

# 局部晚期非小细胞肺癌调强放疗与三维适形放疗的剂量学及临床疗效分析

杨燕光,王金云,张珏,刘海涛,夏小春,蔡晶  
(南通市肿瘤医院,江苏 南通 226361)

**摘要:** [目的] 分析比较局部晚期非小细胞肺癌(NSCLC)调强放疗(IMRT)与三维适形放疗(3D-CRT)的临床疗效及对靶区和危及器官的剂量学差异。[方法] 回顾性分析局部晚期非小细胞肺癌 102 例,其中 52 例采用 3D-CRT,50 例采用 IMRT 治疗,处方剂量 PTV:56~64Gy/28~33 次,比较两组的临床疗效和不良反应。选择其中 10 例患者的 CT 定位图像,分别设计 IMRT 和 3D-CRT 计划,给予 D<sub>T</sub>:64Gy/32f 照射,用剂量体积直方图(DVH)评价 2 种治疗计划的靶区和危及器官的剂量参数。[结果] 10 例 IMRT 计划中肺的 V<sub>20</sub>、V<sub>30</sub> 及肺平均剂量低于 3D-CRT,而 V<sub>5</sub> 高于 3D-CRT 计划(P<0.05),V<sub>10</sub> 无差异(P>0.05)。IMRT 的靶区适形指数(CI)和靶区均匀指数(HI)均优于 3D-CRT(P<0.05),IMRT 计划中脊髓的最大剂量(Dmax)较 3D-CRT 低(P<0.05)。IMRT 组与 3D-CRT 组的 1、2、3 年生存率分别为 82.0%、46.0%、28.0%和 76.9%、36.5%、19.2%,中位生存期分别为 22 个月和 18 个月(P>0.05),1、2、3 年无进展生存率分别为 70.0%、34.0%、16.0%和 63.5%、25.0%、9.6%,中位 PFS 分别为 18 个月和 16 个月(P>0.05)。同步放化疗患者 1、2、3 年总生存率、无进展生存率分别为 90.5%、71.4%、47.6%和 85.7%、52.3%、33.3%,与序贯化放疗相比有显著性差异(P<0.05)。IMRT 组与 3D-CRT 组的近期疗效分别为 76.0%、55.8%(P<0.05),急性放疗反应发生率两组无显著性差异。[结论] 调强放射治疗可提高非小细胞肺癌近期疗效,调强放射治疗的计划可以提高靶区的适形度和均匀性,同时降低危及器官的剂量。

**关键词:** 非小细胞肺癌;调强放疗;三维适形放疗;剂量学

中图分类号:R734.2 文献标识码:A 文章编号:1004-0242(2014)10-0868-05

doi:10.11735/j.issn.1004-0242.2014.10.A017

## An Analysis of Dosimetric and Clinical Effect of Intensity Modulated Radiotherapy and Three-dimensional Conformal Radiotherapy for Locally Advanced Non-small Cell Lung Cancer

YANG Yan-guang, WANG Jin-yun, ZHANG Jue, et al.

(Nantong Tumor Hospital, Nantong 226361, China)

**Abstract:** [Purpose] To investigate the clinical efficacy of intensity modulated radiotherapy(IMRT) and three-dimensional conformal radiotherapy(3D-CRT) for locally advanced non-small cell lung cancer(NSCLC), and to compare the dosimetric difference in planning target volume(PTV) and organ at risk (OAR) between IMRT and 3D-CRT. [Methods] Patients with locally advanced NSCLC (n=102) were retrospectively analyzed. Among the patients, 52 cases were treated by 3D-CRT and 50 cases were treated by IMRT. The plans were designed to deliver 56~64 Gy in 28~33 fractions. The therapeutic efficacy and adverse events were compared between the two groups. Ten of the patients were enrolled for the further analysis: IMRT and 3D-CRT plans were designed for each patient. The total radiation dose was 64Gy/32f. The dose distributions of PTV and OAR were analyzed by the dose volume histogram (DVH). [Results] IMRT plans of 10 patients decrease the lungs V<sub>20</sub>, V<sub>30</sub>, the mean dose and increase the lungs V<sub>5</sub> (P<0.05). The lungs V<sub>10</sub> under both modes have no statistical significance(P>0.05). The conformal indices(CI) and homogeneity indices(HI) of PTV in IMRT were better than those in 3D-CRT(P<0.05). The cord max dose in IMRT was low in 3D-CRT(P<0.05). The 1-, 2-, 3-year survival (OS) of the IMRT group and 3D-CRT group were 82.0%, 46.0%, 28.0% and 76.9%, 36.5%, 19.2%, respectively. The median survival periods of two groups were 22 and 18 months (P>0.05). The 1-, 2-, 3-year progression-free survival (PFS) of two groups were 70.0%, 34.0%, 16.0% and 63.5%, 25.0%, 9.6% respectively. The median PFS periods of two groups were 18 and 16 months(P>0.05). The 1-, 2-, 3-year OS and PFS of subgroup arms with concurrent chemoradiotherapy were 90.5%, 71.4%, 47.6% and 85.7%, 52.3%, 33.3% respectively. There were significant difference in concurrent chemoradiotherapy group and sequential chemoradiotherapy group (P<0.05). The short

