

BodyFIX联合腹压板在肝癌大剂量放射治疗中的应用

李雅宁, 陆世培, 彭应林, 邵剑辉, 杨鑫, 林承光
中山大学肿瘤防治中心放疗科, 广东 广州 510060

【摘要】目的:利用BodyFIX联合腹压板这一固定装置,通过抑制患者呼吸幅度,对使用BodyFIX联合腹压板和普通真空袋两组病人的摆位误差进行分析比较,评价BodyFIX联合腹压板这一装置的优缺点及其用于肝癌大剂量放射治疗的临床意义。**方法:**选择20例原发性肝癌患者(BodyFIX联合腹压板和普通真空袋组各10例),采用立体定向放射治疗,分割剂量6.5 Gy/次,照射次数均为6次,隔日1次。所有患者每次治疗前均行锥形束CT扫描,记录并分析两组摆位误差大小。**结果:**普通真空袋组病人在X(左右)、Y(上下)、Z(前后)3个方向上的线性误差为(0.28±3.19)、(-2.22±5.75)、(-0.66±3.85) mm,对应外放边界 M_{PTV} 为8.06、13.92、9.78 mm;而使用BodyFIX联合腹压板组病人为(2.14±2.61)、(-1.94±3.78)、(0.22±2.50) mm,对应 M_{PTV} 为6.57、7.57、5.98 mm。线性误差比较得出 P 值在X(左右)、Y(上下)、Z(前后)3个方向上分别为0.480、0.003、0.001,差异在Y和Z方向上有统计学意义。**结论:**BodyFIX联合腹压板这一固定装置与普通真空袋相比,其优势在于可限制患者呼吸运动幅度,减小摆位误差,缩小靶区外放边界,对增加分次放疗剂量,提高肝癌放疗疗效有着重要的临床应用价值。

【关键词】肝癌;大剂量放射治疗;BodyFIX联合腹压板;呼吸运动;摆位误差

【中图分类号】R816.5

【文献标志码】A

【文章编号】1005-202X(2018)03-0265-04

Application of BodyFIX combined with abdominal pressure plate in stereotactic body radiotherapy for liver cancer

LI Yaning, LU Shippei, PENG Yinglin, SHAO Jianhui, YANG Xin, LIN Chengguang

Department of Radiation Oncology, Sun Yat-sen University Cancer Center, Guangzhou 510060, China

Abstract: Objective To compare the setup errors between two groups of liver cancer patients, namely one group treated with BodyFIX combined with abdominal pressure plate and the other one treated with vacuum bag, evaluate the advantages and disadvantages of BodyFIX combined with abdominal pressure plate, and discuss its clinical significance in stereotactic body radiotherapy (SBRT) for liver cancer. **Methods** Twenty patients with primary hepatic cancer were selected in this study. Ten patients were treated with BodyFIX combined with abdominal pressure plates and the other ten were treated with vacuum bags. All patients received SBRT, with 6.5 Gy/fraction, once every other day, and totally for six times. Cone beam computed tomography was performed before each treatment for the patients. The setup errors in the two groups were recorded and analyzed. **Results** In the group treated with vacuum bags, the linear errors in X (left-right), Y (superior-inferior) and Z (anterior-posterior) directions were (0.28±3.19), (-2.22±5.75) and (-0.66±3.85) mm, respectively, and the corresponding M_{PTV} were 8.06, 13.92 and 9.78 mm, respectively. The linear errors of the group treated with BodyFIX combined with abdominal pressure plate in X, Y and Z directions were (2.14±2.61), (-1.94±3.78) and (0.22±2.50) mm, respectively, and the corresponding M_{PTV} were 6.57, 7.57 and 5.98 mm, respectively. The comparison of linear errors revealed that P values in X, Y and Z directions were 0.480, 0.003 and 0.001, respectively, with statistically significant differences in Y and Z directions. **Conclusion** Compared to vacuum bags, BodyFIX combined with abdominal pressure plate can not only restrain the amplitude of breathing movement and reduce setup errors, but also decrease M_{PTV} and increase fractional dose. BodyFIX combined with abdominal pressure plate is of great value in improving the therapeutic effect of radiotherapy for liver cancer.

