

论著·临床研究

doi:10.3969/j.issn.1671-8348.2022.11.009

网络首发 <https://kns.cnki.net/kcms/detail/50.1097.r.20220224.1612.004.html>(2022-02-28)

应用 Monaco 计划系统 Surface margin 功能提高乳腺癌根治术后胸壁浅表剂量*

王秀楠¹,王 钦¹,褚尚楠¹,郑倩倩²,杨 慧¹,倪文婕¹

(1.首都医科大学附属北京世纪坛医院放疗科 100038;

2.首都医科大学附属北京石景山医院放疗科 100043)

[摘要] **目的** 探讨应用 Monaco 计划系统表面边距(Surface margin)功能对提高乳腺癌根治术后胸壁浅表剂量的影响。**方法** 将 15 例女性右侧乳腺癌根治术后患者 CT 图像分别设计两组计划。一组为使用 Surface margin 功能的容积旋转调强放疗(VMAT)sm 计划组,另一组为不使用 Surface margin 功能的 VMAT 计划组。计划靶区(PTV)₀ 定义为临床靶区(CTV)三维外扩 5 mm,不超出皮肤。比较两组计划的靶区、浅表区域、危及器官剂量和机器跳数。**结果** VMAT 计划组与 VMATsm 计划组计划靶区 PTV₀ 的适形度指数(CI)分别为 0.74±0.03、0.78±0.03,两组比较差异有统计学意义($P<0.001$);均匀性指数(HI)分别为 0.22±0.04、0.14±0.02,两组比较差异有统计学意义($P<0.001$)。浅表区域(Surface)V₄₅ 分别为(62.69±12.12)%、(94.89±2.53)%,V₅₀ 分别为(26.15±12.62)%、(66.34±7.47)%,D₉₅ 分别为(33.78±3.01)、(45.10±0.95)Gy,两组上述指标比较差异有统计学意义($P<0.001$)。VMAT 计划组与 VMATsm 计划组左肺平均剂量(D_{mean})分别为(2.03±0.30)、(2.25±0.42)Gy,两组比较差异有统计学意义($P=0.004$);两组其他危及器官剂量指标比较,差异均无统计学意义($P>0.05$)。VMAT 计划组、VMATsm 计划组机器跳数分别为(1 222±130)、(1 295±111)MU,两组比较差异有统计学意义($P=0.045$)。**结论** 使用 Monaco 计划系统 Surface margin 功能可提高胸壁浅表剂量,且靶区适形度和均匀性更好;除机器跳数及对侧肺 D_{mean} 有所增加,其他危及器官剂量无明显差异。

[关键词] 乳腺癌;根治术后;胸壁复发;浅表剂量;表面边距功能**[中图分类号]** R730.55**[文献标识码]** A**[文章编号]** 1671-8348(2022)11-1846-06

Application of Surface margin function of Monaco planning system to increase superficial dose of chest wall after radical mastectomy*

WANG Xiunan¹,WANG Qin¹,CHU Shangnan¹,ZHENG Qianqian²,YANG Hui¹,NI Wenjie¹

(1. Department of Radiotherapy, Affiliated Beijing Shijitan Hospital, Capital

Medical University, Beijing 100038, China; 2. Department of Radiotherapy,

Affiliated Beijing Shijingshan Hospital, Beijing 100043, China)

[Abstract] **Objective** To explore the effect of using Surface margin function based on the Monaco planning system to increase the superficial dose of chest wall after radical mastectomy. **Methods** The CT images of 15 patients with right breast cancer after radical mastectomy were selected to design the two groups of plans respectively. One group was the volumetric modulated arc therapy (VMAT)sm plan group which use VMAT of the Surface margin function, while the another group was the VMAT plan group which did not use the Surface margin function. The planning target volume (PTV)₀ was defined as the clinical target area (CTV) of 5 mm three-dimensional extension, not beyond the skin. The dose of planning target region, superficial area, organ at risk and machine hop were compared between the two groups. **Results** The conformity index (CI) of planning target volume (PTV₀) in the VMAT plan group and VMATsm plan group were 0.74±0.03 and 0.78±0.03 respectively, and the difference between the two groups was statistically significant ($P<0.001$), the homogeneity index (HI) were 0.22±0.04 and 0.14±0.02 respectively, and the difference

