

网络出版时间:2022-04-19 13:30 网络出版地址:https://kns.cnki.net/kcms/detail/34.1065.R.20220415.1514.025.html

◇临床医学研究◇

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

刘娜¹, 张明军^{1,2}, 吴翠娥³, 费振乐⁴, 刘苓苓⁵, 李兵兵⁵, 李洁⁵

摘要 **目的** 探究基于 Monaco 计划系统的最小子野面积 (MSA) 在宫颈癌静态调强放疗计划中的最优设置值, 以提高宫颈癌放疗计划精确性。**方法** 回顾性收集 10 例宫颈癌患者, 使用 Monaco 治疗计划系统设计固定五个射野静态调强计划, MSA 分别为 1、2、4、10、20、50、80 和 100 cm², 每个患者得到 8 个放疗计划。以 MSA 为 2 cm² 的放疗计划为对照组, 比较其他 MSA 设置值的放疗计划, 在其他优化目标函数和约束条件相同前提下, 只改变 MSA 设置值, 利用方差分析和事后比较的统计学方法来研究 MSA 对放疗计划产生的影响。**结果** 当 MSA 在 10~20 cm² 范围内, 与对照组相比, 靶区和危及器官的剂量变化不明显, 但是机器跳数和子野数目

开始下降。当 MSA 从 50 cm² 开始, 与对照组相比, 靶区内最大剂量 (D_{2%}) 和平均剂量 (D_{mean}) 均增加, 均匀性指数 (HI) 和适形性指数 (CI) 开始变差。除了小肠平均剂量 D_{mean} 随 MSA 变化不大外, 其余危及器官受量都随着 MSA 增大而不同程度地增加 ($P < 0.05$); 机器跳数和子野数目总体随着 MSA 增大而减少。**结论** 在基于 Monaco 治疗计划系统宫颈癌静态调强计划的设计中, MSA 设置值的最佳范围为 10~20 cm²。

关键词 宫颈癌; 最小子野面积; 调强计划; Monaco; 剂量学
中图分类号 R 815.2; R 737.33

文献标志码 A **文章编号** 1000-1492(2022)05-0811-05
doi: 10.19405/j.cnki.issn1000-1492.2022.05.026

2022-03-09 接收

基金项目: 安徽省自然科学基金 (编号: 1908085MH262); 2019 年度医学物理与技术安徽省重点实验室开放基金 (编号: LMPT201907)

作者单位: ¹ 安徽医科大学生物医学工程学院, 合肥 230032

安徽医科大学第二附属医院² 肿瘤科、³ 肿瘤放疗中心, 合肥 230601

⁴ 中国人民解放军联勤保障部队第九〇一医院放疗科, 合肥 230031

⁵ 中国科学院合肥肿瘤医院放疗中心, 合肥 230031

作者简介: 刘娜, 女, 硕士研究生;

张明军, 男, 主任医师, 副教授, 硕士生导师, 责任作者, E-mail: mjzhang2006@hotmail.com

2020 年全球癌症统计报告显示宫颈癌在全球女性的发病率和病死率中均排第四位, 在宫颈癌的治疗中, 放疗在局部控制率和生存率等方面均取得疗效^[1-2]。在宫颈癌的治疗中, 调强放射治疗 (intensity modulated radiation therapy, IMRT) 相比于 3D 适形放射治疗 (three-dimensional conformal radiotherapy, 3D-CRT) 有更好的剂量学优势, 不仅可以使靶区剂量分布合理、降低正常器官受照剂量, 而且可以减轻肠道术后毒性反应^[3-4]。IMRT 通过逆向计划进行调节优化, 可以达到最佳剂量分布^[5]。但是静态调强计划会使得子野数目增多, 子野形状复杂, 机

coculture with hydrogel. The differentiation ratios of rFNSCs in different groups were detected by immunocytochemical staining. **Results** ELISA result showed that the controlled-release scaffold could release BDNF for 14 days. Live/Dead result showed the number of rFNSCs apoptotic in experimental group was less than blank control group and conditional control group. CCK-8 experiment result showed that the cell proliferation activity of rFNSCs in the experimental group was showed stronger survivability than blank control group and conditional control group. The difference was statistically significant ($P < 0.05$). Moreover, immunocytochemical staining showed that the experimental group hydrogel could promote the neuronal differentiation of rFNSCs and reduce their differentiation into astrocytes in vitro compared with the blank control group and the conditional control group. The difference was statistically significant ($P < 0.05$). **Conclusion** modified hyaluronic acid hydrogel controlled release brain-derived neurotrophic factor can promote the growth and differentiation of rFNSCs and reduce their apoptosis.