收稿日期:2014-04-15;修回日期:2014-06-03

通讯作者:蔡晶, E-mail: cj7227@sina.com

term response of two groups were 76.0% and 55.8% respectively ( $P<0.05$ ). There was no significant difference in acute radiotoxicity reaction between the two groups. [Conclusions] IMRT for patients with NSCLC can improve the short-term response. And it could improve CI and HI of PTV, with decreased dose of OAR.

**Key words:** non-small cell lung cancer; intensity modulated radiotherapy; three-dimensional conformal radiotherapy; dosimetry

放化疗联合治疗已经成为局部晚期非小细胞肺癌标准治疗手段<sup>[1]</sup>,但总体疗效仍不尽人意。有研究表明提高放疗剂量可以提高肿瘤的局部控制率及总生存时间<sup>[2]</sup>,但如何提高靶区剂量同时避免周围重要正常组织的不良放射反应的发生,是放射治疗中的难题。三维适形放疗(3D-CRT)和调强放疗(IMRT)可以在降低正常组织和器官照射剂量的同时,提高肿瘤区的照射剂量。调强放疗在前列腺癌、鼻咽癌等靶区复杂的肿瘤放疗中显示出其剂量学优势。本研究回顾性分析了我院 2009 年 1 月至 2012 年 6 月收治 102 例局部晚期非小细胞肺癌采用 IMRT 或 3D-CRT 治疗的疗效,并比较了其中 10 例患者的 IMRT 计划与 3D-CRT 计划中的剂量学分布,评价两种不同放疗技术的剂量差异。

## 1 资料与方法

### 1.1 一般资料

回顾性选择 2009 年 1 月至 2012 年 6 月在我院放疗科治疗的 102 例Ⅲ期非小细胞肺癌,均经病理或细胞学证实,其中鳞状细胞癌 69 例,腺细胞癌 29 例,其他类型细胞癌 4 例;年龄 40~70 岁;均为原发初次治疗且经专家会诊中心会诊无手术指征;根据东部肿瘤协作组(ECOG)PS 评分,为 0~2 分,按国际抗癌联盟(UICC)分期,为ⅢA 或ⅢB 期。所有病例均接受顺铂或卡铂为基础的第三代细胞毒药物的两药联合方案,根据放疗技术分为 IMRT 组和 3D-CRT 组,IMRT 组 50 例,3D-CRT 组 52 例,两组在性别、病理类型、临床分期等方面差异无显著性( $P>0.05$ )。见 Table 1。

### 1.2 放疗定位

患者取仰卧位,双手上举置于头顶,采用

真空垫进行体位固定,根据患者肿瘤的部位,初步确定中心点位置体表标记,在大孔螺旋 CT 模拟机下行增强 CT 扫描,层厚 5mm,上界为环状软骨,下界至肾上腺,CT 扫描图像通过网络传输至三维治疗计划系统。

