

【临床应用研究 论著】

宫颈癌术后常规与旋转容积调强 放疗计划剂量学研究

李军^{1,2} 陈雪梅² 张西志² 张先稳² 花威² 汤晓斌¹ 柴磊¹ 陈达¹

1. 南京航空航天大学核科学与工程系,江苏 南京 210016

2. 苏北人民医院放疗科,江苏 扬州 225001

【摘要】 目的:比较研究宫颈癌常规调强放疗(conventional intensity-modulated radiotherapy,C-IMRT)与旋转容积调强放疗(volumetric intensity-modulated arc therapy,VMAT)计划对靶区及其周围危及器官受照剂量的差异。**方法:**随机选择2012-08-01—2013-05-31苏北人民医院收治的12例宫颈癌术后患者,进行CT模拟定位、靶区和危及器官的勾画,在同一CT图像上用治疗计划系统进行C-IMRT和VMAT计划设计,处方剂量均为CTV 50 Gy,分25次,危及器官限量参考临床要求。在95%体积的PTV达到处方剂量的条件下,比较2种计划的剂量体积直方图,靶区、危及器官、靶区剂量适形度、剂量分布均匀性、机器跳数(monitor unit,MU)和治疗时间。对治疗计划结果采用配对t检验分析方法评价各指标的差异性。**结果:**VMAT计划与C-IMRT计划相比,膀胱的 D_{mean} 和 V_{20} 两者差异无统计学意义, $P>0.05$; D_{50} 、 V_{30} 和 V_{40} 均明显降低($P<0.05$),且直肠的D5和小肠的D1也明显降低($P<0.05$),其他的危及器官的剂量学参数均没有明显降低。正常组织 V_{10} VMAT计划明显高于C-IMRT计划($P<0.05$),而 V_{30} VMAT计划明显低于C-IMRT计划, $P<0.05$ 。VMAT计划相比于C-IMRT计划MU平均减少了50.7%;出束时间T减少了47.2%。**结论:**在宫颈癌术后放疗中,VMAT技术较C-IMRT技术有剂量学方面的优势,患者的治疗时间和机器跳数MU显著降低,在综合条件允许的情况下可推荐使用VMAT技术。

【关键词】 宫颈肿瘤;常规调强放疗;旋转容积调强放疗;剂量学

中华肿瘤防治杂志,2014,21(14):1104—1108

Dosimetric study of conventional intensity-modulated radiotherapy and volumetric intensity-modulated arc radiotherapy for postoperation of cervix cancer

LI Jun^{1,2}, CHEN Xue-mei², ZHANG Xi-zhi², ZHANG Xian-wen², HUA Wei², TANG Xiao-bin¹, CHAI Lei¹, CHEN Da¹

1. Department of Nuclear Science & Engineering Nanjing University of Aeronautics and Astronautics, Nanjing 210016, P. R. China

2. Department of Radiotherapy, People's Hospital of Subei, Yangzhou 225001, P. R. China

[ABSTRACT] OBJECTIVE: To compare the dosimetric difference of the target volume and the surrounding organ between conventional intensity-modulated radiation therapy (C-IMRT) and volumetric intensity-modulated arc radiotherapy (VMAT) plans for cervix cancer. **METHODS:** Twelve patients with cervical cancer after surgery with CT simulation positioning were randomly selected, target volume and the organ at risks(OARs), C-IMRT treatment planing and VMAT planing were designed in the same CT images, prescription dose of CTV was 50 Gy, 25 times, OARs dose refered to clinical requirement. Under the condition of 95% volume of PTV of prescription dose, DVH of two treatment plans, conformal dose of target volume and OARs, uniformity of dose distribution, machine unit (MU) and treatment time(T) were compared. Paired t test analysis method was used to evaluate the differences of every index. **RESULTS:** The VMAT plan compared with C-IMRT planning, D_{mean} and V_{20} of bladder had no big difference ($P>0.05$), but the D_{50} , V_{30} and V_{40} of bladder were significantly lower ($P<0.05$), and D5 of rectal and D1 of intestines were significantly reduced ($P<0.05$). Other dosimetry parameters of OARs were not significantly reduced. V_{10} of normal tissue of VMAT plan was significantly higher than that of C-IMRT plans ($P<0.05$), while V_{30} of normal tissue of VMAT plan was clearly lower than that of C-IMRT plans ($P<0.05$). VMAT plan on the MU of machine compared with C-IMRT plans was decreased by 50.7% on average.

