剂量集中照射到靶区内的同时,最大限度地保护周围的正常组织和关键器官免受或尽可能少受不必要的照射显得尤为重要^[4]。目前较常用的胸部肿瘤放疗体位是在患者胸部热塑膜固定的同时采取双手上举的方式,可分为两种:手臂不给予有效支撑或手臂给予有效支撑。本次研究主要探讨两种手臂固定方式对于摆位及治疗的影响。

1 资料和方法

1.1 入组标准

入组患者均为胸部肿瘤患者,无胸部放疗史,上肢外展及活动度良好,无上肢及肩类疾病。自身无影响本次研究的重大疾病,KPS评分大于等于70,患者配合意愿较好,愿意签订知情同意书并记录本次研究相关数据。

1.2 一般资料

复旦大学附属肿瘤医院放疗科2018年4月—10月收治的胸部肿瘤患者中,有90例患者符合本次研究的入组要求。为了使已知和未知的非研究因素在组间均衡,我们采取随机化分配。按照放疗开始时间分成A、B两组,每组各20例,共40例。年龄为34~82岁,中位年龄63岁。

1.3 CT定位及治疗设备

64排大孔径CT模拟定位机(荷兰Philips公司),具有图像引导治疗功能的Trilogy直线加速器(美国Varian公司)。

1.4 摆位方法

两组患者均采取仰卧位,头不偏,上身裸露平躺于Klarify多动能体板上(图1A)。其中A组患者固定装置采用Klarify多功能板+真空垫热塑

模+手部固定(双侧手臂上举,臂部和腕部给予每次相同参数的支撑)(图1B);B组患者胸部固定与A组一致,但手臂不给予有效支撑,让患者双手抱肘置于额头(图1C)。两组患者均采用二次摆位技术进行摆位治疗,即先利用患者体表标记线摆位,以确保患者体位与CT定位时的一致性(图1D),加盖热塑膜后再次核对热塑膜上的治疗中心(为减少胸部牵拉旋转对本次研究的影响^[5-6],患者从CT模拟定位到复位再到每次摆位都采取热塑膜从右至左的顺序固定)。

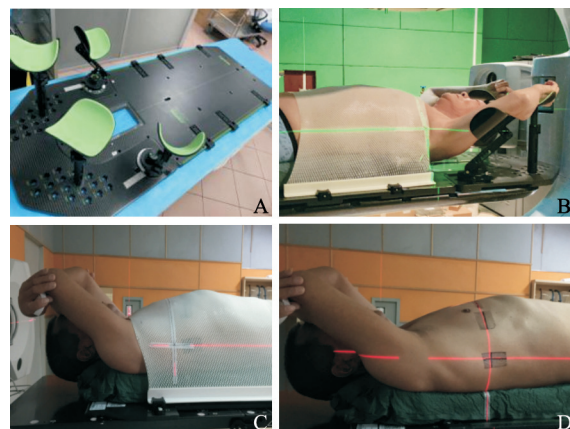


图1 胸部肿瘤使用多功能体板的两种手臂固定方法

Fig. 1 Two arm fixation methods for chest tumors using multifunctional body plates

A: Multifunctional body board; B: The arm is well fixed; C: Arm on forehead; D: The body surface marking line is ensured to be consistent with CT

1.5 锥形射束电脑断层扫描(cone beam computed tomography, CBCT)图像采集及匹配

每例患者前5次及之后每周1次治疗前后各行1次CBCT扫描,采用ARIA系统中的胸部扫描模式,扫描范围为靶区中心上下各8 cm,层距2.5 mm;任一方向误差大于3 mm则予以移床矫正后再次行CBCT扫描,将得到的图像与计划CT图像配准,以获取患者的摆位误差,包括头脚方向(LNG)、左右方向(LAT)和腹背方向(VRT)判断放疗位置的准确性。然后进行放射治疗,治疗完之后再行1次CBCT扫描,再次与计划CT配准后获得患者的位移误差,分别在三个

方向上计算出放疗前后的误差值。

1.6 统计学处理

把每例患者的追踪记录结果带入到统计学软件SPSS 22.0中进行数据处理，两组的位移对比采用 t 检验， $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 摆位误差

