

乳腺癌固定野调强射野数目的研究

王磊¹,倪昕晔²,王根和¹,陈维平¹,方平¹,吴怡青¹,江大华¹,程文涛¹

1. 黄山市人民医院放疗科, 安徽 黄山 245000; 2. 常州市第二人民医院放疗科, 江苏 常州 213003

【摘要】目的:在乳腺癌改良根治术后放疗中,通过比较4种不同治疗计划的剂量分布,找出一种靶区覆盖率高、均匀性好、适形度高而正常组织受量少的治疗方式。**方法:**随机选取16例乳腺癌根治术后患者制定4、5、6野调强计划(4F-IMRT、5F-IMRT、6F-IMRT)及适形混合调强治疗计划(Hybrid-IMRT),比较4种不同治疗计划的靶区和危及器官的剂量。**结果:**通过数据分析可以得出,Hybrid-IMRT、5F-IMRT和6F-IMRT的CI优于4F-IMRT,差异有统计学意义($P<0.05$),Hybrid-IMRT、5F-IMRT和6F-IMRT之间统计无差异($P>0.05$);4种计划的HI分别为:4F-IMRT(0.22)、5F-IMRT(0.22)、6F-IMRT(0.21)、Hybrid-IMRT(0.16),差异无统计学意义($P>0.05$);患侧肺的 V_5 方面,Hybrid-IMRT和4F-IMRT好于5F-IMRT、6F-IMRT, V_{20} 方面,Hybrid-IMRT优于其它3种治疗计划($P<0.05$), V_{30} 方面,Hybrid-IMRT明显低于4F-IMRT和6F-IMRT($P<0.05$),其余治疗计划之间差异不明显($P>0.05$), D_{mean} 方面,Hybrid-IMRT计划明显高于5F-IMRT和6F-IMRT,差异具有统计学意义($P<0.05$),Hybrid-IMRT和4F-IMRT计划之间统计差异不明显($P>0.05$);4种计划心脏的 V_{30} 、 V_{40} 差异无统计学意义, D_{mean} 方面,Hybrid-IMRT和4F-IMRT计划明显低于5F-IMRT和6F-IMRT,差异具有统计学意义($P<0.05$);4种计划脊髓的 D_{max} 之间的差异无统计学意义;在甲状腺的 D_{mean} 方面,4F-IMRT不如其它3种计划,有统计学差异($P<0.05$);4种计划的机器跳数平均值,Hybrid-IMRT<5F-IMRT<4F-IMRT<6F-IMRT。**结论:**Hybrid-IMRT明显改善靶区剂量分布,不会增加周围正常组织的照射剂量,能够通过剂量验证,可在临床推广。

【关键词】乳腺癌;调强放射治疗;射野数目;剂量学

【中图分类号】R811.1

【文献标志码】A

【文章编号】1005-202X(2018)11-1269-07

Different fixed-field intensity-modulated radiotherapy plans for breast cancer: a dosimetric comparison

WANG Lei¹, NI Xinye², WANG Genhe¹, CHEN Weiping¹, FANG Ping¹, WU Yiqing¹, JIANG Dahua¹, CHENG Wentao¹

1. Department of Radiation Oncology, Huangshan City People's Hospital, Huangshan 245000, China; 2. Department of Radiation Oncology, Changzhou Second People's Hospital, Changzhou 213003, China

Abstract: Objective To compare the dose distribution in 4 different plans for the modified radical mastectomy of breast cancer for selecting an optimal treatment strategy with a high target coverage, good homogeneity, better conformity index and less doses to the normal tissues. **Methods** A total of 16 patients with breast cancer after radical mastectomy were randomly selected, and 4 different treatment plans, namely 4-field (4F), 5-field (5F), 6-field (6F) and hybrid intensity-modulated radiotherapy (IMRT), were designed for each patient. The doses of target areas and organs-at-risk were compared among 4 different treatment plans. **Results** The conformity index of Hybrid-IMRT, 5F-IMRT and 6F-IMRT was better than that of 4F-IMRT, with statistical differences ($P<0.05$), and no statistical differences were found in conformity index among Hybrid-IMRT, 5F-IMRT and 6F-IMRT ($P>0.05$). The homogeneity index of 4F-IMRT, 5F-IMRT, 6F-IMRT and Hybrid-IMRT was 0.22, 0.22, 0.21 and 0.16, respectively, without statistical differences ($P>0.05$). Hybrid-IMRT and 4F-IMRT were superior to 5F-IMRT and 6F-IMRT in the V_5 of ipsilateral lung, and the V_{20} of ipsilateral lung in Hybrid-IMRT plan were better than that in the other plans ($P<0.05$). The V_{30} of ipsilateral lung was significantly lower in Hybrid-IMRT than in 4F-IMRT and 6F-IMRT ($P<0.05$), but there was no significant difference among other treatment plans ($P>0.05$). The D_{mean} of ipsilateral lung in Hybrid-IMRT was significantly higher than 5F-IMRT and 6F-IMRT, with statistical differences ($P<0.05$), and there was no statistical difference between Hybrid-IMRT and 4F-IMRT plans ($P>0.05$). No significant differences were found among 4 plans in the V_{30} and V_{40} of heart. The D_{mean} of heart in Hybrid-IMRT and 4F-IMRT was lower than that in 5F-IMRT and 6F-IMRT, with statistical differences ($P<0.05$). No significant differences

