

临床常规体位固定方式联合应用在乳腺癌精确放疗中位置偏差的研究

牛娜, 孙丽, 明学中, 王凤仪, 郭昌

(江苏省肿瘤医院, 江苏省肿瘤防治研究所, 南京医科大学附属肿瘤医院, 江苏 南京 210009)

摘要: [目的] 研究乳腺癌放疗中联合体位固定方式的摆位准确性以及在控制患者体位习惯性方面的性能。[方法] 选取 96 例乳腺癌术后放疗患者, 随机分为 3 组, 采用不同的联合体位固定技术: 真空体膜联合一体平板组(A 组)、真空垫联合乳腺托架组(B 组)和发泡胶联合乳腺托架组(C 组)。每组患者在治疗前和治疗后分别行 CBCT 扫描获取体位影像并与参考 CT 影像作刚性配准, 得到各组分次间(治疗前)和分次内(治疗后)的三维平移位置偏差。[结果] 患者坐标系下, 在左右(L-R)和腹背(A-P)方向上, C 组分次间的位置偏差分别为 (0.13 ± 0.07) cm 和 (0.23 ± 0.13) cm, 均小于 A 组的 (0.22 ± 0.12) cm 和 (0.34 ± 0.16) cm ($t=2.71, P=0.009; t=2.41, P=0.018$)。A 组分次内的位置偏差分别为 (0.06 ± 0.04) cm 和 (0.11 ± 0.05) cm, 明显小于 B 组的 (0.09 ± 0.05) cm 和 (0.16 ± 0.08) cm ($t=2.24, P=0.028; t=2.35, P=0.022$)。分次间位置偏差小于 0.5 cm 的占比数为 B 组>C 组>A 组; 分次内位置偏差小于 0.1 cm 的占比数为 A 组>C 组, B 组不确定性较大, 且 A 组随着疗程的推进分次内的位置偏差逐渐减小, 明显优于 B 组和 C 组。[结论] 乳腺托架通过与真空体膜或发泡胶联合后, 患者分次间的位置偏差得到了明显改善, 特别是与发泡胶联合, 其在左右和腹背方向上显著优于真空体膜; 真空体膜与一体平板联合应用后可更好地控制患者分次内的体位习惯性。

关键词: 乳腺肿瘤; 精确放疗; 发泡胶; 体位偏差

中图分类号: R737.9 **文献标识码:** A **文章编号:** 1671-170X(2021)12-1006-05

doi: 10.11735/j.issn.1671-170X.2021.12.B006

Positional Deviation in Precise Radiotherapy for Breast Cancer by Combined Application of Clinical Conventional Immobilization Devices

NIU Na, SUN Li, MING Xue-zhong, WANG Feng-yi, GUO Chang

(Jiangsu Cancer Hospital, Jiangsu Institute of Cancer Research, Nanjing Medical University Affiliated Cancer Hospital, Nanjing 210009, China)

Abstract: [Objective] To study the setup accuracy of fixed position in breast cancer radiotherapy and the performance in controlling habituation of patients. [Methods] Ninety-six patients who underwent postoperative radiotherapy of breast cancer were randomly divided into three groups, each of them using different combination of body position fixation technology: vacuum membrane combined with integrated plate group(group A), vacuum pad combined with breast bracket group(group B) and styrofoam combined with breast bracket group(group C). For each group, CBCT scanning was performed before and after treatment to obtain body position images, and rigid registration was performed with reference to CT images to obtain both the intrafractional (before treatment) and interfractional (after treatment) three-dimensional translation setup deviation. [Results] In the patient coordinate system, the setup deviation of group C was (0.13 ± 0.07) cm and (0.23 ± 0.13) cm in the left-right(L-R) and anterior-posterior(A-P) directions, which were lower than (0.22 ± 0.12) cm and (0.34 ± 0.16) cm in group A($t=2.71, P=0.009; t=2.41, P=0.018$); the setup deviation of group A was (0.06 ± 0.04) cm and (0.11 ± 0.05) cm, which was significantly lower than (0.09 ± 0.05) cm and (0.16 ± 0.08) cm in group B($t=2.24, P=0.028; t=2.35, P=0.022$). The relationship of proportion of setup deviation lower than 0.5 cm was group B> group C> group A, while that of proportion of position deviation lower than 0.1 cm was group A> group C. The uncertainty of group B was large. The setup deviation of group A gradually decreased with the progress of the course of treatment, which was significantly better than that of group B and group C. [Conclusion] The setup deviation of the breast bracket combined with the vacuum body membrane or styrofoam is improved significantly. Especially, when combined with styrofoam, it is better than vacuum body membrane in L-R and A-P directions. The combination of vacuum body membrane and integrated plate can better control the posture habit of patients in different treatment phases.

