

## 瓦里安IGRT治疗床对调强放疗剂量的影响

叶逢松<sup>1</sup>, 吴魁<sup>2</sup>, 吴爱菊<sup>1</sup>

1. 丽水市人民医院放疗科, 浙江 丽水 323000; 2. 浙江大学医学院附属第二医院放疗科, 浙江 杭州 310009

**【摘要】目的:**射线经过加速器治疗床有一定的衰减,对靶区和危及器官的剂量有一定影响。本文探讨 Varian Exact IGRT 治疗床对调强放射治疗(IMRT)剂量的影响。**方法:**选取10例肺癌患者,使用Eclipse计划系统设计两组IMRT计划,第一组计划考虑治疗床的影响,第二组计划去掉治疗床后重新计算剂量分布,比较两组计划剂量分布。并对两组计划进行剂量验证,比较 $\gamma$ 因子符合度指数(GAI)。**结果:**去掉治疗床后,计划靶区平均剂量升高3.1%,其余重要危及器官受到剂量也有增加。剂量验证的GAI结果表明,当射野先经过治疗床再到达靶区时,考虑治疗床的影响通过率更好(GAI为93.9%~100%)。**结论:**在设计IMRT计划时,有必要加入治疗床板,使计算结果与实际剂量分布更加吻合。

**【关键词】**治疗床;调强放射治疗;剂量分布; $\gamma$ 因子;肺癌

**【中图分类号】**R737;R312

**【文献标识码】**A

**【文章编号】**1005-202X(2016)04-0430-03

## Dosimetric impact of Varian IGRT treatment couch on intensity-modulated radiotherapy

YE Feng-song<sup>1</sup>, WU Kui<sup>2</sup>, WU Ai-ju<sup>1</sup>

1. Department of Radiotherapy, Lishui People's Hospital, Lishui 323000, China; 2. Department of Radiotherapy, Second Affiliated Hospital of Zhejiang University School of Medicine, Hangzhou 310009, China

**Abstract: Objective** The beam is attenuated by the treatment couch during radiotherapy, having some impacts on the dose of target volumes and organs at risk (OARs). The impacts of Varian Exact IGRT treatment couch on intensity-modulated radiotherapy (IMRT) are discussed in the paper. **Methods** Ten patients with lung cancer were selected. Eclipse planning system was used to design two IMRT plans for each patient. The impact of treatment couch was considered in one plan, while the dose distribution was calculated again after removing the treatment couch in the other plan. The dose distributions of two plans were compared, and the dose verifications were performed for the two plans to compare the gamma agreement index (GAI). **Results** After removing the treatment couch, the average dose of planning target volume increased by 3.1% and that of OARs were also increased. The GAI comparison showed when the beam passed through treatment couch and then reached the target volume, the pass rate of the plan considering the impacts of treatment couch was better, and the GAI was 93.9%-100%. **Conclusion** Treatment couch is necessary in the IMRT plan design for agreeing calculated results with actual dose distribution.

**Key words:** treatment couch; intensity-modulated radiotherapy; dose distribution;  $\gamma$  factor; lung cancer

### 前言

肿瘤控制率与肿瘤受到剂量关系密切,因此剂量计算的准确性十分重要。ICRU 24号报告也指出,原发灶根治剂量的精确性应好于 $\pm 5\%$ ,否则可能产生肿瘤局部复发或并发症增加,从而导致治疗失败<sup>[1]</sup>。现在很多加速器治疗床采用低密度碳纤维复合材料,对高能X射线的衰减很低<sup>[2-3]</sup>,因此在治疗计划设计时往往忽略了治疗床的影响,即使是射野分布于床板下方。国外有研究人员以前列腺癌的RapidArc

计划比较了治疗床对剂量计算的影响<sup>[4-5]</sup>。在实际强调放射治疗(IMRT)计划设计时,笔者采用多个方向布野,部分射野会经过治疗床再到达靶区,而另外一部分射野则是先经过靶区。笔者对这两种情况分别进行了比较,以此来分析治疗床对剂量分布的影响。

