

# 一种新型肿瘤放疗呼吸控制装置——腹部气压带的研制及临床试验

王 伟<sup>1,2</sup>, 徐子海<sup>3</sup>, 朱超华<sup>3</sup>, 蔡裕兴<sup>2</sup>, 陈卫国<sup>2</sup>, 陈超敏<sup>1</sup>, 张志德<sup>1</sup>

1. 南方医科大学生物医学工程学院, 广东 广州 510515; 2. 南方医科大学南方医院放射科, 广东 广州 510515; 3. 解放军303医院放射治疗中心, 广西 南宁 530021

**【摘要】目的:**探讨新型胸腹部肿瘤放疗呼吸位移控制装置——腹部气压带在肿瘤放射治疗中的应用价值。**方法:**应用类似袖带式血压计的原理, 手动充气对腹部气压带充气加压和机械气压表读数, 实现对胸腹部肿瘤放疗中呼吸位移的控制。临床试验通过对采用传统的热塑模和新型胸腹部肿瘤放疗呼吸位移控制装置——腹部气压带的实际定位比较, 运用放射治疗计划系统进行配准比较。**结果:**配准结果显示二者压迫成型的外轮廓差别不大。将所有位置CT图像从头至脚方向对胸腹部配准, 发现胸廓上部分重合较好, 但是下部胸骨(呼吸束缚带)的位置较低, 二者稍有差别, 对治疗没有差异性影响。**结论:**新型胸腹部肿瘤放疗呼吸位移控制装置——腹部气压带可以达到传统的热塑模放疗固定装置的作用, 减少摆位误差, 且操作简单, 可在治疗过程中适时修正。新型胸腹部肿瘤呼吸控制装置在实际临床应用中具有较好的应用价值。

**【关键词】**放射治疗; 胸腹部; 气压带; 呼吸控制

**【中图分类号】**R318.17

**【文献标识码】**A

**【文章编号】**1005-202X(2015)04-0559-04

## Development and clinical trial of abdominal pressure belt, a new breathing control device in tumor radiotherapy

WANG Wei<sup>1,2</sup>, XU Zi-hai<sup>3</sup>, ZHU Chao-hua<sup>3</sup>, CAI Yu-xing<sup>2</sup>, CHEN Wei-guo<sup>2</sup>, CHEN Chao-min<sup>1</sup>, ZHANG Zhi-de<sup>1</sup>

1. School of Biomedical Engineering, Southern Medical University, Guangzhou 510515, China; 2. Nanfang Hospital, Southern Medical University, Guangzhou 510515, China; 3. Center of Radiotherapy, 303 Hospital of People's Liberation Army, Nanning 530021, China

**Abstract: Objective** To investigate the application value of the abdominal pressure belt in radiotherapy, which is a new breathing movement control device in thoracoabdominal tumor radiotherapy. **Methods** Based on the principles of cuff sphygmomanometer, the pressure of abdominal pressure belt was manually adjusted and the mechanical manometer were read, to control the breathing movement in the thoracoabdominal tumor radiotherapy. The actual position of the abdominal pressure belt was compared with that of classical thermoplastic film in clinical trials. And the radiotherapy treatment planning system was applied in the registration comparison. **Results** The registration results showed that little differences were found in outer contour between the thermoplastic film positioning and abdominal pressure belt positioning. According to the direction from head to foot, the thoracoabdominal registrations were performed in the CT images of all positions, and results showed that the upper part of thoracic was well overlapped. But the position of lower part of thoracic was lower, so do the breathing strap, with a slight difference between these two devices. No significant differences were found in the treatment effects. **Conclusion** The abdominal pressure belt, the new breathing movement control device in thoracoabdominal tumor radiotherapy, has a satisfactory application value in the clinical treatments, because it can achieve the movement control effect of classical thermoplastic film, reduce the position error, simplify the operation and realize the real-time correction during the radiotherapy treatment.

**Key words:** radiotherapy; thoracoabdomen; pressure belt; breathing control

**【收稿日期】**2015-02-16

**【基金项目】**广东省重点科技计划项目 (2012A080104010)

**【作者简介】**王 伟, 硕士研究生。E-mail: 416996838@qq.com。

**【通信作者】**张志德, 副教授。E-mail: gzccm@fimmu.com。

## 前言

肿瘤精确放射治疗技术的基本要求是对肿瘤最终疗效达到“三高一低”,即高精度、高剂量、高疗效和低损伤<sup>[1]</sup>。然而,肺部器官的呼吸运动导致了肺部肿瘤也发生同步的呼吸运动,会相对照射野的静止位置发生不断的偏移,肿瘤位置可能会超出放疗计划内所制定的照射区域<sup>[2-4]</sup>。为克服呼吸运动对肿瘤放疗的影响,在放疗中常应用呼吸控制技术,以提高动态肿瘤治愈率、减少周围正常组织并发症。临床上常采用各种体位固定装置限制体位移动,固定技术的发展对提高摆位精度具有重要意义<sup>[5-6]</sup>。