Keywords: liver cancer; stereotactic body radiotherapy; BodyFIX combined with abdominal pressure plate; breathing movement; setup errors

【收稿日期】2017-11-17

【基金项目】广东省自然科学基金(2017A030310217);广东省科技计划项目(2015B020214002);广州市计划项目(201710010162);“医学信息分析及肿瘤诊疗湖北省重点实验室”开放课题(PJS140011504)

【作者简介】李雅宁,硕士研究生,技师,研究方向:放射治疗技术,E-mail: liyn@sysucc.org.cn

【通信作者】林承光,硕士研究生,主任技师,研究方向:放疗实施过程中的质量控制,E-mail: linchg@sysucc.org.cn;杨鑫,博士研究生,硕士生导师,助理研究员,研究方向:医学物理、生物医学工程、放疗质控质保,E-mail: yangxin@sysucc.org.cn

前言

原发性肝癌(以下简称肝癌)是我国最常见的恶性肿瘤之一,发病率居所有恶性肿瘤中的第3位,死亡率居第2位^[1]。临床中,肝癌治疗的首选方法为手术切除,但由于很多患者在治疗时已达中晚期同时伴有肝硬化等慢性肝病,可以接受手术治疗的患者大约只能占到所有肝癌病人的20%^[2]。近年来,随着放疗设备、计算机技术的飞速发展和医学界对肝癌生物学特性认识的加深,三维适形放疗技术和调强放疗技术在肝癌综合治疗中取得了显著的疗效。但是,由于肝脏位置受呼吸运动的影响较大(上下方向运动幅度达1~3 cm)^[3-6],在制定放疗计划时,会造成靶区外扩范围过大,这就增加了正常肝脏组织受量,引发正常组织并发症,从而限制了肝癌放疗剂量的增加^[7-9]。由此可见,如何减少呼吸运动对靶区的影响是肝癌放疗中的一个重要研究课题。本研究对使用BodyFIX联合腹压板组和普通真空袋组两组病人的摆位误差进行分析比较,评价BodyFIX联合腹压板这一装置的优缺点及其用于肝癌大剂量放射治疗的临床意义。

1 资料与方法

1.1 病例入组标准与一般临床资料

入组标准:(1)经病理诊断或符合临床诊断标准^[10-11];(2)Child-Pugh肝功能分级为A级或B级;(3)病灶为原发性肝癌,无明显转移灶、黄疸及腹水等,其他重要器官无明显异常,肺功能正常,患者可主动配合进行平静下的均匀呼吸。本次研究共入组2015年11月~2017年2月在中山大学肿瘤防治中心放疗科接受治疗的肝癌患者20例(BodyFIX联合腹压板组和普通真空袋组各10例)。其中,男18例,女2例,年龄36~82岁,中位年龄56岁。放疗前对各入组患者均行血常规、心电图及肝肾功能等检查,确保无放疗禁忌证。采用立体定向放射治疗,分割剂量为6.5 Gy/次,照射次数均为6次,隔日1次。

1.2 体位固定及CT扫描

10例病人使用普通真空袋固定,采用仰卧位,双手上举;10例病人使用BodyFIX联合腹压板固定,采用仰卧位,双手上举,腹压板压迫的深度由主治医生到场决定。利用飞利浦大孔径16排CT模拟定位机(CT-Sim)获取20例肝癌病人的CT增强扫描图像,扫描范围为第6胸椎上缘到第5腰椎下缘,扫描层厚为5 mm。临床医生在增强扫描后的CT图像上勾画靶区,并由物理师进行放疗计划设计,最后,这套包含了靶区及治疗计划信息的CT图像被传输至直线加

