

## 乳腺癌术后胸壁和锁骨上区整体调强剂量学探讨

邹勤舟, 魏贤顶, 赵于天, 张福正, 杨波  
(苏州大学附属第四医院肿瘤放疗科, 江苏无锡, 214062)

**摘要:**目的 探讨乳腺癌改良根治术后胸壁靶区和锁骨上靶区整体调强计划的剂量学特点,并观察照射后的急性不良反应。**方法** 146例乳腺癌改良根治术后患者进行治疗计划设计,43例整体调强计划选择3个针对胸壁靶区、2个针对锁骨上靶区、1个针对总的靶区共6个照射野进行整体逆向调强计划,103例患者计划选择胸壁靶区2个切线野的三维适形,再衔接锁骨上靶区单野6 MV X线和9 MeV电子线混合照射的适形接野计划。计划处方剂量均为25次50 Gy,90%的靶区达到处方剂量;并分别对胸壁靶区、锁骨上靶区、正常器官的剂量学特点进行比较。**结果** 胸壁靶区整体调强计划比适形接野计划降低了最大剂量,提高了最小剂量,有更好的靶区适形性和均匀性。锁骨上靶区整体调强计划最小剂量、平均剂量、95%处方剂量包含的靶区体积均有明显的提高,靶区适形性和均匀性有显著的改善。危及器官整体调强计划同侧肺 $V_{30}$ 、心脏 $V_{10}$ 、 $V_{30}$ 、 $D_{mean}$ 均低于适形接野计划,而 $V_5$ 、 $V_{10}$ 、心脏 $V_5$ 高于后者,同侧肺 $V_{20}$ 、 $D_{mean}$ 、对侧肺 $D_{1000}$ 、对侧乳腺 $D_{mean}$ 无统计学差异,患者发生Ⅱ级以上放射性肺炎38%,且两组间无统计学意义,未发生放射性肺炎。**结论** 在不增加危及器官受量的前提下,应用整体调强技术能明显改善锁骨上靶区的剂量,提高胸壁靶区和锁骨上靶区的剂量适形性和均匀性,值得推广应用。

**关键词:** 乳腺癌; 放射疗法; 调强适形放疗; 剂量学

中图分类号: R 737.9 文献标志码: A 文章编号: 1672-2353(2012)23-0032-04

## Irradiation of the chest wall and regional nodes as an integrated volume with IMRT for breast cancer after mastectomy: from dosimetry to clinical observation

ZOU Qinzhou, WEI Xianding, ZHAO Yutian, ZHANG Fuzheng, YANG Bo

(Department of Radiation Oncology, the Fourth Affiliated Hospital of Suzhou University, Wuxi, Jiangsu, 214062)

**ABSTRACT: Objective** To discuss dosimetric characteristics of integrated volume for chest wall target and supraclavicular target with IMRT for breast cancer after mastectomy, and observe acute side-effects following irradiation. **Methods** It was plan for breast cancer after mastectomy of 146 cases, the plan for integrated volume with IMRT for breast cancer in 43 cases choice 3 fields for chest wall target area and 2 fields for supraclavicular target area and 1 field for the total target area, the general plan in 103 cases was 3D-CRT for chest wall target joining plan of mixed irradiation by 6 MV X-ray and 9 MeV electronic line for supraclavicular target. prescription dose was 50 Gy/25 times, to meet the requirements of 90% prescription dose for target area; and dosimetry characteristics on the chest wall target and supraclavicular target area and normal organ are compared. **Results**

The plan of integrated volume with IMRT for breast cancer for the chest wall target area compared with general plan reduces the maximum dose and enhance the minimum dose and a better target conformal and uniformity. The plan of integrated volume with IMRT for breast cancer for Supraclavicular target area compared with general plan, the minimum dose and the average dose of prescription dose and 95% contains the target volume, and conformal and uniformity for the target region was increased obviously. The plan of integrated volume with IMRT for breast cancer for the

收稿日期: 2012-10-26

基金项目: 无锡市科技局社会支撑指令性项目(CSE01N1223)

通信作者: 杨波, Email: wuxiyangbo@yahoo.com.cn

normal organ compared with general plan, the  $V_{30}$  and  $V_{10}$  and  $V_{30}$  and  $D_{\text{mean}}$  of the ipsilateral lung and heart were lowed, while the  $V_5$  and  $V_{10}$  of the ipsilateral lung and heart were increased, it were no statistical difference of  $V_{20}$  of the ipsilateral lung and  $D_{\text{mean}}$  of the contralateral lung and  $D_{\text{mean}}$  of the contralateral breast,  $\geq$  grade 2 radiation dermatitis was identified in 38% patients, no patient developed radiation pneumonitis. **Conclusion** The plan for integrated volume with IMRT for breast cancer can improve the dose of supraclavicular target significantly by the quantity under the premise for organ at risk and improve conformal and uniformity of the dose for chest wall target area and supraclavicular target volume.

