

锥形束 CT 图像引导下宫颈癌患者放疗摆位误差的临床应用分析

童 琴*, 杨昌宣, 肖爱农, 杨 立

(南华大学附属第一医院放疗科, 湖南 衡阳 421001)

摘要: **目的** 分析千伏级锥形束 CT 引导下以真空垫为体位固定装置的宫颈癌患者图像引导放疗中的摆位误差。**方法** 50 例宫颈癌患者分别于放疗第 1 周、第 3 周、第 5 周采用瓦里安直线加速器机载影像系统进行锥形束 CT(CBCT)扫描,与计划 CT 图像匹配获得左右、头足、腹背及旋转方向的摆位误差,并计算计划靶体积(PTV)外放边界。**结果** 50 例患者共行 150 次扫描,左右、头足、腹背及旋转方向的摆位误差分别为 (2.89 ± 1.63) mm、 (4.68 ± 2.19) mm、 (2.24 ± 1.36) mm、 (7.62 ± 5.77) deg,左右、头足、腹背方向 PTV 外放边界分别为 8.36、13.23、6.55 mm。**结论** 应用锥形束 CT 扫描可测量宫颈癌患者的摆位误差并在线校正,以减少误差;还可估算 PTV 外扩边界值,为临床医师提供治疗依据。

关键词: 体层摄影术,锥形束; 图像引导放疗; 摆位误差; 宫颈癌

中图分类号:R 737.33

文献标识码:A

Analysis of Setup Errors on Cone-Beam CT-Based Image Guided Radiation Therapy for Cervical Cancer

TONG Qin*, YANG Chanxuan, XIAO Ainong, et al

(Department of Radiation Oncology, The First Affiliated Hospital, University of South China, Hengyang 421001, China)

Abstract: **Objective** To evaluate setup errors of image guided radiation therapy (IGRT) for cervical cancer with vacuum cushions using kilovolt cone beam CT(KVCBCT). **Methods** Varian-IX linear accelerator on-board imaging system was used to acquire CBCT scans before irradiation of 50 cervical cancer patients in the 1st, 3rd, and 5th week, respectively. CBCT scans and planning CT scans were auto-matched to obtain the setup errors of left-right(x), superior-inferior(y), anterior-posterior(z) and rotation(r). The value of the MPTV was calculated, meanwhile. **Results** 50 patients acquired 150 CBCT scans. The setup errors in x-, y-, z-, r-dimension were (2.89 ± 1.63) mm, (4.68 ± 2.19) mm, (2.24 ± 1.36) mm, (7.62 ± 5.77) deg. The MPTV were 8.36, 13.23, 6.55mm in x-, y-, z-dimension. **Conclusions** CBCT on line correction could reduce the setup errors of cervical cancer patients, and estimate the MPTV, thereby provide the basis for clinicians.

Key words: Tomography, cone-beam; Image guided radiotherapy; Setup errors; Cervical cancer

图像引导放疗(image guided radiotherapy, IGRT)^[1]采用锥形束 CT(cone beam computed tomography, CBCT)扫描获得实际治疗时肿瘤及周围正常组织器官的图像及空间位置,通过与原始计划 CT

图像比较,确定摆位的三维线性及旋转误差数据,并可在线校正。该技术为 IMRT(intensity modulated radiation therapy, IMRT)等精确放疗提供了减少摆位误差的有效手段,故近年来逐渐普及和推广。本研究对以真空垫为体位固定装置的宫颈癌患者放疗前采用千伏级锥形束 CT 扫描,并与计划 CT 图像进行匹配,获得摆位误差数值,并在此基础上研究计划靶体积(planning target volume, PTV)的外放边界。

1 材料与方法

1.1 患者资料

2013 年 9 月至 2013 年 12 月在南华大学附属第一医院经病理确诊的宫颈癌患者 50 例,年龄 35 岁至 66 岁,中位年龄 48 岁。

1.2 计划 CT 图像获取

定位前排空直肠,在定位前 1 小时口服 800 mL 温开水,并憋尿使膀胱充盈。患者均采用仰卧位,双手上举抱头,真空袋固定,在近肿瘤中心层面放置定位铅点,作为计划等中心点。采用 GE CT 扫描,扫描条件为 120KV,100mAs,层厚 3mm。图像经 Lantis 网络传至 Eclipse 计划系统。