### 1.3 放疗靶区和危及器官的勾画

由主管医师和影像科医师(物理师)共同勾画 GTV、CTV、PTV 和危及器官。大体肿瘤体积(GTV)的勾画:GTV 是 CT 显示的可见肿瘤,在肺窗条件下勾画肺内肿瘤,在纵隔窗条件下勾画位于纵隔边界的肿瘤、纵隔阳性淋巴结和正常组织器官。临床靶体积(CTV)的勾画:在 GTV 的基础上根据肿瘤的病理类型在各方向均匀外放 0.6~0.8cm,同时包括一部分高危淋巴结引流区。PTV:根据肿瘤的部位,在 CTV 基础上外扩 1.0~1.5cm,同时勾画危及器官(OAR)如肺、脊髓、心脏等。

Table 1 General clinical data of 102 patients

| Clinicopathological features | IMRT | 3D-CRT | $\chi^2$ | P     |
|------------------------------|------|--------|----------|-------|
| Gender                       |      |        |          |       |
| Male                         | 37   | 36     | 0.285    | 0.593 |
| Female                       | 13   | 16     |          |       |
| Pathologic type              |      |        |          |       |
| Squamous cell carcinoma      | 33   | 36     | 1.126    | 0.569 |
| Gland cell carcinoma         | 14   | 15     |          |       |
| Other                        | 3    | 1      |          |       |
| Differentiation              |      |        |          |       |
| High differentiation         | 7    | 8      | 0.405    | 0.939 |
| Moderate differentiation     | 9    | 7      |          |       |
| Low differentiation          | 24   | 26     |          |       |
| Undifferentiation            | 10   | 11     |          |       |
| Clinical stage               |      |        |          |       |
| Ⅲ A                          | 29   | 33     | 0.319    | 0.572 |
| Ⅲ B                          | 21   | 19     |          |       |
| Therapy method               |      |        |          |       |
| Concurrent chemoradiotherapy | 9    | 12     | 0.402    | 0.526 |
| Sequential chemoradiotherapy | 41   | 40     |          |       |

#### 1.4 放疗计划的设计和评价

所有计划均在放射治疗计划系统中进行设计,治疗由直线加速器 6MV X 线照射,IMRT 要求 95% 等剂量线覆盖 PTV,3D-CRT 要求 90% 等剂量线覆盖 PTV,处方剂量 PTV:56.0~64.0Gy/28~33 次,单次剂量为 1.8~2.0Gy,双肺  $V_{20} \leq 30\%$ ,  $V_{30} \leq 20\%$ ,脊髓最大剂量点  $\leq 45\text{Gy}$ ,心脏  $V_{40} \leq 50\%$ 。随机选择其中 10 例患者的图像,分别设定 IMRT 和 3D-CRT 计划,采用 DVH 图评价两种计划中 PTV 和危及器官所受的照射剂量、照射体积。

#### 1.5 联合化疗

102 例患者均接受以顺铂或卡铂为基础的第三代细胞毒药物的联合方案化疗,其中同步放化疗 21 例,序贯放化疗 81 例,化疗方案包括紫杉醇+顺铂(TP)方案 52 例,长春瑞滨+顺铂(NP)方案 29 例,紫杉醇+卡铂(TC)方案 21 例,化疗周期数为 2~6 周期,中位周期数为 3 周期。

#### 1.6 观察指标

生存率、近期疗效、急性放疗反应:总生存时间的开始时间点为治疗开始日期,终点为患者死亡或最后一次随访时间。末次随访时间为 2013 年 6 月 27 日,中位随访 19 个月,失访 3 例,随访率 97.1%。近期疗效参照 RECIST 标准评价,分为完全缓解(CR):已知病灶完全消失,无新病灶出现,且肿瘤标志物正常,至少维持 4 周;部分缓解(PR):病灶最大径之和减少  $\geq 30\%$ ,至少维持 4 周;疾病进展(PD):靶病灶最大径之和至少增加  $\geq 20\%$ ,及其绝对值增加至少 5mm,出现新病变也视为 PD;疾病稳定(SD):靶病灶最大径之和缩小未达 PR,或增大未达 PD。正常器官的急性放疗反应评价标准参照根据 RTOG 急性放射损伤分级标准。

#### 1.7 统计学处理

用 SPSS19.0 统计软件对获得数据进行分析,计量资料以  $\bar{x} \pm s$  表示,3D-CRT 与 IMRT 两种计划剂量比较采用配对  $t$  检验;采用 Kaplan-Meier 法分析生