Subject words: breast cancer; precise radiotherapy; styrofoam; positional deviation

基金项目: 江苏省干部保健课题(BJ19031)

通信作者: 孙丽, 物理技术中心主任, 副主任护师, 本科; 江苏省肿瘤医院放疗科, 江苏省南京市玄武区百子亭 42 号 (210009); E-mail: 13951637370@126.com

收稿日期: 2021-06-28; **修回日期:** 2021-08-08

放射治疗是乳腺癌综合治疗的重要组成部分^[1],放疗精确定位、精确计划、精确治疗时代的迅速发展,给乳腺癌精确放疗提出了越来越高的要求。因乳腺部位活动度较大,容易产生位置偏差影响治疗疗效,因此精准度高、重复性好的体位固定方式是开展乳腺癌精确放疗的前提。不合适的体位固定方式不仅增加了人力和时间,还无法得到预期的体位固定效果。本研究对比了江苏省肿瘤医院乳腺癌放疗患者使用的三种联合体位固定方式(真空体膜联合一体平板、真空体膜联合乳腺托架和发泡胶联合乳腺托架)的位置偏差,并分析控制患者体位习惯性的效果。

1 资料与方法

1.1 一般资料

选择2020年1月至10月在江苏省肿瘤医院放疗中心接受放疗的乳腺癌术后患者96例,其中左侧保乳术后21例、根治术后28例,右侧保乳术后22例、根治术后25例。年龄24~73岁,平均年龄(48.9±9.6)岁,中位年龄49岁;体重(61.3±8.1) kg,身高(160.5±4.6) cm,卡氏评分(89.6±2.0)分。96例患者按随机数字表法随机分成A、B、C三组,各组间一般资料差异无统计学意义($P>0.05$),具有可比性。

1.2 体位固定

患者均采用仰卧位,双臂上举,充分暴露胸壁。根据分组选择不同的体位固定方式。A组:使用真空体膜联合一体平板固定方式,即使用比利时ORFIT公司一体平板结合自制“回”型条作为固定底板,铺平真空体膜使其与一体平板紧密结合后对患者进行塑形固定;B组:使用真空体膜联合乳腺托架固定方式,即使用传统乳腺托架作为底板,使真空体膜与乳腺托架结合后对患者进行塑形;C组:使用发泡胶联合乳腺托架固定方式,即使用传统乳腺托架作为底板,发泡胶与乳腺托架结合的同时对患者进行快速塑形。使用乳腺托架时,需根据患者个体情况适当调整托架参数,使之胸壁保持水平、手臂上举充分。模具塑形时,应确保模具完全包裹患者头颈部、肩部、胸部、腰部、臀部及左右两侧。

1.3 模拟定位及计划设计

利用西门子大孔径CT模拟机获取患者平静呼吸状态下的增强CT定位图像,上传至Monaco放疗计划系统中,医师根据定位CT图像勾画肿瘤靶区,给

定处方剂量;物理师进行放疗计划设计,完成优化并得到医生认可后确定最终的临床放疗计划。

1.4 图像配准及治疗实施

患者使用瑞典医科达公司的Versa HD直线加速器进行放疗,并利用其机载的千伏级锥形束CT(kV-CBCT)在治疗前获取CBCT图像,在线配准纠偏后进行治疗实施,治疗完成后再次扫描获取治疗后的CBCT图像,并再次与定位CT进行图像配准。图像配准采用Versa HD加速器配备的X线容积图像(X-ray volume imager,XVI)软件进行自动灰度配准结合手动微调的方式,要求达到靶区周围软组织及主要骨性结构位置偏差 <0.1 cm。本研究患者的CBCT扫描频率为前3次每次扫描后每周扫描3次,并确保第1次(前期)、第10次(中期)、最后1次(后期)治疗前和治疗后均进行CBCT扫描和图像配准,并记录其三维位置偏差数据。

1.5 统计学处理

采用SPSS 22.0软件对各组患者的三维位置偏差进行统计计算,以 $\bar{x}\pm s$ 表示,并采用 t 检验分析各组不同方向上位置偏差的统计学意义;利用GraphPad Prism 9.0统计软件分析各组分次间各个方向 <0.5 cm的数据占比及分次内 <0.1 cm的数据占比,分析其随着疗程的推进各组患者分次内体位移动习惯性的情况。 $P<0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

