

电子-光子线混合调强与单纯光子线调强在左乳腺癌放疗中的剂量对比研究

杨兴鹏¹, 柏 晗^{2,3}, 刘旭红^{2,3}, 潘 香^{2,3}

1. 德宏州人民医院, 云南 芒市 678400; 2. 云南省肿瘤医院, 云南 昆明 650106; 3. 昆明医科大学第三附属医院, 云南 昆明 650106

【摘要】目的:比较在左乳腺癌保乳术后调强计划设计时, 单纯X线与电子线混合X线两种方案之间的剂量差异, 探讨在左乳腺癌保乳术后调强放疗时采用电子-光子线混合照射的可行性。**方法:**随机选择在放疗中心接受放疗的左乳腺癌病人10例, 为每个病例设计两个调强计划, 命名为计划X和计划E-X。计划X为单纯的光子线调强计划; 计划E-X为电子-光子线混合调强计划。计划X和计划E-X有相同的主射野数和主射野角度, 并给定相同的处方剂量50.0 Gy, 单次剂量2.0 Gy。在靶区剂量均满足临床要求的前提下, 对比靶区适形度、双肺 V_5 、 V_{10} 和 D_{mean} 、心脏 V_{30} 、 V_{40} 和 D_{mean} 、脊髓 D_{max} 、对侧乳腺 D_{max} 等参数的剂量学差异。**结果:**PTV的适形度指数CI在两个计划中不存在统计学差异($P=0.511$); 左右肺的 V_5 、 V_{10} 、 D_{mean} , 心脏的 D_{mean} 和脊髓的 D_{max} 在两个计划中均存在明显的统计学差异($P<0.01$); 心脏的 V_{40} 和对侧乳腺的 D_{max} 在两个计划中不存在统计学差异($P>0.05$)。**结论:**与单纯的光子线调强比较, 电子-光子线混合调强治疗保乳术后的左乳腺癌具有明显的剂量优势。

【关键词】左乳腺癌; 电子-光子线混合调强; 剂量

【中图分类号】R815.2; R730.55

【文献标识码】A

【文章编号】1005-202X(2015)04-0568-04

Dosimetric comparison of E-X hybrid intensity modulated radiation therapy and X-ray intensity modulated radiation therapy for left breast cancer

YANG Xing-peng¹, BAI Han^{2,3}, LIU Xu-hong^{2,3}, PAN Xiang^{2,3}

1. People's Hospital of Dehong Prefecture, Mangshi 678400, China; 2. Tumor Hospital of Yunnan Province, Kunming 650106, China; 3. The Third Affiliated Hospital of Kunming Medical University, Kunming 650106, China

Abstract: Objective To discuss on the practicability of E-X hybrid intensity modulated radiation therapy (IMRT) for left breast cancer after conserving surgery by comparing the dosimetric difference between X-ray IMRT plan and E-X hybrid IMRT plan after the left breast conserving surgery. **Methods** Ten patients who received left breast conserving surgery were randomly selected, each patient of 2 IMRT plans, named as plan X and plan E-X. Plan X was the conventional X-ray IMRT plan and plan E-X was a hybrid IMRT plan which contained both X-ray and electron beams. Same numbers and angles of beams were set for these 2 plans. Same prescription (50.0 Gy) was given, 2.0 Gy for each time. Based on that the prescription of target volume met clinical requirements, the dosimetric differences of conformal indexes (CI) of target volumes, V_5 , V_{10} , mean dose of both lungs, V_{30} , V_{40} and mean dose of heart, max dose of spinal cord and max dose of contralateral breast were compared. **Results** No obvious statistical differences were found in CI of target volumes between these two plans ($P=0.511$). There were obvious statistical differences between these two plans in the V_5 , V_{10} and mean dose of both lungs, the mean dose of heart, the max dose of spinal cord ($P<0.01$), however, the V_{40} of heart and the max dose of contralateral breast had no statistical differences between these two plans ($P>0.05$). **Conclusion** Compared with the X-ray IMRT, E-X hybrid IMRT for left breast cancer after conserving surgery has significant dosimetric advantage.

