

真空垫配合热塑膜在脊柱后凸患者体位固定中的应用

葛宁, 易峰涛, 韩栋梁

解放军武汉总医院放射治疗科, 湖北 武汉 430070

【摘要】目的:利用医科达机载锥形束CT(CBCT)研究真空垫配合热塑膜固定在脊柱后凸患者放疗中的应用价值。**方法:**选择2013年5月~2017年2月入院的70例脊柱后凸患者,分为头颈部组、胸部组、腹部组,每周行CBCT扫描,将采集的X线容积图像与计划CT图像比较分析摆位误差。组内随机分为组合固定模式和热塑膜单一固定模式,摆位误差在不同组内进行配对 t 检验。**结果:**头颈部组合固定模式组和单一固定模式组患者左右 x 、前后 y 、上下 z 方向的线性摆位误差分别为:(0.82 ± 0.74)、(1.58 ± 1.03) mm; (0.76 ± 0.57)、(1.37 ± 0.88) mm; (0.85 ± 0.55)、(1.82 ± 0.79) mm($P=0.005, 0.006, 0.006$); 旋转摆位误差分别为: $0.75^\circ\pm 0.63^\circ$ 、 $1.08^\circ\pm 0.92^\circ$; $0.68^\circ\pm 0.57^\circ$ 、 $1.26^\circ\pm 0.78^\circ$; $0.75^\circ\pm 0.82^\circ$ 、 $0.98^\circ\pm 0.89^\circ$ ($P=0.016, 0.023, 0.036$)。胸部组合固定模式组和单一固定模式组患者左右 x 、前后 y 、上下 z 方向的线性摆位误差分别为:(1.63 ± 0.87)、(2.67 ± 0.68) mm; (1.62 ± 0.62)、(2.86 ± 0.81) mm; (1.79 ± 0.89)、(3.27 ± 0.68) mm($P=0.008, 0.007, 0.004$); 旋转摆位误差分别为: $0.88^\circ\pm 0.72^\circ$ 、 $1.26^\circ\pm 0.83^\circ$; $0.92^\circ\pm 0.55^\circ$ 、 $1.33^\circ\pm 0.92^\circ$; $0.71^\circ\pm 0.62^\circ$ 、 $0.97^\circ\pm 0.69^\circ$ ($P=0.025, 0.036, 0.042$)。腹部组合固定模式组和单一固定模式组患者左右 x 、前后 y 、上下 z 方向的线性摆位误差分别为:(1.34 ± 0.69)、(2.01 ± 0.96) mm; (1.27 ± 0.87)、(1.89 ± 0.71) mm; (1.38 ± 0.77)、(2.25 ± 0.82) mm($P=0.033, 0.027, 0.016$); 旋转摆位误差分别为: $0.75^\circ\pm 0.87^\circ$ 、 $1.12^\circ\pm 0.62^\circ$; $0.88^\circ\pm 0.75^\circ$ 、 $1.08^\circ\pm 0.71^\circ$; $0.74^\circ\pm 0.62^\circ$ 、 $0.92^\circ\pm 0.59^\circ$ ($P=0.026, 0.038, 0.154$)。组合固定模式线性误差在3个方向均小于单一固定模式组($P<0.05$); 头颈部及胸部患者旋转方向摆位误差,组合固定模式在3个方向均好于单一固定模式组; 但腹部患者组合固定模式仅在前后及上下方向优于单一固定模式组($P<0.05$)。**结论:**真空垫配合热塑膜的固定技术为脊柱后凸患者的体位重复性提供保障,头颈部和胸部患者受益大于腹部患者。

【关键词】脊柱后凸; 锥形束CT; 摆位误差; 真空垫; 热塑膜

【中图分类号】R730.55

【文献标志码】A

【文章编号】1005-202X(2017)09-0955-04

Application of vacuum pad combined with thermoplastic film in immobilization of kyphosis patients

GE Ning, YI Fengtao, HAN Dongliang

Department of Radiotherapy, Wuhan General Hospital of the Chinese People's Liberation Army, Wuhan 430070, China

