

本文引文格式:江舟,黄海欣,王占宇,等.颈胸膜体位固定在乳腺癌术后放疗中的应用[J].右江民族医学院学报,2022,44(3):417-422.

【论著与临床报道】

## 颈胸膜体位固定在乳腺癌术后放疗中的应用

江舟,黄海欣,王占宇,杨慧,梁卫学,陆颖

(广西柳州市工人医院,广西医科大学第四附属医院肿瘤科,广西 柳州 545005)

**摘要:**目的 观察颈胸膜体位固定装置在乳腺癌术后放疗中的应用效果。方法 将110例患者随机分配使用新(颈胸膜)/旧(体膜)体位固定装置。比较3个临床靶区(clinical target volume,CTV)配准结果:胸壁野(CTVc)、锁骨上区(CTVs)、整体靶区(CTVc+s)。结果 新装置组CTVc+s各方向[水平(lateral,LAT)、垂直(vertical,VRT)和头脚(longitudinal,LNG)]整体摆位误差更小[LAT(4.24±0.23)mm vs (5.15±0.41)mm],VRT[(3.23±0.22)mm vs (3.49±0.30)mm],LNG[(3.11±0.25)mm vs (3.51±0.31)mm];新装置组CTVc各方向的局部摆位误差也更小[LAT(3.55±0.14)mm vs (4.21±0.24)mm],VRT[(2.55±0.17)mm vs (2.85±0.27)mm],LNG[(2.55±0.14)mm vs (2.64±0.16)mm];CTVs在水平方向上,新装置组的局部摆位误差也更小[LAT(2.55±0.13)mm vs (2.63±0.16)mm],差异均有统计学意义( $P < 0.05$ )。结论 颈胸膜体位固定装置显著减少乳腺癌术后放疗摆位误差。

**关键词:**乳腺肿瘤;乳腺癌术后放射治疗;体位固定;摆位误差

中图分类号:R737.9

文献标识码:A

文章编号:1001-5817(2022)03-0417-06

doi:10.3969/j.issn.1001-5817.2022.03.020

### Application of cervicopleural fixation in postoperative radiotherapy for breast cancer

Jiang Zhou, Huang Haixin, Wang Zhanyu, Yang Hui, Liang Weixue, Lu Ying

(Department of Oncology, Liuzhou Worker's Hospital, The Fourth Affiliated Hospital of Guangxi Medical University, Liuzhou 545005, Guangxi, China)

**Abstract:** **Objective** To observe the effect of cervicopleural fixation device in postoperative radiotherapy for breast cancer. **Methods** One hundred and ten patients were randomly arranged to use the new (cervicopleural) fixation device or the old (body membrane) fixation device. The registration results of three CTVs (clinical target volumes) were compared; the CTV of the chestwall field (CTVc), the CTV of the supraclavicular region (CTVs), and the CTV of the overall target volume (CTVc+s). **Results** The overall set-up errors of CTVc+s in each direction [LAT(4.24±0.23)mm vs (5.15±0.41)mm], VRT [(3.23±0.22)mm vs (3.49±0.30)mm], LNG [(3.11±0.25)mm vs (3.51±0.31)mm]. The local set-up errors of CTVc in different directions were also smaller in the new device group [LAT(3.55±0.14)mm vs (4.21±0.24)mm], VRT [(2.55±0.17)mm vs (2.85±0.27)mm], LNG [(2.55±0.14)mm vs (2.64±0.16)mm]. In the horizontal direction, the local set-up errors of CTVs in the new device group were also smaller [LAT(2.55±0.13)mm vs (2.63±0.16)mm] ( $P < 0.05$ ). **Conclusion** Cervicopleural fixation device significantly reduce the set-up errors of postoperative radiotherapy for patients with breast cancer.