目前大部分医院使用的固定方式是低温热塑膜或真空负压袋成型固定技术。使用这这种技术可以明显减少摆位误差,从而提高治疗摆位精确度<sup>[7-8]</sup>。但低温热塑膜是消耗品,重复使用率低,成本较高,且随着时间和使用次数的增加,病人体型发生变化或安放位置发生变化,再次定位时会产生松动或对胸腹呼吸压迫度减低,从而降低治疗效果<sup>[9-10]</sup>。为克服低温热塑膜或真空负压袋固定技术的缺点,本研究拟设计和研制一种新型的胸腹部肿瘤放疗呼吸控制装置——腹部气压带固定技术,利用充气压迫带固定躯干,内嵌压力表检测呼吸过程中气压变化,选择合适充气压力最大可能地限制由于呼吸造成的肿瘤位置的移动。

## 1 材料与方法

### 1.1 系统结构与组成

如图1所示,肿瘤放疗呼吸控制装置——腹部气压带压迫系统原理类似袖带式血压计,其腹部固定带是一体成型的,在其固定带上面缝有粘贴口(3)、粘贴口(4)、粘贴口(5),气囊(2)是装备在固定带中间部位的夹层里面的。打气阀(8)、气体压力表(9)分别通过导管(6)、导管(7)与气囊连接。打气阀旁边装备一个螺旋钮,用以控制气囊内气体的进出。气体压力表反映固定气囊内压力大小。

### 1.2 使用方法与步骤

首先是真空负压袋成型固定,然后将腹部气压带如图2所示,绕患者肿瘤部位环绕包住,气囊位置摆在患者前面,这样3个粘贴口就会在患者背后,将粘贴口(3)与粘贴口(4)或粘贴口(5)(视患者体型而定)粘贴在一起。让患者在治疗床上躺下,开始使用打气阀往气囊打气,时刻观察气体压力表的刻度指示,打气结束后,记下气体压力表的刻度指示,之后

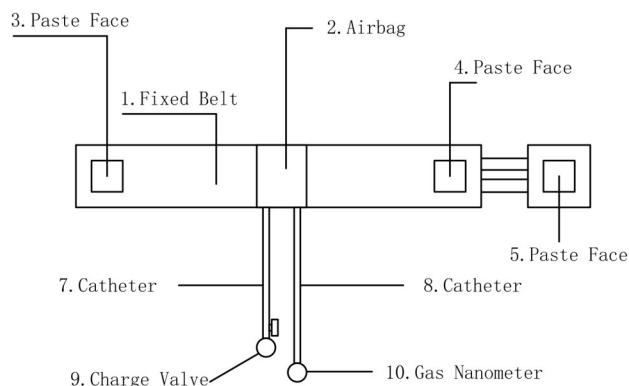


图1 系统结构原理图

Fig.1 System structure diagram



图2 腹部气压带压迫系统

Fig.2 Abdominal pressure with compression systems

同一个患者要保持刻度指示相同。治疗结束之后,拧开螺旋钮放气,待气囊内气体放尽之后,让患者起身,将两个粘贴口解开,做好标记放好。根据气体压力表的读数来判断定位、验证及每一次放疗的摆位重复性。

## 2 试验与结果

病人资料:男,61岁,肺部肿瘤。使用仪器:定位CT为西门子CTvision。计划系统为:OncontraMasterplan,先后分别使用热塑膜固定和腹部气压带固定,行CT加强扫描,扫描层厚5 mm,得到的CT图像如图3、图4所示。

将同一体位的两次CT扫描图像,其中一次为带体模,另一次为带呼吸束缚带,输入放射治疗计划系统中进行配准,得到不同层面的两者情况的比较,如图5其中一副图像中所显示,左边CT图像为带体模扫描,右边CT图像为带呼吸束缚带;配准结果显示二者压迫成型的外轮廓差别不大。将所有位置CT图片从头至脚方向对胸腹部配准,发现胸廓上部分重合较好,但是下部胸骨(呼吸束缚带)的位置较低,二者稍有差别,对治疗没有差异性影响。

