

VMAT和IMRT技术在直肠癌患者术后放疗中的剂量学比较

秦丹丹¹, 韩济华¹, 戴婷婷¹, 杨春²

1. 淮安市第一人民医院放疗科, 江苏 淮安 223300; 2. 淮安市第二人民医院放疗科, 江苏 淮安 223002

【摘要】目的:比较分析容积旋转调强放射治疗(VMAT)和固定野调强放射治疗(IMRT)技术在直肠癌患者术后放射治疗中的剂量学。**方法:**选取37例直肠癌术后患者,进行CT模拟定位,靶区和危及器官勾画,在同一CT图像上用治疗计划系统进行IMRT和VMAT计划设计,处方剂量给予50 Gy/25次,使用相同的剂量约束条件,比较两种计划的靶区平均剂量、适形度指数(CI)、均匀性指数(HI)、危及器官受照剂量、机器跳数及治疗时间。**结果:**两种治疗计划均能满足临床剂量要求,VMAT计划的靶区平均剂量略高于IMRT计划,HI、CI均优于IMRT,差异有统计学意义($P<0.05$)。IMRT和VMAT计划中重要的危及器官(膀胱和股骨头)受照剂量比较差异无统计学意义($P>0.05$)。VMAT计划的机器跳数少于IMRT计划,预估出束时间短于IMRT计划,差异有统计学意义($P<0.05$)。**结论:**VMAT和IMRT技术应用于直肠癌患者术后放射治疗中均可满足临床要求,VMAT计划可以显著减少机器跳数,缩短治疗时间。

【关键词】直肠癌;放射治疗;容积旋转调强;固定野调强;剂量学

【中图分类号】R811.1

【文献标志码】A

【文章编号】1005-202X(2026)07-0857-04

Dosimetric comparison of VMAT and IMRT in postoperative radiotherapy for rectal cancer patients

QIN Dandan¹, HAN Jihua¹, DAI Tingting¹, YANG Chun²

1. Department of Radiotherapy, Huai'an First People's Hospital, Huai'an 223300, China; 2. Department of Radiotherapy, Huai'an Second People's Hospital, Huai'an 223002, China

Abstract: Objective To compare and analyze dosimetric differences of volumetric modulated arc therapy (VMAT) and intensity-modulated radiation therapy (IMRT) in postoperative radiotherapy for patients with rectal cancer. **Methods** Thirty-seven patients with rectal cancer were enrolled. CT simulation was performed, followed by target volume and organs-at-risk delineation. IMRT and VMAT plans were generated on the same CT image using the treatment planning system, with a prescribed dose of 50 Gy in 25 fractions and the identical dose constraints. The two plans were compared in terms of mean target dose, conformity index (CI), homogeneity index (HI), doses to organs-at-risk, monitor unit, and delivery time. **Results** Both treatment plans met clinical dose criteria. Compared with IMRT, VMAT achieved a slightly higher mean target dose and superior HI and CI, with statistically significant differences ($P<0.05$). No significant inter-plan differences were observed in the doses delivered to important organs-at-risk (bladder and femoral heads) ($P>0.05$). In addition, VMAT required fewer monitor units and shorter delivery time relative to IMRT ($P<0.05$). **Conclusion** Both VMAT and IMRT satisfies the clinical requirements for postoperative radiotherapy of patients with rectal cancer. VMAT can significantly reduce monitor unit and shorten delivery time.

Keywords: rectal cancer; radiotherapy; volumetric modulated arc therapy; intensity-modulated radiotherapy; dosimetry

前言

直肠癌作为常见的恶性肿瘤之一,其发病率在全球范围内居高不下,尤其在近年来,我国的直肠癌发病率呈现上升趋势,并且发病年龄趋于年轻化^[1-2]。尽管手术是治疗直肠癌的主要手段,但术后放疗在减少局部复发、提高患者生存率方面的作用不容忽视^[3]。随着放疗技术的不断进步,如何更有效地保护正常组织,同

【收稿日期】2025-12-04

【基金项目】江苏省卫生健康委科研项目(Z2023A071)