**Key words:** breast tumor; postoperative radiotherapy for breast cancer; body fixing; set-up error

基金项目:广西卫生和计划生育委员会自筹经费科研课题(Z20200887,Z20211436)

第一作者简介:江舟(1982-),男,硕士,主治医师,研究方向:乳腺癌放射治疗,E-mail:jo\_821020@sina.com

通讯作者简介:陆颖(1979-),女,博士,主任医师,研究方向:乳腺癌放射治疗,E-mail:luying0630@aliyun.com

乳腺癌严重影响女性身心健康,发病率和死亡率分居中国女性恶性肿瘤第 1 位和第 5 位<sup>[1]</sup>。乳腺癌术后放疗(post-mastectomy radiation therapy, PMRT)显著降低乳腺癌局部复发<sup>[2]</sup>。临床广泛应用调强放疗(intensity-modulated radiation therapy, IMRT),提高靶区剂量均匀性和准确性,又减少危及器官(organ at risk, OAR)剂量<sup>[3]</sup>。但乳腺癌放疗靶区跨度大,体位固定难度大,摆位误差也较大<sup>[4]</sup>。本研究总结多项体位固定装置摆位误差的研究结果<sup>[5-14]</sup>,见表 1,表明乳

腺癌放疗体位固定装置有较大整体及局部摆位误差<sup>[15-17]</sup>,因此需改进当前设备。另外,CT 模拟定位仅为瞬时图像,乳腺癌靶区外扩(planning target volume, PTV),不仅要考虑局部摆位误差还要考虑呼吸运动的影响。本研究目的是使用新的颈胸膜+楔形板体位固定装置,改进体位固定效果,并将摆位误差与旧体位固定装置进行比较,同时还分析了胸壁与膈肌之间的运动相关性,并根据摆位误差和呼吸运动来确定使用新型体位固定装置所需要的 PTV 外扩范围。

表 1 乳腺放射治疗系统误差和随机误差的既往研究汇总

作者	固定装置	验证方式	系统误差			随机误差		
			LAT	VRT	LNG	LAT	VRT	LNG
CAI G 等 2010 <sup>[5]</sup>	Vacuumbag	CBCT	2.1	2.3	3.1	1.8	2.0	2.3
DONOVAN E M 等 2012 <sup>[6]</sup>	Breastboard	CBCT	1.5	1.2	1.2	3.0	3.2	2.9
KIRBY A M 等 2011 <sup>[7]</sup>	Breastboard	CBCT	2.8	1.8	1.9	2.7	2.6	3.1
PENNINKHOF J 等 2012 <sup>[8]</sup>	Breastboard	EPID	2.3	2.4	2.8	2.1	2.3	2.0
SHAH A P 等 2013 <sup>[9]</sup>	Breastboard	AlignRT	1.3	2.6	1.4	2.2	3.2	2.2
TOPOLNJAK R 等 2011 <sup>[10]</sup>	Breastboard	CBCT	1.2	0.7	1.3	1.2	0.9	1.0
VAN MOURIK A 等 2011 <sup>[11]</sup>	Vacuumbag	CBCT	1.3	1.5	1.4	3.8	3.0	2.9
WHITE E A 等 2007 <sup>[12]</sup>	Vacuumbag	CBCT	2.7	1.7	2.4	2.2	2.4	2.9
VELDEMAN L 等 2012 <sup>[13]</sup>	Breastboard	CBCT	1.5	2.8	1.4	7.3	3.2	2.3
MULLIEZ T 等 2015 <sup>[14]</sup>	Breastboard	CBCT	2.7	3.1	2.8	3.6	3.8	3.4

注:这些研究的所有外扩边界均基于 Van Herk 公式。

## 1 资料和方法

1.1 研究对象 选取 2020 年 6 月—2021 年 5 月广西柳州市工人医院治疗的乳腺癌患者为研究对象。纳入标准:①年龄 18~70 岁;②病理确诊为乳腺恶性肿瘤,并接受了手术的单侧乳腺癌患者;③ ECOG (eastern cooperative oncology group) 评分为 0~1 分。排除标准:①其他恶性肿瘤病史;②有乳腺癌手术外的胸部手术史、放疗史;③患侧上肢外展不能超过 90°;④重要脏器功能衰竭;⑤控制不良的心脑血管等内科疾病。共纳入 110 例患者,新装置组 56 例,其中根治术 31 例,保乳术 25 例;左侧 23 例,右侧 33 例;16 例照射内乳区;年龄(45.21±6.24)岁;体重(51.23±8.37) kg。旧装置组 54 例,其中根治术 30 例,保乳术 24 例;左侧 20 例,右侧 34 例;13 例照射内乳区;年龄(44.45±6.15)岁;体重(52.34±7.97) kg,见表 2。

