临床研究

DOI:10.13406/j.cnki.cyxb.000906

乳腺癌根治术后全 X 线照射胸壁及锁骨上区平卧位和胸骨水平位的肺剂量学比较

谢 悦,黄 锣,谭 兵,何亚男,杨 含,王 颖
(重庆市肿瘤研究所放疗科,重庆 400030)

【摘 要】**目的**:研究 2 种体位乳腺癌根治术后全 X 线照射胸壁及锁骨上区的肺剂量学差异,为进一步选择减轻肺放射性损伤的治疗体位提供理论依据。**方法**:回顾分析 2006 年 1 月至 2014 年 12 月在我院行乳腺癌术后胸壁及锁骨上区全 X 线切线野及单前野放射治疗的 192 例患者资料,其中平卧位 92 例,胸骨水平位 100 例,采集 2 组患者靶区等剂量曲线及肺剂量体积直方图,评价靶区覆盖度及肺剂量分布的差异。**结果**:平卧位组及胸骨水平位组 90%处方剂量完全覆盖计划靶区,均达到放射治疗剂量学要求,靶区均匀指数及适形指数并无统计学差异($P>0.05$);平卧位组及胸骨水平位组患侧肺 V_{20} 分别为:(29.9 ± 2.5)%和(32.4 ± 3.2)%($P=0.000$),患侧肺 V30:(24.8 ± 6.3)%和(26.8 ± 1.9)%($P=0.002$);患侧肺 Dm:(16.4 ± 3.0) Gy 和(18.1 ± 1.8) Gy($P=0.000$);全肺 V20:(14.6 ± 2.1)%和(17.4 ± 2.5)%($P=0.000$),全肺 V_{30}:(8.4 ± 1.6)%和(13.9 ± 1.7)%($P=0.000$);全肺 Dm:(7.4 ± 0.7) Gy 和(8.2 ± 0.7) Gy($P=0.000$),差异均具有统计学意义。**结论**:乳腺癌根治术后全 X 线照射胸壁及锁骨上区,2 种体位靶区覆盖度无明显差异;平卧位较胸骨水平位有更优的肺剂量分布。

【关键词】乳腺癌;术后放疗;放疗体位;剂量学;放射性肺损伤
【中图分类号】R730.55 【文献标志码】A 【收稿日期】2015-05-30

Comparison of lung dosimetry between supine and sternal horizon positions during X-ray irradiated radical mastectomy radiation therapy

Xie Yue, Huang Luo, Tan Bing, He Yanan, Yang Han, Wang Ying
(*Department of Radiotherapy, Chongqing Cancer Institute*)

【Abstract】***Objective***: To study the differences of lung dosimetry in chest wall and supraclavicular area under two commonly used radiation positions during all X-ray irradiated radicalmastectomy radiation therapy(RMRT), and to provide theoretical references for choosing the optimal radiation position with reduced radioactive damage. ***Methods***: Totally 192 patients from January 2006 to December 2014 treated with RMRT on chest wall, supraclavicular and infraclavicular region, were included in the retrospective analysis. Among them, 92 patients were in supine position and 100 patients were in sternal horizon position. The coverage of target and dose distribution of lung were evaluated according to the isodose curve and dose volume histograms of two groups. ***Results***: The radiation treatment was successfully completed conducted for all patients. The volume and dose for the supine and sternal horizon positions were as follows: (1)the ipsilateral lungs: V_{20}, (29.9 ± 2.5)% and (32.4 ± 3.2)% ($P=0.000$); V_{30}, (24.8 ± 6.3)% and (26.8 ± 1.9)% ($P=0.002$); Dm, (16.4 ± 3.0) Gy and (18.1±1.8) Gy($P=0.000$). (2)the whole lung: V_{20}, (14.6 ± 2.1)% and (17.4 ± 2.5)% ($P=0.000$); V_{30}, (8.49 ± 1.6)% and (13.9 ± 1.7)% ($P=0.000$); Dm, (7.4 ± 0.7) Gy and (8.2 ± 0.7) Gy($P=0.000$). The above results showed a significant difference in the lung dosimetry between the supine position and sternal horizon position. ***Conclusion***: There is no significant difference between the two positions in dose distribution for RMRT. Supine position have significantly better dose distribution for lung than sternal horizon position.