存率,Log-rank 方法进行显著性检验;两组患者临床资料一般特征、有效率比较均采用  $\chi^2$  检验。 $P < 0.05$  为差异有统计学意义。

## 2 结果

#### 2.1 10 例患者的 3D-CRT 与 IMRT 靶区剂量比较

PTV 平均剂量(mean dose)两组差异无显著性( $P > 0.05$ ),IMRT 在靶区的指数(HI)和靶区适形指数(CI)上均优于 3D-CRT,差异有显著性( $P < 0.05$ ),详见 Table 2;肺平均剂量、 $V_{30}$ 、 $V_{20}$ 、脊髓最大剂量(max dose)显示 IMRT 均低于 3D-CRT,差异有显著性( $P < 0.05$ ),肺  $V_{10}$ 、心脏平均剂量、 $V_{40}$  和脊髓平均剂量两种计划差异无显著性( $P > 0.05$ ),肺  $V_5$  则提示 IMRT 高于 3D-CRT,且差异有显著性( $P < 0.05$ ),见 Table 3。

Table 2 Comparison of target dose between 3D-CRT and IMRT treatment plan

| Group    | Mean dose | HI         | CI          |
|----------|-----------|------------|-------------|
| 3D-CRT   | 66.9±11.7 | 1.07±0.034 | 0.611±0.047 |
| IMRT     | 67.6±9.6  | 1.03±0.019 | 0.76±0.0327 |
| <i>t</i> | 1.932     | 4.2        | 9.262       |
| <i>P</i> | 0.085     | 0.0023     | 0.0001      |

#### 2.2 近期疗效

放疗结束后 1 个月行 CT 增强扫描评价疗效,IMRT 组 CR 6 例,PR 32 例,SD 11 例,PD 1 例,有效率 76% (38/50);3D-CRT 组 CR 3 例,PR 26 例,SD 20 例,PD 3 例,有效率 55.8% (29/52),两组近期疗效差异有显著性( $\chi^2=4.629$ ,  $P=0.031$ )。

#### 2.3 生存率

IMRT 组与 3D-CRT 组的 1、2、3 年生存率分别为 82.0%、46.0%、28.0% 和 76.9%、36.5%、19.2%,中位生存期分别为 22 个月和 18 个月 ( $\chi^2=1.237$ ,  $P=0.266$ , Figure 1);IMRT 组与 3D-CRT 组的 1、2、3 年无进展生存率(PFS)分别为 70.0%、34.0%、16.0% 和 63.5%、25.0%、9.6%,中位无进展生存期分别为 18

Table 3 Comparison of the parameters between organ at risk of 3D-CRT and IMRT treatment plan

| Group    | Heart         |              | Spinal cord  |               | Lung         |              |              |           |               |
|----------|---------------|--------------|--------------|---------------|--------------|--------------|--------------|-----------|---------------|
|          | Mean dose(Gy) | $V_{40}(\%)$ | Max dose(Gy) | Mean dose(Gy) | $V_{30}(\%)$ | $V_{20}(\%)$ | $V_{10}(\%)$ | $V_5(\%)$ | Mean dose(Gy) |
| 3D-CRT   | 14.5±7.7      | 8.4±9.2      | 44.1±13.7    | 15.6±8.3      | 20.1±7.6     | 25.4±8.3     | 39.6±12.3    | 47.2±14.1 | 15.7±5.1      |
| IMRT     | 16.6±8.6      | 10.2±11      | 38.2±11.0    | 15.0±6.3      | 17.6±6.4     | 22.9±7.3     | 37.8±10.7    | 53.8±17.4 | 14.7±4.1      |
| <i>t</i> | 1.663         | 1.255        | 4.163        | 0.6209        | 3.191        | 3.537        | 1.242        | 3.331     | 3.156         |
| <i>P</i> | 0.1369        | 0.2409       | 0.0024       | 0.5501        | 0.011        | 0.0063       | 0.2455       | 0.0088    | 0.0116        |

