

DOI: 10.3969/j.issn.1005-8982.2020.18.013  
文章编号: 1005-8982(2020)18-0062-06

## 腹膜后淋巴结转移宫颈癌螺旋断层、容积旋转 调强和静态调强放疗的剂量学比较\*

刘伟, 周培杰, 罗文广, 沈琦, 张红雁

(中国科学技术大学第一附属医院, 安徽 合肥 230001)

**摘要: 目的** 比较螺旋断层放疗、容积旋转调强放疗(IMRT)和7野-静态IMRT在伴腹膜后淋巴结转移宫颈癌治疗中的剂量学差异及其优缺点,为临床放疗方式的选择提供依据。**方法** 选取2017年6月—2019年12月中国科学技术大学附属第一医院接受放疗的26例伴腹膜后淋巴结转移宫颈癌患者,分别进行螺旋断层放疗、容积旋转IMRT和7野-静态IMRT,所有计划处方剂量:肿瘤区的计划靶区(PTV-G)总剂量6020cGy,分28次照射,共6周完成;临床靶区的计划靶区(PTV-C)总剂量5040cGy,分28次照射,共6周完成。比较3种计划模式之间靶区和危及器官之间的剂量学参数。**结果** 7野-静态IMRT组和容积旋转IMRT组PTV-G的适形指数(CI)较螺旋断层放疗组低,均匀指数(HI)较螺旋断层放疗组高( $P < 0.05$ )。7野-静态IMRT组和容积旋转IMRT组PTV-C的CI较螺旋断层放疗组低,靶区平均照射剂量( $D_{mean}$ )较螺旋断层放疗组高( $P < 0.05$ )。7野-静态IMRT组直肠及膀胱40Gy剂量受照射的体积( $V_{40}$ )和 $D_{mean}$ 、脊髓 $D_{mean}$ 和靶区接受最大剂量( $D_{max}$ )值较螺旋断层放疗组高( $P < 0.05$ ),肾脏 $V_{20}$ 、胃 $V_{30}$ 和 $D_{mean}$ 较螺旋断层放疗组低( $P < 0.05$ );容积旋转IMRT组直肠及膀胱 $V_{40}$ 和 $D_{mean}$ 、脊髓 $D_{max}$ 较螺旋断层放疗组高( $P < 0.05$ );7野-静态IMRT组膀胱 $V_{40}$ 较容积旋转IMRT组高,而直肠 $V_{40}$ 、膀胱 $D_{mean}$ 、肾脏 $V_{20}$ 、胃 $V_{30}$ 和 $D_{mean}$ 较容积旋转IMRT组低( $P < 0.05$ )。7野-静态IMRT组骨盆 $V_{20}$ 、 $V_{30}$ 、 $V_{40}$ 和 $D_{mean}$ 较螺旋断层放疗组、容积旋转IMRT组高( $P < 0.05$ )。7野-静态IMRT组、容积旋转IMRT组的机器输出量较螺旋断层放疗组低( $P < 0.05$ )。**结论** 螺旋断层放疗技术在靶区适形度、均匀性及周围正常组织保护上优于容积旋转IMRT和7野-静态IMRT技术,但其机器输出量高于容积旋转IMRT和7野-静态IMRT技术,对射束利用率较低。

**关键词:** 宫颈肿瘤;腹膜;淋巴结;放射治疗剂量

**中图分类号:** R737.33

**文献标识码:** A

## Dosimetric comparison of the helical tomotherapy, volumetric modulated arc therapy and intensity modulated radiotherapy for cervical cancer with retroperitoneal lymph node metastasis\*

Wei Liu, Pei-jie Zhou, Wen-guang Luo, Qi Shen, Hong-yan Zhang

(The First Affiliated Hospital, University of Science and Technology of China, Hefei, Anhui 230001, China)

**Abstract: Objective** To compare the dosimetric parameters between HT, VMAT and 7F-IMRT for cervical cancer with retroperitoneal lymph node metastasis. **Methods** Twenty-five patients with cervical cancer who underwent radiotherapy between June 2017 and December 2019 were enrolled in this study. Three radiation treatment plans for HT, VMAT and 7F-IMRT were designed respectively for each patient. Radiotherapy dose for each patient: 95% PTV-G 6020cGy/28f, 95% PTV-C 5040cGy/28f. The dosimetric parameters of target areas and organs-at-