40例患者共获得619幅CBCT图像。将两组患者放疗前后的CBCT数据分析整理并进行组间比较，得出结果A组患者（手臂固定）在治疗前的误差值明显高于B组患者（手臂抱肘置于额头），两组间在三个轴向上位移误差对比差异均有统计学意义（ P 均 < 0.05 ，表1）；治疗后在胸部固定良好的情况下A组位移误差仍小于B组（表2）。

表 1 放疗前不同组别不同轴向摆位误差比较

Tab. 1 Comparison of different axial placement errors between different groups before radiotherapy

(mm, $\bar{x} \pm s$)			
Group	VRT	LNG	LAT
A	1.52 ± 1.22	2.31 ± 1.45	1.15 ± 0.96
B	2.10 ± 1.67	2.90 ± 2.05	1.59 ± 1.51
<i>P</i> value	0.008	0.025	0.023

表 2 放疗后不同组别不同轴向摆位误差比较

Tab. 2 Comparison of different axial placement errors between different groups after radiotherapy

(mm, $\bar{x} \pm s$)			
Group	VRT	LNG	LAT
A	0.63 ± 0.68	1.05 ± 0.89	0.65 ± 0.75
B	0.71 ± 0.78	1.12 ± 0.94	0.69 ± 0.71
<i>P</i> value	0.747	0.967	0.758

2.2 计量误差分析

整理本次研究中放疗前CBCT数据得到的误差，通过公式 $M = 2.5\sigma + 0.7\delta$ 计算得出A组患者临床靶体积（clinical target volume, CTV）、计划靶体积（planning target volume, PTV）边界比B组患者在LNG、LAT和VRT分别小2.0、1.6和1.9 mm。将

上述患者位移数据再带入到PINNACL8.0 TPS计划软件中，模拟移床后的剂量分布，得出两组患者PTV剂量分布差异（表3）。比较两组PTV剂量参数：95%处方剂量包含的靶区体积A组要优于B组。

表 3 患者不同组别放疗计划靶体积参数比较

Tab. 3 Comparison of target volume parameters between different groups of patients with radiotherapy plan

(% , $\bar{x} \pm s$)				
Group	V_{100}	V_{95}	ΔV_{100}	ΔV_{95}
A	93.58 ± 3.70	99.25 ± 0.40	0.26 ± 0.30	0.08 ± 0.10
B	90.56 ± 4.30	94.74 ± 3.50	4.16 ± 3.80	3.28 ± 3.10
<i>P</i> value	0.063	0.003	0.052	0.003

3 讨论

现代放疗技术具有剂量梯度高、剂量分布受摆位误差影响明显的特点^[7]。因此量化摆位误差，即根据摆位误差分析结果合理的形成计划靶体积边界是保证现代放疗治疗质量的关键环节^[9]。大部分胸部肿瘤患者接受放射治疗时均存在摆位误差^[9-10]，Hunt等^[11]认为精确放疗与传统常规放疗相比，摆位误差对精确治疗的影响更大，治疗计划设计出的剂量分布仅是一种理想模型，由于摆位误差的存在，实际治疗中的剂量分布与之有较大的差距。为减少摆位误差对患者放射治疗的影响，胸部肿瘤的体位固定设备经历过从无模型到真空垫、再到体板+热塑膜固定几个阶段，但相较于头颈部的固定来说，误差还是偏大的^[12]。

本次研究中40例患者均采用相同的胸部热塑膜固定方式，每例患者每次摆位都采取热塑膜从右至左的顺序固定以减少胸部不同程度的旋转牵拉对本研究的影响。研究结果显示，A组手臂固定较好的患者无论在治疗前还是治疗后的误差值都要小于B组。尤其是治疗前的CBCT扫描数据显示，B组患者在三个轴向上的误差值较大，A、B两组差异均有统计学意义（ $P < 0.05$ ）；治疗后，在两组患者同样胸部固定良好的情况下，

