

## 3种宫颈癌近距离放射治疗技术剂量学研究

成坚强, 安永伟, 陶娜, 牛瑞军, 魏玺仪, 张春林, 高力英, 魏世鸿  
甘肃省肿瘤医院放疗科, 甘肃 兰州 730050

**【摘要】目的:**基于三维后装不同模式近距离治疗方案,分析研究不同技术后装治疗过程中靶区和危及器官(OARs)的物理剂量差异。**方法:**选取72例宫颈癌患者进行回顾性分析,根据施源器的不同模式分为以下3类:常规三维腔内治疗(ICBT)组、徒手插植(ISBT)组和3D打印阴道塞(3DP-ISBT)组。分析不同组别的OARs受量情况。**结果:**ISBT组平均4根插植针,3DP-ISBT组平均6根插植针,3D打印阴道塞针数多于徒手插植针数量,差异有统计学意义( $P<0.001$ )。3组两两比较,HR-CTV靶区剂量 $D_{90}$ 和HR-CTV靶区体积差异均没有统计学意义( $P>0.05$ )。以ICBT组作为对照,膀胱受量( $D_{0.1cc}$ 、 $D_{1cc}$ 和 $D_{2cc}$ )ISBT组和3DP-ISBT组均显著低于ICBT组( $P<0.01$ ),但是ISBT组和3DP-ISBT组之间差异没有统计学意义( $P=0.993$ )。直肠 $D_{0.1cc}$ 、 $D_{1cc}$ 和 $D_{2cc}$ 3组之间差异没有统计学意义。以ICBT组作为对照,小肠受量( $D_{0.1cc}$ 、 $D_{1cc}$ 和 $D_{2cc}$ )ISBT组和3DP-ISBT组显著低于ICBT组( $P<0.01$ )。ISBT组和3DP-ISBT组比较,小肠 $D_{0.1cc}$ 、 $D_{1cc}$ 和 $D_{2cc}$ 3DP-ISBT组显著低于ISBT组( $P<0.01$ )。**结论:**通过分析3种近距离治疗模式的OARs受照剂量情况,ISBT技术相比ICBT技术在保护膀胱和小肠方面有较大的优势,其中3DP-ISBT在膀胱和小肠的保护方面是最优的,在直肠保护方面没有显示出明显优势。

**【关键词】**宫颈癌;近距离治疗;3D打印;插植治疗

**【中图分类号】**R737.33;R816.91

**【文献标志码】**A

**【文章编号】**1005-202X(2022)10-1199-05

## Dosimetric comparison among 3 kinds of brachytherapy techniques in cervical cancer

CHENG Jianqiang, AN Yongwei, TAO Na, NIU Ruijun, WEI Xiyi, ZHANG Chunlin, GAO Liying, WEI Shihong  
Department of Radiation Oncology, Gansu Provincial Cancer Hospital, Lanzhou 730050, China

**Abstract: Objective** To analyze the differences in doses to target areas and organs-at-risk during brachytherapy in different modes. **Methods** According to the different modes of the applicator, 72 patients with cervical cancer were divided into 3 groups, namely conventional three-dimensional intracavitary brachytherapy (ICBT) group, interstitial brachytherapy (ISBT) group and 3D printing interstitial brachytherapy (3DP-ISBT) group. The doses to organs-at-risk in different groups were analyzed. **Results** The average number of interstitial needles in 3DP-ISBT group was more than that of ISBT group (6 vs 4,  $P<0.001$ ). The comparison between any 2 groups showed that there was no significant difference in  $D_{90}$  and target volume of HR-CTV ( $P>0.05$ ). The  $D_{0.1cc}$ ,  $D_{1cc}$  and  $D_{2cc}$  of the bladder in ISBT group and 3DP-ISBT group were significantly lower than those in ICBT group ( $P<0.01$ ), but the differences between ISBT group and 3DP-ISBT group were trivial ( $P=0.993$ ). No significant difference was found in the  $D_{0.1cc}$ ,  $D_{1cc}$  and  $D_{2cc}$  of the rectum among 3 groups. The  $D_{0.1cc}$ ,  $D_{1cc}$  and  $D_{2cc}$  of the small intestine in ISBT group and 3DP-ISBT group were significantly lower than those of ICBT group ( $P<0.01$ ), and the  $D_{0.1cc}$ ,  $D_{1cc}$  and  $D_{2cc}$  of the small intestine in 3DP-ISBT group were significantly lower than those of ISBT group ( $P<0.01$ ). **Conclusion** By analyzing the exposure doses to organs-at-risk in 3 brachytherapy modes, ISBT is advantageous over ICBT in sparing of bladder and small intestine. Among them, 3DP-ISBT has the optimal performance in the protection of the bladder and small intestine, but it shows no advantages in rectal sparing.

