

# 基于生物学优化肿瘤放射治疗计划的评估函数

张 伟, 叶奕菁, 余建荣, 李 珍, 古定标

中山市人民医院放疗科, 广东 中山 528403

**【摘要】目的:**在基于生物学优化肿瘤放射治疗计划的评估函数提出以后,用评估函数选取合适的治疗计划,通过对治疗计划实施结果的评判验证其在临床上的可行性。**方法:**充分结合临床放疗医生经验与基于生物学优化肿瘤放射治疗计划的评估函数参数值来选择合适的治疗计划,选取鼻咽癌、食管癌和肺癌,对病例随机分组为比较组、超分割组以及适形调强(IMRT)组和容积调强(VMAT)组,然后从生存率、近期疗效、局控率以及近远期毒副作用等方面对病例治疗结果进行统计分析,评估治疗方案的可行性。**结果:**从近期疗效、局控率、生存率以及近期毒副作用来看,鼻咽癌组全程连续超分割高于其他对照组;对于食管癌后期加速超分割效果最好;对于肺癌是连续超分割组好于其他对照组。这种结果跟治疗前利用评估函数预判的结果一致,即利用评估函数所选取的治疗方案是有效的。**结论:**基于生物学优化肿瘤放射治疗计划的评估函数用于临床选取治疗方案方面是可行的。

**【关键词】**生物学优化;肿瘤放射治疗计划;评估函数;临床应用

**【中图分类号】**R311;R730.55

**【文献标识码】**A

**【文章编号】**1005-202X(2015)04-0599-05

## Evaluation function of radiotherapy plan based on biological optimization

ZHANG Wei, YE Yi-jing, YU Jian-rong, LI Zhen, GU Ding-biao

Department of Radiotherapy, The People's Hospital of Zhongshan city, Zhongshan 528403, China

**Abstract: Objective** To validate the feasibility of evaluation function of radiotherapy plan based on biological optimization in clinical by evaluating results of the treatment plan selected by the evaluation function. **Methods** The treatment plan was selected based on the comprehensive consideration of the clinical experience of radiotherapy doctors and parameter values of the evaluation function developed in this paper. Patients with nasopharyngeal carcinoma (NPC), esophageal cancer (EC) and lung cancer (LC) were selected to be randomly divided into comparison group, intensity modulated radiation therapy (IMRT) group and volumetric modulated arc therapy (VMAT) group. And the feasibility of treatment plan was assessed by statistically analyzing the survival rate, short-term curative effect, local control rate, short-term and long-term toxic side effects. **Results** The analyzed results showed that the whole course continued hyperfractionation in NPC group was higher than that in other groups, and that EC group had the best effect in the late course accelerated hyperfractionation, and that LC group was best in continued hyperfractionation. The analyzed results were consistent with the results calculated by evaluation function before the treatment, so the treatment plan selected by evaluation function was feasible. **Conclusion** Evaluation function of radiotherapy plan based on biology optimization is feasible to select treatment plan in clinical.

**Key words:** biological optimization; radiotherapy plan; evaluation function; clinical application

## 前言

放射治疗能够治愈肿瘤患者是外因和内因共同作用的结果。外因是临床医生给了患者多少的物理剂量也即患者吸收了多少辐射剂量,然后通过一系列的技术将该剂量精确地照射到患者体内肿瘤处;

而内因是根据患者体内细胞的放射敏感性以及细胞受照射损伤后进行的再修复、再群体化、周期的再分布和乏氧细胞的再氧合等生物特性,采用修饰非常规剂量分次模式和改变总治疗时间等生物优化的干预方法,使内因发生质的变化,从而和外因共同作用,更好地改善肿瘤控制率(TCP)与正常组织并发症概率(NTCP),以期获得最大的放射治疗增益比<sup>[1]</sup>。为了获得最大增益比,临床放疗工作者就需要尽可能地制定最合适的治疗计划,而怎样选择制定最合

**【收稿日期】**2015-01-30

**【作者简介】**张 伟(1979-),男,湖北利川人,主管技师,硕士研究生,从事放射物理工作。E-mail: zhangweiphy@126.com。

适的治疗计划呢? 本文在基于生物学优化肿瘤放射治疗计划方案的基础上提出了用于甄别计划优劣的评估函数, 可用来帮助临床医生事先评估非常规放疗计划的疗效和风险, 以及在放疗结束后对治疗计划疗效进行回顾性总结和分析。