Abstract: Objective To investigate the application value of vacuum pad with thermoplastic film in the immobilization of kyphosis patients using Elekta cone beam CT (CBCT). **Methods** Admitted from May 2013 to February 2017, 70 kyphosis patients were selected and divided into head-neck group, thorax group and abdomen group. The CBCT scan was performed weekly to obtain X-ray images which were compared with planning CT images generated from treatment planning system to analyze the set-up errors. Patients in the same group were randomly treated by combined fixed mode (vacuum pad combined with thermoplastic phantom) and single fixed mode (thermoplastic phantom only). The set-up errors of different fixed modes were tested by paired t -test. **Results** In head-neck group, the linear set-up errors at x (left-right), y (anterior-posterior) and z (head-foot) directions were (0.82 ± 0.74), (1.58 ± 1.03) mm; (0.76 ± 0.57), (1.37 ± 0.88) mm; (0.85 ± 0.55), (1.82 ± 0.79) mm for combined fixed mode and single fixed mode, respectively ($P=0.005, 0.006, 0.006$), and the rotational set-up errors were $0.75^\circ\pm 0.63^\circ$, $1.08^\circ\pm 0.92^\circ$; $0.68^\circ\pm 0.57^\circ$, $1.26^\circ\pm 0.78^\circ$; $0.75^\circ\pm 0.82^\circ$, $0.98^\circ\pm 0.89^\circ$, respectively ($P=0.016, 0.023, 0.036$). In thorax group, the linear set-up errors at x , y and z directions were (1.63 ± 0.87), (2.67 ± 0.68) mm; (1.62 ± 0.62), (2.86 ± 0.81) mm; (1.79 ± 0.89), (3.27 ± 0.68) mm for combined fixed mode and single fixed mode, respectively ($P=0.008, 0.007, 0.004$), and the rotational set-up errors were $0.88^\circ\pm 0.72^\circ$, $1.26^\circ\pm 0.83^\circ$, $0.92^\circ\pm 0.55^\circ$, $1.33^\circ\pm 0.92^\circ$, $0.71^\circ\pm 0.62^\circ$, $0.97^\circ\pm 0.69^\circ$, respectively ($P=0.025, 0.036, 0.042$). In abdomen group, the linear set-up errors at x , y and z directions were (1.34 ± 0.69), (2.01 ± 0.96) mm; (1.27 ± 0.87), (1.89 ± 0.71) mm; (1.38 ± 0.77), (2.25 ± 0.82) mm

【收稿日期】2017-04-20

【基金项目】湖北省卫生计生委科研基金(2017h0054)

【作者简介】葛宁,女,医学物理专业硕士,副主任技师,研究方向:放射治疗质量控制,E-mail:cindy0371@163.com

for combined fixed mode and single fixed mode, respectively ($P=0.033, 0.027, 0.016$), and the rotational set-up errors were $0.75^\circ \pm 0.87^\circ, 1.12^\circ \pm 0.62^\circ; 0.88^\circ \pm 0.75^\circ, 1.08^\circ \pm 0.71^\circ; 0.74^\circ \pm 0.62^\circ, 0.92^\circ \pm 0.59^\circ$, respectively ($P=0.026, 0.038, 0.154$). The linear errors at 3 directions of combined fixed mode were smaller than those of single fixed mode ($P<0.05$). For the patients in head-neck and thorax groups, the rotational set-up errors of combined fixed mode were smaller at all 3 directions, but the rotational set-up errors of combined fixed mode in abdomen group were smaller than those of the single fixed mode only in x and y directions ($P<0.05$).

Conclusion The fixed mode of vacuum pad combined with thermoplastic phantom provides a guarantee for the positioning repeatability of kyphosis patients, providing more benefits to patients with head-neck and thorax tumors compared with patients with abdomen tumor.

Keywords: kyphosis; cone beam CT; set-up error; vacuum pad; thermoplastic film

前言

脊柱后凸俗称驼背,是脊柱凸向后方,使后背隆起,产生躯干向前倾斜,是常见的脊柱畸形。这种畸形可以是先天的,也可以是后天产生,如创伤、结核、神经肌肉异常、休门氏病、代谢疾病或姿势不良等。此类患者在放疗体位固定中需要附加辅助固定装置才能保证体位的一致性,目前研究主要集中在头颈部患者不同固定方式的摆位误差^[1-2],体部患者研究较少且将胸腹部归为一类^[3]。本单位就脊柱后凸患者不同部位摆位误差进行研究,以尽量减少由于体位固定引起的靶区剂量的不确定性。

1 材料与方法

1.1 临床资料

选取2013年5月~2017年2月在中国人民解放军武汉总医院就诊的脊柱后凸畸形患者70例,其中头颈部患者24例,包括鼻咽癌12例、鼻腔NKT细胞淋巴瘤6例、颊粘膜癌2例、喉癌4例;胸部患者27例,包括食管癌8例、肺癌及肺转移瘤13例、胸腺瘤2例、乳腺癌4例;腹部患者19例,包括胰腺癌5例、肝癌及肝转移瘤10例、肾上腺转移瘤3例、腹膜后淋巴结转移瘤1例。年龄55~72岁,中位年龄63岁, KPS ≥ 70 。

