

射波刀放疗中相关螺旋CT定位条件的探讨

陈国梁, 赵瑞, 李俊杰, 李莎

解放军兰州总医院 放疗科, 甘肃 兰州 730050

[摘要] 目的 探讨射波刀放疗CT定位相关条件。方法 采取不同螺距、重建层厚, 使用西门子大孔径64层螺旋CT对胸部肿瘤体模扫描; 利用西门子CT工作站计算软件测量, 观察肿瘤体模体积、长径及CT值变化。结果 不同扫描螺距对肿瘤体积、肿瘤长径、CT值基本无影响, 肿瘤体积、CT值随重建层厚的增加整体呈现减小趋势, 肿瘤长径随着重建层厚增加呈现不规则波动趋势; 当重建层厚 >1.5 mm时, 所测肿瘤体积随重建层厚增加明显变小, 重建层厚为5 mm时肿瘤体积变化高达23%。结论 为保证放疗质量, 应严格按照射波刀使用要求进行CT定位。

[关键词] 射波刀; 放射治疗; 重建层厚; 螺距; 肿瘤

Discussion of the Location Conditions of Spiral CT in Cyberknife Radiotherapy

CHEN Guoliang, ZHAO Rui, LI Junjie, LI Sha

Department of Radiation Oncology, Lanzhou General Hospital of PLA, Lanzhou Gansu 730050, China

Abstract: Objective To investigate the location conditions of spiral CT in Cyberknife radiotherapy. Methods Siemens big bore 64 slice spiral CT was used to scan the chest tumor phantom with different pitch and reconstruction slice thickness. The tumor phantom volume, length and CT value with the software of Siemens CT workstation was measured and the changes of the tumor volume, length and CT value was observed. Results Different scanning pitch had no effect on tumor volume, tumor length and CT value. The tumor volume and CT value decreased with the increase of the thickness of the reconstructed layer. The tumor size increased with the thickness of the reconstructed layer. When the slice thickness was more than 1.5 mm, the tumor volume was significantly decreased with the thickness of the reconstructed layer. When the reconstruction slice thickness was 5 mm, the tumor volume changeed up to 23%. Conclusion In order to ensure the quality of cyberknife radiotherapy, the CT location condition should be executed strictly in cyberknife locating requirements.

Key words: cyberknife; radiotherapy; reconstruction slice thickness; pitch; tumor

[中图分类号] R734

[文献标识码] B

doi: 10.3969/j.issn.1674-1633.2018.05.024

[文章编号] 1674-1633(2018)05-0090-03

引言

由美国引进的射波刀目前在我国投入使用已近20余台, 射波刀治疗作为一种新型立体定向放疗技术^[1-2], 需要放疗各个环节严格、规范的技术保证, 以确保射波刀精确治疗优势的发挥。螺旋CT具有扫描速度快, 同等条件下更利于肿瘤特别是运动肿瘤精确定位的特点^[3-4], 目前在放疗临床上得到广泛应用。我院2015年引进西门子放疗专用大孔径螺旋CT, 美国ACCURAY公司射波刀使用指南明确规定, 螺旋CT定位重建层厚 ≤ 1.5 mm、螺距为1.0, 此定位条件对于肿瘤形态及大小影响到底如何? 本研究采用美国CIRS公司提供胸部肿瘤体模, 利用西门子放疗专用大孔径螺旋CT及其工作站附带测量软件进行研究和探讨, 以期射波刀临床进一步提供理论依据。

1 材料与方法

(1) 材料: 德国西门子 definition open 64层大孔径CT模拟定位机及其相应工作站, 美国CIRS公司LLT胸部体模及配套肿瘤模/球体。

(2) 扫描及重建条件: 扫描采用120 kV, 170 mA, 螺距选用0.4、0.6、0.8、1.0、1.2、1.4; 准直宽度0.6 mm; 重建层厚选用0.6、0.75、1.0、1.5、2.0、3.0、4.0、5.0、6.0、7.0、8.0 mm; 重建间隔等于重建层厚, 重建窗口采用纵隔窗, 重建算法B41。