between the two groups was statistically significant ($P < 0.001$). In superficial region (surface), V_{45} was $(62.69 \pm 12.12)\%$ and $(94.89 \pm 2.53)\%$ respectively, and the difference between the two groups was statistically significant ($P < 0.001$); V_{50} was $(26.15 \pm 12.62)\%$ and $(66.34 \pm 7.47)\%$ respectively, and the difference was statistically significant ($P < 0.001$); D_{95} was $(33.78 \pm 3.01)\text{Gy}$ and $(45.10 \pm 0.95)\text{Gy}$ respectively, and the difference was statistically significant ($P < 0.001$). The mean dose of contralateral lung (D_{mean}) in the VMAT plan group and VMATsm plan group was $(2.03 \pm 0.30)\text{Gy}$ and $(2.25 \pm 0.42)\text{Gy}$, and the difference between the two groups was statistically significant ($P = 0.004$), but other organs at risk dose indicator had no statistical difference between the two groups ($P > 0.05$). The total monitor units in the VMAT plan group and VMATsm plan group were $(1\,222 \pm 130)\text{MU}$ and $(1\,295 \pm 111)\text{MU}$ respectively, and the difference was statistically significant ($P = 0.045$). **Conclusion** Using the Surface margin function of Monaco plan system can increase the superficial dose of chest wall, and the target conformity and homogeneity are better. There was no significant difference in the other organs at risk doses except for slightly increasing total monitor units and contralateral lung D_{mean} .

[Key words] breast cancer; radical mastectomy; chest wall recurrence; superficial dose; surface margin function

近年来随着治疗技术的发展,乳腺癌根治术后放疗的局部复发率已经由 $12\% \sim 30\%$ 降低至 $3 \sim 7\%$ ^[1-3], 但仍有部分患者局部复发。胸壁是乳腺癌根治术后最常见的复发部位, 而胸壁分为三层: 皮肤层(皮肤和皮下组织)、胸肌层(胸大肌和胸小肌)及肋骨层(肋骨和肋间肌), 以皮肤层复发风险最高, 因此保证胸壁浅表区域有足够放疗剂量十分必要。现有放疗技术采用电子线或者 6MV X 线照射胸壁靶区, 均需要加填充物以提高浅表剂量, 如有乳腺皮肤受侵则皮肤剂量应该更高。但填充物使用中存在敷贴问题, 孔栋等^[4] 研究显示, 填充物与皮肤间隙会导致浅表剂量不准确等问题。本文基于 Monaco 计划系统提供的表面边距(Surface margin)功能, 分别设计容积旋转调强放疗(volumetric modulated arc therapy, VMAT)sm 计划(使用 Surface margin 功能)和 VMAT 计划(不使用 Surface margin 功能), 比较两组计划的剂量学差异, 为临床提供参考。

1 资料与方法

1.1 一般资料

选取 2020 年 10 月至 2021 年 3 月首都医科大学附属北京世纪坛医院放疗科收治的女性右侧乳腺癌

根治术术后患者 15 例, 年龄 25~68 岁, 中位年龄 53 岁。将 15 例患者术后 CT 图像分别设计为 VMATsm 计划组和 VMAT 计划组。

1.2 方法

1.2.1 模拟定位

所有患者均采用仰卧位, 双臂上举置于头顶, 体板+体膜固定。在平静呼吸状态下采用 GE discovery 大孔径 CT 进行扫描, 层厚 5mm, 分辨率为 512×512 , 扫描范围从颌下至肝底。

1.2.2 靶区、浅表区域、危及器官勾画

靶区勾画: 医生使用 Monaco 5.11 计划系统进行勾画; 临床靶区(clinical target volume, CTV), 包括胸壁及锁骨上下淋巴引流区; 计划靶区(planning target volume, PTV), 在 CTV 基础上三维外扩 5 mm, 收至皮下 3 mm; PTV_0 在 CTV 基础上三维外扩 5 mm, 不超出皮肤。浅表区域 Surface 为胸壁部分皮下 3 mm 区域(即用 $PTV_0 - PTV$ 得到)。图 1 所示, 红色区域为 PTV, 黄色区域为浅表区域(Surface)。使用 AccuContour 3.1 自动勾画系统进行危及器官勾画, 包括右肺、左肺、健侧乳腺、心脏、甲状腺、肝脏、脊髓、气管、食管、臂丛神经。

