

增强 CT 定位对非小细胞肺癌三维适形放疗计划参数的影响

郭 红,王天禄,于 洪
(辽宁省肿瘤医院,辽宁 沈阳 110042)

摘 要: [目的] 观察非小细胞肺癌(NSCLC)三维适形放疗(3D-CRT)中增强 CT 定位对放疗计划参数的影响。[方法] 对 97 例在 CT 定位下行根治性 3D-CRT 的 NSCLC 患者,分别以 CT 平扫图像、增强 CT 图像勾画大体肿瘤靶区 (GTVCT 和 GTVCT+), 分别制定放疗计划。[结果] 增强 CT 明显改变 35 例 (36.1%) 患者 PTV 和/或 GTV。增强 CT 组与平扫 CT 组的计划参数 GTV 的体积 (VGTV)、受照射量 $\geq 45\text{Gy}$ 的食管占全食管体积的比例 (VE45) 和脊髓最大受照射剂量 (SCM) 差异有统计学意义 (P 均 < 0.001)。[结论] 利用增强 CT 定位能更加准确地确定靶区,据此制定 3D-CRT 可更优的覆盖靶区,降低脊髓、食管的受照射剂量。

关键词: 非小细胞肺癌;放射疗法;增强 CT;平扫 CT

中图分类号:R734.2 文献标识码:A 文章编号:1004-0242(2012)09-0695-04

The Effect of Contrast-Enhanced CT on 3D-CRT Treatment Planning Parameters in Patients with Non-small Cell Lung Cancer

GUO Hong, WANG Tian-lu, YU Hong
(Liaoning Cancer Hospital, Shenyang 110042, China)

Abstract: [Purpose] To investigate the effect of contrast-enhanced CT and on the three-dimensional conformal radiotherapy (3D-CRT) treatment planning parameters in patients with non-small cell lung cancer (NSCLC). [Methods] Contrast-enhanced CT was performed in 97 pathologically proven NSCLC patients for radical radiotherapy. The gross tumor volume (GTV) was initially delineated on the CT images (GTVCT), and the corresponding contrast-enhanced CT data were subsequently used to delineate the target volume (GTVCT+). 3D-CRT plans were made according to different target volume. [Results] Contrast-enhanced CT clearly altered the radiation therapy volume (PTV/GTV) in 35 patients (36.1%). Between the contrast-enhanced CT and plain CT radiotherapy planning, differences of indexes including volume of GTV (VGTV), esophageal volume receiving at least 45Gy (VE45), the maximum dose of spinal cord receiving (SCM) were all with statistically significant (P all < 0.001). [Conclusions] The volume is more accurately determined by contrast-enhanced CT. 3D-CRT treatment planning accord to contrast-enhanced CT may coverage the target better, and reduce the dose of spinal cord and esophageal.

Key words: NSCLC; radiotherapy; contrast-enhanced CT; plain CT

放疗是局部晚期非小细胞肺癌 (non-small cell lung cancer, NSCLC) 的主要治疗手段,但治疗效果让人失望,5 年生存率在 5%~10%,局部控制率低是造成这一结果的主要原因^[1,2]。精确放疗如三维适形放疗 (three-dimensional conformal radiotherapy, 3D-CRT) 和调强放疗为解决这一难题提供了可行手段,

收稿日期:2012-06-12
E-mail:ghyjh2004@126.com

它在不增加正常组织不良反应的同时可提高靶区大体肿瘤体积 (gross tumor volume, GTV) 剂量,从而提高肿瘤控制率^[3]。目前,国内很多医院精确放疗的实施仍以 CT 平扫定位为基础,但单纯 CT 平扫在勾画靶区时所提供的信息往往不能满足临床要求^[4,5]。本研究选择性分析了 97 例在增强 CT 定位下行根治性 3D-CRT 的 NSCLC 患者,旨在评价增强 CT 在