(3) 扫描及重建组合: 不同螺距、重建层厚分别成像; 同一螺距, 不同重建层厚分别成像。

(4) 测量及记录内容: 肿瘤体积、肿瘤长径(Z轴方向)、肿瘤CT平均值。

(5) 测量方法: 西门子CT工作站容积测量工具, 该工具根据某CT阈值自动计算肿瘤模体体积、长径、平均CT值。

收稿日期: 2017-05-22
作者邮箱: 372675945@qq.com

修回日期: 2017-06-02

(6) 数据表示: 肿瘤体积、长径采用百分比表示, 肿瘤体积、肿瘤长径百分比指不同扫描螺距下各重建层厚肿瘤体积、长径与相应肿瘤标称体积和标称长径百分比值。肿瘤标称直径 2.5 cm, 相应肿瘤标称体积 8.18 cm^3 。肿瘤 CT 值以不同扫描螺距下各重建层厚所测肿瘤实际 CT 值表示, 单位 HU。

2 结果

2.1 不同螺距、重建层厚对肿瘤体积的影响

肿瘤体积与扫描螺距及重建层厚的关系, 见图 1。由图可见, 不同扫描螺距对肿瘤体积基本无影响; 无论扫描螺距如何变化, 肿瘤体积随重建层厚增加而减少, 整体呈减小趋势。若以重建层厚 0.6 mm 肿瘤平均体积为衡量标准, 0.75、1.0、1.5、2.0、3.0、4.0、5.0 mm 扫描层厚其肿瘤体积百分比分别为 1%、2%、3%、6%、12%、14%、23%; 当重建层厚 $>1.5 \text{ mm}$ 时, 所测肿瘤体积随重建层厚增加明显减小, 当重建层厚为 5 mm 时肿瘤体积变化高达 23%。

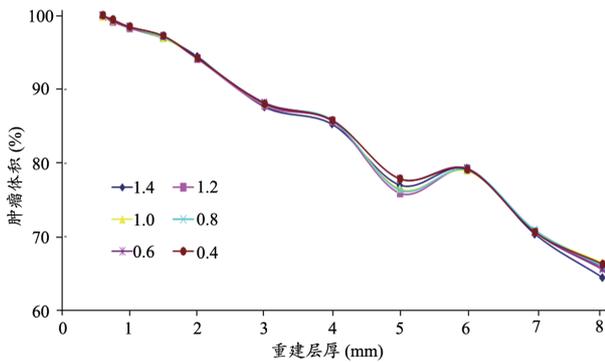


图1 肿瘤体积与扫描螺距及重建层厚的关系

2.2 不同螺距、重建层厚对肿瘤长径的影响

肿瘤长径与扫描螺距及重建层厚的关系, 见图 2。由图可见, 不同扫描螺距对肿瘤长径无影响; 无论何种扫描螺距, 随着重建层厚的增加, 肿瘤长径出现不同程度波动, 尤其当重建层厚大于 2 mm 后波动明显。

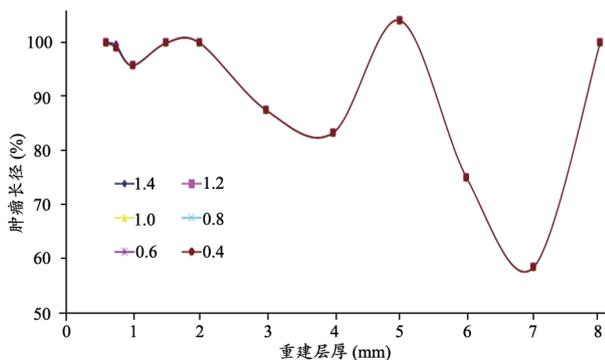


图2 肿瘤长径与扫描螺距及重建层厚的关系

2.3 不同螺距、重建层厚对肿瘤平均CT值的影响

肿瘤 CT 值与扫描螺距及重建层厚的关系, 见图 3。由图可见, 不同扫描螺距对肿瘤 CT 值基本无影响; 无论何

种扫描螺距, 随着重建层厚的增加, 各重建层厚肿瘤平均 CT 值均呈减小趋势。不同螺距下各重建层厚 CT 值变化不超过 1 HU, 不同重建层厚其 CT 值总体变化不超过 21 HU。

