

· 临床研究 · doi:10.3969/j.issn.1671-8348.2024.08.016

网络首发 [https://link.cnki.net/urlid/50.1097.R.20240321.1117.003\(2024-03-21\)](https://link.cnki.net/urlid/50.1097.R.20240321.1117.003(2024-03-21))

子野数限值对左乳腺癌根治术后调强放疗计划的剂量学影响*

刘 映,张惠玲,阳 萍,饶 岚

(资阳市第一人民医院肿瘤中心,四川资阳 641300)

[摘要] **目的** 探讨子野数限值对左乳腺癌根治术后调强放疗(IMRT)计划的剂量学影响,以寻求最优的子野数限值。**方法** 回顾性分析 2022 年 3 月 1 日至 2023 年 3 月 31 日该院收治的 30 例左乳腺癌根治术后放疗患者的临床资料,所有患者均使用 Oncentra 4.3 计划系统设计 5 种 IMRT 计划,子野数限值分别为 15、25、35、45、55(所有 IMRT 计划根据子野数限值命名,其余优化参数和目标函数相同),统计 5 种计划的计划靶体积(PTV)剂量学参数、危及器官(OAR)受量和机器跳数并比较分析。**结果** 不同子野数限值 IMRT 计划的 PTV $D_{2\%}$ ($F=104.439, P<0.05$)、 $D_{98\%}$ ($F=20.748, P<0.05$)、 D_{mean} ($F=89.578, P<0.05$)、均匀度(HI, $F=101.794, P<0.05$)和适形指数(CI, $F=26.453, P<0.05$)均有明显差异,左肱骨头 V_{50} ($F=76.991, P<0.05$)有明显差异,其余 OAR 无明显差异($P>0.05$)。plan₃₅ 的 PTV $D_{2\%}$ 、 $D_{98\%}$ 、 D_{mean} 、CI 和 HI 值均优于 plan₁₅ 和 plan₂₅, 差异有统计学意义($P<0.05$)。与 plan₃₅ 相比,plan₄₅ 和 plan₅₅ 的 PTV $D_{98\%}$ 和 CI 值无明显差异($P>0.05$); PTV $D_{2\%}$ 、 D_{mean} 和 HI 值更低,差异有统计学意义($P<0.05$)。plan₁₅ 和 plan₂₅ 的左肱骨头 V_{50} 偏高,不能满足临床要求,plan₃₅、plan₄₅ 和 plan₅₅ 均能较好地保护 OAR,且 OAR 受量之间无明显差异($P>0.05$)。plan₃₅ 的机器跳数低于 plan₄₅ 和 plan₅₅, 差异有统计学意义($P<0.05$)。**结论** 子野数限值为 35 时,PTV 剂量分布和 OAR 受量满足临床剂量学要求,同时机器跳数更低,可作为左侧乳腺癌根治术后 IMRT 计划设计的参考值。

[关键词] 调强放疗;子野数限值;乳腺癌;剂量学

[中图分类号] R737.9

[文献标识码] A

[文章编号] 1671-8348(2024)08-1204-05

Effect of limiting value of subfield number on dosimetry of intensity-modulated radiotherapeutic plan for left-breast radical mastectomy*

LIU Ying, ZHANG Huiling, YANG Ping, RAO Lan

(Oncology Center, Ziyang Municipal First People's Hospital, Ziyang, Sichuan 641300, China)

[Abstract] **Objective** To investigate the effect of the limiting value of subfield number on the dosimetry of intensity-modulated radiotherapy (IMRT) plan for left-breast radical mastectomy in order to seek the optimal limiting value of subfield number. **Methods** The clinical data of 30 patients with left-breast radical mastectomy in this hospital from March 1, 2022 to March 31, 2023 were retrospectively analyzed. All patients used the Oncentra 4.3 planning system to design 5 kinds of IMRT plans, and the limiting values of subfield number were 15, 25, 35, 45 and 55 respectively (all IMRT plans were named according to the subfield number limiting value, the other optimization parameters and objective function were the same), planning target volume (PTV) dosimetric parameters, organ at risk (OAR) receiving dosage and monitor units were statistically analyzed and compared. **Results** The PTV $D_{2\%}$ ($F=104.439, P<0.05$), $D_{98\%}$ ($F=20.748, P<0.05$), D_{mean} ($F=89.578, P<0.05$), homogeneity index (HI, $F=101.794, P<0.05$) and conformity index (CI, $F=26.453, P<0.05$) among different subfields number limiting values of IMRT had statistical differences, the left side humeral head V_{50} ($F=76.991, P<0.05$) had significant difference and the other OAR had no significant difference ($P>0.05$). The PTV $D_{2\%}$, $D_{98\%}$, D_{mean} , CI and HI values of plan₃₅ were significantly superior to those of plan₁₅ and plan₂₅, and the differences were statistically significant ($P<0.05$). Compared with plan₃₅, there were no statistically significant difference in PTV $D_{98\%}$ and CI of plan₄₅ and plan₅₅ ($P>0.05$), while the PTV $D_{2\%}$, D_{mean} and HI were lower, and the difference was statistically significant ($P<0.05$). The V_{50} of left humeral head in plan₁₅ and plan₂₅ were too high to meet the clinical request. The plan₃₅, plan₄₅ and plan₅₅ could