将不同部位肿瘤患者随机分为真空垫与热塑膜组合固定组及热塑膜单一固定组。两组均在热塑膜上进行定位标记。

1.2 设备与仪器

荷兰 Philips 16排大孔径CT模拟机、瑞典 Elekta Synergy 直线加速器、Elekta Synergy 配备的X射线锥形束容积成像系统(XVI)、荷兰 Philips pinnacle³计划系统、德国 LAP 激光定位灯、广州科莱瑞迪公司 Klar-ity 电热恒温水箱、体位固定底板、真空负压定位垫、热塑水解定位膜。

1.3 体位固定方式

组合固定模式,头颈部患者使用 Klarity 固定底板、热塑水解定位头颈肩膜及头颈用真空负压定位垫,将碳纤维固定底板通过固定条固定于CT模拟定位床上,头颈肩用真空负压定位垫依据患者体型塑形使脊柱后凸患者处于可重复舒适体位,并将头颈肩膜插孔暴露,后利用热塑头颈肩膜进行组合固定。胸部及腹部患者使用 Klarity 固定底板、热塑水解体膜及体部真空负压定位垫,步骤同头颈部患者。头颈部及胸腹部组合固定模式见图1。热塑水解膜单一固定模式除了不使用真空负压定位垫外,其他都与组合模式组相同。



a: Head-neck tumors



b: Abdomen-thorax tumors

图1 不同组间患者组合固定模式

Fig.1 Combination fixed mode for patients with head-neck tumors and abdomen-thorax tumors

1.4 扫描方式及误差测量

所有患者均注射造影剂进行增强扫描,其中头颈

部肿瘤患者从颅顶扫描至锁骨下3 cm,层厚3 mm;胸部肿瘤患者从下颌角扫描至肾上极水平,

层厚 5 mm;腹部肿瘤患者从膈顶 5 cm 扫描至髂前上棘水平,层厚 5 mm。将重建后 CT 图像通过局域网传至 Pinnacle³ 计划系统,由医生勾画靶区,物理师制定放疗计划。经 CT 模拟机复位后,利用医科达直线加速器机载 kV 级锥形束 CT(CBCT)进行摆位验证,所有患者放疗前两次行 CBCT 扫描与定位 CT 比对,获取左右 x、前后 y、上下 z 方向的摆位误差,3 个方向线性误差均需 ≤ 3 mm,旋转误差 $\leq 3^\circ$ 。之后每周进行一次 CBCT 摆位验证。头颈部患者 CBCT 扫描条件为:S20、F1、100 kV、 $160^\circ \sim 320^\circ$;胸腹部患者 CBCT 扫描条件为:M20、F1、120 kV、 $180^\circ \sim 260^\circ$

1.5 统计学方法

患者按头颈、胸、腹分组,组内随机分为组合固定模式及单一固定模式。摆位误差结果用均数 \pm 标准差表示,采用 SPSS 18.0 软件,对不同固定模式摆位

误差进行配对 t 检验, $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

24 例头颈部肿瘤患者共采集 CBCT 验证片 116 张,其中组合固定模式组 64 张,单一固定模式组 52 张;27 例胸部肿瘤患者共采集 CBCT 验证片 134 张,其中组合固定模式组 72 张,单一固定模式组 62 张;19 例腹部肿瘤患者采集 CBCT 验证片 90 张,组合固定模式组 45 张,单一固定模式组 45 张。组合固定模式组在左右 x、前后 y、上下 z 方向的线性摆位误差均小于单一固定模式组;旋转方向上,单一固定模式组大于 1° 的误差高达 68%,组合固定后旋转误差均值均 $\leq 1^\circ$,头颈部及胸部组合固定模式在 3 个方向旋转误差均小于单一固定模式组,而腹部患者组合固定模式仅在左右及前后方向上具有优势。详见表 1~表 3。

表 1 头颈部肿瘤患者不同方向摆位误差比较

Tab.1 Comparison of set-up errors at different directions in head-neck group

Fixed mode	<i>n</i>	X (left-right)		Y (anterior-posterior)		Z (head-foot)	
		Linear set-up error/mm	Rotational set-up error/ $^\circ$	Linear set-up error/mm	Rotational set-up error/ $^\circ$	Linear set-up error/mm	Rotational set-up error/ $^\circ$
Combined	14	0.82 \pm 0.74	0.75 \pm 0.63	0.76 \pm 0.57	0.68 \pm 0.57	0.85 \pm 0.55	0.75 \pm 0.82
Single	10	1.58 \pm 1.03	1.08 \pm 0.92	1.37 \pm 0.88	1.26 \pm 0.78	1.82 \pm 0.79	0.98 \pm 0.89
<i>P</i> value		0.005	0.016	0.006	0.030	0.006	0.030