【作者简介】秦丹丹,技师,研究方向:放疗技术, E-mail: qindd1009@163.com

【通信作者】韩济华,硕士,主任技师,研究方向:放疗技术, E-mail: han10092024@163.com

时提高靶区的剂量覆盖,成为当前研究的热点。容积旋转调强放疗(VMAT)和固定野调强放疗(IMRT)作为当前先进的放疗技术,在直肠癌患者的术后放疗中展现出独特的优势。多项研究表明IMRT技术能够显著改善靶区的剂量分布,有效保护盆腔内的正常组织;通过限制对周围器官的辐射剂量,IMRT技术可以减少急性和晚期毒性反应,进而提升患者的生活质量^[4-5]。VMAT技术通过机架的连续旋转和剂量的动态调整,能够在更短的治疗时间内提供更均匀的剂量分布,可完成各种复杂病例的放射治疗,能有效地保护危及器官,减少治疗时间^[6-8],并且有助于减少由于治疗时间长而导致的患者不适和辐射风险^[9]。其主要特性为在较短的时间内进行单弧和多弧旋转照射。在机器旋转出束的同时改变多叶光栅的位置、射线束的剂量率、机架旋转速度以调整剂量强度分布,产生高度适形的剂量靶区。尽管VMAT和IMRT技术都在直肠癌术后放疗中表现出一定优势,但两者之间的剂量学差异及其对治疗效果的影响仍需要进一步比较和明确。有研究结果表明直肠癌单弧旋转调强与固定5野均分的调强相比,可以减少治疗时间,减少治疗误差,减少正常组织照射^[10-11]。目前比较VMAT双弧的报道较少,本研究旨在通过比较VMAT和IMRT技术在直肠癌患者术后放疗中的剂量学、靶体积覆盖、正常组织保护以及治疗时间等方面的差异,为临床选择合适的放疗方案提供依据。

1 资料与方法

1.1 一般资料

选取淮安市第一人民医院2021年1月至2023年12月直肠癌术后需辅助放疗患者37例,其中男22例、女15例;年龄30~68岁,平均(49.23±9.62)岁;低位直肠癌20例,中高位直肠癌17例;病理类型:腺癌36例,其它1例;腹会阴联合直肠癌根治术13例,经腹直肠切除吻合术24例;Ⅱ期9例,Ⅲ期28例。本研究经淮安市第一人民医院伦理委员会审核批准(审批号:KY-2025-045-01),所有操作均符合《赫尔辛基宣言》原则。

1.2 纳入及排除标准

纳入标准:(1)患者经病理组织学确诊为直肠癌,并已接受根治性手术切除;(2)根据术后病理结果及临床分期,患者需接受辅助放疗以提高局部控制率和生存率;(3)患者接受的放疗技术为VMAT或IMRT;(4)患者放疗过程中有完整的剂量学数据记录,包括靶区剂量分布、危及器官受照剂量和体积等关键指标。排除标准:(1)患者存在放疗禁忌证,如严重的心肺功能不全、肝肾功能衰竭等;(2)患者接

受的放疗技术非VMAT或IMRT,或放疗计划制定不合理,无法提供准确的剂量学数据;(3)患者放疗过程中剂量学数据记录不完整,无法进行有效的剂量学比较;(4)患者合并有其他严重疾病,如严重感染、出血性疾病等。

1.3 方法

1.3.1 CT模拟定位 所有患者均采用仰卧位,采用热塑记忆网格体膜固定下腹部,使用荷兰飞利浦公司Brilliance CT Big Bore模拟定位机扫描。CT扫描同时静脉注射含55%的碘克沙醇100 mL进行增强扫描,扫描范围从L₁椎体至骨盆底部,扫描层厚0.3 cm。扫描后图像传至医科达公司Monaco放疗计划系统制定放疗计划。

1.3.2 靶区和危及器官勾画 本研究所有患者临床靶区(CTV)和计划靶区(PTV)勾画按照直肠癌术后调强放射治疗指南进行勾画^[12]。CT图像上勾画亚临床病灶与高危淋巴引流区域的CTV,包括骶前区、直肠系膜区、髂内血管区即盆腔侧壁,再按CTV前后左右方向外扩0.5 cm、上下方向外扩0.7 cm得到PTV。危及器官勾画参考ICRU 83号报告进行定义和勾画^[13]。

1.3.3 计划系统与治疗设备 采用瑞典医科达公司Infinity、VersaHD医用直线加速器和XVI影像系统,其中医用直线加速器具备全电动的80对(160片)多叶光栅,最大照射野为40 cm×40 cm。