* 基金项目:资阳市医学科学课题项目(KY2023026)。

protect the OAR well, moreover there were no significant difference in the receiving dosage of the OAR ($P > 0.05$). The monitor units of plan₃₅ was lower than that of plan₄₅ and plan₅₅, and the difference was statistically significant ($P < 0.05$). **Conclusion** When the limiting value of subfield number is 35, the dose distribution of PTV and OAR receiving dosage meet the clinical dosimetric requirements, meanwhile the monitor units is lower, which can be used as a reference value for the IMPT plan design for left-breast cancer radical mastectomy.

[Key words] intensity-modulated radiation therapy; limiting value of subfield number; breast cancer; dosimetry

乳腺癌是全球最常见的恶性肿瘤之一,发病率位居女性恶性肿瘤的第一位^[1-2]。放射治疗(简称放疗)是乳腺癌综合治疗的重要组成部分^[3]。对于乳腺癌根治术后的患者,通过放疗可以降低肿瘤的局部复发率,提高患者生存率。目前,乳腺癌治疗的常用放疗技术有三维适形放疗(three-dimensional conformal radiotherapy, 3D-CRT)、调强放疗(intensity modulated radiation therapy, IMRT)、容积旋转调强放疗(volumetric modulated arc therapy, VMAT)等^[4-5]。3D-CRT 技术计划靶体积(planning target volume, PTV)均匀性和适形度较差;IMRT 可以改善靶区的剂量分布,同时正常组织的受量更低,是乳腺癌根治术后放疗最常用的技术^[6-8]。IMRT 利用多叶准直器(multi-leave collimators, MLC)形成若干子野,通过不同子野权重的优化完成治疗计划。在 IMRT 计划设计中,优化参数如最大子野个数、子野最小面积、子野最小跳数、优化方式等,都会影响优化结果^[9-13],而这些参数大多是放疗医师根据经验设置。因此,有必要探究这些参数对 IMRT 计划设计结果的影响。本研究通过比较不同子野数对左侧乳腺癌根治术后 IMRT 计划的影响,寻求适宜的子野数限值,为临床计划设计提供参考。

1 资料与方法

1.1 一般资料

通过系统抽样法随机选取 2022 年 3 月 1 日至 2023 年 3 月 31 日资阳市第一人民医院收治的 30 例左乳腺癌根治术后放疗患者的临床资料进行回顾性研究,30 例均为女性,年龄 38~69 岁,中位年龄 54 岁。所有患者均经医学影像学 and 病理学检查确诊为乳腺癌;均已行左乳腺癌改良根治术,术后需对胸壁、腋窝及锁骨上下等区域进行放疗^[14];无放疗禁忌证,在放疗前均签署知情同意书。

1.2 方法

1.2.1 体位固定及扫描

所有患者均选用仰卧位,双手上举放于头顶,热塑体膜固定^[15]。在胸壁手术疤痕、引流口及对侧乳腺褶皱下 2 cm 处用铅丝、铅点标记,并在胸壁处、皮肤和热塑膜之间放置 0.5 cm 厚的补偿膜覆盖胸壁放疗区域^[16],以改善胸壁处皮肤的剂量覆盖。采用 GE Optima CT660 64 排 128 层螺旋 CT 进行模拟扫描,

扫描范围由第 2 颈椎平面到第 4 腰椎平面,扫描层距 2.5 mm,扫描方式为增强扫描。CT 图像重建后传入 Oncentra 4.3 计划系统中进行计划设计。

