

研究体板结合真空垫及热塑膜技术与传统臂部支撑固定技术在胸部肿瘤放疗摆位中的误差

杨丽华, 龚敏, 许青, 孟怡然, 彭佳元, 杨焕军

复旦大学附属肿瘤医院放射治疗科, 复旦大学上海医学院肿瘤学系, 上海 200032

[摘要] **背景与目的:** 放射治疗已进入了精确放疗的时代, 摆位误差成为影响放疗效果的重要因素。通过采用两种不同体位固定方式, 即自行改装后的体板结合真空垫及热塑膜的固定装置和臂部支撑装置, 讨论分析胸部肿瘤放疗中的摆位误差。**方法:** 选择肺及食管胸部肿瘤患者19例, 随机分成两组, 分别采用体板+真空垫+体部热塑膜固定(A组)、臂部支撑装置固定(B组)进行摆位和治疗。A组利用二次摆位技术, 即先使患者头脚方向的激光线与真空垫上的定位标记一致, 再根据患者体表定位标记进行摆位(第一次摆位), 最后覆上热塑膜固定, 再根据热塑膜上的定位标记移床至治疗位置(第二次摆位); B组利用一次摆位技术, 即直接根据体表标记进行摆位。A、B组均利用千伏级锥形束CT(kilo-voltage cone beam computed tomography, KV-CBCT)采集治疗前、后的图像, 并与计划CT图像配准, 得到治疗前及治疗后的体位误差并进行统计分析。**结果:** 对于两种不同固定方式, A组和B组治疗前误差分别为: X轴(左右方向) (1.06 ± 0.58) 和 (1.82 ± 0.82) mm, Y轴(头脚方向) (1.31 ± 0.40) 和 (2.18 ± 1.20) mm, Z轴(腹背方向) (1.28 ± 0.66) 和 (2.94 ± 1.81) mm。治疗后误差分别为: X轴 (0.86 ± 0.54) 和 (1.29 ± 0.58) mm, Y轴 (1.07 ± 0.58) 和 (1.08 ± 0.45) mm, Z轴 (0.98 ± 0.53) 和 (1.56 ± 0.63) mm。**结论:** A组误差均小于B组, 采用体板结合真空垫及热塑膜固定装置并应用二次摆位技术的患者, 在放疗过程中不仅摆位的精确度得以提高, 同时也保证了体位的重复性及稳定性。

[关键词] 体位固定; 摆位误差; 胸部肿瘤; 图像引导放射治疗

DOI: 10.19401/j.cnki.1007-3639.2017.05.012

中图分类号: R730.55 文献标志码: A 文章编号: 1007-3639(2017)05-0396-05

A study on the set-up accuracy by using body plate with vacuum cushion and thermoplastic mask technique in comparison with the conventional arm support technique in thoracic tumor radiotherapy YANG Lihua, GONG Min, XU Qing, MENG Yiran, PENG Jiayuan, YANG Huanjun (Department of Radiation Oncology, Fudan University Shanghai Cancer Center, Department of Oncology, Shanghai Medical College, Fudan University, Shanghai 200032, China)

Correspondence to: XU Qing E-mail: qingxu68@hotmail.com

[Abstract] **Background and purpose:** Radiation therapy has entered the era of precise radiotherapy. Set-up error becomes important factor affecting the effects of radiotherapy. The aim of this study was to analyze the set-up accuracy of the in-house developed technique of body plate with vacuum cushion and thermoplastic mask (Group A) and the conventional technique of arm support (Group B) in thoracic tumor radiotherapy. **Methods:** A total of 19 patients with thoracic tumor were enrolled in this study and randomly separated into Group A and Group B. The patients of Group A underwent the secondary set-up: align the marker on vacuum cushion and patient's body to the room laser, cover the patient's body with thermoplastic mask and align the marker on the mask to the room laser. The patients of Group B were directly setup by aligning the marker on the patient's body to the room laser. The kilo-voltage cone beam computed tomography (KV-CBCT) was performed on each patient to collect the pre- and post-treatment CBCT images. The CBCT images were registered to the planning CT to analyze the translational error of Group A and Group B.

Results: The pre-treatment set-up errors of Group A vs Group B were (1.06±0.58) vs (1.82±0.82) mm in left and right (LR) direction, (1.31±0.40) vs (2.18±1.20) mm in superior and inferior (SI) direction, and (1.28±0.66) vs (2.94±1.81) mm in anterior and posterior (AP) direction. The post-treatment set-up errors of Group A vs Group B were (0.86±0.54) vs (1.29±0.58) mm in LR direction, (1.07±0.58) vs (1.08±0.45) mm in SI direction, and (0.98±0.53) vs (1.56±0.63) mm in AP direction. **Conclusion:** The in-house developed immobilization technique of body plate with vacuum cushion and thermoplastic mask was more accurate and reproducible than the conventional immobilization technique of arm support in thoracic tumor radiotherapy.

