

## 体质量指数对锥形束CT引导的宫颈癌放疗分次间摆位误差的影响

梁黎, 李勇

四川省肿瘤医院放疗中心, 四川 成都 610000

**【摘要】目的:**探讨体质量指数(BMI)对锥形束CT(CBCT)引导的宫颈癌放疗分次间摆位误差的影响。**方法:**选取2020年9月至2021年9月在四川省肿瘤医院进行治疗的90例宫颈癌患者为研究对象,根据患者BMI分为过轻组( $BMI \leq 18.4 \text{ kg/m}^2$ )、正常组( $18.5 \text{ kg/m}^2 \leq BMI \leq 23.9 \text{ kg/m}^2$ )、超重组( $BMI \geq 24.0 \text{ kg/m}^2$ ),各组例数均为30例,并将各组成员随机分为两组,分别为真空垫组( $n=15$ )、热塑膜组( $n=15$ ),均在放疗前后对盆腔区域进行CBCT扫描,以获取患者摆位数据,判断放疗定位是否准确,并制定合理的放疗方案,分析不同BMI对宫颈癌放疗摆位误差的影响。**结果:**在不考虑BMI分组时,真空垫组及热塑膜组患者总体摆位误差比较,差异没有统计学意义( $P>0.05$ );骨性配准宫颈癌患者X轴、Y轴摆位误差明显高于灰度配准者,Z轴摆位误差低于灰度配准( $P<0.05$ );对BMI过轻患者摆位误差进行分析发现,过轻者真空垫组X轴、Y轴摆位误差均小于热塑膜组( $P<0.05$ ),但真空垫组及热塑膜组Z轴摆位误差比较,差异没有统计学意义( $P>0.05$ ),且真空垫组X轴、Y轴、Z轴 $M_{PTV}$ 均显著低于热塑膜组( $P<0.05$ );对BMI正常患者摆位误差进行分析发现,热塑膜组Z轴摆位误差明显低于真空垫组,但X轴、Y轴摆位误差明显高于真空垫组( $P<0.05$ ),且真空垫组X轴、Y轴 $M_{PTV}$ 均显著低于热塑膜组,Z轴 $M_{PTV}$ 高于热塑膜组( $P<0.05$ );对BMI超重患者摆位误差进行分析发现,热塑膜组X轴、Y轴摆位误差显著低于真空垫组,Z轴摆位误差显著高于真空垫组( $P<0.05$ ),且真空垫组的患者X轴、Y轴、Z轴 $M_{PTV}$ 均显著高于热塑膜组( $P<0.05$ )。**结论:**在宫颈癌患者放射治疗中,BMI过轻者及BMI正常者选择真空垫组,超重者选择热塑膜组,均采用灰度配准,更能减少对摆位误差的影响,确保放疗计划的顺利进行。

**【关键词】**体质量指数;锥形束CT;宫颈癌;放射治疗;摆位误差

**【中图分类号】**R815.6

**【文献标志码】**A

**【文章编号】**1005-202X(2023)02-0144-05

## Effect of body mass index on inter-fractional setup errors in cone beam CT-guided radiotherapy of cervical cancer

LIANG Li, LI Yong

Radiotherapy Center, Sichuan Cancer Hospital, Chengdu 610000, China

**Abstract: Objective** To explore the impact of body mass index (BMI) on inter-fractional setup errors in cervical cancer patients treated with cone beam CT-guided radiotherapy. **Methods** According to BMI, 90 cervical cancer patients treated in Sichuan Cancer Hospital from September 2020 to September 2021 were divided into underweight group ( $BMI \leq 18.4 \text{ kg/m}^2$ ), normal group ( $18.5 \text{ kg/m}^2 \leq BMI \leq 23.9 \text{ kg/m}^2$ ), and overweight group ( $BMI \geq 24.0 \text{ kg/m}^2$ ), with 30 cases in each group. Patients in each group were further divided into vacuum pad group ( $n=15$ ) and thermoplastic film group ( $n=15$ ). Pelvic CBCT scanning was performed before and after radiotherapy to obtain the setup data, so as to determine the accuracy of radiotherapy localization, formulate a reasonable radiotherapy plan, and analyze the effect of BMI on setup errors in radiotherapy of cervical cancer. **Results** Without regard to BMI, there was no significant difference in the overall setup error between vacuum pad group and thermoplastic film group ( $P>0.05$ ); and the cervical cancer patients with bone registration had larger X-axis and Y-axis setup errors, but smaller Z-axis setup errors than those with gray registration ( $P<0.05$ ). The analysis on the setup errors in underweight group found that the X-axis and Y-axis setup errors in vacuum pad group were smaller than those in thermoplastic film group ( $P<0.05$ ), but the difference in Z-axis setup errors between two groups was trivial ( $P>0.05$ ); and the X-axis, Y-axis and Z-axis  $M_{PTV}$  of vacuum pad group were significantly lower than those in thermoplastic film group ( $P<0.05$ ). In normal group, thermoplastic film group has significantly smaller Z-axis setup errors,