1.2.2 PTV 及危及器官勾画

放疗医师参考北美肿瘤放射治疗协作组织(The Radiation Therapy Oncology Group, RTOG)乳腺癌勾画指南^[17]勾画临床靶体积(clinical target volume, CTV)及危及器官(organ at risk, OAR)。CTV 包括患侧胸壁、腋窝及锁骨上下淋巴引流区等。考虑到摆位误差和器官运动,计划靶体积(PTV)为在 CTV 基础上三维方向外扩 0.5 cm 后,再内收至皮下 0.3 cm。OAR 包括患侧肺、对侧乳腺、心脏、脊髓,脊髓外扩 0.5 cm 得到脊髓计划危及器官体积(planning risk volume, PRV)等。所有 PTV 及 OAR 均由经验丰富的放疗医师勾画,并由高年资放疗医师审核确认后执行。

1.2.3 放疗计划设计

所有患者处方剂量为总剂量 50 Gy/分次剂量 2 Gy/处方天数 25 天,频率为 5 次/周,要求至少 95% 的 CTV 达到处方剂量。计划设计均在 Oncentra 4.3 计划系统上进行,基于 Elekta Precise 加速器选用 6MV-X 射线,剂量率 600 MU/min,采用 Collapsed cone 优化算法,计算网格 0.3 cm,最小子野机器面积 4 cm²,最小子野跳数 5 MU,最大优化迭代次数 80 次。IMRT 计划均设置 6 个射野,首先根据胸壁部分 PTV 沿内外切线方向布 2 个野以保证切肺最少,再由内外切线野分别间隔 10°、20°布 2 个对照射野。将子野数限值分别设置为 15、25、35、45、55,其余优化参数和目标函数相同,每个患者生成 5 个 IMRT 计划。IMRT 计划根据子野数限值命名,如子野数 15 的 IMRT 计划命名为 plan₁₅。

1.2.4 计划评估比较

对不同子野数限值的 IMRT 计划进行归一处理,即 95% PTV 达到处方剂量进行评估。PTV 评估参数包括:最大剂量 D_{2%}(2% PTV 的受照剂量)、最小剂量 D_{98%}(98% PTV 的受照剂量)、平均剂量 D_{mean};均匀度(homogeneity index, HI);适形指数(conformal index, CI)。其中 $HI = (D_{2\%} - D_{98\%}) / D_{50\%}$, HI 值越小,PTV 剂量均匀性越好。 $CI = (VT_{ref} / VT) \times (VT_{ref} / V_{ref})$, VT_{ref} 表示处方剂量线包括的 PTV, VT 是

PTV, V_{ref} 为处方剂量线覆盖的实际体积, CI 取值 0~1, 越接近 1, PTV 适形度越好。OAR 受量参数: 左肺 V_5 、 V_{20} 、 V_{30} (5、20、30 Gy 等剂量线所包绕的体积分数), 平均剂量 D_{mean} ; 心脏 V_{10} 、 V_{20} 、 D_{mean} ; 右乳 D_{mean} ; 左肱骨头 V_{50} ; 脊髓 PRV 最大剂量 D_{max} 。

乳腺癌 IMRT 计划中子野数根据以往经验设置为 35, 因此除了对所有计划做多组间比较外, 其余 4 种计划均分别与 $plan_{35}$ 参考计划做两两组间比较。

1.3 统计学处理

使用 SPSS 20.0 软件对所有数据进行统计学分析, 所有数据由 Shapiro-Wilk 检验法行正态分布检验, 正态分布计量资料用 $\bar{x} \pm s$ 表示, 多组间数据比较和两两组间比较分别采用单因素 ANOVA 分析和 t 检验, $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 PTV 剂量

5 种不同子野数限值的 IMRT 计划中 PTV 的剂量学参数见表 1。随着子野数限值增大, PTV $D_{2\%}$ 减小, $D_{98\%}$ 增大, D_{mean} 减小, 差异有统计学意义 ($P <$