[Key words] Body position immobilization; Set-up error; Thoracic tumor; Image guided radiation therapy

肺癌及食管癌是胸部常见的恶性肿瘤^[1]，由于患者的年龄相对较大^[2]，身体状况较差，受呼吸运动的影响比较大，由此而导致的摆位误差^[3]也比较大。因此在本次研究中采用由体板结合真空垫及热塑膜三个部分组成的固定装置，以期得到更佳的体位固定方法^[4]。为使患者尽可能减少呼吸运动及摆位时由于皮肤牵拉而造成的误差，其中所使用的真空垫区别于传统做法，采用深度改浅、长度缩短的真空垫，不仅对患者的身体能起到一定的承托作用，而且相比于直接躺在体板上的舒适性也有一定的提高^[5]，尤其真空垫深度的改变在患者躺下及技术摆位时对于身体扭转、皮肤牵拉的影响也尽可能的减少到最小，增加体位固定的稳定性。同时在制作真空垫时在其背面增加了与体板有效稳固结合的固定点，限制了真空垫在体板上的移动，提高摆位精度。复旦大学附属肿瘤医院采用该固定装置用于胸部肿瘤放疗时的体位固定，并与臂部支撑装置的固定方式相比较，以观察其固定的效果，尤其是在重复性和稳定性方面是否具有优势。

1 资料和方法

1.1 患者资料

随机选取在复旦大学附属肿瘤医院接受调强放疗的胸部肿瘤患者19例，其中女性5例，男性14例，年龄为51~80岁。

1.2 摆位方法

根据使用的固定装置随机分成2组。A组患者10例，即采用体板结合真空垫及热塑膜的固定技术。首先将CIVCO体板进行改装，在体板的上下两端各增加一个特制的固定杆，与体板

成为一体，并在该固定杆中间留有可以固定真空垫的小孔。摆位时先将改装过的CIVCO体板借助定位杆固定于治疗床上，真空垫借助其背面的固定点相嵌在体板上的改装部位，患者按定位时的体位平躺在真空垫上，先使患者头脚方向的激光线与真空垫上的定位标记一致，再根据患者体表定位标记进行摆位(第一次摆位)，最后覆上热塑膜固定，再根据热塑膜上的定位标记移床至治疗位置(第二次摆位)(图1A)。另9例B组患者则采用臂部给予CIVCO专用臂部支撑架固定的方式(图1B)。



图1 体板结合真空垫及热塑膜固定(A)和臂部支撑装置固定(B)
Fig. 1 Body plate with vacuum cushion and thermoplastic mask (A) and the conventional technique of arm support (B)

1.3 设备

两组患者都在Philips 85 cm大孔径CT模拟机下进行定位扫描，扫描层厚3 mm，放疗计划设计完成后在ELEKTA VMAT机器上接受治疗，能量为6 MV X线。

1.4 锥形束CT影像数据的采集

利用机载影像系统进行千伏级锥形束CT(kilo-voltage cone beam computed tomography, KV-CBCT)扫描以获取数据, 配准方式为灰度平移误差配准(GreyT)。首先根据医嘱完成常规治疗摆位后, 采用KV-CBCT扫描获得放疗区域三维图像并对其进行重建, 将重建后的三维图像与计划CT影像进行配准, 获得两影像间在 X 、 Y 、 Z 三个空间方向上的误差值并记录。若误差大于3 mm则予以校正, 校正后再次行KV-CBCT扫描采集数据记录误差值, 反之误差小于3 mm则直接治疗。最后在治疗结束后再次采集CT图像进行比对, 确定此时的误差值并记录。所有患者均采用治疗第1周(即前5次)每天治疗前、后各一次CBCT验证体位, 在治疗疗程的第6次开始采用每周一次治疗前、后各一次CBCT验证。

1.5 统计学处理

采用SPSS 19.0系统软件进行数据分析, 对

治疗前及治疗后的三个轴向: 即左右Lat(X)、头脚Lng(Y)、腹背Vrt(Z)方向的误差值进行分析。两组间的比较采用 t 检验。 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结 果

