

# KV-CBCT 图像引导技术对肺癌放疗摆位误差影响的研究

罗丹<sup>1,2</sup>,程品晶<sup>1</sup>,何健<sup>2</sup>,余双<sup>2</sup>,彭黎明<sup>2</sup>,江健<sup>2</sup>

(1.南华大学核科学技术学院,湖南 衡阳 421001;

2.宜春市人民医院放疗室,江西 宜春 336000)

**摘要:**目的 基于 KV 级锥形束 CT(KV-CBCT)图像探讨三种不同配准区域 ROI 对 38 例肺癌放疗摆位误差的影响。方法 回顾性分析 2019 年 2 月~2020 年 3 月宜春市人民医院收治的 38 例经 CBCT 图像引导的肺癌 IMRT 放疗患者的摆位误差,采用三种不同的、渐进的 ROIa、ROIb、ROIc 对 38 例肺癌患者图像配准,得到 A、B、C 三组配准数据,通过图像配准软件得出 Lat、Lng、Vrt 结果,并进行分析。结果 三组摆位误差的配准数据两两对比,差异无统计学意义( $P>0.05$ );以摆位误差 $\geq 2$  mm 作为误差发生的标准,B 组误差发生率低于 A、C 组,A、B、C 三组 Lat、Lng、Vrt 三个方向误差发生率比较,差异有统计学意义( $P<0.05$ )。结论 以患侧肺、胸骨、胸椎作为配准范围的自动灰度配准模式,对 KV-CBCT 图像引导肺癌治疗的日常摆位工作具有临床指导意义。

**关键词:**肺癌;KV 级锥形束 CT;图像配准范围;摆位误差

中图分类号:R734.2

文献标识码:A

DOI: 10.3969/j.issn.1006-1959.2020.19.054

文章编号:1006-1959(2020)19-0168-03

## Study on the Influence of KV-CBCT Image Guidance Technology on the Positioning Error of Lung Cancer Radiotherapy

LUO Dan<sup>1,2</sup>,CHENG Pin-jing<sup>1</sup>,HE Jian<sup>2</sup>,YU Shuang<sup>2</sup>,PENG Li-ming<sup>2</sup>,JIANG Jian<sup>2</sup>

(1.School of Nuclear Science and Technology,Nanhua University,Hengyang 421001,Hunan,China;

2.Radiotherapy Room,Yichun People's Hospital,Yichun 336000,Jiangxi,China)

**Abstract:**Objective Based on KV-level cone-beam CT (KV-CBCT) images, to explore the effect of three different registration regions ROI on the positioning error of 38 lung cancer patients.Methods A retrospective analysis of the positioning errors of 38 patients undergoing CBCT image-guided IMRT radiotherapy for lung cancer admitted to Yichun City People's Hospital from February 2019 to March 2020, using three different and progressive ROIa, ROIb, and ROIc pairs 38 image registration of a patient with lung cancer, three sets of registration data of A, B, and C are obtained, and Lat, Lng, and Vrt results are obtained through image registration software and analyzed.Results The registration data of the three groups of positioning errors were compared in pairs,the difference was not statistically significant ( $P>0.05$ ); the positioning error  $\geq 2$  mm was used as the standard for error occurrence. The incidence of error in group B was lower than that in groups A and C,there was a statistically significant difference in the incidence of errors in the three directions of Lat, Lng, and Vrt in the three groups of A, B, and C ( $P<0.05$ ).Conclusion The automatic gray-scale registration mode with the affected lung, sternum, and thoracic spine as the registration range had clinical guiding significance for the daily positioning of KV-CBCT image-guided lung cancer treatment.

**Key words:** Lung cancer;KV-level cone-beam CT;Image registration range;Set-up error

肺癌(lung cancer)在临床上常见的恶性肿瘤,死亡人数位居恶性肿瘤首位<sup>[1]</sup>。目前肺癌的发生率仍处于上升态势<sup>[2]</sup>,手术结合放化疗成为当前肺癌的主要治疗手段。随着以调强适形放疗、立体定向放疗为代表的精确放疗方式的推广应用<sup>[3,4]</sup>,以及先进的 KV-CBCT 图像引导放疗(image guided radiation therapy,IGRT)技术辅助校准治疗摆位误差,使放疗预有了明显改善<sup>[5,6]</sup>。通过配准软件可以客观地了解到三维方向 Lat、Lng、Vrt 的摆位误差数据,并根据此数据作出相应的校准,以提高治疗精度<sup>[7,8]</sup>。但是,由于受配准人员、配准 ROI 等方面的影响,导致配准结果并不一致。因此,本研究通过对比不同配