收稿日期: 2020-03-16

\* 基金项目: 安徽省重点研究与开发计划项目(No: 1704a0802151)

[通信作者] 张红雁, E-mail: 326648301@qq.com, Tel: 0551-62283535

risk were compared among three planning modes by paired samples t-test. **Results** HT was better than 7F-IMRT and VMAT in conformity index and homogeneity index of PTV-G ( $P < 0.05$ ), and HT was better than 7F-IMRT and VMAT in conformity index and  $D_{\text{mean}}$  of PTV-C ( $P < 0.05$ ). The  $V_{40}$  and  $D_{\text{mean}}$  of rectum and bladder in HT group were significantly lower than those in 7F-IMRT group ( $P < 0.05$ ) and VMAT group ( $P < 0.05$ ). The  $D_{\text{mean}}$  and  $D_{\text{max}}$  of spinal cord and the  $V_{20}$ ,  $V_{30}$ ,  $V_{40}$  and  $D_{\text{mean}}$  of pelvic bone in HT group were significantly lower than those in 7F-IMRT group ( $P < 0.05$ ). However, HT group showed much higher MU (5475 MU $\pm$ 1013) than VMAT group (683 MU $\pm$ 332,  $P < 0.05$ ) and 7F-IMRT group (798 MU $\pm$ 126,  $P < 0.05$ ). **Conclusions** HT is superior to 7F-IMRT in conformity index, homogeneity index and organs-at-risk sparing. However, the MU of HT is higher than that of 7F-IMRT and VMAT, which indicates a lower utilization rate of beams in HT.

**Keywords:** cervical cancer; retroperitoneal lymph node metastasis; helical tomotherapy; volumetric modulated arc therapy; intensity-modulated radiotherapy; dosimetry

盆腔和腹膜后淋巴结转移是宫颈癌主要扩散方式, 淋巴结转移也是影响宫颈癌预后的重要危险因素之一<sup>[1-2]</sup>。2018 年国际妇产科联盟 (FIGO) 分期首次将宫颈癌淋巴结转移状态纳入分期标准中, 腹膜后淋巴结转移患者被分为 III C2 期<sup>[3]</sup>。同步放化疗仍是 III C2 期宫颈癌的主要治疗手段<sup>[4]</sup>。然而伴腹膜后淋巴结转移的宫颈癌靶区范围较大, 临近危及器官较多, 易引起严重急性反应或远期症状。近年来, 随着医学影像学、放射物理学、计算机技术及人工智能技术发展, 三维适形调强放射治疗 (intensity-modulated radiotherapy, IMRT)、容积旋转 IMRT、螺旋断层放疗等新技术不断涌现, 放疗技术取得革命性进展。本研究通过比较 7 野-静态 IMRT、容积旋转 IMRT 和螺旋断层放疗技术在伴腹膜后淋巴结转移宫颈癌放疗计划靶区 (PTV) 和危及器官剂量学参数的优劣, 为临床上放疗方式的选择提供依据。

## 1 资料与方法

### 1.1 临床资料

选取 2017 年 7 月—2019 年 12 月于中国科学技术大学第一附属医院行根治性放疗的 26 例伴腹膜后淋巴结转移宫颈癌患者作为研究对象。患者年龄 30 ~ 64 岁, 中位年龄 52 岁; 均经活检病理证实, 其中鳞状细胞 24 例, 腺癌 2 例; 均为初次确诊且接受根治性放疗; 患者东部肿瘤协作组 (ECOG) 体力状态评分为 0 或 1 分<sup>[5]</sup>。

### 1.2 CT 模拟定位及靶区勾画

①定位前准备: 定位前 1 h 排空膀胱, 口服含 20 ml 碘海醇的 800 ~ 1 000 ml 饮用水充盈膀胱及显影肠道。②定位固定: 患者采用仰卧位, 体膜固定,