【Key words】breast cancer; postoperative radiotherapy; radiotherapy position; dosimetry; radiation-induced pulmonary injury

放射治疗可提高乳腺癌术后局部控制率,改善远期生存,是乳腺癌整体治疗策略的主要手段之一。目前,乳腺癌根治术后放疗靶区主要包括胸壁和锁骨上下淋巴引流区,由于胸廓的前后径上小下大,切线野照射时射野底边与胸廓的走向不平行,使得平卧位时照射野下部包括的肺组织较多,进而传统的照射技术采用胸骨水平位照射[1]。该方法使患者仰卧在专用的乳腺托架上,调整托架的角度,使胸

作者介绍:谢 悦,Email:344899525@qq.com,
研究方向:肿瘤的放射治疗。
通信作者:王 颖,Email:wangying_cq@hotmail.com。
优先出版:http://www.cnki.net/kcms/detail/50.1046.r.20160331.1515.006.html (2016-03-31)

骨走行与射野底边平行，可以减少切线野下部照射的肺组织，且不会造成胸壁切线野与锁骨上下区单前野接野处超、欠剂量。但由此会增加锁骨上下区单前野照射的肺组织剂量体积，随着肺受照射的体积增加，有可能加大放射性肺炎的发生率及加重放射性肺纤维化的严重程度。随着多叶准直器、CT 模拟定位及治疗计划软件的广泛应用，平卧位照射技术在保证靶区剂量准确性的前提下，能否改善肺的剂量学分布，目前暂无相关报道。本文将探讨在新的放疗技术条件下乳腺癌根治术后全 X 线照射两种体位的肺剂量学差异，为进一步选择减轻肺放射性损伤的治疗体位提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 纳入标准

回顾性分析 2006 年 1 月至 2014 年 12 月在我院行乳腺癌根治术后辅助放疗的女性患者，共 192 例，中位年龄 53（24~73）岁。单侧乳腺发病，既往无胸壁及肺部疾病放射治疗史，原发灶为 T3、T4 或腋窝淋巴结转移数≥4 的患者，所有患者均经术后病理诊断确诊，其中浸润性导管内癌 140 例，浸润性小叶癌 35 例，小管癌 8 例，乳头状癌 9 例，均在术后 6 月内接受胸壁及锁骨上下区全 X 线放射治疗。使用 CT 模拟定位，并采用治疗计划行三维适形放疗。按不同体位技术开展的先后分为 2 组，其中胸骨水平位组（100 例），平卧位组（92 例），患者治疗前均签署知情同意书。

1.2 治疗方法

1.2.1 CT 模拟定位 患者均采用乳腺专用托架固定，平卧位组患者托架无倾斜角度，与治疗床平行；胸骨水平位组需调整乳腺托架角度，使患者胸骨与治疗床平行。患侧上肢上举外展置于臂托上，健侧上肢置于体侧，头偏向健侧。行飞利浦公司的 AcQsim 85 cm 大孔径 CT 模拟定位，用激光灯显示并在体表描记 3 个“+”字，把 3 个不透光小球贴在“+”字中心。用铅丝标记乳腺范围及手术疤痕。扫描范围自下颌骨至肋弓，层厚 5 mm，层距 5 mm。记录乳腺托架数据。扫描图像传输至 Eclipse 治疗计划系统。