NSCLC 三维适形放疗中的应用价值。

1 资料与方法

1.1 临床资料

收集 2006 年 7 月至 2010 年 11 月在我科行增强 CT 定位治疗的 97 例 NSCLC 患者资料,年龄 23~84 岁,中位年龄 65 岁。见表 1。

表 1 97 例 NSCLC 患者临床资料

指标	例数
性别	
男性	61
女性	36
WHO 评分	
0	58
1	36
2	3
病理类型	
鳞癌	56
腺癌	28
其他	13
部位	
中心型	64
周围型	33
临床分期	
Ⅱb	9
Ⅲa	43
Ⅲb	45

入组标准:行根治性 3D-CRT 放疗的 NSCLC 患者;有 CT 可见病灶;经细胞学或病理学证实为 NSCLC;WHO 评分≤2 分;受试者无主要器官的功能障碍;血常规、肝肾功能及心脏功能基本正常。

1.2 CT 定位扫描方法

患者平卧于放疗专用定位体架上,以高分子低温水解塑料体膜限制呼吸,在体膜及体表标出相应参考点,在胸部正中线及两侧以激光灯定位后放置铅粒做标记。进行扫描前,患者空腹 6h 以上,分别以治疗体位行 CT 和增强 CT 扫描(经肘静脉注射显像剂碘帕醇 1.2ml/kg)。平静呼吸下,螺旋 CT 以层厚 0.5cm 连续扫描,扫描范围为环状软骨上缘至肝脏下缘。再对相同范围行增强 CT 图像采集,并将数据分别传输至 ADAC.Pinnacle³TPS 工作站进行图像融合。

1.3 3D-CRT 计划的制定与实施

对 97 例入组的行根治性 3D-CRT 放疗的

NSCLC 患者采用肺窗窗位 800 Hu、窗宽 1 600 Hu;纵隔窗窗位 40 Hu、窗宽 400 Hu。由一名放疗科主治医师和一名影像诊断主治医师先在横断 CT 图像上勾画肺部肿瘤区 GTV、最小截面直径≥1cm 的显像淋巴结纵隔转移淋巴结 (metastatic mediastinal lymph nodes,GTV-n)及危及器官,除外肺不张、纤维化肺组织、血管结构及肺炎等区域。在相同的影像条件下,再在增强 CT 图像上勾画靶区。GTV 外放 0.8cm 作为肺部肿瘤区临床靶区(clinical target volume,CTV),CTV 外放 0.5cm 作为计划靶区 (planning target volume,PTV)。GTV-n 向四周外放 1.0cm 作为纵隔转移淋巴结 PTV。

在 Pinnacle³ 治疗计划系统上以相同参数分别制定 3D-CRT 计划;选择标记点所在平面为等中心平面,采用 Varian 公司 2300EX 直线加速器 6MV- X 线,3~5 个共面或非共面适形照射野照射,反复调整各个照射野的权重,以便尽量减少危及器官的照射且使高剂量区更好的与靶区适形。照射剂量为 60~64Gy,2Gy/次,5 次/周。用 DVH 曲线及适形指数评价治疗计划,控制脊髓、肺、食管、心脏等危及器官的受量在可接受的正常范围。

1.4 观察比较指标

靶体积:GTV 的体积 (VGTV)、PTV 的体积 (VPTV)。正常组织及器官受照射体积和剂量:受照量≥20Gy 的肺体积占全肺体积的比例(VL20),肺平均受照射剂量(MLD),脊髓平均受照射剂量(MSD),脊髓最大受照射剂量(SCM),受照射量≥45Gy 的食管体积占全食管体积的比例(VE45),食管最大受照射剂量(ESM),心脏最大受照射剂量(HTM),受照射量≥40Gy 的心脏体积占全心体积的比例(VH40)。

1.5 统计学处理

数据处理采用 SPSS11.5 统计学分析软件,对各观察指标进行配对 t 检验,P<0.05 为差异有统计学意义。

2 结 果

2.1 靶体积比较

97 例行根治性 3D-CRT 的患者中,增强 CT 明显改变 35 例 (36.1%) 患者 PTV 和/或 GTV。25 例 (25.8%)PTV 减小,其中 GTV 减少 21 例(增强 CT 较