Key words: left breast cancer; E-X hybrid intensity modulated radiation therapy; dose

【收稿日期】2015-03-05

【作者简介】杨兴鹏(1987-), 男, 放疗物理师, 助理工程师。Tel: 13618828027; E-mail: zehe1301@126.com

【通信作者】柏 晗(1980-), 男, 硕士, 放疗物理师, 工程师。Tel: 0871-68199684; E-mail: bh001925@163.com。

刘旭红(1973-), 女, 放疗物理师, 工程师。Tel: 0871-68199684; E-mail: 2359106860@qq.com。

潘 香(1986-), 女, 放疗物理师, 工程师。Tel: 0871-68199684; E-mail: pxiangnn@163.com。

前言

临床实践证明,早期乳腺癌采用保乳术后加放疗的治疗模式能获得与根治手术相同的治疗效果,因此越来越多的患者选择“术后+放疗”治疗模式。调强放疗通过调制射线的强度分布实现处方剂量很好地适形靶区,成为保乳术后放疗首选的放疗方式^[1-3]。以往调强放疗采用的是X线,但X线在体内衰减比较缓慢,这使得位于靶区后方的肺组织、心脏和脊髓等也受到了较高剂量的照射^[1-2];电子线在体内衰减迅速,选择电子线治疗体表肿瘤是很合适的^[4-6],但保乳术后的靶区后沿距体表通常会有3 cm~6 cm的深度,单用电子线会造成靶区后沿剂量不够,因此本研究尝试采用电子-光子线混合调强的方式治疗保乳术后的乳腺癌。

1 材料与方法

1.1 一般临床资料

随机抽选在我院接受保乳术后进行全乳放射治

疗的病人10例,病人取仰卧位热塑膜固定,双手环抱于头顶,在Sensation Open 24 CT模拟机上定位获取影像数据,重建5 mm层厚传至TPS,主管医生界定CTV,而后均匀外扩成PTV,在靠近皮肤一侧的前界取皮下5 mm。10例病人的PTV中体积最大为828.7 cm³,最小325.6 cm³。

1.2 计划设计和优化

所有的治疗计划均在Pinnacle³ 9.6计划系统上完成,每个病例设计2个调强计划,分别命名为计划X和计划E-X。计划X采用5个6 MV的X线射野为主野,以等中心(SAD)方式照射(如图1a示);计划E+X采用1个9 MeV电子线射野加4个6 MV的X线射野,电子以源皮距(SSD)方式照射,X射线以SAD方式照射(如图1b示)。计划X与计划E+X主射野角度相同,处方剂量均为50 Gy/25 F,2 Gy/F在计划E+X中的分配为电子线0.8 Gy/F,X线1.2 Gy/F。在计划优化时,同一个病人2个计划中设定相同的约束条件,包括:相同的目标函数,相同的迭代次数,相同的最大子野数和相同的最小野面积等。

