

运用PDCA循环降低直肠癌调强放疗摆位误差的效果

杨建芬,曾自力,张若蓉,林锋,谭勇,唐海榕
柳州市柳铁中心医院肿瘤科,广西 柳州 545007

【摘要】目的:探讨运用PDCA(Plan, Do, Check, Action)循环降低直肠癌调强放疗摆位误差的效果。**方法:**对2016年10月~2020年10月于柳州市柳铁中心医院行直肠癌调强放疗的60例患者进行分析研究,针对摆位误差高的问题进行分析,将PDCA循环管理实施前、实施后摆位误差的情况进行对比。**结果:**实施前、后直肠癌调强放疗摆位误差,在X方向分别为 $(-1.389\ 4\pm0.426\ 7)\text{ mm}$ 、 $(-0.820\ 5\pm0.265\ 3)\text{ mm}$,Y方向为 $(0.971\ 2\pm0.296\ 1)\text{ mm}$ 、 $(0.421\ 3\pm0.111\ 4)\text{ mm}$,Z方向为 $(0.712\ 5\pm0.235\ 6)\text{ mm}$ 、 $(0.469\ 7\pm0.141\ 3)\text{ mm}$,差异有统计学意义($P<0.05$)。**结论:**PDCA循环运用于降低直肠癌调强放疗摆位误差中的效果明显,可有效降低直肠癌调强放疗摆位的误差,从而最大限度地将剂量集中在肿瘤靶区内,减少肿瘤周围正常组织不必要的照射。

【关键词】直肠癌;PDCA循环;调强放射治疗;摆位误差

【中图分类号】R312;R811.1

【文献标志码】A

【文章编号】1005-202X(2021)06-0682-06

Effect of PDCA circulation to reduce set-up errors in intensity-modulated radiotherapy of rectal cancer

YANG Jianfen, ZENG Zili, ZHANG Ruorong, LIN Feng, TAN Yong, TANG Hairong

Department of Oncology, Liuzhou Municipal Liutie Central Hospital, Liuzhou 545007, China

Abstract: Objective To investigate the effect of reducing set-up errors in intensity-modulated radiotherapy of rectal cancer by PDCA (Plan, Do, Check, Action) circulation. **Methods** Sixty rectal cancer patients who received intensity-modulated radiotherapy in Liuzhou Municipal Liutie Central Hospital from October 2016 to December 2020 were enrolled in the study. The reasons for large set-up errors are analyzed, and the set-up errors before and after the implementation of PDCA circulation were compared. **Results** There were statistical differences in set-up errors before and after the implementation of PDCA circulation which were $(-1.389\ 4\pm0.426\ 7)\text{ mm}$ and $(-0.820\ 5\pm0.265\ 3)\text{ mm}$ in X direction, $(0.971\ 2\pm0.296\ 1)\text{ mm}$ and $(0.421\ 3\pm0.111\ 4)\text{ mm}$ in Y direction, $(0.712\ 5\pm0.235\ 6)\text{ mm}$ and $(0.469\ 7\pm0.141\ 3)\text{ mm}$ in Z direction, respectively ($P<0.05$). **Conclusion** The application of PDCA circulation can effectively reduce the set-up errors in intensity-modulated radiotherapy of rectal cancer, thereby maximizing the dose concentration in the tumor target area and decreasing unnecessary irradiation of normal tissues around the tumor area.

Keywords: rectal cancer; PDCA circulation; intensity-modulated radiotherapy; set-up error

前言

直肠癌严重危害着人类健康与生命,2015年我国直肠癌发病率和死亡率在全部恶性肿瘤中均排在第5位^[1]。调强放疗可最大限度地把剂量集中在肿瘤靶区内,使肿瘤周围的正常组织少受照射,降低局

