

DOI: 10.3969/j.issn.1005-8982.2017.30.018

文章编号: 1005-8982(2017)30-0098-05

锥形束 CT 在评价两种宫颈癌调强放疗中的应用

高晓飞, 杜武, 梁广立, 刘桂芝

[天津医科大学肿瘤医院(国家肿瘤临床医学研究中心, 天津肿瘤防治重点实验室,
天津市恶性肿瘤临床医学研究中心), 天津 300060]

摘要:目的 利用锥形束 CT 分析宫颈癌调强放疗两种治疗方法的临床应用价值。**方法** 将 56 例宫颈癌放疗患者按固定体位方式和治疗计划分为两组, 常规组采用仰卧位体架和热塑体膜固定, 执行静态调强计划治疗; 观察组采用俯卧位体架和热塑体膜固定, 执行容积调强计划治疗; 治疗时每人每周第一次治疗前均扫描锥形束 CT, 利用骨性标记在线与计划 CT 图像匹配, 记录并分析两组患者左右方向(X)、头脚方向(Y)、前后方向(Z)摆位误差; 利用剂量体积直方图分析两组患者小肠、膀胱、直肠和股骨头重要器官的受照剂量体积比。**结果** 两组患者共获取 280 幅锥形束 CT 图像, 两组患者在 Y、Z 轴摆位误差比较差异有统计学意义($t_Y=2.336, P_Y=0.021$; $t_Z=3.278, P_Z=0.0004$), X 轴比较, 差异无统计学意义($t=0.573, P=0.290$); 两组在 X 轴旋转误差比较, 差异有统计学意义($t=2.134, P=0.029$), Y、Z 轴比较, 差异无统计学意义($P>0.05$); 观察组在计划总跳字和治疗时间均优于常规组, 差异有统计学意义($t=9.549$ 和 17.324 , 均 $P=0.000$); 观察组膀胱 V50 优于常规组($P=0.031$), 在小肠、直肠、膀胱、左股骨头的平均剂量 $D_{mean}>$ 常规组($P<0.05$), 两组其余比较无差异。**结论** 采用锥形束 CT 技术对两种宫颈癌调强放疗的体位摆放进行指导, 为提高放疗精度提供影像学上的依据, 具有较好的临床应用价值。

关键词: 宫颈癌; 调强放疗; 锥形束 CT; 摆位误差

中图分类号: R737.33

文献标识码: A

Application of cone beam CT in the evaluation of two intensity modulated radiotherapy for cervical cancer

Xiao-fei Gao, Wu Du, Guang-li Liang, Gui-zhi Liu

[Tianjin Medical University Cancer Institute and Hospital (National Clinical Research Center for Cancer, Tianjin's Key Laboratory of Cancer Prevention and Therapy, Tianjin's Clinical Research Center for Cancer), Tianjin 300060, China]

Abstract: Objective To analyze the clinical value in two intensity modulated radiotherapy ways for cervical cancer by cone beam CT. **Methods** A total of 56 cases of cervical cancers were divided into two groups by fixed position and treatment planning. The supine body frame and thermoplastic film were used and static intensity-modulated plan was carried out in conventional group; observation group used prone position body frame and thermoplastic film and volumetric modulated arc therapy plan. The cone beam CT was scanned before the first treatment per week for each person. Set-up errors were recorded and analyzed in X, Y and Z axis; the dose volume ratio of the vital organs including small intestine, bladder, rectum and femoral head were analyzed with dose-volume histogram. **Results** A total of 280 cone beam CT images were acquired for the two groups, and set-up error in X, Y, Z was $(0.261 \pm 0.160) / (0.246 \pm 0.155)$ cm, $(0.297 \pm 0.167) / (0.232 \pm 0.181)$ cm and $(0.267 \pm 0.154) / (0.190 \pm 0.172)$ cm, respectively between the groups. The set-up errors in Y and Z axis were statistically significant between the groups ($t_Y=2.336, P_Y=0.021$; $t_Z=3.278, P_Z=0.0004$), but there was no significant difference in X axis ($t=0.573, P=0.290$). There was statistically significant for rotation error in X axis ($t=2.134, P=0.029$), but were no significant differences in Y and Z

axis ($P > 0.05$). The total MU and treatment time of the observation group were better than those in the conventional group ($t = 9.549$ and 17.324 , $P = 0.000$). The observation group is better than traditional group in bladder V50 ($P = 0.031$). the Dmean of small intestine, rectum, bladder, and left femoral head in the observation group is lower than the conventional group ($P < 0.01$). **Conclusions** Application of cone beam CT technique in two intensity modulated radiation therapy for cervical cancer indicates a potential clinical value, which provides image basis for improving the accuracy of radiotherapy.