1.2.2 治疗计划设计 根据美国肿瘤放射治疗协作组织（Radiation Therapy Oncology Group，RTOG）[2]乳腺癌靶区勾画共识勾画临床靶区（clinicalt arget volume，CTV）、计划靶区（plan target volume，PTV）及危及器官，胸壁 CTV 范围为，上界：第二前肋上缘水平；下界：对侧乳腺下缘水平。内界：胸肋关节内侧；外界：腋中线（参考对侧乳房外界）；前界：皮下 2 mm；后界：肋骨、胸膜交界。锁骨上、下淋巴引流区 CTV 范围为，上界：环状软骨下缘；下界：第二前肋上缘水平。内界：胸锁乳突肌内侧；外界：肩关节内侧。PTV 为 CTV 基础上外放，头、脚方向 1 cm，其余方向 0.5 cm。2 组患者均采用胸壁两切线野加锁上单前切野三维适形技术，处方剂量：50 Gy/25F/5W。剂量学要求：90%PTV 50 Gy，V_{55}<5%，V_{535}<10%，全肺：V_{20}<20%，心脏：V_{30}<10%，V_{40}<5%，脊髓：<40Gy。

1.2.3 评价指标 靶区均匀指数（homogeneity index，HI）定义为 $D_{5\%}/D_{95\%}$（接受高剂量的 5%PTV 接受的最小剂量/接受高剂量的 95%PTV 接受的最小剂量）。适形指数（conformity index，CI）=$(V_{T,ref}/V_T)X(V_{T,ref}/V_{ref})$，$V_T$ 指靶体积，参考等剂量面取 95%的处方等剂量线，Vref 指 95%处方等剂量曲线所包绕的三维空间体积，V_T，ref 指 95%处方剂量曲线所包绕的靶体积。患侧肺 V_{20}、全肺 V_{20}、患侧肺 V_{30}、全肺 V_{30}、患侧肺 Dm、全肺 Dm，评价肺的保护程度。

1.3 统计方法

所有资料均采用 SPSS 20.0 统计软件分析，计量资料采用均数±标准差（$\bar{x}\pm s$）表示，应用两独立样本 t 检验分析比较 2 组剂量学差异，检验标准 α=0.05。

2 结 果

2.1 靶区剂量覆盖度

2 组计划均具有较好的处方剂量曲线覆盖，90%处方剂量完全覆盖计划靶区，均达到放射治疗剂量学要求。平卧位组与胸骨水平位组的 $D_{95\%}$及 $D_{5\%}$分别为（44.8±2.3）Gy、（44.2±2.0）Gy 和（54.4±2.6）Gy、（54.0±2.4）Gy，HI 分别为 1.22±0.06 与 1.22±0.03 无统计学差异（t=-0.652，P=0.515）。CI 分别为 0.33±0.05 与 0.35±0.05 也无统计学差异（t=-1.490，P=0.138）。详见表 1。

2.2 肺保护程度的剂量评估

表 2 显示平卧位组患者全野照射时患侧肺 V_{20}、全肺 V_{20}、患侧肺 V_{30}、全肺 V_{30}、患侧肺 Dm、全肺 Dm 均较胸骨水平位组患者低，差异具有统计学意义（P<0.001）。表 3 显示平卧位组患者单独锁上前野照射时患侧肺 V_{20}、全肺 V_{20}、患侧肺 V_{30}、全肺 V_{30}、患侧肺 Dm、全肺 Dm 均较胸骨水平位组患者低，差异具有统计学意义（P<0.001）。而表 4 显示 2 组在单独胸壁切线野照射时的肺体积及剂量差异无统计学意义（P>0.050）。

表 1 2 种放疗体位的计划靶区剂量学比较

Tab.1 Comparison of PTV dosimetry between the two radiation positions(Gy)

组别	$D_{5\%}$（Gy）	$D_{95\%}$（Gy）	$V_{95\%}$	$V_{105\%}$	HI	CI
平卧组	54.4±2.6	44.8±2.3	84.8±2.6	21.8±1.6	1.22±0.06	0.33±0.05
胸骨水平组	54.0±2.4	44.2±2.0	85.4±2.4	22.3±1.7	1.22±0.03	0.35±0.05
t 值	1.231	1.875	-1.761	-1.882	-0.652	-1.490
P 值	0.220	0.062	0.080	0.061	0.515	0.138