双臂交叉置于头顶, 利用激光灯在皮肤和体膜上均做标记。③影像获取: 大孔径 CT 模拟机 (美国通用公司) 扫描, 范围自膈顶至股骨上端, 层厚 5 mm, 平扫 + 增强扫描; 扫描图像传输至 Pinnacle 9.10 计划系统 (美国 Pinnacle 公司)。④靶区勾画: 根据 ICRU62 和 83 号报告<sup>[6-7]</sup>, 由放疗科医师勾画靶区。肿瘤区 (GTV): 包括 MRI、CT 等显示转移淋巴结区域; 临床靶区 (CTV): 包括宫颈、子宫、宫旁、盆腔及腹膜后淋巴结引流区; PTV: GTV 的计划靶区 (PTV-G) 在 GTV 基础上三维外放 7 mm, CTV 的计划靶区 (PTV-C) 在 CTV 基础上三维外放 7 mm, 危及器官包括: 小肠、直肠、膀胱、股骨头、肾脏、十二指肠、胃、肝和脊髓。⑤处方剂量: PTV-G 总剂量 6 020 cGy, 分 28 次照射, 共 6 周完成; PTV-C 总剂量 5 040 cGy, 分 28 次照射, 共 6 周完成。外照射后程给予高剂量率 <sup>192</sup>Ir 后装机 (瑞典医科达公司) 进行治疗, 6 Gy/次, 1 次/周, 共 5 周, 同步化疗方案: 放疗期间采用顺铂 40 mg/m<sup>2</sup> 同步化疗, 1 次/周, 共 5 次。

### 1.3 放疗计划设计

将纳入的 26 例患者勾画的靶区及危及器官分别传输至 Pinnacle 9.10 和 Hi-Art Version 5.1.1 计划系统 (美国 TomoTherapy 公司), 经高级职称物理师和副主任以上医师确认, 每个患者由物理师分别制定完成 7 野-静态 IMRT、容积旋转 IMRT 和螺旋断层放疗, 并作为 7 野-静态 IMRT 组、容积旋转 IMRT 组和螺旋断层放疗组。

7 野-静态 IMRT 计划采用 7 个共面固定野静态调强技术照射, 设野角度依照靶区具体情况予以调整; 容积旋转 IMRT 计划采用双弧快速容积旋转模式治疗, 设野弧度依据靶区具体情况予以调整; 螺旋断层放疗

技术铅门宽度 25 mm, 螺距 0.43, 射野宽度 5.048 cm, 调制因子初选 2.0, 所有计划调制因子  $\leq 2.8$ , 对靶区进行 360° 旋转 51 个角度照射。

#### 1.4 剂量学参数

靶区剂量评估指标: 适形指数 (CI) = [参考等剂量线所包含的靶区体积 ( $V_{T, ref}$ ) / 靶区体积 ( $V_T$ )] 或 [ $V_{T, ref}$  / 参考等剂量所包含所有区域的体积 ( $V_{ref}$ )] ; 均匀指数 (HI) =  $D_x/D_{95}$ ,  $D_x$  为  $x\%$  的体积所受的照射剂量,  $V_y$  为  $y$  (Gy) 剂量受照射的体积,  $D_{max}$  为靶区接受最大剂量,  $D_{mean}$  为靶区平均照射剂量。危及器官评估指标包括小肠、十二指肠、直肠和膀胱的  $D_{max}$ 、 $D_{mean}$  及 40 和 50 Gy 剂量受照射的体积 ( $V_{40}$ 、 $V_{50}$ ) ; 双侧股骨头、肝脏和胃的  $D_{max}$ 、 $D_{mean}$  及 30 Gy 受照射的体积 ( $V_{30}$ ) ; 脊髓的  $D_{max}$  和  $D_{mean}$  ; 双肾的  $D_{max}$ 、 $D_{mean}$  及 15 和 20 Gy 剂量受照射的体积 ( $V_{15}$ 、 $V_{20}$ ) ; 盆腔骨盆和椎体骨质的  $D_{mean}$  和 10、20、30、40 及 50 Gy 剂量受照射的体积 ( $V_{10}$ 、 $V_{20}$ 、 $V_{30}$ 、 $V_{40}$ 、 $V_{50}$ )。