Keywords: cervical cancer; intensity modulated radiotherapy; cone beam CT; set-up error

放射治疗是宫颈癌治疗的主要方法之一,大约 80% 的宫颈癌患者需要接受体外、腔内放疗^[1]。术后放疗可降低肿瘤局部复发率,提高总生存率^[2-3]。随着放疗技术的发展,调强放疗(intensity modulated radiotherapy, IMRT)成为目前的主流技术,其具有保持靶区较高的适行度,大大减少靶区周围重要组织和器官的受照剂量^[4];容积调强放疗(volumetric modulated arc therapy, VMAT)是基于 IMRT 发展起来的先进放疗技术,具有机架旋转照射时多叶准直器(multi-leaf collimator, MLC)不断改变形状,在较短时间内完成治疗的优势。在保持靶区勾画高精度时,治疗位置精确与否为了放疗成败的关键。该实验利用瓦里安锥形束 CT(cone beam computed tomography, CBCT)分析宫颈癌放疗不同固定方式的优劣,并对其治疗计划的跳字、治疗时间及重要器官相关剂量学进行比较,分析宫颈癌不同调强治疗计划临床应用价值。

1 资料与方法

1.1 一般资料

选取 2016 年 12 月 -2017 年 5 月本科室宫颈癌术后放疗患者 56 例。年龄 43 ~ 67 岁,中位年龄 55 岁;病理证实均为鳞癌;临床分期为 II_b、III_b 期;随机分为常规组和观察组,每组各 28 例。常规组采用腹部仰卧体架和热塑体膜固定,执行静态调强计划治疗,观察组采用俯卧位体架和热塑体膜固定,执行 VMAT 计划治疗;两组患者均无放疗史且卡氏功能状态评分均 >70 分;所有患者均完成治疗。

1.2 设备及附属材料

IX 医用电子直线加速器(美国 VARIAN 公司),大孔径 CT 定位机(荷兰飞利浦公司),仰卧体架,俯卧体架,热塑体膜,激光定位灯,三维治疗计划系统。

1.3 CT 定位及复位

两组患者均为空腹,于定位前 1 h 饮用 500 ml 水充盈膀胱。常规组嘱患者平躺于仰卧体架上,双手抱肘置于额头上;观察组嘱患者俯卧于俯卧体架

上,使腹部置于凹陷槽内,双手抱肘置于体架前方;两组患者均保持平静呼吸,将热熔好的体膜快速敷于患者腹部并固定卡扣,及时按压体膜使之与身体轮廓一致,10 min 冷却后在体膜表面及体表标记“+”字激光标记,并在体膜表面“+”字处标记“CT”、姓名、日期及卡扣型号等;两组均行 CT 扫描,层厚 5 mm,层距 5 mm,扫描图像传至三维治疗计划系统。

复位时两组患者按首次定位要求固定,按计划调整激光线,在 3 个“+”字中心用铅点标记并扫描 CT,按计划等中心层面图示及相关数据核野,确认无误后在体膜标记“+”字激光线并标记“A”(Approve)。

1.4 计划设计及评估方法

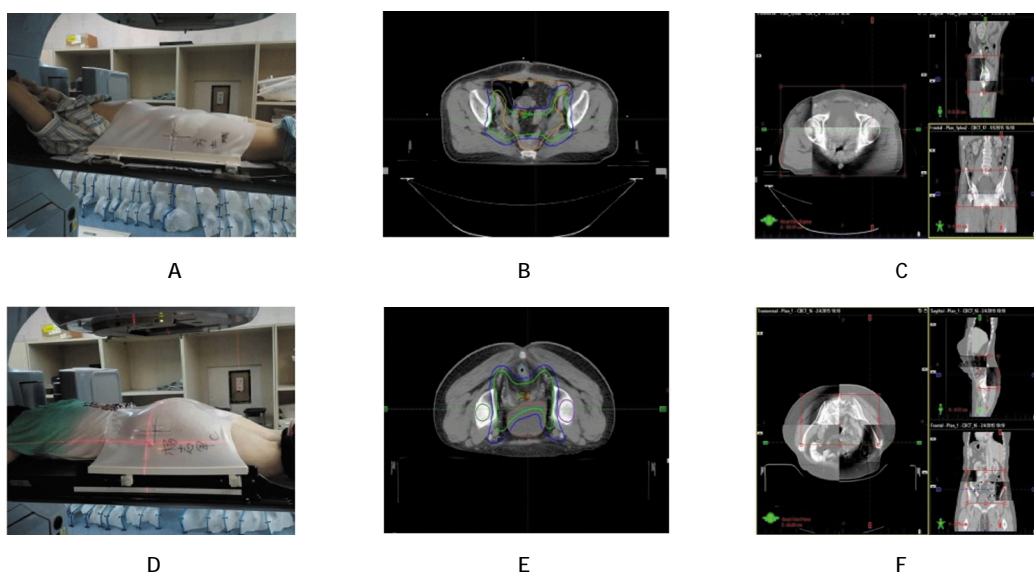
常规组采用 5 野静态调强计划;观察组采用两弧 VMAT 计划,照射角度为 181 ~ 179° 和 179 ~ 181°;两组患者治疗剂量为 1.8 Gy/28 次 /50.4 Gy;射线均为 6MV-X 射线;危机器官剂量限值为:小肠 V45 < 195 cc, V50 < 5%;膀胱 V50 < 50%;直肠 V50 < 50%;股骨头 V50 < 5%;其余正常组织或器官越低越好;重要器官评价参数:小肠(平均剂量 Dmean、V50),直肠(平均剂量 Dmean、V50),膀胱(平均剂量 Dmean、V50),股骨头(平均剂量 Dmean、V50)。

