

宫颈癌术后 4 种放疗方式的剂量学比较

杨波,孙小扬,庞皓文,罗惠群,吴虹,吴敬波

(泸州医学院附属医院,四川 泸州 646000)

摘要: [目的] 分析宫颈癌术后前后对穿照射(FBRT)、四野盒式照射(FFRT)、三维适形(3D-CRT)和调强(IMRT)4种放疗技术的剂量学特点。[方法] 收集8例宫颈癌术后放疗患者,分别设计FBRT、FFRT、3D-CRT和IMRT放疗计划;绘制出PTV的DVH示意图;比较各计划的靶区适形指数(CI)、均匀指数(HI)以及机器出束(MU);计算小肠最大剂量 D_{max} 、小肠和直肠受照40Gy以上体积(V_{40}),并寻找左右股骨颈 D_{max} 和 V_{40} 最优的计划方式。[结果] FBRT、FFRT、3D-CRT和IMRT的CI分别为 0.32 ± 0.09 、 0.35 ± 0.08 、 0.61 ± 0.09 和 0.83 ± 0.14 ;HI分别为 1.07 ± 0.03 、 1.08 ± 0.03 、 1.12 ± 0.10 和 1.05 ± 0.07 ;MU分别为 5606 ± 46 、 6451 ± 49 、 6674 ± 64 、 19321 ± 141 。PTV的DVH图以IMRT计划最优。小肠的 D_{max} 和 V_{40} 分别为 5160 ± 25 、 5139 ± 24 、 5107 ± 17 、 5078 ± 23 和 $76\%\pm 4\%$ 、 $57\%\pm 7\%$ 、 $34\%\pm 7\%$ 、 $29\%\pm 4\%$ 。直肠 V_{40} 在IMRT中均值为45%,其余为100%;股骨颈 D_{max} 在FFRT最大,为 (5058 ± 38) cGy;在IMRT最小,为 (4762 ± 31) cGy;股骨颈 V_{40} 以3D-CRT最小,平均为 $7\%\pm 3\%$;FFRT最大,为 $19\%\pm 4\%$ 。[结论] IMRT剂量分布最好,3D-CRT次之;在尚未具备条件开展IMRT的放疗单位开展3D-CRT也将使患者从中受益。

关键词: 宫颈肿瘤;前后对穿照射;四野盒式照射;三维适形放疗;调强放疗

中图分类号: R737.33 **文献标识码:** A **文章编号:** 1671-170X(2013)11-0881-03

doi:10.11735/j.issn.1671-170X.2013.11.B012

Dosimetric Analysis of Four Radiotherapy Techniques for Cervical Cancer Postoperation

YANG Bo, SUN Xiao-yang, PANG Hao-wen, et al.

(The Affiliated Hospital of Luzhou Medical College, Luzhou 646000, China)

Abstract: [Purpose] To compare and analyze the dose distribution of front-back field radiotherapy (FBRT), four fields box of types in radiotherapy (FFRT), three-dimensional conformal radiotherapy (3D-CRT) and intensity modulated radiotherapy (IMRT) for patients with cervical cancer postoperation. [Methods] Four radiotherapy plannings were designed for eight cases with cervical cancer postoperation. The conformal index (CI), homogeneity index (HI) and delivered MU were computed; a diagram of DVH for PTV were drawn; the mean value of V_{40} for intestines, rectum and neck of femur, and the mean value of D_{max} for intestines and neck of femur were calculated. [Results] The CI in FBRT, FFRT, 3D-CRT and IMRT were 0.32 ± 0.09 , 0.35 ± 0.08 , 0.61 ± 0.09 and 0.83 ± 0.14 ; the HI were 1.07 ± 0.03 , 1.08 ± 0.03 , 1.12 ± 0.10 and 1.05 ± 0.07 ; MU were 5606 ± 46 , 6451 ± 49 , 6674 ± 64 , 19321 ± 141 , respectively. The intestines D_{max} was 5160 ± 25 , 5139 ± 24 , 5107 ± 17 , 5078 ± 23 ; and the intestines V_{40} was $76\%\pm 4\%$, $57\%\pm 7\%$, $34\%\pm 7\%$, $29\%\pm 4\%$, respectively. The rectum V_{40} was 45% in IMRT, but it was 100% in the others. The D_{max} of neck of femur met the maximum in FFRT (5058 ± 38 cGy) and the minimum in IMRT (4762 ± 31 cGy). The V_{40} of neck of femur met the minimum in 3D-CRT ($7\%\pm 3\%$) and the maximum in FFRT ($19\%\pm 4\%$). [Conclusion] IMRT is the best choice for patients with cervical cancer postoperation, but if the patient in a radiotherapy unit which is not capable of performing IMRT, who also can benefit from the 3D-CRT.