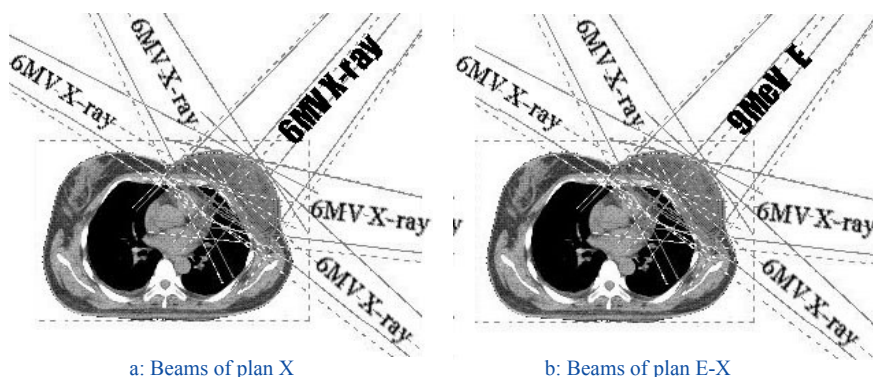


图1 计划主射野布局示意图

Fig.1 Beams of plans

1.3 计划比较

根据ICRU 62号报告给出的建议,在计划X和计划E-X的PTV剂量均满足临床要求的前提下,比较:①PTV的最大剂量 D_{\max} 和适形指数CI^[7];②双侧肺 V_5 、 V_{10} 和 D_{mean} ;③心脏 V_{30} 、 V_{40} 和 D_{mean} ;④脊髓 D_{\max} ;⑤对侧乳腺 D_{\max} 。同时,比较了2个计划的DVH图和等剂量分布曲线。

1.4 统计方法

采用SPSS 16.0对各参数进行配对 t 检验, $P<0.05$ 为差异有显著性。

2 结果

如表1所示,详实列举了靶区PTV和危及器官主要剂量参数的比较情况。PTV的CI在2个计划中不存在统计学差异($P=0.511$);左右肺的 V_5 、 V_{10} 、 D_{mean} ,心脏的 V_{30} 、 D_{mean} 和脊髓的 D_{\max} 在2个计划中均存在明

显的统计学差异($P<0.01$);心脏的 V_{40} 和对侧乳腺的 D_{\max} 在2个计划中不存在统计学差异($P>0.05$);10例病患右边肺 V_{20} 均为0,其中7例左肺 V_{20} 几乎相同,故双肺 V_{20} 未纳入统计。

2.1 等剂量分布曲线的比较

随机选取其中1病例的2个计划的等剂量分布曲线进行比较(图2),可见2个计划的等剂量分布曲线均能很好地适形靶区的形状。

2.2 危及器官DVH图比较

随机选取其中1病例的2个计划中的危及器官DVH曲线进行比较(图3),可见2个计划的危及器官DVH曲线呈现出了较大的差异。

3 讨论

早期乳腺癌手术后进行放射治疗的效果已经得到普遍认可。放射治疗作为乳腺癌治疗的重要手

表1 电子-光子线混合调强与单纯光子线调强照射的剂量比较
Tab.1 Dosimetric comparisons of E-X hybrid IMRT and X-ray IMRT

NO.	Plan	PTV		Lung-L			Lung-R			Heart			Cord	Breast-R
		D _{max}	V ₅₀	V ₅	V ₁₀	D _{mean}	V ₅	V ₁₀	D _{mean}	V ₃₀	V ₄₀	D _{mean}	D _{max}	D _{max}
1	X	5287	95.9	73	50	1490	17	0	350	11	7	1520	374	735
	E+X	5441	95.5	56	38	1287	7	0	146	7	2	982	47	676
2	X	5301	96.6	80	60	1550	16	1	343	12	3	1487	372	877
	E+X	5604	95.8	61	36	1332	4	0	93	6	3	833	55	909
3	X	5316	98.4	76	45	1258	28	3	424	14	9	1595	430	2650
	E+X	5580	97.7	44	26	879	14	0	183	12	8	1130	57	3270
4	X	5367	95	64	40	1311	17	1	314	8	5	1301	471	682
	E+X	5478	96.3	41	29	1010	12	0	155	6	3	838	47	751
5	X	5453	97.7	49	34	946	32	14	420	16	11	1992	537	810
	E+X	5705	96.4	39	25	731	18	8	271	9	3	1322	64	926
6	X	5343	95.4	83	64	1924	32	3	444	13	6	1764	454	749
	E+X	5560	96.8	67	45	1667	15	0	187	8	5	1091	53	680
7	X	5305	95.5	92	75	2024	39	7	520	18	12	2056	460	3340
	E+X	5650	96.5	72	46	1782	19	1	247	17	12	1573	82	4535
8	X	5430	96.3	78	58	1906	36	3	455	18	11	1823	421	640
	E+X	5689	96.9	63	45	1709	21	2	254	16	11	1453	102	805
9	X	5337	96.2	83	53	1570	24	3	400	12	4	1685	455	1203
	E+X	5647	95.5	62	38	1417	2	0	98	14	6	1329	69	1690
10	X	5319	96.5	71	48	1461	15	0	328	11	7	1449	445	560
	E+X	5564	95.9	48	32	1207	4	0	110	8	6	926	60	671

