

胸壁补偿膜厚度及患者体型特征对乳腺癌调强放疗摆位误差和剂量的影响

刘玉平, 张震, 王瑜, 常娟娟, 王光明
阜阳市肿瘤医院放疗科三病区, 安徽 阜阳 236048

【摘要】目的:探讨胸壁补偿膜厚度及患者体型特征对乳腺癌患者手术后接受调强放疗治疗的摆位误差及放疗剂量的影响。**方法:**采用前瞻性研究方法,选取2021年1月至2023年6月阜阳市肿瘤医院肿瘤放疗中心治疗的103例乳腺癌患者,对患者进行锥形束CT检查,分析患者的体质量指数(BMI)、肿瘤位置、胸围、患侧乳腺体积对其摆位误差的影响,分析不同厚度的补偿膜对患者靶区、肺部、心脏、脊髓的放射剂量的影响。**结果:**不同BMI、不同患侧分布的乳腺癌患者在左右方向上的摆位误差无统计学意义($P>0.05$);胸围 ≥ 89.0 cm、患侧乳腺体积 ≥ 650 cm³患者的左右方向摆位误差大于胸围 < 89.0 cm、患侧乳腺体积 < 650 cm³患者($P<0.05$)。不同患侧分布的乳腺癌患者在上下方向上的摆位误差无统计学意义($P>0.05$);BMI ≥ 23.1 kg/m²、胸围 ≥ 89.0 cm、患侧乳腺体积 ≥ 650 cm³患者的上下方向摆位误差大于BMI < 23.1 kg/m²、胸围 < 89.0 cm、患侧乳腺体积 < 650 cm³患者($P<0.05$);不同BMI水平、不同胸围、不同乳腺体积、不同患侧分布的乳腺癌患者在前后方向上的摆位误差无统计学意义($P>0.05$)。左侧乳腺癌病灶患者采用0.5 cm补偿膜和1.0 cm补偿膜的放射治疗计划靶区(PTV)D_{95%}、PTV靶区D_{5%}、左侧肺部V_{20%}、心脏V_{30%}、心脏平均剂量(D_{mean})、脊髓最大剂量(D_{max})、机器跳数(MU)、均匀性指数(HI)测定值比较,差异无统计学意义($P>0.05$);采用0.5 cm补偿膜患者的适形度指数(CI)值低于采用1.0 cm补偿膜的乳腺癌患者($P<0.05$),右侧乳腺癌病灶患者采用0.5 cm补偿膜和1.0 cm补偿膜的PTV靶区D_{95%}、PTV靶区D_{5%}、右侧肺部V_{20%}、脊髓D_{max}、MU、CI、HI测定值比较,差异无统计学意义($P>0.05$)。**结论:**对于乳腺癌调强放疗患者,BMI、胸围、患侧乳腺体积均与摆位误差有关,采用0.5 cm和采用1.0 cm胸壁补偿膜均可以用于术后放疗,对放疗剂量和加速器跳数影响不大。

【关键词】乳腺癌;胸壁;补偿膜厚度;体型特征;调强放疗;摆位误差;放疗剂量

【中图分类号】R811.1

【文献标志码】A

【文章编号】1005-202X(2024)06-0678-05

Effects of chest wall compensation film thickness and patient's body characteristics on setup errors and dosimetry in intensity-modulated radiotherapy for breast cancer

LIU Yuping, ZHANG Zhen, WANG Yu, CHANG Juanjuan, WANG Guangming

Third Ward, Department of Radiotherapy, Fuyang Cancer Hospital, Fuyang 236048, China