A组患者位移误差仍然小于B组患者。分析其原因可能有以下几点:①手臂抱肘置于额头的患者,由于每次摆位过程中手臂固定不够稳定,导致对胸部体表的标记线存在不同程度的牵拉从而影响治疗中心的精确性;②手臂不固定的患者由于自身年龄或手臂功能欠缺等因素导致每次抱肘的位置不同导致,强行拉扯手臂会使患者体位僵硬;③治疗过程中由于患者手臂得不到有效的固定,随着治疗时间延长抱紧的双臂出现放松、下沉的状态,使得原先挺起的胸部出现头脚、腹背方向的位移;④多功能体板在臂部支撑方面有多种可调节结构,通过对手臂抬高高度,内收或外展的程度以及手腕支撑位置的调节,可以让患者处于相对比较舒适的位置^[13],由此手臂得到有效固定的患者在摆位及治疗过程中呈现自然放松的状态,使得整个摆位过程更简单,重复性也更高。

本研究结果显示,手臂的移动对于胸部肿瘤的患者即使在胸部固定良好的情况下还是会有一定的影响。选择合适的体位固定装置在减少位移误差的同时也可以减少CTV向PTV外扩的边界。临床上,为弥补各种因素产生的位移误差,通常都会在CTV的基础上外扩一定距离来形成PTV,以确保90%患者CTV至少接受95%处方剂量。尤其是在胸部不规则靶区、范围较大靶区或多个靶区治疗时,合理的治疗范围及精确的靶区勾画能更好地保护周围正常组织和器官,提高靶区剂量,降低周围正常组织的剂量,从而使局部肿瘤得到有效的控制,患者的放疗损伤也进一步降低。

综上所述,利用多功能体板进行热塑膜胸部固定以及手臂托架固定,能够减少摆位误差和位移误差,治疗过程中患者更舒适,技术员摆位更

简单,放疗效果得到提升,在临床上值得推广和应用。

[参 考 文 献]

- [1] 刘丽,陈晓品,甘露,等. 钴60多野适形放射治疗胸腹部实体瘤的临床疗效研究 [J]. 中国全科医学, 2010, 13(8): 849-851.
- [2] 李云宁,田会萍,刘燕. 中医对肿瘤放疗损伤的研究进展 [J]. 国际中医中药杂志, 2012, 34(5): 454-456.
- [3] 李建成,蒋国梁. 放疗中不确定因素研究进展 [J]. 国外医学肿瘤学分册, 2004, 31(8): 603-606.
- [4] 王鑫,胡超苏,应红梅,等. 摆位系统误差对鼻咽癌放疗剂量分布的影响 [J]. 中国癌症杂志, 2008, 18(8): 620-625.
- [5] GUTFELD O, KRETZLER A E, KASHANI R, et al. Influence of rotations on dose distributions in spinal stereotactic body radiotherapy (SBRT) [J]. Int J Radiat Oncol Biol Phys, 2009, 73(5): 1596-1601.
- [6] WANG H, SHUI A, WANG C, et al. Dosimetric effect of translational and rotational errors for patients undergoing image-guided stereotactic body radiotherapy for spinal metastases [J]. Int J Radiat Oncol Biol Phys, 2008, 71(4): 1261-1271.
- [7] VAN-HERK M. Different styles of image-guided radiotherapy [J]. Semin Radiat Oncol, 2007, 17(4): 258-267.
- [8] 王艳阳,傅小龙,夏冰,等. 胸部肿瘤患者放疗旋转摆位误差分析 [J]. 中华放射肿瘤学杂志, 2010, 19(1): 44-46.
- [9] 李志聪,李陆军,向昭雄,等. 鼻咽癌IMRT两种不同体位固定方法的摆位误差分析 [J]. 中华放射肿瘤学杂志, 2016, 25(3): 226-227.
- [10] 刘强,阳翠竹,冉付荣,等. 颈胸上段食管癌两种固定方式放疗摆位误差的对比研究 [J]. 检验医学与临床, 2016, 13(7): 881-882.
- [11] HUNT M A, KUTCHER G J, BUMAN C, et al. The effect of setup uncertainties on the treatment of nasopharynx cancer [J]. Int J Radiat Oncol Biol Phys 1993, 27(2): 437-447.
- [12] 应惟良,刘根华,丁生苟. 现代放疗的体位固定技术与发展 [J]. 井冈山学院学报(自然科学版), 2008, 29(10): 106-107.
- [13] 谢涛,许青,彭佳元,等. 乳腺癌胸壁野结合锁骨上野放疗时头部固定的重要性研究 [J]. 中华放射肿瘤学杂志, 2018, 27(5): 500-503.

(收稿日期: 2019-02-13 修回日期: 2019-03-23)