Note: IMRT: intensity modulated radiation therapy; L: Left; R: Right; PTV: Planning target volume

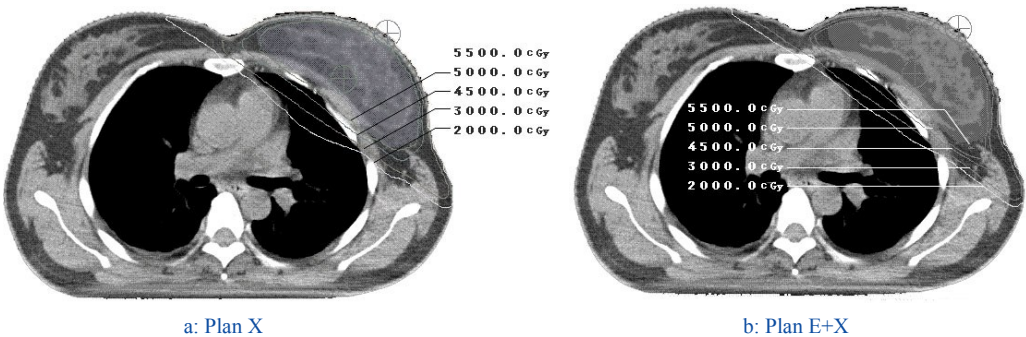


图2 靶区剂量分布示意图
Fig.2 Dose distribution of target volumes

段,在近些年得到了很大的发展,目前可供乳腺癌放射治疗选择的方式主要有:二维放射治疗,三维适形放射治疗和调强放射治疗(IMRT)。但因全乳腺非规则外形的特点,采用前两种方式常常不能得到很好的治疗,因此IMRT成为了保乳术后常选的放疗方式^[8-11]。IMRT不但能形成很好的剂量适形度,同时能有效地降低同侧肺和心脏的剂量^[9]。

电子线在体内的剂量跌落迅速,用它来照射体表或接近体表的肿瘤能有效保护肿瘤后面的组织^[12],因此乳腺癌根治术后的胸壁照射常常选用电子线^[13]。在选用电子线照射保乳术后的乳腺组织方面,国内外放射肿瘤学家也开展了很多的研究^[14-15],尤其是电子线调强技术备受瞩目^[16]。数据表明,电子线调强技术在剂量上有X线调强无法比拟的优势^[16],但要在直线加速器上配备专用的电子线MLC,电子线MLC也给我们提出了更高的质量控制要求和更精确的电子线

剂量计算要求,这些问题的合理解决还需时日。

采用电子-光子线混合技术,电子线采用适形模式,光子线采用调强模式,使靶区后危及器官得到保护的同时,又能保持靶区的适形度基本不变。因此,我们在左乳腺癌调强计划设计时,把位于50度的X线野替换成电子线野,并采用Block的方式在方向上适形PTV,在该方向上电子线即给予了靶区一定剂量的照射,同时计划不会损伤到PTV之后的肺脏和脊髓;在此基础上,在切线附近设计X线野进行调强,以补偿电子达不到的深度处的靶区剂量,切线附近的X线野几乎危及不到脊髓,卷进的肺组织也很少。这也正是电子-光子线混合调强比单纯光子线调强有剂量优势的原因所在。

【参考文献】

[1] 陈维军, 狄小云, 王彬冰, 等. 乳腺癌保乳术后两种逆向调强放疗计划的剂量学比较[J]. 中国医学物理学杂志, 2010, 27(5): 2100-2104.