部复发的风险,极大提高了肿瘤治疗增益比,使患者得到较好的治疗^[2-3]。虽然在治疗计划设计时已充分考虑了直肠癌患者调强放疗摆位误差,但摆位误差存在不确定性并不可避免,因而正常组织受照射剂量也可能增加,靶区剂量不能完全得到保证。PDCA (Plan, Do, Check, Action)循环是美国质量管理专家戴明博士首先提出的,所以又称戴明环,在质量管理方面得到了广泛应用,但在降低直肠癌调强放疗摆位误差方面鲜见报道^[4]。本文以PDCA循环为依据,分析直肠癌调强放疗过程中可能导致摆位误差的因素,并按PDCA循环持续改进,在降低直肠癌调强放疗摆位误差中取得了明显的效果。

【收稿日期】2021-01-19

【基金项目】广西医疗卫生科学研究项目(Z20210643)

【作者简介】杨建芬,副主任护师,从事肿瘤精准放疗护理工作,E-mail: 2698232303@qq.com

【通信作者】曾自力,主任技师,从事肿瘤放射物理及精准放射治疗工作,E-mail: gxzzl@sina.com

1 资料与方法

1.1 一般资料

选取以2016年10月~2020年10月于柳州市柳铁中心医院行调强放射治疗的直肠癌患者60例为研究对象,其中,男31例,女29例,年龄38~89岁。2016年10月~2018年6月实施PDCA循环前患者30例,2018年7月开始行PDCA循环,至2020年10月治疗患者30例。

1.2 设备

瓦里安23EX医用电子直线加速器、aS1000非晶硅电子射野影像系统(EPID)、Eclipse 11.0治疗计划系统。将EPID的射野图像和治疗计划系统的参考图像解剖结构进行定位匹配检测,即可确定照射野的摆位误差^[5]。

1.3 方法

1.3.1 实施前 采用直肠癌调强放疗技术^[6],在CT模拟定位机下,行CT增强扫描,将扫描信息传至治疗计划系统。在治疗计划系统、电子射野影像系统中,根据国际辐射单位及测量委员会(ICRU)62号报告^[7]中的坐标系,计算出在X、Y、Z方向的摆位误差^[8-9]。

1.3.2 实施后 采用PDCA循环,从1个过程(管理是全过程管理),4个阶段:Plan(计划)、Do(执行)、Check(检查)、Action(改进),8个步骤^[10],对直肠癌患者调强放疗摆位进程全面监控,见图1。

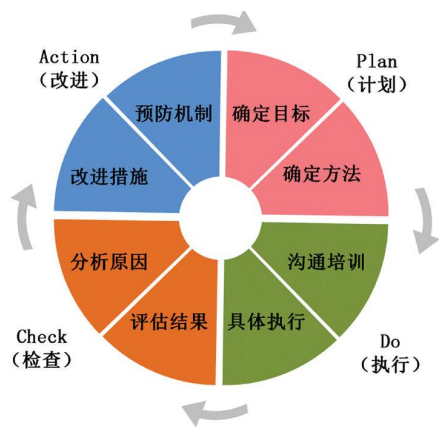


图1 1个过程、4个阶段、8个步骤的全面质量管理圈
Fig.1 Total quality management circle with 1 process,
4 phases and 8 steps

(1)计划(Plan)阶段:确定方法、确定目标。针对直肠癌调强放疗摆位误差不可避免,成立直肠癌调强放疗摆位持续改进小组,科室主任任组长,成员包括资深物理师、技师、放疗医师、护士各两名,运用鱼骨图法^[11],从人、机、料、法、环、测等方面进行研究分析、找出直肠癌调强放疗摆位误差产生的主要原因及

环节,见图2。对调强放疗流程进行梳理,经小组成员协商讨论,完善并制订《直肠癌调强放疗制度》、《直肠癌调强放疗的流程》、《直肠癌调强放疗摆位持续改进小组》、《直肠癌患者调强放疗前心理辅导》、《直肠癌调强放疗患者定位的注意事项》、《直肠癌调强放疗患者定位规范》、《直肠癌患者调强放疗中心心理辅导》、《直肠癌调强放疗患者治疗时的注意事项》、《直肠癌调强放疗操作规范》、《直肠癌调强放疗摆位误差测量记录规范》、《直肠癌患者每次调强放疗后的心理辅导》等相关规范及制度。明确直肠癌调强放疗摆位误差显著降低的改进目标,并由直肠癌调强放疗摆位持续改进小组根据患者的性别、年龄、高矮、胖瘦、病情、心理、社会、文化需求、陪伴家属、个体差异等,拟定个体化的放射治疗工作,形成个性化的调强放疗方案。