**KEY WORDS:** breast cancer/radiotherapy; intensity modulated radiotherapy; dosimetry

乳房切除术后放疗能降低高危乳腺癌患者的局部复发率,提高总生存率<sup>[1-2]</sup>。放疗靶区包括胸壁、锁骨上、下区以及加与不加内乳区。常规的照射方法是胸壁靶区三维适形照射,再衔接锁骨上靶区的混合射线照射(以下称适形接野)。但这种方法对靶区剂量、危及器官受量、计划热点和冷点等调节的范围有限<sup>[3-4]</sup>。随着调强适形放疗在多种肿瘤放疗中的广泛应用,作者将胸壁靶区和锁骨上靶区分开勾画,设计部分分段射野的整体逆向调强计划(以下称整体调强),自 2009 年 10 月—2012 年 9 月共完成病例 43 例,并与同期 103 例患者的适形接野计划进行剂量学特点比较,观察照射后的急性不良反应。

## 1 资料与方法

### 1.1 主要设备

美国 Varian 公司 23EX 医用直线加速器(配备 120 叶多叶准直器)、Eclipse 治疗计划系统;美国 Picker 公司的 PQS-单排螺旋 CT 以及比利时 ORFIT 固定装置等。

### 1.2 临床资料

从 2009 年 10 月—2012 年 9 月在本科接受放疗的乳腺癌改良根治术后患者 146 例,年龄 21~74 岁,女性,卡氏评分 $\geq 80$ ;术后均病理证实为浸润性癌且腋窝淋巴结阳性,有胸壁和区域淋巴放疗指征,其中,左侧乳腺癌患者 71 例,右侧 75 例;适形接野计划 103 例,整体调强计划 43 例;接受内乳淋巴结照射 32 例。

### 1.3 CT 模拟定位

体模固定体位,患侧手臂外展上举,头偏对侧,胸壁加 3 mm 组织补偿胶,硅胶管标记手术疤痕,CT 扫描范围为上颈部至对侧乳房皱褶下 10 cm,层厚为 5 mm,层距为 5 mm。CT 图像经网络传送至治疗计划系统,图像重建。

### 1.4 靶区和危及器官定义

胸壁靶区 PTV<sub>c</sub> 前界位于等效组织下 3 mm,后界为肋骨内缘,头侧界为锁骨头下 1 cm,脚侧界为参考对侧乳房皱褶下 1 cm,内侧界包括内乳为正中线,不包括内乳为胸肋关节,外侧界为腋中线。锁骨上靶区 PTV<sub>s</sub> 前界位于皮下 3 mm,后界为斜角肌前缘,头侧界为环状软骨下缘,脚侧界为 PTV<sub>c</sub> 上界衔接,内侧界为气管外侧缘,外侧界为肱骨头内缘,PTV<sub>c</sub> 和 PTV<sub>s</sub> 集成为一个总的 PTV。正常器官的勾画包括患侧肺、对侧肺、心脏、脊髓、对侧乳腺。

### 1.5 计划设计

2 种计划都选用 6 MV X 线。

① 整体调强计划:将射野中心选在 PTV<sub>c</sub> 和 PTV<sub>s</sub> 的相接层面,对 PTV<sub>c</sub> 和 PTV<sub>s</sub> 进行部分分段设野。胸壁靶区在近似切线野的方向分别选 2 个间隔小角度(10°~15°)的射野,4 个照射野呈 K 形状分布,其中 3 个野包裹胸壁靶区 PTV<sub>c</sub>,1 个野包裹总的 PTV(按照总的 PTV 的形状选择);锁骨上按照靶区形状再设 2 个照射野,包裹 PTV<sub>s</sub>,共 6 个照射野(3 个针对 PTV<sub>c</sub>,2 个针对 PTV<sub>s</sub>,1 个针对总的 PTV)进行整体逆向调强运算。处方剂量为 25 次 50 Gy,要求 90% 的 PTV 达到 100% 处方剂量。