Abstract: Objective To investigate the effects of the thickness of the chest wall compensation film and the patient's body characteristics on the setup errors and radiation dose of breast cancer patients receiving intensity-modulated radiotherapy following surgery. **Methods** A total of 103 patients with breast cancer who were treated in the Tumor Radiotherapy Center of Fuyang Cancer Hospital from January 2021 to June 2023 were selected for a prospective study. All patients received cone-beam CT scan. The effects of body mass index (BMI), tumor location, chest circumference, and the affected breast volume on the setup errors were analyzed; and the effects of different compensation film thicknesses on the radiation doses to the planning target volume (PTV), lung, heart, and spinal cord were explored. **Results** The left-right setup errors didn't differ significantly in breast cancer patients with different BMI and affected sides ($P>0.05$); but the patients with chest circumference ≥ 89.0 cm and affected breast volume ≥ 650 cm³ had greater left-right setup errors than the other patients (chest circumference < 89.0 cm and affected breast volume < 650 cm³) ($P<0.05$). The difference in the superior-inferior setup errors was trivial in breast cancer patients with different affected sides ($P>0.05$), but the superior-inferior setup errors were

【收稿日期】2023-11-21

【基金项目】安徽省自然科学基金(2020085MH251)

【作者简介】刘玉平,副主任医师,研究方向:肿瘤放射治疗,E-mail: 13955804107@163.com

【通信作者】王光明,主任医师,研究方向:肿瘤放射治疗,E-mail: wgmahfy@126.com

greater in patients with BMI ≥ 23.1 kg/m², chest circumference ≥ 89.0 cm, and breast volume on the affected side ≥ 650 cm³ than the others (BMI < 23.1 kg/m², chest circumference < 89.0 cm, and breast volume on the affected side < 650 cm³) ($P < 0.05$). There was no significant difference in the anterior-posterior setup errors in breast cancer patients with different BMI, chest circumferences, breast volumes, and affected sides ($P > 0.05$). For left-sided breast cancer, the measured values of D_{95%} and D_{5%} of PTV, V_{20%} of left lung, V_{30%} and D_{mean} of heart, D_{max} of spinal cord, MU, and HI in patients with 0.5 and 1.0 cm compensation films were close ($P > 0.05$); while lower CI was found in patients with 0.5 cm compensation film than those with 1.0 cm compensation film ($P < 0.05$). For right-sided breast cancer, the measured values of D_{95%} and D_{5%} of PTV, V_{20%} of right lung, D_{max} of spinal cord, MU, CI, and HI didn't differ significantly between patients using 0.5 and 1.0 cm compensation films ($P > 0.05$). **Conclusion** The BMI, chest circumference, and breast volume on the affected side in breast cancer patients undergoing intensity-modulated radiotherapy are all associated with the setup errors. Both 0.5 and 1.0 cm chest wall compensation films can be used for postoperative radiotherapy, which has little effect on the dosimetry and accelerator MU.

Keywords: breast cancer; chest wall; compensation film thickness; body characteristics; intensity-modulated radiotherapy; setup error; radiation dose

前言

乳腺癌是起源于乳腺组织内的恶性肿瘤,是女性最常见的恶性肿瘤之一^[1-3]。调查研究显示乳腺癌发病率达186.46/10万,严重威胁患者健康^[4-5]。乳腺癌根治术后仍会存在微小残留病灶和可能的淋巴结转移风险。调强放疗(IMRT)是乳腺癌常用的放射治疗技术^[6-7],它能够精确地调控放射剂量的分布,从而减少对正常组织的损伤,并提高癌细胞的灭活效果^[8]。然而,在乳腺癌IMRT中,摆位误差会影响治疗的准确性和有效性^[9-10],甚至增加射线对深部脏器,如心脏、肺、肝脏、脊髓等放射损伤,严重影响患者生活质量^[11]。因此,提高IMRT的精确性对提高放射治疗效果,改善预后具有重要意义。乳腺癌放射治疗中,直线加速器产生的射线最大剂量值通常在皮下固定深度处,从而使乳腺癌IMRT治疗时不同肿瘤深度靶区剂量不足且不确定^[12]。胸壁补偿膜的出现很好地解决了这一难题,通过人工放置胸壁补偿膜,从而提高放射精准度^[13]。目前市面上多数胸壁补偿膜厚度规格为0.5 cm和1.0 cm^[14],针对补偿膜不同厚度在临床应用中是否会对放疗疗效产生影响尚无一致定论。本研究探讨胸壁补偿膜厚度及患者体型特征对乳腺癌患者术后IMRT的摆位误差及放疗剂量的影响。

