

单中心上下半野技术在胸中上段食管癌放射治疗中的剂量学分布

曾 彪,张九堂,席许平,韩亚骞,杨雯娟,师颖瑞

湖南省肿瘤医院/中南大学湘雅医学院附属肿瘤医院放疗科, 湖南 长沙 410013

【摘要】目的:单中心上下半野照射为胸中上段食管癌放射治疗提供一种更好的照射方式。通过比较6种不同治疗方案的剂量学分布,比较出靶区覆盖度高、均匀性好、适形度高、正常组织受照量又小的治疗方式。**方法:**选择20例胸中上段的食管癌病人,采用6种治疗方案,A方案为常规5野适形照射,B方案为常规5野调强照射,C方案为常规3野调强照射;单中心上下半野照射也分3种,D方案为上段5野调强照射,下段3野适形照射;E方案为上段5野调强照射,下段3野调强照射;F方案为上段5野调强照射,下段5野调强照射。比较6种不同方案的靶区受照剂量和正常组织的受照剂量。**结果:**在6种方案中,单中心上下半野技术的3种方案的靶区覆盖度很好,其中D、E两方案不光肺的低剂量区指标比较低,而且平均肺剂量也较低;E方案的适形指数要高于D方案。**结论:**对胸中上段食管癌来说,单中心上下半野照射的D、E方案是剂量学比较有优势的方案,能够最大程度地提高靶区剂量,而又让肺组织的受照剂量降到最低。

【关键词】食管癌;调强放射治疗;单中心上下半野技术;剂量学

【中图分类号】R735.1;R815.2

【文献标识码】A

【文章编号】1005-202X(2015)03-0357-04

Dose distribution of mono-isocenter irradiation technique in radiotherapy for the upper and middle thoracic segment esophageal carcinoma

ZENG Biao, ZHANG Jiu-tang, XI Xu-ping, HAN Ya-qiang, YANG Wen-juan, SHI Yin-rui

Department of Radiation Therapy, Hunan Cancer Hospital & The Affiliated Cancer Hospital of Xiangya School of Medicine, Central South University, Changsha 410013, China

Abstract: Objective To select a treatment with higher coverage of target volumes, better uniformity, higher conformity and smaller normal tissue radiation dose by comparing the dose distribution of 6 different treatments. And the mono-isocenter irradiation technique can provide a better way of irradiation in the radiotherapy for the upper and middle thoracic segment esophageal carcinoma. **Methods** The 20 patients with upper and middle thoracic segment esophageal carcinoma were selected, undergoing 6 different kinds of treatments. In these treatments, the conventional conformal intensity modulated radiation therapy (IMRT) was divided into three programs: A program for the conventional 5 field conformal irradiation, B program for conventional 5 field intensity modulated radiation, and C program for conventional 3 field intensity-modulated radiation. And the mono-isocenter irradiation technique was also divided into three kinds, D program was 5 field IMRT in the upper target, 3 field conformal irradiation in the down target, and E program was 5 field IMRT in the upper target, 3 field IMRT in the down target, and F program was 5 field IMRT in the upper target, 5 field conformal irradiation in the down target. The radiation dose for target volumes and normal tissues were compared between these 6 kinds of treatments. **Results** Among these 6 kinds of treatments, the 3 kinds of treatments applied mono-isocenter irradiation technique had a good coverage of target volumes. Moreover, the lung low-dose area indexes of D and E treatments plan were lower than those of other plans and the lung MLD of them were also lower. But the conformal index of E treatment plan was higher than that of D. **Conclusion** For the upper and middle thoracic segment esophageal carcinoma, D and E treatments are two treatments with relative advantages, which can to the greatest extent improve dose for target volumes, and allow normal tissue radiation doses to minimize.