Key words hyaluronic acid hydrogel; neural stem cells; brain-derived nerve growth factor

器跳数增多,延长治疗时间从而降低放疗计划准确性,影响患者预后状况^[6]。该研究旨在探讨基于 Monaco 计划系统宫颈癌静态调强放疗计划最小子野面积(the minimum segment area, MSA)的优化设计。

1 材料与方法

1.1 病例资料 选取2020年4月—2021年3月在中国科学院合肥肿瘤医院放疗中心宫颈癌患者10例,年龄37~75(54.2 ± 16.3)岁,病理诊断均为鳞癌。根据国际妇产科联合会 FIGO 分期标准,其中 IA 期2例,II A 期2例,II B 期2例,III B 期2例,III C 期2例。

1.2 CT 定位及靶区勾画 患者定位前膀胱充盈,取仰卧位,双手举起抱于头顶环绕并保持至定位结束,用热塑膜快速覆盖体表,等待成形后,用飞利浦大孔径 CT 进行扫描定位,扫描参数为:电压120 kV,曝光325 mAs,层厚5 mm,扫描范围为腰1椎体上缘至坐骨结节下2 cm,然后导入 Monaco 5.11 计划系统,根据国际辐射单位与测量委员会(international commission on radiation units & measurements, ICRU) 83 号规范进行靶区勾画,勾出临床靶区(clinical target volume, CTV),均匀外放0.5 cm 形成计划靶区(planning target volume, PTV),使用 Accu-Contour 3.0 软件进行危及器官(organs at risk, OAR)的自动勾画,危及器官包括膀胱、直肠、小肠、双侧股骨头和脊髓^[7]。勾画完成后采用 Monaco 5.11 计划系统设计放疗计划。

1.3 计划设计 选用 Monaco 5.11 放疗计划系统中的静态调强治疗方式,处方剂量为50 Gy/25次,固定5个射野角度分别为180°、252°、324°、36°和108°。最小机器跳数为4 MU,每个计划的最大子野个数为250个,最小子野宽度为1 cm,通量平滑度选择 Medium,MSA 分别为1、2、4、10、20、50、80和100 cm²,每个患者均得到8个放疗计划,除 MSA 不同外,其余优化目标和约束条件与 MSA 为2 cm²的计划保持一致。以 MSA 为2 cm²的放疗计划为对照组,比较其他 MSA 设置值的放疗计划。

1.4 计划评估

1.4.1 靶区评估 根据剂量体积直方图的参数评估放疗计划的靶区分布,评估参数包括肿瘤靶区 $V_{47.5}$ 、 V_{55} 、 $D_{98\%}$ 、 $D_{2\%}$ 、 $D_{50\%}$,以及均匀性指数(homogeneity index, HI)和适形性指数(conformity index, CI)。根据 ICRU 83 号规范定义, $V_{47.5}$ 是指达到

47.5 Gy(95%的处方剂量)的体积占靶区体积的百分比, V_{55} 是指达到55 Gy(110%的处方剂量)的体积占靶区体积的百分比。其中 HI 和 CI 计算公式为: $HI = (D_{2\%} - D_{98\%})/D_{50\%}$; $CI = (V_{Tref}/V_T) \times (V_{Tref}/V_{ref})$ 。其中, $D_{2\%}$ 为2%的 PTV 受到的照射剂量, $D_{98\%}$ 为98%的 PTV 受到的照射剂量,中位剂量 $D_{50\%}$ 为50%的 PTV 受到的照射剂量。 V_T 为 PTV 体积, V_{Tref} 为参考等剂量线所覆盖的靶区体积, V_{ref} 为参考等剂量线所覆盖的体积。