【基金项目】 江苏省博士后科研资助计划(1002012C)

【第一作者简介】 李军,男,陕西周至人,博士,高级工程师,主要从事肿瘤放射物理学研究工作。

Tel:86-514-87373816 E-mail:lijun19751000@163.com

【通讯作者简介】 陈达,男,江苏通州人,院士,主要从事核物理学和医学物理的研究工作。

Tel:86-25-84895988 E-mail:dachen@nuaa.edu.cn

The treatment time T was decreased by 47.2%. **CONCLUSION:** This study shows that in postoperative radiotherapy of cervical cancer, VMAT has the advantage of dosimetry aspects, the shorter treatment time (T) and machine unit (MU) over C-IMRT radiotherapy technology.

[KEYWORDS] cervix neoplasms; conventional intensity-modulated radiation therapy; volumetric intensity-modulated arc radiotherapy; dosimetry

Chin J Cancer Prev Treat, 2014, 21(14): 1104-1108

【中图分类号】 R737.33

【文献标识码】 A

【文章编号】 1673-5269(2014)14-1104-05

术后辅助放疗是治疗宫颈癌的主要方法之一。传统的放疗是采用两野前后对穿照射、三野俯卧等中心照射、盒式照射技术和三维适形放疗,这种照射方法使盆腔内的膀胱和部分小肠都会受到高剂量的照射。精确的常规调强放疗(conventional intensity-modulated radiotherapy, C-IMRT)和旋转容积调强放疗(volumetric intensity-modulated arc therapy, VMAT)使宫颈肿瘤接受更加精确的照射,盆腔正常组织得到更好的保护,而且比三维适形放疗明显降低了不良反应,并有可能提高肿瘤局部控制率及生存率^[1-2]。本研究采用 Varian 公司的 Eclipse 8.6 治疗计划系统对 C-IMRT 和 VMAT2 种方法的剂量分布进行比较研究,旨在为宫颈癌术后放疗的选择提供临床参考依据。

1 对象与方法

1.1 病例选择及一般资料

采用随机抽样法选择 2012-08-01-2013-05-31 苏北人民医院收治的 12 例宫颈癌术后患者。FIGO (1970 年)分期为 I B~II A 期,其中 I B 期 2 例, I C 期 3 例, I D 期 5 例, II A 期 2 例。术后病理为中~低分化鳞癌,有高危因素需接受术后盆腔放疗。患者年龄 38~68 岁,中位年龄 57 岁。

1.2 主要设备

美国 GE 公司 16 排大孔径螺旋模拟定位 CT,美国 Varian 公司的 Eclipse 8.6 三维治疗计划系统和 IX 医用电子直线加速器。此加速器的多叶光栅由 60 对叶片组成,光栅中心 40 对叶片每片宽度在等中心位置的投影为 5 mm,两端 20 对叶片每片宽度在等中心位置的投影为 10 mm。叶片最大运动速度 2.5 cm/s,机架旋转速度为 4.8°/s。

1.3 CT 影像获取

患者均采用俯卧位,用热塑成形体模固定于有碳纤维复合板上,腹盆部自然下垂入方孔中,在患者体表和体模上做好标记。患者带定位装置在大孔径 CT 模拟机上进行增强扫描,扫描层厚为 5 mm,扫描范围包括全盆腔及上下外放 5 cm。扫描后将 CT 影像数据通过 ARIA 网络传到 Varian Eclipse 8.6 三维治疗计划系统工作站上。

