

## 临床研究

## 宫颈癌术后三维适形放疗和共面等分设野调强放疗计划的对比分析

蒋军<sup>1</sup>,张利文<sup>1</sup>,廖珊<sup>2</sup>,黄荣<sup>1</sup>广东省佛山市第一人民医院<sup>1</sup>肿瘤中心放疗科,<sup>2</sup>统计室,广东 佛山 528000

**摘要:**目的 探讨宫颈癌术后三维适形放射治疗(3D-CRT)和共面等分设野调强放射治疗(IMRT)计划靶区及其周围危及器官受照剂量的差异。方法 随机选择10例宫颈癌术后患者,进行CT扫描、靶区和危及器官的勾画,处方剂量50 Gy。分别进行3D-CRT和共面等分设野IMRT计划设计,计算靶区剂量均匀度指数(HI)、适形度指数(CI)、最大受照剂量、最小受照剂量、平均受照剂量和危及器官照射体积等并对结果进行比较分析。结果 5F-IMRT、7F-IMRT和9F-IMRT在靶区适形度方面明显优于3D-CRT;在危及器官(膀胱V30、V40、V50,小肠V50和直肠V30、V40、V50)保护方面,5F-IMRT、7F-IMRT和9F-IMRT明显优于3D-CRT, $P<0.05$ 。而各IMRT计划之间差异无统计学意义, $P>0.05$ 。结论 宫颈癌术后辅助放疗共面等分IMRT计划无论在靶区适形度还是正常组织保护方面均优于3D-CRT,同时也证实7野或9野IMRT未必较5野获益更多。5野与7、9野的IMRT相比,在治疗时间及费用方面有独特的优势,值得在临床上推广。

关键词:宫颈癌;放射疗法;适形;调强;辅助

中图分类号:R818.02 文献标志码:A 文章编号:1673-4254(2012)08-1201-05

doi: 10.3969/j.issn.1673-4254.2012.08.30 <http://www.cnki.net/kcms/detail/44.1627.R.20120716.1152.031.html>

## Dosimetric study of postoperative 3-dimensional conformal radiotherapy and coplanar decile intensity-modulated radiotherapy for cervical cancer

JIANG Jun<sup>1</sup>, ZHANG Liwen<sup>1</sup>, LIAO Shan<sup>2</sup>, HUANG Rong<sup>1</sup><sup>1</sup>Radiotherapy Department of Tumor Center, <sup>2</sup>Department of Statistics, Foshan First People's Hospital, Foshan 528000, China

**Abstract: Objective** To compare the difference of the dose distribution in clinical target volume and organ at risk (OAR) between coplanar decile field intensity-modulated radiotherapy (IMRT) and conventional three-dimensional conformal radiotherapy (3D-CRT) for postoperative radiotherapy of cervical cancer. **Methods** Ten postoperative patients with cervical cancer were selected randomly to undergo CT scan and planning target volume (PTV) and OAR contouring. 3D-CRT and coplanar decile IMRT planning was performed for each patient with a prescribed dose of 50 Gy. The homogeneity index (HI), conformity index (CI), maximum dose, minimum dose, mean dose of PTV, and irradiated volume of OARs were calculated and the results were compared. **Results** 5-field IMRT, 7-field IMRT and 9-field IMRT plans had a significant better conformity index (CI) of PTV compared with 3D-CRT ( $P<0.05$ ). Compared with 3D-CRT plans, V30, V40, and V50 of the bladder, V50 of the small bowel, and V30, V40, and V50 of the rectum in the coplanar decile IMRT plans were all significantly reduced ( $P<0.05$ ) but showed no significant differences among the IMRT plans ( $P>0.05$ ). **Conclusion** Coplanar decile IMRT plans is superior to 3D-CRT plan in terms of the conformity index (CI) of the PTV and sparing the bladder, rectum and small bowel. Seven-field and 9-field IMRT do not warrant more benefits than 5-field IMRT, and the latter can significantly reduce the treatment time and costs.