1.4.2 危及器官评估 危及器官评估包括直肠 V_{50} (表示直肠接受50 Gy的照射区域占直肠总体积的百分比)、直肠平均剂量 D_{mean} 、膀胱 V_{50} (表示膀胱接受50 Gy的照射区域占膀胱总体积的百分比)、膀胱平均剂量 D_{mean} 、小肠平均剂量 D_{mean} 、L- V_{40} 及 R- V_{40} (分别表示左、右侧股骨头接受40 Gy的照射区域占该侧股骨头体积的百分比)和脊髓接受的最大剂量 D_{max} 。

1.4.3 机器跳数和子野数目评估 评估内容包括各个治疗计划的后台文件中所生成的机器跳数和子野数目,记录后进行统计学分析。

1.5 统计学处理 采用 SPSS 22.0 软件对数据进行单因素方差分析(One-way ANOVA),并用 Tamhane's T2 检验(基于 t 检验的保守成对比较检验)进行事后多重比较, $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 靶区剂量分布 10例宫颈癌患者的全部静态调强计划的剂量靶区覆盖率均超过95%。随着 MSA 依次增大, $V_{47.5}$ 总体呈减少趋势, $V_{47.5}$ 在各个 MSA 数值间差异有统计学意义($P < 0.001$); $D_{98\%}$ 变化不大, $D_{98\%}$ 在各个 MSA 数值间的差异无统计学意义; V_{55} 、 $D_{2\%}$ 和 $D_{50\%}$ 总体均呈增加趋势,每个参数在各个 MSA 数值间差异有统计学意义($P < 0.001$)。 V_{55} 和 $D_{2\%}$ 的增大表明靶区内的热点在增加。随着 MSA 依次增大, HI 总体增大,均匀性变差, HI 在各个 MSA 数值间的差异有统计学意义($P < 0.001$); CI 总体减小,适形性变差, CI 在各个 MSA 数值间的差异有统计学意义($P < 0.05$)。进一步研究,其余7个计划与对照组进行事后比较,所得各个参数结果见表1。由表1可知,与对照组相比,靶区 $V_{47.5}$ 在 MSA 为80 cm² ($P < 0.05$) 和100 cm² ($P < 0.01$) 的计划中均减少; V_{55} 在 MSA 为50 cm² ($P < 0.01$)、80 cm² ($P < 0.001$) 和100 cm² ($P < 0.001$) 的计划中均增加; $D_{2\%}$ 在 MSA 为50 cm² ($P < 0.05$)、80 cm² ($P <$

0.05)和100 cm² ($P < 0.05$)的计划中均增加;D_{50%}在MSA为50 cm² ($P < 0.05$)和80 cm² ($P < 0.05$)的计划中均增加;D_{98%}在其余7个计划中变化均很小,差异无统计学意义;HI在50 cm² ($P < 0.05$)、80 cm² ($P < 0.05$)和100 cm² ($P < 0.01$)的计划中均增大;CI在不断减小,但差异无统计学意义。

2.2 危及器官受量 随着MSA依次增大,10例宫颈癌患者静态调强计划中的直肠V₅₀、直肠D_{mean}、膀胱V₅₀、膀胱D_{mean}、L-V₄₀和R-V₄₀总体均呈先减少后增加的趋势,每个参数在各个MSA数值间的差异都有统计学意义($P < 0.001$)。脊髓D_{max}随着MSA增大呈现先减少后增加趋势,脊髓D_{max}在各个MSA数值间的差异有统计学意义($P < 0.05$)。小肠D_{mean}随MSA变化不大,各个MSA数值间差异无统计学意义。进一步研究,将其余7个计划与对照组的计划进行事后比较,所得各个参数结果见表2。由表2可知,随着MSA增大,与对照组相比,直肠V₅₀在MSA为50 cm² ($P < 0.01$)、80 cm² ($P < 0.001$)和100 cm² ($P < 0.001$)的计划中均有不同程度增加,