个月和16个月 ( $\chi^2=1.177, P=0.278$ , Figure 2)。IMRT组OS、PFS较3D-CRT组高,差异有显著性。同步化疗组1、2、3年OS、PFS分别为90.5%、71.4%、47.6%和85.7%、52.3%、33.3%,与序贯化放疗组相比差异有显著性( $\chi^2=8.873, P=0.003; \chi^2=8.175, P=0.004$ )。

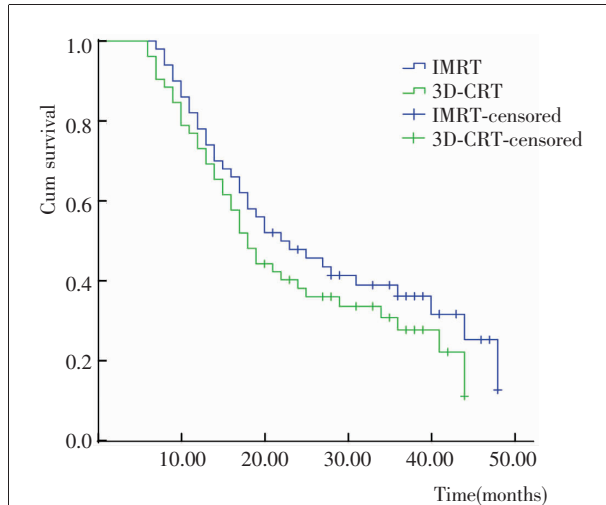


Figure 1 The survival of the two groups

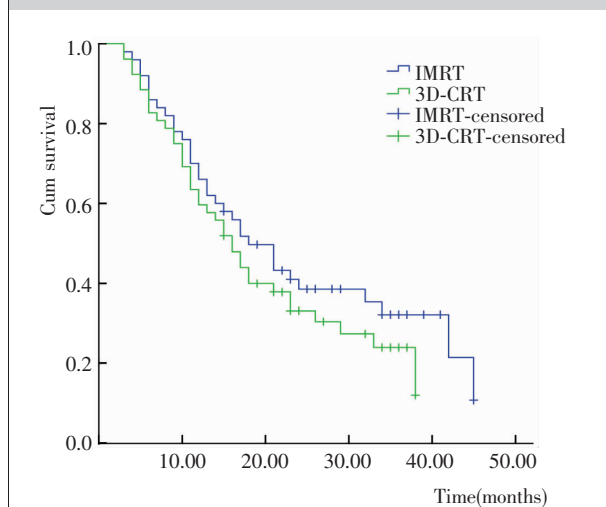


Figure 2 The progression-free survival of the two groups

## 2.4 不良反应

两组患者在治疗过程中均发生不同程度的食管、肺放射损伤,IMRT组和3D-CRT组I、II、III级放射性食管损伤发生率分别为28.0%、38.0%、8.0%和30.8%、34.6%、9.6%;两组I、II、III级放射性肺损伤发生率分别为26.0%、30.0%、6.0%和28.8%、30.8%、9.6%,3级放疗反应均为同步化疗者,无IV级放疗反应。两组放疗反应差异无显著性(Table 4)。

Table 4 Comparison of the radiotherapy reaction between IMRT group and 3D-CRT group

| Group    | Esophagus |    |     |    | Lung  |    |     |    |
|----------|-----------|----|-----|----|-------|----|-----|----|
|          | I         | II | III | IV | I     | II | III | IV |
| IMRT     | 14        | 19 | 4   | 0  | 13    | 15 | 3   | 0  |
| 3D-CRT   | 16        | 18 | 5   | 0  | 15    | 16 | 5   | 0  |
| $\chi^2$ | 0.232     |    |     |    | 0.893 |    |     |    |
| P        | 0.972     |    |     |    | 0.827 |    |     |    |