**Key words:** cervical neoplasms; radiotherapy; conformal; intensity-modulated; adjuvant

宫颈癌是女性最常见的恶性肿瘤之一,居我国妇女恶性肿瘤的首位,严重威胁着妇女的健康。放射治疗是宫颈癌的有效治疗手段之一。但小肠是宫颈癌盆腔放射治疗的主要剂量限制器官,有报道即使使用小于45~50 Gy剂量的常规照射时,严重的小肠晚期并发症仍然很高(5%~15%),在采用更高剂量或患者消瘦、有吸烟史或有盆腔感染病史时,放射损伤的发生率就更高<sup>[1]</sup>;另一

方面,术后由于小肠落入盆腔,导致小肠受照体积增大,则更易引起小肠副反应的发生,采用更能保护正常组织的照射技术是十分必要的。

减少治疗体积的最简单的方法是适形放疗,调强放射治疗技术(IMRT)是在三维适形技术(3D-CRT)的基础上发展起来的一种精确放射治疗技术,目前越来越广泛地应用于临床,其优势是增加肿瘤放射剂量,减少正常组织器官受照体积和剂量,从而达到提高肿瘤局部控制率,减少放射损伤。

收稿日期:2012-06-07

基金项目:广东省医学科研基金(A2012639)

作者简介:蒋军,副主任医师,E-mail: jjun@fsyy.com

本研究对在2011年广东省佛山市第一人民医院肿瘤中心放疗科住院的10例宫颈癌术后患者采用共面等分设野方式,用治疗计划系统对3D-CRT和IMRT数种方法的剂量分布指标进行比较研究,旨在说明不同技术在宫颈癌术后靶区的剂量分布和对正常组织影响的差别,为宫颈癌术后放射治疗提供临床参考。

## 1 资料与方法

### 1.1 一般资料

随机选取2011年在广东省佛山市第一人民医院肿瘤中心放疗科住院的10例宫颈癌术后患者,年龄38~61岁,中位年龄50岁。术后病理证实有盆腔淋巴结转移,无远处转移,且无放疗禁忌症。按2009 FIGO分期标准: I A期2例, I B期7例, II A期1例。放疗前行模拟CT增强扫描,对定位CT图像进行分析。

### 1.2 方法

全部病例均采用仰卧位,双手互握肘关节置头顶,双腿自然并拢,用热塑成形体膜固定,在患者体表和体膜上做好标记。带定位装置在CT模拟机上进行增强扫描(扫描前1 h均先排空膀胱后再口服500 ml矿泉水),扫描层厚为5 mm,扫描范围从L2椎体到坐骨结节下缘下5 cm。扫描后将CT影像数据通过网络传到三维治疗计划系统工作站上。

### 1.3 靶区勾画

根据美国放射治疗肿瘤学组(RTOG)子宫颈癌术后放疗临床靶体积(CTV)勾画指南<sup>[2]</sup>勾画CTV。CTV包括盆腔淋巴结区(髂总、髂内和髂外)、近端3 cm阴道和阴道旁组织。范围为上界达第4~5腰椎间、下界达闭孔下缘水平。对于宫颈肌层受侵患者,还包括骶前淋巴结区。CTV边缘外放1 cm形成计划靶体积(PTV)。在PTV所在层面以及上下边缘各外放2 cm范围内勾画小肠+结肠(勾画为一个结构,并命名为small bowel)、膀胱、直肠和正常组织。正常组织的定义为整个人体轮廓内体积减去CTV。

### 1.4 治疗计划设计

由同一位医生勾画靶区,并和同一位物理师采用Eclipse TPS设计治疗计划。对每一位患者相同PTV分别设计3D-CRT(正向)和IMRT(逆向)计划。IMRT计划均采用共面等分5野(主野方向0°、72°、144°、216°、288°)、7野(主野方向0°、51°、103°、154°、206°、257°、309°)、9野(主野方向0°、40°、80°、120°、160°、200°、240°、280°、320°)共面的布野方案,为X射线,能量6 MV。IMRT方式是动态调强。

为便于比较,每位患者的调强计划设定相同的优化目标和约束条件,如靶区的最大剂量、最小剂量,危及器官的最大剂量或接受最大剂量照射的最大体积等。最后

将计划剂量均归一为95%以上体积的PTV达到50 Gy的剂量。3D-CRT的设计,采用四野盒式照射(0°、90°、180°、270°),用MLC适形。通过反复调整各个射野的权重选取最佳的且能够满足PTV处方剂量要求(95% PTV 50 Gy)。最后计算PTV和危及器官的DVH图。

