

Advances in Analysis of Multiple Factors of Setting Error in Intensity-Modulated Radiotherapy for Thoracic Tumor

Bihui Ren Yan Liu Xuedan Ma

Department of Radiotherapy, Taihe County People's Hospital, Taihe, Anhui, 236600, China

Abstract

After years of practice, it is found that there are different degrees of errors in the implementation of intensity modulated radiotherapy (IMRT) for chest tumors, including systematic errors and random errors. Among them, the system error can be calibrated through the quality inspection and quality control of the machine. The random errors are mainly related to various factors of patients' positioning, such as the fixed posture, respiratory motion, body mass index (BIM), body surface marking line and the position of both upper limbs, etc. The positioning errors caused by these factors directly affect the size of the external boundary of the planned target area (PTV) in the treatment plan. The accuracy of setting error can be improved by adopting positive and feasible methods in clinic. Therefore, this paper reviews the multivariate analysis of setting error in IMRT for patients with thoracic tumors.

Keywords

chest tumor; intensity modulated radiotherapy; setting error; multivariate analysis

胸部肿瘤调强放射治疗摆位误差的多种因素分析进展

任碧辉 刘艳 马雪丹

太和县人民医院放疗科, 中国·安徽 太和 236600

摘要

经过多年实践发现, 胸部肿瘤调强放疗 (IMRT) 实施过程中会存在不同程度的误差, 包括系统误差与随机误差。其中系统误差可以通过对机器的质检和质控予以校准。而随机误差主要与患者摆位的各种因素相关, 如体位固定方式、呼吸动度、身体质量指数 (BIM)、体表标记线及双上肢的位置等因素, 其造成的摆位误差结果在治疗计划中直接影响了计划靶区 (PTV) 外放边界的大小。临床可通过采取积极可行的方法来提高摆位误差精度。因此, 论文对胸部肿瘤患者 IMRT 时摆位误差的多种因素分析作一综述。

关键词

胸部肿瘤; 调强放疗; 摆位误差; 多因素分析

1 引言

胸部肿瘤的发病率一直居高不下, 尤其是肺癌、食管癌及乳腺癌的发病率更是趋于年轻化^[1]。随着放疗设备的不断更新换代, 放疗已经进入精确定位、精确计划、精确照射的“三精”时代^[2]。精准放疗技术在综合治疗中占举足轻重的地位, 与常规放疗相比, 摆位误差是影响放疗精度的主要因素, 其

【作者简介】任碧辉 (1994-), 男, 中国安徽阜阳人, 初级物理师, 从事放射物理学研究。

【作者简介】刘艳 (1988-), 女, 中国山东临沂人, 医师, 从事恶性肿瘤综合治疗与个体化治疗研究。

【作者简介】马雪丹 (1995-), 男, 中国安徽阜阳人, 初级物理师, 从事恶性肿瘤放射物理学研究。

对放疗计划的剂量学验证更高的要求^[3], 但胸部肿瘤患者放疗时摆位误差受多种因素影响, 如体位固定方式、呼吸动度、身体质量指数 (BIM)、体表标记线及双上肢的位置等因素, 论文对胸部肿瘤患者放疗时摆位误差的多种因素进行了分析。

2 体位固定方式对摆位误差的影响

胸部肿瘤患者需经过至少 5~6 周的放射性治疗, 在其治疗过程中难以避免体位移动, 因此期间需进行多次的摆位治疗^[4]。许多学者通过改进胸部体位固定技术提高放疗精确性, 临床中常用的体位固定方式主要有热塑体模固定技术和真空负压袋固定技术。王侦艺等^[5]研究发现胸部肿瘤患者采用热塑体模固定技术相对于真空负压袋固定技术的摆位误差更小。陈作明等^[6]进行了一项回顾性研究, 将 60 例患者分为对照组

与观察组各 30 例, 对照组患者采用真空垫固定体位, 观察组患者采用热塑体模固定, 结果发现观察组与对照组 X 轴、Y 轴及前后轴线 (Y 轴) 的旋转三个维度的摆位偏差比较无统计学意义 ($P > 0.05$); 观察组 Z 轴偏差低于对照组 ($P < 0.05$)。因此采用热塑体模固定体位技术可减小其摆位误差, 并显著提升其精准度。

