

联合体位固定技术在肺癌放射治疗中的应用研究

刘美月 刘建平 胡万宁 杨海芳 么伟楠 贾敬好 高鹏 孙璐

张立新 孙国贵

063001 唐山 华北理工大学附属人民医院放化二科(刘美月、胡万宁、么伟楠、贾敬好、高鹏、孙璐、张立新、孙国贵),放疗中心(刘建平、杨海芳)

通信作者:孙国贵,Email:guogui_sun2013@163.com

DOI:10.3760/cma.j.issn.0254-5098.2018.11.006

【摘要】 目的 对比分析采用联合体位固定与热塑膜固定的肺癌患者放疗时的摆位误差,探讨不同固定方式下临床靶体积(CTV)至计划靶体积(PTV)外扩边界及其对正常肺组织受照剂量的影响。**方法** 回顾性选取2016年10月至2018年3月在唐山市人民医院接受过胸部放射治疗的90例患者资料,按不同固定方式将患者分成联合体位组(热塑膜+发泡胶固定)50例,热塑膜组(热塑膜固定)40例。两组患者根据统一标准勾画靶区,1次/周锥形CT(CBCT)与计划CT图像匹配后分别记录左右、上下、前后(x 、 y 、 z 轴)方向摆位误差,通过 t 检验进行分析。根据 $M_{PTV} = 2.5 \Sigma + 0.7\delta$ 计算联合体位组患者CTV至PTV外扩边界。通过治疗计划系统(TPS)系统分别计算两组患者的双肺 V_5 、 V_{20} 、 V_{30} ,并进行对比分析。**结果** 联合体位组与热塑膜组摆位误差在 x 轴分别为 (1.00 ± 0.58) 和 (3.28 ± 0.43) mm、 y 轴分别为 (1.42 ± 0.28) 和 (4.03 ± 0.41) mm、 z 轴分别为 (1.06 ± 0.44) 和 (3.18 ± 0.34) mm,两组患者 x 、 y 、 z 轴上的摆位误差比较,差异均有统计学意义($t = -20.740$ 、 -35.596 、 -25.015 , $P < 0.05$)。联合体位固定技术在中央型与周围型肺癌患者及在左、右肺癌患者摆位误差比较,差异均无统计学意义($P > 0.05$)。通过 $M_{PTV} = 2.5 \Sigma + 0.7\delta$ 得出联合体位组患者CTV至PTV外扩边界在 x 、 y 、 z 轴分别为2.906、3.746和2.958 mm。A、B两组对比得出,B组中 V_5 、 V_{20} 、 V_{30} 均值分别较A组减小1.5%、3.1%、4.8%。**结论** 联合体位固定技术可提高肺部肿瘤患者放射治疗体位固定的精确性,将CTV至PTV外扩边界进一步缩小,对减小放射性肺炎的发生具有一定价值。

【关键词】 肺癌; 发泡胶; 热塑膜; 摆位误差; 靶区体积

Application of combined body position fixation in radiation therapy of lung cancer Liu Meiyue, Liu Jianping, Hu Wanning, Yang Haifang, Yao Weinan, Jia Jinghao, Gao Peng, Sun Lu, Zhang Lixin, Sun Guogui

Department of Chemoradiotherapy II, The Affiliated People's Hospital, North China University of Science and Technology, Tangshan, 063001, China(Liu MY, Hu WN, Yao WN, Jia JH, Gao P, Sun L, Zhang LX, Sun GG); Department of Radiation Therapy Center, The Affiliated People's Hospital, North China University of Science and Technology, Tangshan 063001, China(Liu JP, Yang HF), China

Corresponding author: Sun Guogui, Email: guogui_sun2013@163.com

【Abstract】 Objective To explore the CTV to PTV external expansion boundary and the effect of the dose of normal lung tissue under different fixed modes by a comparative analysis of combined body position and thermoplastic film fixed set-up error of radiation therapy for lung cancer. **Methods** From October 2016 to March 2018, the patients who received chest radiology at the Tangshan people's hospital were enrolled as subjects retrospectively divided into two groups, including 50 patients with lung cancer radiotherapy with combined body position fixation, and 40 patients with lung cancer with thermoplastic film fixation. The two groups of patients drew the target areas in accordance with the unified standard, and the set-up error of left and right, up and down, front and rear (x , y , z axis) were recorded respectively after 1 time/week cone CT(CBCT) matched with the planned CT image and analyzed by t test. According to the $M_{PTV} = 2.5 \Sigma + 0.7\delta$, CTV to PTV external expansion boundary in the combined body position group were

calculated. And the V_5 、 V_{20} and V_{30} of two groups of patients were calculated and analyzed by TPS system.