#### 1.5 统计学方法

数据分析采用 SPSS 22.0 统计软件。计量资料以均数  $\pm$  标准差 ( $\bar{x} \pm s$ ) 表示, 比较用方差分析, 进一步两两比较用 LSD- $t$  检验,  $P < 0.05$  为差异有统计学意义。

## 2 结果

### 2.1 各组靶区放射剂量比较

各组 PTV-G 的 CI、HI 比较, 差异有统计学意义 ( $P < 0.05$ ), 7 野 - 静态 IMRT 组和容积旋转 IMRT 组 CI 较螺旋断层放疗组低, HI 较螺旋断层放疗组高。各组 PTV-G 的  $D_{mean}$ 、 $D_{95}$  比较, 差异无统计学意义 ( $P > 0.05$ )。各组 PTV-C 的 CI、 $D_{mean}$  比较, 差异有统计学意义 ( $P < 0.05$ ), 7 野 - 静态 IMRT 组和容积旋转 IMRT 组 CI 较螺旋断层放疗组低,  $D_{mean}$  较螺旋断层放疗组高。各组 PTV-C 的 HI、 $D_{95}$  比较, 差异无统计学意义 ( $P > 0.05$ )。见表 1。

表 1 各组靶区放射剂量比较 ( $n=26$ ,  $\bar{x} \pm s$ )

组别	PTV-G				PTV-C			
	CI	HI	$D_{mean}/Gy$	$D_{95}/Gy$	CI	HI	$D_{mean}/Gy$	$D_{95}/Gy$
7 野 - 静态 IMRT 组	0.78 $\pm$ 0.03	1.08 $\pm$ 0.04	62.1 $\pm$ 0.40	60.4 $\pm$ 0.33	0.79 $\pm$ 0.02	1.20 $\pm$ 0.06	54.3 $\pm$ 1.01	50.4 $\pm$ 0.33
容积旋转 IMRT 组	0.82 $\pm$ 0.02	1.05 $\pm$ 0.03	62.0 $\pm$ 0.39	60.3 $\pm$ 0.46	0.85 $\pm$ 0.05	1.19 $\pm$ 0.04	53.4 $\pm$ 0.51	50.4 $\pm$ 0.22
螺旋断层放疗组	0.84 $\pm$ 0.04	1.04 $\pm$ 0.02	61.9 $\pm$ 0.81	60.1 $\pm$ 0.59	0.89 $\pm$ 0.07	1.21 $\pm$ 0.07	52.7 $\pm$ 0.15	50.2 $\pm$ 0.49
F 值	9.036	3.972	1.016	2.251	42.983	0.500	32.172	1.332
P 值	0.000	0.039	0.318	0.139	0.000	0.608	0.000	0.249

### 2.2 各组器官或组织剂量指标比较

各组直肠及膀胱  $V_{40}$  和  $D_{mean}$ 、脊髓  $D_{mean}$  和  $D_{max}$ 、肾脏  $V_{20}$ 、胃  $V_{30}$  和  $D_{mean}$  比较, 差异有统计学意义 ( $P < 0.05$ ), 7 野 - 静态 IMRT 组直肠及膀胱  $V_{40}$  和  $D_{mean}$ 、脊髓  $D_{mean}$  和  $D_{max}$  值较螺旋断层放疗组高 ( $P < 0.05$ ), 肾脏  $V_{20}$ 、胃

$V_{30}$  和  $D_{mean}$  较螺旋断层放疗组低 ( $P < 0.05$ ), 容积旋转 IMRT 组直肠及膀胱  $V_{40}$  和  $D_{mean}$ 、脊髓  $D_{max}$  较螺旋断层放疗组高 ( $P < 0.05$ ), 7 野 - 静态 IMRT 组膀胱  $V_{40}$  较容积旋转 IMRT 组高, 而直肠  $V_{40}$ 、膀胱  $D_{mean}$ 、肾脏  $V_{20}$ 、胃  $V_{30}$  和  $D_{mean}$  较容积旋转 IMRT 组低 ( $P < 0.05$ )。见表 2。

表 2 各组器官或组织剂量指标比较 ( $n=26$ ,  $\bar{x} \pm s$ )