**【收稿日期】**2022-09-18

**【基金项目】**四川省科技计划项目(重点研发项目)(2020YFS0393)

**【作者简介】**梁黎, 技师, 研究方向: 肿瘤放射治疗技术, E-mail: easonliang0830@126.com

higher X-axis and Y-axis  $M_{PTV}$ , larger X-axis and Y-axis setup errors, and lower Z-axis  $M_{PTV}$  than vacuum pad group ( $P<0.05$ ). In overweight group, compared with vacuum pad group, thermo plastic film group had smaller X-axis and Y-axis setup errors, but larger Z-axis setup errors ( $P<0.05$ ); and the X-axis, Y-axis and Z-axis  $M_{PTV}$  of vacuum pad group were significantly higher than those of thermoplastic film group ( $P<0.05$ ). **Conclusion** In radiotherapy of cervical cancer, vacuum pad for patients with low and normal BMI, thermoplastic film for overweight patients, and gray registration in any cases (underweight, normal, and overweight) can reduce setup errors and ensure the successful completion of radiotherapy.

**Keywords:** body mass index; cone beam CT; cervical cancer; radiotherapy; setup error

## 前言

宫颈癌是常见的妇科恶性肿瘤,发病率占我国女性恶性肿瘤第2位,严重影响患者身体健康,严重者会危及生命<sup>[1]</sup>。以往研究显示,放疗为局部治疗手段,可有效清除亚临床病灶,并降低复发率<sup>[2-3]</sup>。当前放疗对宫颈癌的效果较佳,可明显改善患者预后,且当前已成为宫颈癌患者治疗的标准术式,而宫颈癌生理解剖结构相对特殊,体质量指数(Body Mass Index, BMI)、患者的摆位变化及体位变化均会影响摆位精准度,进一步影响治疗靶区剂量的分布,增加放疗并发症风险,影响计划的实施,为确定放疗计划的顺利实施,需适当外扩边界,对临床靶区及危及器官位置不确定性进行纠正,保证靶区化疗剂量分布<sup>[4-6]</sup>。锥形束CT(CBCT)扫描技术为临床常用引导技术,可将每次治疗时肿瘤位置与计划位置在CT上进行验证,及时纠正摆位误差,并确保治疗的有效实施<sup>[7-8]</sup>。在以往研究中提出,BMI对癌症患者放疗摆位误差存在一定影响,但当前研究以分析患者体位为主,而本研究在以往研究基础上,采用CBCT对放疗前的宫颈癌患者摆位图像进行验证,并探讨不同BMI、配准标准、固位方式对患者放疗摆位误差的影响,旨在综合以往研究经验,为临床治疗提供客观依据。

## 1 资料与方法

### 1.1 一般资料

选取2020年9月至2021年9月在四川省肿瘤医院进行治疗的90例宫颈癌患者为研究对象。年龄39~85岁,平均年龄 $(62.59\pm 7.33)$ 岁;BMI为16~30 kg/m<sup>2</sup>,平均BMI $(23.41\pm 2.45)$ kg/m<sup>2</sup>。本研究符合赫尔辛基宣言相关准则。纳入标准:(1)均符合宫颈癌相关诊断标准<sup>[9]</sup>并经病理证实;(2)有明确的术前FIGO分期;(3)无放疗禁忌症者;(4)直肠功能及膀胱功能均正常。排除标准:(1)无法平卧者;(2)合并严重心肝肾器质性疾患者;(3)合并急性感染期。