1.5 CBCT 扫描及匹配

两组患者均选用 pelvic 模式,扫描角度 182° ~ 178°,滤线器为 Half-fan,重建层厚 2 mm,扫描矩阵 512 × 512;重建完成后在 CBCT 图像和 CT 图像重叠区域选取感兴趣区(region of interest, ROI),匹配时医生和技师采用骨性标记自动匹配,如匹配不佳可手动匹配直至合格;记录匹配合格后的摆位误差及床旋转角度。见附图。

1.6 统计学方法

数据分析采用 SPSS 19.0 统计软件,设定左右方向为 X 轴,头脚方向为 Y 轴,前后方向为 Z 轴,计量资料以均数 ± 标准差($\bar{x} \pm s$)表示,各组间数据的比较采用 *t* 检验, $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。



A: 常规组体位固定; B: 常规组靶区横断面示例; C: 常规组靶区位置匹配矫正; D: 观察组体位固定; E: 观察组靶区横断面示例; F: 观察组靶区位置匹配矫正

附图 两组患者体位固定及靶区匹配图

2 结果

2.1 两组患者治疗摆位误差比较

两组患者共获取 280 幅 CBCT 图像, 匹配证实 X、Y、Z 3 个方向均有不同程度的移动, 其中常规组在 X、Z 轴最大位移为 7 mm, Y 轴最大为 5 mm; 观察组在 X、Y、Z 轴最大位移为 5 mm; 两组患者在 Y、Z 轴摆位误差比较, 差异有统计学意义 ($P < 0.05$), X 轴比较, 差异无统计学意义 ($P > 0.05$)。见表 1。

2.2 两组患者治疗摆位旋转误差比较

常规组在 Y 轴最大旋转误差为 5.6, 观察组最大旋转误差为 3.9, 两组 X、Z 轴旋转误差均 < 3.0 ; 两组患者在 X 轴旋转误差比较, 差异有统计学意义 ($P < 0.05$), Y、Z 轴比较, 差异无统计学意义 ($P > 0.05$)。见表 2。

2.3 射野跳字和治疗时间比较

常规组采用静态 5 野 IMRT 计划, 最大照射跳字为 1 092 MU, 观察组采用 2 野 VMAT 计划, 最大跳字为 907 MU, 两组比较差异有统计学意义 ($P < 0.05$); 治疗时间观察组少于常规组, 治疗效率高于常规组, 两组比较差异有统计学意义 ($P < 0.05$), 见表 3。

2.4 重要器官剂量学比较

靶区周围重要器官的 V50 比较, 小肠、直肠、左、右股骨头两组调强计划差异无统计学意义 ($P > 0.05$), 膀胱 VMAT 优于 IMRT (static), 差异有统计学意义 ($P < 0.05$) (见表 4); 在重要器官平均剂量比较时,

VMAT 组在小肠、直肠、膀胱、左股骨头的 Dmean > IMRT 组, 差异有统计学意义 ($P < 0.05$), 右股骨头 Dmean 差异无统计学意义 ($P > 0.05$)。见表 5。

表 1 两组患者摆位误差大小比较 (cm, $\bar{x} \pm s$)

组别	X 轴	Y 轴	Z 轴
常规组	0.261 ± 0.160	0.297 ± 0.167	0.267 ± 0.154
观察组	0.246 ± 0.155	0.232 ± 0.181	0.190 ± 0.172
t 值	0.573	2.336	3.278
P 值	0.290	0.021	0.004