Results The set-up error of the combined body position group and thermoplastic film group were respectively (1.00 ± 0.58) mm and (3.28 ± 0.43) mm on the x axis, (1.42 ± 0.28) mm on the y axis and (4.03 ± 0.41) mm, (1.06 ± 0.44) mm and (3.18 ± 0.34) mm on the z axis. The set-up errors of the two groups were statistically significant on x , y and z axis ($t = -20.740, -35.596, -25.015, P < 0.05$). There was no significant difference in set-up errors between the central and peripheral lung cancer patients and between left and right lung cancer patients ($P > 0.05$). Through the $M_{PTV} = 2.5\Sigma + 0.7\delta$, CTV to PTV external expansion boundary in the combined body position fixation group was 2.906, 3.746 and 2.958 mm on x , y and z axis respectively. The comparison between group A and B showed that the mean values of V_5 , V_{20} and V_{30} in group B were reduced by 1.5%, 3.1% and 4.8% respectively compared with group A. **Conclusions** The combined body position technique can improve the accuracy of lung cancer patients after radiation therapy, and further reduce the boundary of CTV to PTV, which is of certain value to reduce the occurrence of radiation pneumonitis.

【Key words】 Lung cancer; Polystyrene foam; Thermoplastic film; Set-up error; Target volume

随着放射治疗技术的提高,以三维适形放疗(three dimensional conformal radiation therapy, 3D-CRT)和调强适形放疗(intensity modulated radiation therapy, IMRT)为代表的精确放疗广泛应用于临床。但是三维适形及调强放疗技术产生高度适形靶区形状的剂量分布,是在静态 CT 作为基础图像的基础上所做出的剂量分布。然而患者即使在治疗时严格遵守放疗摆位操作规程,并采用了不同体位固定技术,但由于放疗过程中患者体位出现不自主的移动^[1]和分次间或分次内放疗时肿瘤本身出现运动或变形等,以及每次放疗患者的摆位误差等,都将导致靶区和周围危及器官受照体积和剂量的不确定性,引起肿瘤区欠量或高剂量区移到危险器官内,造成治疗失败或严重并发症。因此,摆位误差成为影响放疗效果的关键因素。本研究通过比较热塑膜、发泡胶+热塑膜两种固定技术,了解肺癌放疗时的摆位误差,减少摆位误差对肺癌精确放疗时靶区剂量的影响,并为计划靶区外放边界提供参考数据。

资料与方法

1. 一般资料:回顾性分析 2016 年 10 月至 2018 年 3 月在华北理工大学人民医院放化二科接受过胸部放射治疗的 90 例患者资料,按不同固定方式将患者分成联合体位组(热塑膜+发泡胶固定)50 例,年龄 32~76 岁,其中 <60 岁者为 16 例, >60 岁者为 34 例;鳞癌 10 例,腺癌 12 例,小细胞癌 20 例,其他 8 例;男性 36 例,女性 14 例;中央型肺癌 38 例,周围型肺癌 12 例。热塑膜组 40 例,年龄 46~71 岁, <60 岁者为 20 例, >60 岁者为 20 例;鳞癌 7 例,腺癌 12 例,小细胞癌 18 例,其他 3 例;男性 24 例,女

性 16 例;中央型肺癌 25 例,周围型肺癌 15 例。两组患者一般情况差异均无统计学意义($P > 0.05$),见表 1。

2. 纳入标准:经组织学或细胞学检查证实为肺癌患者;患者拒绝手术或不具备手术根治的条件;卡氏功能状态评分(KPS) ≥ 80 分;意识清醒,配合意愿良好,可自然保持体位 15 min 以上;临床诊断治疗符合放疗适应症要求;患者及家属知情同意并签署知情同意书。

3. 仪器设备:①CT 模拟定位系统:Philips Big Bone 螺旋 CT(荷兰飞利浦公司),LAP 移动激光定位系统(移动定位激光灯、数字控制软件和激光灯驱动系统,德国)。②定位系统:MEDTECH 体位固定系统。③图像引导系统:Varian Trilogy 直线加速器机载 On-Board Imager(OBI)影像系统(美国瓦里安公司)。④治疗计划系统:pinnacle 9.10 计划系统(美国瓦里安公司)。