96例患者共计完成2 496次治疗,获得治疗前期、中期、后期分次间及分次内的CBCT扫描图像576组,三维移床位置偏差数据1 728组。在左右(L-R)方向上A组、B组和C组的分次间体位移动偏差分别为(0.22±0.12) cm、(0.18±0.11) cm、(0.13±0.07) cm;分次内的体位移动偏差为(0.06±0.04) cm、(0.09±0.05) cm、(0.06±0.04) cm。头脚(H-F)方向上分次间的体位移动偏差分别为(0.25±0.12) cm、(0.28±0.19) cm、(0.22±0.13) cm;分次内的体位移动偏差为(0.12±0.07) cm、(0.14±0.07) cm、(0.13±0.06) cm。腹背(A-P)方向上分次间的体位移动偏差分别为(0.34±0.16) cm、(0.20±0.15) cm、(0.23±0.13) cm;分次内的体位移动偏差为(0.11±0.05) cm、(0.16±0.08) cm、(0.12±0.06) cm。在左右和腹背方向上,C组分次间的体位移动偏差均明显小于A组($t=2.71, P=0.009$; $t=2.41, P=0.018$),

A 组分次内的体位移动偏差明显小于 B 组 ($t=2.24$, $P=0.028$; $t=2.35$, $P=0.022$); 头脚方向上各组间均无统计学差异 (Figure 1)。

各组分次间和分次内热图占比结果显示, 分次间体位移动偏差小于 0.5 cm 的占比数在各个方向均为 B 组 > C 组 > A 组 (Figure 2a); 分次内的偏差小于 0.1 cm 的占比数为 A 组 > C 组, 而 B 组不确定性较大 (Figure 2b)。

配对分析各组分次内位置偏差趋势得出, A 组分次内的体位移动偏差在各个方向上均呈下降趋势; B 组在头脚和腹背方向上呈下降趋势; C 组各个方向呈上升趋势。A 组分次内的偏差随着疗程的推进逐渐减小, 明显优于 B 组和 C 组; B 组在头脚和腹背方向上有下降趋势; 而 C 组则随着疗程的推进逐渐上升 (Figure 3)。

3 讨论

目前临床上乳腺癌放疗常见的体位固定方式有乳腺托架、热塑网膜、真空垫等, 这些体位固定技术在临床应用中各有优劣, 如何选择合适的乳腺癌体位固定方式是业内学者探讨的问题^[2-4]。研究表明, 使用热塑网膜固定会对乳腺组织产生挤压, 导致乳腺组织变形脱靶, 同时会增加患者的皮肤反应; 使用乳腺托架可以使患者胸壁抬起基本保持水平, 但其托架参数调节有限, 难以满足部分术后上肢功能受限的患者体位需求^[5-7]。对此, 有学者意图将多种固定方式联合, 以求优势互补。赖德星等^[8]、孙学文等^[9]选用真空垫联合乳腺托架进行固定, 发现其固定效果优于乳腺托架, 但其制作费时耗力, 存放空间需求大且易损坏, 总体成本较高。房建南等^[10]、周常锋等^[11]发现保乳术后全乳大分割精确放疗中使用发泡胶固定治疗摆位精度与重复性优于乳腺托架及真空垫。我院放疗师每年平均治疗 500 余例乳

腺癌患者, 通过大量的临床放疗工作经验得到了与之相似的结论: 乳腺托架摆位难度大、治疗过程中患者体位下滑; 热塑网状膜容易变形、患者旋转误差大; 真空垫底部无固定装置摆位时间较长等问题。因此, 我中心结合临床实际需求革新了真空体膜和乳腺托架的传统固定方式, 使用了目前更适合临床使用的真空体膜联合一体平板、真空体膜联合乳腺托架及发泡胶联合乳腺托架三种体位固定方式。

本文探讨了三种固定方式在乳腺癌精确放疗中体位固定的适用性。研究结果表明, 乳腺托架通过与真空体膜或发泡胶联合后, 患者分次间的位置偏差得到了明显改善。特别是与发泡胶联合, 其在左右和