1.4 靶区和危及器官勾画及剂量要求

由临床放疗医生负责勾画靶区和危及器官,靶区包括 CTV 和 PTV,其中 PTV 由 CTV 前后、左右外放 0.7 cm,上下外放 1.0 cm 而成。勾画的危及器官包括脊髓、膀胱、小肠、直肠和股骨头。医生给出的处方剂量为 50 Gy,分 25 次照射,2 Gy/次,即要求 95% 体积 PTV 最低受到 50 Gy 的剂量。危及器官的耐受剂量要求膀胱 $V_{50} \leq 50\%$,小肠 $D1 \leq 50$ Gy 直肠 $V_{40} \leq 35\%$,股骨头 $V_{50} \leq 5\%$ 。

1.5 治疗计划设计

利用美国 Varian 公司 Eclipse 8.6 三维治疗计划系统和 IX 医用直线加速器进行计划设计。C-IMRT 计划均采用 5 野共面的布野方案,调强方式是动态调强(sliding window)。采用直接优化模式,设定优化目标和约束条件,如靶区的最大剂量、最小剂量以及接受处方剂量照射的最小体积,危及器官的最大剂量或接受最大剂量照射的最大体积。通过反复调整优化条件以获得较好的结果,最后将各计划剂量均归一为 95% PTV 到 50 Gy 的剂量。

VMAT 计划的设计为共面双弧的计划,照射野峰值剂量率设定为 600 MU/min。计划设计采用双弧旋转调强技术,第 1 个治疗弧机架从 179°逆时针方向旋转至 181°,准直器角度为 10°;第 2 个治疗弧机架从 181°顺时针方向旋转至 179°,准直器角度为 350°,治疗床角度皆为 0°。根据肿瘤大小与形状准直器形状自动调整,双弧均为共面照射。VMAT 计划优化过程中未限制机器跳数(monitor unit, MU)。剂量计算均采用 AAA(anisotropic analytical algorithm,各向异性分析算法)算法,剂量计算网格大小为 2.5 mm。

1.6 治疗计划的评估

计划的评估是基于剂量分布和采用 1 cGy 和 1 cm³的分辨率生成的剂量体积直方图。比较时都归一至 95%的 PTV 接受 50 Gy 的靶区处方剂量,根据 ICRU83 号报告,采用近似最大剂量 D_2 、近似最小剂量 D_{98} 和中位剂量 D_{50} 来评估靶区剂量分布。靶区的分析指标是最大剂量 D_{max} 、最小剂量 D_{min} 、平均剂量 D_{mean} ,以及靶区剂量均匀性指数(homogeneity index, HI)和适形度指数(conformity index, CI)。

$$HI = \frac{D_2}{D_{98}}$$

$$CI = \frac{V_{t,ref}}{V_t} \times \frac{V_{t,ref}}{V_{ref}}$$

D_2 和 D_{98} 分别表示 2% 和 98% 体积的 PTV 所受照射的剂量, HI 越大表明 PTV 内部剂量分布越不均匀^[3-4]。 $V_{t,ref}$ 为参考等剂量线 (95%) 所覆盖的靶体积, V_t 为靶体积, V_{ref} 为参考等剂量线 (95%) 所覆盖的所有体积, CI 值为 0~1, CI 值越大, 表示适形度越好, CI=1 时靶区适形度最好^[5]。

用 DVH (剂量-体积直方图) 对危及器官和靶区等为对象进行比较。比较中心截面剂量的分布和靶区、危及器官的 DVH 图, 对靶区和危及器官受照剂量进行统计学分析。靶区适形度指数

1.7 统计学方法

数据采用 SPSS 13.0 进行分析, 2 种治疗计划剂量学差异采用配对 t 检验。检验水准 $\alpha=0.05$ 。

2 结果

2.1 靶区剂量分布与剂量体积直方图比较

图 1 为 1 例宫颈癌患者 2 种不同治疗计划的中心截面剂量分布, 包括横断面、冠状面和矢状面。图 2 为该患者 2 种放疗计划的 DVH 图。与 C-IMRT 计划相比, VMAT 计划中处方剂量 50 Gy 的剂量线及 95% 处方剂量线能够更好的包绕靶区, 且靶区剂量分布均匀性和适形度更好, 剂量分布更理想。