【收稿日期】2018-06-12

【作者简介】王磊,物理师,E-mail: 15212465292@126.com

【通信作者】倪昕晔,E-mail: nxy2000@aliyun.com

were found in the D_{\max} of the spinal cord among 4 plans. 4F-IMRT was inferior to the other 3 plans in the D_{mean} of thyroid, with statistical differences ($P < 0.05$). The monitor unit was found to be highest in 6F-IMRT, followed by 4F-IMRT, 5F-IMRT and Hybrid-IMRT. **Conclusion** Hybrid-IMRT plan which can remarkably improve the dose distribution of target areas, without increasing the radiation dose of organs-at-risk should be further promoted in clinic.

Keywords: breast cancer; intensity-modulated radiotherapy; number of field; dosimetry

前言

乳腺癌是女性最常见的恶性肿瘤之一。乳腺癌在根治术或改良根治术后行放射治疗可以明显降低肿瘤局部和区域淋巴结复发概率,提高治愈率。目前随着放疗技术及放疗设备的不断进步和发展,精确放疗逐渐广泛应用到乳腺癌的放疗中,包括三维适形放射治疗(three-Dimensional Conformal Radiotherapy, 3D-CRT)、调强放射治疗(Intensity-Modulated Radiotherapy, IMRT)、容积旋转调强放射治疗(Volumetric Modulated Arc Therapy, VMAT)。但在国内基于放疗设备的限制,在大多数医院乳腺癌改良根治术后依旧采用常规切线野三维适形放射治疗技术来照射胸壁和锁骨上淋巴引流区。而IMRT作为三维适形放射治疗的高级阶段,优势在于肿瘤靶区内三维剂量分布的适形度及均匀性更好,特别适用于靶体积不规则且与重要器官相互交错的情况,可在提高照射野内剂量均匀性的同时,降低周围正常组织的照射剂量^[1-2]。因此,合理的将适形技术和调强技术的优势结合进行乳腺癌的放疗计划设计,是我们临床工作的目标。

1 材料与方法

1.1 患者选择

选择2015年7月~2017年4月于黄山市人民医院肿瘤科进行放疗的乳腺癌根治术后患者16例,左右各8例,均为女性,年龄33~70岁,中位年龄55岁,心肺功能正常,无放疗禁忌证,KPS评分 ≥ 80 分,术后病理证实均为乳腺癌,按照国际抗癌联盟TNM分期第六版分期,7例为Ⅱ期患者,9例为Ⅲ期患者。术后患者均行辅助化疗,疗程6~8周期。放疗靶区包括患侧胸壁及锁骨上淋巴引流。

1.2 方法

1.2.1 体位固定及CT模拟扫描 为了让患者感到舒适,不会因为治疗时间长而引起体位变化,患者的体位固定需要放疗医生、放疗物理师、放疗技师的协同合作。根据患者的实际情况选择合适的固定装置,本研究中全部采用真空袋固定^[3]。体位固定的目的是保证患者在放射治疗过程中体位的重复性,确保

精确放疗的进行。使用真空袋将背部垫高,尽量使患者患侧胸壁的平面与CT床板平行,患侧上肢向上举起高过头顶,抽气使真空袋硬化并固定患者。用铅丝标记患者体中线、腋中线及术痕、引流口等位置,利用激光灯在患者体表确定大致等中心并贴铅点。用飞利浦螺旋CT机进行扫描,在扫描过程中叮嘱患者平静呼吸,扫描范围由环状软骨上缘开始至肝脏下缘结束,扫描层厚为5 mm,扫描完后将CT图像经网络系统传输至Xio治疗计划系统工作站。