1.3.4 治疗计划制定 对每例患者分别给予PTV处方剂量50 Gy/25次,设计IMRT计划或VMAT计划。IMRT计划机架角度分别为220°、310°、50°、140°和180°,机头、床角均为0°,剂量率为600 MU/min。VMAT计划采用两个部分弧双弧照射,两个双弧的照射范围分别为50°到180°和180°到310°,取准直器0°,剂量率0~600 MU/min可调。

1.4 评价指标

(1)IMRT计划和VMAT计划均以95% PTV满足处方剂量进行归一,使用剂量体积直方图评估靶区平均剂量,适形度指数(Conformity Index, CI)和均匀性指数(Homogeneity Index, HI)计算如下: $HI = (D_{2\%} - D_{98\%}) / D_{50\%}$,其中 $D_{2\%}$ 、 $D_{98\%}$ 、 $D_{50\%}$ 分别为2%、98%靶区体积及中位剂量,该值趋于0提示靶区剂量均匀性优; $CI = (V_{DT-PTV} / V_{DT}) \times (V_{DT-PTV} / V_{PTV})$,其中 V_{PTV} 为PTV体积, V_{DT-PTV} 为接受处方剂量的PTV体积, V_{DT} 为接受处方剂量的所有体积,该值趋于1说明提示靶区适形度优。(2)危及器官受照剂量:膀胱和双侧股骨头的 V_{30} 、 V_{50} 和 $D_{50\%}$ 。(3)统计IMRT计划和VMAT计划机器跳数和预估出束时间(由治疗计划系统在计划设计完成后自动计算并报告)。

1.5 统计学分析

数据经双人录入与核对,使用SPSS25.0统计学软件进行。计量资料用均数±标准差表示,采用配对样本 t 检验,计数资料用 $n(\%)$ 表示,采用 χ^2 检验。 $P<0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 IMRT和VMAT计划靶区平均剂量、CI、HI比较

两种治疗计划均能满足临床剂量要求,VMAT计划的靶区平均剂量略高于IMRT计划,HI、CI均优于IMRT计划,差异有统计学意义($P<0.05$),见表1。

表1 IMRT和VMAT计划靶区平均剂量、CI、HI比较($n=37, \bar{x}\pm s$)
Table 1 Comparison of mean target dose, CI, and HI between IMRT and VMAT ($n=37, Mean\pm SD$)

参数	IMRT	VMAT	t 值	P 值
靶区平均剂量/Gy	52.57±1.57	53.69±1.71	2.935	0.005
HI	0.10±0.01	0.09±0.01	3.441	0.001
CI	0.63±0.08	0.75±0.09	6.062	<0.001

2.2 IMRT和VMAT计划危及器官受量比较

IMRT和VMAT计划中重要的危及器官(膀胱和股骨头)的 $D_{50\%}$ 及 V_{30} 、 V_{50} 比较,差异无统计学意义($P>0.05$),见表2。

表2 IMRT和VMAT计划危及器官受量比较($n=37, \bar{x}\pm s$)
Table 2 Comparison of organs-at-risk doses between IMRT and VMAT ($n=37, Mean\pm SD$)

参数		IMRT	VMAT	<i>t</i> 值	<i>P</i> 值
膀胱	V ₃₀ %	75.84±9.48	72.34±9.04	1.625	0.109
	V ₅₀ %	15.07±2.90	13.82±2.73	1.909	0.060
	D _{50%} /Gy	37.13±4.64	35.89±4.49	1.168	0.247
左股骨头	V ₃₀ %	21.53±4.85	19.67±4.46	1.717	0.090
	V ₅₀ %	1.06±0.25	0.96±0.22	1.827	0.072
	D _{50%} /Gy	23.18±4.90	21.46±4.68	1.544	0.127
右股骨头	V ₃₀ %	15.29±2.91	12.57±2.57	1.755	0.084
	V ₅₀ %	1.01±0.23	0.91±0.21	1.953	0.055
	D _{50%} /Gy	25.22±5.56	23.61±4.90	1.321	0.191

2.3 IMRT和VMAT计划机器跳数及预估出束时间比较

VMAT计划的机器跳数少于IMRT计划,相应的预估出束时间短于IMRT计划,差异有统计学意义($P<0.05$),见表3。

表3 IMRT和VMAT计划机器跳数及预估出束时间比较
($n=37, \bar{x}\pm s$)