**Keywords:** cervical cancer; brachytherapy; 3D printing; interstitial treatment

**【收稿日期】**2022-04-15

**【基金项目】**中华国际医学交流基金会肿瘤精准放疗星火计划(2019-N-11-17);甘肃省科技厅重点研发项目(20YF3FA017)

**【作者简介】**成坚强, 硕士, 工程师, 物理师, 主要从事肿瘤放射物理工作, E-mail: chengjianqzlyy@163.com

**【通信作者】**魏世鸿, 硕士, 主任医师, 主要从事胸部肿瘤放化疗综合治疗工作, E-mail: weishihong100@163.com

## 前言

宫颈癌放疗中,后装治疗是必不可少的部分。影像引导下的后装治疗能够使剂量曲线更好的适应肿瘤靶区,同时有效保护周围正常器官<sup>[1]</sup>。三维近距离放射治疗是以三维影像(CT/MRI)为基础,对靶体积给予处方剂量,对靶区及危及器官(Organs at Risk,

OARs) 给予剂量体积直方图 (Dose Volume Histograms, DVH) 评估<sup>[2]</sup>。三维调强放疗 (Intensity Modulated Radiotherapy, IMRT) 结合近距离高剂量率后装插植 (High-Dose-Rate-Interstitial Brachytherapy, HDR-ISBT) 治疗被越来越广泛地应用到临床中<sup>[3-4]</sup>。目前临床上后装三维治疗通常有以下模式: 三管腔内治疗 (Intracavitary Brachytherapy, ICBT)、腔内插植治疗 (Interstitial Brachytherapy, ISBT)、3D 打印阴道模型塞插植治疗 (3D Printing Interstitial Brachytherapy, 3DP-ISBT) 和图像引导的近距离治疗。近年来, 国内开始采用腔内置管结合金属针的自由插植治疗局部晚期宫颈癌, 靶区同样得到理想的剂量分布<sup>[5]</sup>。

研究表明, 使用个体化打印的施源器后, 对于宫颈癌/复发性子宫内膜癌和阴道癌, 靶区平均剂量均有显著的提升, 而膀胱、直肠、乙状结肠和小肠的平均剂量在限制范围内<sup>[6]</sup>。3D 打印模体可应用于临床研究中, 妇科骨盆模型工具的使用将有助于提高医师对患者进行近距离放射治疗时的信心和效率<sup>[7]</sup>。在乳腺癌放疗中, 3D 打印模板用于定位乳腺癌患者高剂量率间质多导管近距离放射治疗的目标体积, 可以安全地用于临床实践<sup>[8]</sup>。模块化3D打印可应用于口腔癌, 因其具有稳定性 (偏差均小于2 mm) 和人体工程学设计, 可将光线精确地传送到患者的目标位置, 是一种低成本有效的治疗手段<sup>[9]</sup>。用于MRI引导的近距离放射治疗腔内间质施源器在局部晚期宫颈癌中变得越来越重要, 3D 打印技术为获得高度个性化的植入提供了一种通用的方法<sup>[10]</sup>。本研究主要目的是对3种治疗方式 (ICBT、ISBT 和 3DP-ISBT) 在剂量学方面加以对比研究, 探讨3D 打印技术在宫颈癌后装治疗中的优势。