1.3 CBCT 图像获取

采用瓦里安 Clinac ix 电子直线加速器的机载影像系统行 CBCT 扫描,扫描条件为 75 KV,80 mA,32 mS,层厚 2.5 mm,使用 half-fan 滤线器。对 50 例宫颈癌患者分别于治疗第 1 周、第 3 周、第 5 周行 CBCT 扫描。

1.4 图像配准

将 CBCT 图像与计划 CT 图像进行自动骨性匹配分析,得出左右、头足、腹背及旋转方向摆位误差,基于研究误差大小,不考虑误差方向,所有误差均取绝对值。50 例宫颈癌患者共获取了 150 组有效摆位误差数据。图像配准前后示例见图 1、图 2。

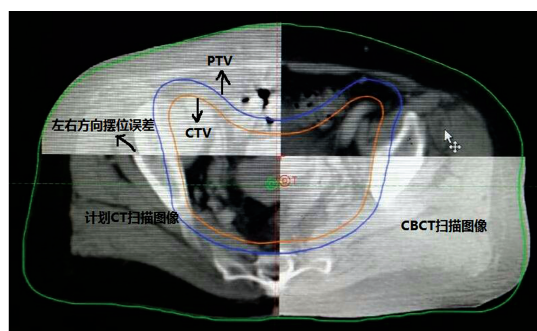


图 1 CBCT 图像与计划 CT 图像配准前

1.5 PTV 外放边界计算方法

患者的摆位误差均由系统误差和随机误差两项构成。根据 Stroom, 等^[2-3]的定义,系统误差用所有分次摆位误差平均值表示,随机误差用所有分次摆位误差标准差表示。摆位外扩边界值(MPTV)是在临床靶体积(CTV)的基础上在各个方向外放一定体积后得来的,目的是为了补偿摆位误差对剂量的影

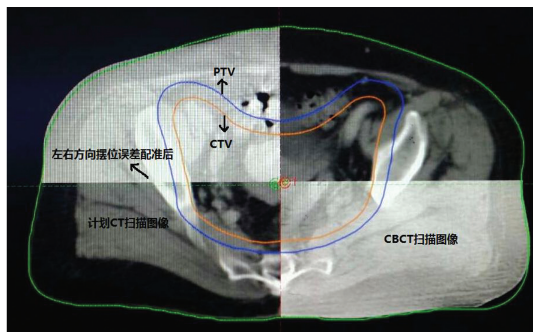


图 2 CBCT 图像与计划 CT 图像配准后

响,临床根据 van Herk^[4-5]等的推理公式 $MPTV = 2.5 \Sigma \pm 0.7\delta$ 进行计算, Σ 为系统误差的标准差, δ 为随机误差的标准差。

1.6 统计方法

采用 SPSS 16.0 软件对摆位误差数据进行单因素方差分析, $P < 0.05$ 为差异有统计学意义

2 结 果

2.1 摆位误差

50 例患者总共 150 次 CBCT 扫描数据显示,左右、头足、腹背及旋转方向摆位误差分别为 (2.89 ± 1.63) mm、 (4.68 ± 2.19) mm、 (2.24 ± 1.36) mm、 (7.62 ± 5.77) deg。进一步分层分析显示第 1 次 CBCT 扫描时各方向摆位误差与其他批次误差均值相似,左右、头足、腹背及旋转方向比较结果分别为 (3.22 ± 1.47) mm、 (2.73 ± 1.69) mm、 (4.96 ± 2.28) mm、 (4.35 ± 2.01) mm、 (2.42 ± 1.64) mm、 (2.02 ± 1.23) mm、 (7.20 ± 4.74) deg、 (7.83 ± 6.25) deg ($F = 1.517, 1.623, 1.557, 0.193, P = 0.223, 0.195, 0.204, 0.824$),均无统计学差异。

2.2 外放边界

据 $MPTV = 2.5 \Sigma \pm 0.7\delta$ 公式,计算出左右、头足、腹背方向的 PTV 外放边界分别为 8.36、13.23、6.55 mm。

3 讨 论

近年来随着精确放疗在宫颈癌的广泛应用,降低治疗中的摆位误差成为治疗成败的关键。体部肿瘤患者因皮肤牵拉、膀胱及直肠充盈、呼吸运动等因素对摆位误差影响较大。IGRT 技术主要用于在治