1.2 治疗方案 患者均接受调强放疗,参照美国肿瘤放疗协作组(radiotherapy oncology group, RTOG)乳腺癌术后靶区建议<sup>[18]</sup>进行勾画:胸壁野(CTVc)(以下情况照射内乳区:内乳淋巴结阳性和/或内象限肿瘤同时腋窝淋巴结阳性,内乳区包括于胸壁野中),锁骨上区(CTVs)。CTV 外扩 PTV 根据 Van Herk 提出的公式<sup>[19]</sup>: $2.5\bar{\Sigma} + 0.7\sigma$ 。计算患者各方向各次摆位误

表 2 两组患者一般资料

项目	新装置组 (n=56)	旧装置组 (n=54)	t/χ <sup>2</sup>	P
年龄/岁	45.21±6.24	44.45±6.15	0.643	0.522
体重/kg	51.23±8.37	52.34±7.97	0.712	0.478
手术方式			<0.001	0.983
根治术	31	30		
保乳术	25	24		
手术部位			0.188	0.665
左侧	23	20		
右侧	33	34		
照射内乳区			0.286	0.593
是	16	13		
否	40	41		

注:表内计量资料数据以( $\bar{x}\pm s$ )表示,计数资料数据以频数(n)表示。

差的均数(Mean<sub>1</sub>)及标准差(SD<sub>1</sub>), $\bar{\Sigma}$ 为上述均数(Mean<sub>1</sub>)的均数的标准差(SD<sub>2</sub>), $\sigma$ 则是上述标准差(SD<sub>1</sub>)的均方根(RMS)(表 3 举例阐述了该公式的具体计算方法,表中数据随机产生,与本研究无关)。放疗计划要求 95% 等剂量线覆盖 PTV。直线加速器 6MV-X 线常规分割照射,处方剂量:胸壁野(CTVc)DT50 Gy, 2Gy/f/d, 5 f/w; 锁骨上区(CTVs)DT50 Gy, 2Gy/f/d, 5 f/w。为减少患者所受辐射并提高治

疗效率,前 5 次及第 10 次、15 次、20 次放疗时锥形束 CT (cone beam CT, CBCT) 配准,每例患者 8 次。

表 3 基于患者测量的随机误差和系统误差的标准差估计

时间	Patient 1		Patient 2		Patient 3		Patient 4	
	1	2	3	4	1	2	3	4
Day1	2	4	1	3				
Day2	1	-2	-1	-3				
Day3	1	2	2	-2				
Day4	1	0	2	1				
Mean <sub>1</sub>	1.25	1	1	-0.25	Mean <sub>2</sub> =0.75, SD <sub>2</sub> =Σ=0.68			
SD <sub>1</sub>	0.50	2.58	1.41	2.75	RMS=σ=2.03			

1.3 体位固定 根据对旧体位固定装置的研究,将其改进制成新装置,与旧装置最大的区别在于头颈部及手臂固定。放疗定位时,取仰卧位,患侧上肢外展 > 90°,上半身覆盖热塑膜,静止并冷却后固定。新型装置与热塑膜配合能固定至额头水平,而旧装置仅能固定至胸骨上水平。

1.4 放疗定位及放疗计划 使用 Siemens 16 排 CT 进行放疗前定位,扫描范围从颅底至肝下缘,层厚 5 mm,使用造影剂。物理师使用 Ray Station (RaySearch, Stockholm, Sweden) 系统生成治疗计划,由资深放疗医师审核并确定放疗计划。

1.5 摆位误差分析 使用 CBCT 与定位 CT 配准分析整体和局部摆位误差。由一名肿瘤放射治疗医师进行图像配准,另一名经验丰富的肿瘤放射治疗医师复核结果,共采集 880 张 CBCT 配准图像。CBCT 图像

与定位 CT 在线配准,靶区包括胸壁野 (CTVc)、锁骨上区 (CTVs)、整体靶区 (CTVc+s)。CTVc+s 配准结果为整体摆位误差。CTVc+s 配准结果与其他两个子区域配准结果之间的差异为局部摆位误差。沿 LAT/VRT/LNG 方向计算系统误差 (Σ) 和随机误差 (σ)。