## 1 材料与方法

### 1.1 病例资料

选取2019年1月~9月收治的72例宫颈癌患者 (年龄30~72岁, 中位年龄48岁) 进行回顾性分析。根据国际妇产联合会 (FIGO) 2009年推荐的分期指南<sup>[11]</sup>, 患者病理分期为IIb~IIIb期, 病理类型全部为鳞癌。以上患者行外照射IMRT (外照射剂量45~50 Gy) 后, 进行2~5次CT图像引导下的腔内联合组织间插植的近距离放疗, 单次处方剂量为6 Gy, 每次治疗计划都进行单独评估。

### 1.2 施源器植入

患者在预约治疗时嘱咐其在治疗当天排便并冲洗干净阴道, 更换无菌服, 平躺于手术床。根据临床医师要求并结合患者实际情况选择不同的施源器。

其中, 常规三维腔内施源器为两个穹窿管加一个宫腔管。腔内插植采用12#插植针, 长度为1207 mm, 根据患者病灶大小合理布置插植针。3D打印阴道模型塞需在治疗前制作, 根据患者CT影像为其订制3D打印个性化阴道模型塞, 施源器中间是宫腔管通道, 周边均匀排布多个插植针通道。施源器植入, 用无菌纱布沾取利多卡因阴道填塞麻醉, 夹闭导尿管, 灌注250 mL盐水, 将施源器置入患者阴道, 置入合适角度的宫腔管, 根据肿瘤的位置选择合适的通道植入12#金属插植针, 插植针植入深度根据肿瘤大小及位置确定。常规三维施源器为两个穹窿管紧贴宫颈口, 一个宫腔管根据患者宫体深浅和角度合理布置。本科室使用的3D打印阴道塞由重庆倍维科技有限公司定制, 材料成分主要是可降解的聚乳酸 (PLA)。后装治疗机型号为荷兰核通公司 Nucletron microSelectron, CT模拟定位机型号为TOSHIBA Asteion 4。

### 1.3 CT定位扫描

本研究中, 采用腔内联合组织间插植技术, 患者采取仰卧位, 两腿置于治疗床架上, 治疗床垫一次性治疗巾。外阴消毒后进行局部麻醉, 医师置入施源器, 后转运至CT扫描室, 扫描层厚3 mm, 根据扫描结果决定是否重新排布施源器。若扫描结果显示施源器布置合理, 将扫描CT图像传至 Oncentra brachytherapy 4.1 SP2 治疗计划系统。若施源器布置不理想, 重新调整施源器位置及角度, 直至施源器位置在可接受范围内。

### 1.4 靶区勾画

临床医生根据欧洲放射治疗协会 (GEC-ESTRO) 的推荐标准进行靶区 (CTV) 以及 OARs 的勾画, 高危临床肿瘤体积 (HR-CTV) 主要包括肿瘤靶区以及宫体中下段和阴道上段。直肠勾画以直肠壁的外侧缘为界, 上界为直肠与乙状结肠交界处, 下界为肛门; 膀胱直接勾画外轮廓。

### 1.5 治疗计划设计

首先导入CT影像至计划系统, 施源器重建步长为2.5 mm, offset值设置为6 mm。计划优化采用逆向优化, 处方剂量根据患者治疗情况决定, 推荐为6 Gy/次, 2次/周, 共4~5次。单次剂量要求6 Gy剂量线包绕90%以上的HR-CTV靶区, 膀胱 $D_{2cc}$  ( $D_{xcc}$ 表示该OARs  $xcc$ 的体积受到的高剂量值) 受量低于处方剂量的80%, 直肠 $D_{2cc}$ 受量低于处方剂量的70%。内照射剂量应和外照射剂量一起评估患者的EQD2。