Subject words: cervical neoplasms; FBRT; FFRT; IMRT; 3D-CRT

宫颈癌术后的外放射治疗,一般给予45~50Gy的剂量,靶区包括肿瘤原发区和盆腔转移区。各级别医院开展的外放射技术主要包括前后对穿照射(front-back field radiotherapy, FBRT),四野盒式照射

(four fields box of types in radiotherapy, FFRT)、三维适形放疗(three dimensional conformal radiotherapy, 3D-CRT)以及调强技术(intensity modulated radiotherapy, IMRT)。计划设计的难易程度以FBRT最简单,FFRT次之,IMRT最难。目前,以上4种放疗技术在临床上都有应用。由于IMRT技术并未在我国

通讯作者: 杨波,工程师,硕士;泸州医学院附属医院肿瘤科,四川省泸州市太平街25号(646000);E-mail: yangbo_lz@163.com
收稿日期: 2013-06-29; **修回日期:** 2013-08-16

大范围的普及,一般的放疗单位主要使用 FBRT 或者 FFRT,尚未开展 IMRT 和 3D-CRT。本文收集 8 例宫颈癌术后患者病例,根据以上 4 种放疗技术分别做出 4 种放疗计划,从靶区以及正常组织的剂量学特点和机器运行方面,比较 4 种放疗方式的优缺点,以供临床参考。

1 资料与方法

1.1 设备与计划方案

选择的治疗机器为 ELEKTA persice 加速器,放疗计划系统为 xio4.3.1。8 例宫颈癌术后患者,分别勾画靶区及保护组织。CTV(clinical target volume)设定为上界自腹主动脉分叉处,沿血管走行向下,两侧包括腰大肌内侧 1/3,入盆腔后两侧包括后 1/3 髂腰肌,至真骨盆下端两侧包括闭孔内肌,下界止于闭孔下缘上 1cm,后界沿骶骨下行至第 2 骶椎末垂直向下,前界为各淋巴结区或 GTV 前 0.7~1.0cm;PTV(planning target volume)设定为 CTV 外加 5mm,小肠、直肠和左右股颈体积的确定依据解剖学规定^[1]。

FBRT 设计为前后对穿两野,射野形状为矩形,射野大小分别在 x 方向和 y 方向包括了 PTV 在该方向投影的最长径,并外放 3mm。给予中心点剂量 4 800cGy,两野权重 1:1。

FFRT 分别设定机架为 0°、90°、180°和 270°,射野设计为在 FBRT 方式基础上增加 90°和 270°两野,射野形状为矩形,各射野等权重给予中心点剂量 4 800cGy。

3D-CRT 采用四野对穿适形方式。在 FFRT 的射野基础上,在 BEV 图上各射野形状以 PTV 外放 Marge 3mm,各射野等权重给予中心点剂量 4 800cGy。

IMRT 为逆向设计静态调强方式,处方剂量要求 95% PTV 47~48Gy,限定小肠剂量 30%体积<30Gy,膀胱 50%体积<40Gy,股骨头 5%体积<45Gy,脊髓最大剂量<45Gy。

1.2 计划评价

分别比较 4 种放疗计划的靶区适形指数(conformal index, CI)和均匀指数(homogeneity index, HI);适形指数(CI)定义为 $V_{PTV95\%}/V_{PTV} \times V_{PTV95\%}/V_i$,其中 $V_{PTV95\%}$ 是 95%的处方剂量所覆盖的计划靶体积, V_{PTV} 是总的计划靶体积, V_i 是 95%的剂量所覆盖的全靶

积。CI 越接近 1 适形度越好。均匀指数(HI)定义为 D_5/D_{95} , D_5 指 5%的受高量照射靶体积所接受的最低剂量, D_{95} 指 95%的高量靶体积所接受的最低剂量。反应靶区内剂量的均匀性,越接近 1 均匀性越好^[2]。