好的区分肿瘤与毗邻血管关系及纤维化的肺组织), 增强 CT 排除纵隔淋巴结转移 4 例(CT 截面直径 ≥ 1 cm); 10 例(10.3%)PTV 增加, 增加原因为 GTV 增加 (2 例) 以及增强 CT 包括了平扫 CT 上未发现的纵隔转移淋巴结 (8 例, CT 截面直径 < 1 cm)。62 例(63.9%)PTV 和/或 GTV 无明显变化。

2.2 正常组织及器官受照射体积和剂量比较

增强 CT 组与平扫 CT 组的计划参数 VGTV、VE45、SCM 差异有统计学意义 (P 均 < 0.001); 而 VPTV、VL20、VH40、MSD、MLD、HTM 差异无统计学意义。见表 2。

表 2 增强 CT 与 CT 放疗计划参数配对差异的比较

计划参数	配对差异	t	P
VGTV(cm^3)	-2.07 ± 5.31	-3.71	< 0.001
VPTV(cm^3)	-4.68 ± 33.87	-1.54	0.103
VE45(%)	-2.88 ± 5.42	-3.72	< 0.001
VL20(%)	-0.349 ± 1.97	-1.63	0.128
VH40(%)	-0.636 ± 3.28	-1.85	0.079
SCM(Gy)	-2.84 ± 4.64	-5.88	< 0.001
MSD(Gy)	-0.083 ± 1.02	-0.77	0.375
MLD(Gy)	-0.087 ± 0.84	-0.74	0.496
HTM(Gy)	-0.365 ± 1.43	-1.74	0.178

3 讨 论

在三维适形放疗计划中, 靶区形状和大小的变化势必影响到危险器官的剂量分布。靶区勾画准确性的提高, 射野角度的优化, 将会减少正常肺组织和器官的受照射剂量。临床剂量研究显示提高剂量可望提高局部控制率和生存率^[6], 但受肺组织的耐受剂量限制, 常规放疗无法提高放疗剂量。随着现代放疗技术的发展, 精确放疗如三维适形放疗和调强放疗为解决这一难题提供了可行手段。当我们应用这些精确放疗技术时, 准确的肿瘤靶区勾画(GTV, CTV)以及准确外扩至 PTV 极其重要, 要避免靶区照射剂量不足和正常组织受量过高^[7,8]。

高剂量增强 CT 可以较好地区分正常解剖图像与病变图像, 同时利用造影剂显像原理对良恶性病变进一步区分, 可以更高效地勾画靶区。我们用增强 CT 和平扫 CT 对 97 例行根治性 3D-CRT 患者肿瘤靶区划分进行了比较分析, 增强 CT 明显改变 35 例(36.1%) 患者 PTV 和/或 GTV, 其中 25 例 (25.8%)

PTV 和/或 GTV 明显减少, 10 例(10.3 %)PTV 和/或 GTV 明显增加。笔者考虑产生上述结果的原因, 对于单纯依靠平扫 CT 无法判断肿瘤确切边界的 NSCLC 患者, 勾画的靶区通常比较大而规则, 而实际情况为肿瘤侵犯范围无规律可循, 形态不规则, 尽管人为地扩大靶区, 亦不能保证不漏掉病灶。在识别转移的淋巴结上, 增强 CT 比平扫 CT 具有更高的准确性。当平扫 CT 检测到肿大的淋巴结时, 增强 CT 具有更高的敏感性但较低的特异性; 而在平扫 CT 上无肿大的淋巴结的病例, 增强 CT 的具有更高的敏感性, 避免靶区遗漏。