### 1.6 统计学方法

采用SPSS 26.0进行统计分析, 对统计数据样本进行Shapiro-Wilk检验研究对象是否符合正态分布。

若数据不符合正态分布,使用非参数检验比较两组间的差异。若数据符合正态分布,对3组数据不同指标行独立样本 $t$ 检验,两两对比分析, $P<0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

图1显示了后装治疗施源器的三维重建模型,其

中图1a是1个宫腔管加2个穹隆管,共3管;图1b是徒手自由插植针;图1c是3D打印阴道塞插植针。表1统计了插植针的数量情况,徒手插植针平均为4针,3D打印阴道塞平均为6针,二者有明显的差异(表1)。3D打印阴道塞布针数量远多于徒手插植针数量( $P<0.001$ )。

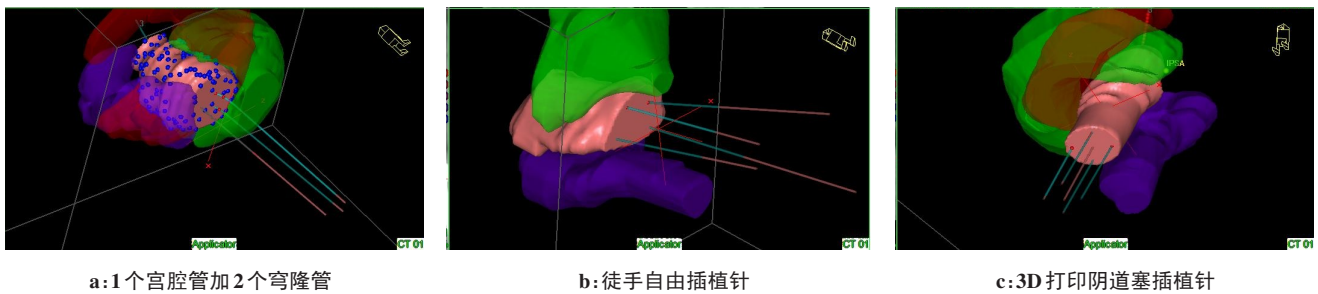


图1 施源器重建模型

Figure 1 Applicator reconstruction models

表1 ISBT组与3DP-ISBT组布针数量比较  
Table 1 Comparison of the number of interstitial needles between ISBT and 3DP-ISBT

编号	ISBT( $n=16$ )	编号	3DP-ISBT( $n=15$ )
1	5	1	6
2	5	2	4
3	4	3	4
4	3	4	6
5	3	5	5
6	5	6	9
7	6	7	6
8	5	8	6
9	4	9	6
10	3	10	6
11	3	11	6
12	3	12	9
13	4	13	5
14	4	14	4
15	4	15	5
16	4	-	-
平均布针数量	4	平均布针数量	6

ISBT:徒手插植后装治疗;3DP-ISBT:3D打印阴道塞插植后装治疗

表2统计了3种宫颈癌内照技术样本数量、靶区体积和靶区剂量情况。其中ICBT技术32例,ISBT技术16例,3DP-ISBT技术15例。靶区处方剂量为

600 cGy,平均HR-CTV靶区剂量( $599.3\pm5.1$ ) cGy。平均HR-CTV靶区体积为( $68.7\pm11.5$ )  $\text{cm}^3$ 。表2显示,3组HR-CTV靶区剂量无明显差异( $P=0.193$ )。HR-CTV靶区体积也无显著性差异( $P=0.218$ )。