差异有统计学意义;直肠D_{mean}在MSA为80 cm² ($P < 0.01$)和100 cm² ($P < 0.05$)的计划中均增加;膀胱V₅₀在MSA为80 cm² ($P < 0.01$)和100 cm² ($P < 0.01$)的计划中均增加;膀胱D_{mean}在MSA为80 cm² ($P < 0.01$)和100 cm² ($P < 0.01$)的计划中均增加;脊髓D_{max}总体随MSA增大而增加,但差异无统计学意义;L-V₄₀和R-V₄₀在MSA为100 cm² ($P < 0.05$ 和 $P < 0.01$)的计划中均增加。

2.3 机器跳数和子野数目的变化趋势 随着MSA依次增大,10例宫颈癌患者静态调强计划中的机器跳数和子野数目总体均呈减少趋势,每个参数在各个MSA数值间的差异有统计学意义($P < 0.001$)。见图1。

3 讨论

本研究基于Monaco计划系统,通过设置不同MSA值来研究此参数对静态调强计划的影响。结果表明,MSA设置值对靶区剂量分布、危及器官受量、机器跳数和子野数目都会产生影响。当MSA在

表1 宫颈癌患者IMRT计划在MSA下的靶区剂量分布($\bar{x} \pm s$)

MSA (cm ²)	V _{47.5} (%)	V ₅₅ (%)	D _{2%} (Gy)	D _{98%} (Gy)	D _{50%} (Gy)	HI	CI
1	99.67 ± 0.28	3.05 ± 53.96	54.92 ± 0.67	50.61 ± 0.17	52.99 ± 0.32	0.08 ± 0.01	0.71 ± 0.14
2	99.76 ± 0.20	1.20 ± 1.73	54.62 ± 0.49	50.59 ± 0.13	52.87 ± 0.21	0.08 ± 0.01	0.72 ± 0.08
4	99.71 ± 0.29	1.62 ± 2.09	54.67 ± 0.61	50.61 ± 0.13	52.86 ± 0.25	0.08 ± 0.01	0.73 ± 0.14
10	99.66 ± 0.31	1.65 ± 2.49	54.70 ± 0.51	50.59 ± 0.15	52.89 ± 0.24	0.08 ± 0.01	0.73 ± 0.13
20	99.68 ± 0.28	6.53 ± 7.32	55.42 ± 0.77	50.51 ± 0.15	53.24 ± 0.38	0.09 ± 0.02	0.72 ± 0.18
50	99.30 ± 0.51	57.32 ± 27.46 **	60.56 ± 4.24 *	50.26 ± 0.34	55.86 ± 1.76 *	0.18 ± 0.07 *	0.63 ± 0.26
80	98.94 ± 0.54 *	78.14 ± 25.23 ***	68.80 ± 9.76 *	50.30 ± 0.35	60.09 ± 4.67 *	0.30 ± 0.14 *	0.48 ± 0.39
100	98.80 ± 0.53 **	84.84 ± 18.04 ***	73.29 ± 11.94 *	50.20 ± 0.71	65.29 ± 9.56	0.34 ± 0.13 **	0.43 ± 0.39
F值	9.528	62.158	17.719	2.866	14.529	21.694	2.623
P值	<0.001	<0.001	<0.001	0.011	<0.001	<0.001	0.018

与对照组(MSA为2 cm²)比较: * $P < 0.05$, ** $P < 0.01$, *** $P < 0.001$

表2 宫颈癌患者IMRT计划在MSA下的危及器官受量($\bar{x} \pm s$)