1.2.2 靶区勾画 由于本研究选择的病例均为乳腺癌根治术后患者,所以没有肿瘤区(Gross Target Volume, GTV),仅有临床靶区(Clinical Target Volume, CTV)和计划靶区(Planning Target Volume, PTV)。靶区由两位放疗主治医师勾画并最后由主任医师确定。

(1)胸壁和锁骨上缘CTV的勾画具体参照全新的RTOG乳腺癌根治术后的靶区勾画标准,其中有锁骨上下淋巴引流区域、腋窝Ⅲ组的淋巴结区、胸壁,前界选择放在皮肤表面以下的5 mm处。

(2)PTV则是在CTV基础上,要求内界与外后界分别扩大5 mm的距离,前界依然在皮肤表面5 mm以下的位置,上界和下界各自扩大1 cm的距离。

1.2.3 治疗计划设计 所有患者的治疗计划使用Xio治疗计划系统统一制作。采用相同的剂量体积优化条件。使用同一台加速器的物理参数。PTV处方剂量均为50 Gy/25 F, 2 Gy/F, 1 F/d, 5 d/w。限制条件如下:PTV110%处方剂量的体积 $< 10\%$, PTV外的任何地方不能出现 $> 110\%$ 处方剂量,PTV内不能有热点。危及器官的限制要求:心脏 $V_{40} < 5\%$,平均剂量(D_{mean}) < 8 Gy;患侧肺组织 $V_5 < 50\%$, $V_{20} < 28\%$, $V_{30} < 19\%$, $D_{\text{mean}} < 15$ Gy;健侧肺 $V_{10} < 8\%$;甲状腺 $V_{40} < 50\%$;脊髓(D_{max}) < 35 Gy。

所有患者均设置4种不同的治疗计划,分别为4野调强计划(4F-IMRT);5野调强计划(5F-IMRT);6野调强计划(6F-IMRT);适形混合调强计划(Hybrid-IMRT)。具体如图1所示。