1 材料与方法

1.1 材料与设备

主要材料与设备有: Varian 公司生产的 Trilogy 直线加速器, Elekta 公司生产的 Precise 直线加速器, Philips 公司大孔径 CT, 山东新华医疗数字化 X 线模拟定位机, Eclipse (10.0 版本)、Xio、Precise 等治疗计划系统, IBA 调强验证系统等。

1.2 研究方法

充分结合临床放疗医生经验与基于生物学优化肿瘤放射治疗计划的评估函数参数值来选择合适的

治疗计划, 选取鼻咽癌、食管癌和肺癌, 对病例随机分组为比较组、超分割组以及适形调强 (IMRT) 组和容积调强 (VMAT) 组<sup>[2-3]</sup>。然后从生存率、近期疗效、局控率以及近远期毒副作用等方面对病例治疗结果进行统计分析, 评估治疗方案的可行性, 以期验证评估函数的可行性, 对一些不确定的或者有待改进的放疗计划进行讨论<sup>[4]</sup>。

1.3 临床病例分组

作者将 2010 年 9 月~2014 年 3 月期间, 科室收治的鼻咽癌、食管癌和肺癌患者, 分成比较组和研究组, 一共搜集了 925 例, 先将各组所实施的方案与实际跟踪的近期疗效、正常组织毒副反应等指标描述如下: 现将 3 个病种对应治疗参数及病例数列为表 1, 将各组对应生物效应剂量和评估函数值以及理论肿瘤控制率列为表 2。

表 1 各分组治疗参数  
Tab.1 Treatment parameters

Disease	Group	Treatment parameter	Case
NPC	Comparison	2.0 Gy/35 times/70 Gy/47 days/Once a day/5 days a week	510
	HRT	1.15 Gy/70 times/80.5 Gy/47 days/2 times a day/5 days a week	20
	CHRT	1.15 Gy/66 times/75.9 Gy/33 days/2 times a day/7 days a week	20
	IMRT	2.33 Gy/30 times/70 Gy/40 days/Once a day/5 days a week	110
	VMAT	2.33 Gy/30 times/70 Gy/40 days/Once a day/5 days a week	160
	Comparison	1.8 Gy/38 times/68.4 Gy/52 days/Once a day/5 days a week	20
EC	LCHART	Before course 1.8 Gy/23 times/41.4 Gy/31 days/7 days/Once a day/5 days a week; late course 1.5 Gy/18 times/27 Gy/11 days/2 times a day/5 days a week	15
	IMRT	2 Gy/32 times/64 Gy/44 days/Once a day/5 days a week	15
	VMAT	2 Gy/32 times/64 Gy/44 days/Once a day/5 days a week	15
	Comparison	2 Gy/30 times/60 Gy/40 days/Once a day/5 days a week	10
LC	CHART (NSCLC)	1.0 Gy/64 times/64 Gy/22 days/3 times a day/7 days a week	10
	IMRT	2 Gy/32 times/64 Gy/44 days/Once a day/5 days a week	10
	VMAT	2 Gy/32 times/64 Gy/44 days/Once a day/5 days a week	10

Note: NPC: Nasopharyngeal carcinoma; HRT: Hyperfractionated radiation therapy; CHRT: Continued hyperfractionated radiation therapy; IMRT: Intensity modulated radiation therapy; VMAT: Volumetric modulated arc therapy; EC: Esophageal cancer; LCHART: Late course hyperfractionated accelerated radiation therapy; LC: Lung cancer; CHART: Continued hyperfractionated accelerated radiation therapy; NSCLC: Non small cell lung cancer

(1) 鼻咽癌参数分析

(a) IMRT 和 VMAT 组:  $TEF > 1$ , 计划有临床使用意义;  $TGF = 1.013 > 1$ , 肿瘤控制率可能提高,  $\delta TCP = 9.5\%$  显示肿瘤控制率可提高;  $TRF = 1.296 > 1$ , 则预示早、晚反应组织毒副作用较大; (b) 全程超分割治疗计划组 (HRT, 1.15 Gy/70 次/80.5 Gy):  $TEF = 1.038 > 1$ , 预示该计划有临床使用意义;  $TGF = 1.249 > 1$ , 说明肿