表 2 胸壁联合锁骨上靶区肺剂量分布

Tab.2 Dosimetric distribution of the lung in chest wall,supraclavicular and subclavian area

组别	患侧肺 V_{20}（%）	全肺 V_{20}（%）	患侧肺 V_{30}（%）	全肺 V_{30}（%）	患肺 Dm（Gy）	全肺 Dm（Gy）
平卧组	29.9 ± 2.5	14.6 ± 2.1	24.8 ± 6.3	8.4 ± 1.6	16.4 ± 3.0	7.4 ± 0.7
胸骨水平组	32.4 ± 3.2	17.4 ± 2.5	26.8 ± 1.9	13.9 ± 1.7	18.1 ± 1.8	8.2 ± 0.7
t 值	-5.970	-8.424	-3.108	-22.622	-4.889	-8.119
P 值	0.000	0.000	0.002	0.000	0.000	0.000

表 3 锁骨上靶区单前野肺剂量分布

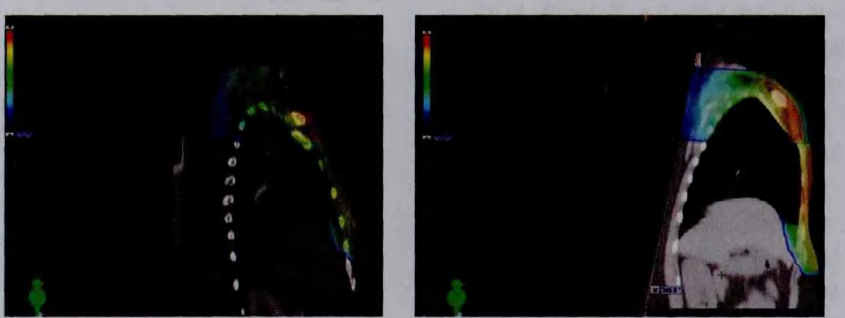
Tab.3 Dosimetric distribution of the lung in supraclavicular and subclavian area in a single-front radiation field

组别	患侧肺 V_{20}（%）	全肺 V_{20}（%）	患侧肺 V_{30}（%）	全肺 V_{30}（%）	患肺 Dm（Gy）	全肺 Dm（Gy）
平卧组	10.3 ± 2.5	5.7 ± 2.0	8.1 ± 1.7	4.3 ± 1.2	7.0 ± 2.0	2.5 ± 0.5
胸骨水平组	12.1 ± 2.3	7.9 ± 2.2	9.5 ± 1.5	6.0 ± 1.7	8.0 ± 1.2	3.3 ± 0.5
t 值	-5.337	-7.468	-6.361	-8.006	-4.059	-10.917
P 值	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

表 4 胸壁切线野靶区肺剂量分布

Tab.4 Dosimetric distribution of the lung in chest-wall area in a tangent radiation field

组别	患侧肺 V_{20}（%）	全肺 V_{20}（%）	患侧肺 V_{30}（%）	全肺 V_{30}（%）	患肺 Dm（Gy）	全肺 Dm（Gy）
平卧组	19.6 ± 1.3	8.9 ± 0.9	16.7 ± 6.2	4.1 ± 1.2	9.6 ± 2.3	5.0 ± 0.9
胸骨水平组	20.2 ± 1.8	9.5 ± 1.2	17.3 ± 1.1	7.9 ± 0.8	10.1 ± 1.5	4.7 ± 1.6
t 值	-2.867	-3.675	-0.951	-25.370	-2.947	3.340
P 值	0.500	0.140	0.343	0.140	0.330	0.455