Table 3 Comparison of monitor unit and delivery time between IMRT and VMAT ($n=37, Mean\pm SD$)

参数	IMRT	VMAT	t 值	P 值
机器跳数/MU	734.13±108.02	681.37±105.17	2.129	0.037
预估出束时间/s	315.92±59.49	213.18±46.65	8.266	<0.001

3 讨论

术后放疗在直肠癌的综合治疗中具有举足轻重的地位,被广泛应用于提高患者的生存率并降低局部复发率^[14]。放疗通过高精度地照射肿瘤区域,旨在有效杀灭手术后可能残留的癌细胞,进而减少肿瘤复发的风险,为患者的预后带来积极改善^[15-16]。在放疗技术的发展过程中,多种照射技术不断涌现,其中VMAT与IMRT是近年来备受瞩目的两种先进技术。VMAT以其高效的弧形照射和调制剂量分布特点,在提供均匀且适形的剂量分布方面表现出色^[17]。IMRT则通过调制射野内各点的输出剂量率,实现更为精细的剂量分布,以适应肿瘤形状的不规则性和减少对周围正常组织的损伤^[18]。在直肠癌的术后放疗中,VMAT和IMRT技术的应用均体现了显著的剂量学优势。相比传统放疗,这两种技术能够更精确地定位肿瘤区域,减少正常组织的受照剂量,从而提高治疗的安全性和有效性。

DVH评估提供了剂量与体积之间的详细关系,能够深入了解肿瘤区域及周围正常组织的剂量分布和受照体积。通过DVH评估,可以精确地计算出特定剂量水平下受照体积的百分比,这对于评估放疗计划的有效性和安全性至关重要。本研究结果发现两种治疗计划均能满足临床剂量要求,VMAT计划的靶区平均剂量略高于IMRT计划,HI、CI均优于IMRT。HI反映肿瘤靶区内剂量分布的均匀程度,CI衡量放疗计划与肿瘤实际形状的匹配程度。表明相较于IMRT计划,VMAT计划在剂量分布、均匀性方面均表现出显著优势。分析原因可能是VMAT能够从多个不同的角度对肿瘤进行照射,从而使得剂量分布更加均匀,有效避免了靶区内出现剂量过高或过低的区域^[19]。相比之下,虽然IMRT也能够一定程度上控制靶区的剂量分布,但在面对形状复杂或位置特殊的肿瘤时,其剂量分布的均匀性往往不如VMAT^[20]。

放射线在照射肿瘤的同时,也可能对周围正常组织造成损伤。因此,放疗计划的设计需要在确保肿瘤区域得到足够照射的同时,尽可能地减少对周围正常组织的损伤,以实现治疗效果与安全性的平衡。本研究结果发现IMRT和VMAT计划中重要的危及器官(膀胱和股骨头)的 $D_{50\%}$ 及 V_{30} 、 V_{50} 比较差异无统计学意义,

表明两种放疗计划均可有效减少周围正常组织的损伤。有研究报道VMAT技术在降低危及器官受到高剂量照射的体积和最高照射剂量方面具有显著效果,通过采用更多的射野角度和射野数目,改善了剂量分布,减少了靶区周围正常组织的高剂量照射体积,从而提高放疗的安全性和有效性^[21]。本研究与上述报道存在一定差异,分析原因可能是由于宫颈癌与直肠癌的放疗治疗部位差异造成辐射的危及器官有所差异。

既往多项研究报道VMAT治疗计划应用于其他多种肿瘤的放射治疗均可显著减少机器跳数^[22-25]。本研究结果发现VMAT计划的机器跳数少于IMRT计划,相应的治疗时间短于IMRT计划。分析原因可能是VMAT将传统的加速器旋转照射与动态多叶光栅技术相结合,在治疗过程中加速器机架以一定的速度旋转,同时多叶光栅不断调整叶片的位置,形成多个不同角度的照射野,通过优化照射方式和剂量分布,可以显著减少机器跳数,有助于缩短放疗时间,提高放疗效率^[26-27]。相比VMAT,IMRT技术需要加速器在多个角度上停止和启动,以从多个不同角度治疗肿瘤,这增加了机器的使用频率,可能需要更多的机器跳数来完成治疗,导致需要更多的治疗时间^[28]。同时,VMAT通过连续的机架旋转和动态的多叶光栅调节,可以在更短的时间内完成对整个靶区的照射,因此大大缩短了治疗时间。