瘤控制率  $\delta TCP$  可能提高, 这点从表 2 中  $\delta TCP = 4.8\%$  可得到验证, 理论分析可得该计划治疗增益大, 风险小, 虽然早反应组织毒副作用略微偏重, 但临床还在可接受范围内, 而晚反应组织毒副作用明显减轻, 应该是一个优秀的放射治疗计划<sup>[5]</sup>; (c) 全程连续超分割治疗计划组 (CHRT, 1.15 Gy/70 次/80.5 Gy/35 d):  $TEF = 1.066 > 1$ , 预示该计划有临床使用意义;

表 2 评估函数值和肿瘤控制率值  
Tab.2 The value of evaluation function and tumor control probability (TCP)

Disease	Group	BED(Gy)			Evaluation parameter			δTCP (%)
		BEDT	BEDE	BEDL	TEF	TGF	TRF	
NPC	Comparison	63.2	67.9	140.0	1.000	1.000	1.000	Base value
	HRT	70.5	73.6	127.0	1.042	1.249	0.994	4.8
	CHRT	77.5	80.4	119.0	1.063	1.476	1.152	16.8
	IMRT	70.3	75.9	155.0	1.007	1.013	1.296	9.5
	VMAT	70.3	75.9	155.0	1.007	1.013	1.296	9.5
EC	Comparison	56.2	60.3	130.0	1.000	1.000	1.000	Base value
	LCHART	64.2	68.0	125.6	1.023	1.205	1.100	9.3
	IMRT	62.8	66.2	128.1	1.020	1.180	1.080	8.7
	VMAT	62.8	66.2	128.1	1.020	1.180	1.080	8.7
LC	Comparison	50.8	54.8	120.0	1.000	1.000	1.000	Base value
	CHART(NSCLC)	63.0	65.1	96.0	1.100	1.703	1.001	8.5
	IMRT	52.5	59.8	110.0	1.000	1.000	1.000	Base value
	VMAT	52.5	59.8	110.0	1.000	1.000	1.000	Base value

TGF=1.476>1, 预示该计划肿瘤控制率可明显提高, 表 2 中 δTCP=16.8%, 说明肿瘤控制率可显著提高; TRF=1.152>1, 预示该计划有临床使用风险, 早、晚反应组织毒副作用反应较重<sup>[6]</sup>。

(2)食管癌理论分析

(a) 后期加速超分割组: TEF=1.023>1, 预示该计划有临床使用意义; TGF=1.205>1, 预示该计划治疗增益大, 肿瘤控制率会提高, 表 2 中 δTCP=9.3% 增加也说明肿瘤控制率会提高; 而 TRF=1.100>1, 预示该方案有一定的临床风险, 预示该计划执行时临床正常组织急性反应可能会较重。整体分析该组计划可以提高食管癌局控率和生存率<sup>[7]</sup>; (b) IMRT 和 VMAT 组: TEF=1.020>1, 预示该计划有临床使用意义; TGF=1.180>1, 预示该计划治疗增益大, 肿瘤控制率会提高, 表 2 中 δTCP=8.7% 增加也说明肿瘤控制率会提高; 而 TRF=1.080>1, 预示该方案有一定的临床风险, 预示该计划执行时临床正常组织急性反应可能会较重, 但跟后期加速超分割比较起来临床风险还稍小。

(3)肺癌理论分析

(a) 连续加速超分割组首次采用 3 次/d, 每次间隔 6 h 的照射方式<sup>[8]</sup>。TEF=1.100>1, 预示该计划有临床意义; TGF=1.703>1, 可见临床增益效果很不错, δTCP=16.7% 也预示肿瘤控制效果不错; 而 TRF=1.001 稍大于 1, 预示该计划与常规比较组的临床风险没有本质的区别, 从晚反应组织生物效应剂量来看连续加速超分割组在晚反应组织保护方面好于常规分割组; (b) 综合各组理论分析可知, 连续加速超