图2统计了3种后装三维治疗技术对危及器官的受量分析结果。图2a结果显示,在3种治疗技术中,ISBT组和3DP-ISBT组膀胱受量( $D_{0.1\text{cc}}$ 、 $D_{1\text{cc}}$ 和 $D_{2\text{cc}}$ )显著低于ICBT对照组( $P<0.01$ ),ISBT和3DP-ISBT组对比差异没有统计学意义( $P=0.993$ )。图2b结果显示,直肠受量( $D_{0.1\text{cc}}$ 、 $D_{1\text{cc}}$ 和 $D_{2\text{cc}}$ )ICBT组和ISBT组( $P=0.518$ )、ISBT组和3DP-ISBT组( $P=0.784$ )、3DP-ISBT组和ICBT组( $P=0.750$ )差异无统计学意义。图2c结果显示,小肠受量( $D_{0.1\text{cc}}$ 、 $D_{1\text{cc}}$ 和 $D_{2\text{cc}}$ )ISBT组和3DP-ISBT组均低于ICBT对照组( $P<0.01$ ),3DP-ISBT组显著低于ISBT组( $P<0.01$ ),差异有统计学意义。

3 讨论

近距离治疗已成为宫颈癌治疗不可或缺的部分,近年来研究发现,后装治疗对于宫颈癌的放疗疗效有举足轻重的作用。腔内三维后装治疗是将施源器置于阴道和宫腔中,然后导出放射源的治疗,是一种无创操作,可在三维方向上根据肿瘤靶区的形状改变剂量覆盖程度,达到理想的剂量分布<sup>[12]</sup>。插植治疗中,靶区和OARs的受照剂量取决于插植针数量和深度,国内外研究者研究了不同插植针数和插植针深度,差异具有统计学意义<sup>[13-16]</sup>。



表 2 3 种内照技术靶区剂量和靶区体积比较  
Table 2 Comparison of target dose and volume among 3 brachytherapy techniques

指标	ICBT( <i>n</i> =32)	ISBT( <i>n</i> =16)	3DP-ISBT( <i>n</i> =15)	<i>P</i> 值
HR-CTV 靶区剂量 $D_{90}/\text{cGy}$	599.3±4.1	599.5±1.9	599.3±7.7	0.193
HR-CTV 体积/ $\text{cm}^3$	72.8±8.5	64.7±18.4	67.2±18.9	0.218

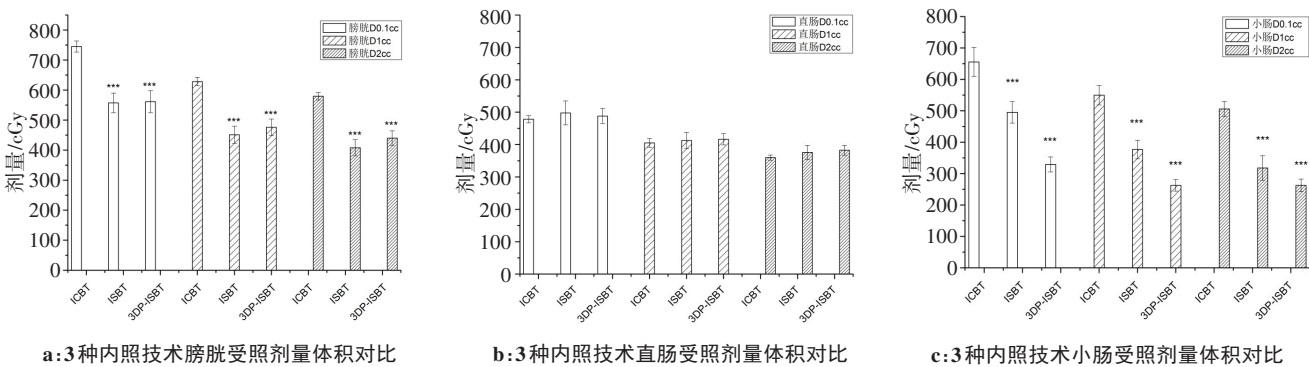


图 2 危及器官受照剂量差异分析  
Figure 2 Results of analyzing the difference in brachytherapy dose to organs-at-risk