4. 制膜与定位过程:联合体位组患者应用 A、B 两种物质充分混合后的发泡胶+热塑膜定位。患者仰卧位平躺于发泡胶上,双手抱头,头垫枕,舒适体位,平静呼吸,待发泡胶根据患者体型充分塑形后,使用恒温水箱(60℃左右)软化热塑膜,迅速将回缩的热塑膜置于患者所需定位部位,牵拉与固定;在固定热塑膜时,应适度轻压热塑膜与患者皮肤充分接触,并使得热塑膜与患者体部轮廓相互塑形,待其成功塑形后,打开激光定位灯,调整定位床位置,于热塑膜表面按激光灯所示“十”字线,标记摆位“十”字中心并贴置铅点;在 Philips Big Bone 螺旋 CT 扫描机下行胸部 CT 增强扫描,层间距 5 mm,扫描范围根据病变区段的不同选取从环甲膜至胸十二椎体下缘的相应范围,扫描图像传至 Pinnacle

表 1 90 例肺癌患者一般临床资料

Table 1 Comparison of general clinical data of 90 patients with lung cancer

项目	联合体位组		热塑膜组		K/S 值	P 值
	数	构成比 (%)	数	构成比 (%)		
肿瘤部位	50		40		0.448	0.988
左肺上叶	14	28	12	30		
左肺中下叶	5	10	6	15		
右肺上叶	11	22	7	17.5		
右肺中下叶	17	34	13	32.5		
肺门	3	6	2	5		
解剖部位					0.636	0.813
中央型	38	76	25	62.5		
周围型	12	24	15	37.5		
病理分型					0.401	0.997
鳞癌	10	20	7	17.5		
腺癌	12	24	12	30		
小细胞癌	20	40	18	45		
其他类型癌	8	16	3	7.5		
T 分期					0.566	0.906
T ₁	11	22	4	10		
T ₂	17	34	18	45		
T ₃	10	20	9	22.5		
T ₄	12	24	9	22.5		
N 分期					0.700	0.712
N ₀	6	12	6	15		
N ₁	15	30	5	12.5		
N ₂	17	34	21	52.5		
N ₃	9	18	8	20		
临床分期					0.484	0.973
I	5	10	2	5		
II	4	8	1	2.5		
III	26	52	19	47.5		
IV	15	30	18	45		

9.10 治疗计划系统。热塑膜组患者应用单纯热塑膜定位(图 1,2)。

5. 勾画靶区、图像配准:将得到的定位图像传输至物理室 pinnacle 9.10 治疗计划系统,医师在此图像上进行靶区勾画,其中肿瘤靶区(GTV)即影像学可见肿物组织;GTV_{nd}为影像可见的肿大淋巴结。GTV 根据强化 CT 的肿瘤边界确定,CT 图像显示不清时,将 CT 与 MRI 图像融合确定肿瘤边界。正常器官限量在正常范围内,根据患者病变部位及病理类型对 CTV 进行合适外扩,CTV 遇解剖结构适当修回。由于呼吸及器官的运动引起临床靶区位置的变化、疗程中肿物的缩小以及摆位过程中体位的变



图 1 联合体位固定(加发泡胶)

Figure 1 Combined body position fixation(Add polystyrene foam)