1.6 胸壁和膈肌运动幅度评估 对新装置组患者进行胸壁和膈肌运动幅度评估,胸壁运动幅度测量患侧第 2、6 肋骨来评估,测量 2 根肋骨 3 个方向 (LAT/VRT/LNG) 的运动幅度。通过 X 线透视量化胸壁和膈肌的运动幅度。对胸壁和膈肌运动幅度的相关性进行分析,记录胸部第 95 百分位运动幅度 (A),根据 Van Herk 的公式<sup>[19]</sup>,如呼吸运动幅度超过 1 cm 则线性添加 0.45 A 来计算胸壁野 PTV 外扩范围。

1.7 统计学方法 所有数据均采用 SPSS 22.0 软件进行统计分析。*t* 检验评估两组间摆位误差差异的显著性,*P* < 0.05 为差异有统计学意义。Pearson 相关系数分析胸部与膈肌运动幅度之间的相关性。

## 2 结果

2.1 整体和局部摆位误差分析 整体和局部摆位误差均数如表 4 所示。在 CTVc+s 的整体摆位误差中,各方向上新装置组均小于旧装置组;CTVc 的局部摆位误差中,在各方向上新装置组也小于旧装置组;CTVs 在水平方向上,新装置组的局部摆位误差也要小于旧装置组,差异均有统计学意义 (*P* < 0.05)。

表 4 两组间整体和局部摆位误差均数的比较

单位:mm

方向装置	CTVc+s						CTVc+s-CTVc						CTVc+s-CTVs					
	LAT		VRT		LNG		LAT		VRT		LNG		LAT		VRT		LNG	
装置	New	Old	New	Old	New	Old	New	Old	New	Old	New	Old	New	Old	New	Old	New	Old
<i>n</i>	448	432	448	432	448	432	448	432	448	432	448	432	448	432	448	432	448	432
Mean	4.24	5.15	3.23	3.49	3.11	3.51	3.55	4.21	2.55	2.85	2.55	2.64	2.55	2.63	2.17	2.14	3.24	3.32
SD	0.23	0.41	0.22	0.30	0.25	0.31	0.14	0.24	0.17	0.27	0.14	0.16	0.13	0.16	0.15	0.15	0.13	0.14
<i>t</i>	-40.465		-14.303		-21.219		-49.589		-19.692		-8.804		-8.804		3.817		-8.704	
<i>P</i>	<0.001		<0.001		<0.001		<0.001		<0.001		<0.001		<0.001		<0.001		<0.001	

注:CTVc+s 表示整体摆位误差,CTVc+s-CTVc 和 CTVc+s-CTVs 分别代表胸壁区域和锁骨上区域的局部摆位误差。

2.2 新装置组和旧装置组的系统误差 (Σ) 和随机误差 (σ) 新装置组的整体摆位误差范围为 (1.12~2.15) mm,根据 Van Herk 的公式<sup>[19]</sup>相应的 PTV 需要外扩范围为 (4.10~4.58) mm;旧装置组的整体摆位误差范围为 (2.41~3.22) mm,相应的 PTV 需要外扩范围为 (9.56~9.83) mm。新装置组 CTVc 局部摆位误差为 (0.72~1.34) mm,相应 PTV 外扩范围为 (2.39~3.90) mm,旧装置组 CTVc 局部摆位误差为 (0.93~1.42) mm,相应 PTV 外扩范围为 (3.17~4.30) mm。新装置组 CTVs 局部摆位误差为 (0.83~1.19) mm,

相应 PTV 外扩范围为 (3.24~3.56) mm,旧装置组 CTVs 局部摆位误差为 (0.88~2.26) mm,相应 PTV 外扩范围为 (3.64~7.00) mm,见表 5。

2.3 评估胸壁和膈肌的运动幅度 新装置组胸壁在 LAT 方向上的运动为 (0.66±0.37) mm,VRT 方向为 (0.88±0.47) mm,LNG 方向为 (0.91±0.46) mm,膈肌在 LNG 方向运动幅度为 (15.37±3.56) mm,见表 6。膈肌与胸壁在任何方向的运动均无相关性,见图 1。