\*\*\*: 与 ICBT 技术比较,  $P<0.01$

3D 打印相比徒手插植有着更好的靶区适形度, 晏俊芳等<sup>[2]</sup>将 3D 打印技术应用于后装近距离治疗中, 与组织间插植治疗相结合, 保证了治疗精度的同时简化了流程, 减少患者的痛苦。本研究使用的 3D 打印阴道塞根据患者的 CT 影像数据设计打印, 制作时预留了多个插植针布针通道, 治疗过程中, 阴道塞很容易插入患者体内, 贴合性良好。可根据患者的肿瘤大小确定布针的方案, 确定布针数量及深度。相比徒手插植, 布针无交叉现象, 不容易接错源道。安菊生等<sup>[17]</sup>研究了宫颈癌腔内放疗联合外照射中膀胱、直肠等 OARs 的受照剂量情况, 认为  $D_{2cc}<75\text{ Gy}$  时放射性直肠炎发生的概率较低, 得出  $D_{2cc}$  可作为评价 OARs 的一个稳定参数。在宫颈癌的近距离治疗中, 在靶区满足处方剂量的同时, 要尽可能地降低膀胱、直肠的受照剂量。在后装治疗中, 徐志渊等<sup>[18]</sup>发现, 近距离治疗过程中控制膀胱体积可以减少膀胱受照射剂量, 近距离治疗期间控制膀胱体积小于 49.25 mL 有利于保护膀胱。钟嘉健等<sup>[19]</sup>研究发现膀胱充盈准确性对术后宫颈癌精准放疗有重要意义, 膀胱灌注对比定量定时饮水的充盈准确性较佳, 摆位误差无差异, 膀胱灌注可以应用于临床。本研究根据患者情况定量打入生理盐水, 也是为了使患者膀胱充盈较佳, 降低膀胱受照剂量。

郭伟等<sup>[20]</sup>研究发现, 腔内联合 4 针插植治疗较 ICBT 可以显著提高 COIN 而不改变靶区高剂量区范围和总治疗时间, 并降低 OARs 膀胱、直肠的受量。

麦苗青等<sup>[21]</sup>研究发现。使用多通道阴道塞进行后装治疗可降低膀胱、直肠的受照剂量, 或可减少临床上放射性膀胱炎及放射性直肠炎的发生。郑斯明等<sup>[22]</sup>研究结果显示, 采用腔内结合插植后装治疗局部晚期宫颈癌比 ICBT 可获得更高的靶区剂量。陶娜等<sup>[23]</sup>研究发现, 宫颈癌近距离治疗中肿块体积在 50~90  $\text{cm}^3$  时应用 3DP-ISBT 技术在剂量学上能够满足临床要求, 与 ICBT 技术相比能更好地保护膀胱。

综上所述, 腔内联合插植后装治疗在宫颈癌近距离治疗中具有特有的剂量学优势和临床疗效。近年来, 3D 打印技术的发展和模型塞插植技术已逐渐应用于临床, 将会为更多个体化的后装近距离治疗提供技术支持。在未来宫颈癌治疗中, 基于实时图像引导和个体化治疗方案的治疗模式定会给患者带来更多的受益。

【参考文献】

[1] Erickson B, Albano K, Gillin M, et al. CT-guided interstitial implantation of gynecologic malignancie[J]. Int J Radiat Oncol Biol Phys, 1996, 36(3): 699-709.

[2] 晏俊芳, 于浪, 孙玉亮, 等. CT 图像为基础的宫颈癌三维腔内放疗[J]. 中华放射肿瘤学杂志, 2014, 23(5): 377-381.

Yan JF, Yu L, Sun YL, et al. A clinical study of CT image-based 3D brachytherapy for cervical cancer[J]. Chinese Journal of Radiation Oncology, 2014, 23(5): 377-381.