1 资料与方法

1.1 一般资料

本研究采用前瞻性研究方法,选取2021年1月至2023年6月阜阳市肿瘤医院肿瘤放疗中心治疗的103例乳腺癌患者,年龄32~74岁,中位年龄46岁,其中大于等于中位年龄的患者有56例,小于中位年龄的患者有47例;体质指数(BMI)范围21.6~25.8 kg/m²,

BMI的中位数为23.1 kg/m²,其中大于等于中位数的有56例,小于中位数的有47例;患侧乳腺体积569~738 cm³,乳腺体积中位数为650 cm³,其中大于等于中位数的有52例,小于中位数的有51例;患侧位置分布:左侧59例、右侧44例;患者胸围范围83~97 cm,胸围中位数为89 cm,其中大于等于中位数的患者有56例,小于中位数的患者有47例;TNM分期:I期20例、II期49例、III期34例。

纳入标准:(1)乳腺癌患者的诊断标准均参考《2020 CSCO乳腺癌指南》^[15]中的标准,患者均接受病理学检查且确诊;(2)乳腺癌根治性手术均由本院同一组麻醉及手术医生完成;(3)病理学检查TNM分期I~III期;(4)患者手术后均自愿接受IMRT治疗。研究方案经伦理学审查通过后实施,并与患者本人及其家属充分沟通且签署知情同意书。排除标准:(1)其他部位原发性肿瘤转移乳腺引起的肿瘤;(2)既往手术后出现的乳腺癌复发;(3)皮肤组织溃烂、感染;(4)既往具有放疗病史。

1.2 锥形束CT(CBCT)检查及图像分析

采用Med-tec乳腺托架固定于CT模拟机的床面上,使用三维激光灯定位系统,标记“+”字激光线,患侧胸壁放置组织补偿膜并标记范围。所有受试者均进行CT扫描,参数为层厚5 mm、层距5 mm。采用Varian Truebeam直线加速器(美国瓦里安公司)进行CBCT扫描和治疗,应用机载影像系统将治疗前通过CBCT获取的影像与定位CT图像进行自动匹配,并经治疗医师及技师手动微调,最终取得的CBCT图像与治疗计划CT图像进行配准,经系统自动计算获取各方向的偏移量,以偏移量绝对值比较患者的摆位误差。每周对两组患者各进行1次CBCT扫描。所有操作及图像分析均由2名以上经验丰富的放射科医师共同完成。

1.3 放疗方案制定

所有患者采用 Varian Truebeam 直线加速器进行治疗,并使用 Varian Ecilpse13.6 计划系统进行放疗计划设计。采用 IMRT 技术和容积旋转调强放疗,具体选择取决于患者的具体情况。对于每例患者,根据肿瘤的位置和形态,精确布置射野。为了确保计划的可执行性和准确性,所有患者的治疗计划中均包含平面剂量分布图,以便在实际治疗中进行验证和调整。

1.4 剂量测算

主要参数有计划靶区 (PTV) $D_{95\%}$ 、PTV 靶区 $D_{5\%}$ 、肺部 $V_{20\%}$ 、心脏 $V_{30\%}$ 、心脏平均剂量 (D_{mean})、脊髓最大剂量 (D_{max})、机器跳数 (MU)、均匀性指数 (HI) 和适形度指数 (CI) 等。

1.5 统计学方法

数据使用统计软件 SPSS21.0 进行分析,本研究收集的摆位误差、放疗剂量等计量资料首先进行正态分布和方差齐性检验,对于符合正态分布或近似正态分布,方差齐的计量资料采用均数 \pm 标准差表示,两组之间的对比分析采用 t 检验;其中年龄、BMI、乳腺体积、胸围不满足正态分布,采用中位数完成统计学描述。 $P<0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 不同体型特征对乳腺癌患者 IMRT 左右方向摆位误差的影响