3 呼吸动度对摆位误差的影响

对胸部肿瘤患者进行放疗摆位时, 呼吸运动所带来的影响不可小觑^[7], 也是整个治疗过程中最大的不确定因素^[8]。于舒飞^[9]等回顾性分析, 将保乳术后采用深吸气屏吸 (DIBH) 技术行全乳放疗的左侧乳腺癌患者和自由呼吸状 (FB) 态下接受全乳放疗的乳腺癌患者作为对照。比较放疗计划系统 CT 图像与放射治疗期间锥形束 CT 的位移, 确定摆位误差, 结果 FB 患者摆位误差在 x 轴、y 轴和 z 轴的位移分别为 (2.2 ± 1.7) mm, (3.1 ± 2.5) mm, (3.3 ± 2.3) mm。DIBH 患者摆位误差在 x 轴、y 轴和 z 轴的位移分别为 (2.1 ± 1.6) mm, (2.6 ± 1.7) mm, (2.5 ± 2.1) mm。在 y 轴和 z 轴方向 DIBH 患者的位移显著小于 FB 患者 ($P=0.015$ 、 0.004), 两组患者在 x 轴方向位移无明显差别 ($P=0.294$)。结论乳腺癌保乳术后全乳放疗时, DIBH 技术摆位误差小于 FB, 因此推荐 DIBH 放疗的 CTV 至 PTV 的外扩边界为 6~8mm 即可, 而 FB 状态下需要根据患者呼吸动度确定外扩大小。临床工作中应尽量减少呼吸动度对靶区勾画的影响, 真正做到精确放疗。

4 身体质量指数 (BIM) 对摆位误差的影响

身体治疗指数 (Body Mass Index, 即 BMI, 简称体质指数) 是目前国际上常用的衡量人体胖瘦程度以及是否健康的一个标准。有研究^[10]认为 BIM 与放疗摆位总误差呈明显正相关关系。张红伟等^[11]将 83 例胸腔肿瘤患者进行一项回顾性研究, 根据其体质指数 (BMI) 分为瘦弱、正常、超重、肥胖 4 种体型, 并对 4 种体型患者的上下、左右、前后方向摆位误差进行比较分析。结果发现在左右和前后方向上, 瘦弱组、正常组、超重组和肥胖组患者摆位误差总体比较差异有统计学意义 ($F = 22.10$, $P=0.007$; $F= 4.77$, $P=0.012$) 而摆位误差随 BIM 的增加而增大。Padgete 等^[12]研究发现, 皮下脂肪层的厚度、肌肉张力、重力、姿势舒适性、患者的自我控制能力等因素会影响患者参数设置的可重复性。因此, 摆位误差与患者的

体型关系密切, 实际操作过程中应当对照患者体质数进行个体化设计, 所以调强放疗对于超重或肥胖患者具有更大的挑战。

5 添加体表标记线对摆位误差的影响

胸部患者的放疗周期一般比较长, 治疗过程中因放疗副反应的影响体型极易变化, 实际治疗体位与计划体位存在不同程度的差异^[13]。而体表标记线是人体一个固定标记线, 不会因患者 BMI 改变而改变; 王振飞等^[14]选取 98 例胸部肿瘤患者, 分为观察组与对照组各 49 例。对照组给予常规颈胸模固定, 观察组在对照组固定的基础上给予体表标记线。结果显示, 观察组放疗期间的摆位校正率对比为 0%, 显著少于对照组的 12.2% ($P < 0.05$)。观察组放疗期间 X (左右方向)、Rtn (旋转方向) 的摆位误差都显著优于对照组 ($P < 0.05$), 胸部肿瘤放疗用颈胸模固定添加体表标记线能减少摆位误差, 降低摆位校正率。