综上所述,VMAT和IMRT技术应用于直肠癌患者术后放射治疗中均可满足临床要求,在靶区剂量控制、靶区适形度和剂量均匀性方面,VMAT技术具有一定优势。同时,VMAT计划可以显著减少机器跳数,缩短治疗时间。

【参考文献】

- [1] Wong MC, Huang JJ, Lok V, et al. Differences in incidence and mortality trends of colorectal cancer worldwide based on sex, age, and anatomic location[J]. Clin Gastroenterol Hepatol, 2021, 19(5): 955-966.e61.
- [2] Wo JY, Ashman JB, Bhadkamkar NA, et al. Radiation therapy for rectal cancer: an ASTRO clinical practice guideline focused update[J]. Pract Radiat Oncol, 2025, 15(2): 124-143.
- [3] Koukourakis MI, Kavazis C, Giagtzidis A, et al. Postoperative hypofractionated-accelerated radiotherapy (HypoAR) for locally advanced rectal cancer[J]. Jpn J Clin Oncol, 2022, 52(5): 493-498.
- [4] 张玉海, 李月敏, 夏火生, 等. 直肠癌术后调强放疗和三维适形放疗剂量学比较研究[J]. 肿瘤研究与临床, 2009, 21(8): 450-452.
- [5] Zhang YH, Li YM, Xia HS, et al. Dosimetric study of intensity-modulated radiotherapy and 3-dimensional conformal radiotherapy for postoperative rectal cancer[J]. Cancer Research and Clinic, 2009, 21(8): 450-452.
- [6] Ng WT, Soong YL, Ahn YC, et al. International recommendations on reirradiation by intensity modulated radiation therapy for locally recurrent nasopharyngeal carcinoma[J]. Int J Radiat Oncol Biol Phys, 2021, 110(3): 682-695.
- [7] Otto K. Volumetric modulated arc therapy: IMRT in a single gantry arc[J]. Med Phys, 2008, 35(1): 310-317.
- [8] Portelance L, Chao KS, Grigsby PW, et al. Intensity-modulated radiation therapy (IMRT) reduces small bowel, rectum, and bladder doses in patients with cervical cancer receiving pelvic and para-aortic irradiation[J]. Int J Radiat Oncol Biol Phys, 2001, 51(1): 261-266.
- [9] Yu CX. Intensity-modulated arc therapy with dynamic multileaf collimation: an alternative to tomotherapy[J]. Phys Med Biol, 1995, 40(9): 1435-1449.
- [9] Prabhu RS, Dhakal R, Piantino M, et al. Volumetric modulated arc