表 5 两组之间的系统误差和随机误差比较

单位: mm

方向装置	CTVc+s						CTVc+s-CTVc						CTVc+s-CTVs					
	LAT		VRT		LNG		LAT		VRT		LNG		LAT		VRT		LNG	
装置	New	Old	New	Old	New	Old	New	Old	New	Old	New	Old	New	Old	New	Old	New	Old
Σ	1.23	3.15	1.12	2.98	1.31	3.03	0.98	1.14	0.72	0.93	1.34	1.32	1.19	1.21	1.03	2.26	1.02	1.67
σ	2.15	2.41	1.85	3.22	1.79	3.22	1.17	1.22	0.84	1.21	0.79	1.42	0.83	0.88	1.14	1.93	0.97	1.71
PTV	4.58	9.56	4.10	9.70	4.53	9.83	3.27	3.70	2.39	3.17	3.90	4.30	3.56	3.64	3.37	7.00	3.24	5.37

注:CTVc+s 表示整体摆位误差。CTVc+s-CTVc 和 CTVc+s-CTVs 分别代表胸壁区域和锁骨上区域的局部摆位误差。

表 6 胸壁运动幅度和 PTV 外扩

单位: mm

项目	LAT		VRT		LNG	
	Average	SD	Average	SD	Average	SD
Rib 2	0.53	0.32	0.85	0.22	0.81	0.41
Rib 6	0.68	0.43	1.06	0.51	1.02	0.52
Total	0.66	0.37	0.88	0.47	0.91	0.46
Diaphragm	—	—	—	—	15.26	3.47
95 <sup>th</sup> percentile	1.29		1.61		1.57	
0.45A	0.58		0.72		0.71	
PTV	4.36		3.43		3.78	

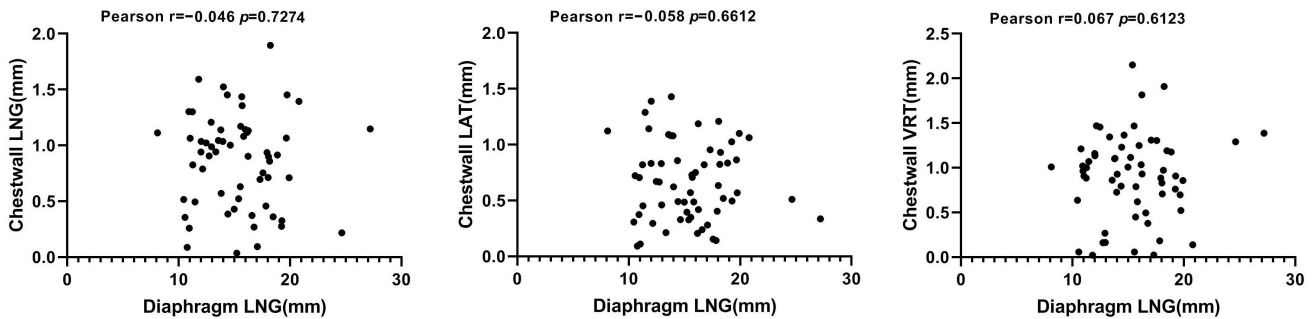


图 1 胸壁和膈肌运动幅度的 Pearson 相关分析

### 3 讨论

本研究对比了新旧体位固定装置整体和局部摆位误差,并对胸壁与膈肌呼吸运动进行分析。新装置组的整体摆位误差显著低于旧装置组;CTVc 局部摆位误差方面,新装置组在各方向上低于旧装置组;在 CTVs 局部摆位误差上,新装置组在 LAT 方向上比旧装置组也更小。新装置组 PTV 外扩范围也更小。

调强放疗应考虑治疗床校正后的残差和分次内误差(如呼吸运动)<sup>[20]</sup>。残差包括成像系统和校正系统的机械误差以及局部摆位误差<sup>[21]</sup>。本研究发现配准后局部摆位误差是残差的重要组成部分;同时,呼吸运动影响胸壁摆位误差,需考虑分次内误差。LEE J 等<sup>[22]</sup>在使用 Alpha 乳腺托架,发现自由呼吸下分次内误差范围 1.8~3.3 mm。GUERREIRO F 等<sup>[23]</sup>认为在放疗分次内误差通常 ≤3.2 mm。THOMSEN MS 等<sup>[24]</sup>使用连续 MV 成像发现乳腺癌放疗期间胸壁在自由呼吸下运动范围为 1.1~3.3 mm。HIRATA K

