

DOI: 10.3969/j.issn.1005-8982.2024.13.002
文章编号: 1005-8982 (2024) 13-0007-07

卵巢疾病专题·论著

宫颈癌卵巢移位术后IMRT与VMAT放疗对 卵巢功能保护的剂量学评估*

江长风, 王珂, 严研, 姚峰, 周立庆

[徐州医科大学附属淮安医院(淮安市第二人民医院)放疗科, 江苏 淮安 223002]

摘要: 目的 评估宫颈癌患者在接受卵巢移位术后, 固定野调强放疗(IMRT)与容积旋转调强放疗(VMAT)在保护卵巢功能方面的剂量学优势。**方法** 选取2016年1月—2022年1月淮安市第二人民医院收治的44例宫颈鳞癌卵巢移位术后需行辅助放疗的患者。根据放疗方式不同分为IMRT组和VMAT组, 每组22例。IMRT组采用9野均分共面照射, VMAT组采用双全弧共面照射。比较2种放疗方式的剂量学差异及对卵巢功能的影响, 分析移位卵巢位置与卵巢剂量之间的关系。**结果** IMRT在保留双侧卵巢时计划靶体积(PTV)的 $D_{2\%}$ 、 $D_{98\%}$ 、CI、HI各项参数均优于VMAT计划。在保护卵巢方面, IMRT卵巢 D_{mean} (5.01 ± 1.14) Gy、 D_{max} (8.08 ± 2.65)、 V_5 (50.63 ± 30.23)、 V_7 (16.11 ± 22.68)均低于VMAT计划 ($P < 0.05$)。对危及器官的保护, IMRT组患者治疗前后雌二醇的差值高于VMAT组患者 ($P < 0.05$), LH和FSH的差值均低于VMAT组患者 ($P < 0.05$); 两组治疗前后左右股骨头 D_{mean} 和直肠 $D_{2\%}$ 的差值比较, 差异均无统计学意义 ($P > 0.05$)。单因素分析发现, IMRT治疗组与VMAT治疗组卵巢中心层面距同侧PTV的横向距离与卵巢平均剂量比较, 差异均有统计学意义 ($P < 0.05$), IMRT治疗组卵巢平均剂量与卵巢中心层面距髂嵴平面纵向距离呈正相关 ($r = 0.667, P < 0.05$), 与卵巢中心层面距PTV最近距离、卵巢中心层面距同侧PTV横向距离均呈负相关 ($r = -0.824$ 和 -0.907 , 均 $P < 0.05$), 同时与卵巢体积呈负相关 ($r = -0.370, P < 0.05$)。VMAT治疗组卵巢平均剂量与卵巢中心层面距髂嵴平面纵向距离呈正相关 ($r = 0.624, P < 0.05$), 与卵巢中心层面距PTV最近距离、卵巢中心层面距同侧PTV横向距离均呈负相关 ($r = -0.804$ 和 -0.885 , 均 $P < 0.05$), 同时与卵巢体积呈负相关 ($r = -0.340, P < 0.05$)。**结论** 通过剂量学比较, IMRT放疗在宫颈癌卵巢移位术后保护卵巢功能方面更具优势。通过测量卵巢中心层面距同侧PTV的横向距离可以预测卵巢剂量。

关键词: 宫颈癌; 固定野调强放疗; 保留卵巢功能; 剂量

中图分类号: R737.33

文献标识码: A

Dosimetric evaluation of ovarian function preservation using IMRT and VMAT radiotherapy following ovarian transposition surgery in cervical cancer patients*

Jiang Chang-feng, Wang Ke, Yan Yan, Yao Feng, Zhou Li-qing

[Department of Radiotherapy, Xuzhou Medical University Affiliated Huai'an Hospital (Huai'an Second People's Hospital), Huai'an, Jiangsu 223002, China]

Abstract: Objective To evaluate the dosimetric advantages of intensity-modulated radiation therapy (IMRT) versus volumetric-modulated arc therapy (VMAT) in preserving ovarian function in cervical cancer patients post-oophorectomy. **Methods** From January 2016 to January 2022, 44 patients with cervical squamous cell

收稿日期: 2024-01-16

* 基金项目: 江苏省中医药科技发展计划项目(No: MS2021081)