组别	直肠			膀胱		
	$V_{40}/\%$	$V_{50}/\%$	$D_{mean}/Gy$	$V_{40}/\%$	$V_{50}/\%$	$D_{mean}/Gy$
7 野 - 静态 IMRT 组	89.4 $\pm$ 14.0	39.0 $\pm$ 5.27	46.8 $\pm$ 0.55	79.0 $\pm$ 6.07	43.9 $\pm$ 2.27	47.9 $\pm$ 1.54
容积旋转 IMRT 组	93.0 $\pm$ 4.05	36.1 $\pm$ 6.64	45.6 $\pm$ 1.10	72.0 $\pm$ 5.11	44.9 $\pm$ 2.32	48.8 $\pm$ 0.73
螺旋断层放疗组	76.0 $\pm$ 11.1	39.7 $\pm$ 6.91	43.3 $\pm$ 2.45	63.7 $\pm$ 4.18	42.7 $\pm$ 10.6	45.4 $\pm$ 3.09
F 值	40.132	1.233	15.827	29.334	1.343	33.351
P 值	0.000	0.289	0.000	0.000	0.258	0.000

续表 2

组别	小肠、结肠			脊髓		
	V <sub>30</sub> /%	V <sub>40</sub> /%	V <sub>50</sub> /%	D <sub>mean</sub> /Gy	D <sub>mean</sub> /Gy	D <sub>max</sub> /Gy
7 野 - 静态 IMRT 组	38.7 ± 5.92	17.9 ± 1.73	8.06 ± 0.66	27.5 ± 1.15	26.2 ± 3.36	43.3 ± 1.61
容积旋转 IMRT 组	41.1 ± 1.07	18.2 ± 2.13	8.43 ± 1.15	28.5 ± 2.75	24.5 ± 2.97	42.7 ± 0.95
螺旋断层放疗组	40.6 ± 9.29	18.6 ± 4.02	8.05 ± 0.62	27.2 ± 2.69	22.8 ± 5.05	41.9 ± 1.62
F 值	0.329	0.080	0.251	2.247	14.451	10.082
P 值	0.573	0.768	0.622	0.143	0.000	0.000

  

组别	股骨头		肾脏		肝脏		胃	
	D <sub>mean</sub> /Gy	V <sub>30</sub> /Gy	V <sub>20</sub> /%	D <sub>mean</sub> /Gy	V <sub>30</sub> /%	D <sub>mean</sub> /Gy	V <sub>30</sub> /%	D <sub>mean</sub> /Gy
7 野 - 静态 IMRT 组	30.9 ± 0.93	36.9 ± 5.15	15.4 ± 1.61	14.9 ± 1.66	8.45 ± 0.17	9.51 ± 9.15	16.7 ± 5.34	14.3 ± 8.14
容积旋转 IMRT 组	30.1 ± 7.55	33.8 ± 5.75	16.6 ± 1.82	15.4 ± 0.90	8.34 ± 0.55	11.9 ± 3.24	19.4 ± 1.49	17.1 ± 11.5
螺旋断层放疗组	30.5 ± 5.46	37.3 ± 5.62	16.5 ± 1.79	14.9 ± 1.92	8.26 ± 0.45	11.1 ± 3.97	21.3 ± 8.41	20.8 ± 1.92
F 值	0.282	0.488	7.044	0.513	1.011	0.458	4.171	3.688
P 值	0.589	0.493	0.009	0.607	0.320	0.493	0.019	0.041

2.3 各组骨盆和椎体骨质剂量指标比较

各组骨盆 V<sub>20</sub>、V<sub>30</sub>、V<sub>40</sub> 和 D<sub>mean</sub> 比较, 差异有统计学意义 (P < 0.05), 7 野 - 静态 IMRT 组较螺旋断层放疗组、容积旋转 IMRT 组高 (P < 0.05); 螺旋断层放

疗组与容积旋转 IMRT 组骨盆 V<sub>20</sub>、V<sub>30</sub>、V<sub>40</sub> 和 D<sub>mean</sub> 比较, 差异无统计学意义 (P > 0.05)。各组骨盆 V<sub>10</sub>、V<sub>50</sub> 和椎体 V<sub>10</sub>、V<sub>20</sub>、V<sub>30</sub>、V<sub>40</sub>、V<sub>50</sub> 和 D<sub>mean</sub> 比较, 差异无统计学意义 (P > 0.05)。见表 3。

