

放射肿瘤学专题

• 放射技术 •

探讨全身型真空袋在胸腹部肿瘤放疗体位固定中的优势*

陈炫光, 刘慧, 姚文燕, 刘金迪, 冯云飞, 许森奎[△]

510060 广州, 中山大学肿瘤防治中心 华南国家肿瘤实验室

[摘要] 目的: 探讨常规 120 cm × 80 cm 规格真空袋和全身型 180 cm × 80 cm 规格真空袋在胸腹部肿瘤放疗治疗体位固定中的准确性和重复性。方法: 选取在本中心接受治疗的 77 例胸腹部肿瘤患者, 其中使用常规真空袋固定体位的 41 例, 使用全身型真空袋固定体位的 36 例, 均在螺旋断层治疗机上进行治疗, 每次治疗前行兆伏级计算机断层扫描扫描, 采集摆位误差数据并进行分析。结果: 与常规真空袋的头脚方向误差 (1.67 ± 4.20) mm 和空间三维误差 (5.77 ± 3.11) mm 相比, 使用全身型真空袋的头脚方向误差 (0.47 ± 3.47) mm 和空间三维误差 (4.96 ± 2.47) mm 均明显减小, 差异有统计学意义 ($P < 0.05$), 但 X 轴、Z 轴和横断面的旋转误差差异无统计学意义 ($P > 0.05$)。结论: 在胸腹部肿瘤放疗体位固定中, 相比常规型真空袋, 全身型真空袋固定体位能在一定程度上减小放疗的摆位误差, 提高放疗摆位的精确度。

[关键词] 放射治疗; 胸腹部肿瘤; 真空袋; 摆位误差

[中图分类号] R730.55 **[文献标志码]** A doi:10.3969/j.issn.1674-0904.2021.01.012

引文格式: Chen XG, Liu H, Yao WY, et al. Advantages of whole body fixed vacuum bag in the immobilization for radiotherapy of thoracic and abdominal cancer [J]. J Cancer Control Treat, 2021, 34(1): 70-74. [陈炫光, 刘慧, 姚文燕, 等. 探讨全身型真空袋在胸腹部肿瘤放疗体位固定中的优势[J]. 肿瘤预防与治疗, 2021, 34(1): 70-74.]

Advantages of Whole Body Fixed Vacuum Bag in the Immobilization for Radiotherapy of Thoracic and Abdominal Cancer

Chen Xuanguang, Liu Hui, Yao Wenyan, Liu Jindi, Feng Yunfei, Xu Senkui

State Key Laboratory of Oncology in South China, Sun Yat-sen University Cancer Center, Guangzhou 510060, Guangdong, China

Corresponding author: Xu Senkui, E-mail: xusk@sysucc.org.cn

This study was supported by grants from Health Commission of Guangdong Province (No. A2017613).

[Abstract] **Objective:** To investigate the accuracy of conventional vacuum bag (120 cm × 80 cm) and whole body fixed vacuum bag (180 cm × 80 cm) in radiotherapy for thoracic and abdominal cancer. **Methods:** 77 cases of thoracic and abdominal tumor were recruited with 41 using conventional vacuum bag and 36 using whole body fixed vacuum bag. Before tomography, all patients had a megavoltage computed tomography scanning. Setup errors were recorded and analyzed. **Results:** Compared with conventional vacuum bag, whole body fixed vacuum bag could significantly reduce errors in the Y-axis direction [conventional group: (1.67 ± 4.20) mm, whole body fixed group: (0.47 ± 3.47) mm, $P < 0.05$] and 3D position errors [conventional group: (5.77 ± 3.11) mm, whole body fixed group: (4.96 ± 2.47) mm, $P < 0.05$]. No significant differences were found in rotation errors in X-axis, Z-axis and roll direction ($P > 0.05$). **Conclusion:** In radiotherapy for thoracic and abdominal cancer, whole body fixed vacuum bag helps to reduce setup errors and improve positioning accuracy compared with conventional vacuum bag.