绘制出 PTV 的 DVH 示意图,统计 4 种计划方式的小肠最大剂量(D_{max})、机器出束(MU);小肠与直肠受照 40Gy 以上的体积百分比(V_{40});寻找左右股骨颈 D_{max} 和 V_{40} 最优的计划方式。

1.3 统计学处理

应用 SPSS16 统计软件包,计量资料用 $\bar{x} \pm s$ 表示,组间差异采用配对 t 检验,以 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

直肠 V_{40} 在 IMRT 中均值为 45%,其余为 100%;左右股骨颈最大受照剂量在 FFRT 中最大,为 $(5\ 058 \pm 38)$ cGy;在 IMRT 最小,为 $(4\ 762 \pm 31)$ cGy;股骨颈 V_{40} 以 3D-CRT 中最小,平均为 $7\% \pm 3\%$;FFRT 最大,平均为 $19\% \pm 4\%$ (Table 1)。PTV 的 DVH 示意图示 FBRT、FFRT 和 3D-CRT 三个计划 PTV 的 DVH 曲线为相互重合的曲线,最右边为 IMRT 的 PTV 的 DVH 曲线(Figure 1)。

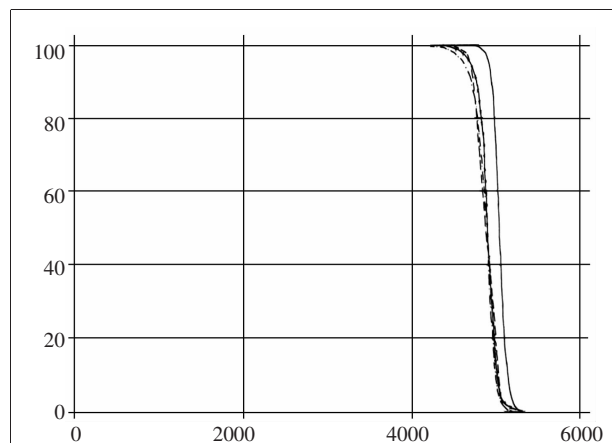


Figure 1 The schematic of DVH for PTV

3 讨论

从统计的 CI, IMRT 优于其他 3 种放疗方式。IMRT 计划 CI 最接近 1,表明 95%处方剂量所包绕

Table 1 The parameters of four plannings

Index	FBRT	FFRT	3D-CRT	IMRT	t_{ab}	t_{ac}	t_{ad}	t_{bc}	t_{bd}	t_{cd}
D_{max}	5160±25	5139±24	5107±17	5078±23	1.72	6.78*	6.90*	3.02*	3.88*	3.65*
V_{40}	76%±4%	57%±7%	34%±7%	29%±4%	6.87*	25.96*	20.16*	5.49*	9.28*	1.74*
CI	0.32±0.09	0.35±0.08	0.61±0.09	0.83±0.14	2.363	16.98*	9.15*	13.28*	7.90*	3.47*
HI	1.07±0.03	1.08±0.03	1.12±0.10	1.05±0.07	0.85	1.24	0.71	1.16	0.95	1.39
MU	5606±46	6451±49	6674±64	19321±141	49.45*	40.97*	256.06*	9.30*	260.03*	321.02*

Note: ab: FBRT and FFRT;ac: FBRT and 3D-CRT;ad: FBRT and IMRT;bc: FFRT and 3D-CRT;bd: FFRT and IMRT;cd: 3D-CRT and IMRT;*: $P<0.05$.

的体积与形状与 PTV 体积和形状最为接近。这样的优点表现为正常组织被高剂量曲线包绕的体积明显减小;正常组织的受照剂量减少,降低了放疗的不良反应。尤其对于小肠和直肠,IMRT 小肠 V_{40} 受照体积减少了 5%~49%,直肠 V_{40} 受照体积减少了 55%。有研究表明 IMRT 对于宫颈癌患者的急性肠道毒性无 3 级以上不良反应。IMRT 与 3D-CRT 相比,2 级毒性反应的发生率分别为 60%和 91%($P=0.002$),慢性肠道并发症的发生概率为 11.1%和 50.0%($P=0.001$)^[3,4]。有学者单独对 IMRT 和 3D-CRT 两种放疗技术进行剂量学比较,得出 IMRT 优于 3D-CRT 的结论^[6],但是,IMRT CI 较大的缺点在于:在实际的放射治疗过程中,摆位前后、左右和头尾方向的误差以及体内器官的移动都可能使靶区脱靶^[5],部分实际受照区域的剂量低于处方剂量,增大了肿瘤复发的风险。所以选择采用 IMRT 治疗时,必须保证较高的定位精度以及可靠的计划验证体系。