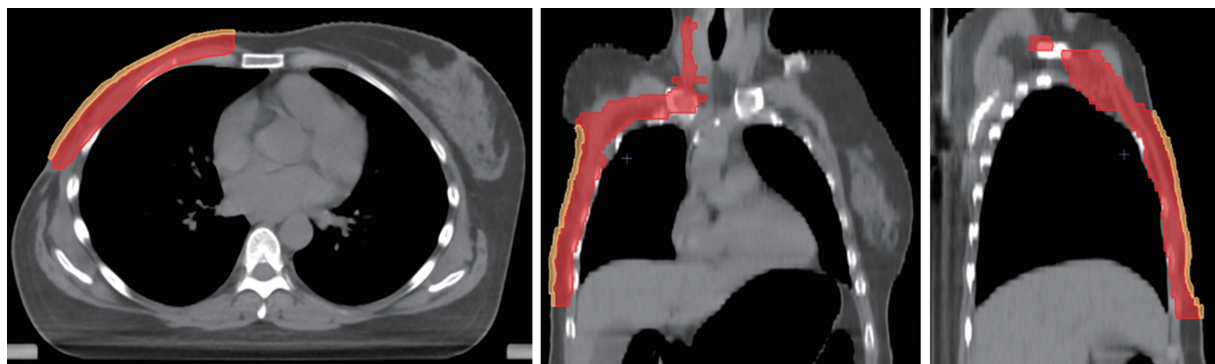


图 1 典型患者横断面、冠状面、矢状面靶区分布图(红色区域为 PTV, 橘黄色区域为浅表区域)

1.2.3 计划设计

Monaco 5.11 计划系统采用蒙特卡洛算法,两组计划均选用 6MV X 射线,射野条件为一个 Beam 包括两个半弧,机架角度为逆时针方向(counter-clockwise, CCW) 60° ~ 180°,准直器角度为 0°。构建 PTV_{0.5}:在 PTV₀ 的基础上向皮肤外扩 5 mm(即超出皮肤 5 mm)。其中 VMATsm 计划组 PTV_{0.5} 优化函数勾选 Surface margin,VMAT 计划组 PTV₀ 优化函数不勾选 Surface margin。处方剂量 50 Gy/25 f,两组计划均以处方剂量覆盖 95%PTV(即收至皮肤下 3 mm 的靶区)体积进行归一。

Monaco 计划系统 Surface margin 值为 0~10 mm,其功能是将靶区函数作用区域往皮肤方向回缩 0~10 mm。本文 Surface margin 值设置为 3 mm,VMATsm 计划组将靶区向皮肤外扩 5 mm 构建 PTV_{0.5}(即图 2 黄色区域),然后勾选 Surface margin,则靶区函数作用范围为图 2 所示棕色区域。

1.2.4 剂量参数

比较两组计划的等剂量曲线分布和剂量体积直方图(dose volume histogram, DVH)。记录 PTV 98%、50%、2%靶区体积对应剂量(分别为 D₉₈、D₅₀、D₂),计算剂量均匀性指数(homogeneity index, HI)=(D₂-D₉₈)/D₅₀,HI 值越接近 0 均匀性越好。计算适形度指数(conformal index, CI),CI 值越接近 1,表明靶区适形度越高^[5]。记录危及器官剂量,包括右肺 V₅、V₁₀、V₂₀ 和平均剂量(D_{mean}),左肺 D_{mean},心脏 D_{mean},甲状腺 V₃₀ 和 D_{mean},肝脏 V₅ 和 D_{mean},脊髓量表剂量(D_{max}),气管 D_{max},食管 D_{max},臂丛神经 D_{max}。CI

$$CI = \frac{V_{PTV_t}}{V_{PTV}} \cdot \frac{V_t}{V_{PTV_t}}$$

其中, V_{PTV_t} 为处方剂量覆盖靶区的体积, V_{PTV} 为靶区体积, V_t 为处方剂量的体积。

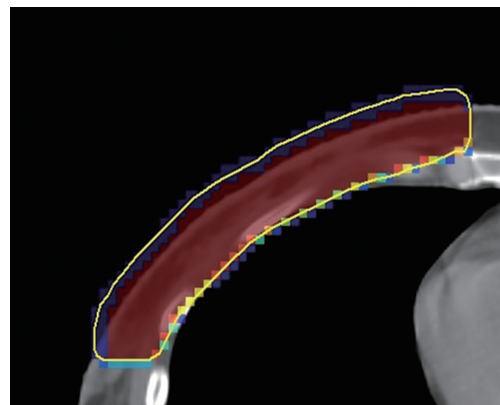
1.3 统计学处理

采用 SPSS statistics 22.0 统计软件对两种计划的各剂量学参数及机器跳数进行分析。样本符合正态分布后进行配对 t 检验,以 P<0.05 为差异有统计学意义。