2.2 2 种治疗计划的靶区剂量参数比较

表 1 所示, VMAT 计划靶区的剂量参数要明显优于 C-IMRT 计划 ($P<0.05$), 且靶区的均匀性和适形度差异均有统计学意义, $P<0.05$ 。

2.3 2 种治疗计划的危及器官剂量参数比较

表 2 所示, VMAT 计划与 C-IMRT 计划相比, 膀胱的 D_{mean} 和 V_{20} 两者差异无统计学意义, D_{50} 、 V_{30} 和 V_{40} 均明显降低 ($P<0.05$), 且直肠的 D_5 和小肠的 D_1 也明显降低 ($P<0.05$), 其他的危及器官的剂量学参数均没有明显降低。

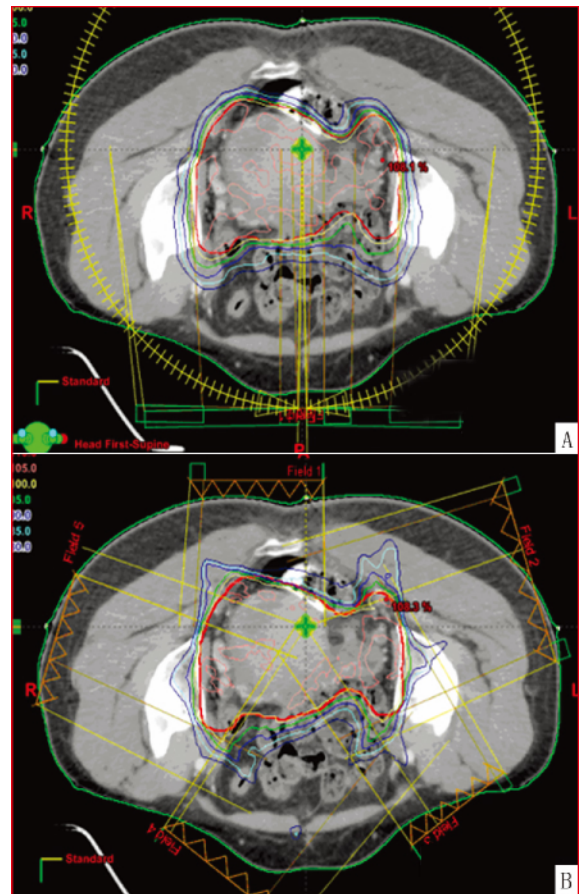
2.4 靶区周围正常组织剂量分布比较

表 3 所示, 正常组织 10 Gy 剂量对应的体积 VMAT 计划明显高于 C-IMRT 计划 ($P<0.05$), 而 30 Gy 剂量对应的体积 VMAT 计划明显低于 C-IMRT 计划, $P<0.05$; 2 种计划正常组织在 V_{20} 时相近, 剂量学差异无统计学意义。由此表明 VMAT 计划相比于 C-IMRT 计划低剂量区对应的体积较大, 随着周围受照剂量的增加, 所对应的受照体积逐渐降低, >20 Gy 时 VMAT 计划受照体积明显低于 C-IMRT 计划。