MSA (cm ²)	直肠		膀胱		脊髓	小肠	股骨头	
	V ₅₀ (%)	D _{mean} (Gy)	V ₅₀ (%)	D _{mean} (Gy)	D _{max} (Gy)	D _{mean} (Gy)	L-V ₄₀ (%)	R-V ₄₀ (%)
1	22.88 ± 8.14	41.33 ± 3.05	25.10 ± 4.31	38.16 ± 3.48	39.28 ± 3.63	26.45 ± 4.82	2.17 ± 2.09	5.15 ± 6.88
2	17.38 ± 3.68	39.48 ± 2.78	23.55 ± 3.84	35.79 ± 2.49	38.17 ± 3.98	25.23 ± 4.29	1.89 ± 2.06	4.58 ± 4.13
4	21.37 ± 5.44	41.17 ± 2.90	24.60 ± 4.75	36.92 ± 2.95	38.77 ± 3.66	26.33 ± 5.09	2.01 ± 1.76	4.94 ± 4.58
10	18.34 ± 3.48	40.38 ± 2.49	24.12 ± 4.30	36.35 ± 2.68	38.11 ± 3.43	25.82 ± 4.67	2.09 ± 3.18	3.51 ± 2.60
20	21.33 ± 7.55	40.97 ± 2.75	25.32 ± 4.99	37.08 ± 2.89	38.55 ± 3.47	25.74 ± 4.86	2.64 ± 3.13	4.12 ± 4.12
50	35.65 ± 10.70 **	43.89 ± 3.00	34.10 ± 9.58	40.23 ± 3.52	40.89 ± 5.77	26.49 ± 5.70	6.62 ± 5.67	8.51 ± 9.20
80	65.88 ± 13.37 ***	51.10 ± 5.54 **	47.50 ± 12.23 **	45.4 ± 4.53 **	46.06 ± 8.44	28.12 ± 7.05	20.27 ± 17.99	21.05 ± 15.43
100	70.25 ± 13.80 ***	53.88 ± 8.68 *	54.74 ± 14.40 **	49.4 ± 6.90 **	44.22 ± 11.22	31.12 ± 8.97	28.66 ± 19.19 *	30.25 ± 13.96 **
F值	8.529	15.249	21.709	15.829	2.479	1.049	11.335	12.567
P值	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	0.024	0.405	<0.001	<0.001

与对照组(MSA为2 cm²)比较: * $P < 0.05$, ** $P < 0.01$, *** $P < 0.001$

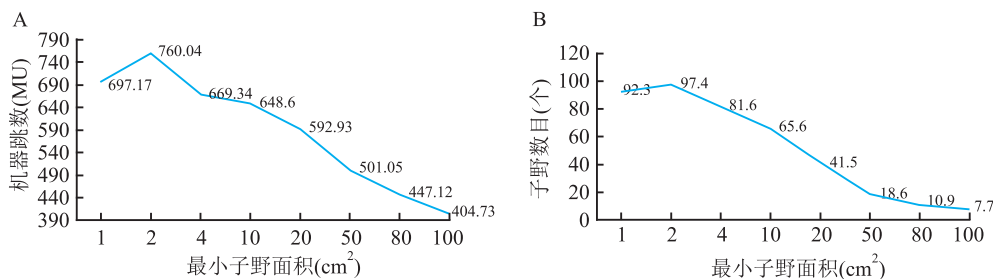


图1 MSA对宫颈癌患者放疗计划的机器跳数和子野数目的影响

A: 机器跳数; B: 子野数目

1 ~ 20 cm² 的范围内,与对照组相比,靶区 $V_{47.5}$ 、 V_{55} 、 $D_{2\%}$ 、 $D_{98\%}$ 、 $D_{50\%}$ 、HI 和 CI 变化不大,危及器官变化也不大。当 MSA 从 50 cm² 开始,与对照组相比,靶区 V_{55} 明显增加,表明靶区内热点增多,落在靶区外的剂量增加。当 MSA 在 80 和 100 cm² 的范围内,与对照组相比,直肠 V_{50} 、直肠 D_{mean} 、膀胱 V_{50} 和膀胱 D_{mean} 均增加,差异有统计学意义。直肠 V_{50} 在 MSA 为 50 cm² 时增加较快,比对照组增加了 105.12%,差异有统计学意义;而 L- V_{40} 和 R- V_{40} 在 MSA 为 100 cm² 时增加较快,差异有统计学意义。与对照组相比,小肠 D_{mean} 随 MSA 增大而增加,在 100 cm² 达到最大值,但差异无统计学意义,可能是因为小肠在靶区中体积较少。脊髓 D_{max} 在 MSA 为 80 cm² 时有最大值,比对照组增加了 20.68%,但差异无统计学意义,原因可能是在 CT 断层上靶区穿过的脊髓体积并不多,射束穿过靶区时经过脊髓的范围较小。随着 MSA 依次增大,机器跳数和子野数目在不断减少,在 10 cm² 和 20 cm² 的计划中,机器跳数相比于对照组分别减少 14.66%、21.99%,而子野数目相比于对照组分别减少 32.65%、57.39%,随着 MSA 进一步增大,机器跳数和子野数目进一步减少,在 100 cm² 的计划中达到最小值。