2 结果

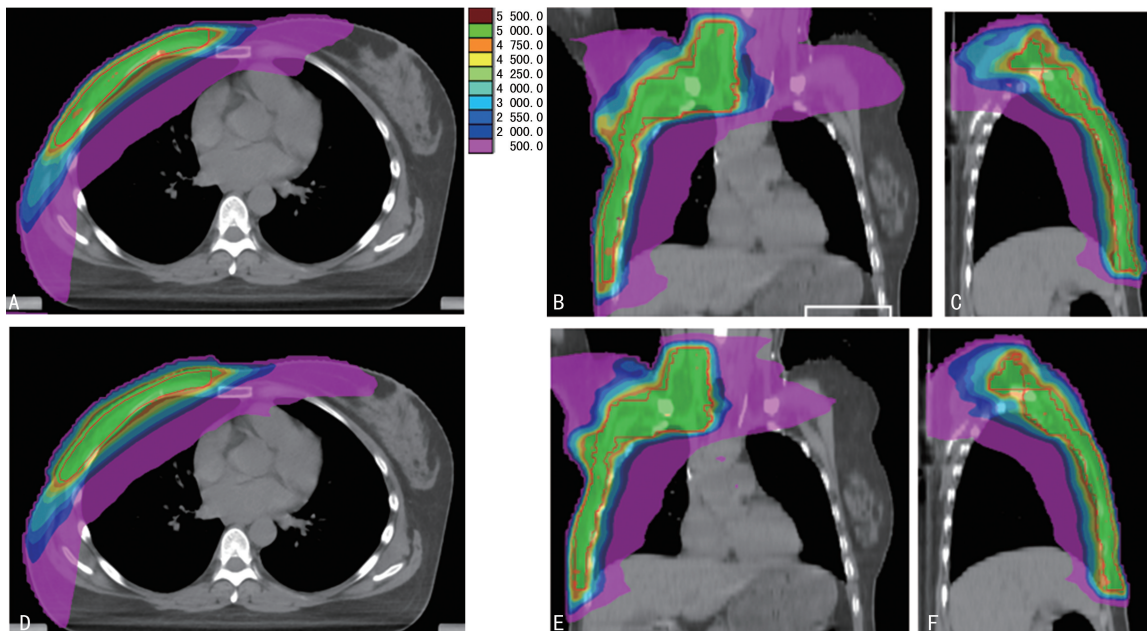
2.1 剂量曲线分布和 DVH

VMAT 与 VMATsm 计划的等剂量分布见图 3, VMAT 与 VMATsm 计划处方剂量分布见图 4,两组计划浅表区域 Surface(皮下 3 mm)有明显差异。VMAT 与 VMATsm 计划的 DVH 见图 5,两组计划危及器官受量无明显差异,仅浅表区域 Surface(见图中蓝色箭头) VMATsm 计划明显高于 VMAT 计划。



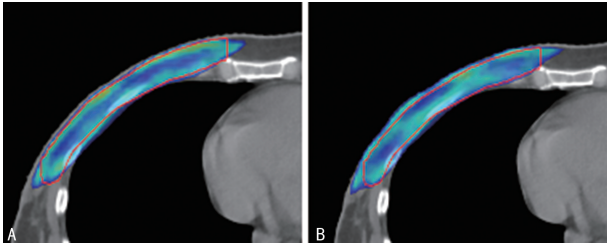
黄色区域为:PTV_{0.5};褐色区域:靶区勾选 Surface margin 后函数作用范围。

图 2 Monaco 计划系统 Surface margin 功能作用范围



A、B、C:VMAT 计划组横断面、冠状面、矢状面;D、E、F:VMATsm 计划组横断面、冠状面、矢状面。

图 3 VMAT 与 VMATsm 计划组等剂量分布图



A: VMAT 计划组; B: VMATsm 计划组。

图 4 VMAT 与 VMATsm 计划横断面处方剂量分布图

2.2 两组计划靶区剂量参数比较

对于 PTV_0 : VMATsm 计划组的 CI 大于 VMAT 计划组 ($P < 0.001$); VMATsm 计划组的 HI 小于 VMAT 计划组 ($P < 0.001$); VMATsm 计划组的 V_{50} 大于 VMAT 计划组 ($P < 0.001$), 见表 1。