速器的X线容积影像(XVI)系统,作为与锥形束CT(CBCT)图像配准的参考图像。

本研究所用BodyFIX联合腹压板是Versa HD(Elekta Co. Ltd, Sweden)直线加速器自带的一款控件(图1),使用它对剑突下缘的腹部施压,可减少由呼吸运动导致的靶区移位。如图2所示,腹压板装置整体呈弧形,其顶端有一螺钉,可用于为腹部施压,螺钉分为4种不同长度,可适用于不同体型的病人,螺钉下方的固定板也分为大小两种规格,有助于确保腹部均匀受压。固定板呈翼形,需放置在患者的剑突下缘位置。



图1 BodyFIX联合腹压板治疗肝癌病人示意图
Fig.1 BodyFIX combined with abdominal pressure plate in the treatment for patients with liver cancer



图2 腹压板装置图
Fig.2 Setup diagram of abdominal pressure plate

1.3 数据采集

应用VersaHD直线加速器下的千伏级CBCT获取XVI图像。每例患者每次治疗前均行CBCT扫描。20例肝癌患者共获得120组CBCT扫描数据。扫描完成后对重建出来的CBCT图像与CT图像进行配准,配准方式选择灰度配准加手动微调。配准完成后获得患者左右(X)、上下(Y)及前后(Z)3个维度的线性摆位误差及旋转误差。通过治疗师在线移动

治疗床对摆位误差进行修正后方可进行治疗。

1.4 统计学方法

采用统计软件 SPSS 19.0 对两组病例的摆位误差进行分析,总体摆位误差=系统误差±随机误差,根据 Stroom 等^[12]释义:系统误差可用均数表示,随机误差用标准差表示,那么总体摆位误差为均数±标准差。靶区外放边界值 M_{PTV} 可由 van Herk 等^[13]公式 $M_{PTV} = 2.5 \Sigma + 0.7\sigma$ (其中 Σ 为系统误差标准差, σ 为随机误差标准差)计算得出。两组病例的摆位误差采用

独立样本 t 检验, $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 CBCT扫描配准结果比较

通过表1可以看出,使用BodyFIX联合腹压板组病人在Y、Z方向上的线性误差比使用普通真空袋组病人的小, P 值均小于0.05,差异有统计学意义,这说明在上下和前后两个方向上,BodyFIX联合腹压板的固定效果优于普通真空袋。

表1 两组肝癌病例CBCT配准线性误差及旋转误差对比

Tab.1 Linear errors and rotation errors of cone beam computed tomography registration for liver cancer patients in two groups

Groups	Linear errors/mm			Rotation errors/°		
	X	Y	Z	X	Y	Z
Vacuum bag	0.28±3.19	-2.22±5.75	-0.66±3.85	0.98±1.12	0.99±0.58	0.57±0.72
BodyFIX combined with abdominal pressure plate	2.14±2.61	-1.94±3.78	0.22±2.50	0.84±0.58	0.98±0.66	0.98±0.82
P value	0.480	0.003	0.001	0.026	0.130	0.219

2.2 靶区外扩边界比较

由表2可知,BodyFIX联合腹压板组计算出的靶区外放边界比普通真空袋组的小,尤其是在上下(Y)方向上,BodyFIX联合腹压板组的外扩边界比普通真空袋组减小了近46%。

表2 两种固定方式靶区外放边界比较(mm)

Tab.2 Comparison of M_{PTV} between two types of fixations (mm)

Groups	Statistics	X	Y	Z
Vacuum bag	Σ	3.06	5.13	3.66
	σ	0.58	1.57	0.90
	M_{PTV}	8.06	13.92	9.78
BodyFIX combined with abdominal pressure plate	Σ	2.45	2.59	2.18
	σ	0.63	1.56	0.76
	M_{PTV}	6.57	7.57	5.98

3 讨论

临床研究显示,肝癌的放疗剂量与患者的生存率、局控率呈显著正相关^[14-15]。Seong等^[16]通过多因素分析,指出放疗剂量是决定肝癌患者生存率的唯一显著影响因素。目前,在肝癌放疗中遇到的一个重要问题就是如何在最大限度地保证肝内肿瘤照射