表 3 各组骨盆和椎体骨质剂量指标比较 (n = 26,  $\bar{x} \pm s$ )

组别	骨盆					
	V <sub>10</sub> /%	V <sub>20</sub> /%	V <sub>30</sub> /%	V <sub>40</sub> /%	V <sub>50</sub> /%	D <sub>mean</sub> /Gy
7 野 - 静态 IMRT 组	91.7 ± 3.66	83.7 ± 3.56	67.8 ± 4.11	46.1 ± 4.30	19.1 ± 12.7	35.1 ± 2.73
容积旋转 IMRT 组	92.9 ± 4.48	81.0 ± 5.31	61.8 ± 7.74	38.9 ± 7.96	15.7 ± 5.13	34.2 ± 3.64
螺旋断层放疗组	90.7 ± 4.99	77.9 ± 6.55	60.5 ± 6.10	39.7 ± 5.66	15.5 ± 2.51	32.9 ± 1.66
F 值	0.991	5.214	15.129	8.328	1.191	5.571
P 值	0.320	0.028	0.000	0.011	0.312	0.020

  

组别	椎体					
	V <sub>10</sub> /%	V <sub>20</sub> /%	V <sub>30</sub> /%	V <sub>40</sub> /%	V <sub>50</sub> /%	D <sub>mean</sub> /Gy
7 野 - 静态 IMRT 组	91.8 ± 4.63	80.9 ± 6.66	64.1 ± 6.54	42.8 ± 5.31	25.6 ± 2.98	38.3 ± 2.61
容积旋转 IMRT 组	92.1 ± 3.81	80.1 ± 5.06	61.4 ± 7.41	39.9 ± 8.57	25.6 ± 4.43	40.2 ± 2.77
螺旋断层放疗组	91.5 ± 4.99	81.6 ± 5.49	64.7 ± 6.47	42.2 ± 6.29	29.1 ± 12.8	39.3 ± 3.35
F 值	0.110	0.894	0.341	0.872	0.610	0.038
P 值	0.751	0.347	0.560	0.349	0.551	0.842

2.4 机器输出跳数

7 野 - 静态 IMRT 组、容积旋转 IMRT 组和螺旋断层放疗组的机器输出量分别为 (798 ± 126)、(683 ± 332) 和 (5 475 ± 1 013) MU, 经方差分析,

差异有统计学意义 (F = 67.368、P = 0.000), 7 野 - 静态 IMRT 组、容积旋转 IMRT 组较螺旋断层放疗组低 (P < 0.05), 延长了治疗时间, 降低了射线利用率。

### 3 讨论

宫颈癌是我国最常见的妇科肿瘤,在女性中其发病率仅次于乳腺癌<sup>[8]</sup>。盆腔和腹膜后淋巴结转移是宫颈癌常见的淋巴结转移途径,伴腹膜后淋巴结转移宫颈癌靶区包括盆腔和腹主动脉旁淋巴结引流区,靶区涉及范围较广,临近的危及器官较多,传统放疗技术可能会导致严重胃肠道反应、泌尿系反应或骨髓抑制,不仅严重影响患者的生活质量,而且可能影响放疗疗效及后续治疗<sup>[9]</sup>。所以,新技术的选用对伴腹膜后淋巴结转移宫颈癌治疗尤为重要。

随着影像学技术及计算机技术的进步,螺旋断层放疗技术目前已用于宫颈癌的治疗,其采用直线加速器结合 CT 影像技术,行 360° 聚焦式断层放疗,提高了肿瘤放疗的精确度。目前国内外多篇研究表明在多种肿瘤治疗中,螺旋断层放疗技术在适形度、均匀性及周围正常组织保护上优于普通 IMRT 放疗<sup>[10-12]</sup>。

