

# 模拟定位 CT 床板对放射治疗剂量的影响

211100 南京 南京航空航天大学材料科学与技术学院核科学与工程系  
倪昕晔<sup>1</sup>, 汤晓斌, 耿长冉, 宋浩磊<sup>1</sup>, 王 坚<sup>1</sup>, 孙志强<sup>1</sup>, 孙苏平<sup>1,2</sup>, 陈 达

**【摘要】目的** 研究不同定位 CT 床板对放射治疗剂量的影响。**方法** 分别用碳纤床板、有机玻璃床板、普通 CT 凹形扫描床板、不用扫描床板对模体进行扫描, 传输至计划系统, 进行 CT 值采样, 比较基于不同方法得到 CT 图像设计计划所得加速器输出量。**结果** 与有机玻璃床板接触的模体部分 CT 值(如取样为 1.25cm 及 0.5cm 直径的圆相对偏差值分别为 118.8% 和 205.6%), 比不用扫描床板 CT 值大( $P < 0.01$ ), 其他扫描方法所得的 CT 值与不用扫描床板所得的 CT 值一致; 在 180° 与有机玻璃床板接触的模体设射野时加速器输出量比不用扫描床板模体大 0.9%, 其他两种方法加速器输出量比不用扫描床板模体增大在 0.5% 内。**结论** 射野穿过与有机玻璃床板接触的模体部位对剂量将有影响, 而其他不同定位 CT 床板对放射治疗剂量的影响无临床意义; 不同的治疗床板对剂量影响大小不一。

**【关键词】** 模拟定位 CT 床板; 放射肿瘤学; 放射物理学

中图分类号: R730.55 文献标识码: A 文章编号: 1009-0460(2011)04-0338-04

## The study of different CT bed boards on the effects of radiation therapy

NI Xin-ye, TANG Xiao-bin, GENG Chang-ran, SONG Hao-lei, WANG Jian, SUN Zhi-qiang, SUN Su-pin, CHEN Da. Department of Engineering and Nuclear Science, College of Material Science and Technology, Nanjing University of Aeronautics and Astronautics, Nanjing 211100, China

Corresponding author: SUN Su-pin, E-mail: ssp56@126.com

**【Abstract】Objective** To study the impact of different CT bed boards on radiotherapy dose distribution. **Methods** Phantom was scanned respectively with different bed boards which were carbon fiber bed board, plexiglass bed board, normal CT scan bed board and no bed board. Images of phantom were transferred to the planning system, and then CT values from different places of different bed boards were sampled, and the accelerator outputs obtained from different methods were compared. **Results** CT values of part in contact with the plexiglass bed board was 118.8% or 205.6% (sampling area was 1.25cm or 0.5cm diameter circle) higher than the part CT values with no bed. The results were statistically significant. In other locations the CT values were the same as other CT bed boards. The accelerator output with the images of plexiglass bed board was 0.9% bigger than the accelerator output with the images of no bed when gantry was 180°. Comparing with the other two methods which used carbon fiber bed board and normal CT scan bed board and the method which was with no bed board, the accelerator output error was within 0.5%. **Conclusion** The area in contact with the plexiglass bed board which is passed through by beam has some influence on the dose. Impact of different CT bed boards effects on radiation dose distribution will not cause clinically significant effect. Treatment of bed board has a certain impact on the dose.

**【Key Words】** Bed boards; Radiation oncology; Radiophysics

随着三维适形放射治疗、调强放射治疗等技术的开展, 对放射治疗剂量计算的精确性提出了越来越高的要求<sup>[1]</sup>。ICRU24 号报告指出原发灶根治剂量的精确性应好于 5%, 否则可能产生肿瘤局部复发或并发症增加, 从而导致治疗方案失败<sup>[2]</sup>。放射

治疗的剂量计算通过患者躺在模拟定位 CT 床上采集 CT 图像, 传输至计划系统(TPS), TPS 根据 CT 值转换成相对电子密度, 再进行剂量计算, 在 KV、mA、扫描孔径不变的情况下如何得到精确的 CT 值, 以及模拟定位 CT 床板是否对 CT 值有影响, 一直是困

1 213003 南京医科大学附属常州第二人民医院放疗科

2 通讯作者, E-mail: ssp56@126.com

扰临床医师亟待解决的问题。本研究引用普通 CT 凹形扫描床板(不作为定位床板,仅用来计算塑料床板对图像质量及剂量的影响),分析不同定位 CT 床板对放射治疗剂量的影响。