### 1.5 治疗计划的评估

比较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及体积进行对比分析。靶区剂量的分析指标为最大剂量 $D_{max}$ 、最小剂量 $D_{min}$ 、平均剂量 $D_{mean}$ ,以及靶区剂量均匀度指数(HI)<sup>[3]</sup>和适形度指数(CI)<sup>[4]</sup>。其中, $HI=D5/D95$ ,D5表示5% PTV接受的最低剂量;D95表示95% PTV接受的最低剂量,即处方剂量。HI值越低(接近1),表示靶区剂量均匀性越好。CI计算公式可表示为 $CI=Vt,ref/Vt \times Vt,ref/Vref$ ,Vt,ref为参考等剂量线(95%)所覆盖的靶体积,Vt为靶体积,Vref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。因膀胱、直肠、小肠的毒性反应发生的概率与受照体积有关,所以比较接受10 Gy、20 Gy、30 Gy、40 Gy、50 Gy剂量照射的体积百分比(V10、V20、V30、V40、V50),股骨头也用同样的方法进行比较。

### 1.6 统计学方法

采用SPSS 13.0软件对结果进行统计处理。正态性检验采用shapiro-wilk检验法,符合正态分布的计量资料以均数±标准差表示,组间比较采用单因素方差分析;不符合正态分布的计量资料用非参数检验,左、右股骨头V40属偏态分布,以中位数(下四分位数~上四分位数)表示,组间比较采用非参数检验。 $P<0.05$ 为差异有统计学意义。

## 2 结果

### 2.1 靶区的剂量学比较

图1、2给出了其中1例患者,在不同照射技术情况下,不同的剂量分布图和DVH图。

图1显示了3D-CRT、5F-IMRT、7F-IMRT和9F-IMRT放射治疗计划中靶区某一横断面的等剂量曲线分布。从图1中横截面CT图像可以看出,3D-CRT的95%的等剂量线分布近似方形,围绕在PTV周围,临近的大部分膀胱、直肠都处在高剂量区内。而各IMRT计划95%的等剂量线则能很好地与PTV适形,这样就大大地减少了膀胱、直肠的受照体积和剂量。图2为不同计划的DVH图。从PTV的DVH图上可以看出,各计划PTV曲线相互重叠,难以分辨,显示PTV  $D_{max}$ ,PTV  $D_{mean}$ 等差异不明显。从危及器官(OAR)的DVH图可以看出,各IMRT计划中,膀胱、直肠V30、V40、V50及小肠V50均比3D-CRT计划明显减少,提示IMRT计划