表 1 靶区剂量学参数结果比较 ($\bar{x} \pm s, n = 15$)

PTV_0	VMAT 计划组	VMATsm 计划组	t	P
CI	0.74 ± 0.03	0.78 ± 0.03	-5.99	<0.001
HI	0.22 ± 0.04	0.14 ± 0.02	9.01	<0.001
$V_{50}(\%)$	88.63 ± 2.56	92.96 ± 1.29	-6.10	<0.001

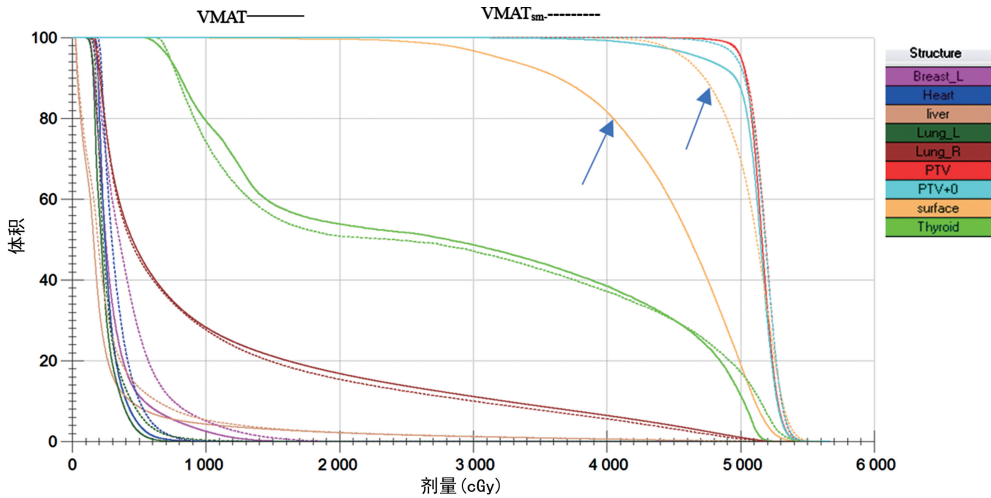


图 5 VMAT 与 VMATsm 计划 DVH

2.3 两组计划 Surface 剂量参数比较

VMATsm 计划组的 V_{45} 、 V_{50} 、 D_{95} 均大于 VMAT 计划组, 差异均有统计学意义 ($P < 0.001$), 见表 2。

表 2 浅表区域剂量学参数比较结果 ($\bar{x} \pm s, n = 15$)

Surface	VMAT 计划组	VMATsm 计划组	t	P
$V_{45}(\%)$	62.69 ± 12.12	94.89 ± 2.53	-11.52	<0.001
$V_{50}(\%)$	26.15 ± 12.62	66.34 ± 7.47	-15.79	<0.001
$D_{95}(\text{Gy})$	33.78 ± 3.01	45.10 ± 0.95	-15.70	<0.001

2.4 两组计划危及器官剂量参数比较

VMATsm 计划组左肺 D_{mean} 大于 VMAT 计划组 ($P = 0.004$), 其他危及器官剂量比较差异均无统计学意义 ($P > 0.05$), 见表 3。

表 3 危及器官剂量学参数比较结果 ($\bar{x} \pm s, n = 15$)

剂量参数	VMAT 计划组	VMATsm 计划组	t	P
右肺				
$V_5(\%)$	46.82 ± 3.75	46.22 ± 3.61	1.26	0.229
$V_{20}(\%)$	20.69 ± 2.84	19.97 ± 2.89	1.92	0.076
$V_{30}(\%)$	15.44 ± 2.77	14.97 ± 2.88	1.52	0.150
$D_{mean}(\text{Gy})$	12.00 ± 1.31	11.80 ± 1.34	1.57	0.140
左肺 $D_{mean}(\text{Gy})$	2.03 ± 0.30	2.25 ± 0.42	-3.52	0.004
心脏 $D_{mean}(\text{Gy})$	2.93 ± 1.38	3.03 ± 1.32	-1.10	0.290
健侧乳腺 $D_{mean}(\text{Gy})$	4.16 ± 1.31	4.48 ± 1.54	-1.65	0.122