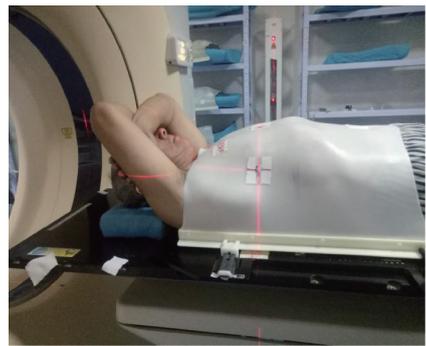


图 2 热塑膜固定

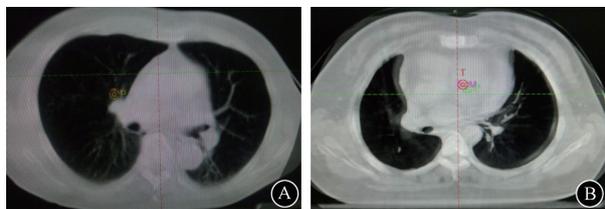
Figure 2 Thermoplastic film fixation

化决定胸部肿物 CTV 外扩 0.5 cm 生成计划靶体积(PTV)。95% PTV 处方剂量为 60 ~ 66 Gy。

6. 摆位误差测量方法:参考激光灯、患者体表的“十”字标记线以及发泡胶上的“十”字延长线,放疗时每周进行 1 次锥形 CT(CBCT)扫描。所有患者的图像配准均采用 OBI 系统自动配准,匹配框设定范围在横断面、矢状面及冠状面都包括肿瘤靶区及其邻近器官。观察 CBCT 图像与计划图像结构的重合程度,配准完成后分别记录左右(x)、头脚(y)、腹背(z)3 个方向上靶区中心位移的绝对误差(为各个方向上的绝对值),并计算出平均值及标准差。分别记录两组患者每次的摆位误差(图 3)。

7. 误差定义:摆位误差以系统误差 ± 随机误差的方式来表示,其中系统误差为所有患者所有分次摆位误差的平均值,随机误差为所有患者所有分次摆位误差的标准差。根据 van Herk^[2]提出的方案,即确保 90% 患者 CTV 至少接受 95% 处方剂量,通过 $M_{PTV} = 2.5 \Sigma + 0.7 \delta$ 计算 CTV 至 PTV 的外扩边界。

8. 肺组织受量:将联合体位组定义为 A 组,设



注:A. 联合体位固定;B. 热塑膜固定

图3 不同固定方法计划CT与定位CT配准

Figure 3 Combination fixation, Thermoplastic film fixation; planned CT and positioning CT registration

置虚拟实验组(在确保90%患者CTV至少接受95%处方剂量的前提下,将A组患者的PTV外扩边界 x 、 z 为3mm; y 轴为4mm)定义为B组,根据剂量体积直方图(DVH)及TPS系统分析并分别计算双肺5、20和30 Gy受照体积,即 V_5 、 V_{20} 、 V_{30} ,并进行对比分析。

9. 统计学处理:所有数据均应用Office 2003 Excel软件录入并作图分析,使用SPSS 17.0统计软件进行分析后符合正态分布的数据以 $\bar{x} \pm s$ 表示。应用非参数检验(两个独立样本Kolmogorov-Smirnov检验)对一般临床资料进行分析,采用独立样本 t 检验对两组患者的摆位误差、联合体位组患者不同肺叶进行分析,应用配对样本 t 检验分别对A、B两组PTV外扩后 V_5 、 V_{20} 、 V_{30} 进行分析。 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

结 果

1. 体位固定技术摆位误差比较:90例患者共行CBCT 540次,平均每位患者行锥形CT 6次,其中联合体位组300次,单纯热塑膜组240次。在做CBCT过程中,若出现较大等中心摆位偏差(超过3mm)及时校正。两组固定装置3个方向摆位误差结果显示,在 x 、 y 和 z 轴方向的位移联合体位组均明显小于热塑膜组,其中 x 、 z 轴 $\bar{x} \pm s$ 接近, y 轴 $\bar{x} \pm s$ 偏大,但也小于热塑膜组,差异均有统计学意义($t = -20.740$ 、 -35.596 、 -25.015 , $P < 0.05$),见表2。联合体位组中央型、周围型肺癌患者及左、右肺癌患者在 x 、 y 和 z 轴方向的摆位误差均无统计学意义($P > 0.05$)。

2. 联合体位组患者PTV外扩边界计算:应用表2中系统误差及随机误差结果,根据公式计算联合体位固定装置下 x 、 y 、 z 轴3个方向的PTV外扩边界分别为2.906、3.746和2.958mm。公式为:

$$M_{PTV} = 2.5 \sum + 0.78 \quad (1)$$

表2 两组肺癌患者使用不同固定装置不同方向的摆位误差(mm, $\bar{x} \pm s$)

Table 2 Comparison of set-up errors between two groups of lung cancer patients with different fixation devices in different directions(mm, $\bar{x} \pm s$)

组别	例数	x 轴	y 轴	z 轴
联合体位组	50	1.00 ± 0.58	1.42 ± 0.28	1.06 ± 0.44
热塑膜组	40	3.28 ± 0.43	4.03 ± 0.41	3.18 ± 0.34
t 值		-20.740	-35.596	-25.015
P 值		0.026	0.001	0.022