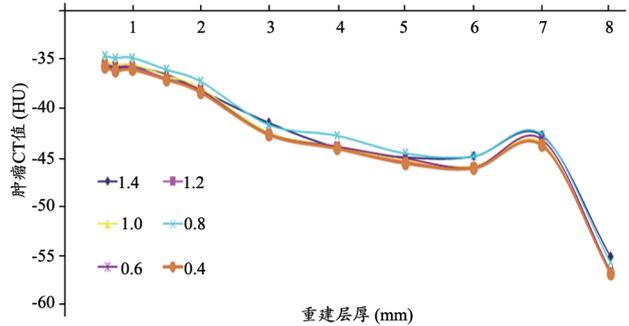


图3 肿瘤CT值与扫描螺距及重建层厚的关系

本研究肿瘤体模不同重建层厚下肿瘤重建影像, 见图 4。从图中不难看出随重建层厚的增加肿瘤体模外形廓发生明显变化, 当重建层厚为 5 mm 时, 其外形甚至失去了球形特征。

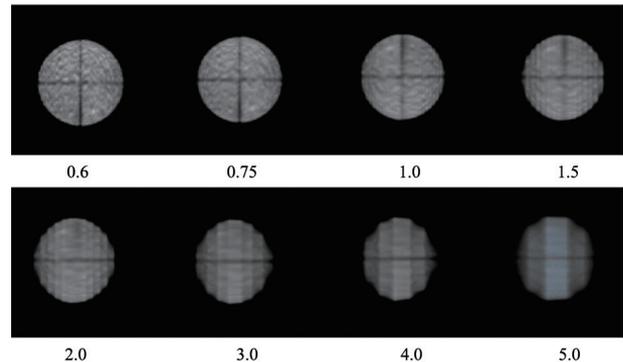


图4 肿瘤外形随重建层厚的变化

3 讨论

理论上, 扫描层厚越小越利于疾病检查和诊断的准确性^[5], 也即越接近病变或物体的真实特征^[6-7]。本研究所测肿瘤体积及长径结果, 一方面与 CT 阈值范围设定有关^[8], 一方面与 CT 容积效应有关^[9]。改变 CT 阈值设定会出现肿瘤测定体积、长径漂移的现象, 美国 CIRS 公司 LLT 胸部体模配套的肿瘤模体未提供标准 CT 值范围, 本研究 CT 阈值的设定以人眼观察对肿瘤模体完整覆盖为标准, 实验中 CT 阈值实际设定为 -100~50 HU, 测量时使用种子播散点自动测量法, 与彭振军报道所使用肿瘤体积测量方法不同^[10], 其肿瘤体积测定与不同肿瘤医师的靶区勾画有关。由于研究所用肿瘤模/球体设计为以球心为原点沿 y、z 轴 (即相对于 CT 床面垂直、平行方向) 方向可分离, 用于夹放胶片剂量验证, 一定程度会强化容积效应对肿瘤体积及长径的影响, 但因整个 CT 扫描过程肿瘤模/球体一次安放, 扫描中不再移动, 因此肿瘤体积及长径相对固定, 不会造成实验研究结果的偏移。另外, 本实验重建过程均采用 B41 固定算法, 有利于排除采用不同重建算法导致的

CT 值偏移^[11]。

采用较小螺距和薄层重建意味着患者放射剂量^[12-13]的增加,放射防护中个人剂量限值应与放射实践最优化相联系。对于放疗患者,CT 定位质量直接关系放疗靶区大小、形状、放疗剂量,CT 图像是精准放疗计划的基础,因此放疗 CT 定位首先应注重 CT 图像质量,其次才应是个人辐射剂量。Accuray 公司在射波刀治疗说明中,建议射波刀 CT 定位应使用 CT 机最大剂量条件,也是基于这个原则的考虑。当然,对于瘦弱或者儿童患者应根据实际情况适当降低曝光条件,如仟伏、毫安。

从本研究看,虽然肿瘤体积、长径、CT 值与扫描螺距基本无关,但考虑到 CT 图像重建还原的真实性^[14]、扫描速度、患者辐射剂量及扫描定位患者体位移动的可能性,将扫描螺距设定为 1.0 相对折衷。在中山大学肿瘤防治中心《三维治疗计划系统和 CT 模拟定位工作站影像重建质量检测》报道中,陈利等建议放疗定位选用扫描螺距 1.0^[15]。