6 双上肢的位置对摆位误差的影响

许晓燕^[15]等进行了一项回顾性分析, 将 132 例胸部肿瘤患者的双手摆放位置的不同分为 A、B 两组, A 组患者 (82 例) 双手十指交叉置于专用臂托上, B 组患者 (50 例) 双手置于身体两侧, 研究发现, B 组患者在 X 方向摆位误差小于 A 组 ($P < 0.05$), 患者双手摆放位置对摆位误差有影响, 采用双手体侧位固定方式引起的摆位误差较小。与此结果相反一项研究, 陈国付等^[16]发现胸部肿瘤患者使用热塑体模固定时, 患者手臂上举比体侧位摆位误差更小, 也指出其结果可能与使用的固定装置无法完全固定患者手臂有关, 并建议改善固定体架及热塑体模。因此, 双上肢的固定位置对放疗摆位误差有一定的影响, 还需要大型临床研究进一步证实。

7 结论

综上所述, 胸部肿瘤患者接受放疗时, 体位固定方式、呼吸动度、BIM、体表标记线以及双上肢的位置都是影响摆位误差的重要因素, 在放疗前应综合评估后, 选择最佳的体位固定模式, 最大限度地杀灭肿瘤细胞, 减轻邻近组织器官的放射毒性反应, 从而达到提高治疗增益比的目的。

参考文献

[1] 林赛云. 不同体位固定技术在胸部肿瘤调强放疗中的应用效果 [J].

- 医疗装备,2019(09):26-27.
- [2] 刘美月. 联合体位固定技术在肺癌放射治疗中的应用研究 [D]. 唐山: 华北理工大学, 2019.
- [3] 李玉成. 摆位误差对立体定向放射治疗计划剂量学验证的影响 [J]. 中国医学物理学杂志, 2018(08):869-873.
- [4] 张玉海. 基于锥形束 CT 技术不同部位肿瘤三维适形或调强放疗的摆位误差 [J]. 广西医学, 2018(15):1671-1673.
- [5] 王侦艺. 肺癌放疗中胸部热塑体膜与负压真空气垫在改善患者固定摆位误差中的效果比较. 医疗装备, 2017.30(10):19-20.
- [6] 陈作明, 杨俊喜, 张树琦. 胸部肿瘤放射治疗两种体位固定技术摆位误差对比研究 [J]. 数理医药学杂志, 2019(08):1132-1133.
- [7] 刘穆平. 呼吸门控技术以及非均整模式应用于早期非小细胞肺癌小病灶立体定向放疗的优势 [J]. 肿瘤预防与治疗, 2019(08):707-710.
- [8] Shirato, H., et al., Real - time 4 - D radiotherapy for lung cancer[J]. *Cancer Science*, 2012(01):103-106.
- [9] 于舒飞. 深吸气屏气和自由呼吸状态在乳腺托架固定下全乳调强放疗中的摆位误差研究 [J]. 中华放射肿瘤学杂志, 2020(10):877-881.
- [10] 李兴德. 胸部肿瘤患者体重指数对摆位误差的影响 [J]. 中华放射肿瘤学杂志, 2015(01):40-41.
- [11] 张红伟, 高松涛, 李怀玉, 不同体型胸腔肿瘤患者调强放疗中摆位误差的临床分析 [J]. 肿瘤基础与临床, 2020(03):343-344.
- [12] R, P.K., et al., Validation of a deformable MRI to CT registration algorithm employing same day planning MRI for surrogate analysis[J]. *Journal of applied clinical medical physics*, 2018(02):182-185.
- [13] E, H.O., et al., Reducing errors in prostate tracking with an improved fiducial implantation protocol for CyberKnife based stereotactic body radiotherapy (SBRT)[J]. *Journal of radiosurgery and SBRT*, 2018(03):417-419.
- [14] 王振飞. 胸部肿瘤放疗用颈胸模固定添加体表标记线对摆位误差的影响 [J]. 当代医学, 2020(07):112-114.
- [15] 许晓燕. 体位固定方式和 BMI 对胸部肿瘤放疗摆位误差的影响 [J]. 中国医疗设备, 2020(03):71-73.
- [16] 陈国付, 方临明, 胡晓, 胸部肿瘤放疗患者双手放置方式对摆位误差的影响 [J]. 中国全科医学, 2016(09):1099-1101+1106.