对于连续性变量,采用中位数作为分割点进行分组,对于分类变量则按照分类标准进行分组。不同 BMI、不同患侧分布的乳腺癌患者在左右方向上的摆位误差无统计学意义 ($P>0.05$);胸围 ≥ 89.0 cm、患侧乳腺体积 ≥ 650 cm³患者的左右方向摆位误差大于胸围 <89.0 cm、患侧乳腺体积 <650 cm³患者 ($P<0.05$)。见表 1。

2.2 不同体型特征对乳腺癌患者 IMRT 上下方向摆位误差的影响

不同患侧分布的乳腺癌患者在上下方向上的摆位误差无统计学意义 ($P>0.05$);BMI ≥ 23.1 kg/m²、胸围 ≥ 89.0 cm、患侧乳腺体积 ≥ 650 cm³患者的上下方向摆位误差大于 BMI <23.1 kg/m²、胸围 <89.0 cm、患侧乳腺体积 <650 cm³患者 ($P<0.05$)。见表 2。

2.3 不同体型特征对乳腺癌患者 IMRT 前后方向摆位误差的影响

不同 BMI 水平、不同胸围、不同乳腺体积、不同患侧分布的乳腺癌患者在前后方向上的摆位误差无统计学意义 ($P>0.05$),见表 3。

表 1 不同体型特征对乳腺癌患者 IMRT 左右方向摆位误差的影响($\bar{x}\pm s$)

Table 1 Effects of different body characteristics on left-right setup errors of intensity-modulated radiotherapy in patients with breast cancer (Mean \pm SD)

体型特征	<i>n</i>	摆位误差/mm	<i>t</i> 值	<i>P</i> 值
BMI/kg·m ⁻²			0.811	0.419
≥23.1	56	2.34±0.43		
<23.1	47	2.26±0.57		
患者胸围/cm			2.673	0.009
≥89.0	56	2.51±0.68		
<89.0	47	2.18±0.55		
患侧乳腺体积/cm ³			3.818	0.000
≥650	52	2.70±0.49		
<650	51	2.28±0.62		
肿瘤位置			1.439	0.153
左侧	59	2.40±0.47		
右侧	44	2.27±0.43		

表 2 不同体型特征对乳腺癌患者 IMRT 上下方向摆位误差的影响($\bar{x}\pm s$)

Table 2 Effects of different body characteristics on the superior-inferior setup errors of intensity-modulated radiotherapy in patients with breast cancer (Mean \pm SD)

体型特征	<i>n</i>	摆位误差/mm	<i>t</i> 值	<i>P</i> 值
BMI/kg·m ⁻²			2.932	0.004
≥23.1	56	5.96±1.51		
<23.1	47	5.13±1.33		
患者胸围/cm			3.347	0.001
≥89.0	56	6.02±1.49		
<89.0	47	5.06±1.40		
患侧乳腺体积/cm ³			3.766	0.000
≥650	52	6.11±1.50		
<650	51	5.04±1.38		
肿瘤位置			1.330	0.187
左侧	59	5.75±1.48		
右侧	44	5.35±1.55		

2.4 不同厚度补偿膜对左侧病灶患者靶区、肺部、心脏、脊髓放疗剂量的影响

左侧乳腺癌病灶患者采用 0.5 cm 和 1.0 cm 补偿膜的 PTV 靶区 $D_{95\%}$ 、PTV 靶区 $D_{5\%}$ 、左侧肺部 $V_{20\%}$ 、心脏 $V_{30\%}$ 、心脏 D_{mean} 、脊髓 D_{max} 、MU、HI 测定值比较,差异无统计学意义 ($P>0.05$);采用 0.5 cm 补

表3 不同体型特征对乳腺癌患者IMRT前后方向摆位误差的影响($\bar{x}\pm s$)