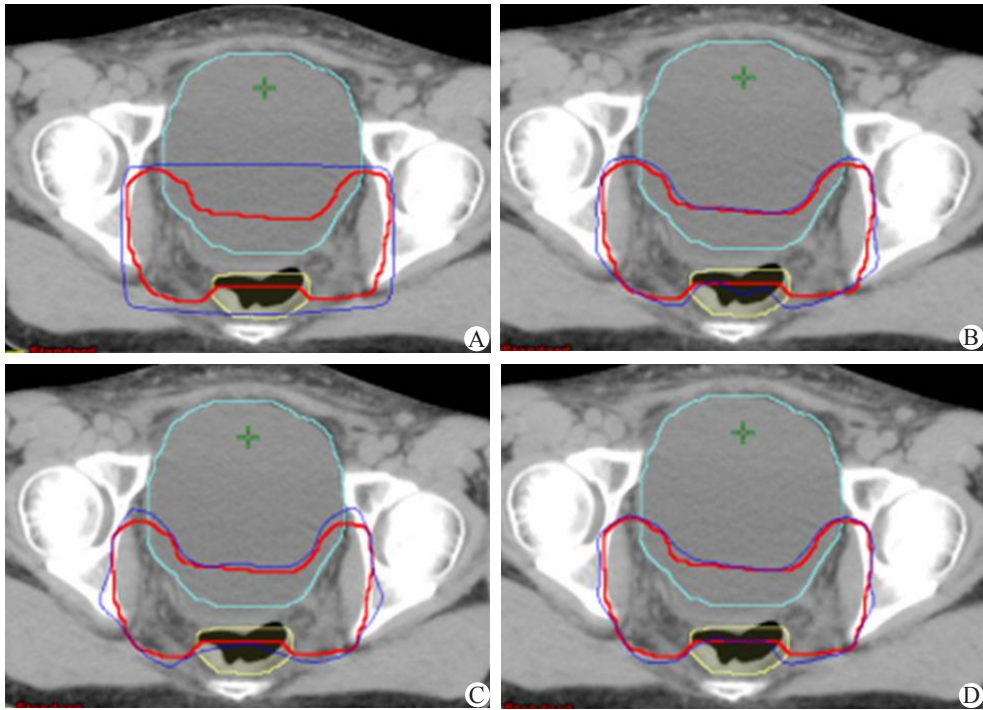


图1 不同照射技术PTV 某一截面的剂量分布比较图  
 A: 3D-CRT; B: 5F-IMRT; C: 7F-IMRT; D: 9F-IMRT  
 图中膀胱是浅蓝色、直肠是黄色、PTV 是红色, 95%等剂量曲线是深蓝色  
 Fig.1 PTV isodose distribution for different radiotherapy regimens.

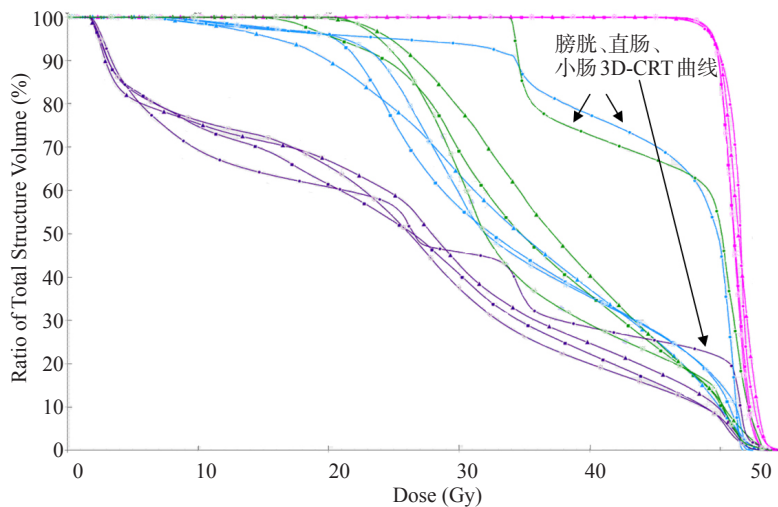


图2 不同照射技术靶区和危及器官DVH 比较图  
 PTV(粉红色)、膀胱(绿色)、直肠(蓝色)、小肠(紫色)  
 Fig.2 DVHs of the PTV and OAR for different radiotherapy regimens.

与3D-CRT计划在OARs受照射体积或剂量上存在较为明显的差异。可以看出,IMRT技术明显优于传统的3D-CRT技术,它能够很好地实现剂量分布与靶区形状高度一致,同时对周围的膀胱、直肠、小肠等危及器官均有较好的保护作用。

IMRT和3D-CRT计划中PTV的放射物理学参数的比较见表1。其中,PTV  $D_{max}$ , PTV  $D_{min}$ , PTV  $D_{mean}$ 和HI在3D-CRT、5F-IMRT、7F-IMRT和9F-IMRT计划之间的比较,其P值均大于0.05,差异没有统计学意义;对于

靶区适形指数CI,IMRT计划要明显优于3D-CRT计划,各计划中5F-IMRT、7F-IMRT和9F-IMRT的适形指数CI值同3D-CRT比较差异有统计学意义(P值均为0.00)。5F-IMRT、7F-IMRT和9F-IMRT的适形指数CI值两两比较中,5F-IMRT和9F-IMRT有统计学意义(P值为0.02),其余两组5F-IMRT和7F-IMRT及7F-IMRT和9F-IMRT的两两比较,差异无统计学意义,P值均>0.05。

### 2.2 OAR 的影响

不同计划中危险器官所受照射体积比较见表1。

表1 不同照射技术对靶区和危及器官受照剂量和体积的统计学分析  
Tab.1 Dose and volume of PTV and OAR for different radiotherapy regimens