② 适形接野计划:PTV<sub>c</sub> 用 2 个切线野做三维适形照射,切线野后界共面,前界扩出胸壁 2 cm,各加 15° 的楔形板,处方剂量为 25 次 50 Gy,要求 90% 的 PTV<sub>c</sub> 达到 100% 处方剂量;PTV<sub>s</sub> 在 0° 方向用 6 MV X 线和 9 MeV 电子线混合照射(其中 X 线照射 16 Gy,电子线 34 Gy),在 Y 方向用半野技术与 PTV<sub>c</sub> 射野衔接。

### 1.6 比较指标

① 靶区:适形指数  $CI = V_{\text{Tref}}/V_{\text{T}} \times V_{\text{Tref}}/V_{\text{ref}}$ ,其中  $V_{\text{T}}$  为 PTV 体积,  $V_{\text{Tref}}$  为 95% 等剂量

线面所包绕的 PTV 的体积,  $V_{ref}$  为 95% 等剂量线面所包绕的所有区域的体积。CI 的值为 0 - 1, 越靠近 1 说明靶区适形度越好。均匀指数  $HI = D_{max}/D_{min}$ , 其中  $D_{max}$  为 2% 的 PTV 剂量,  $D_{min}$  为 98% PTV 剂量。HI 值越小, 则靶区均匀性越好。其他参数为  $D_{max}$ 、 $D_{min}$ 、 $D_{mean}$ 、 $V_{95\%}$ 。

② 正常器官: 同侧肺的  $V_5$ 、 $V_{10}$ 、 $V_{20}$ 、 $V_{30}$ 、 $D_{mean}$ , 心脏的  $D_{mean}$ 、 $V_5$ 、 $V_{10}$ 、 $V_{30}$ , 以及对侧肺的  $D_{mean}$ , 对侧乳腺的  $D_{mean}$ 。

### 1.7 临床观察

放疗期间由专职技术员负责观察和记录, 随

访至放疗后 1 个月患者照射区皮肤反应, 放疗后 6 个月内随访急性放射性肺炎情况, 急性放射性肺炎分级采用不良反应常见术语标准 4.0 版标准。

## 2 结果与分析

### 2.1 胸壁靶区剂量比较

相比适形接野计划, 整体调强计划  $D_{max}$ 、 $D_{mean}$  更低,  $D_{min}$ 、 $V_{95\%}$  更高, 且有更好的靶区适形性和均匀性(表 1)。

表 1 146 例乳腺癌改良根治术后适形接野计划和整体调强计划胸壁靶区剂量学比较表( $\bar{x} \pm s$ )

| 计划组别 | $D_{max}/Gy$ | $D_{min}/Gy$ | $D_{mean}/Gy$ | $V_{95\%}/\%$ | CI          | HI          |
|------|--------------|--------------|---------------|---------------|-------------|-------------|
| 适形接野 | 57.44 ± 0.91 | 46.15 ± 1.21 | 53.92 ± 0.80  | 96.58 ± 0.76  | 0.54 ± 0.08 | 1.28 ± 0.13 |
| 整体调强 | 56.31 ± 0.88 | 48.50 ± 0.72 | 52.80 ± 0.64  | 98.77 ± 0.52  | 0.66 ± 0.08 | 1.16 ± 0.11 |
| P 值  | 0.013        | 0            | 0.006         | 0             | 0.008       | 0.002       |

### 2.2 锁骨上靶区剂量比较

整体调强计划  $D_{min}$ 、 $D_{mean}$ 、 $V_{95\%}$  均高于适形

接野计划, 且有更好的靶区适形性和均匀性, 2 者  $D_{max}$  无统计学差异(表 2)。

表 2 146 例乳腺癌改良根治术后适形接野计划和整体调强计划锁骨上靶区剂量学比较表( $\bar{x} \pm s$ )

| 计划组别 | $D_{max}/Gy$ | $D_{min}/Gy$ | $D_{mean}/Gy$ | $V_{95\%}/\%$ | CI          | HI          |
|------|--------------|--------------|---------------|---------------|-------------|-------------|
| 适形接野 | 53.60 ± 0.63 | 15.74 ± 1.54 | 31.55 ± 2.33  | 15.42 ± 1.61  | 0.06 ± 0.02 | 3.41 ± 0.26 |
| 整体调强 | 53.38 ± 0.55 | 49.09 ± 0.73 | 51.72 ± 0.88  | 99.58 ± 0.42  | 0.75 ± 0.06 | 1.09 ± 0.07 |
| P 值  | 0.182        | 0            | 0             | 0             | 0           | 0           |