1.3 治疗计划评估

参考ICRU83号报告根据剂量-体积直方图(Dose-Volume Histogram, DVH)来评价靶区的剂量

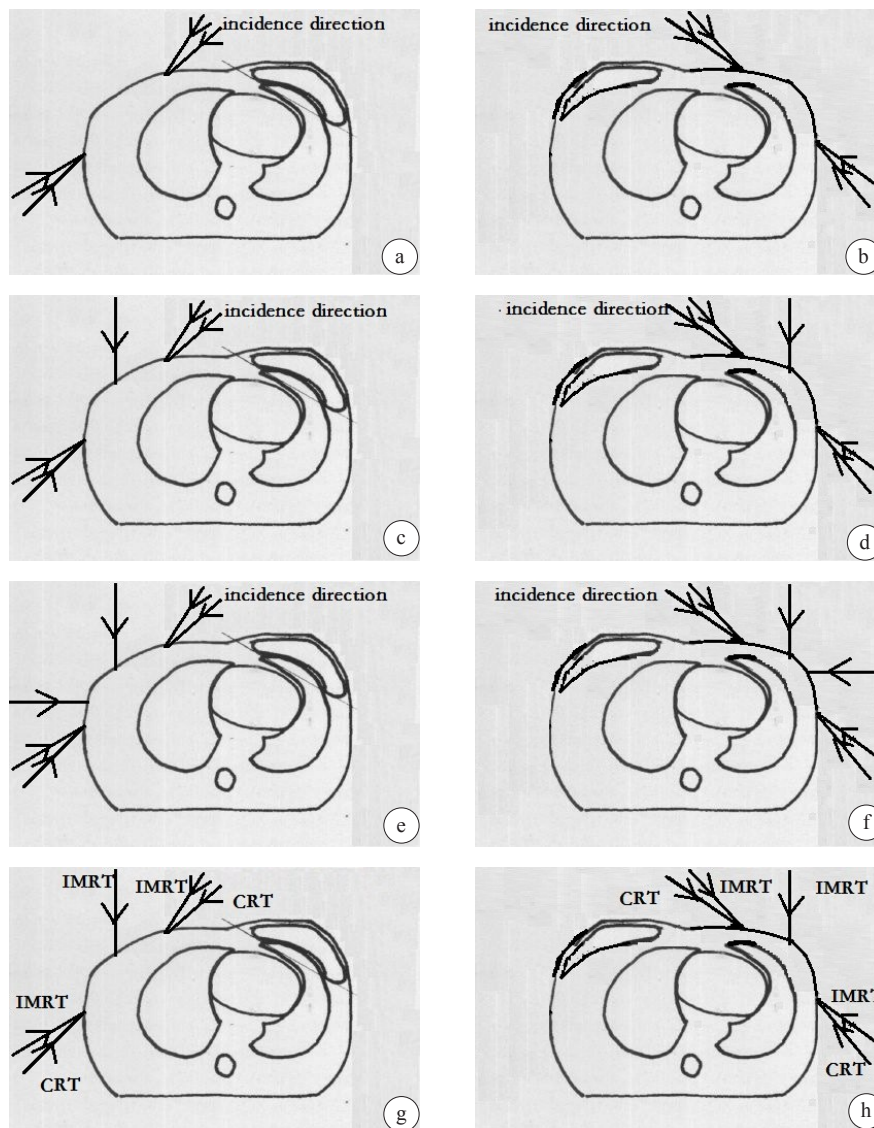


图1 4种不同治疗方案示意图

Fig.1 Schematic diagram of 4 different treatment plans

a,b: A pair of irradiation fields were added on the basis of the internal and external tangent fields, and the interval between them was about 5°; c,d: A 0° field was added on the basis of 4 fields; e, f: A 90° (Left) or 270° (right) field was added on the basis of 5 fields; g,h: A pair of irradiation fields were added on the basis of the internal and external conformal tangent fields, and the interval between them was about 5°. The weights of conformal tangent fields and intensity-modulated tangent fields were 1.5 Gy and 0.5 Gy, respectively. Another 0° field was designed, and the lower bound of the field was the lock bone.

分布情况和危及器官的受照剂量。

PTV 的体积参数:最大剂量 D_{\max} 、最小剂量 D_{\min} 、平均剂量 D_{mean} 。 D_{\max} 定义为 2% 靶体积接受的剂量, D_{\min} 定义为 98% 靶体积接受的照射剂量。

均匀指数 (Homogeneity Index, HI), $HI = \frac{D_{2\%} - D_{98\%}}{D_{50\%}}$ [4], $D_{2\%}$ 是指 2% PTV 的体积接受的剂量, $D_{98\%}$ 是指 98% PTV 的体积接受的照射剂量, $D_{50\%}$ 是指 50% PTV 的体积接受的照射剂量。HI 值越接近 0,

说明此治疗计划靶区的均匀性越好。

适形指数 (Conformal Index, CI),

$CI = \frac{V_{T, \text{ref}}}{V_T} \times \frac{V_{T, \text{ref}}}{V_{\text{ref}}}$ [5], $V_{T, \text{ref}}$ 为 95% 处方剂量包绕的靶体积, V_T 为总计划靶体积, V_{ref} 为 95% 处方剂量包绕的所有体积。CI 值越接近 1, 说明此治疗计划的适形度越高。

危及器官:患侧肺 V_5 、 V_{20} 、 V_{30} 、 D_{mean} ; 心脏 V_{30} 、 V_{40} 、 D_{mean} ; 肝脏 V_5 、 V_{30} 、 V_{40} ; 甲状腺 D_{mean} ; 脊髓 D_{\max} ; 机器总跳数 MU。

1.4 统计学分析

所有数据采用 SPSS 22.0 软件进行统计处理, 数据以均值 ± 标准差表示, 使用配对 t 检验, $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 PTV 各参数的比较

由表1得出,上述4种方案中通过两两比较进行独立样本 t 检验可以得出,4种治疗计划靶区PTV D_{\max} 之间差异不显著($P>0.05$);靶区PTV D_{\min} 有统计学差异,Hybrid-IMRT划优于6野计划($P<0.05$),其它计划无显著差异($P>0.05$);4种治疗计划靶区PTV平均剂

量 D_{mean} 之间无统计学差异($P>0.05$)。4种治疗计划靶区PTV的均匀指数HI差异不明显($P>0.05$),但有DVH图及HI数值看出Hybrid-IMRT的HI为0.16,优于其它3种治疗计划的0.22、0.22、0.21。PTV的适形指数CI具有显著差异($P<0.05$),Hybrid-IMRT、5F-IMRT和6F-IMRT的CI优于4野,差异有统计学意义($P<0.05$),Hybrid-IMRT、5F-IMRT和6F-IMRT之间统计无差异($P>0.05$)。

表1 4种不同方案之间PTV的计量参数比较($\bar{x}\pm s$)
Tab.1 Comparison of PTV parameters among 4 different treatment plans (Mean±SD)