组别	3D-CRT	5F-IMRT	7F-IMRT	9F-IMRT	<i>F</i>	$\chi^2$	<i>P</i>
PTV $D_{max}$ (Gy)	5429.38±157.28	5553.81±144.47	5528.71±101.21	5515.16±106.27	1.39		0.27
PTV $D_{min}$ (Gy)	4285.59±322.80	3319.55±886.45	3493.09±945.25	3504.14±918.67	2.27		0.10
PTV $D_{mean}$ (Gy)	5097.29±53.35	5122.75±88.76	5134.46±40.01	5122.70±56.62	0.51		0.68
HI	1.08±0.01	1.08±0.02	1.07±0.01	1.07±0.01			
CI	0.57±0.04	0.78±0.03	0.83±0.04	0.84±0.04	1.99		
左股骨头(%)							
V10	97.81±2.97	97.30±5.22	99.27±1.33	99.97±0.09	85.01		0.00
V20	88.80±6.47	80.96±21.21	48.82±9.90	78.79±24.00	1.31		0.29
V30	11.21±8.44	21.32±15.99	6.97±4.48	14.79±4.66	8.45		0.00
V40	3.22(0.32~8.24)	0.92(0.39~2.32)	0.00(0.00~1.28)	0.37(0.00~1.70)	3.20		0.04
右股骨头(%)							
V10	94.01±12.67	99.01±2.47	98.91±2.08	100.00±0.00	1.36		0.06
V20	84.78±17.57	87.99±8.73	50.03±13.21	85.17±13.80	13.87		0.28
V30	11.68±9.01	23.18±15.81	8.44±4.42	14.62±4.91	3.42		0.00
V40	4.05(0.03~9.64)	0.71(0.00~2.90)	0.14(0.00~1.01)	0.38(0.01~2.03)	4.16		0.03
膀胱(%)							
V10	100.00±0.00	100.00±0.00	100.00±0.00	100.00±0.00	7.97	7.56	0.26
V20	100.00±0.00	97.90±2.62	97.27±2.66	99.76±0.42	24.04		0.02
V30	100.00±0.00	81.53±11.13	77.55±9.67	81.33±13.87	10.84		0.00
V40	78.74±12.21	48.00±9.36	42.57±10.39	39.12±9.63	0.33		0.00
V50	47.25±24.72	12.82±6.83	15.40±7.47	15.28±9.08	0.12		0.00
小肠(%)							
V10	69.83±9.78	73.16±9.01	73.24±9.77	74.33±9.79	1.18		0.80
V20	60.75±8.61	62.81±8.16	60.30±9.48	61.00±9.15	1.21		0.95
V30	44.44±7.58	39.22±6.38	38.68±7.17	39.14±7.23	7.18		0.34
V40	25.29±6.43	22.30±4.91	21.14±5.55	20.16±5.87	0.06		0.32
V50	16.91±6.53	7.51±4.06	8.08±3.98	7.00±4.89	1.92		0.00
直肠(%)							
V10	98.79±2.29	98.27±2.55	98.52±2.51	98.53±2.45	6.46	4.00	0.98
V20	97.43±2.85	93.70±3.64	94.90±3.43	94.57±3.09	7.48		0.15
V30	95.67±3.02	74.33±14.52	70.33±16.16	69.94±16.11	16.78		0.00
V40	85.32±5.15	55.13±20.36	48.85±19.71	49.06±21.58			0.00
V50	49.58±15.39	12.21±9.28	15.56±11.73	16.44±11.17			0.00

膀胱受照射V10,小肠受照射V10、V20、V30、V40,直肠受照射V10、V20,左股骨头受照射V10,右股骨头受照射V10,在3D-CRT、5F-IMRT、7F-IMRT和9F-IMRT各计划比较中差异无统计学意义( $P>0.05$ )。对于左、右股骨头V40,由于方差不齐,改用秩和检验,左、右股骨头V40  $\chi^2$  值分别为 7.564, 3.996,  $P$  值分别为 0.056, 0.262。用中位数表示,其中3D-CRT左股骨头V40 3.22(0.32~8.24)、右股骨头V40 4.05(0.03~9.64),5F-IMRT左股骨头V40 0.92(0.39~2.32)、右股骨头V40 0.71(0.00~2.90),7F-IMRT左股骨头V40 0.00(0.00~1.28)、右股骨头V40 0.14(0.00~1.01),9F-IMRT左股骨头V40 0.37(0.00~1.70)、右股骨头V40 0.38(0.01~2.03)。可