与 3D-CRT 相比,IMRT 具有剂量学优势,并且可以在确保临床疗效的同时显著降低急性毒性反应的发生率^[8]。孙海涛等^[9]在 Pinnacle³ 9.10 计划系统的宫颈癌固定七野的自动静态调强计划设计中研究表明,MSA 在 14 ~ 50 cm² 范围内可在满足临床要求的同时减少子野数目和机器跳数,结果与本文有一点差异,可能是由于在不同的放疗计划系统中运行的算法不同。由于肿瘤发生的部位不同,可能会对 MSA 的设置有一定影响,Ayala et al^[10]在脊柱立体定向放射外科研究中认为子野数目为 5、MSA 为 4 cm² 的参数设置可以提高计划质量、输送效率和计划剂量精确性;伍海琼^[11]在颈段及胸上段食管癌

的子野参数研究中认为,当肿瘤毗邻危及器官时,MSA 和最小机器跳数分别选择 3 cm²、5 MU 较好,当肿瘤离危及器官较远时,可以适当提高 MSA 和最小机器跳数,这些研究结果均证明了 MSA 的参数设置对于放疗计划的优化十分重要。机器跳数增多不仅会直接导致治疗时间延长,增加靶区剂量的不确定性,而且会增加周围正常组织低剂量辐射,会使二次辐射诱发恶性肿瘤风险变高。该研究中机器跳数有一个明显下降趋势,但是由于兼顾其他方面不能选择最小值,这在一定程度上没有将机器跳数的优势发挥彻底。文献^[12-14]报告,延长光束照射时间将会造成辐射泄露,可能会导致正常组织最多能够接收规定剂量的 20%,因此尽量选择低一点跳数对计划优化是有益的。迟子峰等^[15]认为,在临床可以接受的放疗计划设计中,子野数目应控制在 80 个以内,这样可以减少调强放疗计划验证时间,这与本研究结果相符合——较少的子野数目可以减少子野的形状变化,减少叶片移动时产生射线泄露,提高放疗精准性。

综上所述,合理增大 MSA,保证 MSA 在 10 ~ 20 cm² 范围内,可以在满足宫颈癌静态调强计划的靶区剂量分布和危及器官受量的同时减少机器跳数和子野数目,有效减少治疗时间,提高放疗计划精确性,减少正常组织的毒副反应。

参考文献

- [1] 曹毛毛,陈万青. GLOBOCAN 2020 全球癌症统计数据解读[J]. 中国医学前沿杂志(电子版),2021,13(3):63-9.
- [2] 李静,索红燕,孔为民.《国际妇产科联盟(FIGO)2018 癌症报告:宫颈癌新分期及诊治指南》解读[J]. 中国临床医生杂志,2019,47(6):646-9.
- [3] 李超,姚莉,宗玲,等. 晚期宫颈癌治疗进展[J]. 安徽医科大学学报,2021,56(3):501-4.
- [4] Viani G, Hamamura A C, Faustino A C, et al. Intensity modulated radiotherapy (IMRT) or conformational radiotherapy (3D-CRT) with conventional fractionation for prostate cancer: Is there any