(2)执行(Do)阶段:沟通培训、具体执行。将上述《直肠癌调强放疗制度》、《直肠癌调强放疗的流程》等制度、流程、规范编印成册,由持续改进小组组长对小组成员进行培训,让所有参与直肠癌治疗的人员熟悉调强放疗前、中患者的心理辅导,定位、摆位治疗的工作流程及操作规范。调强放疗前由医师、护士、技师向直肠癌患者介绍工作流程、并作心理辅导。由技师、物理师、医师根据直肠癌患者的个性化差异,进行个体化体位固定及定位。技师、物理师根据直肠癌调强放疗操作规范对患者进行摆位治疗,按规范测量并如实记录摆位误差。

(3)检查(Check)阶段:分析原因、评估结果,每周放疗结束,持续改进小组组长携物理师、技师、医师、护士各一名,与技师、物理师联系及时检查、了解患者的体位固定、定位、摆位治疗、摆位误差测量记录等执行情况及各种检查表;与患者沟通,及时了解患者的身体状况、心理状况、对放疗的看法、要求、放疗次数等情况;与医师、护士沟通,及时了解患者的病情、病情进展、对患者辅导等。及时记录填写《直肠癌调强放疗全程登记表》。

(4)改进(Action)阶段:预防机制、改进措施,直肠癌患者调强放疗周期结束时,持续改进小组组长对检查情况进行统计分析,发现找出存在的问题,对共性问题进行处理,统一组织培训,再次改进,并启动下一个PDCA循环,将解决方案的好方法和措施进行标准化。召开小组会议,与成员沟通、研究分析、讨论总结问题存在的根本原因,并形成整改意见、提出整改措施,完善优化调强放疗体位固定、定位、摆位治疗、摆位误差测量记录、患者心理辅导等方案,对未解决的问题及时处理,并将持续改进措施运用到下批患者放疗中,对疑难问题及新发现的问题纳入到下一个

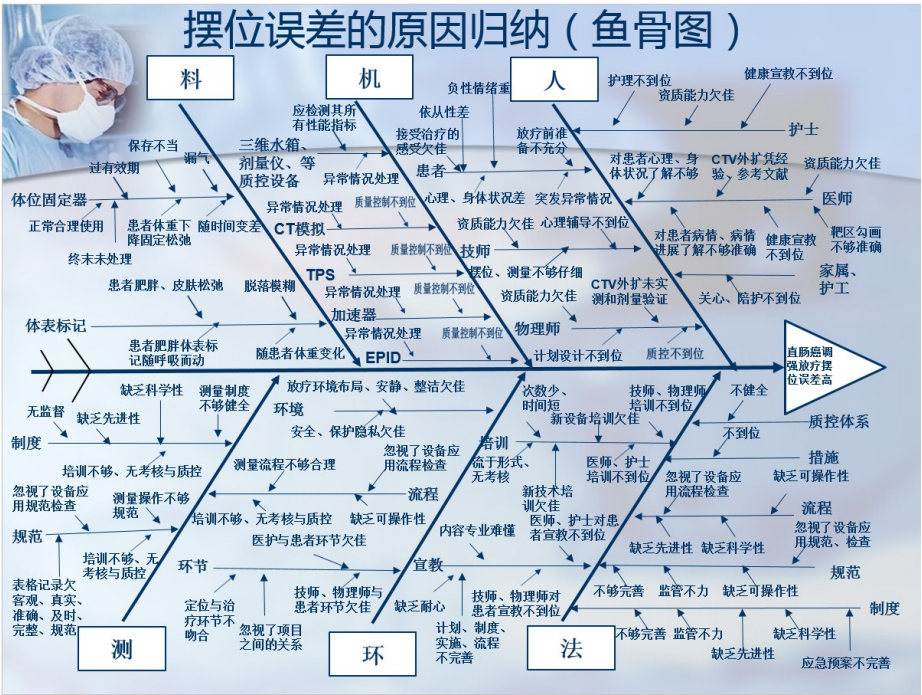


图2 摆位误差原因归纳
Fig.2 Summarization of reasons for set-up errors

PDCA 循环来解决,见图3,大环带小环,小环保大环,互相促进,推动大循环,阶梯上升式循环,每转动一周,质量就提高一步,每次PDCA的循环解决一个新问题,与时俱进促进持续改进。