[通信作者] 周立庆, E-mail: zlq-hill@163.com; Tel: 13705237567

carcinoma who underwent oophorectomy and required adjuvant radiotherapy were selected from Huai'an Second People's Hospital. Patients were divided into IMRT and VMAT groups, with 22 cases in each group. The IMRT group received 9-field coplanar irradiation, while the VMAT group received dual-arc coplanar irradiation. The dosimetric differences and impact on ovarian function between the two radiotherapy modalities were compared, and the relationship between the location of the relocated ovaries and ovarian dose was analyzed. **Results** IMRT showed superior parameters for the planning target volume (PTV) including $D_{2\%}$, $D_{95\%}$, conformity index (CI), and homogeneity index (HI) compared to VMAT. In terms of ovarian protection, IMRT had lower mean ovarian dose ($D_{\text{mean}} 5.21 \pm 1.34$ Gy), maximum ovarian dose ($D_{\text{max}} 8.28 \pm 2.65$ Gy), V5 (50.63 ± 30.23), and V7 (16.11 ± 22.68) compared to VMAT ($P < 0.05$). For organ at risk (OAR) protection, the change in estradiol (E_2) levels pre- and post-treatment was higher in the IMRT group than in the VMAT group ($P < 0.05$), while the changes in luteinizing hormone (LH) and follicle-stimulating hormone (FSH) levels were lower in the IMRT group ($P < 0.05$). No significant differences were observed in the changes in D_{mean} of the femoral heads and $D_{2\%}$ of the rectum between the two groups ($P > 0.05$). Univariate analysis revealed significant differences in the lateral distance from the ovarian central plane to the ipsilateral PTV between the IMRT and VMAT groups ($P < 0.05$). In the IMRT group, the mean ovarian dose was positively correlated with the vertical distance from the ovarian central plane to the iliac crest ($r = 0.667$, $P < 0.05$) and negatively correlated with the minimum distance to the PTV and lateral distance to the ipsilateral PTV ($r = -0.824$ and -0.907 , respectively, both $P < 0.05$), as well as ovarian volume ($r = -0.370$, $P < 0.05$). In the VMAT group, the mean ovarian dose was positively correlated with the vertical distance from the ovarian central plane to the iliac crest ($r = 0.624$, $P < 0.05$) and negatively correlated with the minimum distance to the PTV and lateral distance to the ipsilateral PTV ($r = -0.804$ and -0.885 , respectively, both $P < 0.05$), as well as ovarian volume ($r = -0.340$, $P < 0.05$). **Conclusion** Dosimetric comparison indicates that IMRT provides better protection for ovarian function in cervical cancer patients post-oophorectomy. The lateral distance from the ovarian central plane to the ipsilateral PTV can predict the ovarian dose.

Keywords: cervical cancer; intensity-modulated radiation therapy; ovarian function preservation; dosimetry

宫颈癌是女性生殖系统中最常见的恶性肿瘤之一,其发病率和病死率在各种妇科肿瘤中均居前列^[1-2]。随着医学技术的不断发展,宫颈癌的诊断和治疗已经取得了巨大进步。然而,值得关注的是近年来宫颈癌的平均发病年龄在逐渐下降,年轻宫颈癌患者占比有逐年升高的趋势^[3-4]。放射治疗作为宫颈癌治疗的重要手段之一,适用于各期宫颈癌。由于卵巢对放射线极其敏感,低剂量的照射即可导致永久不育,随着照射剂量的增加,卵巢早衰风险也随之增加^[5]。宫颈癌术后辅助放疗的常规剂量为 45 ~ 50 Gy,可能会导致卵巢功能永久衰竭。卵巢移位术是一种为了保护卵巢功能而将卵巢移至腹腔内或腹膜后结肠旁沟高位处的手术方法,以减少放射线对卵巢的损伤^[6]。HWANG 等^[7]报道,在单因素分析中将卵巢移位至髂嵴平面上方 1.5 cm 的照射野外是维持卵巢内分泌功能的独立预后因素。目前研究报道,放疗后移位卵巢保留内分泌功能的概率仍然不高^[8-10]。因此在精准放疗的背景下,如何选择更好的放疗方式来保护卵巢功能逐渐成为近年研究热点。本研究旨在通过比较固定野调强放疗

(intensity-modulated radiation therapy, IMRT) 与容积旋转调强放疗 (volumetric modulated arc therapy, VMAT) 2 种照射技术在宫颈癌术后放疗中保留卵巢功能的剂量学特点,为临床提供更为科学、合理的放疗技术选择建议,并分析卵巢移位位置与卵巢剂量之间的关系,为物理师和医师进行计划制订和评估提供参考。