等<sup>[25]</sup>研究认为乳腺癌放疗时由呼吸引起的胸壁运动变化范围为 0.6~1.5 mm。YUE NJ 等<sup>[26]</sup>的结果显示,胸壁呼吸运动仅为 1 mm。以上均与本研究结果相似。同时,本研究发现胸壁与膈肌的运动无相关性。线性添加 0.45A 计算胸壁 PTV 外扩均低于 5 mm。故在 CBCT 在线校正前提下,使用新装置时,PTV 外扩 5 mm 即可保证靶区剂量。

本研究存在一定的局限性。首先,放疗前 CT 模拟定位、治疗摆位中,摆位误差均受人为影响;此外,由于样本量较小,两组病例体型差异对摆位误差有一定影响。后续研究中扩大样本量,还计划加入先进技术,如光学表面成像(optical surface imaging, OSI)<sup>[27-28]</sup>、反向半卧位(reverse semi-decubitus, RSD)<sup>[29]</sup>和深呼吸屏气(deep inspiration breath hold, DIBH)技术<sup>[30-31]</sup>,探索更精准的乳腺癌术后放疗方式。

基于本研究的统计数据,本研究认为新型体位固定装置通过增加热塑膜的固定面积加强了手臂、头部

及胸壁固定,显著降低乳腺癌术后放疗的摆位误差,值得在临床中应用。

#### 参考文献:

- [1] 中国医师协会放射肿瘤治疗医师分会. 乳腺癌放射治疗指南(中国医师协会 2020 版)[J]. 中华放射肿瘤学杂志, 2021,30(4):321-342.
- [2] 刘兵. 乳腺癌术后放疗治疗的作用[J]. 右江民族医学院学报, 1996,18(3):96-98.
- [3] WU S P, TAM M, SHAIKH F, et al. Post-mastectomy Radiation Therapy in Breast Cancer Patients with Nodal Micrometastases[J]. *Ann Surg Oncol*, 2018,25(9):2620-2631.
- [4] 李栋庆,林涛,于静萍,等. 乳腺癌术后容积调强放疗下移动误差对靶区剂量的影响[J]. 中华放射医学与防护杂志, 2018,38(11):819-823.
- [5] CAI G, HU W G, CHEN J Y, et al. Impact of residual and intrafractional errors on strategy of correction for image-guided accelerated partial breast irradiation[J]. *Radiat Oncol*, 2010,5:96.
- [6] DONOVAN E M, CASTELLANO I, EAGLE S, et al. Clinical implementation of kilovoltage cone beam CT for the verification of sequential and integrated photon boost treatments for breast cancer patients [J]. *Br J Radiol*, 2012,85(1019):e1051-e1057.
- [7] KIRBY A M, EVANS P M, HELYER S J, et al. A randomised trial of supine versus prone breast radiotherapy (SuPr study): comparing set-up errors and respiratory motion[J]. *Radiother Oncol*, 2011,100(2):221-226.
- [8] PENNINKHOF J, QUINT S, BAAIJENS M, et al. Practical use of the extended no action level (eNAL) correction protocol for breast cancer patients with implanted surgical clips[J]. *Int J Radiat Oncol Biol Phys*, 2012,82(2):1031-1037.
- [9] SHAH A P, DVORAK T, CURRY M S, et al. Clinical evaluation of interfractional variations for whole breast radiotherapy using 3-dimensional surface imaging[J]. *Pract Radiat Oncol*, 2013,3(1):16-25.
- [10] TOPOLNJAK R, DE RUITER P, REMEIJER P, et al. Image-guided radiotherapy for breast cancer patients: surgical clips as surrogate for breast excision cavity[J]. *Int J Radiat Oncol Biol Phys*, 2011,81(3):e187-e195.
- [11] VAN MOURIK A, VAN KRANEN S, DEN HOLLANDER S, et al. Effects of setup errors and shape changes on breast radiotherapy[J]. *Int J Radiat Oncol Biol Phys*, 2011,79(5):1557-1564.
- [12] WHITE E A, CHO J, VALLIS K A, et al. Cone beam computed tomography guidance for setup of patients receiving accelerated partial breast irradiation[J]. *Int J Radiat Oncol Biol Phys*, 2007,68(2):547-554.
- [13] VELDEMAN L, DE GERSEM W, SPELEERS B, et al. Alternated prone and supine whole-breast irradiation using IMRT: setup precision, respiratory movement and treatment time[J]. *Int J Radiat Oncol Biol Phys*, 2012,82(5):2055-2064.
- [14] MULLIEZ T, VELDEMAN L, VERCAUTEREN T, et al. Reproducibility of deep inspiration breath hold for prone left-sided whole breast irradiation[J]. *Radiat Oncol*, 2015,10:9.
- [15] BATUMALAI V, HOLLOWAY L, DELANEY G P. A review of setup error in supine breast radiotherapy using cone-beam computed tomography[J]. *Med Dosim*, 2016,41(3):225-229.