2.5 机器治疗跳数和出来时间

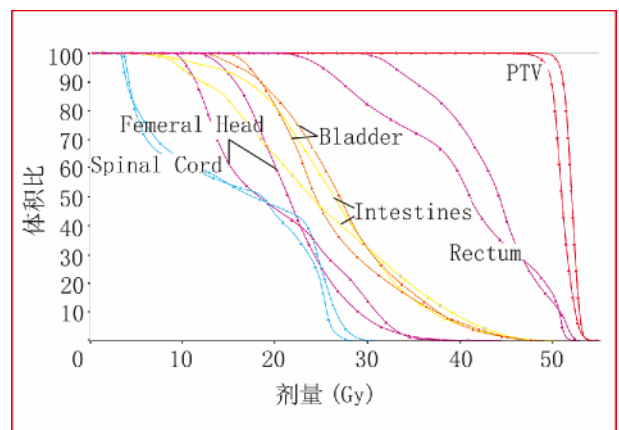
2 种计划平均 MU 分别为 1 413 和 696, VMAT

计划相比于 C-IMRT 计划 MU 平均减少了 50.7%; 2 种计划平均出束时间分别为 C-IMRT 283 s 和 VMAT 149 s, VMAT 计划相比于 C-IMRT 计划出束时间平均减少了 47.2%。VMAT 计划与 C-IMRT 计划相比减少了 MU, 缩短了治疗时间, 提高了射线利用率。



注: A. VMAT 计划; B. C-IMRT 计划; 图中红色曲线描述的是 PTV

图 1 2 种计划 PTV 中心截面剂量分布



注: ▲符号的曲线为 C-IMRT 计划; ■符号的曲线为 VMAT 计划

图 2 不同放疗计划的 DVH 对比

表 1 C-IMRT 和 VMAT 治疗计划对靶区受照剂量统计学分析

剂量参数	C-IMRT	VMAT	$\bar{x} \pm s$	t 值	P 值
D ₉₈ (Gy)	48.75±0.30	49.98±0.17	1.23±0.20	-6.290	<0.001
D ₉₅ (Gy)	49.73±0.20	50.60±0.11	0.87±0.15	-5.831	<0.001
D ₅ (Gy)	52.99±0.05	53.14±0.00	0.15±0.05	-2.937	0.019
D ₂ (Gy)	53.30±0.02	53.36±0.00	0.06±0.02	-2.873	0.021
D _{mean} (Gy)	51.51±0.13	52.06±0.03	0.56±0.12	-4.813	0.001
V ₉₅ (%)	99.20±0.20	99.90±0.00	0.70±0.20	-3.363	0.010
V ₁₀₀ (%)	92.00±1.40	97.80±0.50	5.80±1.50	-3.932	0.004
V ₁₀₅ (%)	18.90±3.00	31.00±0.90	12.10±2.10	-5.772	<0.001
CI	0.79±0.02	0.86±0.01	0.06±0.01	-6.247	<0.001
HI	0.15±0.01	0.11±0.01	-0.04±0.01	8.000	<0.001

表 2 C-IMRT 和 VMAT 治疗计划对危及器官受照剂量对比结果

剂量参数	C-IMRT	VMAT	$\bar{x} \pm s$	t 值	P 值
膀胱					
D _{mean} (Gy)	31.75±1.19	31.37±1.27	-0.38±0.43	0.866	0.411
D ₅₀ (Gy)	32.07±1.31	30.22±1.46	-1.84±0.28	6.520	<0.001
V ₂₀ (%)	86.60±2.90	89.70±1.90	3.10±3.10	-1.008	0.343
V ₃₀ (%)	52.50±5.20	48.10±5.50	-4.40±0.80	5.484	0.001
V ₄₀ (%)	24.70±4.80	22.60±4.10	-2.10±0.70	2.987	0.017
直肠					
D _{mean} (Gy)	42.40±0.03	41.85±0.59	-0.55±0.58	0.948	0.371
D ₅ (Gy)	50.61±0.20	50.92±0.23	0.31±0.04	-7.982	<0.001
V ₄₀ (%)	73.70±2.40	63.60±3.50	-10.10±5.90	1.713	0.125
小肠					
D _{max} (Gy)	50.25±0.04	50.33±0.31	0.08±0.27	-0.300	0.772
D ₁ (Gy)	46.53±0.13	46.08±0.23	-0.45±0.11	4.148	0.003
D ₅₀ (Gy)	25.89±0.59	27.62±0.46	1.73±0.19	-8.897	<0.001
D _{mean} (Gy)	27.09±0.55	28.20±0.47	1.11±0.17	-6.504	<0.001
股骨头					
D ₁ (Gy)	37.95±1.13	38.52±0.87	0.57±0.30	-1.872	0.098
D ₅ (Gy)	34.56±1.07	35.02±1.11	0.45±0.50	-0.899	0.395
脊髓					
D _{max} (Gy)	28.50±0.38	28.69±1.37	0.19±1.06	-0.183	0.859
D ₁ (Gy)	27.20±0.35	27.40±1.32	0.20±0.99	-0.202	0.845