[收稿日期] 2020-08-28 **[修回日期]** 2020-12-03

[基金项目] *广东省医学科学技术研究基金(编号:A2017613)

[通讯作者] [△]许森奎, E-mail: xusk@sysucc.org.cn

[Key words] Radiotherapy; Thoracic and abdominal cancer; Vacuum bag; Setup errors

放射治疗是目前临床治疗胸腹部肿瘤的主要方法之一^[1]。放疗体位固定作为放射治疗的第一个环节伴随整个放疗全过程,对放疗的精确度有重要影响^[2]。负压真空袋能方便地实现袋子与人体生理弧度的高度适形,患者体位舒适度高且重复性好,在放疗体位固定中广泛应用^[3]。其长×宽规格有 120 cm×80 cm 常规型和 180 cm×80 cm 全身型两种,但这两种负压真空袋用于胸腹部肿瘤放疗的效果对比尚无相关报道。本文试通过分析这两种不同规格真空袋对胸腹部的固定效果,为放疗临床使用提供参考。

1 材料与与方法

1.1 一般资料

随机选取 2017 年 9 月至 2019 年 7 月中山大学肿瘤防治中心放疗科收治的胸腹部肿瘤放疗患者 77 例,其中食管癌 14 例,胃癌 3 例,肺癌 28 例,肝癌 7 例,胰腺癌 2 例,霍奇金淋巴瘤 9 例,胸腹部转移瘤例 14 例;男 65 例,女 12 例,年龄 23~83 岁;使用 120 cm×80 cm 规格真空袋固定体位的患者 41 例(常规组),使用 180 cm×80 cm 真空袋固定体位的患者 36 例(全身组)。该研究获得中山大学肿瘤防治中心伦理委员会的审批(审批号:GYX2017-015)。两种真空袋的实物对比图见图 1。



图 1 常规组和全身组真空袋示意图

Figure 1. Conventional Vacuum Bag and Whole Body Fixed Vacuum Bag

Whole body fixed vacuum bag as indicated in the left side, 180 cm×80 cm; conventional vacuum bag as indicated in the right side, 120 cm×80 cm.

1.2 模拟定位

两组患者均采用真空袋仰卧位固定。模拟扫描

采用荷兰飞利浦 BigBore Brilliance CT 行增强扫描,头先进仰卧位,扫描层厚为 5 mm,重建间隔 5 mm。

1.3 计划设计

将扫描定位 CT 图像传至靶区勾画系统,由放疗医生勾画靶区及危及器官,物理师在 Tomotherapy Planning 计划系统进行计划设计和优化。

1.4 数据获取

患者每次放疗前行兆伏级计算机断层扫描(megavoltage computed tomography, MVCT),pitch 选择 Normal,重建层厚为 2 mm,HT 能通过调节机架起始角度来实现横断面旋转误差 Roll 的调整,所以图像配准时选择 Translations + Roll 即三维线性误差加 Y 轴方向的旋转误差。由治疗前摆位后行 MVCT 扫描图像配准获得左右(x 轴)、头脚(y 轴)、腹背(z 轴)三方向的线性误差以及横断面旋的转误差 Roll 四个维度的摆位误差。利用 x 轴、y 轴、z 轴三个方向的平移误差计算出:空间三维误差 = $\sqrt{x^2 + y^2 + z^2}$ 。

1.5 计划靶区(planning target volume, PTV)外扩边界计算

为了确保 90% 的临床靶区(clinical target volume, CTV)最小剂量至少为处方剂量的 95%,van Herk^[4]建议靶区外扩边界为公式 $M_{PTV} = 2.5 \Sigma + 0.7\sigma$ (Σ 为各个患者摆位误差均值的标准差, σ 为各个患者摆位误差标准差的均方根)。根据该公式分别计算出两种规格真空袋固定下胸腹部患者所需的 CTV 外扩大小。