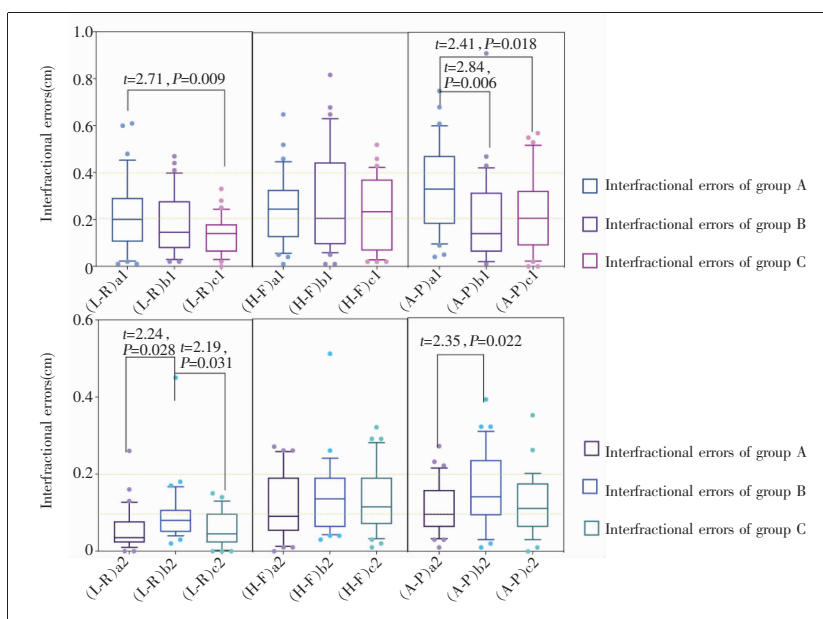


Figure 1 Interfractional and intrafractional positional deviations of positional movement in three groups

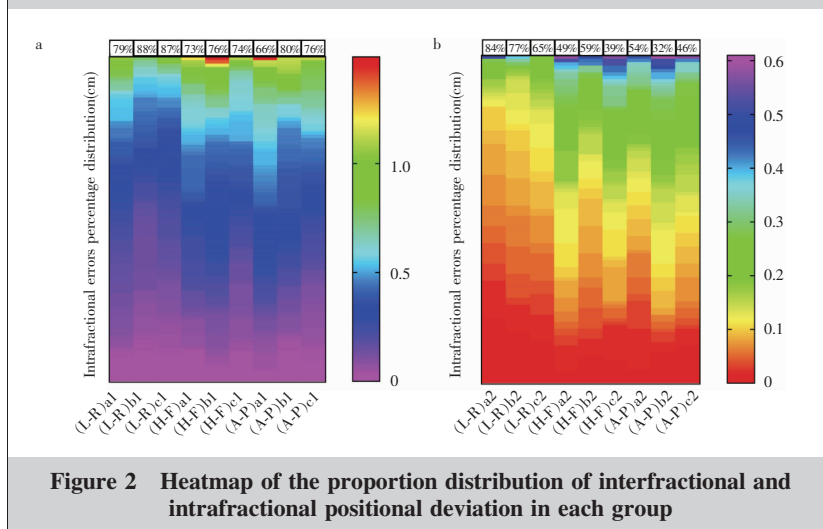
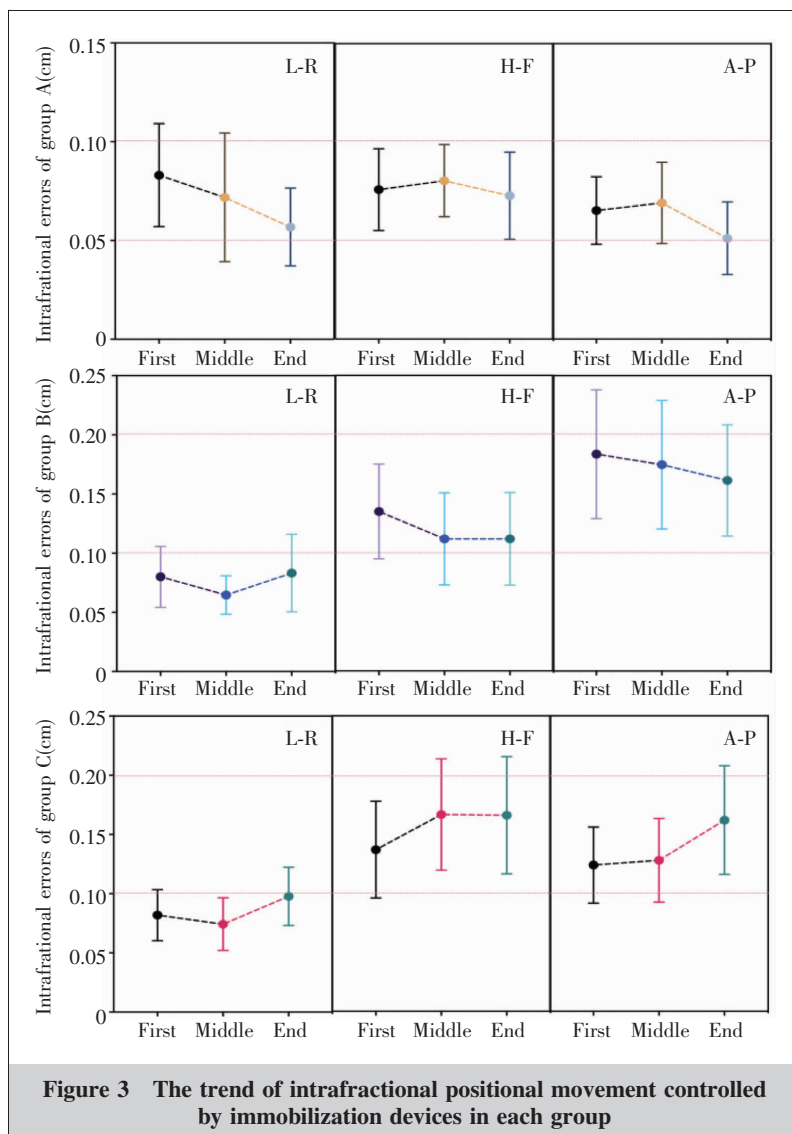