1 资料与方法

1.1 研究对象

选取 2016 年 1 月—2022 年 1 月淮安市第二人民医院收治的 44 例宫颈鳞癌卵巢移位术后需行辅助放疗的患者。按放疗方法不同,分为 IMRT 组和 VMAT 组,每组 22 例。IMRT 组患者平均年龄 (34.55 ± 5.27) 岁,临床分期 IB 期 12 例,II A 期 10 例,宫颈鳞状细胞癌病理分级 I 级 6 例,II 级 11 例,III 级 5 例。VMAT 组患者平均年龄 (35.03 ± 5.33) 岁,其中 IB 期 11 例,II A 期 11 例,宫颈鳞状细胞癌病理分级 I 级 5 例,II 级 11 例,III 级 6 例。IMRT 组采用 9 野均分共面照射,VMAT 组采用双全弧共面照射。

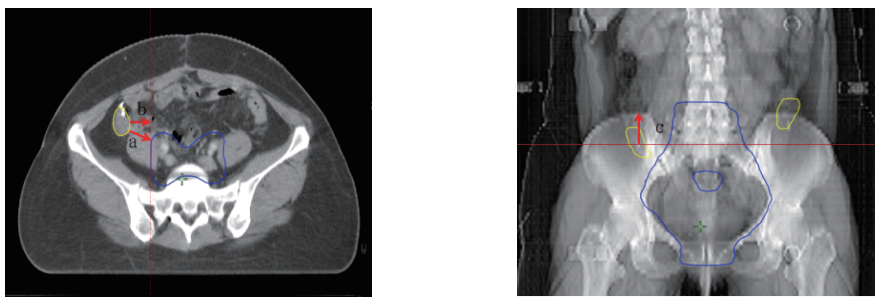
所有患者行双侧卵巢移位且卵巢位置与靶区处于相同层面。两组患者年龄、临床分期、病理分级比较, 差异均无统计学意义 ($P > 0.05$), 具有可比性。纳入标准: ①通过组织病理学检查确诊为宫颈癌的患者; ②在放疗前完成卵巢移位手术; ③术前检查卵巢功能正常, 包括但不限于正常的月经周期、合适的激素水平等; ④没有其他严重的并发症或合并症, 如心血管疾病、重度肝肾功能障碍等。排除标准: ①有其他部位癌症史或已经接受过放疗; ②术前存在卵巢功能障碍, 如早期卵巢衰竭等; ③有严重的心理或精神疾病, 无法配合治疗; ④有严重的心脏、肝脏、肾脏或其他重要器官的疾病。本研究经医院医学伦理会批准, 患者均自愿参与并签署知情同意书。

1.2 方法

模拟定位: 定位前 1 ~ 2 h 嘱患者排空直肠和膀

胱, 随后饮用约 500 mL 清水使膀胱足够充盈。使用德国西门子 SOMATOM Spirit 双层螺旋 CT 扫描, 扫描层厚 5 mm, 范围从第 2 腰椎上缘至坐骨结节下 4 ~ 5 cm。患者采取仰卧体位并用热塑体模进行固定, 确保每次治疗的准确性和可重复性。

靶区勾画及计划设计: 定位图像传入 Eclipse 15.5 计划系统后由 1 位放疗医师进行靶区勾画, 临床靶体积 (clinical target volume, CTV) 范围包括: 阴道残端、阴道上段 1/2、阴道旁组织。盆腔淋巴引流区 (髂总、髂内、髂外、闭孔、骶前淋巴引流区)。CTV 外放 0.6 ~ 1.0 cm 形成计划靶体积 (planning target volume, PTV)。同时勾画卵巢、膀胱、直肠、小肠 (包括结肠肠袋)、股骨头、脊髓等危及器官。经主任医师审核后交由物理师选用瓦里安 VitalBeam 直线加速器 6 MV 能量 X 射线进行计划设计。见图 1。



a: 卵巢中心层面到 PTV 最近距离; b: 卵巢中心层面至同侧 PTV 的横向距离; c: 卵巢中心层面至骶嵴平面的垂直距离。

图 1 宫颈癌移位卵巢与 PTV 位置关系测量示意图

IMRT 组: 采用 9 野均分共面照射, 射束角度为 160°、120°、80°、40°、0°、320°、280°、240°、200°, 光阑角度均为 0°。

VMAT 组: 采用双全弧共面照射, 单弧 178 个调制点, 光阑角度为 15° 和 345°。PTV 处方剂量 50 Gy, 分次方案为 2.0 Gy/次, 共 25 次。计划目标: 95% 体积的 PTV 和 99% 体积的 CTV 达到处方剂量, 小肠 V40 ≤ 30%, 膀胱 V45 ≤ 35%, 直肠 V40 ≤ 80%, 股骨头 V30 ≤ 15%, 脊髓最大剂量 $D_{max} \leq 45$ Gy, 卵巢平均剂量 $D_{mean} \leq 5$ Gy。