1.6 统计方法

用 IBM SPSS Statistics 20.0 和 Excel 2016 对数据进行处理分析,组间比较采用独立样本 t 检验和秩和检验, $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。各统计量用均值±标准差即($\bar{x} \pm s$)表示。

2 结果

2.1 常规组和全身组摆位误差比较($\bar{x} \pm s$)

全身组在 Y 轴和空间三维上的误差明显小于常规组,但 X 轴、Z 轴和 ROLL 无明显差异,详见表 1。

2.2 常规组和全身组摆位误差在 5 mm 以内的累计分布比例(%)

全身组 Y 轴摆位误差在 5 mm 以内的百分比明显高于常规组,详见表 2。

2.3 CTV 的外放边界

全身组在 X 轴、Y 轴、Z 轴方向所需外放边界均

比常规组稍小,详见表 3。

表 1 常规组和全身组摆位误差比较

Table 1. Comparison of Setup Errors in Two Groups

Variable	Conventional vacuum bag ($\bar{x} \pm s$) (mm/°)	Whole body fixed vacuum bag ($\bar{x} \pm s$) (mm/°)	<i>t</i>	<i>P</i>
X direction	-0.48 ± 3.21	-0.94 ± 2.64	2.950	0.053
Y direction	1.67 ± 4.20	0.47 ± 3.47	5.690	<0.001
Z direction	1.87 ± 2.93	1.76 ± 2.75	0.740	0.448
3D position error	5.77 ± 3.11	4.96 ± 2.47	5.230	<0.001
Roll direction	0.26 ± 0.93	0.31 ± 0.79	-0.430	0.057

表 2 常规组和全身组摆位误差在 5 mm 以内的累计分布比例

Table 2. Proportion of Setup Errors within 5 mm in Two Groups

Direction	Conventional vacuum bag (%)	Whole body fixed vacuum bag (%)	χ^2	<i>P</i>
X	89.38	91.99	2.680	0.102
Y	74.87	86.44	28.200	0.010
Z	86.69	88.56	1.070	0.335

表 3 临床靶区外放边界

Table 3. Margins of Clinical Target Volume

Group	Statistics	X (mm)	Y (mm)	Z (mm)
Conventional vacuum bag	Σ	2.27	2.82	2.14
	σ	2.54	3.06	2.15
	M_{PTV}	7.45	9.19	6.85
Whole body fixed vacuum bag	Σ	2.17	2.97	1.86
	σ	2.15	2.36	2.16
	M_{PTV}	6.93	9.07	6.17

PTV: Planning target volume.

3 讨论

胸腹部肿瘤放疗受呼吸方式、心脏搏动、脏器充盈度(胃、膀胱)、体表皮肤牵拉以及放疗过程中体重变化等诸多因素影响,体位重复性一般较差^[5]。摆位重复性的好坏能直接影响肿瘤治疗靶区和周围危及器官的实际受照剂量,最终影响肿瘤局控率和放疗的副反应程度^[6-9]。因此改进患者体位固定方式,减少摆位误差始终是临床放疗工作的重点。现临床较常见的胸腹部固定方式主要有负压真空袋、热塑体膜以及真空袋联合热塑体膜三种^[10-12]。其中热塑体膜是利用体膜遇热变软后置于患者体表,冷却后变硬与体表轮廓吻合适形且能限制胸腹部呼吸运动幅度^[13-14]。热塑体膜或真空袋联合热塑体膜时能减少患者的呼吸运动幅度,但不适用于体型

肥胖、有手术切口或疼痛的患者^[15]。负压真空袋是由装有塑料微粒球的塑料袋或橡胶袋和真空阀门组成,利用电动真空泵将真空固定袋抽气至一定程度的真空负压,手动推动塑料微粒球使垫子按患者体形成形,抽真空后可长期保持固定形状。使用负压真空袋进行体位固定的患者舒适度较高^[16],且摆位时更加方便简易,缺点是存储时占用空间大,使用以及搬运过程中需谨防刮划、碰撞等避免真空袋漏气,目前真空袋固定胸腹部肿瘤患者在临床应用也更广泛。