表 2 胸部肿瘤患者不同方向摆位误差比较

Tab.2 Comparison of set-up errors at different directions in thorax group

Fixed mode	<i>n</i>	X (left-right)		Y (anterior-posterior)		Z (head-foot)	
		Linear set-up error/mm	Rotational set-up error/ $^\circ$	Linear set-up error/mm	Rotational set-up error/ $^\circ$	Linear set-up error/mm	Rotational set-up error/ $^\circ$
Combined	16	1.63 \pm 0.87	0.88 \pm 0.72	1.62 \pm 0.62	0.92 \pm 0.55	1.79 \pm 0.89	0.71 \pm 0.62
Single	11	2.67 \pm 0.68	1.26 \pm 0.83	2.86 \pm 0.81	1.33 \pm 0.92	3.27 \pm 0.68	0.97 \pm 0.69
<i>P</i> value		0.008	0.025	0.007	0.036	0.004	0.042

表 3 腹部肿瘤患者不同方向摆位误差比较

Tab.3 Comparison of set-up errors at different directions in abdomen group

Fixed mode	<i>n</i>	X (left-right)		Y (anterior-posterior)		Z (head-foot)	
		Linear set-up error/mm	Rotational set-up error/ $^\circ$	Linear set-up error/mm	Rotational set-up error/ $^\circ$	Linear set-up error/mm	Rotational set-up error/ $^\circ$
Combined	11	1.34 \pm 0.69	0.75 \pm 0.87	1.27 \pm 0.87	0.88 \pm 0.75	1.38 \pm 0.77	0.74 \pm 0.62
Single	8	2.01 \pm 0.96	1.12 \pm 0.62	1.89 \pm 0.71	1.08 \pm 0.71	2.25 \pm 0.82	0.92 \pm 0.59
<i>P</i> value		0.033	0.026	0.027	0.038	0.016	0.154

3 讨论

治疗体位及体位固定是治疗计划设计与执行过程中极其重要的一个环节,治疗体位的确定,应该在体模阶段进行。合适的体位既要考虑到布野要求,又要考虑到患者的一般健康条件和每次摆位时体位的可重复性。制作体位固定器的技术目前主要有:高分子低温水解塑料热压成型技术、真空垫成型技术、液体混合发泡成型技术等^[4]。

关于不同体位固定技术得到的线性摆位误差对比,前期已有较多文献发表。头颈部肿瘤比较主要为热塑头颈肩膜与真空垫+热塑头颈肩膜摆位误差比较,组合固定模式组误差小于单一头颈肩膜固定组,与本研究结论一致^[5-6]。但由于脊柱后凸患者特殊生理构造,摆位误差整体高于脊柱正常患者。目前已有研究显示在胸腹部肿瘤患者中,体部固定底板+真空垫+热塑成型网罩能更好地固定患者,有效减少摆位误差值^[7]。脊柱后凸头颈部患者负压真空垫+热塑头颈肩膜固定技术放疗摆位的重复性好^[1]。但胸腹部脊柱后凸患者热塑体膜+真空垫组合固定方式与单一体膜固定方式摆位误差研究未见报道,仅有真空垫和棉枕两种体位固定技术的比较,且将胸腹部患者摆位误差合并一起研究^[3]。从本研究结论可以得出,组合固定模式组也好于单一体膜固定组。由于部分患者脊柱后凸曲度较大,头颈真空垫配合热塑膜固定后患者也感觉十分不适,需要在腰部辅助软枕进行支撑,此类患者可以改用发泡胶进行个体化塑形。发泡胶固定头颈部患者摆位误差在上下及前后方向均小于热塑面膜+标准头枕^[8]。发泡胶通过加入不同体积混合液体,能够对不同程度脊柱后凸患者进行个体化固定,且其硬度好、不易变形不漏气;而体部患者由于真空垫较厚,将真空垫内容物移至后凸脊柱下方可以尽量减少患者治疗过程中不适感。

通过研究发现,对于头颈部及胸部脊柱后凸患者组合固定模式组在旋转3个方向的摆位误差均好于单一固定模式组,这与许森奎等^[8]利用发泡胶进行组合固定研究摆位误差结果一致,但与李志聪等^[6]利用真空垫组合固定研究摆位误差结果相反,该研究对象是脊柱正常患者,本研究患者群体由于脊柱畸形,在旋转方向上的误差通过贴合度更好的真空垫配合热塑膜固定减少更为明显;腹部脊柱后凸患者组合固定模式只有前后及左右摆位误差优于单一固定模式组。Astreinidou等^[9]认为平均值为1°的旋转误差不会影响接受95%处方剂量的临床靶区(CTV)的体积 V_{95} ,通过研究发现对于脊柱后凸患者,单一固定方式旋转误差大于1°的患者所占比例高达68%,特别是头颈部及胸部患者,经组合固定后旋转误差均值均 $\leq 1^\circ$ 。这说明了对于脊柱后凸这一特殊患者群体,个体化体位固定的重要性。