通过对 3D-CRT 中各项计划参数比较分析发现, 对于纵隔淋巴结有转移者或肿瘤区与周围组织器官界限不清者, 增强 CT 组的治疗计划可以避免部分病例的 GTV 漏照和/或正常组织的过度覆盖, 能够更好地满足肺癌靶区的剂量学要求。两者 VE45、SCM 计划参数的差异, 提示增强 CT 可以更好地减少危及器官食管和脊髓的受照射剂量, 为进一步提高靶区剂量提供了可能。

放射性肺炎是 NSCLC 放疗的主要剂量限制性因素, 如何在降低肿瘤控制率的情况下减少放射性肺炎的发生率一直是放疗学界的难题。3D-CRT 肺耐受剂量的评判标准多数学者认为 ≥ 2 级放射性肺炎发生与 V_{20} 、 V_{30} 和 MLD 有相关^[9,10]。笔者也采用 V_{20} 、 V_{30} 和 MLD 指标比较不同放疗计划, 两种治疗计划上述参数无显著性差异。考虑到两种放疗计划对肿瘤区覆盖区的差异, 即增强 CT 计划较优地覆盖了肿瘤区, 在同等放射性肺损伤的前提下, 增强 CT 计划可能会获得更优的治疗结果。

综上所述, 我们认为利用增强 CT 定位能更加准确地确定靶区, 据此制定 3D-CRT 可更优地覆盖靶区, 降低脊髓、食管等正常组织器官的受照射剂量, 在同等放射性肺损伤的前提下, 根据增强 CT 制定的治疗计划可能会获得更优的治疗结果。

参考文献:

- [1] Topkan E, Yildirim BA, Selek U, et al. Cranial prophylactic irradiation in locally advanced non-small cell lung carcinoma: current status and future perspectives [J]. *Oncology*, 2009, 76(3):220-228.
- [2] Lechevalier T, Brisgand D, Douillard JY, et al. Randomized study of vinorelbine and cisplatin versus vindesine

- and cisplatin versus vinorelbine alone in advanced non-small-cell lung cancer: results of a European multicenter trial including 612 patients [J]. *J Clin Oncol*, 1994, 12(2): 360–367.
- [3] Christian JA, Bedford JL, Webb S, et al. Comparison of inverse-planned three-dimensional conformal radiotherapy and intensity-modulated radiotherapy for non-small-cell lung cancer [J]. *Int J Radiat Oncol Biol Phys*, 2007, 67(3): 735–741.
- [4] Hatt M, Cheze-le Rest C, van Baardwijk A, et al. Impact of tumor size and tracer uptake heterogeneity in (18)F-FDG PET and CT non-small cell lung cancer tumor delineation [J]. *J Nucl Med*, 2011, 52(11):1690–1697.
- [5] Pinkawa M, Eble MJ, Mottaghy FM, et al. PET and PET/CT in radiation treatment planning for prostate cancer [J]. *Expert Rev Anticancer Ther*, 2011, 11(7):1033–1039.
- [6] Belderbos JS, De Jaeger K, Heemsbergen WD, et al. First results of a phase I/II dose escalation trial in non-small cell lung cancer using three-dimensional conformal radiotherapy [J]. *Radiother Oncol*, 2003, 66(2):119–126.
- [7] ICRU. Prescribing, recoeding, and reporting photo beam therapy [R]. ICRU Report No.50, 1993.
- [8] ICRU. Prescribing, recoeding, and reporting photo beam therapy (Supplement to ICRU Report 50) [R]. ICRU Report No.62, 1999.
- [9] Asakura H, Hashimoto T, Zenda S, et al. Analysis of dose-volume histogram parameters for radiation pneumonitis after definitive concurrent chemoradiotherapy for esophageal cancer [J]. *Radiother Oncol*, 2010, 95(2):240–244.
- [10] Roeder F, Friedrich J, Timke C, et al. Correlation of patient-related factors and dose-volume histogram parameters with the onset of radiation pneumonitis in patients with small cell lung cancer [J]. *Strahlenther Onkol*, 2010, 186(3):149–156.