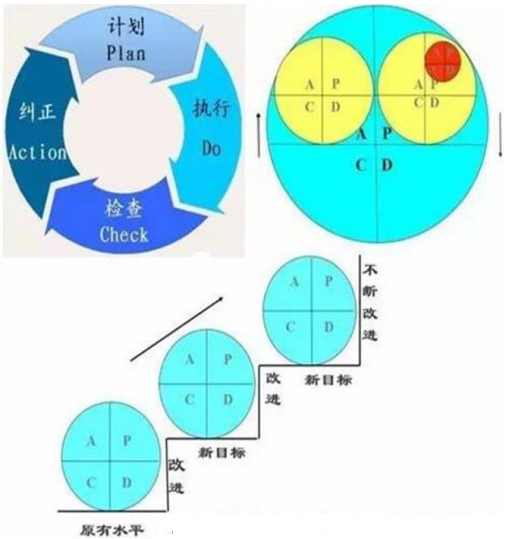


图3 PDCA 循环螺旋式上升示意图
Fig.3 Spiral ascending diagram of PDCA circulation

1.3.3 评价方法和指标 在电子射野影像系统中,以治疗计划系统的数字重建图像为参考图像。勾画出数字重建图像、射野图像的边框,相同的解剖标记点。在侧位图上,用骶尾骨、坐骨大切迹作为标记点;正位图以耻骨联合上缘、耻骨联合和小骨盆的两侧界

线为标记点。首先,进行边框的重合,然后进行解剖结构配准。两正位图像的中心十字重合度,即为两者在左右(X)、头脚(Y)方向的摆位误差;两侧位图像为前后(Z)方向的摆位误差。每位患者疗程内隔天拍摄测量1次,见图4和图5。将实施前、后的摆位误差进行比较,并进行统计学分析。

1.3.4 数据处理 使用SPSS19.0软件进行数据统计分析,采用配对t检验方法,符合正态分布的计量资料用均数±标准差表示, $P<0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

实施前,30例患者摆位180次,拍正位、侧位射野图像360张,测量出每位患者在X、Y、Z 3个方向上的摆位误差,X方向,1次最大摆位误差为15 mm,摆位误差 ≥ 10 mm 4次;Y方向,1次最大摆位误差为14 mm,摆位误差 ≥ 10 mm 6次;Z方向,1次最大摆位误差为6 mm。计算出每位患者在X、Y、Z 3个方向上摆位误差的平均值和标准差。X方向,红色小三角形表示每位患者摆位误差的平均值,红色线段表示多次摆位的标准差;Y方向,绿色小圆形表示每位患者摆位误差的平均值,绿色线段表示多次摆位的标准差;Z方向,深蓝色小五角星表示每位患者摆位误差的平均值,深蓝色线段表示多次摆位的标准差。见图6。