总之,摆位误差的大小决定CTV外扩计划靶区(PTV)的距离, $PTV=2.5\Sigma+0.7\sigma^{[10-11]}$, Σ 和 σ 分别为系统误差和随机误差,对靶区剂量提高及正常组织保护都有较大的影响,真空垫配合热塑膜固定技术为脊柱后凸患者的体位重复性提供保障,可在临床上进行推广。

【参考文献】

- [1] 惠华, 张旭光, 陈宏林, 等. 脊柱后凸头颈部肿瘤患者放疗摆位重复性研究[J]. 肿瘤研究与临床, 2016, 28(6): 399-402.
HUI H, ZHANG X G, CHEN H L, et al. Study of radiotherapy positioning repeatability of kyphosis patients with head and neck cancer[J]. Cancer Research and Clinic, 2016, 28(6): 399-402.
- [2] 惠华, 王强, 耿冲, 等. 自制可调角度楔形垫板在精确放疗摆位中的应用[J]. 中华放射医学与防护杂志, 2016, 36(9): 672-676.
HUI H, WANG Q, GENG C, et al. The application of self-made adjustable wedge plate in radiotherapy positioning[J]. Chinese Journal of Radiological Medicine and Protection, 2016, 36(9): 672-676.
- [3] 张忠琴, 石太贵, 伊庆泉, 等. 脊柱后凸伴体部肿瘤患者放疗体位固定探讨[J]. 肿瘤研究与临床, 2013, 25(8): 570-571.
ZHANG Z Q, SHI T G, YI Q Q, et al. Discussion on position fixation of radiotherapy for kyphosis patients with body tumor[J]. Cancer Research and Clinic, 2013, 25(8): 570-571.
- [4] 胡逸民. 肿瘤放射治疗学[M]. 第4版. 北京: 中国协和医科大学出版社, 2008: 95-99.
HU Y M. Radiation oncology[M]. 4th ed. Beijing: Peking Union Medical College Press, 2008: 95-99.
- [5] 张华满, 向燕群, 伍建华, 等. 个体化头颈肩体位固定在鼻咽癌调强放疗中的应用分析[J]. 中华放射肿瘤学杂志, 2012, 21(2): 185.
ZHANG H M, XIANG Y Q, WU J H, et al. The application analysis of individual head-neck position fixation of IMRT in nasopharyngeal carcinoma[J]. Chinese Journal of Radiation Oncology, 2012, 21(2): 185.
- [6] 李志聪, 李陆军, 向昭雄, 等. 鼻咽癌IMRT两种不同体位固定方法的摆位误差分析[J]. 中华放射肿瘤学杂志, 2016, 25(3): 226-227.
LI Z C, LI L J, XIANG Z X, et al. Study the set-up error of two different immobilization techniques of IMRT in nasopharyngeal carcinoma[J]. Chinese Journal of Radiation Oncology, 2016, 25(3): 226-227.
- [7] 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.
LIU L B, WU J X, QU Y Y, et al. Study the setup errors by CBCT in radiotherapy with two different immobilization techniques for thoracic and abdominal tumors[J]. Chinese Journal of Radiation Oncology, 2014, 23(1): 48-52.
- [8] 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.
XU S K, YAO W Y, HU J, et al. The research of accuracy immobilized using individualized polyurethane scaling agent compared to positioning foam with standard plastics pillow in the radiotherapy of nasopharyngeal carcinoma[J]. Chinese Journal of Radiation Oncology, 2015, 24(2): 196-199.
- [9] ASTREINIDOU E, BEL A, RAAIJMAKERS C P, et al. Adequate margins for random setup uncertainties in head-and-neck IMRT[J]. Int J Radiat Oncol Biol Phys, 2005, 61(3): 938-944.
- [10] VAN HERK M. Errors and margins in radiotherapy[J]. Semin Radiat Oncol, 2004, 14(1): 52-64.
- [11] VAN HERK P Y, REMEIJER P, RASCH C, et al. The probability of correct target dosage: dose-population histograms for deriving treatment margins in radiotherapy[J]. Int J Radiat Oncol, 2000, 47(4): 1121-1135.

(编辑:陈丽霞)