准 ROI,探讨不同配准范围在肺癌治疗摆位中的差异,现报道如下。

### 1 资料与方法

**1.1 一般资料** 回顾性分析 2019 年 2 月~2020 年 3 月宜春市人民医院 38 例单侧(左或右)的肺癌放疗患者,纳入患者均经组织学或细胞学检查结果为原发性肺癌,KPS 评分 $\geq 70$ 分,无既往胸部放疗史。其中男性 26 例,女性 12 例;年龄 40~77 岁,平均年龄 59 岁;左侧肺癌患者 14 例,右侧肺癌患者 24 例。采用三种不同的、渐进的 ROIa、ROIb、ROIc 对患者图像配准,得到 A、B、C 三组配准数据。

**1.2 定位、CT 扫描及放疗方案设计** 患者均采用深圳腾飞宇公司热塑体膜和一体板的固定方式,双手交叉越过头顶置于握杆固定位置,头垫 C 枕。行美国 GE(型号 Discovery RT)大孔径 CT 定位扫描,层间距 5 mm,扫描范围为下颌到肝上缘。固定野 IMRT 技术,照射角度集中在患侧肺,健侧肺尽量不进入或少进入照射野范围。选用机载 KV-CBCT 的 Varian Trilogy 直线加速器治疗。靶区 GTV 为临床和影像学

基金项目:1.江西省卫生计生委科技计划课题(编号:20197500);2.江西省宜春市科技计划指导性项目(编号:JXYC2019KSB010);3.江西省卫生健康委科技计划项目(编号:20203571)

作者简介:罗丹(1987.3-),女,江西新余人,硕士研究生,助理工程师,主要从事肿瘤医学物理学研究

通讯作者:程品晶(1976.12-),男,江西婺源人,博士,副教授,主要从事核工程与核技术专业教学和科研工作

检查所确定的肿瘤范围,CTV 包括 GTV 和亚临床病灶,PTV 是 CTV 加器官运动的范围以及摆位误差。

**1.3 KV-CBCT 扫描及图像配准** 治疗前行 KV-CBCT 扫描,扫描参数一致:电压 80 KV,电流 25 mA,曝光时间为 8 ms,Low-dose thorax 模式,Half Fan 滤波扫描,层距 2.5 mm,矩阵 384 mm<sup>2</sup>×384 mm<sup>2</sup>。获得的图像通过瓦里安 Eclipse13.6 自带配准软件与定位 CT 图像配准。**A 组**:配准感兴趣区域(ROIa)的边界为 CBCT 图像的可见范围,见图 1A 自动灰度配准模式,当配准结果显示摆位误差>3 mm 时重新摆位或医师

手动在线骨性配准,直至误差≤3 mm 才予以治疗;**B 组**:ROIb 的内界退至胸骨及胸椎处,即只包括患侧肺、胸骨及胸椎范围,见图 1B 自动灰度配准模式;**C 组**:在 ROTb 基础上,取靶区 PTV 外扩边界 2 cm 的交集范围作为 ROIc,见图 1C 自动灰度配准。总计 Lat、Lng、Vrt 方向 342 个摆位数据。

**1.4 统计学分析** 采用 SPSS 22.0 统计软件进行分析,计量数据以( $\bar{x} \pm s$ )表示,采用配对样本 *t* 检验;计数资料用(%)表示,采用卡方 $\chi^2$ 列表资料的  $\chi^2$  检验。以  $P < 0.05$  为差异有统计学意义。



注:A:ROIa ;B:ROIb;C:ROIc

图 1 KV-CBCT 扫描及图像配准

## 2 结果

**2.1 配准误差分析** A 组 Lat、Lng、Vrt 三个方向的摆位误差范围都在-3~3 mm 内;B 组摆位误差范围分别在-2~3、-3~3、-3~2 mm 内;C 组摆位误差范围分别在-2~2、-7~3、-5~5 mm 内。三组数据两两对比,差异无统计学意义( $P > 0.05$ ),见表 1。

表 1 不同配准区域对肺癌 KV-CBCT 图像配准误差比较 ( $\bar{x} \pm s$ , mm)

组别	Lat	Lng	Vrt
A 组	0.03±1.73	-0.58±1.72	-0.34±1.63
B 组	-0.11±0.90	-0.21±1.19	-0.18±0.98
C 组	-0.05±1.01	-0.53±1.93	-0.32±1.53

注:Lat、Lng、Vrt 三个方向的 A、B 两组比较, $P^{AB}$  值分别为 0.697、0.213、0.534;A、C 两组比较, $P^{AC}$  值分别为 0.819、0.892、0.935;B、C 两组比较, $P^{BC}$  值分别为 0.676、0.129、0.473

**2.2 误差发生率分析** 以误差≥2 mm 作为误差发生的标准<sup>[9]</sup>,B 组误差发生率低于 A、C 组,三组 Lat、Lng、Vrt 三个方向误差发生率比较,差异有统计学意义( $P < 0.05$ ),见表 2。

表 2 不同配准区域对肺癌 KV-CBCT 图像配准误差发生率比较(%)