A. 平卧位　　B. 胸骨水平位；彩色边缘为肺 V20 等剂量线

图 1 平卧位与胸骨水平位肺 V20 等剂量曲线对比

Fig.1 Comparison of the lung V20 isodose curve between supine and sternal level positions

3 讨 论

局部区域复发是影响乳腺癌根治术疗效的重要原因，据统计，胸壁复发率最常见，占局部复发的44%~69%，锁骨上淋巴结复发率约 10%~26%，严重影响预后[3]。乳腺癌术后胸壁及锁骨上下区的放射治疗能明显降低局部复发率，提高远期生存，是乳腺癌主要治疗手段之一[4-6]。因综合治疗水平不断提高，人们不光关注疗效，而且对正常组织的保护更加重视，放射性肺损伤为乳腺癌术后放疗的主要并发症之一，其发生程度与肺受照射剂量体积有关，切线野中心肺厚度（central lung distance，CLD）< 2 cm，放射性肺炎发生率为 2%，CLD 2~3 cm，放射性肺炎发生率为 8%，CLD>3 cm，放射性肺炎发生率为 14%[7-8]，减少正常组织不必要的照射是发展的另一方向。

目前我国乳腺癌术后放疗患者 90%以上都接受了胸壁和锁骨上下区放疗[9]。其放射治疗照射技术主要有全 X 线切线野单前野照射、全电子线垂直照射、X 线和电子线混合照射及适形调强放疗。电子线便宜，易开展，但胸壁曲面及锁骨上下区体表轮廓变化较大，且受限光筒限制，剂量准确性稍差。调强放疗在剂量学上有优势[10]，能降低危及器官最大受照剂量，但因其费用较贵及设备要求较高，使

用受到一定限制。且有研究指出其多野技术造成对侧乳腺、肺的低剂量照射，有可能导致继发性恶性肿瘤的增加，并增加了心脏的低剂量照射，在远期预后及毒副反应上，并未显示出明显优势[11-13]。全 X 线切线野、单前野照射技术对设备要求简单，靶区剂量确实可靠，有研究显示 X 线光子照射比电子照射有更好的局控率和更少的皮肤毛细血管扩张并发症[14]。故其应用最为广泛。其最大缺点为肺受照体积较大。如何更好地保护正常肺组织，是目前需要进一步研究解决的问题。

本研究表明，在采用 CT 模拟定位，运用治疗计划系统，使用半野技术及多叶光栅治疗的情况下，平卧位也可以使切线野照射时射野底边与胸廓的走向平行，且很好地避免胸壁切线野和锁骨上下区单前野两野邻接处超、欠剂量的发生。2 组计划的靶区适形指数及均匀指数均无统计学差异，表明两种体位均具有较好的靶区处方剂量曲线覆盖。另一方面平卧位组较胸骨水平位组肺 V_{20}、肺 V_{30}、肺 Dm 数值更低，差异有统计学意义，显示更优的肺剂量学分布。表 3 示平卧组单前野较胸骨水平组单前野的患侧肺 V_{20}、全肺 V_{20}、患侧肺 V_{30}、全肺 V_{30}、患侧肺 Dm、全肺 Dm 数值均低，差异有统计学意义。表 4 示平卧组切线野和胸骨水平组切线野的患侧肺 V_{20}、全肺 V_{20}、患侧肺 V_{30}、全肺 V_{30}、患侧肺 Dm、全肺 Dm 数值接近，差异无统计学意义。由此可见，锁骨上野导致了平卧位患者肺组织的照射剂量体积减少。本研究图 1 亦表明平卧位较胸骨水平位可减少肺组织的照射剂量体积，该效应主要由改变体位后锁上野的肺组织照射体积减少所致。由于平卧位时锁上野照射野下界远端更偏头侧，所以可有效减少肺组织受照射的剂量和体积。