0.05)。HI 值随着子野数增多而减小, CI 值随着子野数增多而增大, 差异有统计学意义 ($P < 0.05$)。组间分析, 与 $plan_{35}$ 相比, $plan_{15}$ 和 $plan_{25}$ 的 PTV $D_{2\%}$ 、 D_{mean} 、HI 值较高, $D_{98\%}$ 、CI 值较低, 差异均有统计学意义 ($P < 0.05$)。与 $plan_{35}$ 相比, $plan_{45}$ 和 $plan_{55}$ 的 PTV $D_{2\%}$ 、 D_{mean} 和 HI 值较低, $plan_{55}$ 的 PTV $D_{98\%}$ 较高, 差异有统计学意义 ($P < 0.05$)。

2.2 OAR 剂量

5 种不同子野数限值 IMRT 计划中 OAR 的剂量学参数见表 2。随着子野数限值的增多, 左肺 V_5 、 V_{20} 、 V_{30} 、 D_{mean} , 心脏 V_{10} 、 V_{20} 、 D_{mean} , 右乳 D_{mean} 、脊髓 PRV D_{max} 都呈减小的趋势, 但差异均无统计学意义 ($P > 0.05$)。而随着子野数增多, 左肱骨头 V_{50} 明显降低, 差异有统计学意义 ($P < 0.05$)。组间分析, 与 $plan_{35}$ 相比, $plan_{15}$ 、 $plan_{25}$ 的左肱骨头 V_{50} 较高, $plan_{55}$ 的左肱骨头 V_{50} 较低, 差异有统计学意义 ($P < 0.05$)。其余 OAR 受量 $plan_{15}$ 、 $plan_{25}$ 、 $plan_{45}$ 、 $plan_{55}$ 与 $plan_{35}$ 相比, 差异均无统计学意义 ($P > 0.05$)。

表 1 不同子野数限值 IMRT 计划的 PTV 剂量学参数比较 ($\bar{x} \pm s$)

项目	$plan_{15}$	$plan_{25}$	$plan_{35}$	$plan_{45}$	$plan_{55}$	F	P
$D_{2\%}$ (cGy)	5 574±63 ^a	5 448±45 ^a	5 390±33	5 358±29 ^a	5349±34 ^a	104.439	<0.001
$D_{98\%}$ (cGy)	4 876±33 ^a	4 900±26 ^a	4 917±21	4 921±22	4 931±17 ^a	20.748	<0.001
D_{mean} (cGy)	5 315±42 ^a	5 245±30 ^a	5 209±28	5 189±22 ^a	5 181±23 ^a	89.578	<0.001
HI	0.131±0.014 ^a	0.104±0.012 ^a	0.091±0.009	0.084±0.008 ^a	0.081±0.009 ^a	101.794	<0.001
CI	0.584±0.040 ^a	0.629±0.035 ^a	0.657±0.035	0.669±0.037	0.675±0.041	26.453	<0.001

^a: $P < 0.05$, 与 $plan_{35}$ 比较。

表 2 不同子野数限值 IMRT 计划的 OAR 剂量学参数比较 ($\bar{x} \pm s$)