Key words: esophageal cancer; intensity modulated radiation therapy; mono-isocenter irradiation technique; dosimetry

【收稿日期】2014-12-27

【基金项目】湖南省科学技术厅科技计划项目(2014SK3086)

【作者简介】曾 彪,男,湖南武冈人,物理师,清华大学硕士,从事放射物理学和放疗新技术方面的研究, E-mail: zengbiao008@163.com。

【通信作者】张九堂,男,副主任技师, E-mail: jiutz@163.com。

前言

胸中上段食管癌的病灶区域跨越胸廓入口,由于其解剖特点,靶区深度变化显著,导致放疗中靶区剂量分布不均匀,正常组织剂量特别是肺的受照射剂量过高或者过多。三维适形很难在提高靶区剂量的同时,还能够避开患者的重要器官,比如脊髓、肺组织等。调强放疗技术能更好地提高靶区的剂量和靶区的适形度,但是却使患者的肺组织受到过多的低剂量照射。因此降低肺的低剂量受照体积成了各位放疗物理师制定放疗计划的首要考虑因素之一。笔者首次通过采用单个中心,上半段采用半野调强方式、下半段采用半野三维适形或者半野调强的方式,降低肺组织的低剂量区受照射的体积,减少放射性肺炎的发生。并通过各种方案的剂量学比较,为单中心上下半野技术的应用提供理论基础。

1 材料与方法

1.1 临床资料

选择15例中上段食管癌患者,其中男性10例,女性5例;年龄38岁~72岁,平均年龄45岁。选择标准:接受治疗的中上段食管癌患者,靶区范围为胸中上段原发灶和淋巴引流区^[2]。

1.2 方法

1.2.1 靶区勾画 GTV定义为:以影像学和内镜可见的肿瘤长度。CTV包括GTV和GTVnd+淋巴引流区,并在GTV和GTVnd四周均外放1 cm,在GTV上下方向均外放4 cm,或者在有淋巴结肿大转移的CT层面外放2 cm,同时包括淋巴转移率较高的淋巴引流区。同时在CTV基础上外放0.5 cm定义为PTV。

1.2.2 治疗计划的制定 在CT模拟机做体位固定,进行颈部胸部CT扫描,局域网传送CT扫描图像,医生勾画肿瘤靶区。使用XIO治疗计划系统(TPS),Varian600cd加速器,6 MV X射线。对每例患者制定A、B、C、D、E、F 6种治疗计划。其中适形计划采用共面设计。调强计划全部采用静态调强 Step and Shot

方式,5野、3野方式全部采取等分分野。PTV处方剂量均为60 Gy分成30次。要求PTV达到100%,处方剂量的体积达到95%,PTV的110%处方剂量的体积<10%,靶区外的任何地方不能出现>110%处方剂量,PTV内不存在冷点,食管壁上不存在热点。脊髓最大量小于42 Gy,肺的 V_{20} 小于28%。均采用卷积叠加算法进行剂量计算。

1.3 计划评估

采用剂量体积直方图(DVH)统计95%的PTV体积所受的剂量 D_{95} , D_{max} , V_{100} , V_{110} 以及均匀性指数HI,适形性指数CI:

$$CI^{[2]} = \frac{V_{100(Target)}}{V_{100(Body)}} \times \frac{V_{100(Target)}}{V_{(Target)}}$$

HI定义为 $D_{2\%}/D_{98\%}$,HI值越大,说明均匀性越差。适形性指数CI值越接近1,说明该计划的适形度越高。统计正常器官肺体积量 V_5 、 V_{10} 、 V_{20} 、 V_{30} 、双肺平均剂量(MLD)。

1.4 数据分析

采用SPSS13.0软件对6组计划各组数据均数进行单因素方差分析。 $P<0.05$ 有统计学意义。

2 结果

2.1 PTV各种参数的比较

通过数据分析,得知常规适形方案A方案的PTV的 D_{100} 、 D_{95} 、 D_{90} 均低于其他5种方案,靶区覆盖度较差,其他5种方案之间并没有区别;对PTV的均匀指数的研究发现,常规5野、3野调强方案的均匀性均要好于常规适形方案以及3种单中心上下半野照射方案;对靶区PTV的适形指数研究发现,BEF方案,也就是常规5野调强,单中心上面5个半野调强,下面3个半野或者5个半野调强,这3种方案的PTV适形度要比其他3种方案的适形度要好;对6种方案的照射体积研究发现,C方案也就是常规3野调强方案中患者3000 cGy受量的体积最高。详细数据见表1。