- [16] ZHONG R M, SONG Y, YAN Y Y, et al. Analysis of which local set-up errors can be covered by a 5-mm margin for cone beam CT-guided radiotherapy for nasopharyngeal carcinoma [J]. *Br J Radiol*, 2018,91(1088):20160849.
- [17] ZHOU J D, LI S, YE C W, et al. Analysis of local setup errors of sub-regions in cone-beam CT-guided post-mastectomy radiation therapy[J]. *J Radiat Res*, 2020,61(3):457-463.
- [18] JULIA W, AN T, DOUGLAS A, et al. Breast cancer atlas for radiation therapy planning: consensus definitions [EB/OL]. <https://www.rtog.org/LinkClick.aspx?fileticket=SQhssxHu7Jg%3d&tabid=227>, 2019-05-01
- [19] VAN HERK M. Errors and margins in radiotherapy[J]. *Semin Radiat Oncol*, 2004,14(1):52-64.
- [20] 李宝生. 分次放疗间误差及其对放疗治疗影响的研究[J]. 中华肿瘤防治杂志, 2007,14(6):470-473.
- [21] GORT E M, BEUKEMA J C, MATYSIAK W, et al. Inter-fraction motion robustness and organ sparing potential of proton therapy for cervical cancer[J]. *Radiother Oncol*, 2021,154:194-200.
- [22] LEE J, LIU S H, LIN J B, et al. Image-guided study of inter-fraction and intra-fraction set-up variability and margins in reverse semi-decubitus breast radiotherapy [J]. *Radiat Oncol*, 2018,13(1):254.
- [23] GUERREIRO F, SERAVALLI E, JANSSENS G O, et al. Intra-and inter-fraction uncertainties during IGRT for Wilms' tumor[J]. *Acta Oncol*, 2018,57(7):941-949.
- [24] THOMSEN MS, HARROV U, FLEDELIUS W, et al. Inter- and intra-fraction geometric errors in daily image-guided radiotherapy of free-breathing breast cancer patients measured with continuous portal imaging[J]. *Acta Oncol*, 2014,53(6):802-808.
- [25] HIRATA K, YOSHIMURA M, MUKUMOTO N, et al. Three-dimensional intrafractional internal target motions in accelerated partial breast irradiation using three-dimensional conformal external beam radiotherapy[J]. *Radiother Oncol*, 2017,124(1):118-123.

- [26] YUE N J, GOYAL S, ZHOU J H, et al. Intrafractional target motions and uncertainties of treatment setup reference systems in accelerated partial breast irradiation [J]. *Int J Radiat Oncol Biol Phys*, 2011, 79 (5): 1549-1556.
- [27] KOST S, GUO B, XIA P, et al. Assessment of Setup Accuracy Using Anatomical Landmarks for Breast and Chest Wall Irradiation With Surface Guided Radiation Therapy [J]. *Pract Radiat Oncol*, 2019, 9(4): 239-247.
- [28] CRAVO SÁ A, FERMENTO A, NEVES D, et al. Radiotherapy setup displacements in breast cancer patients: 3D surface imaging experience [J]. *Rep Pract Oncol Radiother*, 2018, 23(1): 61-67.
- [29] NIGLAS M, MCCANN C, KELLER B M, et al. A dosimetric study of cardiac dose sparing using the reverse semi-decubitus technique for left breast and internal mammary chain irradiation [J]. *Radiother Oncol*, 2016, 118(1): 187-193.
- [30] TESTOLIN A, CICCARELLI S, VIDANO G, et al. Deep inspiration breath-hold intensity modulated radiation therapy in a large clinical series of 239 left-sided breast cancer patients: a dosimetric analysis of organs at risk doses and clinical feasibility from a single center experience [J]. *Br J Radiol*, 2019, 92(1101): 20190150.
- [31] NISSEN H D, APPELT A L. Improved heart, lung and target dose with deep inspiration breath hold in a large clinical series of breast cancer patients [J]. *Radiother Oncol*, 2013, 106(1): 28-32.