放射性直肠及膀胱黏膜损伤是宫颈癌放疗常见的不良反应,影响患者生活质量,其严重程度与直肠及膀胱接受较高剂量照射体积有关<sup>[13]</sup>。刘娟等<sup>[14]</sup>研究结果显示与螺旋断层放疗组比较,7 野-静态 IMRT 组宫颈癌直肠和膀胱  $D_{mean}$ 、 $V_{30}$  和  $V_{40}$  较高。本研究显示螺旋断层放疗技术的直肠和膀胱  $V_{40}$  和  $D_{mean}$  更低,其对直肠及膀胱保护优于 7-IMRT 技术和容积旋转 IMRT 技术,与 7 野-静态 IMRT 技术相比,容积旋转 IMRT 技术对直肠及膀胱保护更好;各组直肠及膀胱  $V_{50}$  无差异,考虑 CTV 外放为 PTV 的过程中包括了部分膀胱和直肠,靶区内的直肠和膀胱需要接受 50 Gy 的处方剂量,这可能使螺旋断层放疗技术优势在  $V_{30}$  剂量参数上显示不明显。骨髓抑制是宫颈癌同步放化疗常见的毒副反应之一,成人 >50% 骨髓集中于骨盆骨质、近端股骨、骶椎和部分腰椎,这些解剖结构均临近或包括在腹膜后淋巴结转移宫颈癌的靶区中<sup>[15]</sup>。RTOG 0418 试验结果显示宫颈癌同步放化疗血液学毒性发生率与骨盆  $D_{mean}$  和  $V_{40}$  相关<sup>[16]</sup>。CHANG 等<sup>[15]</sup> 研究显示骨盆  $V_{20}$ 、 $V_{30}$ 、 $V_{40}$ 、 $D_{mean}$  可能是宫颈癌放疗患者血液学毒性发生的主要影响因素。本研究显示容积旋转 IMRT 技术与螺旋断层放疗技术的骨盆骨质剂量学分布更优,可获得更低的骨盆  $V_{20}$ 、 $V_{30}$ 、 $V_{40}$  参数,但椎体骨质 3 组放疗技术均未显示出剂量学优势。在其他危及器官保护方面,容积旋转 IMRT 技术和螺旋断层放疗技术对脊髓保护优于 7 野-静态 IMRT,小肠、结肠、肝脏及股骨头等未显示剂量学优

势。各组患者肾脏和胃接受的照射剂量均较低,7 野-静态 IMRT 技术在肾脏和胃的剂量学参数甚至更优于容积旋转 IMRT 技术和螺旋断层放疗技术,考虑 7 野-静态 IMRT 设野可部分避开胃和肾脏的解剖范围,而螺旋断层放疗技术为 360° 聚焦式断层放疗,容积旋转 IMRT 技术为容积旋转调强放疗,2 种技术的实现形式难以完全避开肾脏及胃,这引起肾脏和胃接受的照射剂量高于 7 野-静态 IMRT 组。

螺旋断层放疗技术是将 6MV 加速器安装在 CT 机架中,以兆伏级能量 X 射线做图像引导放疗,行 360° 旋转放疗,每隔 7° 计算 1 次多叶光栅位置,共 51 个投射患者肿瘤靶区,其剂量分布与设野宽度、螺距、危及器官及靶区范围等有关<sup>[17]</sup>。腹膜后淋巴结转移宫颈癌靶区范围常较广,危及器官较多,如仍需达到较好的靶区剂量分布和正常组织保护,设野宽度和螺距需设定较小,但此时系统治疗时间和机器跳数也会相应增加。本研究结果也显示螺旋断层放疗技术的机器输出跳数显著高于容积旋转 IMRT 技术和 7 野-静态 IMRT 技术,且治疗时间长,对射束的利用率相对较低。

综上所述,螺旋断层放疗技术能获得更好的靶区适形度和均匀性,在直肠、膀胱、骨盆、脊髓和肾脏的保护优于容积旋转 IMRT 和 7 野-静态 IMRT 技术,但螺旋断层放疗技术机器输出量显著高于容积旋转 IMRT 和 7 野-静态 IMRT 技术,对射束利用率较低。本研究存在样本量较少,未考虑后装治疗剂量叠加影响,且未观察临床毒副反应及疗效与放疗剂量学参数的相关性,还需要进一步研究证实。