分割组可获得较好的治疗增益比, 肿瘤控制率可显著改善, 晚反应组织可得到较好的保护, 是一个不错的放射治疗计划<sup>[9]</sup>。

2 临床结果

从实际结果来看各组病例在近期疗效、局控率、生存率以及近期毒副反应方面均与理论分析一致。

2.1 鼻咽癌临床结果统计分析

生存率从病人入院开始统计。(1) 近期疗效评价标准: 在放射治疗结束时, 放射治疗结束 3 月后分别行鼻咽核磁共振成像 (MRI) 或增强 CT 进行疗效评价, 按 RESIST 1.0 实体瘤评价标准作为近期疗效判定标准: CR 为完全缓解, 所有目标病灶消失; PR 为部分缓解, 基线病灶长径总和缩小 ≥30%; SD 为稳定, 缩小未达 PR 或增加未到 PD; PD 为疾病进展, 基线病灶长径总和增加 ≥20% 或出现新病灶; CR+PR 为有效率; (2) 客观疗效评价标准: 自放射治疗结束日开始计算, 随访 12 个月, 评价客观疗效, 包括局部控制率和远处转移率; (3) 毒副反应评估: 治疗期内放射治疗引起的急性和后期毒副反应均根据 NCICTCAE 3.0 标准进行评估。全组病人在结束治疗后 3 个月开始接受复查、随访, 全组随访率 90%, 复查主要从鼻咽颈部 MRI、胸部 X 光/CT、腹部 B 超/CT、血常规、肝肾功能、EBV、血糖 (1 年复查骨 ECT 1 次) 等方面综合考虑治疗效果<sup>[10]</sup>。所有计量资料采用均数 ± 标准差表示, 数据分析采用 SPSS13.0 统计分析软件, 全组计数资料比较采用 χ<sup>2</sup> 检验, 以 P<0.05 为差异有统计学意义。现将结果表述如下:

### (1) 近期疗效、局控率和生存率统计

治疗结束时,鼻咽癌原发灶临床全消率常规分割组为 73.3%, 3 个月和 6 个月时分别为 85.2%、95.1%。全程超分割组分别为 82%、91.2%、100%;全程连续超分割组分别为 85%、93%、100%;IMRT 组分别为 81%、91%、100%;VMAT 组分别为 81.2%、92%、99%。颈淋巴结全消率常规分割组为 64%, 3 个月和 6 个月时分别为 91%、93.4%。全程超分割组分别为 65%、95.1%、99.5%;全程连续超分割组分别为 75%、96.2%、100%;IMRT 组分别为 74.5%、95.8%、100%;VMAT 组分别为 74.5%、96%、100%。3 个月和 6 个月 CT/MR 显示肿瘤全消率各组分别为 83.4%和 90.1%、85.5%和 92.1%、90.8%和 96.4%、89.5%和 96%、90%和 96.1%。1 年局控率和生存率各组分别为 97.8%和 99.1%、98.1%和 100%、100%和 100%、99.1%和 99.1%、99.4%和 99.4%。

### (2) 近期毒副作用

近期毒副作用主要表现在治疗结束后半年至 12 个月内张口困难、口干、咽痛等,由于本研究跨时 24 个月,但大多数病例治疗结束后开始统计毒副作用的时间都在 12 个月内,远期毒副作用还未显示,所以本研究只统计近期毒副作用。口干和咽痛从放射治疗开始 2 周内开始出现,各分组情形无太大统计差别 ( $P>0.05$ );全程连续超分割组和调强组部分统计到 24 个月的病例发现口干现象有所缓解的;张口困难

出现在 6 个月至 12 个月内,从统计结果来看严重程度由轻到重分组为全程连续超分割组、全程超分割组、IMRT 组、VMAT 组、常规对照组;从目前统计来看,IMRT 组和 VMAT 组在各项统计指标上无太大临床统计差别 ( $P>0.05$ )。

## 2.2 食管癌临床结果统计分析

(1) 常规分割组与后程加速超分割组在 12 个月和 18 个月的局控率分别为 73%、60%和 66.7%、50%<sup>[11]</sup>;常规分割组与后程加速超分割组在 12 个月和 18 个月的生存率分别为 80%、65%和 73.3%、66.7%;IMRT 和 VMAT 组在 12 个月和 18 个月的局控率分别为 73.3%、73.3%和 66.7%、66.7%。

### (2) 近期毒副作用

从研究结果来看,后程加速超分割组以及 IMRT 和 VMAT 组在急性放射性食管炎、气管炎、胃肠道反应等方面稍重于常规分割治疗,一般对症治疗症状消失;有 1 例后程加速超分割患者出现白细胞下降、血小板减少症状,其余未见血液系统变化<sup>[12]</sup>。