Table 3 Effects of different body characteristics on the anterior-posterior setup errors of intensity-modulated radiotherapy in patients with breast cancer (*Mean±SD*)

体型特征	<i>n</i>	摆位误差/mm	<i>t</i> 值	<i>P</i> 值
BMI/kg·m ⁻²			1.765	0.081
≥23.1	56	3.06±0.74		
<23.1	47	2.80±0.75		
患者胸围/cm			1.027	0.307
≥89.0	56	3.01±0.72		
<89.0	47	2.86±0.76		
患侧乳腺体积/cm ³			1.316	0.191
≥650	52	3.04±0.80		
<650	51	2.84±0.74		
肿瘤位置			1.859	0.066
左侧	59	3.06±0.73		
右侧	44	2.78±0.79		

偿膜患者的CI值低于采用1.0 cm补偿膜的乳腺癌患者($P<0.05$)。见表4。

表4 不同厚度补偿膜对左侧病灶患者靶区、肺部、心脏、脊髓放疗剂量的影响($\bar{x}\pm s$)

Table 4 Effects of different compensation film thicknesses on the radiation doses to planning target volume, lung, heart, and spinal cord in patients with left-sided lesions (*Mean±SD*)

参数	0.5 cm 补偿膜	1.0 cm 补偿膜	<i>t</i> 值	<i>P</i> 值
PTV 靶区 D _{95%} /Gy	49.66±1.20	49.87±1.78	-0.751	0.454
PTV 靶区 D _{5%} /Gy	53.81±1.43	54.10±1.56	-1.053	0.295
左侧肺部 V _{20%} /%	25.83±2.20	26.41±2.13	-1.455	0.148
心脏 V _{30%} /%	11.68±1.84	11.98±1.76	-0.905	0.367
心脏 D _{mean} /Gy	12.30±1.60	12.81±1.88	-1.587	0.115
脊髓 D _{max} /Gy	22.41±2.84	23.17±2.91	-1.436	0.154
MU	1 439.8±284.6	1 398.0±277.5	0.808	0.421
CI	0.64±0.13	0.72±0.12	-3.473	0.001
HI	1.11±0.24	1.08±0.22	0.708	0.481

2.5 不同厚度补偿膜对右侧病灶患者靶区、肺部、心脏、脊髓放疗剂量的影响

右侧乳腺癌病灶患者采用0.5 cm和1.0 cm补偿膜的PTV靶区D_{95%}、PTV靶区D_{5%}、右侧肺部V_{20%}、脊髓D_{max}、MU、CI、HI测定值比较,差异无统计学意义($P>0.05$),见表5。

表5 不同厚度补偿膜对右侧病灶患者靶区、肺部、脊髓放疗剂量的影响($\bar{x}\pm s$)

Table 5 Effects of different compensation film thicknesses on the radiation doses to planning target volume, lung, and spinal cord in patients with right-sided lesions (*Mean±SD*)

参数	0.5 cm 补偿膜	1.0 cm 补偿膜	<i>t</i> 值	<i>P</i> 值
PTV 靶区 D _{95%} /Gy	49.78±1.66	49.41±1.81	0.999	0.320
PTV 靶区 D _{5%} /Gy	54.02±1.78	53.67±1.64	0.959	0.340
右侧肺部 V _{20%} /%	25.56±2.43	26.52±2.36	-1.880	0.064
脊髓 D _{max} /Gy	22.80±3.01	23.43±2.83	-1.011	0.315
MU	1 446.1±290.7	1 406.3±289.6	0.643	0.522
CI	0.70±0.11	0.73±0.14	-1.118	0.267
HI	1.09±0.19	1.12±0.18	-0.760	0.449