### 1 材料与方法

#### 1.1 研究对象

收集2015年1~9月间10例已经放疗的肺癌患者作为研究对象。

#### 1.2 定位CT图像采集及靶区和危及器官的勾画

在GE大孔径模拟CT上进行扫描,层厚5 mm,层间距5 mm。患者采取仰卧位,用热塑体模加以固定。

**【收稿日期】**2015-11-08

**【作者简介】**叶逢松(1975-),男,从事放射物理工作,E-mail:yfs1273@163.com。

CT图像通过美国 Varian 公司 ARIA 局域网传输到 Eclipse10.0 三维治疗计划系统,进行三维重建,然后由高年资放疗医生进行肿瘤靶区及危及器官的勾画。

### 1.3 治疗计划的设计

所有计划设计都在 Varian 公司的 Eclipse10.0 三维计划系统上进行,治疗在 Varian Trilogy 医用电子直线加速器上,配备 Exact IGRT 治疗床,并且分为 thin、medium 和 thick3 种厚度。处方剂量均为计划靶区(PTV)60 Gy,单次剂量 2 Gy。采用 6 MV 光子束,剂量率为 400 MU/min,5~7 野调强放疗技术,根据靶区和危及器官的位置关系适当调整射野角度。由于射野方向不同,部分射野先经过靶区再穿过治疗床,另外一部分则是先经过治疗床后到达靶区。Eclipse10.0 计划系统可以在计划设计时加入治疗床,由于所选取患者治疗部位均为胸部,故本研究中选择的治疗床模型均为 Exact IGRT Couch medium(图 1)。床表面是一层碳纤维材料的壳,厚度 0.5 cm。床内部是低密度泡沫材料,厚度 5.5 cm。根据 Vanetti 等<sup>[4]</sup>研究结果,本文将治疗床表面 CT 值设为 -700 HU,内部设为 -960 HU。计划优化时加入治疗床,然后选择 sliding window<sup>[6]</sup>的调强方式进行最后的剂量计算,剂量计算均采用各向异性分析算法<sup>[7]</sup>。每例患者产生 A 和 B 两组计划:A 组在剂量计算时加入了治疗床,计算完后以靶区剂量  $D_{95}$ =处方剂量进行归一,保证处方剂量覆盖 95%靶区体积;A 组计划计算完成后去掉治疗床,无需优化直接进行剂量计算,生成 B 组计划。A 和 B 两组计划的通量、叶片序列、MU 数和控制点数均相同。

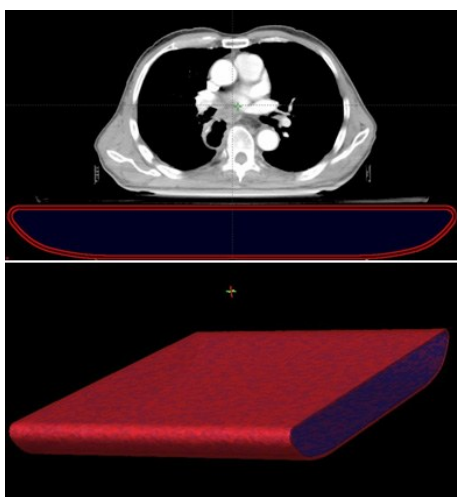


图1 Eclipse 治疗计划系统里 IGRT couch medium 模型

Fig.1 IGRT couch medium model in Eclipse treatment planning system

The surface shell of couch model was red and the internal foam was blue.

### 1.4 剂量分布分析

用平均剂量体积直方图(DVH)方法来量化评估剂量分布,通过 DVH 的比较可以知道在计划设计时考虑和不考虑治疗床时对靶区和危及器官剂量分布的影响<sup>[8]</sup>。分别导出 10 个病人 PTV 和危及器官的积分 DVH 数据,间隔为 0.1 Gy,求平均值得到平均 DVH。根据 A 和 B 两组计划,各例患者的 PTV 和危及器官的 DVH 分别进行对比,可以知道治疗床对剂量分布的影响。