疗前采集 CBCT 三维图像,利用这些图像与治疗计划图像进行配准比对,引导此次治疗和后续分次治疗,为评价及减少摆位误差提供有效方法。

本研究对采用真空垫为体位固定装置进行 IG-RT 放疗的宫颈癌患者进行 CBCT 扫描,得出左右、头足及腹背方向摆位误差均值分别为 2.89、4.68、2.24 mm,外扩边界分别为 8.36、13.23、6.55 mm,在头足方向误差最大,与曹晓辉^[6]、林益匡,等^[7]报道相符,原因考虑为真空垫在左右、腹背方向与患者形成良好的固定关系,而在头足方向限制不足,体型较胖、皮下脂肪多、皮肤松弛或抱头姿势稍有改动均可引起头足方向的偏差。本研究显示旋转误差的均值为 7.62 deg,高于线性误差的均值。但是,有报道旋转造成剂量改变很小^[5,8]。Astreimidou,等^[9]认为平均值为 1°的旋转误差不会影响 95% CTV 接受处方剂量。故在实际治疗中,旋转误差可以忽略。进一步分层分析显示,首次 CBCT 扫描 3 个方向摆位误差与其他批次扫描的误差平均值相似,说明本中心摆位误差非常稳定。

研究报道,以下办法可减少摆位误差:在模透机透视下制备真空袋,并增加病人体表标记点^[10];采用最终等中心标记法^[11],即定位点设为计划设计和加速器治疗的等中心点;定期抽气,保证真空袋不受压变形等等。目前,虽然有 IGRT 技术,但如治疗技师对此的过于依赖可能导致误差增大,只有在定位和计划设计的各个环节都做到精益求精,治疗前再有 IGRT 技术保驾护航,三精治疗才能得以实现。为了减少摆位误差,我中心要求放疗医师在 CT 模拟定位时选择合适的定位点,用该点做为射野等中心点,减少二次移位的误差;要求技师定期对真空袋抽气,对于体部肿瘤在 CBCT 扫描时如有任一线性方向误差绝对值大于 5 mm,予重新摆位,对于任一方方向绝对值大于 3 mm,则引导治疗床移动达正确位置后再进行治疗;要求患者每次治疗前的穿着及饮水、膀胱充盈等准备工作尽量与模拟定位时一致。

综上,应用 CBCT 可测量宫颈癌放疗中的摆位误差,通过在线校正可以最大限度地减小误差,提高

放疗精确性。每个放疗中心都有不同的固定装置、放疗设备、摆位方法及治疗技师,影响摆位误差的各项因素在不同的治疗中心是不同的,所以根据实际情况进行测量、估算外扩边界值在临床工作中有一定的指导意义。

参考文献:

- [1] 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.
- [2] Stroom JC, de Boer HC, Huizenga H, et al. Inclusion of geometrical uncertainties in radiotherapy treatment planning by means of coverage probability[J]. Int J Radiat Oncol Biol Phys, 1999, 43(4):905-919.
- [3] Stroom JC, Heijmen BJ. Geometrical uncertainties, radiotherapy planning margins, and the ICRU-62 report[J]. Radiother Oncol, 2002, 64(1):75-83.
- [4] van Herk M, Remeijer P, Rasch C, et al. The probability of correct target dosage: dose-population histograms for deriving treatment margins in radiotherapy[J]. Int J Radiat Oncol Biol Phys, 2000, 47(4):1121-1135.
- [5] van Herk M. Errors and margins in radiotherapy[J]. Semin Radiat Oncol, 2004, 14(1):52-64.
- [6] 曹晓辉,刘明,翟福山,等. 用锥形束 CT 图像引导技术分析肺癌放疗摆位误差及其对剂量分布影响[J]. 中华放射肿瘤学杂志,2012,21(2):163-166.
- [7] 林益匡,缪龙华,张忠金. 胸腹部肿瘤适形放射治疗摆位误差临床分析[J]. 福建医药杂志,2012,34(1):34-36.
- [8] Fu W, Yang Y, Li X, et al. Dosimetric effects of patient rotational setup errors on prostate IMRT treatments[J]. Phys Med Biol, 2006, 51(20):5321-5331.
- [9] Astreimidou E, Bel A, Raaijmakers CP, et al. Adequate margins for random setup uncertainties in head-and-neck IMRT[J]. Int J Radiat Oncol Biol Phys, 2005, 61(3):938-944.
- [10] 陈国章,何晓华,林茂盛,等. 增加摆位参考点对腹部肿瘤真空袋固定摆位重复性价值的研究[J]. 肿瘤学杂志,2008,14(9):760-762.
- [11] 吴钦宏,李高峰,王婵,等. 基于锥形束 CT 体部肿瘤图像引导放疗的摆位误差分析[J]. 中华放射肿瘤学杂志,2012,21(1):68-71.

(此文编辑:秦旭平)