较多临床研究表明胸腹部 X 轴摆位系统误差相对较小, Y 轴和 Z 轴误差较大^[17-18],可能与人体各个方向的可活动度不同有关,同时真空袋对于患者左右方向能形成一个包裹背部及身体两侧的“C”型固定,有效限制了患者的左右活动范围,因此 X

轴方向的误差普遍较小。刘利彬等^[15]的研究结果显示真空袋固定胸腹部放疗时摆位误差分别为 (0.42 ± 2.90) mm、 (-0.64 ± 5.05) mm、 (-2.63 ± 3.16) mm；靶区所需外放分别为 6.40、11.00、7.56 mm,与本文的研究结果接近。本文中 X 轴、Y 轴、Z 轴摆位误差分别为:常规组 $(-0.48 \pm 3.21, 1.67 \pm 4.2, 1.87 \pm 2.93)$ mm,全身组 $(-0.94 \pm 2.64, 0.47 \pm 3.47, 1.76 \pm 2.75)$ mm,对应靶区所需外扩为:常规组(7.45;9.19;6.85) mm,全身组(6.93;9.07;6.17)mm。两组 X 轴误差在 5 mm 以内的累计分布比例均最高(常规组 89.38%,全身组 91.99%),患者左右方向的摆位误差相对较小,且两组真空袋均对左右肩膀和手臂有较好的固定。Y 轴误差在 5 mm 以内的累计分布均最低(常规组 74.87%,全身组 86.44%),真空袋在 Y 轴方向的固定一直都是短板,分析原因可能是真空袋本身紧贴背部的地方较为平坦,当靠人体感觉较难细致分辨头脚方向的位置,仅靠头肩部的位置来分辨。另外真空袋头背部垫的相对较高,头肩部往下易形成一个小斜坡,患者定位时由于紧张造成一定程度的耸肩,后续治疗适应后放松后不自觉放松,造成身体在头脚方向一定程度下滑。建议有条件的单位在定位前对患者进行宣教,减少患者紧张情绪,避免前后因为身体肌肉张弛度不同产生的体位不同。Z 轴摆位误差影响因素中,除了体表标记点的皮肤牵拉以及患者的体重变化外,还可能与 HT 床沉降以及真空袋长期使用漏气变形有关。孙显松等^[19]通过实验测量 HT 床沉降规律,显示胸腔及上腹部经过等中心点时床沉降变化的速度较快,建议在首次图像引导后进行摆位中心点矫正,以减小床沉降带来的影响;另外要定期检查真空袋是否漏气,发现漏气要及时抽气减少真空袋的变形。

常规真空袋和全身真空袋比较结果显示,常规组和全身组在 X 轴、Z 轴以及 ROLL 方向均无明显差异;但全身组在空间三维的误差(常规组: 5.77 ± 3.11 mm,全身组: 4.96 ± 2.47 mm, $P < 0.05$)和 Y 轴方向的误差(常规组: 1.67 ± 4.2 mm,全身组: 0.47 ± 3.47 mm, $P < 0.05$)均显著小于常规组,且全身组 Y 轴误差在 5 mm 内的百分比也明显高于常规组,故全身型真空袋的使用很大程度上弥补了真空袋在头脚方向固定效果差的短板。全身真空袋和常规真空袋比较,长度达 1.8 米甚至可以头脚方向固定包裹人体,与普通真空袋比较增加了患者胯部、腿部及以双足的固定,特别是足底的固定为患者在头