注:为避免相反方向的误差相加后相互消除,误差均取绝对值后分析

3. 摆位误差对靶区剂量分布的影响:根据公式(1)的结果,应用配对样本 t 检验分别对A、B两组PTV外扩后,B组相对于A组 V_5 、 V_{20} 、 V_{30} 均值分别减小1.5%、3.1%、4.8% ($t = 12.182$ 、 10.480 、 10.325 , $P < 0.05$),见表3。

表3 两组PTV分别外扩后双肺组织受量的比较(% , $\bar{x} \pm s$)

Table 3 Comparison of double lung tissue dose in group A and group B after PTV external expansion(% , $\bar{x} \pm s$)

组别	例数	V_5	V_{20}	V_{30}
A组	50	50.80 ± 14.56	22.90 ± 7.10	15.50 ± 4.98
B组	50	50.05 ± 14.52	22.18 ± 7.04	14.75 ± 4.93
t 值		12.182	10.480	10.325
P 值		0.000	0.000	0.000

注:A组为联合体位组;B组为虚拟实验组

讨 论

千伏级CBCT的图像配准是以CBCT图像和定位CT图像重合度为依据,定量计算得到摆位误差^[3]。Ahmad等^[4]的研究结果表明,即使增加相当微小治疗边界也可能导致正常组织受照体积增加。肿瘤及周围正常组织的相对空间位置变化及误差可能导致肿瘤脱靶或者正常组织受量增加,最终导致肿瘤治疗失败^[5]。临床发现,3%~5%的剂量误差就会造成肿瘤放射治疗的有效率下降,并且高剂量区可能偏移至危及器官区域,造成正常组织器官严重并发症^[6-7]。因此,分析不同固定模型在三维治疗应用中的差异是十分有必要的^[8]。

由于个体差异,单纯低温热塑膜的固定作用弱,定位精度低。翟小娟和马全海^[9]的研究中,热塑膜+真空垫技术使用在体型偏瘦的患者上能得到更好的固定效果。王震岳等^[10]的研究中,真空垫+热塑膜固定技术在提高胸腹部肿瘤放射治疗摆位精度方面都比单纯地用真空垫或者热塑膜具有明显的优势。

发泡胶技术是近来国外发展起来的新技术,国外前瞻性的研究发现^[11-13],发泡胶能对人体结构进行主动塑型,摆位误差小,放疗更精确。有报道统计,个体化制作的发泡胶根据患者头颈形状、大小专门制作,固定性更好,减少了体位误差,体位舒适性明显调高^[14]。一旦成形后较负压真空袋的硬度高,在放疗过程中不存在变形漏气的特点。

本研究应用联合体位固定与热塑膜固定两种技术,采集 CBCT 图像,得到两组患者在 x 、 y 、 z 轴 3 个方向的摆位误差有明显统计学意义,联合体位组摆位误差明显低于热塑膜组,且联合体位组在 x 、 z 轴方向 PTV 外扩边界 ≤ 3 mm, y 轴 PTV 外扩边界 ≤ 4 mm,表明联合体位固定更能限制患者的不自主运动,实现个体精准化放射治疗^[15]。极少数联合体位固定组数值偏大,可能与发泡胶成形过程中,患者未保持固定不动姿势,活动度大,导致塑形失败。进一步分析发现联合体位固定技术对于不同部位肺癌的摆位误差无明显差异。美国放射肿瘤学协作组 (RTOG) 在一个前瞻性研究发现, V_{20} 大小不仅与放射性肺炎的发生率有关,还与放射性肺炎的严重程度有关^[16]。本研究结果显示,联合体位组患者 V_5 、 V_{20} 、 V_{30} 的均值分别比热塑膜组减小 1.50%、3.1%、4.8%, DVH 图显示双肺 V_5 、 V_{20} 、 V_{30} 曲线联合体位组均不高于热塑膜组,双肺 V_5 、 V_{20} 、 V_{30} 均减小,这可能对降低放射性肺炎的发生率具有重要意义。

综上所述,联合体位固定技术在胸部肿瘤放疗体位固定中吻合度高,为胸部肿瘤的放疗提供了一种新的行之有效的体位固定方式。使用联合体位固定技术治疗肺癌患者时,可缩小 CTV 至 PTV 外扩边界。但本研究纳入病例数较少,PTV 外扩个体化研究还需要大样本数据,今后还有待进一步研究。同时也可对 A、B 两组患者外扩 5 mm 与 3 mm 进行放射性肺炎例数分析,为肺癌放疗靶区剂量进一步提高、减少放疗不良反应尤其是放射性肺炎的发生提供依据,从而提高患者的治愈率和生活质量。