表1 六种不同方案PTV参数的比较

Tab.1 The comparison between six different treatment options in parameter of PTV

Plan	D_{100} (cGy)	D_{95} (cGy)	D_{90} (cGy)	CI	HI	IV(cm^3)
Plan A	5440±212	5714±132	5809±118	0.54±0.1	1.10±0.02	2280±290
Plan B	5590±275	5880±125	5960±135	0.65±0.1	1.09±0.02	2270±280
Plan C	5562±256	5893±143	5968±142	0.64±0.1	1.09±0.02	3210±260
Plan D	5566±231	5843±127	5991±112	0.54±0.1	1.15±0.02	2305±292
Plan E	5514±221	5792±104	5929±142	0.64±0.1	1.16±0.02	2314±260
Plan F	5522±198	5823±124	5956±134	0.65±0.1	1.15±0.02	2290±289
F	1.048	5.356	4.941	5.920	55.333	36.213
P	0.393	0	0	0.000	0	0.000

2.2 肺组织受照剂量的比较

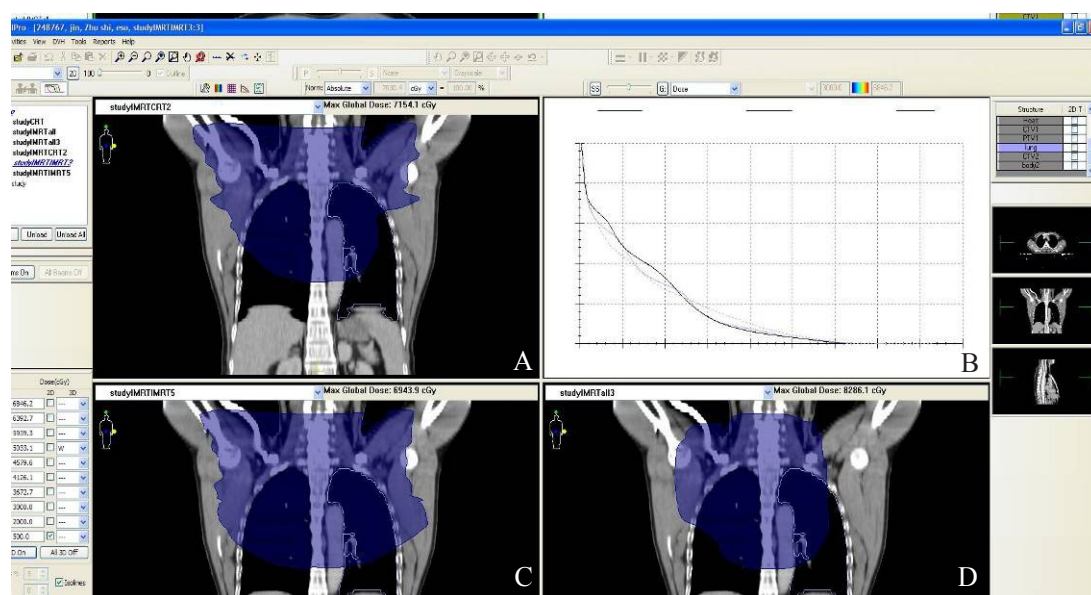
ABF三种方案也就是5野适形、5野调强、单中心上下5个半野调强方案的肺的低剂量较高,但是 V_{20} 、