表 2 两组患者摆位旋转误差比较 (cm, $\bar{x} \pm s$)

组别	X 轴	Y 轴	Z 轴
常规组	0.872 ± 0.624	1.213 ± 1.189	0.742 ± 0.662
观察组	1.133 ± 0.734	1.274 ± 1.102	0.804 ± 0.641
t 值	2.134	0.282	0.524
P 值	0.029	0.392	0.306

表 3 两组射野跳字和治疗时间比较 ($\bar{x} \pm s$)

组别	计划方式	射野跳字 /MU	治疗时间 /s
常规组	IMRT (static)	917.642 ± 73.813	455.256 ± 45.472
观察组	VMAT	715.824 ± 83.938	271.223 ± 33.367
t 值		9.549	17.324
P 值		0.000	0.000

表 4 两组治疗计划靶区周围重要器官 V50 比较 (% , $\bar{x} \pm s$)

组别	小肠	直肠	膀胱	左股骨头	右股骨头
常规组	6.493 ± 2.554	45.284 ± 9.601	40.251 ± 5.324	0.632 ± 0.651	0.432 ± 0.291
观察组	5.871 ± 1.932	42.072 ± 7.584	36.031 ± 7.433	0.452 ± 0.274	0.431 ± 0.243
t 值	1.024	1.422	2.293	1.301	0.054
P 值	0.173	0.102	0.031	0.120	0.479

表 5 两组治疗计划靶区周围重要器官平均剂量 Dmean 比较 (Gy, $\bar{x} \pm s$)

组别	小肠	直肠	膀胱	左股骨头	右股骨头
常规组	25.201 ± 2.204	46.321 ± 1.843	44.121 ± 1.603	15.522 ± 2.283	14.702 ± 1.931
观察组	20.403 ± 3.081	42.071 ± 2.083	39.511 ± 3.562	12.103 ± 3.551	13.421 ± 3.543
t 值	6.681	8.074	6.243	4.282	1.673
P 值	0.000	0.000	0.000	0.003	0.073

3 讨论

调强放疗成为宫颈癌术后放疗的主要方式之一,通过调整射野内剂量强度分布,使其在三维方向上靶区剂量分布更均匀,实现靶区精确治疗的目的。但技师摆位时会产生摆位误差,如果误差超出允许范围靶区就会出现漏照或少照,同时增加周围危及器官的受照剂量,导致最终放疗失败^[5-7]。宫颈位置毗邻膀胱、小肠等重要器官,且对射线较敏感,放疗过程中靶区位置容易受到呼吸运动、肠道蠕动、膀胱充盈、皮肤牵拉或体表标记清晰度等因素影响,因此,宫颈癌调强放疗对治疗定位摆位精准度的要求高,锥形束 CT 技术的临床应用可大大提高放疗精度的验证。

盆腔肿瘤放疗的可重复性和准确性是盆腔肿瘤精确放射治疗必要保证,适当的体位固定技术控制组织器官的运动移位,可提高靶区的放疗精度^[8]。因此体位固定成为影响宫颈癌调强放疗质量好坏的重要因素之一,如何选择恰当的体位固定方法成为必须考虑的问题。本实验中观察组患者采用俯卧体架与热塑体膜固定可降低患者体位移动,观察组患者在 Y、Z 轴摆位误差大于常规组, X 轴摆位误差比较无差异;与王多明等研究结果基本一致^[9]。观察组患者 X 轴旋转误差小于常规组, Y、Z 轴旋转误差比较无差异。分析宫颈癌放疗摆位误差影响因素主要为:①体型偏胖的患者臀部、腹部脂肪多,肌肉较松弛,易使体表标记移位;②治疗时膀胱充盈程度大小不一致;③肠道内容物多少不一致;④呼吸运动导致腹部运动幅度较大,对皮肤标志牵拉移位;⑤身体不自主运动;⑥双腿间距的变化等。以上因素的变化都

能引起靶区位置发生改变,降低调强放疗的精准度,影响患者的放疗效果。该实验中常规组仰卧体架固定时,患者臀部、腹部脂肪堆积较多,导致体表“+”字标记移动变化大;观察组采用俯卧体架与热塑体膜固定患者体位,使患者腹部、腿部置于凹槽内,减小了患者腹部脂肪、膀胱肠道内容物、双腿间距及腹式呼吸等因素影响,可降低患者 Y、Z 轴方向的体位移动和 X 轴的旋转误差,提高摆位精度,因此俯卧体架联合热塑体膜固定可以更好地限制患者不自主运动等导致的靶区位置偏移。