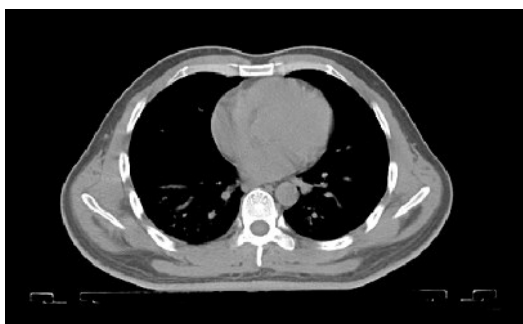


图3 腹部气压带固定CT扫描图像  
Fig.3 CT scan images for abdominal pressure belt



图4 热塑膜固定CT扫描图像  
Fig.4 CT scan images for the thermoplastic film

### 3 结 论

肿瘤放疗呼吸控制装置-腹部气压带具有以下优点:(1)结构简单,可一次成型,价格低廉。而热塑模价格昂贵,生产技术要求高,且长期放置会出现发黄变质,可塑性下降。(2)使用方便,省时省力。肿瘤放疗呼吸控制装置——腹部气压带可以快速方便地将固定带绕患者肿瘤部位固定住患者,能够根据患者体型改变略微调整固定带粘贴位置,无需更换固定带,使用起来也省力方便。(3)工序减少,节约时间。肿瘤放疗呼吸控制装置——腹部气压带可直接使用,不像热塑模使用之前需用固定水温浸泡一段时间。(4)容易保管。肿瘤放疗呼吸控制装置——腹部气压带能够在使用之后折叠放好,节约保管空间。

### 4 讨论与展望

肿瘤放射治疗是一个较长的治疗过程,通常都需要进行多次摆位治疗,有专家学者对摆位的正确性及重复性进行研究,结果表明患者体位在放射治疗过程中存在移动,大约有 11.2% 的患者误差大于 1 cm。胸腹部肿瘤患者放射治疗的体位固定、摆位

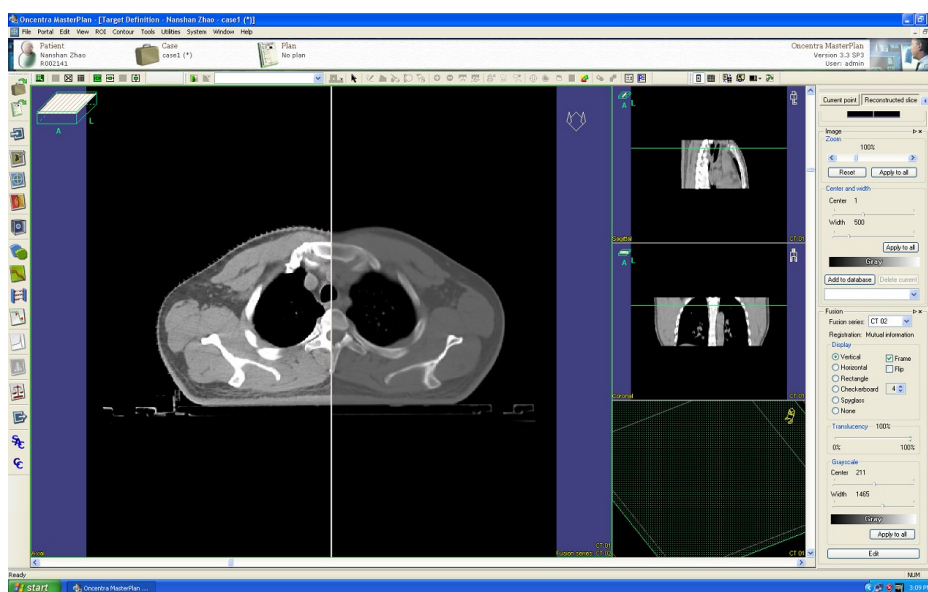


图5 放射治疗计划系统中配准比较  
Fig.5 Registration comparison in radiation treatment planning system

偏差一直以来都是临床所竭力解决的问题,原因与以下因素相关:患者的呼吸运动使照射野体表标记与灯光野的温和性下降,放射治疗过程中患者身体的体位发生改变而引起体表标记发生移位,患者身体轴线扭曲也是产生摆位偏差的一大重要原因,此

因素的影响在侧野照射中尤为突出。胸腹部肿瘤患者的放射治疗,提高治疗成功率的关键在于选择简单,使患者舒适,易于固定,易于重复采用的治疗体位,人体特有的胸腹部解剖特点,诸如体积较大,体型近似椭圆形,脂肪层厚,皮肤易受牵拉等,对胸腹