1.3 评价指标

放疗前和放疗后 12 个月抽取患者静脉血 6 mL, 离心后取上清液, 置于 -20 °C 冰箱冷冻保存。使用放射免疫试剂盒 (中国原子能科学研究院同位素研究所) 检测患者血清雌二醇 (Estradiol, E_2), 使用试剂

盒 (德国罗氏公司) 检测黄体生成素 (luteotropic hormone, LH) 水平, 使用检测试剂盒 (爱尔兰雅培公司) 检测促卵泡激素 (follicle stimulating hormone, FSH) 水平。采用剂量体积直方图 (dose-volume histogram, DVH)^[11] 评估 PTV 和 OARs 的剂量分布。PTV 的评估指标包括: $D_{98\%}$ (98% PTV 体积受照剂量)、 $D_{2\%}$ (2% PTV 体积受照剂量)、均匀性指数 (homogeneity index, HI) 靶区的适形度指数 (conformity index, CI)。根据国际辐射单位与测量委员会第 83 号报告, $CI = CF$ (cover factor) $\times SF$ (spill factor), 其中 CF 为靶区接受处方剂量体积与靶区体积之比, SF 为靶区接受的处方剂量体积与全身接受处方剂量的总体积之比。 $HI = (D_{2\%} - D_{98\%}) / D_{50\%}$ 。CI 的值为 0 ~ 1, 取值越接近于 1, 靶区的适形度越高。HI 取值越低, 说明靶区的均匀性越好。OARs

的评估指标包括:卵巢的 D_{mean} 、 D_{max} 、V5(超过 5 Gy 剂量的体积)和 V7(超过 7 Gy 剂量的体积),直肠和小肠的 D_{mean} 和 $D_{2\%}$,脊髓的 D_{max} ,左股和右股骨头的 D_{mean} 。

1.4 统计学方法

数据分析采用 SPSS 26.0 统计软件。计量资料以均数 ± 标准差($\bar{x} \pm s$)表示,比较用 t 检验;相关分析用 Pearson 法。 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 两组 PTV 剂量学参数比较

IMRT 组与 VMAT 组 PTV 剂量学参数($D_{2\%}$ 、 $D_{98\%}$ 、HI、CI)比较,经 t 检验,差异均有统计学意义($P < 0.05$);IMRT 组 $D_{98\%}$ 和 CI 值高于 VMAT 组; $D_{2\%}$ 、HI 值低于 VMAT 组。见表 1。

2.2 两组危及器官的剂量学参数比较

IMRT 组与 VMAT 组卵巢的 D_{mean} 、 D_{max} 、V5、V7 比

表 1 2 种放疗计划的 PTV 剂量学比较 ($n=22, \bar{x} \pm s$)

组别	$D_{2\%}/Gy$	$D_{98\%}/Gy$	HI	CI
IMRT 组	52.15 ± 0.35	49.58 ± 0.08	0.049 ± 0.007	0.902 ± 0.010
VMAT 组	53.92 ± 0.50	48.05 ± 0.10	0.078 ± 0.010	0.887 ± 0.023
t 值	13.602	56.037	11.143	2.805
P 值	0.000	0.000	0.000	0.007

较,经 t 检验,差异均有统计学意义($P < 0.05$);IMRT 组均低于 VMAT 组。IMRT 组与 VMAT 组直肠的 D_{mean} 比较,经 t 检验,差异有统计学意义($P < 0.05$);IMRT 组低于 VMAT 组。IMRT 组与 VMAT 组直肠的 $D_{2\%}$ 比较,经 t 检验,差异无统计学意义($P > 0.05$)。IMRT 组与 VMAT 组小肠的 D_{mean} 及 $D_{2\%}$ 比较,经 t 检验,差异有统计学意义($P < 0.05$);IMRT 组低于 VMAT 组。IMRT 组与 VMAT 组脊髓的 D_{max} 比较,经 t 检验,差异有统计学意义($P < 0.05$);IMRT 组低于 VMAT 组。IMRT 组与 VMAT 组左股骨头和右股骨头的 D_{mean} 比较,经 t 检验,差异均无统计学意义($P > 0.05$)。见表 2。

表 2 2 种放疗计划危及器官的剂量学比较 ($n=22, \bar{x} \pm s$)