### 2.3 危及器官剂量比较

同侧肺整体调强计划  $V_5$ 、 $V_{10}$  高于适形接野计划,  $V_{30}$  低于后者,  $V_{20}$ 、 $D_{mean}$  无统计学差异; 心

脏整体调强计划  $V_5$  高于适形接野计划,  $V_{10}$ 、 $V_{30}$ 、 $D_{mean}$  均低于后者; 对侧肺  $D_{mean}$ 、对侧乳腺  $D_{mean}$  无统计学差异(表 3)。

表 3 146 例乳腺癌改良根治术后适形接野计划和整体调强计划危及器官剂量学比较表( $\bar{x} \pm s$ )

| 计划组别 | 同侧肺          |              |              |               |               |
|------|--------------|--------------|--------------|---------------|---------------|
|      | $V_5/\%$     | $V_{10}/\%$  | $V_{20}/\%$  | $V_{30}/\%$   | $D_{mean}/Gy$ |
| 适形接野 | 35.11 ± 1.90 | 24.89 ± 1.34 | 19.33 ± 1.12 | 18.27 ± 1.12  | 10.87 ± 0.77  |
| 整体调强 | 38.84 ± 2.24 | 26.60 ± 1.61 | 19.41 ± 0.98 | 16.84 ± 0.94  | 10.91 ± 0.71  |
| P 值  | 0            | 0            | 0.229        | 0             | 0.294         |
| 计划组别 | 心脏           |              |              | 对侧肺           | 对侧乳腺          |
|      | $V_5/\%$     | $V_{10}/\%$  | $V_{30}/\%$  | $D_{mean}/Gy$ | $D_{mean}/Gy$ |
| 适形接野 | 18.60 ± 2.56 | 11.91 ± 1.24 | 5.88 ± 0.55  | 5.27 ± 0.46   | 0.63 ± 0.14   |
| 整体调强 | 20.01 ± 3.04 | 7.38 ± 1.23  | 3.56 ± 0.34  | 4.74 ± 0.33   | 0.65 ± 0.16   |
| P 值  | 0            | 0            | 0            | 0.001         | 0.662         |
|      |              |              |              |               | 0.573         |

### 2.4 两组间放射性皮炎的发生情况

由表 4 可知, 发生部位大多数在患者腋窝皱褶处, 未发生放射性肺炎。

## 3 讨论

研究表明<sup>[5-6]</sup>, 乳腺癌术后复发的部位在瘤

表 4 146 例乳腺癌改良根治术后放疗两组间  
放射性皮炎发生情况比较表

| 计划组别 | n   | Ⅱ级以下 ARD |    |     | Ⅱ级以上 ARD |    |    |       |
|------|-----|----------|----|-----|----------|----|----|-------|
|      |     | 0 级      | Ⅰ级 | 发生率 | Ⅱ级       | Ⅲ级 | Ⅳ级 | 发生率/% |
| 适形接野 | 103 | 26       | 38 | 62% | 27       | 12 | 0  | 38    |
| 整体调强 | 43  | 11       | 16 | 63% | 11       | 5  | 0  | 37    |
| P 值  |     | >0.05    |    |     | >0.05    |    |    |       |

床和附近区域,乳腺癌改良根治术后没有接受放疗而局部复发的病例中,区域淋巴结复发占 50%<sup>[7]</sup>。所以乳腺癌改良根治术后同时对胸壁和锁骨上淋巴引流区进行照射非常重要,特别是锁骨上淋巴引流区照射时,传统的方法为选取一定的参考深度,单野 6 MV X 线和电子线混合照射。陈剑等<sup>[8]</sup>研究的结果显示,在局部复发性乳腺癌患者中,锁骨上内外侧淋巴结后界距皮肤的平均距离分别为 4.1 和 5.3 cm,均大于传统照射时选用的 3 cm 参考深度。本科所勾画的锁骨上靶区包括了整个淋巴区域,深度皆大于 6 cm,部分肥胖患者的最大深度达到 8 cm。通过 TPS 设计适形接野计划,锁骨上靶区由于单一角度给野以及电子线治疗深度的局限性,靶区剂量的适形性和均匀性极差,98%的靶区剂量不到 20 Gy,由图 1 可见,大部分的靶区未能达到处方剂量,远远满足不了临床的治疗要求。整体调强技术采用单纯 X 线多角度射野(一般锁骨上靶区 3 个角度足够)逆向调强,在避开危及器官的同时,能够得到令临床满意的靶区剂量,锁骨上靶区在传统照射下产生的 3 cm 深度以下的大面积剂量冷点得到全面的改善。