Plan		D_{\max}/cGy	D_{\min}/cGy	$D_{\text{mean}}/\text{cGy}$	HI	CI
4F-IMRT		5 545.33±124.49	4 394.25±498.85	5 240.33±84.91	0.22±0.11	0.49±0.07
5F-IMRT		5 520.33±127.21	4 365.50±584.07	5 226.83±88.01	0.22±0.12	0.58±0.10
6F-IMRT		5 491.67±107.87	4 375.17±467.52	5 219.60±70.16	0.21±0.10	0.65±0.09
Hybrid-IMRT		5 510.00±97.69	4 690.75±130.72	5 249.33±65.10	0.16±0.04	0.60±0.06
4F vs 5F	t value	0.466	0.124	0.366	-0.017	-2.437
	P value	0.646	0.902	0.718	0.986	0.023
4F vs 6F	t value	1.081	0.093	0.625	0.094	-4.735
	P value	0.292	0.927	0.539	0.926	0.000
4F vs Hybrid	t value	-0.741	1.907	0.279	-0.179	4.072
	P value	0.467	0.070	0.783	0.088	0.001
5F vs 6F	t value	0.570	-0.043	0.214	0.108	-1.800
	P value	0.574	0.966	0.833	0.915	0.086
5F vs Hybrid	t value	-0.214	1.802	0.682	-1.693	0.611
	P value	0.833	0.085	0.503	0.105	0.548
6F vs Hybrid	t value	0.418	2.156	1.031	-1.830	-1.583
	P value	0.680	0.042	0.314	0.081	0.128

PTV: Planning target volume; 4F-IMRT: Four-field intensity-modulated radiotherapy; 5F-IMRT: Five-field intensity-modulated radiotherapy; 6F-IMRT: Six-field intensity-modulated radiotherapy; Hybrid-IMRT: Hybrid intensity-modulated radiotherapy; HI: Homogeneity index; CI: Conformity index

2.2 肺组织受照剂量的比较

分析表2,上述4种方案中通过两两比较进行独立样本 t 检验可以得出,4种计划在患侧肺 V_5 方面存在显著差异,Hybrid-IMRT和4F-IMRT计划明显优于5F-IMRT和6F-IMRT,差异具有统计学意义($P<0.05$),Hybrid-IMRT和4F-IMRT、5F-IMRT和6F-IMRT之间统计差异不明显($P>0.05$); V_{20} 方面Hybrid-IMRT明显低于4F-IMRT、5F-IMRT和6F-IMRT($P<0.05$),4F-IMRT优于6F-IMRT($P<0.05$),其余治疗计划之间差异不明显($P>0.05$); V_{30} 方面Hybrid-IMRT明显低于4F-IMRT和6F-IMRT治疗计划($P<0.05$),其余治疗计划之间差异不明显($P>0.05$); D_{mean} 方面Hybrid-IMRT和

4F-IMRT计划明显低于5F-IMRT和6F-IMRT,差异具有统计学意义($P<0.05$),Hybrid-IMRT和4F-IMRT、5F-IMRT和6F-IMRT之间差异不明显($P>0.05$)。

2.3 心脏受照剂量的比较

分析表3,上述4种方案中通过两两比较进行独立样本 t 检验可以得出,4种计划在心脏 V_{30} 、 V_{40} 方面的差异无统计学意义($P>0.05$); D_{mean} 方面Hybrid-IMRT明显低于5F-IMRT和6F-IMRT,差异具有统计学意义($P<0.05$),4F-IMRT优于6F-IMRT($P<0.05$),其余计划之间统计差异不明显($P>0.05$)。

2.4 治疗跳数MU的比较

分析表4,上述4种方案中通过两两比较进行独

表2 4种不同方案之间患侧肺的剂量参数比较($\bar{x} \pm s$)

Tab.2 Comparison of the dosimetric parameters of ipsilateral lung among 4 different treatment plans (Mean±SD)

Plan		V ₅ /%	V ₂₀ /%	V ₃₀ /%	D _{mean} /cGy
4F-IMRT		47.00±3.92	31.15±3.78	25.02±4.00	1 552.58±194.31
5F-IMRT		88.41±19.08	33.53±4.47	25.86±4.56	1 856.92±231.55
6F-IMRT		88.07±10.24	35.61±4.46	26.27±4.97	1 906.58±175.89
Hybrid-IMRT		51.09±9.76	26.94±3.08	21.32±2.93	1 438.50±132.48
4F vs 5F	<i>t</i> value	-7.050	-1.347	-0.457	-3.339
	<i>P</i> value	0.000	0.192	0.652	0.003
4F vs 6F	<i>t</i> value	-12.428	-2.531	-0.651	-4.480
	<i>P</i> value	0.000	0.019	0.522	0.000
4F vs Hybrid	<i>t</i> value	1.291	-2.859	-2.478	-1.609
	<i>P</i> value	0.210	0.009	0.021	0.122
5F vs 6F	<i>t</i> value	-0.051	1.095	0.204	0.567
	<i>P</i> value	0.960	0.285	0.840	0.577
5F vs Hybrid	<i>t</i> value	-5.774	-4.021	-2.780	-5.202
	<i>P</i> value	0.000	0.001	0.110	0.000
6F vs Hybrid	<i>t</i> value	-8.672	-5.300	-2.850	-7.050
	<i>P</i> value	0.000	0.000	0.009	0.000