剂量的基础上,减少周围正常组织受量,减少放射性肝病的发生^[17-20]。

ICRU 24号报告指出,靶区照射剂量偏离5%就有可能使原发灶失控或并发症增加^[21]。临床中,由于肝脏位置受呼吸运动影响较大(上下方向运动幅度达1~3 cm),这势必会造成靶区外扩范围增大,限制肝癌剂量的增加。在肝癌放疗中,各大医院普遍使用的固定方式为真空袋,病人采取仰卧位自由呼吸的方式,而本研究使用的BodyFIX联合腹压板这一固定装置,病人在仰卧位腹部加压的情况下可在一定程度上减少由呼吸运动导致的靶区移位。通过对两组共20例肝癌病例的研究显示,使用BodyFIX联合腹压板组病人在Y、Z方向上的线性误差比使用普通真空袋组病人的小,且 P 值均小于0.05,差异有统计学意义。在靶区外扩边界的研究上,BodyFIX联合腹压板组计算出的靶区外放边界比普通真空袋组的小,尤其是在上下(Y)方向上,BodyFIX联合腹压板组的外放边界比普通真空袋组减小了近46%,这进一步说明了BodyFIX联合腹压板在上下方向的固定效果具有明显优势。另外,本研究的两种固定方式在旋转误差上的误差平均值都小于1°,根据Astreinidou等^[22]报导,平均值小于1°的旋转误差不会对95%的处方剂量产生影响。由此可以看出,BodyFIX联合腹压板对限制患者呼吸运动幅度,减小摆位误差,缩小靶区外放边界,提高肝癌放疗剂量方

面有着重要的临床应用价值。

BodyFIX联合腹压板这一固定装置在一定程度上限制了肝癌患者的呼吸幅度,减小了放疗摆位误差。但是,由于该装置较复杂,摆位前需放置各种相应配件,这在一定程度上给治疗师增加了摆位难度,同时摆位时间也会相应增加3~5 min。

综上所述,BodyFIX联合腹压板作为一种新型固定装置用于肝癌放射治疗,其对于限制患者呼吸运动幅度,减小摆位误差,增加分次放疗剂量,提高肝癌放射治疗疗效有着重要的临床应用价值及广泛应用前景。