3 讨论

放射治疗作为根治手术后的一种辅助治疗手段,通过使用高能放射线或其他放射性粒子杀灭乳腺癌细胞,可以提高临床治疗效果,改善预后^[16-18]。乳腺癌根治术后的IMRT对靶区定位要求较高,同时靶区剂量分布的均匀性也会影响放疗效果,以减少对周围正常组织如肺和心脏的照射量^[19]。为了应对这些挑战,在放射治疗时常采用添加胸壁补偿膜的方法^[20]。这种方法的主要目的在于实现剂量效应的补偿,确保浅表肿瘤能够获得足够的治疗剂量,同时尽可能减少对周围正常组织的损伤^[21]。

本研究结果显示胸围≥89.0 cm、患侧乳腺体积≥650 cm³患者的左右和上下方向摆位误差大于胸围<89.0 cm、患侧乳腺体积<650 cm³患者,BMI≥23.1 kg/m²患者的上下方向摆位误差大于BMI<23.1 kg/m²患者,说明BMI、胸围、乳腺体积与左右、上下方向摆位误差具有相关性。这与相关报道结果^[22-24]相一致。患者的呼吸运动是影响左右方向摆位误差的重要因素。胸腔内器官、肋骨的上下移动以及胸廓变形等呼吸相关变化,都可能导致放疗过程中患者左右方向的微小移动,影响照射的精准度。乳腺体积大、胸围较大的患者往往伴随着更大容积的乳腺组织和周围脂肪组织,这会使得膈肌活动范围和呼吸运动幅度增大,从而加重放射治疗过程中呼吸运动胸部组织的移动和变形,使得放射治疗中的精确定位更加困难,摆位误差增加。此外,BMI较大的患者胸部存在更多的脂肪堆积,这些脂肪组织由于形状稳定性差异,容易出现形态学和解剖学上的变异,使得在放射治疗过程中的定位更为复杂,进一步增大摆位误差。本研究结果表明不同BMI水平、不同胸围、不同乳腺体积、不同患侧分布的乳腺癌患者在前后方向上的摆位误差无差异。尹志海等^[25]研究也

表明,不同生理特征参数对前后方向摆位误差要小于左右方向及上下方向摆位误差。这可能与照射时使用乳腺固定装置,从而使得乳腺在前后方向移动较小有关。

本研究结果显示左右侧乳腺癌病灶患者采用0.5 cm补偿膜和1.0 cm补偿膜的PTV靶区 $D_{95\%}$ 、PTV靶区 $D_{5\%}$ 、左/右侧肺部 $V_{20\%}$ 、心脏 $V_{30\%}$ 、心脏 D_{mean} 、脊髓 D_{max} 、MU、HI测定值比较无差异,说明采用0.5 cm和采用1.0 cm的胸壁补偿膜均可以用于术后放疗,对剂量和加速器跳数影响的差异不大。分析其原因可能为:胸壁补偿膜厚度在一定程度上会影响辐射束穿透的深度和能量沉积的分布。然而,对于0.5 cm和1.0 cm胸壁补偿膜来说,其厚度差异并不大,放射线往往可以穿透这些膜到达肿瘤组织的深度,因此在剂量传递及能量沉积的变化并不显著,导致剂量分布上的差异较小。此外,放疗过程中,加速器的能量、束形等参数会根据不同的治疗计划进行调整,以确保放射剂量的适当传递。在这种情况下,胸壁补偿膜的厚度变化相对于参数调整并不是影响剂量和加速器跳数的主要因素,其对剂量和加速器跳数的影响相对较小。因此,这两种厚度的胸壁补偿膜在实际放疗过程中可以针对个体差异进行选择,确保治疗的精确性和安全性。

综上所述,对于乳腺癌IMRT患者,BMI、胸围、患侧乳腺体积均与摆位误差有关,采用0.5 cm和1.0 cm胸壁补偿膜均可以用于术后放疗,对剂量和加速器跳数影响的差异不大。