收稿日期: 2022-02-16; 修回日期: 2022-03-17

(上接第 407 页)

#### 参考文献:

- [1] 成雅, 李晓屏, 徐则林, 等. 单纯性肥胖症的中医临床研究进展 [J]. *湖南中医杂志*, 2019, 35(7): 174-175, 185.
- [2] BURGUERA BARTOLOME, PANTALONE KEVIN M, GRIEBELER MARCIO L. Obesity medical therapy: it is time to take the bull by the horns [J]. *Mayo Clinic Proceedings*, 2021, 96(12): 2939-2941.
- [3] ACÍN-PÉREZ R, IBORRA S, MARTÍ-MATEOS Y, et al. Fgr kinase is required for proinflammatory macrophage activation during diet-induced obesity [J]. *Nat Metab*, 2020, 2(9): 974-988.
- [4] 张月月, 陈颖, 李文娜. 外泌体在肥胖症中的研究进展 [J]. *中国新药与临床杂志*, 2021, 40(3): 178-182.
- [5] 赵飞. 肥胖对免疫功能的影响 [J]. *国外医学(儿科学分册)*, 2003(6): 316-318.
- [6] 陈冬志, 张景楠, 赵会娟, 等. 小鼠肥胖不同阶段相关免疫器官恒定自然杀伤 T 细胞 (iNKT) 的频率和亚群变化 [J]. *中华微生物学和免疫学杂志*, 2021, 41(1): 12-22.
- [7] 刘苏东. 结核分枝杆菌免疫优势 CTL 和 Th1 表位的筛选与鉴定 [D]. 广州: 南方医科大学, 2016.
- [8] KLOC M, GHOBRIAL R M, WOSIK J, et al. Macrophage functions in wound healing [J]. *J Tissue Eng Regen Med*, 2019, 13(1): 99-109.
- [9] LINDENBERGH MFS, STOOORVOGEL W. Antigen presentation by extracellular vesicles from professional antigen-presenting cells [J]. *Annu Rev Immunol*, 2018, 36: 435-459.
- [10] 万政策, 胡柳, 胡梅, 等. 体检人群幽门螺杆菌感染与超重、肥胖的相关性研究 [J]. *中华健康管理学杂志*, 2018, 12(4): 327-331.
- [11] 李婵玉, 邓洁. 肥胖与妇科肿瘤关系的研究进展 [J]. *中国妇幼健康研究*, 2020, 31(10): 1441-1444.
- [12] 徐斌峰, 陈刚, STEELE C B, 等. 美国 (2005—2014 年) 与超重和肥胖有关的癌症发病率的趋势带来的思考 [J]. *福建医药杂志*, 2018, 40(1): 1-4.
- [13] 赖景雄. 自身免疫性甲状腺功能减退患者肥胖及脂代谢分析 [J]. *中国医学工程*, 2014, 22(4): 41, 44.
- [14] 杨帆. 中老年人群肥胖及胰岛自身免疫研究 [D]. 南京: 南京医科大学, 2014.
- [15] 郭小勇. 肥胖与甲状腺功能的相关性研究 [D]. 济南: 山东大学, 2020.
- [16] 陶荣辉, 薛思忱, 陈旭, 等. 肥胖儿童发生 OSAHS 的促炎和抗炎免疫调节失衡机制探讨 [J]. *江苏医药*, 2020, 46(12): 1230-1233.
- [17] 刘江龙, 陈莹, 甘敏, 等. 肥胖症量化运动处方的制定和实施 [J]. *右江民族医学院学报*, 2021, 43(3): 392-398.

收稿日期: 2022-01-11; 修回日期: 2022-02-13