Figure 2 Heatmap of the proportion distribution of interfractional and intrafractional positional deviation in each group



腹背方向上显著优于真空体膜。结合实际临床操作不难发现,发泡胶相对于真空体膜更容易塑形和治疗摆位,有效地对患者臀部、腰部、手臂、头部等部位进行了包裹,使患者更易找到自己的体位,提高了患者的适应性和配合度。对于根治术后胸壁较薄或需要照射内乳野的患者,选择发泡胶联合乳腺托架的固定方式能更好地控制心脏及肺的受量以及冷热点的问题^[12];但其膜具塑形要求较高,需要多人配合制作。结果还显示,真空体膜通过与一体平板联合应用使分次内的位置偏差得到了显著性改善,且控制患者分次内的体位习惯性更优;而且膜具塑形要求不高,较为省时省力。主要是因为我中心将真空体膜联合一体平板与加速器治疗床面进行了结合,患者在治疗期间除了呼吸运动无法产生其他不自主的移

动,大大降低了分次内的位置偏差。乳腺托架联合固定方式虽然在一定程度上解决了体位下滑问题,但因托架与治疗床面没有结合以及托架自身坡度没有得到彻底解决,患者治疗期间的呼吸运动和不自主移动带动了托架整体移动,故而分次内误差有逐渐上升的趋势。课题组下一步将结合一体平板对传统乳腺托架进行革新,以解决乳腺托架联合固定方式分次内位置偏差较大的问题。课题组还发现个别患者在不同方向上出现>10 mm的位置偏差,摆位重复性较差的问题,分析其原因可能与CT定位时患者紧张或手臂恢复程度不够导致定位CT图像处于强迫体位,与治疗时存在差异有关;又或者是患者摆位标记线重新描画,影响了摆位的精准性。对此,是否能够通过优化放疗流程来降低实际摆位误差,也值得今后去探究。

综上所述,对于乳腺癌术后实施精确放疗的患者,体位固定方式的选择应结合临床的实际需求进行个体化定制。真空体膜联合一体平板的固定方式普适性更高,它在一定程度上保证了治疗精度也节省了摆位时间和人力,更适合患者较多工作量较大的三甲医院临床推广使用。而对于根治术后胸壁较薄、需要照射内乳野的患者,使用乳腺托架联合固定技术将是更好的选择。

参考文献:

- [1] Braunstein LZ, Bellon JR. Contemporary issues in breast cancer radiotherapy [J]. Hematol Oncol Clin North Am, 2020, 34(1): 1-12.
 - [2] 夏校春, 宁丽华, 严森祥, 等. 乳腺癌放疗中两种不同摆位方式的剂量分布及摆位误差比较[J]. 中华放射医学与防护杂志, 2018, 38(9): 675-679.
- Xia XC, Ning LH, Yan SX, et al. Comparison of dose distribution and setup error of two different positions and immobilization techniques in breast cancer radiotherapy[J]. Chinese Journal of Radiological Medicine and Protection,