调强放疗时患者以最短时间完成治疗能更好地减少患者治疗中体位移动,提高靶区位置精确度;患者计划跳字的缩减可以减少散射线的影响,减少二次致癌几率^[10-12],同时要尽量降低周围危及器官的受照剂量,减小副作用的发生。该实验观察组调强计划总跳字小于常规组,同时观察组治疗时间少于常规组。在重要器官剂量学比较中,观察组膀胱 V50 优于常规组,在小肠、直肠、膀胱、左股骨头的 Dmean 小于常规组。与 COZZI 等^[13]研究基本一致。与常规组传统静态调强对比,观察组患者采用 VMAT 计划,优势在于兼顾控制多叶准直器运动速度、机架旋转速度和剂量率,减少射野跳字,缩短治疗时间,提高治疗效率,进而降低患者体位不自主移动的发生几率,提高了治疗精准度,同时保护周围正常组织,减少小肠、股骨头、直肠及膀胱等器官的受照体积和剂量,降低治疗副作用的发生。

综上所述,采用锥形束 CT 技术对两种宫颈癌调强放疗方式体位摆放进行指导,显示宫颈癌调强放疗采用俯卧体架与热塑体膜固定能较好保持体

位固定。采用容积调强治疗计划能在保证治疗效果的前提下,大幅减少射野跳字和治疗时间,减少患者治疗中体位的变化,同时与静态调强相比能较好的降低危及器官的受照剂量和受照体积。该技术对提高放疗精度提供影像学上的依据,具有较好的临床应用价值。

参 考 文 献:

- [1] 王瑞芝, 樊锐太, 卢泰祥, 等. 肿瘤放射治疗学 [M]. 北京: 人民卫生出版社, 2006: 222-231.
- [2] PORTELANCE L, CHAO K S, GRISBY P W, et al. Intensity modulated radiation therapy (IMRT) reduces small bowel, rectum, and bladder doses in patients with cervical cancer receiving pelvic and para-aortic irradiation [J]. *Int J Radiat Oncol Biol Phys*, 2001, 51(1): 261-266.
- [3] YAO L, ZHU L, WANG J, et al. Positioning accuracy during VMAT of gynecologic malignancies and the resulting dosimetric impact by a 6-degree-of-freedom couch in combination with daily kilovoltage cone beam computed tomography[J]. *Radiat Oncol*, 2015, 10(1): 104.
- [4] 殷蔚伯, 余子豪, 徐国镇, 等. 肿瘤放射治疗学[M]. 北京: 北京医科大学中国协和医科大学联合出版社, 2008: 108.
- [5] SHIN J S, SHIN E, HAN Y, et al. Analysis of changes in dose distribution due to respiration during IMRT [J]. *Radiat Oncol J*, 2011, 29(3): 206-213.
- [6] 秦永辉, 赵春樱, 王若峥. 图像引导调强放疗在食管癌治疗的应用[J]. *新疆医科大学学报*, 2012, 35(3): 282-287.
- [7] 林赛云, 王根桃. 宫颈癌调强适形放疗 36 例摆位误差分析[J]. *福建医药杂志*, 2012, 34(1): 23-124.
- [8] 许德权, 卓龙泉, 张永昶, 等. 图像引导放疗技术在直肠癌患者术前调强放疗中的应用[J]. *吉林大学学报(医学版)*, 2016, 42(6): 1226-1229.
- [9] 王多明, 秦永辉, 王若铮, 等. 锥形束 CT 在宫颈癌放疗中的应用研究[J]. *新疆医科大学学报*, 2013, 36(1): 11-15.
- [10] KATRIEN V, PHILIPPE T, AMIN M, et al. Postoperative intensity-modulated arc therapy for cervical and endometrial cancer: A prospective report on toxicity[J]. *Int Radiation Oncol Biol Phys*, 2012, 84(2): 408-414.
- [11] 冯梅, 郭爱华, 蔡勇军, 等. 宫颈癌不同根治性放疗技术剂量学研究[J]. *中华肿瘤防治杂志*, 2012, 19(20): 1572-1575.
- [12] 蒋璠, 吴昊, 弓健, 等. 快速旋转调强与固定野动态调强在直肠癌术前放疗中的剂量学比较[J]. *中华放射医学与防护杂志*, 2011, 31(3): 322-325.
- [13] COZZI L, DINSHAW K A, SHRIVASTAVA S K, et al. A treatment planning study comparing volumetric arc modulation with Rapidarc and fixed field IMRT for cervix uteri radiotherapy[J]. *Radiat Oncol*, 2008, 89(2): 180-191.

(王荣兵 编辑)