#### 参 考 文 献:

- [1] 高义军,李晓伟,王建六. 核磁共振联合阴道彩超评估早期宫颈癌病情的价值初探[J]. 现代妇产科进展, 2014, 23(7): 538-540.
- [2] 高宝荣. SCC-Ag 对早期宫颈癌患者淋巴结转移评估的价值[J]. 中国肿瘤临床, 2010, 37(11): 630-633.
- [3] NEERJA B, DAISUKE A, DAYA NAND S, et al. Cancer of the cervix uteri[J]. Int J Gynecol Obstet, 2018, 143: 22-36.
- [4] ELEANOR M O, ANN H K, ANUJA J, et al. Impact of treatment year on survival and adverse effects in patients with cervical cancer and paraortic lymph node metastases treated with definitive extended-field radiation therapy[J]. Pract Radiat Oncol, 2017, 7: e165-e173.
- [5] SOK M, ZAVRL M, GREIF B, et al. Objective assessment of WHO/ECOG performance status[J]. Support Care Cancer, 2019, 27(10): 3793-3798.
- [6] STROOM J C, HEIJMEN B. Geometrical uncertainties, radiotherapy planning margins, and the ICRU-62 report[J].

- Radiotherapy and Oncology, 2002, 1(64): 75-83.
- [7] VINCENT G, THOMAS R M. Dose prescription, reporting and recording in intensity-modulated radiation therapy: a digest of the ICRU Report 83[J]. *Imaging Med*, 2011, 3(3): 367-373.
- [8] CHEN W Q, ZHENG R S, BAADE P D, et al. Cancer statistics in China, 2015[J]. *CA Cancer J Clin*, 2016, 66: 115-132.
- [9] WU M H, CHEN J C, TAI H C, et al. Intensity-modulated radiotherapy with concurrent chemotherapy for elder cervical cancers: a comparison of clinical outcomes with conventional radiotherapy[J]. *Int J Gerontol*, 2016, 10: 159-163.
- [10] KIM Y J, KIM J Y, YOO S H, et al. High control rate for lymph nodes in cervical cancer treated with high-dose radiotherapy using helical tomotherapy[J]. *Techno Cancer Res Treat*, 2013, 12(1): 45-51.
- [11] 解传滨, 徐寿平, 葛瑞刚, 等. 局部晚期喉癌和下咽癌容积旋转调强与螺旋断层放疗的剂量学研究 [J]. *实用癌症杂志*, 2016, 1(31): 120-123.
- [12] CHANG A J, RICHARDSON S, GRIGSBY P W, et al. Split-field helical tomotherapy with or without chemotherapy for definitive treatment of cervical cancer[J]. *Int J Radiat Oncol Biol Phys*, 2012, 82(1): 263-269.
- [13] 张宗恺, 王雅棣, 张富利, 等. 宫颈癌 HT 中膀胱和直肠充盈状态对其受量影响 [J]. *中华放射肿瘤学杂志*, 2018, 27(5): 513-516.
- [14] 刘娟, 李双双, 高山宝, 等. 宫颈癌螺旋断层放疗与静态调强技术的剂量学比较 [J]. *中国医学物理学杂志*, 2019, 36(1): 23-28.
- [15] CHANG Y, YANG Z Y, LI G L, et al. Correlations between radiation dose in bone marrow and hematological toxicity in patients with cervical cancer: a comparison of 3dcrt, imrt, and rapidarc[J]. *Int J Gynecol Cancer*, 2016, 26(4): 770-776.
- [16] KLOPPA H, MOUGHAN J, PORTELANCE L, et al. Hematologic toxicity in RTOG 0418: a phase 2 study of postoperative IMRT for gynecologic cancer[J]. *Int J Radiat Oncol Biol Phys*, 2013, 86(1): 83-90.
- [17] 张磊, 程晶晶. 螺旋断层放射治疗的研究进展 [J]. *实用医学杂志*, 2015, 31(12): 2056-2058.

(李科 编辑)

本文引用格式: 刘伟, 周培杰, 罗文广, 等. 腹膜后淋巴结转移宫颈癌螺旋断层、容积旋转调强和静态调强放疗的剂量学比较 [J]. *中国现代医学杂志*, 2020, 30(18): 62-67.