表3 4种不同方案之间心脏的剂量参数比较($\bar{x} \pm s$)

Tab.3 Comparison of the dosimetric parameters of heart among 4 different treatment plans (Mean±SD)

Plan		V ₃₀ /%	V ₄₀ /%	D _{mean} /cGy
4F-IMRT		14.03±7.31	7.83±3.30	645.42±522.23
5F-IMRT		13.14±5.74	5.64±3.41	1 047.83±593.87
6F-IMRT		13.87±7.76	5.67±3.50	1 312.17±507.49
Hybrid-IMRT		9.69±6.49	6.14±3.82	555.17±458.03
4F vs 5F	<i>t</i> value	0.119	0.617	-1.688
	<i>P</i> value	0.906	0.544	0.106
4F vs 6F	<i>t</i> value	0.003	0.251	0.783
	<i>P</i> value	0.997	0.551	0.006
4F vs Hybrid	<i>t</i> value	-0.663	-0.456	-0.431
	<i>P</i> value	0.514	0.653	0.671
5F vs 6F	<i>t</i> value	0.115	0.008	1.122
	<i>P</i> value	0.909	0.994	0.274
5F vs Hybrid	<i>t</i> value	-0.578	0.151	-2.179
	<i>P</i> value	0.569	0.882	0.040
6F vs Hybrid	<i>t</i> value	-0.656	0.142	-3.673
	<i>P</i> value	0.519	0.888	0.001

立样本 *t* 检验可以得出,4种计划在加速器治疗跳数方面统计差异不明显($P>0.05$),但 Hybrid-IMRT 计划的平均值明显低于 4F-IMRT、5F-IMRT 和 6F-IMRT。

3 讨论

乳腺癌根治术后放射治疗的根本目的是尽可能的提高靶区剂量,更好的保护周围正常组织和器官。因此提高靶区的剂量、降低肺和心脏的体积剂量及其他正常器官的照射剂量,就成了全球医生、物理师在制定放射治疗计划时首先考虑的因素。有学者研究了切线方向小角度展开入射的 4F-IMRT 和入射角度在患侧乳腺平面内均分的 5F-IMRT,两者比较发现,5F-IMRT 能够带来更好的适形度和均匀性,而 4 野的计划对心脏和肺的照射剂量有更好的保护^[4]。本研究中,4 种放疗计划在靶区覆盖度方面没有差异,主要原因是由于适形野在保证靶区不漏照的同时,由调强射野对适形的低剂量区进行了补充。对于靶区 PTV 的适形指数 CI 研究,4 种治疗计划中 Hybrid-IMRT、5F-IMRT 和 6F-IMRT 的 CI 优于 4F-IMRT,差异有统计学意义,这就说明就靶区 PTV 来讲,4F-IMRT 最差,总体来讲 6F-IMRT 优于其余 3 种方案。李丹明等^[5]的研究结果是乳腺癌术后放射治

表4 4种不同方案之间加速器治疗跳数比较
($\bar{x} \pm s$)

Tab.4 Comparison of monitor units among 4
different treatment plans (Mean±SD)

Plan		Monitor unit
4F-IMRT		725.50±179.20
5F-IMRT		721.00±209.38
6F-IMRT		756.67±233.80
Hybrid-IMRT		623.92±147.29
4F vs 5F	<i>t</i> value	0.057
	<i>P</i> value	0.955
4F vs 6F	<i>t</i> value	-0.367
	<i>P</i> value	0.718
4F vs Hybrid	<i>t</i> value	-1.517
	<i>P</i> value	0.143
5F vs 6F	<i>t</i> value	0.364
	<i>P</i> value	0.698
5F vs Hybrid	<i>t</i> value	-1.314
	<i>P</i> value	0.202
6F vs Hybrid	<i>t</i> value	-1.664
	<i>P</i> value	0.110