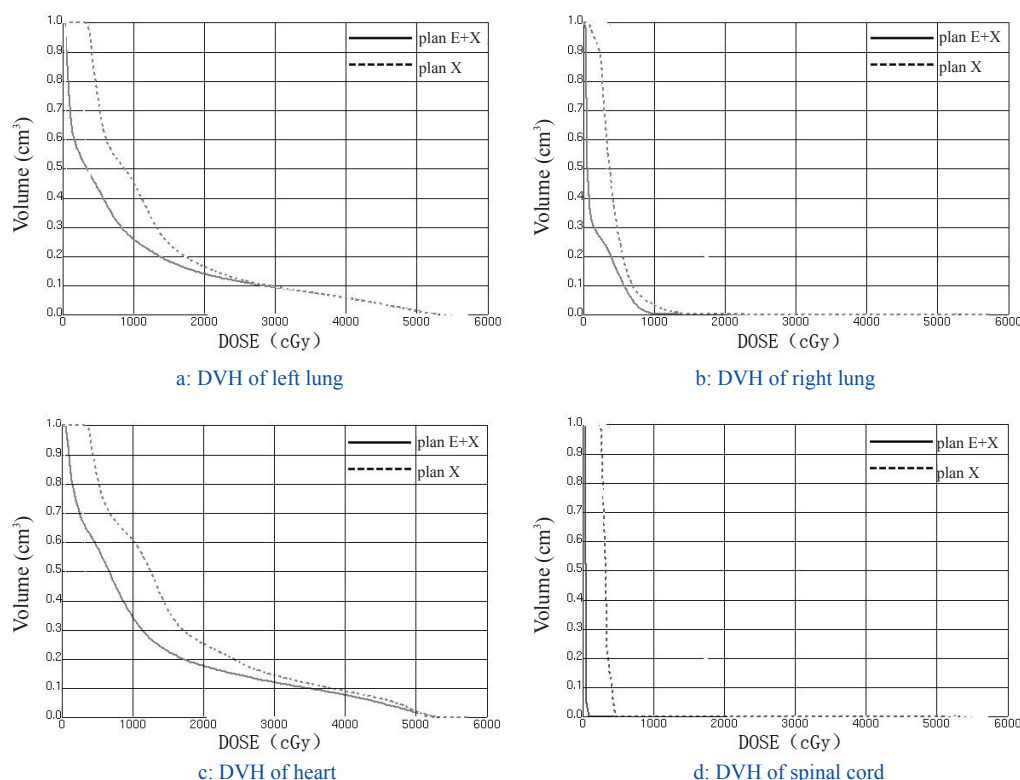


图3 危及器官剂量-体积直方图
Fig.3 Dose-volume histograms
(DVH) of organs at risk

- Chen WJ, Di XY, Wang BB, et al. Dosimetric comparison of two common inverse intensity modulated radiotherapy of breast cancer [J]. Chinese Journal of Medical Physics, 2010, 27(5): 2100-2104.
- [2] Veronesi U, Cascinelli N, Mariani L, et al. Twenty-year follow-up of a randomized study comparing breast-conserving surgery with radical mastectomy for early breast cancer[J]. N Engl J Med, 2002, 347(16): 1227-1232.
- [3] 包虹. 33例I期乳腺癌保乳术后不同放射治疗方式的剂量学研究[J]. 中国医学物理学杂志, 2011, 28(4): 2725-2728.
- Bao H. Dosimetric study of different radiotherapy techniques in thirty three patients with stage I breast cancer after breast-conserving surgery[J]. Chinese Journal of Medical Physics, 2011, 28(4): 2725-2728.
- [4] 胡逸民. 高能电子束野计量学[M]//胡逸民, 张红志, 戴建荣. 肿瘤放射物理学. 北京: 原子能出版社, 1999: 229-274.
- Hu YM. Radiation Oncology Physics[M]. AEP, 1999: 229-274.
- [5] 訾滢洁, 梁世雄, 容贤冰, 等. 乳腺癌改良根治术后调强放疗与电子线放疗计划的剂量学比较[J]. 广西医科大学学报, 2012, 29(5): 713-716.
- Zi YJ, Liang SX, Rong XB, et al. Dosimetric comparison of IMRT and electron radiotherapy for modified radical mastectomy[J]. Journal of Guangxi Medical University, 2012, 29(5): 713-716.
- [6] 欧阳淑玉, 贺礼理, 谢小雪, 等. 左侧乳腺癌两种调强放射治疗计划剂量学比较[J]. 中南大学学报, 2013, 38(10): 1003-1008.
- Ouyang SY, He LL, Xie XX, et al. Dosimetric comparison of two common inverse intensity modulated radiotherapy of breast cancer [J]. Journal of Central South University, 2013, 38(10): 1003-1008.
- [7] 曾自力, 刘兵, 滕炳祥. 计划轮照在肺癌三维适形放疗中剂量学的研究[J]. 中国医学物理学杂志, 2012, 29(2): 3221-3224.
- Zeng ZL, Liu B, Teng BX. The dosimetry study of plans to take turns irradiation in three dimensional conformal radiotherapy for lung cancer [J]. Chinese Journal of Medical Physics, 2012, 29(2): 3221-3224.
- [8] Smith W, Menon G, Wolfe. IMRT for the breast: A comparison of