续表 3 危及器官剂量学参数比较结果 ($\bar{x} \pm s, n = 15$)

剂量参数	VMAT 计划组	VMATsm 计划组	t	P
甲状腺				
$V_{30}(\%)$	50.61 ± 7.53	49.19 ± 8.91	1.02	0.324
$D_{mean}(\text{Gy})$	32.14 ± 3.64	31.12 ± 3.43	1.69	0.114
肝脏				
$V_5(\%)$	6.82 ± 3.11	7.26 ± 3.89	-0.92	0.372
$D_{mean}(\text{Gy})$	2.34 ± 0.88	2.41 ± 0.94	-1.21	0.250
脊髓 $D_{max}(\text{Gy})$	17.50 ± 1.21	17.76 ± 1.48	-0.92	0.372
食管 $D_{max}(\text{Gy})$	44.43 ± 8.02	44.41 ± 9.23	0.02	0.985
气管 $D_{max}(\text{Gy})$	51.86 ± 3.12	50.92 ± 5.01	1.50	0.156
右臂丛 $D_{max}(\text{Gy})$	53.65 ± 1.09	54.15 ± 0.74	-1.68	0.137

2.5 机器跳数比较

使用 Surface margin 功能后, 机器跳数略有增加。VMAT 计划组机器跳数为 $(1\ 222 \pm 130)$ MU, VMATsm 计划组机器跳数为 $(1\ 295 \pm 111)$ MU, 两组比较差异有统计学意义 ($t = -2.21, P = 0.045$)。

3 讨论

国际癌症研究机构 (International Agency for Research on cancer) 编制的 2018 年全球癌症发病率和病死率估计值, 女性中乳腺癌是发生率最高和癌症死亡的主要原因, 其发生率占有女性癌症的

24.2%，病死率占15%^[6]。随着治疗技术的不断发展，放疗在乳腺癌的治疗中占据越来越重要的地位，但仍有部分患者局部皮肤复发。WANG等^[7]对该中心121例乳腺切除术后合并胸壁复发患者分析，复发部位位于皮肤层、胸肌层、肋骨层、混合层分别占58.6% (68/116)、9.5% (11/116)、1.7% (2/116)、30.2% (35/116)。LAO等^[8]对该中心26例乳腺癌切除术后局部复发病例分析，其中只有1例复发于胸肌层，其余25例均复发于皮层或者皮下。因此，保证乳腺切除术后放疗皮肤及皮下剂量十分重要。

早期二维技术放疗时，患者采用仰卧加15°背部斜板定位，胸壁可用电子线垂野或6MV X线切线野，胸壁需要加填充物照射20~30 Gy，以提高皮肤表面剂量。如果有乳腺皮肤受侵，应提高加填充物照射剂量至40 Gy^[9]。但由于乳腺切除患者的胸壁结构有很大的个体差异，对于胸壁特别薄的患者，需要调整胸壁填充物厚度和剂量比例以更好地保护肺。三维适形与后期采用的一体化调强适形放射治疗(intensity modulated radiation therapy, IMRT)技术可以使放疗计划个体化，但依然存在照射野衔接处剂量冷热点，切线野高剂量照射过多正常组织，布野过程复杂，治疗时间长等问题^[10-11]。为了保证充足的皮肤剂量，仍需要在治疗次数中的前3/5加填充物。乳腺癌根治术后的放疗靶区是为沿胸壁分布的不规则形状，目前使用的填充物很难做到与皮肤很好地敷贴。孔栋等^[12]在相关研究中报道，对于1 cm厚的Bolus，空腔面积为2 cm×2 cm时，其厚度小于5 mm，对剂量精度影响在2%左右，空腔厚度进一步增加，计划系统会过高评估浅表剂量。计划制订时，对于治疗子野面积较小的空腔，若其厚度大于或等于5 mm应适当提高空腔下浅表剂量；若空腔面积较治疗子野过大或空腔厚度过大，则需重新定位。刘婷婷等^[13]通过对比不同空腔大小对乳腺癌根治术后IMRT剂量影响发现，空腔大于10 mm计划与空腔大于5 mm计划在空腔附近靶区聚集不等范围的高剂量区及近皮肤剂量不足区，且10 mm计划较5 mm计划更严重。且对于放疗患者，每天填充物的位置及空腔位置的变化都会增加剂量的不确定性。