## 1 材料与方法

1.1 材料 Lightspeed 64 排螺旋 CT 及 CT 凹形扫描床板由美国 GE 公司生产, XIO4.40 版本的 TPS 由美国 CMS 公司提供,大小为 30cm × 30cm × 20cm 的模体由美国 CRS 公司生产(图 1a),碳纤 CT 定位床板由山东华宇新公司生产, Primus plus 加速器的有机玻璃床板由德国西门子公司生产。

1.2 CT 取值方法 将模体分别放在碳纤床板、有机玻璃床板(1.5cm 厚)、普通 CT 凹形扫描床板(塑料)上及不用扫描床板进行扫描,分别称为碳纤床板法、有机玻璃床板法、普通 CT 凹形扫描床板法、不用扫描床板法。扫描条件为: 100KV、200mA、50cm 扫描孔径,将图像传输至 TPS。对模体分别用 1.25cm 及 0.5cm 直径的圆进行 CT 值采集,采集 6 个区域,1.25cm 直径的圆的中心离模体的中心(十字线)分别为: 2.8、0、10、5、8.7、8.7cm, 0.5cm 直径的圆的中心离模体的中心分别为: 2.8、0、10、5、9.5、9.5cm,每个区域分别采集 3 次 CT 值,取其平均值,从而得到该区域内的平均值(图 1),对不同测量方法得到的 CT 值进行统计学处理。空气的相对电子密度为 0.01, CT 值为 -964 HU;骨头的相对电子密度为 1.61, CT 值为 1005 HU。为了减少模体 CT 扫描时的摆位误差,模拟放射治疗患者的定位方

式,即在模体的左右两侧和上方放置金属标记点,校准模体在扫描时的位置,即模拟 CT 机房的移动激光灯的十字线与金属标记点完全重合,从而减少不同次 CT 扫描时的摆位误差。

1.3 治疗计划设计及比较 对 4 种方法以模体中心为靶区进行放射野设计,靶区为直径 1.25cm、长为 5cm 的圆柱体, 0° 和 180° 对穿照射,以肿瘤剂量 6000cGy 为例,每个野中心点剂量为 3000cGy。对用床板方法得到的 CT 图像,将床板参与或不参与剂量计算得到的加速器输出量结果进行比较。计划分别设计 3 次,取加速器输出量的平均值。

## 2 结果

2.1 CT 值结果比较 有机玻璃床板法靠近有机玻璃床板区域处的 CT 取值有较大差异(与不用扫描床板方法比较),而且取得区域越靠近有机玻璃床板 CT 值差异越大,其它区域与不用扫描床板法所取 CT 值基本一致。碳纤床板、普通 CT 凹形扫描床板两种方法与不用扫描床板法所取 CT 值基本一致。绝对偏差值 = 实际测量 CT 值 - 不用扫描床板方法测量 CT 值,相对偏差值 = 实际测量 CT 值 - 不用扫描床板方法测量 CT 值 / 不用扫描床板方法测量值。对不同方法相同区域得到的 CT 值进行完全随机方差分析得到,用有机玻璃板得到圈 E(直径 1.25cm,  $F = 54.49, P < 0.01$ ),差异有统计学意义,圈 E(直径 0.5cm,  $F = 54.49, P < 0.01$ ),差异有统计学意义,其他部位比较无统计学意义( $P > 0.05$ )。见表 1。

表 1 不同测量部位 CT 偏差值 [HU(%) ]

| 项目  | 碳纤床板     |          | 有机玻璃床板    |           | 普通 CT 凹形床板 |           |
|-----|----------|----------|-----------|-----------|------------|-----------|
|     | 1.25 cm  | 0.5cm    | 1.25cm    | 0.5cm     | 1.25cm     | 0.5cm     |
| 圈 A | 2(20.0)  | 3(42.9)  | 2(20.0)   | 2(28.6)   | 1(10.0)    | 3(42.9)   |
| 圈 B | 4(44.4)  | 2(40.0)  | 3(33.3)   | 1(20.0)   | 1(11.1)    | 1(20.0)   |
| 圈 C | 2(12.5)  | 3(10.0)  | 4(25.0)   | 5(50.0)   | 1(6.3)     | 2(20.0)   |
| 圈 D | 4(36.4)  | 4(44.4)  | 2(18.2)   | 2(22.2)   | 2(18.2)    | 2(22.2)   |
| 圈 E | 11(34.4) | 29(80.6) | 38(118.8) | 74(205.6) | 10(31.3)   | 17(47.2)  |
| 圈 F | 1(6.3)   | -9(39.1) | 0(0)      | -6(26.1)  | -8(50.0)   | -11(47.8) |

