

· 经验介绍 ·

调强放射治疗摆位误差验证方法及其准确性探讨

梁志文, 李勤, 韩军

【中图分类号】R815 【文献标识码】D 【文章编号】1000-0313(2009)09-1050-02

随着计算机技术和图像技术的不断进步,肿瘤放射治疗技术有了长足的发展。调强放射治疗(intensity modulated radiation therapy, IMRT)是计算机技术与影像技术高度结合的一种新的治疗方法,治疗结果显示 IMRT 技术在明显提高肿瘤控制率的同时也能极大改善肿瘤患者的生存质量。但有学者提出:IMRT 是一柄“双刃剑”,它的优势必须以高精度的临床质量保证为前提。IMRT 靶区附近通常都存在需要保护的高危器官,因此准确的治疗摆位是保证 IMRT 技术治疗成败的关键^[1-3]。

为配合摆位误差的验证,许多学者都研发出了相关的误差验证工具^[4-8],为保证其准确性在临床使用前对应进行测试和评估。通常的做法是用一个小体模的数字重建影像(digitally reconstructed radiography, DRR)图像作为参考图像,电子射野影像(electronic portal imaging device, EPID)图像为射野图像,通过步进装置移动治疗床确切的距离后拍摄新的射野图像,然后把该射野图像与原参考图像配准,得到程序计算的结果,并把它与治疗床移动的实际距离进行比较,以评估摆位误差验证工具计算的准确性。这种方法简单明了,但有些缺陷:其一,需要另外添加与放射治疗设备相配套的步进装置。其二,在误差评估时,步进装置本身的精确性也需纳入总误差考虑的范围,这样势必会增加结果的不确定性。为了改进这些不足,笔者从软件程序设计的思路出发,提出了一个完整的、方便可行的评估方法。

摆位误差验证程序流程的设计及方法

摆位误差验证程序的整个过程分为五个部分:①参考图像

和射野图像的读取;②以射野图像的大小为标准,调节参考图像的大小;③标出两图像的等中心;④选定配准范围;⑤配准得出定量结果。

配准的过程是该程序的核心,在设计配准过程时选用了刚性几何变换,这种几何变换把图像看作刚体,以 X(横向)、Y(纵向)、(旋转角度)三个参数作为变换参数,在变换后用二线性插值重新确定图像的灰度值,并用互信息测度去评价配准结果的好坏。互信息测度^[9]是通过计算两图像的互信息值来判断图像相似程度的一个指标,互信息值越大则代表图像越相似。整个配准过程不断改变射野图像的几何变换参数,让图像做刚性变换,然后计算变换后的射野图像与原参考图像的互信息值,直到该值最大为止。这个过程即为优化搜索过程,我们用梯度下降法加速程序的寻优能力。

程序计算的准确性分析

为使配准得到的最大互信息值所对应的几何变换参数具有意义(即表示摆位误差),在配准计算前须把两幅大小相同的图像放到同一个配准坐标系中,坐标系的原点在这两幅图像上分别取为他们的等中心点,改变射野图像等中心点的位置就变相地达到了用步进装置移动治疗床的效果。

笔者选取射野图像中坐标值为(256, 240)的点为初始等中心点,随后沿着 X 轴或 Y 轴方向以每 5 个像素为标准改变等中心的位置,记录移动后等中心的坐标值(图 1),画出配准的范围后配准(图 2),记录几何变换参数。