表 3 C-IMRT 和 VMAT 治疗计划对正常组织低剂量受照体积对比 (cm³)

项目	C-IMRT	VMAT	$\bar{x} \pm s$	t 值	P 值
V ₁₀	7 428.3±492.1	8 945.3±664.2	1 517.0±208.2	-7.287	<0.001
V ₂₀	5 322.0±379.5	5 190.7±510.2	-131.3±136.0	0.966	0.362
V ₃₀	2 506.3±140.0	2 129.3±197.3	-377.0±72.4	5.208	0.001

3 讨论

VMAT 是一种全新的 IMRT 技术,它与 C-IMRT 相比,除了多叶光栅运动速度、剂量率可变外,机架在旋转 360°时,共有 177 个控制点组成,机架旋转 1 周约需 75 s。VMAT 与 C-IMRT 技术相比较的优点是在不降低剂量分布的同时,进一步减少治疗时间和 MU,从而提高靶区生物效应和单位时间内患者的治疗数量,另外由于 MU 数明显减少,进一步降低了加速器辐射头内的散射线数量,理论上降低了二次致癌概率^[6-7]。本研究所有患者均采用俯卧位,并用专用体

膜固定在有孔腹部定位装置上,该定位装置在腹部位置处有一个圆形孔,当患者腹部置于孔的位置时,由于重力的作用,更多的直肠、膀胱可以下垂于孔中,这样就减少了危及器官受照的体积和剂量。随着 VMAT 技术的发展,VMAT 表现出更优于 C-IMRT 的剂量分布。近年来,在前列腺癌^[8]、直肠癌^[9]和子宫内膜癌^[10]等剂量学研究中,都报道了该技术的优越性。

本研究结果表明,在宫颈癌术后放疗中,VMAT 和 C-IMRT 技术均能满足临床靶区覆盖的要求,但 VMAT 计划的靶区剂量均匀性和适形度要优于 C-IMRT 计划,且 VMAT 计划降低了膀胱、直肠和小

肠等危及器官的剂量。VMAT 技术同样显示,较 C-IMRT 技术更好的靶区均匀性和适形度,并能更好地保护正常组织,减少膀胱和小肠的毒性。PTV 研究结果显示,VMAT 计划的均匀性指数和适形度指数(0.11 和 0.86)均优于 C-IMRT 技术(0.15 和 0.79);危及器官研究结果显示,VMAT 与 C-IMRT 相比,膀胱的 V_{30} 、 V_{40} 、小肠的 D_1 明显下降了,小肠的 D_{50} 和 D_{mean} 却显著增加。其他研究也报道了类似的结果^[11-12]。

有研究结果表明,VMAT 计划可明显减少正常组织的剂量和提供较好的靶区覆盖率,同时能减少治疗时间^[13-14]。应用双弧设计的 VMAT 计划,达到或优于 C-IMRT 计划的靶区剂量分布和相当的危及器官受量。VMAT 与 C-IMRT 设计方法方面有较大差异。C-IMRT 一般情况下采用共面等角奇数布野、利用优化模板基本可在较短时间内得到较为满意的剂量分布,可调节对象为机架角度、准直器角度和多叶光栅等。VMAT 计划优化设计时可调节因素较多,如治疗弧度数、准直器角度、MLC 速度、剂量率等。因此,如何做好一个 VMAT 计划,涉及到布野需要几个弧、旋转起始角度、准直器角度、治疗床角度、二级准直器位置和大小、优化限制条件设置、优化权重设置和优化过程控制等多个因素,相同病例计划设计需要比 C-IMRT 花费更多的时间才能达到临床要求。如何提高 VMAT 计划设计的工作效率,在保证靶区剂量的情况下尽量降低危及器官和正常组织的受量仍需进一步探索和研究^[15-16]。