(3) 死亡原因主要为局部肿瘤复发、远处转移及局部复发伴随远处转移,转移部位以肺、肝、颈部淋巴结和腹腔淋巴结为主<sup>[13]</sup>。

(4) 随诊时间短,未观察到食管狭窄、肺纤维化、放射性脊髓炎等其他晚期反应。

## 2.3 肺癌临床结果统计分析

近期疗效结果比较见表 3。

表 3 肺癌各分组近期疗效统计 (%)

Tab.3 Short-term curative effect of lung cancer (%)

Group	n	CR	PR	NC	PD	CR+PR
Comparison group	10	10.0	40.0	30.0	20.0	50.0
CHART	10	20.0	60.0	10.0	10.0	80.0
IMRT	10	20.0	50.0	20.0	10.0	70.0
VMAT	10	30.0	40.0	10.0	20.0	70.0

Note: CR: Complete remission; PR: Partial remission; PD: Progression of disease; NC: National cancer institute common toxicity criteria

### (1) 主要症状改善率

各组血痰改善率在 90%以上,连续加速超分割组比 IMRT 和 VMAT 组好,IMRT 和 VMAT 组比常规比较好<sup>[14]</sup>;胸闷的改善率各组均在 80%以上,连续加速超分割组比常规比较好;气短改善率常规组跟连续加速超分割组分别为 80%和 90%;全组上腔静脉压迫改善率达 100%。

### (2) 主要毒副反应

常规分割组、连续加速超分割组、IMRT 组及 VMAT 组恶心呕吐率分别为 20%、30%、20%、20%;各组血细胞减少率分别为 30%、40%、40%、30%;各组贫血率分别为 10%、10%、20%、10%;各组血小板减少率分别为 20%、10%、20%、30%。

## 3 结论与讨论

### 3.1 结 论



从本文研究结果看,用基于生物学优化肿瘤放射治疗计划的评估函数所选择制定的方案,在理论分析与临床实际结果基本一致,在临床放疗方面可以用来为临床医生在选择制定计划的时候作参考。放射治疗计划评估函数虽然能在治疗前让医生可以直观的评估治疗计划的疗效和临床使用风险,但是肿瘤放射治疗是集肿瘤学、放射物理学、临床放射生物学以及药理学等学科的一门综合性很强的学科,临床医生在使用评估函数时要结合既往临床经验及学者们的研究发现来选择合理的放射治疗计划,对待定的治疗计划要做综合性的评估。

### 3.2 讨论

(1)在评估放射治疗计划时,TEF、TGF、TRF和BEDT、BEDE、BEDL以及 $\delta$ TCP值必须都计算出来,然后进行综合评估,绝不能只简单的计算某一个或者某几个函数就评估放射治疗计划:首先能直观判断的优选计划为:TEF、TGF、 $\delta$ TCP>1和TRF<1;可以直观排除的计划为TEF、TGF、 $\Delta$ TCP<1和TRF>1;当TEF、TGF>1而TRF>1时,需要选择性的判断该治疗计划;若TRF值稍大于1而 $\delta$ TCP值是明显增大的,则可以由医生按照以往经验或者其他学者的研究结果来确定是否使用该治疗计划;对于治疗风险函数TRF值明显大于1的治疗计划,在确定治疗计划时要特别慎重,需要医生从生物学的角度来分析使用该计划所造成的近远期毒副作用与肿瘤控制结果之间,谁更能改善病人的生存状况。

(2)人体的生物参量比如 $\alpha/\beta$ 值,大多都是在实验室或者离体研究得来的,很少有在体研究的数据。由于人体参量大多难以实际测量,而且经过照射后参量又会发生变化,故我们应该探索出受生物参量变化比较小的生物模型来指导临床治疗工作,但要注意在作生物比对计算时,不管是常规分割治疗计划还是非常规分割治疗计划都应该用同一组生物参量。