以看出等分设野5野、7野、9野IMRT技术中位数值仍明显优于3D-CRT。

对于膀胱V20在3D-CRT和7F-IMRT计划比较差异有统计学意义( $P<0.05$ ),其余计划两两比较差异无统计学意义( $P>0.05$ ),V30、V40及V50在各IMRT间计划差异无统计学意义( $P>0.05$ ),但均明显低于3D-CRT,V30、V40及V50体积减少( $P<0.05$ )。

小肠V50在各IMRT间计划差异无统计学意义( $P>0.05$ ),但均明显低于3D-CRT,V50体积减少( $P<0.05$ );直肠V30、V40及V50在各IMRT间计划差异无统计学意义( $P>0.05$ ),但均明显低于3D-CRT,V30、V40及V50体积减少( $P<0.05$ );左、右股骨头的V20 7F-IMRT计划

均优于3D-CRT、5F-IMRT和9F-IMRT计划( $P<0.05$ ), V30 7F-IMRT计划均优于5F-IMRT计划( $P<0.05$ )。

### 3 讨论

宫颈癌放疗范围常包括盆腔淋巴结。盆腔淋巴结放疗的照射野中包含了大容积的小肠,可能产生显著的急、慢性副作用。子宫切除术后肠管进入髂淋巴引流区与阴道残端上方之间的区域,使得子宫切除术后患者与有完整子宫和宫颈的患者相比,小肠的受照体积更大。随机试验表明术后放疗患者比单纯手术患者的副反应大。全盆腔IMRT可以降低危及器官的照射剂量<sup>[5-6]</sup>和不良反应<sup>[7-9]</sup>。

然而,目前商业上IMRT计划软件包可以优化束流强度,但不能优化射束数目和方向。尽管有人提出实现IMRT最佳适形性的理论设野数目是7~9个,只有很少作者支持这种推测。Roeske等<sup>[7]</sup>认为:在超过9个照射野时,也不能明显地提高剂量的适形性。Portelance等<sup>[5]</sup>总结出:与4野IMRT相比,9野IMRT计划没有减少正常组织的受照剂量。对于此存在的争议,本研究选取了宫颈癌术后辅助放疗以排除靶区和处方剂量不同所造成的差异。采用设计简单省时、容易掌握的共面等分设野方式。针对5F-IMRT、7F-IMRT和9F-IMRT计划与3D-CRT计划等多种方法的剂量分布指标进行比较研究。

本研究结果表明,5F-IMRT、7F-IMRT和9F-IMRT在靶区适形度方面明显优于3D-CRT;在危及器官(膀胱V30、V40、V50,小肠V50和直肠V30、V40、V50)保护方面,5F-IMRT、7F-IMRT和9F-IMRT也明显好于3D-CRT。可见,IMRT在靶区适形度及在直肠、膀胱、小肠等的保护方面均优于3D-CRT,与文献报道相似<sup>[10]</sup>。IMRT克服了传统外照射定位不精确的不足,实现了靶区与处方剂量区的三维适形,减少了靶区周围正常组织的照射体积,为提高靶区剂量及减少对周围正常组织的照射提供了可能。因此,有条件的单位,对于宫颈癌术后行辅助放疗的患者,应积极推荐采用IMRT技术,提高治疗增益比。

在5F-IMRT、7F-IMRT和9F-IMRT各IMRT计划比较中,其靶区均匀性(HI)和危及器官(膀胱V10、20、30、40、50,小肠V10、20、30、40、50,直肠V10、20、30、40、50)受照体积等方面无差异,提示随着调强野数的增加,靶区的均匀性未见明显的增加,小肠、膀胱和直肠等受照体积并未见明显减少。虽然9F-IMRT计划较5F-IMRT计划在适形指数(CI)方面有优势( $P$ 值为0.02)。即随着野数的增加,靶区的适形程度有可能提高。但治疗时间及费用却明显增多,而且机器跳数MU也相应增加,显然增加照射野不具有经济性。并且,子野数目过多,使得患者治疗时间延长,治疗中器官移动会引起较大剂量