综上所述，乳腺癌术后全 X 线切线野、单前野照射时采用平卧位或胸骨水平位，二者靶区覆盖度相近，差异无统计学意义。而平卧位较胸骨水平位肺组织的照射剂量体积更小，差异有统计学意义。平卧位符合尽量减少正常肺组织受照射剂量和体积的剂量学原则，值得推广。但本研究体位改变所致照射剂量及体积减少能否降低放射性肺损伤尚未明确，有待进一步行相关前瞻性研究论证。

参 考 文 献

[1] 殷蔚伯，余子豪，徐国镇，等. 肿瘤放射治疗学[M]. 4 版. 北京：中国协和医科大学出版社，2008：1183-1188.

[2] Loblaw DA，Prestrud AA，Somerfield MR，et al. American Society of Clinical Oncology Clinical Practice Guidelines：formal systematic review-based consensus methodology[J]. J Clin Oncol，2012，30(25)：3136-3140.

[3] Biancosino A，Bremer M，Karstens JH，et al. Postoperative periclavicular radiotherapy in breast cancer patients with 1-3 positive axillary lymph nodes. Outcome and morbidity[J]. Strahlenther Onkol，2012，188(5)：417-423.

[4] McGale P，Taylor C，Darby S，et al. Effect of radiotherapy after mastectomy and axillary surgery on 10-year recurrence and 20-year breast cancer mortality：meta-analysis of individual patient data for 8135 women in 22 randomized trials[J]. Lancet，2014，383(9935)：2127-2135.

[5] Kunkler I. Adjuvant chest wall radiotherapy for breast cancer：black，White and shades of grey[J]. Eur J Surg Oncol，2010，36(4)：331-334.

[6] Abdulkarim BS，Cuartero J，Hanson J，et al. Increased risk of locoregional recurrence for women with T1-2N0 triple-negative breast cancer treated with modified radical mastectomy without adjuvant radiation therapy compared with breast-conserving therapy[J]. J Clin Oncol，2011，29(21)：2852-2858.

[7] Blom Goldman U，Wennberg B，Svane G，et al. reduction of radiation pneumonitis by V20-constraints in breast cancer[J]. Radiat Oncol，2010(5)：99.

[8] Shi A，Zhu G，Wu H，et al. Analysis of clinical and dosimetric factors associated with severe acute radiation pneumonia in patients with locally advanced non-small cell lung cancer treated with concurrent chemotherapy and intensity modulated radiotherapy[J]. Radiat Oncol，2010(5)：35-41.

[9] 王淑莲，李晔雄，宋清坤，等. 1999-2008 年中国乳腺癌根治术后放疗部位变化的临床流行病学研究[J]. 中华放射肿瘤学杂志，2013，22(5)：347-351.

[10] Schubert LK，Gondi V，Sengbusch E，et al. Dosimetric comparison of left sided whole breast irradiation with 3DCRT，forward planned IMRT，inverse planned IMRT，helical tomotherapy，and topotherapy[J]. Radiother Oncol，2011，100(2)：241-246.

[11] Dayes I，Rumble RB，Bowen J，et al. Intensity modulated radiotherapy in the treatment of breast cancer[J]. Clinical Oncology，2012，24(7)：488-498.

[12] Darby SC，Ewertz M，Mcgale P，et al. Risk of ischemic heart disease in women after radiotherapy for breast cancer[J]. N Engl J Med，2013，368(11)：987-998.

[13] Grantzau T，Mellemkjaer L，Overgaard J，et al. Second primary cancers after adjuvant radiotherapy in early breast cancer patients：a national population based study under the Danish Breast Cancer Cooperative Group(DBCG)[J]. Radiother Oncol，2013，106(1)：42-49.

[14] Huang EY，Chen HC，Sun LM，et al. Multivariate analyses of locoregional recurrences and skin complications after postmastectomy radiotherapy using electrons or photons[J]. Int J Radiat Oncol Biol Phys，2006，65(5)：1389-1396.

（责任编辑：冉明会）