- 2018, 38(9): 675–679.
- [3] Arimura T, Ogino T, Yoshiura T, et al. A feasibility study of a hybrid breast-immobilization system for early breast cancer in proton beam therapy[J]. *Med Phys*, 2017, 44(4): 1268–1274.
- [4] 徐晓, 张敏娜, 王冰, 等. 乳腺癌保乳术后调强放疗摆位误差相关因素分析 [J]. *中华放射医学与防护杂志*, 2019, 39(6): 434–438.
Xu X, Zhang MN, Wang B, et al. Factors associated with set-up errors in intensity-modulated radiotherapy after breast conserving surgery [J]. *Chinese Journal of Radiological Medicine and Protection*, 2019, 39(6): 434–438.
- [5] 宋纪萍, 邱强. 乳腺托架在乳腺癌保乳术后放疗中的应用效果[J]. *实用癌症杂志*, 2020, 35(9): 1535–1538.
Song JP, Qiu Q. Efficacy of breast bracket in radiotherapy after breast conserving surgery for breast cancer [J]. *The Practical Journal of Cancer*, 2020, 35(9): 1535–1538.
- [6] 俞翀, 钱建军, 胡利红. 乳腺癌根治术后放疗中腋窝危及器官的勾画与限量研究[J]. *肿瘤学杂志*, 2021, 27(7): 542–548.
Yu C, Qian JJ, Hu LH. Delineation and dose limitation of axillary organ at risk during breast cancer postoperative radiotherapy[J]. *Journal of Chinese Oncology*, 2021, 27(7): 542–548.
- [7] 王修身, 许刚, 卜珊珊. 乳腺癌术后 pT₁₋₃N₃M₀ 患者锁骨上下淋巴引流区放疗加量的疗效评价 [J]. *中国肿瘤*, 2020, 29(11): 891–896.
Wang XS, Xu G, Bu SS, et al. Evaluation of raised radiation dose in supra/sub-clavian lymphatic drainage area of patients with pT₁₋₃N₃M₀ breast cancer after mastectomy[J]. *China Cancer*, 2020, 29(11): 891–896.
- [8] 赖德星, 黄家莲, 李燕红, 等. 真空袋联合乳腺托架应用固定乳腺癌放疗体位的分析[J]. *临床医学工程*, 2015, 22(8): 978–979.
Lai DX, Huang JL, Li YH, et al. Analysis on the vacuum bag combined with breast bracket in the fixation of breast cancer radiotherapy position[J]. *Clinical Medical & Engineering*, 2015, 22(8): 978–979.
- [9] 孙学文. 乳腺癌放射治疗中两种不同固定技术的效果对比分析[J]. *中国医药科学*, 2018, 8(11): 150–152, 162.
Sun XW. Comparative analysis of the effects of two different fixation techniques in breast cancer radiotherapy [J]. *China Medicine and Pharmacy*, 2018, 8(11): 150–152, 162.
- [10] 房建南, 马玉家, 石俊田, 等. 发泡胶与乳腺托架在乳腺癌保乳术后 IMRT 中固定精度比较[J]. *中华放射肿瘤学杂志*, 2019, 28(5): 369–372.
Fang JN, Ma YJ, Shi JT, et al. Comparison of immobilization accuracy between styrofoam and breast carrier in intensity-modulated radiotherapy after breast conservative surgery for breast cancer patients [J]. *Chinese Journal of Radiation Oncology*, 2019, 28(5): 369–372.
- [11] 周常锋, 房建南, 黄晓波, 等. 聚氨酯发泡胶与负压真空垫在乳腺癌保乳根治术后 IMRT 体位固定精度初步研究[J]. *中华放射肿瘤学杂志*, 2019, 28(10): 776–779.
Zhou CF, Fang JN, Huang XB, et al. Preliminary study of accurate position fixation between polyurethane styrofoam and vacuum negative pressure pad in IMRT after radical mastectomy for breast cancer[J]. *Chinese Journal of Radiation Oncology*, 2019, 28(10): 776–779.
- [12] Mahdavi H. Radiation oncologists' perspectives on reducing radiation-induced heart disease in early breast cancer [J]. *Curr Probl Cancer*, 2020, 44(2): 100509.