组别	Lat	Lng	Vrt
A 组	39.5	52.5	36.8
B 组	7.9	13.2	13.2
C 组	13.2	36.8	21.1
$\chi^2$	13.508	13.490	6.115
<i>P</i>	0.001	0.001	0.047

## 3 讨论

KV-CBCT 作为图像引导放疗技术之一,已经被国内外各大医疗机构广泛应用,能提高摆位的精确度,更好地保护危及器官,进而保证了治疗精度<sup>[10,11]</sup>。在本研究日常放疗工作中,患者首次治疗前行 KV-CBCT 扫描,放疗医生首先依据大范围的自动灰度配准结果来分析摆位的精确度,其次依据自身影像经验确认无明显摆位偏差,当误差小于 3 mm 直接予以治疗;大于 3 mm 时,手动调整位置或放疗技师重新摆位直至小于 3 mm。因此,KV-CBCT 图像引导放疗受自动灰度配准结果影响很大。

本研究采用自动灰度配准模式,选择不同的配准 ROI,配准结果差异无统计学意义,Lng 方向的误差发生率高于 Lat 和 Vrt 两个方向,该结果与孙小喆等<sup>[12]</sup>研究结果相似。以误差≥2 mm 作为误差发生的标准,B 组误差发生率低于 A、C 组,这对科室以后的日常摆位验证具有临床指导意义。

由于每个医疗机构对设备机械精度的维护、患者呼吸训练、体膜固定方式、摆位方法等存在一定的差异,甚至在验证摆位误差所用的方式、方法也不相同,以致每个医疗机构的摆位误差大小也存在相应的差别。以后的研究工作中继续加大样本病例,同时将摆位误差对靶区和正常组织的剂量影响也加入到接下来的研究工作中,以期进一步提高肺癌靶区的照射剂量,减少正常组织的照射,实现 KV-CBCT 图像引导下的肺癌精准放疗。

综上所述,以患侧肺、胸骨、胸椎作为配准范围

的自动灰度配准模式,对 KV-CBCT 图像引导肺癌治疗的日常摆位工作具有临床指导意义。

#### 参考文献:

- [1] Russo M, Owen R, Bernard A, et al. Evaluation of accuracy and reproducibility of a relocatable maxillary fixation system for fractionated intracranial stereotactic radiation therapy[J]. J Med Radiat Sci, 2016, 63(1): 41-47.
- [2] 吴志勤, 张力, 余建义, 等. 肺癌图像引导放疗不同配准方式对摆位误差的影响[J]. 温州医科大学学报, 2014, 44(11): 822-824.
- [3] Wan H, Bertholet J, Ge J, et al. Automated patient setup and gating using cone beam computed tomography projections[J]. Phys Med Biol, 2016, 61(6): 2552-2561.
- [4] 王恩阳, 徐飞, 贾明轩. 应用千伏级锥形束对非小细胞肺癌立体定向放疗外放边界研究[J]. 中国和杂志, 2016, 5(2): 37-39.
- [5] Borst GR, Sonke JJ, Betgen A, et al. Kilo-voltage cone beam computed tomography setup measurements for lung cancer patients: first clinical results and comparison with electronic portal imaging device[J]. Int J Radiat Oncol Biol Phys, 2007, 68(2): 555-561.
- [6] Duggan DM, Ding GX, Coffey CW, et al. Deep-inspiration breath-hold kilovoltage cone beam CT for setup of stereotactic body radiation therapy for lung tumors: Initial experience[J]. Lung Cancer, 2007, 56(1): 77-88.
- [7] 戴建荣, 胡逸民. 图像引导放疗的实现方式[J]. 中华放射肿瘤学杂志, 2006, 15(2): 132-135.
- [8] Verellen D, De Ridder M, Storme G. A (short) history of image guided radiotherapy[J]. Radiother Oncol, 2008, 86(1): 4-13.
- [9] 李庆瑞, 陈吉祥, 丁大庆, 等. 不同人员对肺癌图像配准误差分析[J]. 实用癌症杂志, 2018, 33(8): 1245-1248.
- [10] 顾浩, 樊锐太, 郭跃信, 等. 锥形束图像引导用于胸部肿瘤放疗治疗的效果分析[J]. 临床研究, 2016, 24(4): 83-84.
- [11] Heinz C, Gerum S, Freisleder P, et al. Feasibility study on image guided patient positioning for stereotactic body radiation therapy of liver malignancies guided by liver motion[J]. Radiat Oncol, 2016, 27(11): 88.
- [12] 孙小喆, 孟慧鹏, 郑爱青, 等. 肺癌影像引导放疗摆位误差及配准的对比研究[J]. 医疗卫生装备, 2017, 38(11): 69-78.

收稿日期: 2020-05-29; 修回日期: 2020-06-16

编辑/宋伟