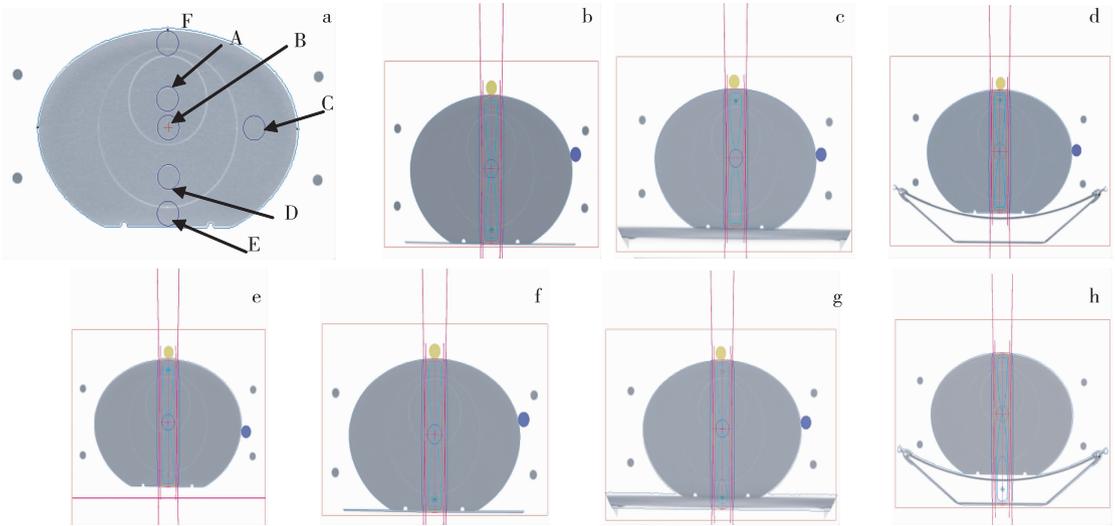
2.2 定位床板对治疗计划的影响 0° 和 180° 对穿野照射,计划设计每个野中心点剂量为 3000cGy,把用扫描床板 3 种方法分别得到的 CT 图像进行计划设计,扫描床板不参与剂量计算所得最大剂量分别为 6616、6615 和 6601cGy(图 1b ~ e),与不用扫描床

板方法最大量 6623cGy 作比较,剂量分别减少了 0.1%、0.1% 和 0.3%。在床板不参与计算的情况下,用扫描床板 3 种方法 0° 射野的加速器输出量与不用扫描床板法比较偏差在 0.2% 以内,碳纤床板、有机玻璃床板两种方法 180° 射野的加速器输出量

与不用扫描床板法比较偏差分别是 0.5% 和 0.9%，普通 CT 凹形扫描床板法与不用扫描床板法一致。

2.3 治疗床板对治疗计划的影响 0°和 180°对穿野照射,计划设计每个野中心点剂量为 3000cGy,把碳纤床板、有机玻璃床板两种方法分别得到的 CT 图像进行计划设计,扫描床板参与剂量计算所得最大剂量分别为 6650cGy 和 7037cGy(图 1f~h),与不用扫描床板法最大量 6623cGy 作比较,剂量分别增加了 0.4% 和 6.3%。因为靶区在模体中心,因此理

论上 0°和 180°射野的加速器输出量是一致的。由于 0°角不经过床板,只计算射线 180°穿过床板时的影响,设单野,中心剂量为 3000cGy,不用扫描床板的加速器输出为 4162MU,不考虑碳纤床板、有机玻璃板时加速器输出分别为 4184MU 和 4200MU,分别增加了 0.5%、0 和 9%,考虑碳纤床板、有机玻璃板时加速器输出分别为 4204MU 和 4445MU,分别增加了 1.0% 和 6.8%。



a:模体形状及测量 CT 值取值位置;b:碳纤床板方法床板不参与计算;c:有机玻璃床板方法床板不参与计算;d:普通 CT 凹形床板方法床板不参与计算;e:不用扫描床板方法;f:碳纤床板方法床板参与计算;g:有机玻璃床板方法床板参与计算;h:普通 CT 凹形床板方法床板参与计算

图 1 3 种床板模体形状及测量 CT 取值情况

### 3 讨论

随着放疗技术的开展,对放射治疗中应用的定位床板、治疗床板等材质要求也越高,以往由于人们不了解定位床板是否对射线有影响,并且担心不同材质的床板对射线的衰减能力不一,造成所得图像质量不同而引起剂量计算精度的变化,因此限制了普通定位床板(有机玻璃床板、塑料床板)的临床应用<sup>[3-4]</sup>。

从本实验结果来看,在床板不参与计算的条件下,即不考虑床板引起射线的衰减,只考虑所得的 CT 图像,发现除了靠近有机玻璃床板 CT 值变化有统计学意义外,其它部分图像的 CT 值基本一致,即 3 种材质的床板除了靠近有机玻璃床板的部分对 CT 值影响都较小。产生 CT 值变化的原因主要是靠近定位床的部分产生的容积效应影响,相对电子