### 1.2 分组方法

在放疗前测量并记录患者身高、体质量,计算

BMI,根据患者BMI分为过轻组(BMI $\leq 18.4$  kg/m<sup>2</sup>)、正常组(18.5 kg/m<sup>2</sup> $\leq$  BMI $\leq 23.9$  kg/m<sup>2</sup>)、超重组(BMI $\geq 24.0$  kg/m<sup>2</sup>),各组例数均为30例,并将各组患者随机分为两组,分别为真空垫组( $n=15$ )、热塑膜组( $n=15$ )。

### 1.3 CBCT扫描

在过轻组、正常组、超重组受试者中均选取15例患者,均采取仰卧位,双手上举,采用真空垫固位,另外45例患者取仰卧位,双手上举,采用热塑膜固位,对两组患者均要求患者在每次体位固定时膀胱尿量为200~300 mL,且体位固定时尿量应与CT扫描前尿量一致。在患者膀胱尿量符合要求后,采用型号为CT-sim的16排CT模拟定位机(飞利浦大孔径)获取所有受试者CT平扫及增强影像学图像。从第十胸椎下缘至坐骨结节下缘进行扫描,3 mm层厚。在增强CT图像上勾画靶区,其平扫图像给予物理师用于设计放疗计划。将包含靶区及治疗计划信息的CT图像传送至直线加速器X线容积影像系统,作为CBCT图像配准的参考图像。

### 1.4 放疗图像配准

参考仪器说明书,收集CBCT图像及定位CT图像在线匹配验证,采用手动模式进行匹配。范围:全体廓范围。方法:应用骨性配准及灰度配准。配准参考点为计划等中心。以平移坐标左右(X轴)、头脚(Y轴)、前后(Z轴),记录摆位误差。X、Y、Z的移床值在3 mm以下,视为符合临床精确摆位要求。

### 1.5 观察指标

(1)对比第一次治疗前不同体位患者摆位误差:在每次放疗前均采用CBCT对患者进行扫描,电压120 kV,扫描角度 $+180^{\circ}\sim -180^{\circ}$ ,360°/min的速度,获取CBCT扫描数据。并由主管医生给出患者CBCT图像配准框,在扫描完成后对即时重建出来的CBCT图像及定位CT图像进行配准。主要参考对象为配准框中骨性结构及靶区,采用骨性配准和灰度配准,结合手动微调,并记录左右(X轴)、头脚(Y轴)、前后(Z轴)方向摆位误差。扫描频率为放疗的前3次,之后每周进行1次,监测每位患者摆位误差6~8次。(2)为保证90%的患者临床靶区接受处方剂量在95%及

以上,比较不同BMI患者X轴、Y轴、Z轴的靶区外扩边界: $M_{PTV}=2.5\Sigma+0.7\sigma$ (系统误差及随机误差构成摆位误差,其中系统误差为该患者所有分次摆位误差均值,随机误差为该患者所有分次摆位误差标准差,全部的系统误差及随机误差则由所有的系统误差及随机误差均值构成。其中 $\Sigma$ 为系统误差, $\sigma$ 为随机误差,即每位患者3次摆位误差标准差的均值)<sup>[10]</sup>。

1.5 统计学方法

采用SPSS 20.0软件处理数据,计量资料用均数±标准差表示,组内计量资料比较采用配对样本t检验, $P<0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 不同配准方式下宫颈癌患者摆位误差分析

骨性配准宫颈癌患者X轴、Y轴摆位误差明显高于灰度配准者,Z轴摆位误差低于灰度配准( $P<0.05$ ),见表1。

表1 不同配准方式下宫颈癌患者摆位误差分析(mm,  $\bar{x} \pm s$ )  
Table 1 Setup error analysis with different image registrations for cervical cancer (mm, Mean±SD)

配准方式	n	X轴	Y轴	Z轴
骨性配准	45	0.26±0.05	0.63±0.07	0.13±0.02
灰度配准	45	0.18±0.02	0.39±0.04	0.25±0.03
t值		9.965	19.969	22.326
P值		<0.001	<0.001	<0.001

2.2 不同固位方式患者总体摆位误差对比

在不考虑BMI分组时,真空垫组及热塑膜组患者总体摆位误差比较,差异无统计学意义( $P>0.05$ ),见表2。

表2 不同固位方式患者总体摆位误差对比(mm,  $\bar{x} \pm s$ )  
Table 2 Comparison of overall setup errors between different immobilization methods (mm, Mean±SD)