### 1.5 三维剂量验证

治疗前剂量验证是确保剂量计算和实际传输过程中一致有效的方法<sup>[9]</sup>。A 和 B 两组计划分别生成相应的验证计划加以验证(A 组验证计划中加入治疗床,而 B 组验证计划没有加入治疗床),可以知道在实际剂量传输中治疗床的影响。10 个调强放疗计划总共有 62 个射野,其中 32 个位于治疗床下方,30 个位于治疗床上方,逐一加以验证,并分别加以比较。另外要保证验证计划与治疗计划各参数一致,即机架角度、MLC 角度、射野跳数等完全相同。验证工具是 PTW 二维电离室矩阵(729 个探头)和 OCTAVIUS 模体<sup>[10]</sup>。尽量将模体摆放在治疗床正中间,而且是治疗床中部,也就是 medium 厚度处。挑选出经过治疗床的射野进行单野验证,验证结果采用  $\gamma$  因子方法<sup>[11-12]</sup>进行分析。标准是距离符合度(DTA)为 3 mm,剂量百分比差异( $\Delta D$ )为 2% 的最大剂量。

## 2 结果

通过对两组计划平均 DVH 分析,治疗床对剂量分布的影响见表 1 和图 2。在不考虑治疗床时,PTV 平均剂量( $D_{mean}$ )、脊髓最大剂量( $D_{max}$ )和全肺平均剂量( $D_{mean}$ )均增加了。治疗计划的剂量验证是确保剂量计算结果与实际传输一致的重要方法,表 2 显示在治疗床下方的射野进行剂量计算时考虑治疗床后有更高的  $\gamma$  因子符合度指数(GAI),所有射野的 GAI 都在 93.9%~100% 之间。不考虑治疗床的影响时,GAI 在 83%~98% 之间,而在治疗床上方的射野考虑和不考虑治疗床时验证结果几乎相同,GAI 均在 94.2%~100% 之间。

## 3 讨论

治疗床是病人放疗时重要的载体,用于支撑病人。治疗床和加速器机架配合,可以使射线从任何方向射入病灶<sup>[13]</sup>。任何一种放疗技术都会有射线经过治疗床,所以有必要考虑治疗床对射线衰减的影响。就 Varian 治疗床而言,除了目前新型的 IGRT 床板,还有老款的 Exact 床板。每一型号的床板对射线的衰减是不同的,需要根据实际测量结果和计划验

表1 考虑(A组)和不考虑(B组)治疗床板影响时靶区和危及器官剂量差异

Tab.1 Dose difference of PTV and OARs between two groups

Parameter	Group A (Gy)	Group B (Gy)	Increased value (%)
D <sub>mean</sub> of PTV	63.8	65.8	3.1
D <sub>max</sub> of spinal cord	39.5	40.6	2.8
D <sub>mean</sub> of total lung	12.8	13.1	2.3

Increased value =(Group B-Group A)/Group A×100%

PTV: Planning target volume; OARs: Organs at risk

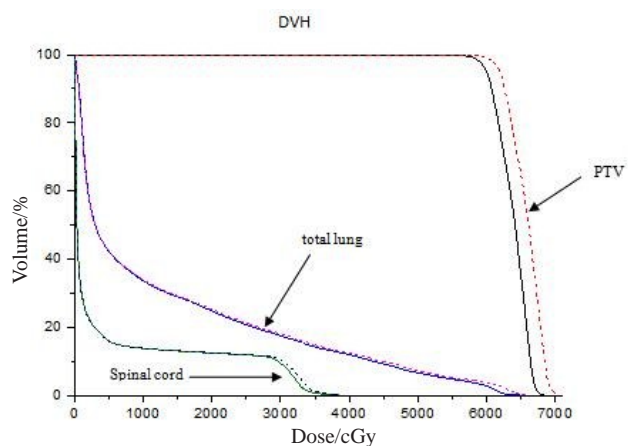


图2 考虑和不考虑治疗床时PTV、双肺和脊髓平均DVH比较

Fig.2 Average DVH of PTV and OARs with or without

consideration of treatment couch

DVH: Dose-volume histogram

表2 考虑和不考虑治疗床板影响时剂量验证的 $\gamma$ 因子符合度指数差异(%)

Tab.2 Difference of GAI between verification measurements of plans with couch (Group A) and no couch (Group B) (%)