部肿瘤患者的体位固定、重复摆位的难度较大。

通过热塑体膜成型固定技术与新型肿瘤放疗呼吸控制装置——腹部气压带的对比,可以得知新型胸腹部肿瘤呼吸位移控制系统能够更加有效地控制呼吸对肿瘤位移的影响<sup>[11-12]</sup>,提高了放射治疗的质量。在经济方面,由于新型胸腹部肿瘤呼吸位移控制系统技术可以重复利用,大大减少了病人在放疗上的费用,其最大特点是改变原来整体平面压迫为合适位置局部压迫,压迫效果更为明显,且可在治疗过程中适时修正,克服了热塑体膜不能依据病人身体变化而变化从而造成的压迫松动和定位误差的缺点,所以在临床治疗上有较好的应用前景。

## 【参考文献】

- [1] 胡逸民. 肿瘤放射物理学[M]. 北京: 北京原子能出版社, 1999.  
Hu YM. Radiation oncology physics [M]. Beijing: Beijing Atomic Energy Press, 1999.
- [2] Buzdar SA, Afzal M, Nazir A, et al. Accuracy requirements in radiotherapy treatment planning[J]. J Coll Physicians Surg Pak, 2013, 23(6): 418-423.
- [3] Gagel B, Demirel C, Kientopf A, et al. Active breathing control (ABC): Determination and reduction of breathing-induced organ motion in the chest[J]. Int J Radiat Oncol Biol Phys, 2007, 67(3): 742-749.
- [4] Neicu T, Shirato H, Seppenwoolde Y, et al. Synchronized moving aperture radiation therapy (SMART): Average tumour trajectory for lung patients[J]. Phys Med Biol, 2003, 48(5): 587-598.
- [5] 杨词慧, 刘宏, 宋恩民, 等. 动态放疗中的实时肿瘤运动补偿[J]. 华中科技大学学报(自然科学版), 2011, 39(7): 36-39.  
Yang CH, Liu H, Song EM, et al. Dynamic real-time tumor radiotherapy motion compensation[J]. Journal of Huazhong University of Science and Technology (Natural Science), 2011, 39(7): 36-39.
- [6] 邱梅. 腹部肿瘤放疗使用固定器价值的探讨[J]. 现代肿瘤医学, 2004, 12(6): 580-581.  
Qiu M. Explore the use of abdominal cancer radiotherapy holder value[J]. Modern Oncology, 2004, 12(6): 580-581.
- [7] 程光惠, 武宁, 韩东梅, 等. 不同体位固定技术在胸腹部肿瘤放射治疗中的应用比较[J]. 中国肿瘤, 2010, 19(10): 702-704.  
Cheng GH, Wu N, Han DM, et al. Different immobilization technology in the chest and abdomen radiation oncology in comparison[J]. Chinese Journal of Cancer, 2010, 19(10): 702-704.
- [8] 吴冰, 付爽. 热塑体膜固定技术在胸腹部肿瘤放疗中的应用[J]. 中国医疗设备, 2008, 23(12): 87-88.  
Wu B, Fu S. Application thermoplastic film fixation techniques in cancer radiotherapy in the chest and abdomen[J]. Chinese Medical Equipment, 2008, 23(12): 87-88.
- [9] 黄伟, 李宝生, 于金明. 精确放疗中呼吸运动对肺部肿瘤靶区的影响与控制[J]. 国外医学(肿瘤学分册), 2005, 32(1): 53-56.  
Huang W, Li BS, Yu JM. Precision radiotherapy for lung tumor target influence and control respiratory motion [J]. Foreign Medical Sciences (Oncology), 2005, 32(1): 53-56.
- [10] 徐子海, 廖福锡, 周燕华, 等. 运动状态下CT扫描后靶区三维重建的形变规律[J]. 中国组织工程研究与临床康复, 2007, 11(13): 2487-2489, 2493.  
Xu ZH, Liao FX, Zhou YH, et al. Under the law of the state of motion deformation CT scan three-dimensional reconstruction of the target[J]. Chinese Journal of Clinical Rehabilitation, 2007, 11(13): 2487-2489, 2493.
- [11] Erridge SC, Seppenwoolde Y, Muller SH, et al. Portal imaging to assess set-up errors, tumor motion and tumor shrinkage during conformal radiotherapy of non-small cell lung cancer[J]. Radiother Oncol, 2003, 66(1): 75-85.
- [12] 曹永珍, 黑月林, 吕仲虹. 立体定向放射治疗中肺肿瘤和膈肌动度的研究[J]. 中华放射肿瘤学杂志, 2000, 9(4): 262-264.  
Cao YZ, Hei YL, Lü ZH, et al. Stereotactic radiotherapy of lung tumors and diaphragm mobility[J]. Chinese Journal of Radiation Oncology, 2000, 9(4): 262-264.