## 3 讨论

放化疗综合治疗是不可手术的局部晚期非小细胞肺癌的标准治疗,常规的二维放疗剂量不足是治疗失败的主要原因。放疗中增加放疗剂量可以提高局控率,且与治疗效果存在明显的剂量效应关系,IMRT可以在减少正常组织放射剂量的同时,较大幅度地增加肿瘤放疗剂量<sup>[3]</sup>,但放疗剂量的提高可能导致放射性肺炎的成倍增加,而放射性肺炎是影响肺癌放疗剂量的主要原因之一。3D-CRT和IMRT是近年发展起来的新技术,目前已经成为肺癌放疗的主要技术,与常规二维放疗相比,能够提高肿瘤剂量,降低周围正常组织的剂量。目前大多学者认为,肺的照射体积是发生放射性肺炎的主要因素,其中 $V_{20}$ 是独立的相关因素<sup>[4,5]</sup>。也有学者在有关放射性肺炎的研究结果提示:多因素分析中只有 $V_5$ 是独立的相关因素<sup>[6]</sup>,但并不意味设定放疗计划时仅限制 $V_5$ 就可行。关于IMRT与3D-CRT在肺肿瘤靶区及危及器官的剂量学的研究表明<sup>[7]</sup>:IMRT在降低放射性肺损伤上存在剂量学的优势,但作者强调在临床治疗中有待进一步研究。本研究回顾性分析了102例肺癌患者分别采用IMRT或3D-CRT的治疗效果,并随机选取了其中10例患者设计IMRT和3D-CRT计划,比较在靶区和危及器官的剂量学差异。IMRT和3D-CRT计划结果显示:IMRT计划中肺的 $V_{20}$ 、 $V_{30}$ 明显低于3D-CRT,提示了IMRT在保护肺组织上的优势, $V_{10}$ 两种计划无显著性差异,而 $V_5$ 高于3D-CRT计划,其原因可能是IMRT照射子野多使低剂量区范围增大,因此在制定IMRT计划时应考虑多个参数;IMRT的靶区适形指数(CI)和靶区均匀指数(HI)均优于3D-CRT,从剂量学分布上IMRT有优势,脊髓最大剂量(Dmax)显示IMRT明显低于3D-CRT,因为脊髓是“串联器官”,其放射损伤与照射的最大剂量明显相关,因此对于肿瘤邻近脊髓或病灶

不规则的患者更适合采用 IMRT。肺癌的放射损伤主要表现在食管和肺,在本研究中 IMRT 与 3D-CRT 两组在治疗过程中发生急性的食管、肺损伤显示: I、II、III 级放射性食管损伤发生率分别为 28.0%、38.0%、8.0% 和 30.8%、34.6%、9.6%; I、II、III 级放射性肺损伤发生率分别为 26.0%、30.0%、6.0% 和 28.8%、30.8%、9.6%, 两组放疗反应差异无显著性, 无 IV 级放疗反应。因此, IMRT 与 3D-CRT 均可以降低正常组织器官的剂量, 在制定放疗计划时严格限定正常组织器官的剂量, 可以减少严重放射损伤的发生。

Liao 等<sup>[8]</sup>回顾性分析 496 例非小细胞肺癌患者的资料显示: IMRT 较 3D-CRT 能更好地提高患者的总生存时间。本研究表明: IMRT 与 3D-CRT 两组的有效率分别为 78.0% 和 55.8%, 差异有显著性; 而 IMRT 组的 1、2、3 年总生存率和无进展生存率均较 3D-CRT 组高, 但差异无显著性, 可能与样本量较少有关; 同步放化疗组 1、2、3 年总生存率和无进展生存率较序贯化放疗高, 差异有显著性, 可能与同步化疗组患者的一般状况较好等因素有关, 因此对于能耐受同步放化疗的患者尽可能采用同步治疗。徐裕金等<sup>[9]</sup>回顾性分析局部晚期非小细胞肺癌同步加量调强放疗的疗效显示: 1、2、3 年总生存率分别为 87.5%、56.6%、30.3%, 1、2、3 年无进展生存率分别为 50.7%、27.6%、21.1%, 较本研究及其他有关文献报道高<sup>[1,10]</sup>, 可能与同时大野照射和小野同步加量 (SIB-IMRT) 技术提高了 GTV 剂量有关。Turner 等<sup>[11]</sup>比较了 SIB-IMRT 与传统 IMRT 发现, 在不增加周围正常组织放疗剂量的同时, 可以提高 22% 的 GTV 剂量。

总之, 调强放疗可以提高肿瘤靶区的适形度和均匀性, 同时降低危及器官的剂量, 提高治疗近期疗效, 安全性好, 远期疗效有待大样本的临床观察。但调强放疗在肺癌的放疗中还未广泛应用, 并未得到放疗同行的广泛认可, 有待今后大样本的随机对照研究来进一步评价调强放疗在非小细胞肺癌治疗中的地位。

## 参考文献:

[1] Curran WJ Jr, Paulus R, Langer CJ, et al. Sequential vs. concurrent chemoradiation for stage III non-small cell lung cancer: randomized phase III trial RTOG 9410 [J]. J Natl Cancer Inst, 2011, 103(19): 1452-1460.