从机器出束情况来看,由于 IMRT 方式为静态调强方式,其需要机器的出束量是其他治疗方式的 3 倍左右。这增加了治疗的时间,使得治疗的效率降低;由于患者在治疗时衣着单薄,这同时也增加了患者感冒的风险从而加重病情。机器出束跳数的大量增加还加大了对机器的磨损,造成后期机器的维修频繁等。

对于 3D-CRT 放疗技术,小肠的 V_{40} 比 FBRT 和 FFRT 低 23%~42%,左右股骨颈 V_{40} 以三维适形放疗计划最小,较其他三类计划更能降低对股骨头的放疗损伤。刘孜等^[1]对于宫颈癌适形放疗模式与其他模式的比较研究中报道,在直肠 D_{90} 、 D_{80} 、 D_{50} 等剂量分布存在差异($P<0.05$);在直肠的受量控制上明显优于 FBRT 和 FFRT。所以,综合来看 3D-CRT 技术也是一个不错的选择。如果需要对患者直肠提供更好的保护,限制更低的受照剂量,可选择射野为其他角度的三维适形放疗计划,如五野适形计划。所以作

者认为在尚未具备条件开展 IMRT 技术的放疗单位,适当推行 3D-CRT 放疗技术可使患者从中获益。

参考文献:

- [1] Liu Z, Yang YY, Wang RH, et al. Relation of pelvic 3D-CRT target with rectal dose distribution and irradiation volume in cervical cancer [J]. Journal of Xi'an Jiaotong University (Medical Science), 2010, 31 (3): 358-361. [刘孜, 杨蕴一, 王蕊华, 等. 宫颈癌盆腔放疗靶区及直肠剂量分布与受照射体积的关系[J]. 西安交通大学学报(医学版), 2010, 31(3): 358-361.]
- [2] Yao B, Zheng MM, Wang P, et al. Dosimetric study of five-field intensity modulated radiotherapy compared with conventional three-dimensional conformal radiotherapy for rectal cancer [J]. Chinese Clinical Oncology, 2009, 14(5): 446-449. [姚波, 郑明民, 王平, 等. 直肠癌五野调强放疗与传统适形放疗剂量学研究[J]. 临床肿瘤学杂志, 2009, 14(5): 446-449.]
- [3] Mundt AJ, Lujan AE, Rotmensch J, et al. Intensity-modulated whole pelvic radiotherapy in women with gynecologic malignancies[J]. Int J Radiat Oncol Biol Phys, 2002, 52(5): 1330-1337.
- [4] Mundt AJ, Mell LK, Roeske JC. Preliminary analysis of chronic gastrointestinal toxicity in gynecology patients treated with intensity-modulated whole pelvic radiation therapy[J]. Int J Radiat Oncol Biol Phys, 2003, 56(5): 1354-1360.
- [5] Liu YP, Liu XF, Li YX, et al. Set-up errors in three-dimensional conformal radiation therapy of pelvic carcinoma [J]. Chinese Journal of Radiation Oncology, 2006, 15 (4): 313-316. [刘跃平, 刘新帆, 李晔雄, 等. 盆腔肿瘤三维适形放疗摆位重复性研究[J]. 中华放射肿瘤学杂志, 2006, 15(4): 313-316.]
- [6] Zhang SX, Xu HR, Lin SQ, et al. Dosimetric analysis and comparison for cervical cancer patients receiving 3D-CRT and IMRT[J]. Chinese Journal of Medical Physics, 2004, 21(5): 252-254. [张书旭, 徐海荣, 林生趣, 等. 宫颈癌调强放疗和三维适形放疗剂量对比研究[J]. 中国医学物理学杂志, 2004, 21(5): 252-254.]