疗靶区适形度和均匀性会随着照射野数的增加而升高。对于靶区的均匀指数HI研究发现,4种治疗计划靶区PTV的均匀指数HI差异不明显($P>0.05$),但由DVH图及HI数值看出Hybrid-IMRT的HI为0.16,优于其它3种治疗计划(0.22、0.22、0.21)。因为调强计划在设计中为了提高靶区适形度,在皮下会出现一部分高剂量区域。赵永亮等^[6]研究了VMAT和IMRT配合呼吸门控技术在乳腺癌放疗中的比较,发现乳腺癌改良根治术后的患者在使用主动呼吸控制下,采用VMAT计划组的调强计划能够很好的提高靶区适形度、均匀性。

对于肺的研究中发现4种计划在患侧肺 V_5 方面存在显著差异,Hybrid-IMRT和4F-IMRT计划明显高于5F-IMRT和6F-IMRT; V_{20} 方面Hybrid-IMRT明显高于4F-IMRT、5F-IMRT和6F-IMRT; V_{30} 方面Hybrid-IMRT明显高于4F-IMRT和6F-IMRT; V_{mean} 方面Hybrid-IMRT和4F-IMRT计划明显高于5F-IMRT和6F-IMRT。刘桂红等^[7]认为调强技术应用用于乳腺癌术后较适形计划对患侧肺的 V_5 、 V_{10} 都有所增加。最近还有大量研究表明,随着双肺的受照体积 V_5 的增加,放射性肺炎的发生率也会增加^[8-11]。

关于心脏的研究结果中,4种计划在心脏 V_{30} 、 V_{40}

方面的差异无统计学意义; V_{mean} 方面Hybrid-IMRT和4F-IMRT计划明显高于5F-IMRT和6F-IMRT。与铁剑等^[12]的研究结果相似。王佳浩等^[13]比较了乳腺癌根治术后双弧VMAT与5野IMRT两种计划的剂量学差异得出结论,当肿瘤位于左侧时VMAT在心脏保护方面有明显优势。李夏东等^[14]还研究了心脏正对射野(弧)对乳腺癌根治术后放疗剂量学风险和收益分析得出结论,当正对心脏射野时并不会增加放射性心、肺并发症的概率,但可以改善靶区的适形指数和均匀指数。贺春钰等^[15]选取了20例左侧乳腺癌术后的患者,分别设计了两种不同射野的调强放疗计划,通过相互对比得出,在靶区和其它危及器官的剂量体积统计学无明显差异的情况下,心脏和冠状动脉左前降支的治疗计划部分剂量体积参数明显低于全心脏作为危及器官的治疗计划。

在调强过程中存在很多的小野小跳数,加上加速器的响应时间问题这些因素有可能会造成剂量的不确定性,需要对 <5 MU或边长 <2 cm的小野小跳数进行删除^[16]。4种计划在加速器治疗跳数方面统计差异不明显,但Hybrid-IMRT计划的平均值明显低于4F-IMRT、5F-IMRT和6F-IMRT。5野调强和6野调强明显增加了机器跳数,延长了治疗时间,降低了加速器的利用率。对于一些年龄偏大不能长时间保持同一体位的患者,治疗时间更是需要考虑的因素。

Hybrid-IMRT的治疗跳数平均值最小,可以减少患者的治疗时间,提高治疗工作效率和加速器的使用率,同时可以缓解患者因长时间保持同一体位引起的不舒适,从而减小了摆位误差。

【参考文献】

[1] FERNANDEZ-OTS A, CROOK J. The role of intensity modulated radiotherapy in gynecological radiotherapy: present and future[J]. Rep Pract Oncol Radiother, 2013, 18(6): 363-370.

[2] 胡逸民. 肿瘤放射物理学[M]. 北京: 原子能出版社, 1999.

HU Y M. Radiation oncology physics[M]. Beijing: Atomic Energy Press, 1999.

[3] 赖德星, 王希成, 李燕红, 等. 真空袋固定体位在乳腺癌放疗中的应用[J]. 广东医学, 2013, 34(21): 3269-3270.

LAI D X, WANG X C, LI Y H, et al. Application of vacuum bag fixed position in radiotherapy of breast cancer[J]. Guangdong Medical Journal, 2013, 34(21): 3269-3270.

[4] HODAPP N. The ICRU Report 83: prescription, recording, and reporting photon-beam intensity-modulated radiation therapy (IMRT)[J]. Strahlenther Onkol, 2012, 188(1): 97-99.

[5] 李丹明, 武新虎, 朱锡旭, 等. 乳腺癌术后逆向调强放疗方案的比较研究[J]. 中华肿瘤防治杂志, 2007, 14(23): 1807-1810.

LI D M, WU X H, ZHU X X, et al. Comparison of different regimens of inverse intensity modulated radiotherapy of post-operative patients with breast carcinoma[J]. Chinese Journal of Cancer Prevention and Treatment, 2007, 14(23): 1807-1810.