脚方向的位置提供了一个很好的支撑固定原点,控制患者头脚方向的不自主移动,也为放射治疗师摆位时提供了更多的参考。另外全身组真空袋对应的靶区外扩边界也较常规组小,靶区外扩边界的减小,可以降低靶区周围正常组织的受量,减轻患者的放疗副作用^[20]。本文全身组左右、头脚、腹背方向所需外扩边界均比常规组稍小,因此使用全身组真空袋能更有利于胸腹部正常组织的保护。由于本次数据的样本量较小,不同肿瘤患者的数据量有所差异,因此未能对不同的病种进行单独分析,只在部位上对患者进行归类对比,后续研究中作者将继续深入进行探讨和研究。全身真空袋也存在一定局限(如真空袋本身长度较长),因此在存放上也更占空间,采用全身式真空袋的单位必须有足够充裕的存储空间。

综上所述,真空袋在胸腹部的放疗固定中有较好的精确性和重复性,和常规真空袋比较在头脚方向的固定取得更好的效果,弥补了真空袋在头脚方向固定较差的短板,有利于真空袋在胸腹部肿瘤患者放疗体位固定的应用的推广。

作者声明:本文全部作者对于研究和撰写的论文出现的不端行为承担相应责任;并承诺论文中涉及的原始图片、数据资料等已按照有关规定保存,可接受核查。

学术不端:本文在初审、返修及出版前均通过中国知网(CNKI)科技期刊学术不端文献检测系统的学术不端检测。

同行评议:经同行专家双盲外审,达到刊发要求。

利益冲突:所有作者均声明不存在利益冲突。

文章版权:本文出版前已与全体作者签署了论文授权书等协议。

[参考文献]

- [1] 刘泰福. 放射治疗在肿瘤综合治疗中的地位[J]. 中华肿瘤杂志, 2010, 32(8): 638-639.
- [2] 陈宗友, 林启富, 梁柱, 等. 放射治疗的体位固定探讨[J]. 临床和实验医学杂志, 2009, 8(5): 20-21.
- [3] 葛琴, 吴建亭, 谢国栋. 胸部肿瘤放射治疗两种体位固定技术摆位误差比较研究[J]. 中华肿瘤防治杂志, 2012, 19(18): 1424-1426.
- [4] van Herk M. Errors and margins in radiotherapy[J]. Semin Radiat Oncol, 2004, 14(1): 52-64.
- [5] 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.

- [6] Goddu SM, Yaddanapudi S, Pechenaya OL, *et al.* Dosimetric consequences of uncorrected setup errors in helical Tomotherapy treatments of breast-cancer patients[J]. *Radiother Oncol*, 2009, 93(1): 64-70.
- [7] 肖崇娟. 肺癌及食管癌放疗摆位误差及对剂量学影响的研究[D]. 长沙: 中南大学湘雅医学院, 2012.
- [8] 李小阳, 叶景乐. 利用锥形束 CT(CBCT) 研究摆位误差对食管癌计划剂量分布的影响[J]. *医疗装备*, 2018, 31(7): 38-40.
- [9] 张绍虎. 应用锥形束 CT 分析调强放疗中的摆位误差及其对胸段食管癌放疗剂量分布的影响[D]. 合肥: 安徽医科大学, 2014.
- [10] 锁威, 刘贵刚, 齐忠志. 胸腹部肿瘤放射治疗体位固定技术的临床应用效果[J]. *中国处方药*, 2018, 16(11): 16-17.
- [11] 许森奎, 姚文燕, 严惠莲, 等. 两种体位固定装置在颈部放疗中的摆位误差比较研究[J]. *肿瘤预防与治疗*, 2019, 32(6): 528-532.
- [12] 龚小宝, 杨灵, 宋伟平, 等. 热塑膜联合真空袋体位固定技术在胸腹部肿瘤放射治疗中的应用[J]. *中国医学创新*, 2020, 17(13): 128-131.
- [13] 蔡育欣. 不同体位固定技术在胸腹部肿瘤放射治疗中的临床价值[J]. *中国卫生标准管理*, 2020, 11(21): 36-38.
- [14] 毛继, 杨敬贤, 李俊禹, 等. 碳纤维一体板联合热塑膜在晚期肺癌患者放疗体位固定中的应用[J]. *广西医学*, 2019, 41(23): 3058-3066.
- [15] 刘利彬. 应用 CBCT 研究胸腹部肿瘤放射治疗三种体位固定技术的摆位误差[D]. 福州: 福建医科大学, 2011.
- [16] 徐朋琴, 蔡晶, 葛彬彬, 等. 食管癌放疗两种体位固定技术摆位误差的比较[J]. *临床肿瘤学杂志*, 2018, 23(12): 1128-1130.
- [17] 魏胜涛, 李定杰, 王祥. 影像引导放疗在食管癌中的应用[J]. *河南医学研究*, 2020, 29(11): 1957-1960.
- [18] Zhou J, Uhl B, Dewit K, *et al.* Analysis of daily setup variation with tomotherapy megavoltage computed tomography [J]. *Med Phy*, 2008, 35(6): 2685-2685.
- [19] 孙显松, 周兵, 张宇. 螺旋断层调强放射治疗床沉降规律的测量和计算公式的拟合[J]. *中国医学装备*, 2019, 16(6): 37-41.
- [20] 王丹, 沙翔燕, 林海磊. 中上段食管癌图像引导放疗中摆位误差及靶区外放边界的确定[J]. *中华放射医学与防护杂志*, 2014, 34(8): 610-612.