[2] Wang L, Correa CR, Zhao L, et al. The effect of radiation dose and chemotherapy on overall survival in 237 patients with stage III non-small-cell lung cancer [J]. Int J Radiat Oncol Biol Phys, 2009, 73(5): 1383-1390.

[3] Kong FM, Ten Haken RK, Schipper MJ, et al. High-dose radiation improved local tumor control and overall survival in patients with inoperable/unresectable non-small-lung cancer: long-term results of a radiation dose escalation study [J]. Int J Radiat Oncol Biol Phys, 2005, 63(2): 324-333.

[4] Hemando ML, Marks LB, Bentel GC, et al. Radiation-induced pulmonary toxicity: a dose-volume histogram analysis in 201 patients with lung cancer [J]. Int J Radiat Oncol Biol Phys, 2001, 51(3): 650-659.

[5] Tsujino K, Hirota S, Kotani Y, et al. Radiation pneumonitis following concurrent accelerated hyperfractionated radiotherapy and chemotherapy for limited-stage small-cell lung cancer: Dose-volume histogram analysis and comparison with conventional chemoradiation [J]. Int J Radiat Oncol Biol Phys, 2006, 64(4): 1100-1105.

[6] Wang S, Liao Z, Wei X, et al. Analysis of clinical and dosimetric factors associated with treatment-related pneumonitis (TRP) in patients with non-small-cell lung cancer (NSCLC) treated with concurrent chemotherapy and three-dimensional conformal radiotherapy (3D-CRT) [J]. Int J Radiat Oncol Biol Phys, 2006, 66(5): 1399-1407.

[7] Zhu ZF, Fu XL, Xu ZY, et al. Dosimetric comparison between intensity modulated radiation therapy and three-dimensional conformal radiotherapy in non-small cell lung cancer [J]. Chin J Radiat Oncol, 2009, 18(5): 352-356. [朱正飞, 傅小龙, 徐志勇, 等. 调强放疗与三维适形放疗在非小细胞肺癌中的剂量学比较 [J]. 中华放射肿瘤学杂志, 2009, 18(5): 352-356.]

[8] Liao ZX, Komaki RR, Thames HD, et al. Influence of technologic advances on outcomes in patients with unresectable, locally advanced non-small cell lung cancer receiving concomitant chemoradiotherapy [J]. Int J Radiat Oncol Biol Phys, 2010, 76(3): 775-781.

[9] Xu YJ, Liu G, Wang Z, et al. Simultaneously integrated boost intensity-modulated radiotherapy for locally advanced non-small cell lung cancer: A retrospective study of 78 patients [J]. Chin J Radiol Med Prot, 2013, 33(2): 146-150. [徐裕金, 刘冠, 王淮, 等. 局部晚期非小细胞肺癌同步加量调强放疗的回顾性分析 [J]. 中华放射医学与防护杂志, 2013, 33(2): 146-150.]

[10] Siqing GW, Li M. Observation of short-term effect for and chemotherapy in non-small cell intensity modulated radiotherapy lung cancer [J]. Chin J Cancer Prev Treat, 2012, 19(8): 619-621. [斯琴高娃, 李墨. 非小细胞肺癌调强放化疗的近期疗效观察 [J]. 中华肿瘤防治杂志, 2012, 19(8): 619-621.]

[11] Turner LM, Howard JA, Dehghanpour P, et al. Exploring the feasibility of dose escalation positron emission tomography-positive disease with intensity-modulated radiation therapy and the effects on normal tissue structures for thoracic malignancies [J]. Med Dosim, 2011, 36(4): 383-388.