利益冲突 本研究不涉及经济及其他方面的利益冲突

作者贡献声明 刘美月负责课题设计及撰写论文;刘建平、杨海芳负责定位及采集 CBCT 图像;么伟楠负责统计分析;贾敬好、高鹏、孙璐负责收集临床病例及记录;张立新负责靶区勾画;胡万宁参与论文指导及修改;孙国贵负责总体设计

参 考 文 献

- [1] Wong JW, Sharpe MB, Jaffray DA, et al. The use of active breathing control (ABC) to reduce margin for breathing motion [J]. *Int J Radiat Oncol Biol Phys*, 1999, 44(4):911-919. DOI: 10.1016/S0360-3016(99)00056-5.
- [2] van Herk M. Errors and margins in radiotherapy [J]. *Semin Radiat Oncol*, 2004, 14(1):52-64. DOI:10.1053/j.semradonc.2003.10.003.
- [3] 张俊,黄啸天,谢丛华,等. 量化分析 R624-SCF 型固定装置在肺部 SBRT 过程中摆位误差 [J]. *中华放射肿瘤学杂志*, 2018, 27(4):396-400. DOI: 10.3760/cma.j.issn.1004-4221.2018.04.013.
Zhang J, Huang XT, Xie CH, et al. Quantitative analysis of setup errors in lung SBRT with R 624-SCF immobilization equipment [J]. *J Chin Radiat Oncol*, 2018, 27(4):396-400. DOI: 10.3760/cma.j.issn.1004-4221.2018.04.013.
- [4] Ahamad A, D'Souza W, Salehpour M, et al. Intensity-modulated radiation therapy after hysterectomy: comparison with conventional treatment and sensitivity of the normal-tissue-sparing effect to margin size [J]. *Int J Radiat Oncol Biol Phys*, 2005, 62(4):1117-1124. DOI:10.1016/j.ijrobp.2004.12.029.
- [5] 张英婷,刘炳忠,陈文芬,等. 聚氨酯发泡胶结合翼板个体化塑形与负压真空袋固定肺癌放疗摆位精度比较 [J]. *中华放射肿瘤学杂志*, 2018, 27(3):299-302. DOI: 10.3760/cma.j.issn.1004-4221.2018.03.014.
Zhang YT, Liu BZ, Chen WF, et al. Comparison of positioning accuracy between personalized polyurethane foam with wing boards and negative pressure vacuum bag in radiotherapy for lung cancer [J]. *J Chin Radiat Oncol*, 2018, 27(3):299-302. DOI: 10.3760/cma.j.issn.1004-4221.2018.03.014.
- [6] 王彬冰,单国平. 补偿角度算法纠正放射治疗摆位旋转误差 [J]. *中国医学装备*, 2015, 12(6):28-30. DOI:10.3969/j.issn.1672-8270.2015.06.009.
Wang BB, Shan GP. The compensation Angle algorithm corrects the position rotation error of radiation therapy [J]. *Chin Med Equip*, 2015, 12(6):28-30. DOI: 10.3969/j.issn.1672-8270.2015.06.009.
- [7] 成俊,李伟,徐金济,等. 40 例盆腔恶性肿瘤放疗摆位误差分析 [J]. *吉林医学*, 2014, 35(27):6044-6045. DOI:10.3969/j.issn.1004-0412.2014.27.046.
Cheng J, Li W, Xu JJ, et al. Position error analysis of 40 patients with pelvic malignant tumor radiotherapy [J]. *Jilin Med*, 2014, 35(27):6044-6045. DOI: 10.3969/j.issn.1004-0412.2014.27.046.
- [8] 宋华国,步蕊蕊,李永强,等. 不同固定方式在前列腺癌质子重离子放疗六维治疗床中的使用价值及误差分析 [J]. *中华放射肿瘤学杂志*, 2018, 27(4):382-386. DOI: 10.3760/cma.j.issn.1004-4221.2018.04.010.
Song HC, Bu RR, Li YQ, et al. Comparative analysis of application value and setup error between two setup methods in proton and carbon ion therapy for prostate cancer [J]. *J Chin Radiat Oncol*,