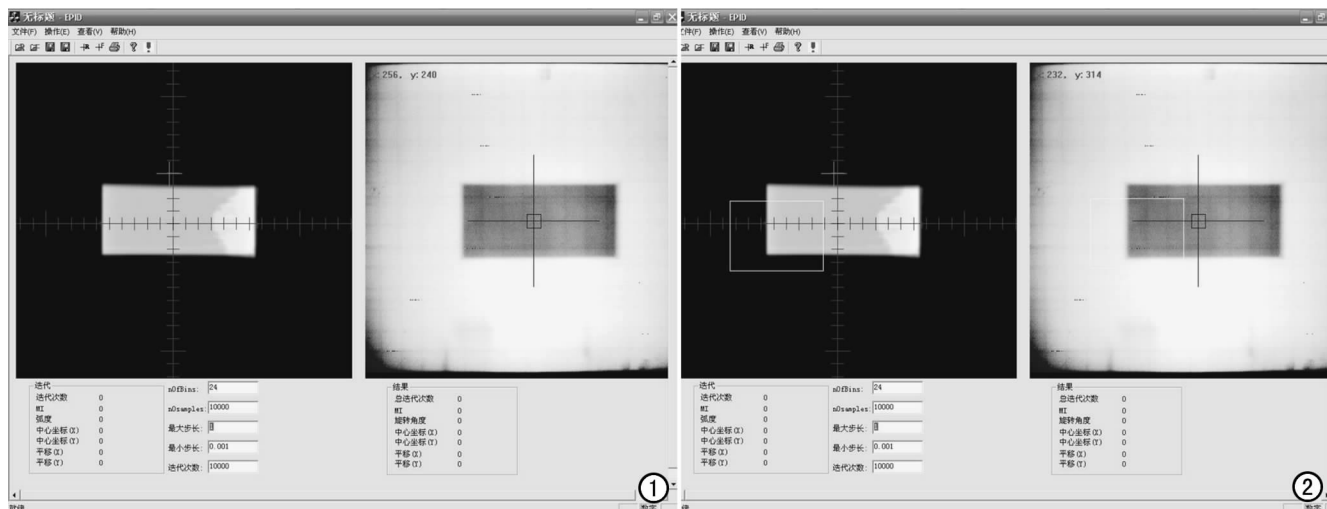


图 1 标记等中心点。左边的窗口显示的是 DRR 图像,等中心点为十字刻度的中心点;右边的窗口显示的是 EPID 图像,等中心点可以任意标定,为大十字的中心点,坐标在该窗口的左上角显示。图 2 画取配准范围。在右窗口上画出配准范围(白色矩形框),左边窗口的白框是自动跟随的。

作者单位:430023 武汉,华中科技大学同济医学院附属协和医院肿瘤中心

作者简介:梁志文(1981—),男,湖北天门人,技师,硕士,主要从事放疗多模态图像配准工作。

结 果

在射野图像初始等中心坐标为(256,240)时,与参考图像配准后结果为 X:0.62 像素,Y:3.39 像素, θ : -0.17° ,由此就可计算出每次改变射野等中心坐标后理论上的配准结果,然后与程序计算出的实际结果比较,分析程序的准确性。

结 论

IMRT 对临床摆位的准确性要求很高,对头部或其它比较固定、形变较小的部位在摆位时误差应控制在 2 mm 内,摆位误差的验证则通过拍摄正交的(AP 和侧向)射野影像与参考影像的比较来完成。但由人眼目测这两者之间的差异比较主观,随着计算机和影像技术的发展,为定量的得到摆位误差,可通过图像配准技术把从 EPID 得到的射野图像同 TPS 计划系统里得到的 DRR 图像配准,计算出摆位误差。用这种摆位误差验证工具计算摆位误差时,计算结果的准确性必须要事先评估,来证明结果可信。传统的程序准确性评估方法用人工、步进装置移动治疗床,需拍摄多张射野图像,耗时,费力,最重要的是它引入了人为因素与设备因素,对结果会造成一定的影响。笔者改进后的评估方法抛开了设备的限制,只需拍摄一次射野图像,移动等中心点时都以像素为单位,且移动精度可以得到保证,整个过程不会引入其它任何对程序准确性评估有影响的因素,结果准确,简单易行,是一项可广泛运用于放疗技术的质量保证措施。

参考文献:

[1] 王鑫,胡超苏,应红梅.放射治疗中的摆位误差[J].肿瘤防治杂志,

2004,11(11):

- [2] Heidi TL, Floris JP, et al. Tumor Motion and Deformation During External Radiotherapy of Bladder Cancer[J]. Int. J. Radiation Oncology Biol, 2006, 64(5):1551-1558.
- [3] van Herk M. Errors and Margins in Radiotherapy[J]. Seminars in Radiation Oncology, 2004, 14(1):52-64.
- [4] Leszczynski KW, Loose S, Boyko S, et al. An Image Registration Scheme Applied to Verification Radiation Therapy[J]. The British J Radiology, 1998, 10(7):413-426.
- [5] Sirois LM, Hristov DH, et al. Three Dimensional Anatomy Setup Verification by Correlation of Orthogonal Portal Images and Digitally Reconstructed Radiographs[J]. Med Phys, 1999, 26(11):2422-2428.
- [6] Jian Wu. Image Registration for Patient Positioning in External Beam Radiotherapy, (Dissertation for Master) the University of Tennessee Health Science Center, 2005.
- [7] van der Heide U, Kotte A. Analysis of Fiducial Marker-based Position Verification in the External Beam Radiotherapy of Patients with Prostate Cancer[J]. Radiotherapy and Oncology, 2007, 82(1):38-45.
- [8] Clippe DS. Patient Setup Error Measurement Using 3D Intensity-based Image Registration Techniques[J]. International J Radiation Oncology Biology Physics, 2003, 56(1):259-265.
- [9] Mattes D, Haynor DR, et al. PET-CT Image Registration in the Chest Using Free-form Deformations[J]. IEEE Trans. on Medical Imaging, 2003, 22(1):120-128.

(收稿日期:2009-02-12 修回日期:2009-04-13)

· 外刊摘要 ·

心脏 MRI 定量评价心肌梗死患者微循环阻塞

Naßenstein K, Waltering K, Hollenhorst M, et al

目的:微循环阻塞(MO)及心肌梗死程度是急性心肌梗死患者的重要预后因子。本研究旨在探讨对比剂注射与图像采集之间的时间间隔(扫描延迟时间)对定量评价微循环阻塞和心肌梗死的影响。**方法:**50 例急性心肌梗死患者[男 40 例,女 10 例,年龄(58.1 ± 11.7)岁]均行经皮冠状动脉血管重建术,根据心肌梗死溶栓术后血流分级标准血流评级为 3 级。所有患者均在心肌梗死 5 天内行 MRI 检查。在静脉注射对比剂(0.2 mmol/kg)后 2、5、10 和 20 min 时采用单次激发反转恢复稳态自由进动序列(TR 2.4 ms, TE 1.08 ms, TI 180~280 ms, 反转角 50°)行心脏扫描(覆盖整个左心室)。在各期扫描图像上测量 MO 和心肌梗死的面积。**结果:**对比剂注射后 2 min 时 MRI 图像上 32 例患者检出微循环阻塞(MO),而 20 min 时

MRI 图像上仅 23 例患者显示有 MO,差异有极显著性意义($P=0.002$)。在所有显示有 MO 的患者中,对比剂注射后 2 min 时左心室 MO 程度为(7.4 ± 9.0)%, 20 min 时为(2.4 ± 4.6)%, MO 的程度随着时间的延迟而下降($P<0.0001$)。心肌梗死的面积在延迟 2 min 的 MRI 图像上为(13.9 ± 13.5)%, 到 10 min 时为(18.6 ± 14.2)%, 差异有显著性意义($P<0.0001$),然后基本保持不变,在 20 min 时为(18.7 ± 14.3)%($P=0.57$)。**结论:**扫描延迟时间对微循环阻塞和心肌梗死面积的测量结果有显著影响。

华中科技大学同济医学院附属同济医院 杨岷 译 夏黎明 校

摘自 Fortschr Röntgenstr, 2009, 181(7):669-674.