- tangential planning techniques[J]. Phys Med Biol, 2010, 55(4): 1231-1241.
- [9] Guang H, Jin LX, Chen XW, et al. A comparative dosimetric study for treating left-sided breast cancer for small breast size using five different radiotherapy techniques: Conventional tangential field, filed-in-field, tangential-IMRT, multi-beam IMRT and VMAT[J]. Radiol Oncol, 2013, 4(8): 89-99.
- [10] Barnett GC, Wilkinson J, Moody AM. A randomised controlled trial of forward-planned radiotherapy (IMRT) for early breast cancer: Baseline characteristics and dosimetry results[J]. Radiol Oncol, 2009, 92(1): 34-41.
- [11] Mirjam E, Mast Loes. Left-sided breast cancer radiotherapy with and without breath-hold: Does IMRT reduce the cardiac dose even further[J]. Radiol Oncol, 2012, 108(2): 248-253.
- [12] Palmer A, Mzenda B, Kearton J, et al. Analysis of regional radiotherapy dosimetry audit data and recommendations for future audits [J]. Br J Radiol, 2011, 84(1004): 733-742.
- [13] 陈坚贤, 吴三纲, 黄广优. 乳腺癌根治术后胸壁电子束旋转照射的临床应用[J]. 现代肿瘤医学, 2012, 20(10): 2188-2191.
- Chen JX, Wu SG, Huang GY. Clinical application electron arc irradiation of the postmastectomy chest wall in breast cancer [J]. Journal of Modern Oncology, 2012, 20(10): 2188-2191.
- [14] Gorken IB, Bayman ED, Balci P, et al. Comparing ultrasound with computerized tomography images to choose electron energy for radiotherapy boost field in breast cancer patients with breast conserving surgery[J]. J BUON, 2010, 15(3): 500-503.
- [15] Mattia F, Osti A, Carnevale S, et al. Exclusive electron intraoperative radiotherapy in early-stage breast cancer: A monoinstitutional experience[J]. Anti Res, 2013, 33(3): 1229-1235.
- [16] Gauer T, Engel K, Kiesel A, et al. Comparison of electron IMRT to helical photon IMRT and conventional photon irradiation for treatment of breast and chest wall tumours[J]. Radiol Oncol, 2010, 94(3): 313-318.