[3] Thompson SR, Delaney GP, Gabriel GS, et al. Patterns of care study of brachytherapy in New South Wales: cervical cancer treatment quality depends on caseload[J]. J Contemp Brachytherapy, 2014, 6(1): 28-32.

[4] Eifel PJ, Winter K, Morris M, et al. Pelvic irradiation with concurrent chemotherapy versus pelvic and paraaortic irradiation for high risk

- cervical cancer: an update of radiation therapy oncology group trial (RTOG) 90-01[J]. *J Clin Oncol*, 2004, 22(5): 872-880.
- [5] 刘忠山, 赵杨社, 郭杰, 等. CT引导下局部晚期宫颈癌组织间插植近距离治疗剂量学分析[J]. *中华放射肿瘤学杂志*, 2017, 26(5): 550-554.
- Liu ZS, Zhao YZ, Guo J, et al. CT-guided interstitial brachytherapy for locally advanced cervical cancer: introduction of the technique and report of dosimetry [J]. *Chinese Journal of Radiation Oncology*, 2017, 26(5): 550-554.
- [6] Zobec Logar HB, Hudej R, Šegedin B, et al. Development and assessment of 3D-printed individual applicators in gynecological MRI-guided brachytherapy[J]. *J Contemp Brachytherapy*, 2019, 11(2): 128-136.
- [7] Campelo S, Subashi E, Meltsner SG, et al. Multimaterial three-dimensional printing in brachytherapy: prototyping teaching tools for interstitial and intracavitary procedures in cervical cancers [J]. *Brachytherapy*, 2020, 19(6): 767-776.
- [8] Aristei C, Lancellotta V, Piergentini M, et al. Individualized 3D-printed templates for high-dose-rate interstitial multicatheter brachytherapy in patients with breast cancer[J]. *Brachytherapy*, 2019, 18(1): 57-62.
- [9] Mallidi S, Khan AP, Liu H, et al. Platform for ergonomic intraoral photodynamic therapy using low-cost, modular 3D-printed components: design, comfort and clinical evaluation [J]. *Sci Rep*, 2019, 9(1): 15830.
- [10] Lindegaard JC, Madsen ML, Traberg A, et al. Individualised 3D printed vaginal template for MRI guided brachytherapy in locally advanced cervical cancer[J]. *Radiother Oncol*, 2016, 118(1): 173-175.
- [11] Bhatla N, Berek JS, Fredes MC, et al. Revised FIGO staging for carcinoma of the uterine cervix[J]. *Int J Gynecol Obstet*, 2019, 145(1): 129-135.
- [12] Köhler C, Mustea A, Marnitz S, et al. Perioperative morbidity and rate of upstaging after laparoscopic staging for patients with locally advanced cervical cancer: results of a prospective randomized trial[J]. *Am J Obstet Gynecol*, 2015, 213(4): 503. e1-503. e7.
- [13] 张永侠, 袁香坤, 史福敏, 等. 局部晚期宫颈癌腔内放疗联合组织间插植的剂量学研究[J]. *中华放射医学与防护杂志*, 2017, 37(12): 919-923.
- Zhang YX, Yuan XK, Shi FM, et al. A dosimetric analysis of combined intracavitary/interstitial brachytherapy for locally advanced cervical cancer [J]. *Chinese Journal of Radiological Medicine and Protection*, 2017, 37(12): 919-923.
- [14] 张宁, 赵志鹏, 程光惠, 等. 局部晚期宫颈癌腔内联合组织间插植3D-IGBT的剂量学研究[J]. *中华放射肿瘤学杂志*, 2015, 24(3): 267-270.