- clinical difference[J]. *Int Braz J Urol*, 2019, 45(6): 1105–12.
- [5] Maebayashi K, Nasu S, Seki K, et al. Intensity modulated radiation therapy (IMRT)[J]. *Gan to Kagaku Ryoho*, 2006, 33(4): 436–43.
- [6] 田 伟, 戴建荣. 子野小数机器跳数取整对鼻咽癌静态调强放射治疗计划剂量学的影响[J]. *中国医学物理学杂志*, 2018, 35(10): 1128–33.
- [7] Hodapp N. The ICRU report 83: prescribing, recording and reporting photon-beam intensity-modulated radiation therapy (IMRT)[J]. *Strahlenther Onkol*, 2012, 188(1): 97–9.
- [8] Olcina M M, Giaccia A J. Reducing radiation-induced gastrointestinal toxicity - the role of the PHD/HIF axis[J]. *J Clin Invest*, 2016, 126(10): 3708–15.
- [9] 孙海涛, 王 宁. Pinnacle³ 9.10 计划系统不同子野面积参数对宫颈癌自动调强放疗计划的影响[J]. *临床肿瘤学杂志*, 2020, 25(1): 59–63.
- [10] Ayala G B, Doan K A, Ko H J, et al. IMRT planning parameter optimization for spine stereotactic radiosurgery [J]. *Med Dosim*, 2019, 44(4): 303–8.
- [11] 伍海琼. 调强放射治疗子野参数对颈段及胸上段食管癌计划质量的影响[D]. 南充: 川北医学院, 2016.
- [12] Ruben J D, Davis S, Evans C, et al. The effect of intensity-modulated radiotherapy on radiation-induced second malignancies[J]. *Int J Radiat Oncol Biol Phys*, 2008, 70(5): 1530–6.
- [13] Klein E E, Low D A. Interleaf leakage for 5 and 10 mm dynamic multileaf collimation systems incorporating patient motion [J]. *Med Phys*, 2001, 28(8): 1703–10.
- [14] Hall E J, Wu C S. Radiation-induced second cancers: the impact of 3D-CRT and IMRT[J]. *Int J Radiat Oncol Biol Phys*, 2003, 56(1): 83–8.
- [15] 迟子锋, 刘 丹, 曹彦坤, 等. IMRT 计划剂量误差与射野特征参数相关性分析[J]. *中华放射医学与防护杂志*, 2012, 32(3): 294–6.

The influence of the minimum subfield area setting value based on the Monaco planning system on the intensity-modulated radiotherapy plan for cervical cancer

Liu Na¹, Zhang Mingjun^{1,2}, Wu Cui'e³, Fei Zhenle⁴, Liu Lingling⁵, Li Bingbing⁵, Li Jie⁵

(¹School of Biomedical Engineering, Anhui Medical University, Hefei 230032; ²Dept of Oncology,

³Radiation Oncology Center, The Second Affiliated Hospital of Anhui Medical University, Hefei 230601;

⁴Dept of Radiotherapy, No. 901 Hospital of the Joint Logistics Support Force of the Chinese People's Liberation Army, Hefei 230031; ⁵Radiotherapy Center, Hefei Cancer Hospital, Chinese Academy of Sciences, Hefei 230031)

Abstract Objective To investigate the optimal setting value of the minimum segment area (MSA) based on the Monaco planning system in the static intensity modulated radiotherapy (IMRT) plan for cervical cancer to improve the accuracy of radiotherapy planning for cervical cancer. **Methods** A retrospective collection of 10 patients with cervical cancer was performed using the Monaco treatment planning system to design fixed five-field static intensity modulation plans with MSA of 1, 2, 4, 10, 20, 50, 80, and 100 cm². Each patient received eight radiotherapy plans. The radiotherapy plan with an MSA of 2 cm² was used as the control group to compare the radiotherapy plans with other MSA settings. Under the premise that other optimization objective functions and constraints were the same, only the set value of MSA was changed, and the statistical methods for analyzing of variance and post-hoc comparison were used to study the impact of MSA on radiotherapy plans. **Results** When MSA was in the range of 10 ~ 20 cm², compared with the control group, the dose of target area and organ-at-risk did not change significantly, but the number of monitor units and subfields began to decrease. When MSA starts from 50 cm², compared with the control group, the maximum dose (D_{2%}) and the average dose (D_{mean}) in the target area both increased, and the uniformity index (homogeneity index, HI) and conformity index (conformity index, CI) began to deteriorate. Except for the small intestine average dose (D_{mean}) that changed slightly with MSA, the exposure to other organs at risk increased with the increase of MSA ($P < 0.05$); the number of monitor units and subfields generally decreased with the increase of MSA. **Conclusion** In the design of a static intensity modulation plan for cervical cancer based on a Monaco treatment planning system, the optimal setting range for the MSA setting value is 10 ~ 20 cm².

Key words cervical cancer; minimum subfield area; intensity modulation plan; Monaco; dosimetry