误差和由于机器跳数的增加会增加透射和漏射线剂量引起的计量误差。有研究认为,在IMRT照射中,增加的照射野增加了机器的跳数,使正常组织受到了低剂量照射的体积增加,可能有不利的远期影响<sup>[11-12]</sup>, David等<sup>[13-14]</sup>对此也进行了深入探讨。同样,有文献报道:4~5野的IMRT可以缩短治疗时间,保证治疗时内部器官的一致状态,并提高病人耐受性<sup>[15]</sup>。因此,利用MLC进行IMRT时,子野数的合理选择具有重要意义,在满足剂量分布要求的情况下,应尽可能减少子野数。

从表1中还可以看出,小肠V30、40在IMRT计划中比在3D-CRT计划中有减少,但差异无统计学意义。可能与患者行模拟CT扫描前饮水后膀胱充盈推移小肠到盆腔外有关,或许与病例数少,未达到统计学意义。需进一步研究;左、右股骨头的V20 7F-IMRT计划优于3D-CRT、5F-IMRT和9F-IMRT计划,V30 7F-IMRT计划优于5F-IMRT计划,差异有统计学意义。V30 7F-IMRT计划较3D-CRT和9F-IMRT计划及V40 7F-IMRT计划较3D-CRT、5F-IMRT和9F-IMRT计划左右股骨头受照体积也有减少。或许7F-IMRT计划在股骨头保护方面较3D-CRT、5F-IMRT和9F-IMRT计划有优势;另外,虽然左、右股骨头V40在3D-CRT、5F-IMRT、7F-IMRT和9F-IMRT各计划中差异无统计学意义,但5F-IMRT、7F-IMRT和9F-IMRT计划中位数仍明显优于3D-CRT计划。值得一提的是,靶区的PTV  $D_{max}$ 、PTV  $D_{min}$ 、PTV  $D_{mean}$ 和HI在3D-CRT、5F-IMRT、7F-IMRT和9F-IMRT计划之间的差异不明显。

综上所述,宫颈癌术后辅助放疗,共面等分IMRT技术不仅简单易行,而且无论在靶区适形度还是正常组织保护方面均优于3D-CRT,同时也证实7F-IMRT或9F-IMRT未必较5F-IMRT获益更多。和7、9野的IMRT相比,5F-IMRT计划设计和治疗时间明显减少,也明显降低了患者的治疗费用,值得在临床上推广。

### 参考文献:

- [1] Eifel PJ, Jhingran A, Bodurka DC, et al. Correlation of smoking history and other patient characteristics with major complications of pelvic radiation therapy for cervical cancer [J]. *J Clin Oncol*, 2002, 20: 3651-7.
- [2] Small JW, Mell LK, Anderson P, et al. Consensus guidelines for delineation of clinical target volume for Intensity-Modulated pelvic radiotherapy in postoperative treatment of endometrial and cervical cancer [J]. *Int J Radiat Oncol Biol Phys*, 2008, 71(2): 428-34.
- [3] Baglan KL, Frazier RC, Yan D, et al. The dose-volume relationship of acute small bowel toxicity from concurrent 5-FU-based chemotherapy and radiation therapy for rectal Cancer [J]. *Int J Radiat Oncol Biol Phys*, 2002, 52(1): 176-83.

(下转1210页)