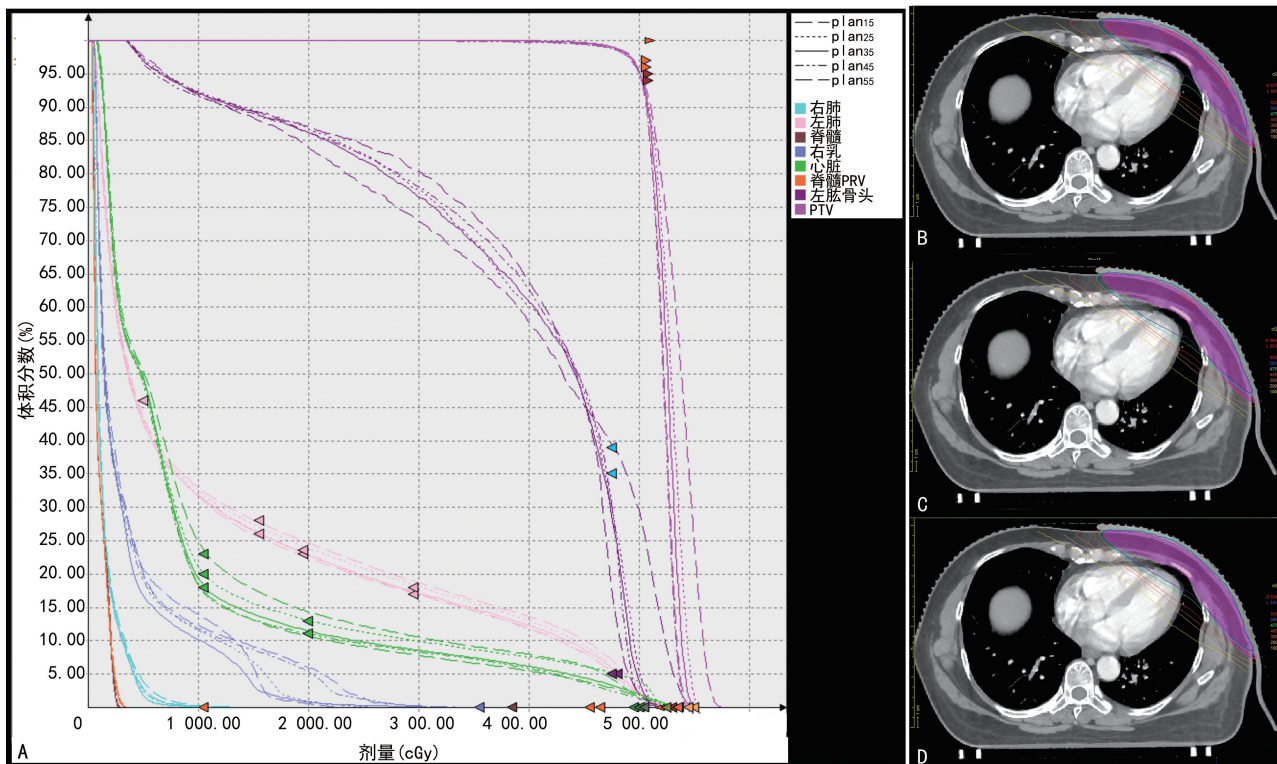
项目	$plan_{15}$	$plan_{25}$	$plan_{35}$	$plan_{45}$	$plan_{55}$	F	P
左肺							
V_5 (%)	40.33±5.19	39.50±5.16	38.58±4.49	38.03±4.69	37.79±4.49	1.689	0.146
V_{20} (%)	20.81±3.73	19.92±3.75	19.32±3.71	18.86±3.84	18.66±3.68	1.456	0.219
V_{30} (%)	15.15±3.48	14.60±3.49	14.15±3.43	13.80±3.50	13.52±3.45	0.934	0.446
D_{mean} (cGy)	1 107±170	1 074±169	1 044±160	1 020±165	1 004±160	1.701	0.154
心脏							
V_{10} (%)	20.47±6.07	19.12±5.69	17.82±5.62	17.13±5.27	16.67±5.24	2.081	0.087
V_{20} (%)	11.41±4.64	10.52±4.11	9.80±3.88	9.46±3.74	9.08±3.70	1.422	0.230
D_{mean} (cGy)	785±213	746±200	707±189	682±179	661±181	1.800	0.133
右乳							
D_{mean} (cGy)	322±137	300±130	276±124	267±115	249±113	1.870	0.124
左肱骨头							
V_{50} (%)	19.87±9.20 ^a	7.27±3.76 ^a	1.81±0.73	1.52±0.64	1.01±0.59 ^a	76.991	<0.001
脊髓 PRV							
D_{max} (cGy)	633±358	591±339	559±318	539±299	508±268	0.621	0.648

^a: $P < 0.05$, 与 $plan_{35}$ 比较。

2.3 剂量体积直方图及 PTV 剂量分布图

同一患者不同计划的剂量体积直方图(DVH)及 PTV 剂量分布图比较,见图 1。与 plan₃₅ 相比,plan₁₅ 和 plan₂₅ 的 PTV 热点和冷点明显增多,PTV 剂量下降趋势更陡峭,剂量分布均匀性更佳;PTV 外剂量梯

度下降更快,正常组织受量更低;在 OAR 评估上,左肱骨头 V₅₀ 明显高于其他 3 种计划,左肺、心脏、右乳的剂量体积参数略高于其他 3 种计划,但差异较小。而 plan₃₅ 与 plan₄₅、plan₅₅ 在 PTV 和 OAR 剂量分布上的差异都相对较小。