实施后,30例患者摆位180次,拍正位、侧位射野图像360张,测量出每位患者在X、Y、Z 3个方向上的摆位误差,30例患者所有摆位误差都小于10 mm。

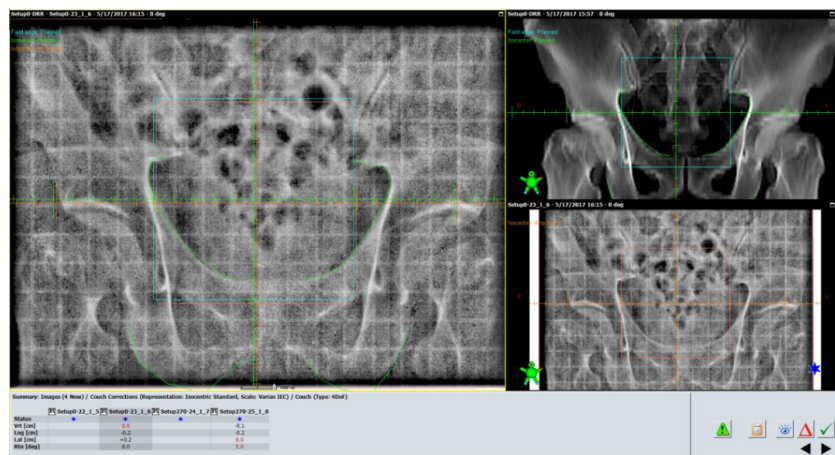


图4 正位EPID图像与DRR图像比较
Fig.4 Comparison of front EPID image with DRR image

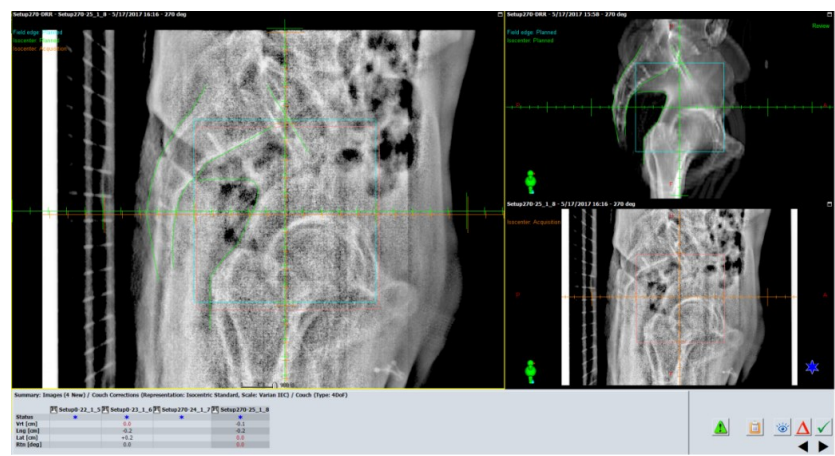


图5 侧位EPID图像与DRR图像比较
Fig.5 Comparison of lateral EPID image and DRR image

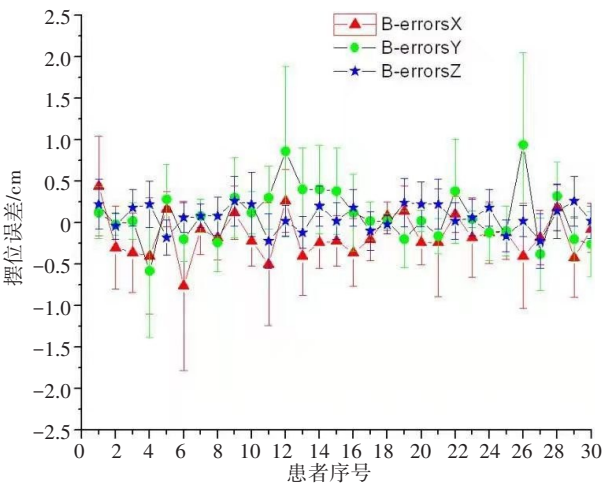


图6 PDCA循环实施前的摆位误差图
Fig.6 Set-up error diagram before implementation of PDCA circulation

计算出每位患者在X、Y、Z 3个方向上摆位误差的平均值和标准差。X方向,浅蓝色小三角形表示每位患者摆位误差的平均值,浅蓝线段表示多次摆位的标准差;Y方向,桃红色小圆形表示每位患者摆位误差的

平均值,桃红色线段表示多次摆位的标准差;Z方向,军色小五角星表示每位患者摆位误差的平均值,军色线段表示多次摆位的标准差。见图7。
PDCA循环管理实施后的X、Y、Z方向摆位误差