- Zhang N, Zhao ZP, Cheng GH, et al. Dosimetric study of three-dimensional image-guided brachytherapy combined with intracavitary/interstitial brachytherapy in locally advanced cervical cancer [J]. *Chinese Journal of Radiation Oncology*, 2015, 24(3): 267-270.
- [15] Nomden CN, De Leeuw AA, Moerland MA, et al. Clinical use of the Utrecht applicator for combined intracavitary/interstitial brachytherapy treatment in locally advanced cervical cancer[J]. *Int J Radiat Oncol Biol Phys*, 2012, 82(4): 1424-1430.
- [16] Dimopoulos JC, Kirisits C, Petric P, et al. The Vienna applicator for combined intracavitary and interstitial brachytherapy of cervical cancer: clinical feasibility and preliminary results [J]. *Int J Radiat Oncol Biol Phys*, 2006, 66(1): 83-90.
- [17] 安菊生, 黄曼妮, 徐英杰, 等. 宫颈癌常规放疗联合腔内三维放疗的初步研究[J]. *中华放射肿瘤学杂志*, 2014, 23(5): 373-376.
- An JS, Huang MN, Xu YJ, et al. Preliminary study on relationship between DVH parameters and late side effects of rectum in external beam radiotherapy combined with CT-based brachytherapy for locally advanced cervical cancer[J]. *Chinese Journal of Radiation Oncology*, 2014, 23(5): 373-376.
- [18] 徐志渊, 杨利, 刘佳, 等. 膀胱体积变化对宫颈癌近距离放疗的影响[J]. *现代肿瘤学*, 2019, 23(27): 4269-4272.
- Xu ZY, Yang L, Liu J, et al. The effect of bladder volume on intracavitary brachytherapy for cervical cancer [J]. *Modern Oncology*, 2019, 23(27): 4269-4272.
- [19] 钟嘉健, 丘敏敏, 邓永锦, 等. 两种膀胱充盈方式在宫颈癌术后调强放疗中的对比[J]. *中华肿瘤防治杂志*, 2021, 28(12): 944-948.
- Zhong JJ, Qiu MM, Deng YJ, et al. Comparison of two methods of bladder filling in postoperative IMRT for cervical cancer [J]. *Chinese Journal of Cancer Prevention and Treatment*, 2021, 28(12): 944-948.
- [20] 郭伟, 肖艳, 毛荣虎, 等. 宫颈癌腔内联合组织间插植治疗与三管式腔内后装治疗的剂量学比较[J]. *现代肿瘤医学*, 2020, 28(2): 292-296.
- Guo W, Xiao Y, Mao RH, et al. Dosimetric comparison between intracavitary/interstitial brachytherapy and three-tubed brachytherapy in cervical cancer [J]. *Modern Oncology*, 2020, 28(2): 292-296.
- [21] 麦苗青, 凌宝珍, 肖苏明, 等. 多通道阴道模的研制及其在三维后装治疗中的作用[J]. *广东医科大学学报*, 2019, 37(6): 682-684.
- Mai MQ, Ling BZ, Xiao SM, et al. Development of multi-channel vaginal model and its clinical application in three dimensional brachytherapy [J]. *Journal of Guangdong Medical University*, 2019, 37(6): 682-684.
- [22] 郑斯明, 白玉海, 刘晓东, 等. CT引导下三管式腔内后装与腔内结合插植后装用于宫颈癌治疗的对比研究[J]. *现代肿瘤学*, 2019, 27(22): 4077-4080.
- Zheng SM, Bai YH, Liu XD, et al. A comparative study of the CT-guided three tube intracavitary brachytherapy and intracavitary/interstitial brachytherapy for cervical cancer [J]. *Modern Oncology*, 2019, 27(22): 4077-4080.
- [23] 陶娜, 安永伟, 欧阳水根, 等. 3D打印阴道模型塞应用在宫颈癌近距离治疗中的剂量学研究[J]. *辐射研究与辐射工艺学报*, 2020, 38(4): 51-56.
- Tao N, An YW, Ouyang SG, et al. Dosimetric study on 3D-printing multi-channel applicator interstitial brachytherapy for cervical cancer [J]. *Journal of Radiation Research and Radiation Processing*, 2020, 38(4): 51-56.

(编辑:薛泽玲)