【参考文献】

- [1] Barzaman K, Karami J, Zarei Z, et al. Breast cancer: biology, biomarkers, and treatments [J]. *Int Immunopharmacol*, 2020, 84: 106535.
- [2] Zhang YN, Xia KR, Li CY, et al. Review of breast cancer pathological image processing [J]. *Biomed Res Int*, 2021, 2021: 1994764.
- [3] Houghton SC, Hankinson SE. Cancer progress and priorities: breast cancer [J]. *Cancer Epidemiol Biomarkers Prev*, 2021, 30(5): 822-844.
- [4] Wilkinson L, Gathani T. Understanding breast cancer as a global health concern [J]. *Br J Radiol*, 2022, 95(1130): 20211033.
- [5] Coughlin SS. Epidemiology of breast cancer in women [J]. *Adv Exp Med Biol*, 2019, 1152: 9-29.
- [6] Chang JS, Chang JH, Kim N, et al. Intensity modulated radiotherapy and volumetric modulated arc therapy in the treatment of breast cancer: an updated review [J]. *J Breast Cancer*, 2022, 25(5): 349-365.
- [7] Kim K, Chun M, Jin H, et al. Inter-institutional variation in intensity-modulated radiotherapy for breast cancer in Korea (KROG 19-01) [J]. *Anticancer Res*, 2021, 41(6): 3145-3152.
- [8] Hennequin C, Belkacémi Y, Bourcier C, et al. Radiotherapy of breast cancer [J]. *Cancer Radiother*, 2022, 26(1/2): 221-230.
- [9] 王钦,倪文捷,王秀楠,等. 分次间随机摆位误差对早期乳腺癌大分割放疗中靶区和危及器官剂量分布的影响 [J]. *重庆医学*, 2023, 52(12): 1822-1826.
Wang Q, Ni WJ, Wang XN, et al. Effect of inter-fractional random set-up error between simulated fractions on dose distribution of target and organs at risk in hypofractionated radiotherapy after breast-conserving surgery for early breast cancer [J]. *Chongqing Medicine*, 2023, 52(12): 1822-1826.
- [10] 陈倩,奚惠,顾莹,等. 乳腺癌摆位误差的影响因素及不确定性分析 [J]. *医学研究生学报*, 2022, 35(2): 180-184.
Chen Q, Xi H, Gu Y, et al. Influencing factors and uncertainty analysis