由于光子束建成区的存在，浅表剂量的提高存在巨大挑战。LIM-REINDERS等^[14]研究发现，对于3、5、7和9野IMRT计划，表面剂量大约是处方剂量的一半，且表面剂量大小也取决于患者的个体解剖。SHIAU等^[15]通过比较2野适形放疗(2F CRT)计划和4F IMRT发现，2F CRT计划在正中和横向切入区域有大约3 mm的剂量累积，表面剂量约为处方剂量的52%；4F IMRT计划大部分PTV区域在大于1 mm深度的剂量为处方剂量的94%，平均表面剂量约为处方剂量的65%。

本文中乳腺癌患者均采用体板加体膜进行体位

固定，不加组织填充物。采用Monaco计划系统提供的Surface margin功能，将函数的作用范围覆盖皮下，计算得到的VMATsm计划浅表剂量明显提高。此外，在两种计划均满足临床要求前提下对处方剂量覆盖95%靶区体积进行归一，两组计划的危及器官剂量除对侧肺以外均无统计学差异，且均能达到同期其他机构水平^[16-17]。而VMAT计划、VMATsm计划左肺 D_{mean} 和机器跳数虽然有统计学差异，但二者均数差别很小，在临床治疗中意义不大。本文中Monaco计划系统采用Monte Carlo算法，VMATsm计划浅表剂量可以达到处方剂量的90%。曹瑛^[18]用胶片外推法、Monte Carlo模拟及不同算法对比不同入射角度时浅表剂量，结果显示各种算法会不同程度的高估或者低估皮肤剂量，最大可达到20%。由于设备限制未能在模体上对计划的浅表区域剂量进行验证，也未能在临床治疗计划中应用来观察患者的皮肤反应和远期的皮肤复发情况。若能在模体或者患者皮肤表面进行剂量验证，将会为临床提供更有意义的指导。

综上所述，在乳腺癌根治术后放疗的旋转调强计划中，可以采用Monaco计划系统的Surface margin功能来提高胸壁区浅表剂量，且靶区适形度和均匀性都有提高。除机器跳数略高及对侧肺 D_{mean} 略有增加，其他危及器官剂量均无统计学差异。

参考文献

- [1] EBCTCG (Early Breast Cancer Trialists' Collaborative Group), MCGALE P, TAYLOR C, et al. Effect of radiotherapy after mastectomy and axillary surgery on 10-year recurrence and 20-year breast cancer mortality: meta-analysis of individual patient data for 8135 women in 22 randomised trials[J]. *Lancet*, 2014, 383(9935): 2127-2135.
- [2] 李明, 王淑莲, 房辉, 等. 早期中危乳腺癌根治术后局部区域复发风险分层和放疗选择的研究[J]. *中华肿瘤杂志*, 2017, 39(11): 841-849.
- [3] HAFETY B G, MCCALL L M, BALLMAN K V, et al. Impact of radiation on locoregional control in women with Node-Positive breast cancer treated with neoadjuvant chemotherapy and axillary lymph node dissection: results from ACOSOG Z1071 clinical trial[J]. *Int J Radiat Oncol Biol Phys*, 2019, 105(1): 174-182.
- [4] 孔栋, 孔旭东, 惠琳, 等. 补偿膜下空腔对放疗计划系统计算浅层剂量的影响[J]. *肿瘤预防与治疗*, 2021, 34(1): 64-69.
- [5] HODAPP N. The ICRU report 83: prescribing, re-