Index	Fields below treatment couch		Fields above treatment couch	
	Group A	Group B	Group A	Group B
GAI	95.2±3.2	84.2±7.1	95.1±2.9	95.1±2.8
Range (%)	93.9-100	83.0-98.0	94.2-100	94.2-100

GAI: Gamma agreement index

证的结果做出适当考虑。

本研究针对Eclipse计划系统提供的IGRT治疗床模型,对治疗床的外壳和内部分别设置合适的CT值。在计划设计时植入或去掉治疗床,发现剂量分布有所不同,可能影响临床治疗效果。另外本研究也发现,剂量分布差异最大的地方主要在高量附近,一般情况下靶区的剂量最高,所以靶区的剂量分布

差异是最大的。如果有靠近靶区的危及器官也会受到明显影响。进一步剂量验证结果显示,在治疗床下方的射野考虑治疗床时GAI更高,而在治疗床上方的射野治疗床对GAI没有影响,这也要求在设计治疗计划时如果有射野位于治疗床下方时要考虑治疗床对射线衰减的影响。

## 【参考文献】

- [1] 胡逸民. 肿瘤放射物理学[M]. 北京: 原子能出版社, 1999: 393-397.  
HU Y M. Radiation oncology physics[M]. Beijing: Atomic Energy Press, 1999: 393-397.
- [2] SPEZI E, ANGELINI A L, ROMANI F, et al. Evaluating the influence of the Siemens IGRT carbon fiber tabletop in head and neck IMRT[J]. Radiother Oncol, 2008, 89(1): 114-122.
- [3] MEARA S J, LANGMACK K A. An investigation into the use of carbon fiber for megavoltage radiotherapy applications[J]. Phys Med Biol, 1998, 43(5): 1359-1366.
- [4] VANETTI E, NICOLINI G, CLIVIO A, et al. The impact of treatment couch modeling on RapidArc[J]. Phys Med Biol, 2009, 54(9): 157-166.
- [5] LESZCZYŃSKI W, SLOSAREK K, SZLAG M. Comparison of dose distribution in IMRT and RapidArc technique in prostate radiotherapy[J]. Rep Pract Oncol Radiother, 2012, 17(6): 347-351.
- [6] TURIAN J, SMITH B. Evaluation of dose differences between multiple static segment (MSS) and sliding window (SW) IMRT techniques[J]. Med Phys, 2002, 29(6): 1261.
- [7] BREITMAN K, RATHEE S, NEWCOMB C, et al. Experimental validation of the Eclipse AAA algorithm[J]. J Appl Clin Med Phys, 2007, 8(2): 76-92.
- [8] 朱健, 李宝生, 舒华忠, 等. 一种从Pinnacle放疗计划系统中导出并重建剂量体积直方图的方法[J]. 中华放射肿瘤学杂志, 2014, 23(1): 34-35.  
ZHU J, LI B S, SHU H Z, et al. A method for exporting and reconstructing dose volume histogram from pinnacle radiotherapy planning system[J]. Chinese Journal of Radiation Oncology, 2014, 23(1): 34-35.
- [9] LOW D A, GERBER R L, MUTIC S, et al. Phantoms for IMRT dose distribution measurement and treatment verification[J]. Int J Radiat Oncol Biol Phys, 1998, 40(5): 1231-1235.
- [10] SYAMKUMAR S A, PADMANABHAN S, SUKUMAR P. Characterization of responses of 2D array seven29 detector and its combined use with octavius phantom for the patient-specific quality assurance in rapidarc treatment delivery[J]. Med Dosim, 2012, 37(1): 53-60.
- [11] LOW D A, DEMPSEY J F. Evaluation of the gamma dose distribution comparison method[J]. Med Phys, 2003, 30(9): 2455-2464.
- [12] LOW D A, MORELE D, CHOW P, et al. Does the  $\gamma$  dose distribution comparison technique default to the distance to agreement test in clinical dose distributions?[J]. Med Phys, 2013, 40(7): 071722.1-071722.6.
- [13] 顾本广. 医用加速器[M]. 北京: 科学出版社, 2003: 359-363.  
GU B G. Medical accelerator[M]. Beijing: Science Press, 2003: 359-363.

(编辑: 黄开颜)