适形接野和整体调强两种方法对于胸壁,都能得到令人满意的靶区适形性和均匀性。就数据而言,整体调强技术的各项指标都略优于适形接野照射技术。由图 1 可见,整体调强技术由于用了 4 个角度的射野逆向调强,其 95% 处方剂量范围基本沿着胸壁靶区的凹面呈弧状分布,减少了常规切线野对穿照射患侧肺和心脏产生的高剂量受照体积。虽然多角度射野略增加了患侧肺和心脏的低剂量受照体积,但患侧肺和心脏的平均剂量没有增加。两种方法的对侧肺和对侧乳腺受照剂量极低(<1 Gy),不作讨论。

有研究显示,乳腺癌调强放疗射野角度排得越开,患侧肺的受照射剂量和受照射体积越大<sup>[9]</sup>。肺组织受照射剂量和受照射体积是引起

肺损伤的重要因素<sup>[10]</sup>。所以本研究的胸壁靶区以接近切线野的角度设野,锁骨上靶区根据靶区形状设野,射野角度范围窄,数量少。整体调强计划中有一个大野包裹了整个靶区,在调强优化的过程中起到承接上下的作用,有利于两个靶区相接处的无缝剂量衔接。

使用整体调强计划进行照射,临床观察,出现Ⅱ级以上放射性皮炎的发生率为 38%,且与适形接野组没有统计学差异,发生部位大多数在腋窝前皱褶处,可能与该处皮肤不透气、易潮湿、对射线的耐受力差有关。一般放射性肺炎的发生率为 1%~7%,本观察组未出现放射性肺炎,可能样本量少有关。

#### 参考文献

- [1] 陈佳艺,郭小毛,章倩,等. 影响乳腺癌根治术后局部一区域性复发放射治疗后局部控制的因素[J]. 中华放射肿瘤学杂志, 2008, 17: 11.
- [2] Ragaz J, Olivetto I A, Spinelli J J, et al. Locoregional radiation therapy in patients with high-risk breast cancer receiving adjuvant chemotherapy: 20-year results of the British Columbia randomized trial[J]. J Natl Cancer Inst, 2005, 97: 116.
- [3] 金大伟,戴建荣,余子豪,等. 乳腺癌五种照射技术比较研究[J]. 医学研究杂志, 2006, 35(6): 10.
- [4] White J, Moughan J, Pierce L J, et al. Status of postmastectomy radiotherapy in the United States: a patterns of care study[J]. Int J Radiat Oncol Biol Phys, 2004, 60: 77.
- [5] Kuerer H M, Julian T B, Strom E A, et al. Accelerated partial breast irradiation after conservative surgery for breast cancer[J]. Ann Surg, 2004, 239(3): 338.
- [6] Krauss D J, Kestin L L, Mitchell C, et al. Changes in temporal patterns of local failure after breast-conserving therapy and their prognostic implications[J]. Int J Radiat Oncol Biol Phys, 2004, 60(3): 731.
- [7] Strom E A, Woodward W A, Katz A, et al. Clinical investigation: regional nodal failure patterns in breast cancer patients treated with mastectomy without radiotherapy[J]. Int J Radiat Oncol Biol Phys, 2005, 63: 1508.
- [8] 陈剑,马金利,张盛箭,等. 局部晚期和复发性乳腺癌患者区域淋巴结转移分布特点及靶区勾画意义[J]. 中华放射肿瘤学杂志, 2011, 20(2): 123.
- [9] 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.
- [10] 殷蔚伯,余子豪,徐国镇,等. 肿瘤放射治疗学[M]. 第 4 版. 北京:中国协和医科大学出版社, 2008: 636.