A:不同计划的 DVH 比较;B~D:plan₁₅、plan₂₅、plan₃₅ 的剂量分布图;蓝色线条(B~D):50 Gy 处方剂量线。

图 1 同一患者不同计划的剂量体积直方图和剂量分布图

2.4 机器跳数

随着子野数限值的增大,机器跳数的平均值增大,plan₁₅、plan₂₅、plan₃₅、plan₄₅、plan₅₅ 对应的机器跳数分别为 369±37、431±47、492±57、554±54、573±60,差异有统计学意义($F=73.170, P<0.001$);两两比较显示,plan₁₅ 和 plan₂₅ 的机器跳数小于 plan₃₅, plan₄₅ 和 plan₅₅ 的机器跳数大于 plan₃₅,差异有统计学意义($P<0.05$)。

3 讨论

IMRT 是乳腺癌根治术后放疗最常用的技术,在提高 PTV 剂量均匀性的同时,可降低周围正常组织尤其是肺和心脏等关键 OAR 的受量^[18-20]。在 IMRT 计划设计中,射野数目、子野数限值、子野最小面积、子野最小跳数等优化参数,都会影响计划优化结果,其中子野数限值的选择会直接影响 PTV 的剂量分布和 OAR 的受量^[9-13,21]。既往有学者在子野数对脑转移瘤、食管癌、鼻咽癌、宫颈癌等肿瘤的 IMRT 计划的剂量学影响进行了相关研究^[22-26]发现,设置的子野数越多,PTV 的适形性、均匀性更好,OAR 的受量更低,但同时机器跳数增加,治疗时间变长。而随着子野数限值继续增大,PTV 和 OAR 的剂量学参数并未

变得更优。此外,由于不同肿瘤病种 PTV 的勾画不同,PTV 的复杂程度不同,IMRT 适宜的子野数限值选择也有很大差异。本研究探讨子野数限值对左乳腺癌根治术后 IMRT 计划的影响,为临床计划设计提供参考和借鉴。

本研究中,随着子野数限值增大,PTV 的最大剂量、均匀剂量明显降低,最小剂量增大,均匀性、适形性越好,差异具有统计学意义。这与张瑞英等^[23]和王琳婧等^[27]的研究结果相似。随着子野数增多,PTV 的剂量学差异逐渐减小,其中 plan₄₅ 和 plan₅₅ 的 CI 值与 plan₃₅ 比较差异无统计学意义。分析 PTV 出现上述剂量学差异的原因,可能是子野数限值过小时,影响了子野分割方式,PTV 剂量学参数不能达到处方要求,经归一化处理后 PTV 剂量热点增多,CI 和 HI 也因此变差。而当子野数限值足够大时,在其他优化参数和目标函数不变的前提下,若已经存在一种趋于最优的子野分割方式满足剂量学要求,当子野数限值继续增大,则不会形成更优的子野分割方式来实现剂量学优化。

本研究在 OAR 的受照剂量和体积方面,随着子野数限值增大,左肺、心脏、右乳、脊髓的受照剂量和

体积略有减小,但差异均无统计学意义;而左肱骨头 V_{50} 明显降低,差异有统计学意义。 $plan_{15}$ 和 $plan_{25}$ 的左肱骨头 V_{50} 偏高,不能满足临床要求。这与陈颖等^[11]和林涛等^[26]在子野数对宫颈癌调强放疗剂量影响的研究结果较为相符,考虑是由于 5 种计划虽然子野数限值不同,但射野角度相同、其余优化参数和目标函数设置相同,当子野数限值过小不能满足剂量分布要求,计划优化时则会倾向满足目标函数权重设置更大的限制条件。本研究中左肺、心脏等的相关目标函数权重较大,而肱骨头的目标函数权重相对较小,所以 $plan_{15}$ 和 $plan_{25}$ 的左肱骨头 V_{50} 明显高于 $plan_{35}$,差异有统计学意义。

本研究中机器跳数随着子野数限值增大明显增加,差异具有统计学意义。机器跳数的增加会导致患者的治疗时间延长,使治疗依从性下降,并且影响机器使用效率。所以需要在保证剂量学要求的同时尽可能减少子野数,提高治疗效率。

综上所述,在左乳腺癌根治术后 IMRT 计划设计中,子野数限值为 35 的放疗计划在 PTV 剂量分布、OAR 保护和机器跳数方面达到平衡,可以作为这类计划设计的参考值。但需要指出的是,在具体应用时还应综合考虑 PTV 的体积大小和分布情况,适当减少或增加子野数限值。后续研究将扩大研究样本量,以针对乳腺癌术后患者个体化差异,选择最适宜的子野数限值用于 IMRT 计划设计。