- 2018, 27(4): 382-386. DOI: 10.3760/cma.j.issn.1004-4221. 2018.04.010.
- [9] 翟小娟, 马全海. 联合体位固定技术在偏瘦体型病人胸腹部肿瘤放射治疗中的应用[J]. 医疗装备, 2011, 24(9): 8-9. DOI:10.3969/j.issn.1002-2376.2011.09.005.
- Zhai XJ, Ma QM. Application of combined body position fixation in radiation therapy of thoracic and abdominal tumors in patients with lean body type[J]. Med Equip, 2011, 24(9): 8-9. DOI:10.3969/j.issn.1002-2376.2011.09.005.
- [10] 王震岳, 赵瑞, 陈国梁, 等. 胸腹部肿瘤放射治疗体位固定技术分析[J]. 医疗卫生装备, 2016, 37(3): 81-83. DOI: 10.7687/j.issn.1003-8868.2016.03.081.
- Wang ZY, Zhao R, Chen GL, et al. Analysis of postural fixation technique for thoracic and abdominal tumor radiotherapy[J]. Med Health Equip, 2016, 37(3): 81-83. DOI: 10.7687/j.issn.003-8868.2016.03.081.
- [11] Thomas TO, Refaat T, Choi M, et al. Brachial plexus dose tolerance in head and neck cancer patients treated with sequential intensity modulated radiation therapy[J]. Radiat Oncol, 2012, 84(3): S524-S524. DOI:10.1186/s13014-015-0409-5.
- [12] Scanlon CS, Banerjee R, Inglehart RC, et al. Galanin modulates the neural niche to favour perineural invasion in head and neck cancer[J]. Nat Commun, 2015, 6: 6885. DOI: 10.1038/ncomms7885.
- [13] Sachdev S, Refaat T, Bacchus ID, et al. Age most significant predictor of requiring enteral feeding in head-and-neck cancer patients[J]. Radiat Oncol, 2015, 10(1): 93-93. DOI:10.1186/s13014-015-0408-6.
- [14] 许森奎, 姚文燕, 胡江, 等. 鼻咽癌发泡胶个体化塑形与标准化头枕放疗体位固定精确度比较[J]. 中华放射肿瘤学杂志, 2015, 24(2): 196-199. DOI: 10.3760/cma.j.issn.1004-4221.2015.02.022.
- Xu SK, Yao WY, Hu J, et al. The styrofoam and standardized head pillow of nasopharyngeal carcinoma[J]. Chin J Radiat Oncol, 2015, 24(2): 196-199. DOI: 10.3760/cma.j.issn.1004-4221.2015.02.022.
- [15] 李宝生, 朱健. 肿瘤个体化放射治疗[J]. 中华肿瘤防治杂志, 2014, 21(23): 1845-1850. DOI: 10.16073/j.cnki.cjcp.2014.23.002.
- Li BS, Zhu J. Individualized radiation therapy for tumors[J]. Chin Cancer Prev Control, 2014, 21(23): 1845-1850. DOI:10.16073/j.cnki.cjcp.2014.23.002.
- [16] 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. DOI: 10.1016/S0360-3016(99)00183-2.

(收稿日期: 2018-06-15)

· 读者 · 作者 · 编者 ·

本刊可直接使用缩写形式的常用词汇

本刊对于以下放射医学工作者比较熟悉的一些常用词汇,将允许在论文撰写和发表文章中直接使用其缩写,可以不标注中文。按汉语拼音排序如下:

白介素(IL)	链霉亲和素-生物素复合物(SABC)
传能线密度(LET)	临床靶区体积(CTV)
磁共振成像(MRI)	磷酸盐缓冲液(PBS)
二氨基联苯胺(DAB)	三维适形放疗(3D-CRT)
二甲基亚砷(DMSO)	四甲基偶氮唑盐(MTT)
4',6-二脒基-2-苯基吲哚(DAPI)	苏木精-伊红染色(HE)
反转录-聚合酶链反应(RT-PCR)	胎牛血清(FBS)
干扰素(IFN)	体质量指数(BMI)
放射增敏比(SER)	调强适形放疗(IMRT)
计划靶区体积(PTV)	危及器官(OAR)
计算机断层扫描(CT)	异硫氰酸荧光素(FITC)
剂量长度乘积(DLP)	肿瘤坏死因子(TNF)
剂量体积直方图(DVH)	大体肿瘤体积(GTV)
聚丙烯酰胺凝胶电泳(PAGE)	世界卫生组织(WHO)

(本刊编辑部)