· 读者 · 作者 · 编者 ·

本刊对统计学处理的有关要求

1. 科研设计: 应交代科研方法的名称和主要做法。如调查设计(分为前瞻性、回顾性或横断面调查研究); 实验设计(应交代具体的设计类型, 如自身配对设计、成组设计、交叉设计、析因设计、正交设计等); 临床试验设计(应交代属于第几期临床试验, 采用了何种盲法措施等)。主要做法应围绕 4 个基本原则(随机、对照、重复、均衡)概要说明, 尤其要交代如何控制重要非试验因素的干扰和影响。

2. 资料的表达与描述: 用 $\bar{x} \pm s$ 表达近似服从正态分布的定量资料, 用 $M(P_{25} \sim P_{75})$ 表达呈偏态分布的定量资料; 用统计表时, 要合理安排纵横表目(三线表), 并将数据的含义表达清楚; 用统计图时, 所用统计图的类型应与资料性质相匹配, 并使数轴上刻度值的标法符合数学原则; 用相对数时, 分母不宜小于 20, 要注意区分百分率与百分比。

3. 统计分析方法的选择: 对于定量资料, 应根据所采用的设计类型、资料所具备的条件和分析目的, 选用合适的统计分析方法, 不应盲目套用 t 检验和单因素方差分析; 对于定性资料, 应根据所采用的设计类型、定性变量的性质和频数所具备的条件以及分析目的, 选用合适的统计分析方法, 不应盲目套用 χ^2 检验。对于回归分析, 应结合专业知识和散点图, 选用合适的回归类型, 不应盲目套用简单线性回归分析, 对具有重复实验数据的回归分析资料, 不应简单化处理; 对于多因素、多指标资料, 要在一元分析的基础上, 尽可能运用多元统计分析方法, 以便对因素之间的交互作用和多指标之间的内在联系进行全面、合理的解释和评价。

4. 统计结果的解释和表达: 当 $P < 0.05$ (或 $P < 0.01$) 时, 应说明对比组之间的差异有统计学意义, 而不应说对比组之间具有显著性(或非显著性)的差别; 应写明所用统计分析方法的具体名称(如: 成组设计资料的 t 检验、两因素析因设计资料的方差分析、多个均数之间两两比较的 q 检验等), 应尽可能给出统计量的具体值(如 $t = 3.454$, $\chi^2 = 4.682$, $F = 6.791$ 等)和具体的 P 值(如 $P = 0.023$); 当涉及到总体参数(如总体均数、总体率等)时, 在给出显著性检验结果的同时, 再给出 95% 置信区间。