### 【参考文献】

- [1] 杨瑞杰,戴建荣,胡逸民,等.放疗的生物学评估和优化[J].中华放射肿瘤学杂志,2006,15(3):172-175.  
Yang RJ, Dai JR, Hu YM, et al. Biological optimization and evaluation of radiotherapy[J]. Chinese Journal of Radiation Oncology, 2006, 15(3): 172-175.
- [2] Casafont I, Palanca A, Lafarga A, et al. Effect of ionizing radiation in sensory ganglion neurons: Organization and dynamics of nuclear compartments of DNA damage/repair and their relationship with transcription and cell cycle[J]. Acta Neuropathol, 2011, 122(4): 481-493.
- [3] Hardcastle N, Tome WA, Foo K, et al. Comparison of prostate IMRT and VMAT biologically optimised treatment plans[J]. Med Dosim, 2011, 36(3): 292-298.
- [4] McGarry CK, Butterworth KT, Trainor C, et al. Temporal characterization and *in vitro* comparison of cell survival following the delivery of 3D-conformal intensity-modulated radiotherapy (IMRT) and volumetric modulated ARC therapy (VMAT)[J]. Phys Med Biol, 2011, 56(8): 2445-57.
- [5] 孙苏平,倪 诚,黎 功,等.非常规分割放射治疗的放射生物学基础与临床应用[J].中华肿瘤防治杂志,2007,14(3):226-229.  
Sun SP, Ni C, Li G, et al. Radiobiological basic and clinical application of unconventional fractionation radiotherapy[J]. Chinese Journal of Cancer Prevention and Treatment, 2007, 14(3): 226-229.
- [6] 杨 振,宾石珍,雷明军,等.鼻咽癌旋转调强放射治疗与固定野动态调强放射治疗的剂量学比较[J].中南大学学报(医学版),2012,37(5):474-480.  
Yang Z, Bin SZ, Lei MJ, et al. Dosimetric comparison of intensity-modulated ARC radiotherapy and fixed beam dynamic intensity-modulated radiation therapy in nasopharyngeal carcinoma[J]. Journal of Central South University (Medical Science), 2012, 37(5): 474-480.
- [7] 孟春艳.超分割放射治疗食管癌的临床疗效观察[J].中国医药导报,2011,8(8):41-43.  
Meng CY. Clinical observation of hyperfractionated radiotherapy for esophageal cancer patients[J]. China Medical Herald, 2011, 8(8): 41-43.
- [8] 王 欢,胡 毅.小细胞肺癌治疗进展[J].军医进修学院学报,2012,33(4):422-424.  
Wang H, Hu Y. Advances in treatment of small cell lung cancer[J]. Journal of Chinese PLA Postgraduate Medical School, 2012, 33(4): 422-424.
- [9] 蓝 川,韦 嵩.适形放疗在III期非小细胞肺癌的临床研究[J].现代预防医学,2012,39(5):1314-1317.  
Lan C, Wei S. Clinical research of conformal radiotherapy in III non-small cell lungcancer[J]. Modern Preventive Medicine, 2012, 39(5): 1314-1317.
- [10] Ng WT, Lee MC, Hung WM, et al. Clinical outcomes and patterns of failure after intensitymodulated radiotherapy for nasopharyngeal carcinoma[J]. Int J Radiat Oncol Biol Phys, 2011, 79(2): 420-428.
- [11] 张 瑞,习 勉,李巧巧,等.胸上段食管癌容积旋转调强和静态调强与三维适形放疗计划的剂量学比较[J].中山大学学报(医学科学版),2012,33(2):260-264.  
Zhang R, Xi M, Li QQ, et al. Volumetric modulated ARC therapy conventional intensity-modulated radiotherapy and three-dimensional conformal techniques for upper thoracic esophageal cancer a planning comparison study[J]. Journal of Sun Yat-sen University (Medical Sciences), 2012, 33(2): 260-264.
- [12] 刘晓静,张西志,李 军.胸中段食管癌旋转容积调强与固定野动态调强放疗的剂量学研究[J].实用癌症杂志,2011,26(6):630-633.  
Liu XJ, Zhang XZ, Li J. Dosimetric comparison between rapidArc and fixed gantry dynamic IMRT for middle esophageal carcinoma [J]. The Practical Journal of Cancer, 2011, 26(6): 630-633.
- [13] 代新幼.三维适形超分割放疗治疗晚期食道鳞癌的疗效分析[J].中国医学创新,2012,9(16):121-122.  
Dai XY. Curative effect analysis on 3-dimensional conformal radiotherapy for esophageal cancer[J]. Medical Innovation of China, 2012, 9(16): 121-122.
- [14] 么志军,曹永珍,张文学,等.三维适形放射治疗非小细胞肺癌的疗效分析[J].中国辐射卫生,2012,21(1):16-18.  
Yao ZJ, Cao YZ, Zhang WX, et al. Therapeutic effect analysis of three dimensional conformal radiotherapy non-small cell lung cancer [J]. Chinese Journal of Radiological Health, 2012, 21(1): 16-18.