2.1 各方向治疗前后摆位误差

A组患者10例, 共进行80次治疗前、后的CBCT扫描, B组患者9例, 共进行84次治疗前、后的CBCT扫描。

扫描后与计划CT影像对比, 计算 X (左右)、 Y (前后)、 Z (腹背)各方向治疗前、后的误差。结果见表1、2。由表1治疗前的摆位误差可知, A组与B组在3个方向上的摆位误差差异有统计学意义($P < 0.05$), A组治疗前的摆位误差小于B组的摆位误差。由表2可知, A组与B组在左右和头脚方向上的摆位误差差异无统计学意义($P > 0.05$), 而在腹背方向上A组的摆位误差小于B组的摆位误差。

表 1 治疗前的摆位误差

Tab. 1 The pre-treatment set-up errors

Group	No. of patients	[($\bar{x} \pm s$) /mm]		
		X (LR)	Y (SI)	Z (AP)
A	10	1.06±0.58	1.31±0.40	1.28±0.66
B	9	1.82±0.82	2.18±1.20	2.94±1.81
P value		0.030	0.045	0.027

表 2 治疗后的体位误差

Tab. 2 The post-treatment set-up errors

Group	No. of patients	[($\bar{x} \pm s$) /mm]		
		X (LR)	Y (SI)	Z (AP)
A	10	0.86±0.54	1.07±0.58	0.98±0.53
B	9	1.29±0.58	1.08±0.45	1.56±0.63
P value		0.113	0.970	0.044

2.2 随机误差和系统误差

摆位误差包括随机误差和系统误差, 对两组患者治疗前、后在三维方向的误差数据进行统计。具体结果见表3。

2.3 统计两组患者在治疗前的摆位误差和治疗后的位移误差概率

对每组患者在三维方向上任一方向的误差

值大于等于3 mm的误差数量进行统计(表4), 这些误差数量占每组患者扫描次数的百分比各是多少, 用误差率来描述(表5)。结果显示, A组患者在治疗前的摆位误差以及治疗后的位移误差明显低于B组患者, A组患者的平均误差率为4.17%, 显著低于B组患者的平均误差率22.82%。

表3 两组患者治疗前、后三维方向上的随机误差和系统误差

Tab. 3 The random error and system error on the 3-D direction of the patients in 2 groups before and after treatment

Three-dimensional direction	Time of therapy	Group	Random error //mm	System error //mm
X	Before treatment	A	0.11	0.06
		B	0.16	0.08
	After treatment	A	0.09	0.05
		B	0.13	0.06
Y	Before treatment	A	0.13	0.04
		B	0.21	0.12
	After treatment	A	0.12	0.06
		B	0.11	0.04
Z	Before treatment	A	0.11	0.07
		B	0.23	0.18
	After treatment	A	0.11	0.05
		B	0.18	0.06

表4 两组患者三维方向上任一方向误差值大于等于3 mm的误差数比较

Tab. 4 The comparison of the error numbers at any 3-D direction (error ≥ 3 mm)

Group	Before treatment (error number)			After treatment (error number)		
	X	Y	Z	X	Y	Z
A	2	5	4	2	4	3
B	20	26	41	12	5	11

表5 两组患者三维方向上任一方向误差值大于等于3 mm的误差率比较

Tab. 5 The comparison of the error percentage at any 3-D direction (error ≥ 3 mm)

Group	Before treatment (error percentage/%)			After treatment (error percentage/%)		
	X	Y	Z	X	Y	Z
A	2.50	6.25	5.00	2.50	5.00	3.75
B	23.81	30.95	48.81	14.29	5.95	13.10

3 讨 论

本研究结果显示,在使用体板+真空垫+体部热塑膜固定装置进行体位固定后,患者在放疗期间无论治疗前还是治疗后的摆位误差基本能得到有效地控制^[6],从而证实了该固定装置可切实有效地减少因患者不自主运动而导致的位移^[7-8]。因其使用的真空垫制作不同于平常,具用深度浅、长度短的特点,既能控制患者扭曲躯体,又使得技术员在摆位过程中减少了因皮肤牵拉所导致的摆位误差^[9],小型真空垫结合二次摆位的技术也能有效重复和控制人体与体板之间的关系,而热塑膜能更好地控制患者在治疗中的不自主运动,增加了体位的重复性和稳定性。

从结果表1、表2可以看出A组患者在治疗

前的摆位误差基本控制在了1.5 mm以内,与B组患者相比较,X、Y、Z不同方向的P值均小于0.05,差异有统计学意义。而在治疗后两组患者的体位误差中虽然只有Z的P值是小于0.05有统计学意义,但是位移的数据前者都要好于后者,除了Y方向略大一点,其余两个方向的误差都控制在了1 mm以内。摆位误差包括随机误差和系统误差^[10],随机误差是分次间摆位误差的波动,具有随机性,与患者体位变动和技术员的操作误差有关。系统误差是分次摆位误差的平均值,具有规律性和重复性。表3随机误差和系统误差的数据显示除了Y轴方向的治疗后数值B组略小于A组,其余的数值A组均优于B组。