- therapy (VMAT) craniospinal irradiation (CSI) for children and adults: a practical guide for implementation[J]. Pract Radiat Oncol, 2022, 12(2): e101-e109.
- [10] 蒋峰, 吴昊, 弓健, 等. 快速旋转调强与固定射野动态调强在直肠癌术前放疗中的剂量学比较[J]. 中华放射医学与防护杂志, 2011, 31(3): 322-325.
- [11] Jiang P, Wu H, Gong J, et al. Dosimetric comparison of volumetric modulated Arc therapy with conventional intensity-modulated radiotherapy for preoperative radiotherapy of rectal cancer[J]. Chinese Journal of Radiological Medicine and Protection, 2011, 31(3): 322-325.
- [12] Yu CX, Tang G. Intensity-modulated arc therapy: principles, technologies and clinical implementation[J]. Phys Med Biol, 2011, 56(5): R31-R54.
- [13] Wo JY, Anker CJ, Ashman JB, et al. Radiation therapy for rectal cancer: executive summary of an ASTRO clinical practice guideline[J]. Pract Radiat Oncol, 2021, 11(1): 13-25.
- [14] Hodapp N. The ICRU report 83: prescribing, recording and reporting photon-beam intensity-modulated radiation therapy (IMRT) [J]. Strahlenther Onkol, 2012, 188(1): 97-99.
- [15] 刘裕, 方坚强, 徐萍, 等. 容积旋转调强放疗联合三维后装腔内放疗治疗对局部晚期宫颈癌患者的近期疗效、不良反应及免疫功能的影响[J]. 中国性科学, 2022, 31(9): 95-99.
- [16] Liu Y, Fang JQ, Xu P, et al. Short-term efficacy, adverse reactions and the effect on immune function of volumetric modulated arc therapy combined with three-dimensional after loading intracavitary radiotherapy on locally advanced cervical cancer[J]. Chinese Journal of Human Sexuality, 2022, 31(9): 95-99.
- [17] Gao QQ, Ling XN, Liao LE, et al. Remodeling of T and endothelial cells during total neoadjuvant therapy in rectal cancer[J]. Cancer Cell, 2025, 43(12): 2282-2297.e9.
- [18] Sauer R, Liersch T, Merkel S, et al. Preoperative versus postoperative chemoradiotherapy for locally advanced rectal cancer: results of the German CAO/ARO/AIO-94 randomized phase III trial after a median follow-up of 11 years[J]. J Clin Oncol, 2012, 30(16): 1926-1933.
- [19] Zhang-Velten ER, Parsons D, Lee P, et al. Volumetric modulated arc therapy enabled total body irradiation (VMAT-TBI): six-year clinical experience and treatment outcomes[J]. Transplant Cell Ther, 2022, 28(2): 113.e1-113.e8.
- [20] Abdulameer MS, Pallathadka H, Menon SV, et al. Dosimetric effect of collimator rotation on intensity modulated radiotherapy and volumetric modulated arc therapy for rectal cancer radiotherapy[J]. J Xray Sci Technol, 2024, 32(5): 1331-1348.
- [21] Zhou Q, Wang Q, Li YW, et al. Dosimetric comparison of VMAT plans in preoperative short-course rectal radiotherapy[J]. Sci Rep, 2024, 14(1): 30862.
- [22] Jeans EB, Shiraishi S, Manzar G, et al. An comparison of acute toxicities and patient-reported outcomes between intensity-modulated proton therapy and volumetric-modulated arc therapy after ipsilateral radiation for head and neck cancers[J]. Head Neck, 2022, 44(2): 359-371.
- [23] Thakur N, Kaur H, Kaur S, et al. Comparative analysis of VMAT and IMRT techniques: evaluation of dose constraints and bone marrow sparing in cervical cancer patients undergoing chemoradiotherapy[J]. Asian Pac J Cancer Prev, 2024, 25(1): 139-144.
- [24] Samir F, Meaz TM, Hussiny FA, et al. Analytical dosimetric study of intensity-modulated radiotherapy (IMRT) and volumetric-modulated arc therapy (VMAT) for prostate cancer[J]. J Cancer Res Clin Oncol, 2023, 149(9): 6239-6246.
- [25] Nagarajan M, Banu R, Sathya B, et al. Dosimetric evaluation and comparison between volumetric modulated arc therapy (VMAT) and intensity modulated radiation therapy (IMRT) plan in head and neck cancers[J]. Gulf J Oncolog, 2020, 1(33): 45-50.
- [26] Lewis L, Kreinbrink P, Richardson M, et al. Intensity modulated proton therapy better spares non-adjacent organs and reduces the risk of secondary malignant neoplasms in the treatment of sinonasal cancers[J]. Med Dosim, 2022, 47(2): 117-122.
- [27] 胡丽娟, 王琪, 张鹏, 等. 容积旋转调强放疗与固定野调强放疗在巨块型宫颈癌根治性放疗中的剂量学比较[J]. 现代肿瘤医学, 2020, 28(24): 4321-4325.
- [28] Hu LJ, Wang Q, Zhang PC, et al. Dosimetric comparison of volumetric rotary intensity-modulated radiotherapy and fixed field -intensity-modulated radiotherapy in radiotherapy for large and advanced cervical cancer[J]. Journal of Modern Oncology, 2020, 28(24): 4321-4325.
- [29] Lu SH, Lan HT, Tsai YC, et al. Vertebral artery sparing volumetric modulated arc therapy in nasopharyngeal carcinoma[J]. Med Dosim, 2023, 48(4): 304-311.
- [30] Mazzoni D, Daly T, Muir J. Role of volumetric modulated arc therapy in skin field cancerisation[J]. Aust J Gen Pract, 2023, 52(8): 543-546.
- [31] Ferini G, Tripoli A, Molino L, et al. How much daily image-guided volumetric modulated arc therapy is useful for proctitis prevention with respect to static intensity modulated radiotherapy supported by topical medications among localized prostate cancer patients? [J]. Anticancer Res, 2021, 41(4): 2101-2110.

(编辑:黄开颜)