组别	卵巢				直肠	
	D_{mean}/Gy	D_{max}/Gy	V5/%	V7/%	D_{mean}/Gy	$D_{2\%}/Gy$
IMRT 组	5.01 ± 1.14	8.08 ± 2.65	50.63 ± 30.23	16.11 ± 22.68	40.18 ± 2.37	51.87 ± 0.43
VMAT 组	5.67 ± 1.33	8.80 ± 2.88	53.74 ± 31.63	17.80 ± 22.79	42.17 ± 2.63	52.03 ± 0.59
t 值	1.767	0.623	0.343	0.281	2.636	0.861
P 值	0.033	0.011	0.045	0.036	0.011	0.390

组别	小肠		脊髓	左股骨头	右股骨头
	D_{mean}/Gy	$D_{2\%}/Gy$	D_{max}/Gy	D_{mean}/Gy	D_{mean}/Gy
IMRT 组	26.89 ± 2.66	50.60 ± 0.62	38.53 ± 2.72	22.75 ± 4.60	22.73 ± 5.08
VMAT 组	27.80 ± 3.59	51.97 ± 0.65	40.01 ± 3.15	23.05 ± 4.34	21.79 ± 5.07
t 值	-3.633	7.153	-2.316	0.584	-1.704
P 值	0.002	0.000	0.031	0.559	0.088

2.3 两组治疗前后卵巢功能的变化

两组治疗前后 E_2 、LH、FSH 的差值比较,经 t 检验,差异均有统计学意义($P < 0.05$);VMAT 组治疗前后 E_2 、LH、FSH 的差值均高于 IMRT 组。见表 3。

2.4 移位卵巢位置与剂量之间的关系

在 Eclipse 系统中测量到 44 个移位卵巢位置,包括:卵巢中心层面到 PTV 最近距离,卵巢中心层面至同侧 PTV 的横向距离,卵巢中心层面至髂嵴平面的垂直距离。在髂嵴平面下方的为正值,上方的为

表 3 2 种放疗计划对卵巢功能的影响比较

($n=22, mIU/mL, \bar{x} \pm s$)

组别	E_2 差值	LH 差值	FSH 差值
IMRT 组	23.67 ± 3.66	14.37 ± 3.16	13.29 ± 1.78
VMAT 组	58.44 ± 4.51	32.83 ± 2.89	31.44 ± 2.13
t 值	28.078	20.219	30.668
P 值	0.000	0.000	0.000

负值。其中卵巢中心层面到 PTV 最近距离范围为 0.98 ~ 5.48 cm, 平均 (2.81 ± 1.16) cm。卵巢中心层面到同侧 PTV 的横向距离为 0.14 ~ 5.22 cm, 平均 (2.42 ± 1.37) cm。卵巢中心层面至髂嵴平面垂直距离范围为 -0.30 ~ 6.93 cm, 平均 (3.67 ± 1.89) cm。分

析 IMRT 与 VMAT 计划的上述 3 种距离与卵巢平均剂量间相关系数。其中卵巢中心层面至同侧 PTV 的横向距离与卵巢剂量相关度最高。采用指数函数非线性回归对横向距离和剂量进行拟合, IMRT 与 VMAT 拟合后的 R^2 值分别为 0.84 和 0.80 (见图 2)。

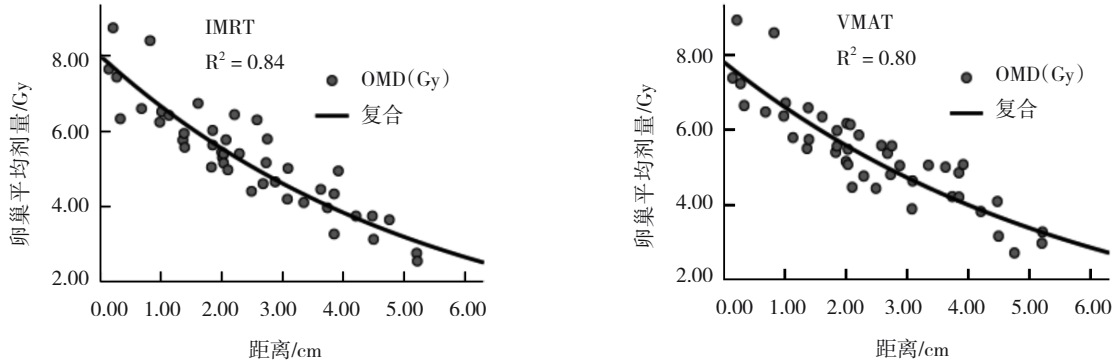


图 2 卵巢中心层面至同侧 PTV 的横向距离与卵巢平均剂量曲线拟合图

用于预测卵巢平均剂量 (ovarian mean dose, OMD) 与距离的拟合公式为:

$$\text{IMRT: OMD} = 11.22e^{(-d/9.35)} - 3.43$$

$$\text{VMA: TOMD} = 7.80e^{(-d/6.03)} + 0.02$$

d 为卵巢中心层面卵巢至同侧 PTV 的横向距离。根据公式计算得知 IMRT 拟合曲线预测卵巢平均剂量 < 5 Gy 和 3 Gy 时卵巢中心层面至同侧 PTV 的横向距离 > 2.54 cm 和 5.40 cm; VMAT 计划距离应 > 2.65 cm 和 5.78 cm。指数函数非线性拟合公式为: $y = A1 * e^{(-d/t1)} + y_0$ 经统计软件分析可得出 A1、t1、 y_0 , e 为自然对数底数。通过测量卵巢中心层面卵巢至同侧 PTV 的横向距离 d, 可预测卵

巢平均剂量。对于 IMRT 治疗组, 平均剂量与卵巢中心层面距髂嵴平面纵向距离呈正相关 ($r = 0.667, P = 0.000$), 与卵巢中心层面距 PTV 最近距离、卵巢中心层面距同侧 PTV 横向距离呈负相关 ($r = -0.824$ 和 -0.907 , 均 $P = 0.000$), 与卵巢体积呈负相关 ($r = -0.370, P = 0.000$)。对于 VMAT 治疗组, 平均剂量与卵巢中心层面距髂嵴平面纵向距离呈正相关 ($r = 0.624, P = 0.000$), 与卵巢中心层面距 PTV 最近距离、卵巢中心层面距同侧 PTV 横向距离呈负相关 ($r = -0.804$ 和 -0.885 , 均 $P = 0.000$), 与卵巢体积呈负相关 ($r = -0.340, P = 0.000$)。见表 4。

表 4 IMRT、VMAT 卵巢平均剂量与 3 种距离参数及卵巢体积的相关性分析

平均剂量	卵巢中心层面距髂嵴平面纵向距离		卵巢中心层面距 PTV 最近距离		卵巢中心层面距同侧 PTV 横向距离		卵巢体积	
	r 值	P 值	r 值	P 值	r 值	P 值	r 值	P 值
IMRT	0.667	0.000	-0.824	0.000	-0.907	0.000	-0.370	0.000
VMAT	0.624	0.000	-8.040	0.000	-0.885	0.000	-0.340	0.000

3 讨论

宫颈癌是起源于宫颈鳞状上皮和宫颈鳞柱状上皮交界处的常见妇科恶性肿瘤, 其中鳞癌最为多见, 约占 80%。早期宫颈鳞癌发生卵巢转移较为罕见^[12-14]。YAMAMOTO 等^[15]研究发现, 早期宫颈鳞癌卵巢转移概率仅为 0.4%, 而非宫颈鳞癌卵巢转移概

率为 8.5%。张师前等^[16]通过系统性回顾和荟萃分析结果显示, 对早期的年轻宫颈腺癌患者, 保留卵巢对预后无明显影响。因此, 早期宫颈癌患者保留卵巢是安全可行的。自 MCCALL 等^[17]于 1958 年首次描述了将卵巢从盆腔移出以避免术后放疗对卵巢损伤的方法, 就引起外科医生对保护卵巢的广泛关

注。有研究显示,当双侧移位卵巢接受 <5 Gy 的辐射剂量,有 64% 的卵巢功能得以保留^[18]。DU 等^[19]认为 IMRT 保留卵巢功能的最佳剂量限值为 $V_{7.5}<26\%$ 。本研究采用了 $D_{\text{mean}}<5$ Gy 作为计划设计的卵巢剂量限值。通过对 IMRT 与 VMAT 两种计划参数比较,IMRT 在卵巢功能保护方面显示出剂量学优势。IMRT 在靶区剂量覆盖的均匀性和适形度方面表现较好,而 VMAT 在最大剂量点的控制上表现较好,但均匀性稍差。VMAT 计划在卵巢、直肠、小肠的某些剂量学参数上高于 IMRT 计划,表明在这些危及器官的保护方面,IMRT 计划可能相对更优。这可能是由于 VMAT 照射野为避开离靶区较近的卵巢,补偿靶区剂量,通过增加了非卵巢直接照射方向上的子野数目,导致叶片间的漏射线随之增加。而 IMRT 通过钨门跟随技术能有有效的减少叶片间的漏射线。这与白乘源等^[20]的研究结果基本一致。