- [6] 赵永亮, 储开岳, 吴建亭, 等. 两种不同调强技术配合主动呼吸控制系统在乳腺癌放疗中的比较[J]. 中国医学物理学杂志, 2014, 31(3): 4862-4864.
- ZHAO Y L, CHU K Y, WU J T, et al. Two different intensity modulated technology conjugation with active breathing control comparison in breast cancer radiotherapy [J]. Chinese Journal of Medical Physics, 2014, 31(3): 4862-4864.
- [7] 刘桂红, 徐任梅, 唐天友, 等. 左侧乳腺癌保乳术后各种放疗技术剂量学评价[J]. 徐州医学院学报, 2011, 31(10): 666-669.
- LIU G H, XU R M, TANG T Y, et al. Dosimetric evaluation on irradiation techniques for left breast cancer [J]. Acta Academiae Medicinae Xuzhou, 2011, 31(10): 666-669.
- [8] 王澜, 韩春, 张辛, 等. 食管癌三维适形放疗疗效观察[J]. 中国肿瘤临床, 2008, 35(8): 424-427.
- WANG L, HAN C, ZHANG X, et al. Three-dimensional conformal radiotherapy for esophageal carcinoma [J]. Chinese Journal of Clinical Oncology, 2008, 35(8): 424-427.
- [9] GRAHAM M V, PURDY J A, EMAMI B, et al. Clinical dose-volume histogram analysis for pneumonitis after 3D treatment for non-small cell lung cancer (NSCLC) [J]. Int J Radiat Oncol Biol Phys, 1999, 45 (2): 323-329.
- [10] MAO Y, LIU W. The progress in the research on the prevention and protection of radiation-induced lung injury [J]. Tumor, 2012, 32(5): 389-394.
- [11] 鲁旭尉, 李忠伟, 倪千喜, 等. 乳腺癌6种照射技术的比较[J]. 广东医学, 2014, 35(17): 2710-2713.
- LU X W, LI Z W, NI Q X, et al. 6 breast cancer radiotherapy techniques [J]. Guangdong Medical Journal, 2014, 35(17): 2710-2713.
- [12] 铁剑, 弓健, 吴昊, 等. 乳腺癌保乳术后两野与多野动态调强的剂量学研究[J]. 中华放射医学与防护杂志, 2014, 34(8): 606-609.
- TIE J, GONG J, WU H, et al. Dosimetric study of tangential and multi-fields applied in the dynamic intensity modulated radiotherapy plans for breast cancer patients after breast-conserving surgery [J]. Chinese Journal of Radiological Medicine and Protection, 2014, 34(8): 606-609.
- [13] 王佳浩, 李夏东, 邓清华, 等. 乳腺癌根治术后双弧VMAT与IMRT计划的剂量学比较[J]. 中华放射医学与防护杂志, 2014, 34(12): 942-945.
- WANG J H, LI X D, DENG Q H, et al. Dosimetric comparison of two arcs VMAT plan and IMRT plan for breast cancer post-mastectomy [J]. Chinese Journal of Radiological Medicine and Protection, 2014, 34 (12): 942-945.
- [14] 李夏东, 邓清华, 马胜林, 等. 心脏正对射野(弧)对乳腺癌根治术后放疗剂量学风险和收益分析[J]. 中华放射肿瘤学杂志, 2015, 24(1): 65-69.
- LI X D, DENG Q H, MA S L, et al. Patients with breast cancer in post-mastectomy radiotherapy employed with heart faced radiation beam: dosimetric risk and benefits analysis [J]. Chinese Journal of Radiation Oncology, 2015, 24(1): 65-69.
- [15] 贺春钰, 王巨武, 古丽扎热叶·艾库拉, 等. 危及器官不同定义对乳腺癌调强放疗计划的影响[J]. 现代肿瘤医学, 2014, 22(7): 1685-1687.
- HE C Y, WANG J W, AIKULA G, et al. Effects of different definitions of endangering organs on IMRT plan for breast cancer [J]. Journal of Modern Oncology, 2014, 22(7): 1685-1687.
- [16] 王磊, 王晓梅, 姚玉娟, 等. 调强放疗小野小跳数TPS计算值与实际测量值间差异的研究[J]. 安徽医学, 2014, 33(5): 556-558.
- WANG L, WANG X M, YAO Y J, et al. Study of the different between the calculation of TPS and the measure of small segment and small monitor unit in IMRT [J]. Anhui Medical Journal, 2014, 33(5): 556-558.

(编辑: 薛泽玲)