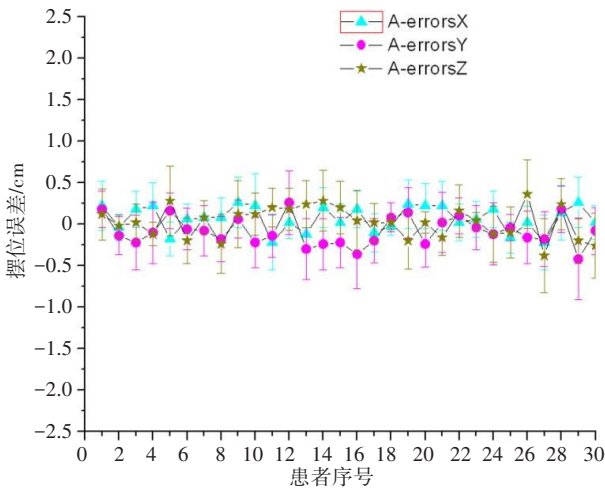


图7 PDCA循环实施后的摆位误差图
Fig.7 Set-up error diagram after implementation of PDCA circulation

均优于实施前摆位误差,差异有统计学意义($P<0.05$),见表1。

表1 PDCA 循环实施前和实施后 X、Y 及 Z 方向的摆位误差比较(mm)
Tab.1 Comparison of set-up errors in X, Y and Z directions before and after implementation of PDCA circulation (mm)

方向	X 左右	Y 头脚	Z 前后
实施前	-1.389 4±0.426 7	0.971 2±0.296 1	0.712 5±0.235 6
实施后	-0.820 5±0.265 3	0.421 3±0.111 4	0.469 7±0.141 3
t 值	2.687	2.573	6.369
P 值	0.012	0.016	0.001

3 讨论

虽然直肠癌调强放疗提高了肿瘤治疗增益比^[12-15],但实施过程一般需要 30 d,时间较长。治疗次数的增加,特别是低位直肠癌患者,会引起尿道刺激、下消化道反应、放射性皮炎等症状,同时每次治疗前,需要保持膀胱充盈的一致性^[16],有可能会 导致患者在每次治疗时,坚持时间更短,使摆位难度增加,降低了体位的重复性。摆位是影响调强放疗的关键步骤,摆位误差直接影响剂量分布,影响疗效^[17]。学者们一直在致力于减少摆位误差,提高摆位的准确性^[18-20]。虽然在治疗计划设计时已充分考虑了直肠癌患者调强放疗摆位误差,但是摆位误差存在不确定性,因而靶区剂量不能完全得到保证,正常组织受照射剂量也可能增加。

PDCA 循环是管理学中的一个通用模型,是能使任何一项活动有效进行的一种合乎逻辑的工作程序,特别是在质量管理中得到了广泛的应用^[21]。PDCA 循环就是按照 Plan(计划)、Do(执行)、Check(检查)和 Action(改进)这样的顺序发现问题、解决问题,从而进行质量管理,并且循环不停止地进行下去的科学程序,要求把各项工作按照作出计划、计划实施、检查实施效果,然后将成功的纳入标准,不成功的留待下一循环去解决的工作方法。本文以医师、护士和医技组成的放疗摆位持续改进小组,对直肠癌调强放疗摆位误差可能产生的进程实行全面监控,提出直肠癌调强放疗摆位误差显著降低的持续改进目标、实现目标的计划与措施;计划执行前进行人员培训,在实施过程中,严格按计划执行、对照检查,研究分析是否达到预期效果,通过鱼骨图法,从人、机、料、法、环、测等方面找原因,通过检查找出问题,然后将总结出的经验制定成标准,形成制度和规范。改进阶段是 PDCA 循环的关键。因为处理阶段就是解决存在问题,总结经

验和吸取教训的阶段。该阶段的重点又在于修订标准,包括技术标准和管理制度。没有标准化和制度化,就不可能使 PDCA 循环转动向前。在完成一个 PDCA 循环后,再针对调强放疗过程中出现的问题进行下一个循环,通过不断改进,进一步降低直肠癌调强放疗摆位误差。本研究实施前、后直肠癌调强放疗摆位误差,在 X 方向分别为 (-1.389 4±0.426 7) mm、(-0.820 5±0.265 3) mm,Y 方向分别为 (0.971 2±0.296 1) mm、(0.421 3±0.111 4) mm,Z 方向分别为 (0.712 5±0.235 6)mm、(0.469 7±0.141 3) mm,差异有统计学意义($P<0.05$)。本研究达到了预期结果与目的,证明在直肠癌调强放疗中应用 PDCA 循环进行质量保证与控制能降低摆位误差。