本研究观察到照射区域内卵巢平均剂量与卵巢到 PTV 的距离相关,距离 PTV 越近的卵巢接受的照射剂量就越高。通过对卵巢中心层面到同侧 PTV 的横向距离与卵巢平均剂量(OMD)进行回归分析预测 IMRT 与 VMAT 计划 $OMD<3$ Gy 卵巢到 PTV 横向距离应 >5.40 cm 和 >5.78 cm。这一结果要小于 YOSHIHIRO 等^[21]通过 R-VMAT 计划使卵巢剂量降低至 3 Gy 以下时,卵巢距 PTV 横向距离应 >6.1 cm 的推荐距离。这一差异可能是治疗设备、计划系统的不同等客观因素和医生、物理师对计划的要求不同等主观因素共同导致的。有报道称,卵巢位置相对于髂嵴平面也是影响卵巢功能的独立预后因素,卵巢位于髂嵴上方更有利于对其功能的保留^[22]。LIÜ 等^[23]建议将卵巢移位到髂嵴上方 1.12 cm 以上,以获得高于 PTV 的卵巢位置,达到满意的卵巢剂量。IMRT 通过调整进入患者体内的辐射束的强度分布,能够使得高剂量区域紧密包绕靶区,同时将低剂量区域限制在周围的正常组织和器官,如卵巢,从而最大限度地减少对周围正常组织的辐射暴露^[24-25]。IMRT 使用的多叶片准直器能够更精确地塑形和调整辐射束的形状,以适应靶区的轮廓,同时绕过敏感的正常组织如卵巢^[26-27]。这种塑形能力使 IMRT 在保护卵巢等正常组织方面具有明显的优势。与传统的放疗相比,IMRT 在靶区内部的剂量分布更均匀,可以有效避免高剂量或低剂量区域出现

在不应有的位置,如移位卵巢附近,进一步保护卵巢功能。由于选取的 44 个卵巢位于髂嵴上方的较少,所以无法预测卵巢与髂嵴间的距离,这也是本研究的局限性之一。未来将收集更多的样本,完善相关数据,对卵巢剂量与靶区之间位置关系进行更精确的分析预测。

综上所述,在宫颈癌卵巢移位术后放疗中,当移位卵巢与靶区同层面时,IMRT 在降低卵巢剂量保护正常组织器官和靶区剂量分布均具有剂量学优势,临床工作中可以以此作为参考制订 IMRT 计划来更好的保护卵巢功能。卵巢剂量与距离相关,可以通过卵巢中心层面距 PTV 横向距离预测卵巢平均剂量。

参 考 文 献 :

- [1] 刘双环,李斌. 宫颈癌根治性手术的术式精准选择与实施[J]. 中国全科医学, 2022, 25(18): 2231-2234.
- [2] ZHU C L, ZHANG C L, CUI X M, et al. Trichosanthin inhibits cervical cancer by regulating oxidative stress-induced apoptosis[J]. Bioengineered, 2021, 12(1): 2779-2790.
- [3] SUNG H, FERLAY J, SIEGEL R L, et al. Global cancer statistics 2020: GLOBOCAN estimates of incidence and mortality worldwide for 36 cancers in 185 countries[J]. CA Cancer J Clin, 2021, 71(3): 209-249.
- [4] 林雪芳,周建维. miR-513a-5p 通过靶向调控 PAK1 抑制子宫癌细胞增殖和侵袭[J]. 实用肿瘤杂志, 2023, 38(1): 17-25.
- [5] 邱美珍,王婧,张明珠. 子宫颈癌患者后装放疗所致阴道放射性损伤风险预测模型构建与验证[J]. 中国医学创新, 2023, 20(30): 167-171.
- [6] TAHERMANESH K, GORGINZADEH M, HANJANI S, et al. Ovarian suspension loop: an assembled device for ovarian lifting and immobilization during laparoscopic cystectomy[J]. J Turk Ger Gynecol Assoc, 2022, 23(2): 126-129.
- [7] HWANG J H, YOO H J, PARK S H, et al. Association between the location of transposed ovary and ovarian function in patients with uterine cervical cancer treated with (postoperative or primary) pelvic radiotherapy[J]. Fertil Steril, 2012, 97(6): 1387-1393.e2.
- [8] 徐锦慧. 放射治疗对宫颈癌卵巢移位术后卵巢功能及内分泌功能的影响[J]. 现代中西医结合杂志, 2017, 26(32): 3584-3586.
- [9] 周萍,冉晓敏. 卵巢腹腔内移位术及术后放疗对年轻早期宫颈癌患者内分泌功能及性生活的影响分析[J]. 实用癌症杂志, 2019, 34(3): 473-475.
- [10] 张冰雅,王铁君,刘忠山,等. 放射治疗对宫颈癌卵巢移位术后卵巢功能及卵巢内分泌功能的影响[J]. 中国妇幼保健, 2016, 31(8): 1754-1755.
- [11] 杨义锋,王巍伟,李萍,等. 前列腺癌碳离子治疗直肠剂量体积