图2显示了A组和B组患者在治疗前摆位误差及治疗后位移误差的CBCT扫描结果及其误差值大于等于3 mm的误差数量,再根据误差数

量占各组总扫描次数的百分比计算得出误差率(图3)。A组摆位、位移误差最大的是Y轴,但误差率基本在可控范围以内,最高只为6.25%。而B组臂托患者摆位误差最大的为Z轴,其误差率高达48.81%,即使校正后B组误差率仍远高于A组患者,这与患者在治疗时的体位密切相关,臂部支撑装置固定只是单一的支撑了患者的臂部,对于保持体位重复性的作用并不明显,而且技术人员在摆位时对患者的牵拉会使患者处于肌肉紧张或者体位僵硬的一个状态,就直接导致摆位误差率比较高,也因为缺少了限制不自主运动的固定装置,同时因患者是直接躺在平板床上其体位的舒适性小于采用真空垫的患者,使得治疗后的位移误差也要高于使用体板+真空垫+体部热塑膜固定装置的患者。由此表明运用体部热塑膜在一定程度上能限制患者在治疗过程中的不自主运动、控制呼吸幅度的大小,但对患者的正常呼吸又无影响;小型真空垫既能增加患者在治疗体位时的舒适度,又可以减少因皮肤牵拉导致的摆位误差,从而提高放疗摆位的精度。这一结果与相关文献报道数据吻合^[6],运用体板结合真空垫及热塑膜的固定能更好的与患者体部结合,有助于提高摆位精确性,从而使靶区剂量提高正常组织受量减少,降低肿瘤的复发率,增加局部控制率,减轻患者放射性损伤。

综上所述,体板结合真空垫及体部热塑膜的固定装置在应用了二次摆位技术后无论治疗前的摆位误差还是治疗后的位移误差基本能控

制在1.5 mm以内,误差率控制在6.25%以内,为实现精确放疗提供了质量保证,摆位步骤相对来说也简单易行,值得临床推广及应用。

[参 考 文 献]

- [1] JEMAL A, BRAY F, CENTER M M, et al. Global cancer statistics [J]. *CA Cancer J Clin*, 2011, 61(2): 69-90.
- [2] OWONIKOKO T K, RAGIN C C, BELANI C P, et al. Lung cancer in elderly patients: an analysis of the surveillance, epidemiology, and end results database [J]. *J Clin Oncol*, 2007, 25(35): 5570-5577.
- [3] 章雅琴, 刘裕杰, 许青, 等. Body-Fix[®]装置对脊椎转移瘤大分割调强放疗摆位误差的影响 [J]. *中华放射肿瘤学杂志*, 2013, 22(4): 315-317.
- [4] 胡逸民. 治疗体位及体位固定技术 [A] // 胡逸民, 杨定宇. 肿瘤放射治疗技术 [M]. 北京: 北京医科大学中国协和医科大学联合出版社, 1999: 200-205.
- [5] 李燕红, 王希成, 赖德星, 等. 腹部肿瘤放疗真空袋体位固定的应用 [J]. *现代医院*, 2012, 12(10): 38-40.
- [6] 刘利彬, 吴君心, 瞿宜艳, 等. 应用CBCT研究胸腹部肿瘤IMRT两种体位固定技术的摆位误差 [J]. *中华放射肿瘤学杂志*, 2014, 23(1): 48-52.
- [7] FUSS M, SALTER B J, RASSIAH P, et al. Repositioning accuracy of a commercially available double-vacuum whole body immobilization system for stereotactic body radiation therapy [J]. *Technol Cancer Res Treat*, 2004, 3(1): 59-67.
- [8] HYDE D, BASRAN P S, PANG C, et al. SBRT of spinal lesions utilizing the Elekta beam modulator, hexapod couch and Body-Fix[®] systems [J]. *Med Phys*, 2009, 36: 4303.
- [9] 张连胜, 张寅, 李明辉, 等. 用锥形束CT技术测量热塑成型膜固定患者的放疗摆位误差 [J]. *中华放射肿瘤学杂志*, 2008, 17(3): 219-222.
- [10] 刘跃平, 刘新帆, 李晔雄, 等. 盆腔肿瘤三维适形放疗摆位重复性研究 [J]. *中华放射肿瘤学杂志*, 2006, 15(4): 313-316.

(收稿日期: 2016-12-01 修回日期: 2017-02-20)