以医师、护士和医技组成的放疗摆位持续改进小组认为,PDCA 循环让思想方法和工作步骤更加条理化、系统化、图像化和科学化。其特点是:套小环、小环保大环、推动大循环;不断前进、不断提高;门路式上升。但 PDCA 中不含有人的创造性的内容,只是让人如何完善现有工作,这导致惯性思维的产生,习惯了 PDCA 的人很容易按流程进行工作,因为没有什么压力让他来实现创造性。所以,寻求最大程度降低直肠癌调强放疗摆位误差是医师、护士和医技等放射肿瘤学工作者努力的方向。

【参考文献】

[1] 国家卫生计生委医政医管局,中华医学会肿瘤学分会.中国结直肠癌诊疗规范(2017年版)[J].中华胃肠外科杂志,2018,21(1): 92-106. Bureau of Medical Administration, National Health and Family Planning Commission of the People's Republic of China. Chinese standard for diagnosis and treatment of colorectal cancer (2017)[J]. Chinese Journal of Gastrointestinal Surge, 2018, 21(1): 92-106.

[2] 雷伟杰,曹瑞芬,贾婧,等.基于几何不确定性鲁棒性优化在肺癌容积旋转调强计划中的应用[J].中国医学物理学杂志,2017,34(9): 865-869. LEI W J, CAO R F, JIA J, et al. Application of geometric uncertainty based robust in volumetric modulated arc therapy plan for lung cancer [J]. Chinese Journal of Medical Physics, 2017, 34(9): 865-869.

[3] HUANG B, FANG Z, HUANG Y, et al. A dosimetric analysis of volumetric-modulated arc radiotherapy with jaw width restriction vs 7 field intensity-modulated radiotherapy for definitive treatment of cervical cancer[J]. Br J Radiol, 2014, 87(1039): 1-9.

[4] 么秀杰.最有效的100个常用管理方法[M].北京:人民邮电出版社,2013: 130. ME X J. 100 most effective common management practices [M]. Beijing: People's Posts and Telecommunications Press, 2013: 130.

[5] 陈杨生,曾自力.电子射野影像系统的质量保证及应用[J].中国辐射卫生,2016,25(6): 692-695. CHEN Y S, ZENG Z L. Quality assurance and application of electron portal imaging device[J]. Chinese Journal of Radiological Health, 2016, 25(6): 692-695.

[6] 林锋,曾自力,覃树付,等.直肠癌术后调强放疗不同照射野数的剂量学研究[J].中国辐射卫生,2019,28(2): 201-205. LIN F, ZENG Z L, QIN S F, et al. Dosimetric study of different radiation field numbers in postoperative intensity modulated radiation therapy for rectal cancer[J]. Chinese Journal of Radiological Health, 2019, 28(2): 201-205.