- 皮肤科杂志, 1997, 1: 48-9.
- [5] 金学洙, 李福秋, 夏建新, 等. 吉林省一例甄氏外瓶霉所致暗色丝孢霉病[J]. 中华皮肤科杂志, 1996, 29(5): 356.
- [6] 于 淞, 冯高章, 韩生一, 等. 甄氏外瓶霉所致皮肤、泪腺和眼暗孢霉病[J]. 中华皮肤科杂志, 1985, 18(4): 175.
- [7] 郑 强. 颜面甄氏外瓶霉所致暗色丝孢霉病[J]. 哈尔滨医科大学学报, 1988, 22(3): 206-8.
- [8] Arakaki O, Asato Y, Yagi N, et al. Phaeohyphomycosis caused by *Exophiala jeanselmei* in a patient with polymyalgia rheumatica [J]. J Dermatol, 2010, 37(4): 367-73.
- [9] Lief MH, Caplivski D, Bottone EJ, et al. *Exophiala jeanselmei* infection in solid organ transplant recipients: report of two cases and review of the literature[J]. Transpl Infect Dis, 2011, 13(1): 73-9.
- [10] Nomura M, Maeda M, Seishima M. Subcutaneous phaeohyphomycosis caused by *Exophiala jeanselmei* in collagen disease patient[J]. J Dermatol, 2010, 37(12): 1046-50.
- [11] Aranegui B, Feal C, Garcia CP, et al. Subcutaneous phaeohyphomycosis caused by *Exophiala jeanselmei* treated with wide surgical excision and posaconazole: case report[J]. Int J Dermatol, 2011, doi: 10.1111/j.1365-4632.2011.04877.x. [Epub ahead of print]
- [12] Badali H, Najafzadeh MJ, van Esbroeck M, et al. The clinical spectrum of *Exophiala jeanselmei*, with a case report and in vitro antifungal susceptibility of the species [J]. Med Mycol, 2010, 48(2): 318-27.
- [13] 王端礼, 李若瑜, 王爱平, 等. 致病性着色真菌生态学研究[J]. 中华皮肤科杂志, 1994, 27: 229-30.
- [14] 李若瑜, 王端礼. 暗色真菌感染和暗色真菌[M]. 北京: 人民卫生出版社, 2005, 316.

(编辑:孙昌朋)

(上接1205页)

- [4] Weiss E, Jeffrey VS, Keall PJ. An analysis of 6-MV versus 18-MV photon energy plans for intensity-modulated radiation therapy (IMRT) of lung cancer[J]. Radiother Oncol, 2007, 82(1): 55-62.
- [5] Lorraine P, Clifford CS, Grigsby 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(1): 261-6.
- [6] Heron DE, Gerszten K, Selvaraj RN, et al. Conventional 3D conformal versus intensity-modulated radiation therapy for the adjuvant treatment of gynecologic malignancies: a comparative dosimetric study of dose volume histograms [J]. Gynecol Oncol, 2003, 91(1): 39-45.
- [7] Roeske JC, Lujan A, Rotmensch J, et al. Intensity-modulated whole pelvis radiation therapy in patients with gynecologic malignancies [J]. Int J Radiat Oncol Biol Phys, 2000, 48(5): 1613-21.
- [8] 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): 1354-60.
- [9] Brixey CJ, Roeske JC, Lujan AE, et al. Impact of intensity-modulated radiation therapy on acute hematologic toxicity in women with gynecologic malignancies [J]. Int J Radiat Oncol Biol Phys, 2002, 54(5): 1388-96.
- [10] Linda van de Bunt, Uulke AH, Martijn K, et al. Conventional, conformal, and intensity-modulated radiation therapy treatment planning of external beam radiotherapy for cervical cancer: The impact of tumor regression [J]. Int J Radiat Oncol Biol Phys, 2006, 64(1): 189-96.
- [11] Purdy JA. Dose to normal tissues outside the radiation therapy patient's treated volume: a review of different radiation therapy techniques [J]. Health Phys, 2008, 95(5): 666-76.
- [12] Zwahlen DR, Jeremy DR, Jones P, et al. Effect of Intensity-Modulated pelvic radiotherapy on second cancer risk in the postoperative treatment of endometrial and cervical cancer [J]. Int J Radiat Oncol Biol Phys, 2009, 74(2): 539-45.
- [13] David F, Paul G. Arthur B. estimates of whole-body dose equivalent produced by beam intensity modulated conformal therapy [J]. Int J Radiat Oncol Biol Phys, 1997, 38: 667-72.
- [14] Hall EJ, Cheng-Shie W. Radiation-induced second cancers: The impact of 3D-CRT and IMRT [J]. Int J Radiat Oncol Biol Phys, 2003, 56(1): 83-8.
- [15] Kavanagh BD, Schefter TE, Wu QW, et al. Clinical application of intensity-modulated radiotherapy for locally advanced cervical cancer [J]. Semin Radiat Oncol, 2002, 12(3): 260-71.

(编辑:孙昌朋)