- of breast cancer set-up errors [J]. *Journal of Medical Postgraduates*, 2022, 35(2): 180-184.
- [11] Meattini I, Marrazzo L, Saieva C, et al. Accelerated partial-breast irradiation compared with whole-breast irradiation for early breast cancer: long-term results of the randomized phase III APBI-IMRT-Florence trial [J]. *J Clin Oncol*, 2020, 38(35): 4175-4183.
- [12] 刘炜焜,周凌宏. 于双层感知机网络的乳腺癌调强放疗计划设计 [J]. *中国医学物理学杂志*, 2022, 40(6): 661-666.
Liu WK, Zhou LH. Intensity-modulated radiotherapy planning for breast cancer based on two-layer perceptron neural network [J]. *Chinese Journal of Medical Physics*, 2022, 40(6): 661-666.
- [13] 唐静宜,李金凯,王沛沛,等. 补偿膜与皮肤间空腔对乳腺癌改良根治术后放疗剂量的影响 [J]. *中国医疗设备*, 2023, 38(8): 16-20.
Tang JY, Li JK, Wang PP, et al. Effect of the cavity of bolus and skin on radiotherapy dose after modified radical mastectomy [J]. *China Medical Devices*, 2023, 38(8): 16-20.
- [14] 闫显莹,叶荣,张薇莎,等. 3D打印与常规组织的补偿膜在乳腺癌根治术后放疗中的临床应用比较 [J]. *中国肿瘤临床*, 2023, 50(16): 834-837.
Yan YY, Ye R, Zhang WS, et al. Comparison of clinical application of 3D-printed or conventional tissue compensation membrane in radiotherapy after radical mastectomy [J]. *Chinese Journal of Clinical Oncology*, 2023, 50(16): 834-837.
- [15] 黄香,蒋梦萍,包胜南,等. 2021年CSCO《乳腺癌诊疗指南》更新要点解读 [J]. *中国肿瘤外科杂志*, 2021, 13(3): 209-215.
Huang X, Jiang MP, Bao SN, et al. Update and interpretation of the 2021 Guidelines for the Diagnosis and Treatment of Breast Cancer by Chinese Society of Clinical Oncology (CSCO) [J]. *Chinese Journal of Surgical Oncology*, 2021, 13(3): 209-215.
- [16] Torres MA, Gogineni K, Howard DH. Intensity-modulated radiation therapy in breast cancer patients following the release of a choosing wisely recommendation [J]. *J Natl Cancer Inst*, 2020, 112(3): 314-317.
- [17] 张金花,杨碎胜,司婧. 乳腺癌放疗增敏与机制研究进展 [J]. *中华肿瘤防治杂志*, 2019, 26(4): 277-284.
Zhang JH, Yang SS, Si J. Research progress on radiosensitization and mechanism in breast cancer [J]. *Chinese Journal of Cancer Prevention and Treatment*, 2019, 26(4): 277-284.
- [18] 覃波,陆录,赵涛. miR-10b-5p通过靶向SUFU介导乳腺癌细胞对放疗的敏感性 [J]. *肿瘤药*, 2022, 12(6): 752-758.
Qin B, Lu L, Zhao T. miR-10b-5p mediates the sensitivity of breast cancer cells to radiotherapy by targeting SUFU [J]. *Anti-Tumor Pharmacology*, 2022, 12(6): 752-758.
- [19] 丁伟杰,孙菁,林根来,等. 乳腺癌调强放疗摆位误差的影响因素 [J]. *中国临床医学*, 2022, 29(3): 481-485.
Ding WJ, Sun J, Lin GL, et al. Exploration of impact factors on set-up errors in IMRT for breast cancer [J]. *Chinese Journal of Clinical Medicine*, 2022, 29(3): 481-485.
- [20] Podgorsak AR, Kumaraswamy LK. Semi-supervised planning method for breast electronic tissue compensation treatments based on breast radius and separation [J]. *Radiol Oncol*, 2020, 55(1): 106-115.
- [21] 林志安,侯如蓉,苏端玉,等. 乳腺癌改良根治术后辅助调强放疗中胸壁补偿膜放置的效果 [J]. *中国辐射卫生*, 2022, 31(4): 494-497.
Lin ZA, Hou RR, Su DY, et al. Effectiveness of the use of chest wall bolus during adjuvant intensity modulated radiotherapy after modified radical mastectomy [J]. *Chinese Journal of Radiological Health*, 2022, 31(4): 494-497.
- [22] 余璇,李承军,王亮和,等. 体质量监测对乳腺癌根治术后放疗摆位误差的影响研究 [J]. *医疗卫生装备*, 2021, 42(11): 47-50.
Yu X, Li CJ, Wang LH, et al. Influence of body mass monitoring on radiotherapy positioning error after radical mastectomy for breast cancer [J]. *Chinese Medical Equipment Journal*, 2021, 42(11): 47-50.
- [23] 陈嘉一,白彦灵. 乳腺癌患者体重指数及体位固定方式对保乳术后调强放射治疗摆位误差的影响 [J]. *实用肿瘤学杂志*, 2022, 36(4): 327-331.
Chen JY, Bai YL. The influence of body mass index and body position fixation in breast cancer patients post-operative intensity modulated radiation therapy setup error [J]. *Practical Oncology Journal*, 2022, 36(4): 327-331.
- [24] 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.
- [25] 尹志海,汪雋琦,孟怡然,等. 患者生理特征参数对乳腺癌调强放疗摆位误差影响的研究 [J]. *中国癌症杂志*, 2021, 31(3): 198-202.
Yin ZH, Wang JQ, Meng YR, et al. Investigation of patient characteristics associated with setup errors in intensity-modulated radiotherapy after breast-conserving surgery [J]. *China Oncology*, 2021, 31(3): 198-202.

(编辑:黄开颜)