- 直方图预测模型[J]. 中华放射肿瘤学杂志, 2021, 30(10): 1041-1046.
- [12] 刘皓, 杨雯, 谭学贤, 等. 宫颈癌组织中 Pax1、LMX1A 表达及其与临床病理特征和预后的关系[J]. 山东医药, 2023, 63(4): 6-10.
- [13] 陈宝杰, 牡丹, 邓宇, 等. 106 例局部晚期宫颈癌根治性同步放化疗的临床疗效及预后影响因素[J]. 现代妇产科进展, 2023, 32(3): 207-213.
- [14] 阮俊霞, 王成群, 杨柏柳. 宫颈癌组织中 MiR-1287-5p、HOXA7 表达及临床意义[J]. 中国计划生育学杂志, 2023, 31(2): 424-428.
- [15] YAMAMOTO R, OKAMOTO K, YUKIHARU T, et al. A study of risk factors for ovarian metastases in stage Ib-IIIb cervical carcinoma and analysis of ovarian function after a transposition[J]. Gynecol Oncol, 2001, 82(2): 312-316.
- [16] 张师前, 倪新雨, 林仲秋. 子宫腺癌手术卵巢保留指征的专家指导意见(2023 年版)[J]. 中国实用妇科与产科杂志, 2023, 39(2): 185-188.
- [17] MCCALL M L, KEATY E C, THOMPSON J D. Conservation of ovarian tissue in the treatment of carcinoma of the cervix with radical surgery[J]. Am J Obstet Gynecol, 1958, 75(3): 590-600.
- [18] WALLACE W H B, THOMSON A B, SARAN F, et al. Predicting age of ovarian failure after radiation to a field that includes the ovaries[J]. Int J Radiat Oncol Biol Phys, 2005, 62(3): 738-744.
- [19] DU Z H, QU H. The relationship between ovarian function and ovarian limited dose in radiotherapy postoperation of ovarian transposition in young patients with cervical cancer[J]. Cancer Med, 2017, 6(3): 508-515.
- [20] 白乘源, 单国平, 程晓龙, 等. 宫颈癌术后放疗保留卵巢功能的剂量评估[J]. 中南医学科学杂志, 2021, 49(4): 406-409.
- [21] YOSHIHIRO U, SHINGO O, MASARU I, et al. Strategies for reducing ovarian dose in volumetric modulated arc therapy (VMAT) for postoperative uterine cervical cancer[J]. Br J Radiol, 2018, 91(1081): 20160777.
- [22] CHAMBERS S K, CHAMBERS J T, KIER R, et al. Sequelae of lateral ovarian transposition in irradiated cervical cancer patients[J]. Int J Radiat Oncol Biol Phys, 1991, 20(6): 1305-1308.
- [23] LIÜ X J, CHENG X L, TU Y Q, et al. Association between the location of transposed ovary and ovarian dose in patients with cervical cancer treated with postoperative pelvic radiotherapy[J]. Radiat Oncol, 2019, 14(1): 230.
- [24] 董胜楠, 黄洋洋, 杨军, 等. 非共面 IMRT 在宫颈癌放疗计划中保护卵巢的可行性探讨[J]. 现代肿瘤医学, 2023, 31(1): 140-143.
- [25] 白胜江, 刘玉涛, 赵红, 等. IMRT 联合腔内后装放疗对宫颈癌靶区、正常组织及肿瘤血管的影响[J]. 局解手术学杂志, 2021, 30(2): 146-151.
- [26] 熊慧, 刘平, 邹文, 等. 局部中晚期宫颈癌同步放化疗临床疗效及预后影响因素分析[J]. 中国全科医学, 2018, 21(17): 2053-2058.
- [27] 谢辉, 欧晋, 李庆. Monaco 计划系统子野数目对宫颈癌调强放射治疗计划剂量分布的影响[J]. 中国医学装备, 2020, 17(5): 67-70.

(张西倩 编辑)

本文引用格式: 江长风, 王珂, 严研, 等. 宫颈癌卵巢移位术后 IMRT 与 VMAT 放疗对卵巢功能保护的剂量学评估[J]. 中国现代医学杂志, 2024, 34(13): 7-13.

Cite this article as: JIANG C F, WANG K, YAN Y, et al. Dosimetric evaluation of ovarian function preservation using IMRT and VMAT radiotherapy following ovarian transposition surgery in cervical cancer patients[J]. China Journal of Modern Medicine, 2024, 34(13): 7-13.