V_{30} 随着野数的增加并没有增加;其他5种方案均没有统计学差异。详细数据见表2。DFC三种方案受照500 cGy的冠状面剂量分布见图1所示。

表2 六种不同方案肺组织的受照剂量比较

Tab.2 The comparison between six different treatment options in the dose of lung

Plan	$V_{30}(\%)$	$V_{20}(\%)$	$V_{10}(\%)$	$V_5(\%)$	MLD
Plan A	11.2±4.1	30.8±1.5	48.3±3.8	60.5±6.2	14.0±2.1
Plan B	12.8±3.8	28.2±1.6	48.7±3.6	61.5±6.3	13.9±2.1
Plan C	18.1±3.5	28.5±1.9	45.2±3.1	56.5±6.1	14.2±2.1
Plan D	13.3±4.2	27.7±2.2	44.9±3.3	57.2±6.0	12.7±2.1
Plan E	13.8±4.3	28.3±2.2	45.3±3.4	57.5±6.4	12.6±2.0
Plan F	13.2±3.9	28.9±2.3	48.1±3.1	61.2±6.2	14.2±2.1
<i>P</i>	6.790	4.711	5.544	2.606	2.561
<i>F</i>	0	0.001	0	0.029	0.031



A: The 500 cGy distribution of plan D; B: The DVH for plan D, F, C in lung; C: The 500 cGy distribution of plan F; D: The 500 cGy distribution of plan C

图1 DFC三种方案受照500 cGy的冠状面剂量分布图

Fig.1 The dose distribution in lung in DFC treatment options

2.3 六种方案中子野数目与治疗Mu的比较

EF两种方案的子野数目,治疗跳数明显大于ABCD这4种方案,而A方案的子野数目少且治疗跳数最短。C方案的子野数目要小于BDEF这四种方案,但是治疗跳数跟BD两种方案没有统计学差异。

3 讨论

中上段食管癌放射治疗的目的是尽可能地最大限度地提高靶区的剂量,杀灭肿瘤细胞,而周围正常组织或器官尽可能少受到甚至免受不必要的照射剂

量^[3]。国内外很多医生、物理师做了各种剂量学比较。各种研究表明,三维适形方案与常规放疗方案相比,三维适形技术有提高靶区剂量的优势和对脊髓和肺组织保护的优势。调强技术能够给予肿瘤靶区更加适形、更加均匀的剂量分布,肺的 V_{20} 也明显好于三维适形放疗、但是肺部的低剂量区 V_5 要大于3D-CRT^[4]。陈进琥^[5]对食管癌固定野调强与旋转调强放疗计划(IMAT)进行了比较研究,认为IMAT可以达到与IMRT相似的剂量学要求,但对于肺组织的保护并没有优势。所以我们采用单中心上下半野照射的

方案,上半段采用半野调强,下半段采用半野适形照射,或者少野调强照射,并从靶区覆盖度、适形度、均匀性、对正常组织的保护方面特别是肺组织的保护方面以及治疗时间方面,对单中心上下半野照射在中上段食管癌中的应用进行了研究。

从结果中发现,采用单中心上下半野照射的3种方案在靶区的覆盖度上面很好,能够满足临床要求,适形度也很好,均匀度稍微差一点,但是对正常组织的保护特别是肺组织的保护很好。

肺属于对放射线比较敏感的器官,急性放射性肺炎及和肺的纤维化是中上段食管癌放射治疗中最常见的放疗并发症,是影响中上段食管癌患者放射治疗后的生活质量最主要的因素,也是影响放射治疗靶区剂量增加的主要限制因素。随着食管癌发病率的提高以及放射治疗的广泛开展,放射性肺损伤受到越来越大的重视。Graham等^[6]认为放射性肺炎发生率的高低和严重程度与肺组织的受照体积和剂量密切相关,经多因素分析,MLD、 V_{20} 、 V_{30} 是被证实的与放射性肺损伤密切相关的参数。另外王澜等^[7]进一步指出, V_5 可能是最有价值的预测放射性肺损伤的指标,当 $V_5>55\%$ 时2级及以上放射性肺损伤的发生率可能会显著增加。最近也有大量研究表明,随着 V_5 的增加,放射性肺炎的发生率及死亡率也会增加^[8]。