- cording and reporting photon-beam intensity-modulated radiation therapy (IMRT)[J]. *Strahlenther Onkol*, 2012, 188(1): 97-99.
- [6] BRAY F, FERLAY J, SOERJOMATARAM I, et al. Global cancer statistics 2018; GLOBOCAN estimates of incidence and mortality worldwide for 36 cancers in 185 countries[J]. *CA Cancer J Clin*, 2018, 68(6): 394-424.
- [7] WANG L W, LI L, ZHANG H Y, et al. Patterns of chest wall recurrence and suggestions on the clinical target volume of breast cancer: a retrospective analysis of 121 postmastectomy patients[J]. *Cancer Manag Res*, 2020, 12: 5909-5918.
- [8] LAO N, BRACKSTONE M, FORMENTI S C, et al. Redefining postmastectomy radiation contouring in the era of immediate breast Reconstruction: an accurate assessment of local recurrence risk[J]. *Clin Transl Radiat Oncol*, 2021, 29: 33-39.
- [9] 李晔雄. 肿瘤放射治疗学[M]. 5 版. 北京: 中国协和医科大学出版社, 2018: 1086.
- [10] 邓威, 徐细明, 周静. 两种不同的射野方式对乳腺癌调强计划剂量学的影响[J]. *中国医学装备*, 2019, 16(4): 24-28.
- [11] 苗俊杰, 徐英杰, 翟医蕊, 等. 乳腺癌改良根治术后三种放疗技术的剂量学对比研究[J]. *中华放射肿瘤学杂志*, 2021, 30(9): 924-929.
- [12] 孔栋, 魏贤顶, 惠琳, 等. Bolus 下空腔对各向异性分析算法计算精度影响[J]. *中国辐射卫生*, 2021, 30(1): 94-98.
- [13] 刘婷婷, 刘锐锋, 欧阳水根, 等. 硅胶产生的空腔对乳腺癌根治术后调强放射治疗的剂量学影响[J]. *辐射研究与辐射工艺学报*, 2020, 38(3): 41-47.
- [14] LIM-REINDERS S, Keller B M, Sahgal A, et al. Measurement of surface dose in an MR-Linac with optically stimulated luminescence dosimeters for IMRT beam geometries[J]. *Med Phys*, 2020, 47(7): 3133-3142.
- [15] SHIAU A C, CHIU M C, CHEN T H, et al. Surface and superficial dose dosimetric verification for postmastectomy radiotherapy[J]. *Med Dosim*, 2012, 37(4): 417-424.
- [16] 巩汉顺, 解传滨, 孟玲玲, 等. Auto-planning 在乳腺癌根治术后 A-VMAT 中的优化性能评估及临床应用[J]. *中国医疗设备*, 2021, 36(4): 108-112.
- [17] 李霞, 余行, 王磊, 等. 乳腺癌容积调强放疗皮肤通量外扩的方法及其有效性评估[J]. *川北医学院学报*, 2021, 36(7): 836-841.
- [18] 曹瑛. 乳腺癌根治术后胸壁调强放疗的浅表剂量研究[D]. 衡阳: 南华大学, 2016: 1-59.

(收稿日期: 2021-10-07 修回日期: 2022-02-25)

(上接第 1845 页)

- 养支持治疗减轻晚期食管癌患者化疗不良反应[J]. *北京大学学报(医学版)*, 2020, 52(2): 261-268.
- [8] CHEN F, FANG J, WANG H, et al. Effects of nutritional support on short-term clinical outcomes and immune response in unresectable locally advanced oesophageal squamous cell carcinoma[J]. *Eur J Cancer Care (Engl)*, 2018, 27(2): e12818.
- [9] 于冬妮, 鲜彤章, 王丽娟, 等. 北京市城区 858 例中老年体检人群体成分和静息代谢率分析[J]. *中华流行病学杂志*, 2018, 39(5): 686-688.
- [10] 石汉平, 于恺英, 丛明华, 等. 恶性肿瘤营养不良的特征[J/CD]. *肿瘤代谢与营养电子杂志*, 2020, 7(3): 276-282.
- [11] 陈丽君, 廖欣, 喻金龙, 等. 消化道恶性肿瘤住院患者的能量消耗研究[J/CD]. *肿瘤代谢与营养电子杂志*, 2020, 7(4): 455-459.
- [12] 黎娜, 刘洁, 林欣, 等. 鼻咽癌住院患者营养状况及与 PG-SGA 评分相关性研究[J/CD]. *肿瘤代谢与营养电子杂志*, 2019, 6(2): 200-205.
- [13] 邵剑, 赵绮华, 周行, 等. 基于 PG-SGA 的营养干预在胃恶性肿瘤患者中的评价及效果[J/CD]. *肿瘤代谢与营养电子杂志*, 2019, 6(4): 472-476.
- [14] NITICHAI N, ANGKATAVANICH J, SOM-LAW N, et al. Validation of the scored Patient-Generated subjective global assessment (PG-SGA) in Thai setting and association with nutritional parameters in cancer patients[J]. *Asian Pac J Cancer Prev*, 2019, 20(4): 1249-1255.
- [15] ARENDS J, BACHMANN P, BARACOS V, et al. ESPEN guidelines on nutrition in cancer patients[J]. *Clin Nutr*, 2017, 36(1): 11-48.

(收稿日期: 2021-08-11 修回日期: 2022-02-20)