参考文献

- [1] SIEGEL R L, MILLER K D, FUCHS H E, et al. Cancer statistics, 2022[J]. CA Cancer J Clin, 2022, 72(1): 7-33.
- [2] 商木岩, 郭帅, 张强, 等. 中国乳腺癌筛查现状[J]. 实用癌症杂志, 2020, 35(11): 1911-1914.
- [3] CHANG J S, CHANG J H, 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.
- [4] 中国抗癌协会乳腺癌专业委员会. 中国抗癌协会乳腺癌诊治指南与规范(2021 年版)[J]. 中国癌症杂志, 2021, 31(10): 954-1040.
- [5] JAGSI R, MORAN J, MARSH R, et al. Evaluation of four techniques using intensity-modulated radiation therapy for comprehensive locoregional irradiation of breast cancer[J]. Int J Radiat Oncol Biol Phys, 2010, 78(5): 1594-1603.
- [6] 王君辉, 刘福友, 葛彬彬, 等. 不同射野方式在左乳腺癌术后放射治疗中的剂量学研究[J]. 生物医学工程与临床, 2022, 26(6): 733-737.
- [7] BAI X, LIU Z, ZHANG J, et al. Comparing of two dimensional and three dimensional fully convolutional networks for radiotherapy dose prediction in left-sided breast cancer[J]. Sci Prog, 2021, 104(3): 368504211038162.
- [8] 刘礼东, 李军烽, 钟美佐, 等. CRT+IMRT 混合调强与 IMRT 技术在乳腺癌放疗计划的剂量学比较研究[J]. 重庆医学, 2023, 52(9): 1281-1286.
- [9] 王锐濠, 张书旭, 谭剑明, 等. 最小机器跳数对非小细胞肺癌调强放疗计划设计的影响[J]. 中国医学物理学杂志, 2016, 33(11): 1092-1096.
- [10] 刘娜, 张明军, 吴翠娥, 等. 基于 Monaco 计划系统的最小子野面积设置值对宫颈癌调强放疗计划的影响[J]. 安徽医科大学学报, 2022, 57(5): 811-815.
- [11] 陈颖, 马修敏, 刘茹佳, 等. 子野个数限值对宫颈癌固定野调强放疗计划的影响[J]. 现代肿瘤医学, 2022, 30(19): 3560-3565.
- [12] 唐华南, 王磊, 傅玉川, 等. 非均整模式与均整模式下乳腺癌保乳术后调强放疗的剂量学研究[J]. 中国医疗设备, 2023, 38(3): 45-50.
- [13] MITTAUER K, LU B, YAN G, et al. A study of IMRT planning parameters on planning efficiency, delivery efficiency, and plan quality[J]. Med Phys, 2013, 40(6): 061704.
- [14] 乳腺癌诊疗指南(2022 年版)[J]. 中国合理用药探索, 2022, 19(10): 1-26.
- [15] 梁骞甫. 乳腺癌改良根治术后调强放疗中不同体位固定方式的剂量学对比研究[D]. 南宁: 广西医科大学, 2017.
- [16] 杨玉刚, 尚革, 许林, 等. 不同厚度补偿膜对乳腺癌放疗计划剂量的影响[J]. 中国医疗设备, 2022, 37(4): 74-77.
- [17] NOVIKOV S N, KRZHIVITSKI P I, MELNIK Y S, et al. Atlas of sentinel lymph nodes in early breast cancer using single-photon emission computed tomography: implication for lymphatic contouring[J]. Radiat Oncol J, 2021, 39(1): 8-14.
- [18] MA C, ZHANG W, LU J, et al. Dosimetric comparison and evaluation of three radiotherapy techniques for use after modified radical mastectomy for locally advanced left-sided breast cancer[J]. Sci Rep, 2015, 5: 12274.
- [19] 魏世鸿, 陶娜, 欧阳水根, 等. 左侧乳腺癌根治术后 IMRT 和 3D-CRT 放疗技术(下转第 1213 页)

58(1):24-28.