密度随着产生变化,从而影响剂量计算的精度,对放射治疗剂量产生一定的影响,对模体中心的肿瘤 180°照射野使用有机玻璃床板得到的计算结果比实际结果(不用定位床板)大 0.9%,在精确放射治疗时应予考虑,减少加速器的输出量,在日常普通放射治疗中剂量的偏差不会造成有临床意义的影响。使用碳纤床板、普通 CT 凹形扫描床板对剂量影响极小。除了考虑接触有机玻璃床板的剂量外,定位床板其它部分对剂量计算精度影响很小,因此除了接触床板的表浅肿瘤或重要危及器官外,定位床板可以考虑不同材质的床板。

在床板参与计算的条件下,即考虑床板引起射线的衰减,根据模拟加速器治疗时实际条件,治疗床板材质的不同对治疗剂量的影响不一,碳纤床板最小,可以不考虑其影响;有机玻璃及塑料床板影响较大,会造成剂量的影响。因此治疗床板尽量采用碳

纤床板,如由于条件限制需采用有机玻璃及塑料床板,须考虑其对射线的衰减,对其进行修正<sup>[5]</sup>。

## 参考文献

- [1] 倪昕晔,吴美芬,张伟娟,等.不同电离室组合对百分深度剂量测量的影响[J].中华放射医学与防护杂志,2009,29(1):99-100.
- [2] 胡逸民,张红志,戴建荣.肿瘤放射物理学[M].北京:原子能出版社,1999:64-66.
- [3] 李军,张西志,汪步海,等.探讨瓦里安加速器治疗床对放

射治疗剂量的影响[J].生物医学工程与临床,2009,13(2):131-133.

- [4] 杨树松,王凡,孙维凯,等.治疗床面下垂导致的系统摆位误差分析及对策[J].中华放射肿瘤学杂志,2001,10(1):55-57.
- [5] Klein EE,Chin LM,Rice RK,et al.The influence of the air-cavities on interface doses for photon beams[J].Int J Radiat Oncol Biol Phys,1993,27(2):419-427.

收稿日期:2010-08-16; 修回日期:2010-10-18

# 常见单位符号和阿拉伯数字的使用

## 1 单位符号的正确使用

科技文献中离心情况的描述有两种,一种是描述离心机转速情况,单位是:r/min,同时需给出离心半径数值;另一种是描述离心力情况,单位是×g。吸收剂量单位宜用“Gy”,不宜用“rad”。百分数范围30%~50%,不能写成30~50%。具有相同单位的量值范围2.5~5.0mg,不写为2.5mg~5.0mg。偏差范围(37±1)℃不能错写成37℃±1℃。附带尺寸单位的数值相乘不可写成3×3×3cm<sup>3</sup>,应为3cm×3cm×3cm。对于离子态,应将离子价和符号“+”或“-”标于右上角。如Ca<sup>2+</sup>、PO<sub>4</sub><sup>3-</sup>和Fe<sup>3+</sup>,不宜写成Ca<sup>++</sup>或Ca<sup>+2</sup>和PO<sub>4</sub><sup>---</sup>或PO<sub>4</sub><sup>-3</sup>及Fe<sup>+++</sup>或Fe<sup>+3</sup>。还有将摩尔错写为Mol,应写成mol。微米单位符号为μm,不宜写成um。氯化物等单位应为mmol/L,不能写成mEq/L、mg%或g/L。质量浓度ng·kg<sup>-1</sup>·d<sup>-1</sup>可写成ng/(kg·d),但不可写为ng/kg/d或ng/kg·d。统计学符号“χ<sup>2</sup>”的“χ”为希腊字母,可多数作者错写成英文大写“X”或小写“x”。

## 2 阿拉伯数字的使用方法

- 2.1 世纪、年代、年、月、日、时刻用阿拉伯数字,如:20世纪80年代。年份必须用全称,如:1989年至1999年,不写成1989~99年。
- 2.2 计量和统计数字用阿拉伯数字,如:0.5、30年、2万台、3个人、1/3、3%、10多万……。
- 2.3 序数词和编号中的数字用阿拉伯数字,如:新外大街86号、13次特快、第2卷、第5页、第11届……。
- 2.4 书写小数点前或后4位以上数字,采用3位分节法,即从小数点起向左或向右每3位为一节,节与节之间空1/4格,废弃传统的千分撇法,如:21,431改为21 431;恰好4位不必分节,如4000、0.0001;年份、页数、部队代号、仪表型号、标准号等不用3位分节法。
- 2.5 数字或百分数为“0”时均写“0”,而不写0.0或0%等。
- 2.6 多位数不能拆开移行。