射波刀颅骨追踪、金标追踪、脊柱追踪的照射精度大于 0.9 mm,同步呼吸追踪和肺追踪的照射精度在 1.5 mm 以内^[16-17]。由于射波刀高度的精确性,放疗计划靶区外放远小于常规放疗方法。相对粗犷的 CT 扫描条件,不仅会使射波刀治疗失去其先天精度优势,而且在射波刀治疗定位中还会导致影像追踪定位失败、错误或困难^[18]。

[参考文献]

- [1] 陈光耀. CyberKnife 放射外科治疗规范[M]. 上海:学林出版社,2008:23-30.
- [2] 石梅,马林,周振山. 肿瘤放射治疗新技术及临床实践[M]. 西安:第四军医大学出版社,2015,5:195-335.
- [3] 杨军,刘海. 多层螺旋 CT 模拟定位系统在放射治疗中的应用[J]. 实用医技杂志,2004,11(1):24-25.
- [4] 周泽俊,胡永胜,高斌,等. 多层螺旋 CT 螺距、层厚和重建间隔关系及对图像质量影响[J]. 中国医疗设备,2008,23(8):21-26.
- [5] Mühler M, Schulz R, Schmidt S, et al. The influence of slice

thickness on assessment of clavicle ossification in forensic age diagnostics[J]. *Int J Legal Med*, 2006, 120(1):15-17.

- [6] JM Ford, SJ Decker. Computed tomography slice thickness and its effects on three-dimensional reconstruction of anatomical structures[J]. *J Foren Radiol Imaging*, 2016, 4:43-46.
- [7] 姚原, 吴国华, 吴旭东, 等. CT 模拟定位中扫描层厚对肿瘤靶区体积的影响[J]. 实用癌症杂志, 2001, 16(4):410-412.
- [8] 夏士安, 吴国华, 林清, 等. CT 模拟定位中窗宽窗位变化对勾画靶区的影响[J]. 上海第二医科大学学报, 2005, 25(7):741-743.
- [9] 耿欢, 章文军, 杨金柱, 等. 基于 CT 影像的肺组织分割方法综述[J]. 计算机应用研究, 2016, 33(7):1929-1935.
- [10] 彭振军, 王晔, 韩军, 等. 单层螺旋 CT 之螺距对肿瘤靶区体积的影响[J]. 放射学实践, 2006, 21(2):183-185.
- [11] Achenbach S, Boehmer K, Pflederer T, et al. Influence of slice thickness and reconstruction kernel on the computed tomographic attenuation of coronary atherosclerotic plaque[J]. *J Cardiovasc Comput Tomogr*, 2010, 4(2):110-115.
- [12] 吴菲, 赵海波. GE LightSpeed 16 层螺旋 CT 螺距与辐照剂量相互关系的研究[J]. 中国医疗设备, 2008, 23(6):19-20.
- [13] 莫景雄, 韦蔚, 孙捷. 多层螺旋 CT 扫描方式准直与重建层厚对噪声的影响[J]. 实用医技杂志, 2012, 19(5):465-467.
- [14] 贾明轩, 邹华伟, 聂海峰, 等. CT 模拟定位精度的影响因素探讨[J]. 中华放射肿瘤学杂志, 2002, 11(1):21-22.
- [15] 陈利, 邓小武, 黄劲敏, 等. 三维治疗计划系统和 CT 模拟定位工作站影像重建质量检测[J]. 中国肿瘤, 2008, (8):668-671.
- [16] 李玉, 徐慧军, 张素静, 等. G4 射波刀照射精度的验证与评价[J]. 中国现代医生, 2012, 50(15):112-115.
- [17] Sumida I, Shiomi H, Higashinaka N, et al. Evaluation of tracking accuracy of the CyberKnife system using a webcam and printed calibrated grid[J]. *J Appl Clin Med Phys*, 2016, 17(2):74-84.
- [18] 赵瑞, 王震岳, 李莎, 等. 脊柱追踪相关参数对射波刀定位误差影响[J]. 中华放射肿瘤学杂志, 2016, 25(5):504-507.

本文编辑 袁隽玲