总之,本研究结果显示,VMAT 技术在宫颈癌术后放疗中,具有相对于 C-IMRT 技术有明显的剂量学优势,患者治疗时间明显缩短,MU 数显著降低,但其临床疗效还需进一步临床观察,在综合条件允许的情况下可推荐使用 VMAT 技术。

参考文献

- [1] 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(7): 1330-1337.
- [2] Portelance L, Chao C, Grisby PW, 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(5): 261-266.
- [3] Ezzell GA, Galvin JM, Low D, et al. Guidance document on deliv-

ery, treatment planning, and clinical implement of IMRT: report of the IMRT subcommittee of the AAPM radiation therapy committee[J]. Med Phys, 2003, 30(8): 2089-2115.

- [4] Liu HH, Wang XC, Dong L, et al. Feasibility of sparing lung and other thoracic structures with intensity-modulated radiotherapy for non-small-cell lung cancer[J]. Int J Radiat Oncol Biol Phys, 2004, 58(4): 1268-1279.
- [5] Bragg CM, Conway J, Robinson MH. The role of intensity-modulated radiotherapy in the treatment of parotid tumors[J]. Int J Radiat Oncol Biol Phys, 2002, 52(3): 729-738.
- [6] Wang JZ, Li XA, D'Souza WD, et al. Impact of prolonged fraction delivery times on tumor control probability: a review of caution for IMRT[J]. Int J Radiat Oncol Biol Phys, 2003, 57(6): 543-552.
- [7] Morgan WF, Naqvi SA, Yu C, et al. Dose the time required to deliver IMRT reduce its biological effectiveness[J]. Int J Radiat Oncol Biol Phys, 2002, 54(8): 222-226.
- [8] Liu YM, Shiau CY, Lee ML, et al. The role and strategy of imrt in radiotherapy of pelvic tumors: dose escalation and critical organ sparing in prostate cancer[J]. Int J Radiat Oncol Biol Phys, 2007, 67(4): 1113-1123.
- [9] 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.
- [10] Lian J, Mackenzie M, Joseph K, et al. Assessment of extended-field radiotherapy for stage III C endometrial cancer using three-dimensional conformal radiotherapy, intensity-modulated radiotherapy, and helical tomotherapy[J]. Int J Radiat Oncol Biol Phys, 2008, 70(3): 935-943.
- [11] 钱立庭, 金大伟, 刘新帆, 等. 宫颈癌术后辅助性放疗不同照射技术的剂量学研究[J]. 中华放射肿瘤学杂志, 2005, 14(6): 483-486.
- [12] 肖锋, 宋晖, 魏丽春, 等. 宫颈癌调强放疗膀胱受照剂量的评价[J]. 中华肿瘤防治杂志, 2011, 18(6): 463-465.
- [13] Palma D, Vollans E, James K, et al. Volumetric modulated arc therapy for delivery of prostate radiotherapy: comparison with intensity-modulated radiotherapy and three-dimensional conformal radiotherapy[J]. Int J Radiat Oncol Biol Phys, 2008, 72(4): 996-1001.
- [14] Cozzi L, Dinshaw KA, Shrivastava SK, et al. A treatment planning study comparing volumetric arc modulation with RapidArc and fixed field IMRT for cervix uteri radiotherapy[J]. Radiother Oncol, 2008, 89(9): 180-191.
- [15] 魏丽春, 石梅. 宫颈癌根治性放疗中三维适形调强放疗技术的应用[J]. 中华肿瘤防治杂志, 2010, 17(17): 1387-1390.
- [16] 冯梅, 郭爱华, 蔡勇君, 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.

收稿日期: 2014-02-10 修回日期: 2014-04-01

(编辑: 张焜)