[7] HURKMANS C W, REMEIJER P, LEBESQUE J Ü, et al. Set-up

- verification using portal imaging: review of current clinical practice [J]. *Radiother Oncol*, 2001, 58(2): 105-120.
- [8] MCKENZIE A, VAN HERK M, MIJNHEER B. Margins for geometric uncertainty around organs at risk in radiotherapy[J]. *Radiother Oncol*, 2002, 62(3): 299-307.
- [9] LI S Z. Markov random field modeling in image analysis[M]. 2nd ed. Belin: Springer-Vedag, 2000.
- [10] 马攀, 戴建荣. 放射治疗质量管理新方法[J]. *中华放射肿瘤学杂志*, 2015, 24(6): 732-735.
- MA P, DAI J R. New method of radiotherapy quality management[J]. *Chinese Journal of Radiation Oncology*, 2015, 24(6): 732-735.
- [11] 陈小萍, 张筑, 刘春梅, 等. PDCA循环对预防鼻咽癌放射性口腔黏膜炎的探讨[J]. *四川医学*, 2015, 36(7): 1023-1025.
- CHEN X P, ZHANG Z, LIU C M, et al. Effects of PDCA circulation on prevention of oral mucositis caused by radiotherapy in patients with nasopharynx cancer[J]. *Sichuan Medical Journal*, 2015, 36(7): 1023-1025.
- [12] HANSEN H, HOGDALL C, ENGELHOLM S. Radiation therapy without cisplatin for elderly cervical cancer patients[J]. *Int J Radiat Oncol Biol Phys*, 2014, 90(1): 484-485.
- [13] 陈建武, 刘萍, 陈文娟, 等. 宫颈癌IMRT靶区及OAR体积与位置变化研究[J]. *中华放射肿瘤学杂志*, 2015, 24(4): 395-398.
- CHEN J W, LIU P, CHEN W J, et al. A study of changes in volume and location of target areas and organs at risk in intensity-modulated radiotherapy for cervical cancer[J]. *Chinese Journal of Radiation Oncology*, 2015, 24(4): 395-398.
- [14] SAMUELIAN J M, CALLISTER M D, ASHMAN J B, et al. Reduced acute bowel toxicity in patients cancer[J]. *Int J Radiat Oncol Biol Phys*, 2012, 82(5): 1981-1987.
- [15] 任骅, 金晶, 肖琴, 等. 直肠癌术前IMRT同期化疗与VMAT同期化疗的急性不良反应比较[J]. *中华放射肿瘤学杂志*, 2014, 13(3): 205-209.
- REN H, JIN J, XIAO Q, et al. Comparison of toxicities between IMRT and VMAT in preoperative concurrent chemoradiotherapy for rectal cancer[J]. *Chinese Journal of Radiation Oncology*, 2014, 13(3): 205-209.
- [16] 薛宏元, 林蓉, 曾自力, 等. 膀胱体积的变化对直肠癌术后调强放疗剂量学影响研究[J]. *中国辐射卫生*, 2017, 26(6): 726-729.
- XUE H Y, LIN R, ZENG Z L, et al. Research on how the variation of bladder volume impacts upon the dose distribution of rectal cancer undergoing postoperative intensity modulated radiation therapy[J]. *Chinese Journal of Radiological Health*, 2017, 26(6): 726-729.
- [17] 闫钢, 詹文华, 折虹. 放疗体膜固定装置在胸腹部肿瘤放射治疗中的应用研究[J]. *吉林医学*, 2011, 32(30): 6339-6340.
- YAN G, ZHAN W H, ZHE H. The application of body membrane fixed device in radiotherapy of the chest tumor[J]. *Jilin Medicine Journal*, 2011, 32(30): 6339-6340.
- [18] 林承光, 邓小武, 黄峻, 等. 鼻咽癌适形放疗实施过程精确度和重复性研究[J]. *肿瘤学杂志*, 2004, 10(4): 208-213.
- LIN C G, DENG X W, HUANG J, et al. a study of accuracy and reproducibility in conformal radiotherapy for nasopharyngeal carcinoma[J]. *Journal of Chinese Oncology*, 2004, 10(4): 208-213.
- [19] 杨树松, 王凡, 孙维浚, 等. 治疗床面下垂导致的系统摆位误差分析及对策[J]. *中华放射肿瘤学杂志*, 2001, 10(1): 55-60.
- YANG S S, WANG F, SUN W J, et al. Systematic set-up errors induced by decline of treatment couch-top[J]. *Chinese Journal of Radiation Oncology*, 2001, 10(1): 55-60.
- [20] WANG L, JACOB R, CHEN L L, et al. Stereotactic IMRT for prostate cancer: setup accuracy of a new stereotactic body localization system[J]. *J Appl Clin Med Phys*, 2004, 5(2): 18-28.
- [21] 谢耕, 胡伟刚, 范嘉伟, 等. 放疗全流程管理及QA的初步应用经验[J]. *中华放射肿瘤学杂志*, 2017, 26(3): 342-346.
- XIE J, HU W G, FAN J W, et al. The primary experience of an entire QA workflow management in radiotherapy [J]. *Chinese Journal of Radiation Oncology*, 2017, 26(3): 342-346.

(编辑:陈丽霞)