- [10] PREMYSL F. Endoscopic treatment of early colorectal cancer[J]. Vnitr Lek, 2022, 68(6):355-362.
- [11] SULLIVAN B A, NOUJAIM M, ROPER J. Cause, epidemiology, and histology of polyps and pathways to colorectal cancer[J]. Gastrointest Endosc Clin N Am, 2022, 32(2):177-194.
- [12] SIMON K. Colorectal cancer development and advances in screening[J]. Clin Interv Aging, 2016, 11:967-976.
- [13] National Digestive Diseases Information Clearinghouse. Colon polyp[J]. J Pract Nurs, 2010, 60(2):10-11.
- [14] GAO J, XIONG Q, YU C, et al. White-light endoscopic colorectal lesion detection based on improved YOLOv5[J]. Comput Math Methods Med, 2022, 2022:9508004.
- [15] MAYINGER B, NEUMANN F, KASTNER C, et al. Hexaminolevulinate-induced fluorescence colonoscopy versus white light endoscopy for diagnosis of neoplastic lesions in the colon[J]. Endoscopy, 2010, 42(1):28-33.
- [16] TAN N D, LIN Y Q, YE Z Y, et al. White-light endoscopy is insufficient to distinguish between

types of esophageal white lesions[J]. J Dig Dis, 2021, 22(9):520-528.

- [17] 曹玉志. 内镜窄带成像技术对比常规白光内镜对结直肠腺瘤及息肉检出的 meta 分析[D]. 重庆:重庆医科大学, 2017.
- [18] 高宏, 马莹. NBI-ME 与白光内镜在早期胃癌及癌前病变诊断中的对比分析[J]. 延安大学学报(医学科学版), 2019, 17(1):75-77.
- [19] 蒲怡. 色素内镜与普通内镜检查对结直肠息肉检测效果比较[J]. 中国普外基础与临床杂志, 2012, 19(1):65.
- [20] IKEMATSU H, MURANO T, SHINMURA K. Depth diagnosis of early colorectal cancer: magnifying chromoendoscopy or image enhanced endoscopy with magnification? [J]. Dig Endosc, 2022, 34(2):265-273.
- [21] LE RHUN M, CORON E, PARLIER D, et al. High resolution colonoscopy with chromoscopy versus standard colonoscopy for the detection of colonic neoplasia: a randomized study [J]. Clin Gastroenterol Hepatol, 2006, 4(3):349-354.

(收稿日期:2023-07-12 修回日期:2023-12-31)

(编辑:唐 璞)

(上接第 1208 页)

剂量学比较[J]. 中华肿瘤防治杂志, 2019, 26(12):855-860.

- [20] KUZBA-KRYSZAK T, NOWAKOWSKI S, WI-NIECKI J. Comparative analysis of the absorbed dose in the heart and anterior descending branch of the left coronary artery (LAD) in patients with left-sided breast cancer who received radiotherapy using 3D-CRT, IMRT and VMAT techniques [J]. J Buon, 2021, 26(3):753-758.
- [21] 王磊, 倪昕晔, 王根和, 等. 乳腺癌固定野调强射野数目的研究[J]. 中国医学物理学杂志, 2018, 35(11):1269-1275.
- [22] 段小娟, 周一兵, 钱金栋. 脑转移瘤调强放疗最佳子野数目[J]. 中国医学物理学杂志, 2016, 33(7):668-673.
- [23] 张瑞英, 侯鹏, 徐晓捷, 等. 不同子野数对胸段食管癌静态调强放疗的剂量学影响[J]. 食管疾病,

2021, 3(1):43-46.

- [24] 易正生, 罗丽莎, 郭恒照, 等. 子野优化在直肠癌新辅助放疗调强计划中的应用[J]. 广东医学, 2019, 40(24):3399-3402.
- [25] 李淑慧, 李伶, 郑玉菡, 等. 对局部晚期 NPC 患者进行 IMRT 时通过 Pinnacle 计划系统设置不同的最大子野数的效果[J]. 当代医药论丛, 2020, 18(8):17-20.
- [26] 林涛, 高留刚, 睦建锋, 等. 子野数目对宫颈癌术后调强放疗计划剂量分布的影响[J]. 肿瘤基础与临床, 2017, 30(6):493-496.
- [27] 王琳婧, 张国前, 雷怀宇, 等. 直接机器参数优化模式下不同子野数目对宫颈癌调强计划的影响[J]. 中国医学物理学杂志, 2017, 34(7):708-711.

(收稿日期:2023-09-10 修回日期:2023-12-25)

(编辑:成 卓)