对于肺的IMRT研究发现,射野数目越多,肺的低剂量区也就是 V_5 、 V_{10} 越高^[9]。采用单中心上下半野照射,通过总结,我们得出DE两种方案是两种比较有优势的方案,能够最大程度地提高靶区剂量,而又让正常组织的受照剂量降到最低,但是从治疗时间上来看,D方案的治疗时间要远小于E方案。另外,从6种治疗方案上来分析,DE两种单中心上下半野照射方案的不均匀性要差一些。虽然放射治疗中靶区的剂量均匀性是放疗医生对各种治疗方案评价的主要指标之一,但是有学者认为对于中上段食管癌这类生存率较低、预后不太好的肿瘤来说,放射治疗的主要并发症—放射性肺炎才是首先要重点考虑的问题^[10]。

【参考文献】

- [1] 崔念基,卢泰祥,邓小武.实用临床放射肿瘤学[M].广州:中山大学出版社,2005:91-92.
Cui NJ, Lu TX, Deng XW. Practical clinical radiation oncology [M]. Guangzhou: Sun Yat-sen University Press, 2005: 91-92.
- [2] 曾彪,鲁旭尉.核通调强放疗计划系统的临床应用[J].医疗装备,2010,23(5):6-8.
Zeng B, Lu XW. The clinical application of intensity-modulated radiotherapy plan system of oncentra masterplan[J]. Medical Equipment, 2010, 23(5): 6-8.
- [3] 胡逸民,张红志,戴建荣.肿瘤放射物理学[M].北京:原子能出版社,1999:191-201.
Hu YM, Zhang HZ, Dai JR. Tumor radiation physics [M]. Beijing: Atomic Energy Press, 1999: 191-201.
- [4] 戚婧,张伶,李小凯,等.胸中段食管癌适形调强放疗和三维适形放疗方案的应用探讨[J].西南军医,2011,13(4):583-585.
Xian J, Zhang L, Li XK, et al. Esophageal cancer conformal intensity modulated radiotherapy and the application of three dimensional conformal radiotherapy plan study[J]. Journal of Military Surgeon in Southwest China, 2011, 13(4): 583-585.
- [5] 陈进琥,尹勇.颈段食管癌固定野调强与旋转调强放疗计划比较研究[J].中华放射肿瘤学杂志,2010,19(5):429-430.
Chen JH, Yin Y. The neck esophageal fixed field intensity modulated radiation therapy and rotation plan comparison research[J]. Chinese Journal of Radiation Oncology, 2010, 19(5): 429-430.
- [6] Graham MV, Purdy JA, Emami B, et al. Clinical dose-volume histogram analysis for pneumonitis after 3D treatment for non-small cell lung cancer (NSCLC)[J]. Int J Radiat Oncol Biol Phys, 1999, 45(2): 323-329.
- [7] 王澜,韩春,张辛,等.食管癌三维适形放疗疗效观察[J].中国肿瘤临床,2008,35(8):424-427.
Wang L, Han C, Zhang X, et al. The three dimensional conformal radiotherapy curative effect observation [J]. Journal of Chinese Clinical Oncology, 2008, 35(8): 424-427.
- [8] Schallenkamp JM, Miller RC, Brinkmann DH, et al. Incidence of radiation pneumonitis after thoracic irradiation: Dose-volume correlates[J]. Int J Radiat Oncol Biol Phys, 2007, 67(2): 410-416.
- [9] 郭小毛,梅欣,朱国培,等.食管癌常规放疗与三维适形放疗比较及4种不同设野技术的剂量学研究[J].中国癌症杂志,2005,15(5):462-465.
Guo XM, Mei X, Zhu GP, et al. Conventional radiotherapy compared with three-dimensional conformal radiotherapy and the dose of four different field technology study [J]. Chinese Journal of Cancer, 2005, 15(5): 462-465.
- [10] 汪隽琦,李龙根,徐志勇,等.食管癌靶区剂量不均匀性提高在逆向调强计划中的应用[J].中华放射医学与防护杂志,2011,31(4):453-455.
Wang JQ, Li LG, Xu ZY, et al. Esophageal cancer target dose non-uniformity increase in the application of reverse intensity-modulated plan [J]. Chinese Journal of Radiological Medicine and Protection, 2011, 31(4): 453-455.