【参考文献】

- [1] ZHENG Y, LI D L, SHEN Y Z, et al. Epidemiologic trends and patterns of primary liver cancer in Shanghai[J]. J Surg Concepts Pract, 2004, 9: 92-94.
- [2] Liver Cancer Study Group of Japan. Clinicopathologic features and results of surgical treatment[J]. Ann Surg, 1990, 211(3): 277-287.
- [3] ROSS C S, HUSSEY D H, PENNINGTON E C, et al. Analysis of movement of intrathoracic neoplasms using ultrafast computerized tomography[J]. Int J Radiat Oncol Biol Phys, 1990, 18(3): 671-677.
- [4] KUBO H D, HILL B C. Respiration gated radiotherapy treatment: a technical study[J]. Phys Med Biol, 1996, 41(1): 83-91.
- [5] DAVIES S C, HILL A L, HOLMES R B, et al. Ultrasound quantitation of respiratory organ motion in the upper abdomen[J]. Br J Radiol, 1994, 67(803): 1096-1102.
- [6] SHIMIZU S, SHIRATO H, AOYAMA H, et al. High-speed magnetic resonance imaging for four-dimensional treatment planning of conformal radiotherapy of moving body tumors[J]. Int J Radiat Oncol Biol Phys, 2000, 48(2): 471-474.
- [7] 刁勉, 刘孟忠, 李巧巧, 等. 基于4DCT的腹部器官呼吸运动分析[J]. 癌症, 2009, 28(9): 989-993.
XI M, LIU M Z, LI Q Q, et al. Analysis of abdominal organ motion using four-dimensional CT[J]. Chinese Journal of Cancer, 2009, 28(9): 989-993.
- [8] 于甬华, 赵月环, 罗立民, 等. 呼吸运动对肝部占位性病灶位置的影响及数学模型的建立[J]. 中华放射肿瘤学杂志, 2002, 11(4): 245-247.
YU Y H, ZHAO Y H, LUO L M, et al. The influence of respiratory movement on liver space-occupying lesion location and the establishment of the mathematical model[J]. Chinese Journal of Radiation Oncology, 2002, 11(4): 245-247.
- [9] KEALL P J, JOSHI S, VEDAM S S, et al. Four-dimensional radiotherapy planning for DMMLC-based respiratory motion tracking[J]. Med Phys, 2005, 32(4): 942-951.
- [10] 中国抗癌协会肝癌专业委员会, 中国抗癌协会临床肿瘤学协作专业委员会. 原发性肝癌规范化病理诊断方案专家共识[J]. 中华医学杂志, 2010, 91(12): 802-804.
Chinese Society of Liver Cancer, Chinese Society of Clinical Oncology. Expert consensus on the scheme of pathological of primary liver cancer[J]. National Medical Journal of China, 2010, 91(12): 802-804.
- [11] 中国抗癌协会肝癌专业委员会. 原发性肝癌的临床诊断与分期标准[J]. 中华肝脏病杂志, 2001, 9(6): 324.
Chinese Society of Liver Cancer. Clinical diagnosis and staging criteria of primary liver cancer[J]. Chinese Journal of Hepatology, 2001, 9(6): 324.
- [12] STROOM J C, HEIJMEN B J. Geometrical uncertainties, radiotherapy planning margins, and the ICRU-62 report[J]. Radiother Oncol, 2002, 64(1): 75-83.
- [13] VAN HERK M, REMEIJER P, LEBESQUE J V. Errors and margins in radiotherapy[J]. Semin Radiat Oncol, 2004, 14(1): 52-64.
- [14] PARK H C, SEONG J, HAN K H, et al. Dose-response relationship in local radiotherapy for hepatocellular carcinoma[J]. Int J Radiat Oncol Biol Phys, 2002, 54(1): 151-155.
- [15] DAWSON L A, MC GINN C J, NORMOLLE D, et al. Escalated focal liver radiation and concurrent hepatic artery fluorodeoxyuridine for unresectable intrahepatic malignancies [J]. J Clin Oncol, 2000, 18(11): 2210-2218.
- [16] SEONG J, PARK H C, HAN K H, et al. Clinical results and prognostic factors in radiotherapy for unresectable hepatocellular carcinoma: a retrospective study of 158 patients[J]. Int J Radiat Oncol Biol Phys, 2003, 55(2): 329-336.
- [17] ZENG Z C, TANG Z Y. A comparison of chemoembolization combination with and without radiotherapy for unresectable hepatocellular carcinoma[J]. Cancer J, 2004, 10(5): 307-316.
- [18] CHOUDHURY J, SANYAL A J. Insulin resistance and the pathogenesis of nonalcoholic fatty liver disease[J]. Clin Liver Dis, 2004, 8(3): 575-594.
- [19] 陈一兴, 曾昭冲, 孙菁, 等. 肝细胞肝癌经动脉化疗栓塞后行立体定向放疗的初步疗效观察[J]. 中国临床医学, 2017, 24(2): 224-228.
CHEN Y X, ZENG Z C, SUN J, et al. Primary outcome of consolidation stereotactic body radiotherapy following transarterial chemoembolization in patients with hepatocellular carcinoma[J]. Chinese Journal of Clinical Medicine, 2017, 24(2): 224-228.
- [20] JIANG G, LIANG S, ZHU X, et al. Radiation-induced liver disease in three-dimensional conformal radiotherapy for liver carcinoma[J]. Int J Radiat Oncol Biol Phys, 2004, 60(1): S413.
- [21] 胡逸民. 肿瘤放射物理学[M]. 北京: 原子能出版社, 1999: 613-615.
HU Y M. Radiation oncology physics[M]. Beijing: China Atomic Energy Press, 1999: 613-615.
- [22] 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.

(编辑:陈丽霞)