体位	n	X轴	Y轴	Z轴
真空垫组	45	0.95±0.12	0.77±0.09	0.55±0.07
热塑膜组	45	-0.96±0.11	-0.78±0.08	0.58±0.09
t值		0.412	0.557	1.765
P值		0.681	0.579	0.081

2.3 BMI过轻组摆位误差及靶区外扩边界分析

对BMI过轻患者摆位误差进行分析发现,过轻者真空垫固位X轴、Y轴摆位误差均小于热塑膜固位者( $P<0.05$ ),但真空垫固位及热塑膜固位者Z轴摆位

误差比较无显著差异( $P>0.05$ ),且真空垫固位者X轴、Y轴、Z轴 $M_{PTV}$ 均显著低于热塑膜固位者( $P<0.05$ ),见表3。

表3 BMI过轻组摆位误差及靶区外扩边界分析(mm)  
Table 3 Setup errors and target volume margins in underweight group (mm)

固位方式	位置	摆位误差	$\Sigma$	$\sigma$	$M_{PTV}$
真空垫	X轴	0.71 <sup>#</sup>	1.75 <sup>#</sup>	0.53 <sup>#</sup>	4.75 <sup>#</sup>
	Y轴	0.32 <sup>#</sup>	1.63 <sup>#</sup>	0.37 <sup>#</sup>	4.33 <sup>#</sup>
	Z轴	0.65	2.11 <sup>#</sup>	0.54 <sup>#</sup>	5.65 <sup>#</sup>
热塑膜	X轴	-1.15	1.95	1.01	5.58
	Y轴	0.72	2.54	0.65	6.81
	Z轴	0.62	2.88	0.73	7.71

与热塑膜组比较,<sup>#</sup> $P<0.05$

2.4 BMI正常组摆位误差及靶区外扩边界分析

对BMI正常患者摆位误差进行分析发现,热塑膜固位者Z轴摆位误差明显低于真空垫固位者,但X轴、Y轴摆位误差明显高于真空垫固位者( $P<0.05$ );且真空垫固位者X轴、Y轴 $M_{PTV}$ 均显著低于热塑膜固位者,Z轴 $M_{PTV}$ 高于热塑膜固位者( $P<0.05$ ),见表4。

表4 BMI正常组摆位误差及靶区外扩边界分析(mm)  
Table 4 Setup errors and target volume margins in normal group (mm)

体位	位置	摆位误差	$\Sigma$	$\sigma$	$M_{PTV}$
真空垫	X轴	0.41 <sup>#</sup>	1.88 <sup>#</sup>	0.37 <sup>#</sup>	4.96 <sup>#</sup>
	Y轴	-0.35 <sup>#</sup>	3.15 <sup>#</sup>	0.43 <sup>#</sup>	8.18 <sup>#</sup>
	Z轴	1.18 <sup>#</sup>	2.37 <sup>#</sup>	0.54 <sup>#</sup>	6.30 <sup>#</sup>
热塑膜	X轴	-1.16	2.39	0.73	6.49
	Y轴	-2.25	3.77	0.81	9.99
	Z轴	0.87	1.73	0.92	4.97

与热塑膜组比较,<sup>#</sup> $P<0.05$

2.5 BMI超重组摆位误差及靶区外扩边界分析

对BMI超重患者摆位误差进行分析发现,热塑膜固位者X轴、Y轴摆位误差显著低于真空垫固位者,Z轴摆位误差显著高于真空垫固位者( $P<0.05$ ),且真空垫固位者X轴、Y轴、Z轴 $M_{PTV}$ 均显著高于热塑膜固位者( $P<0.05$ ),见表5。

3 讨论

CBCT可结合图像设备与放疗机器,收集分次放疗治疗中信号及图像,并引导临床治疗,而在放疗计



表5 BMI超重组摆位误差及靶区外扩边界分析(mm)  
Table 5 Setup errors and target volume margins in  
overweight group (mm)

体位	位置	摆位误差	$\Sigma$	$\sigma$	$M_{PTV}$
真空垫	X轴	1.75 <sup>#</sup>	2.41 <sup>#</sup>	2.11 <sup>#</sup>	7.50 <sup>#</sup>
	Y轴	2.35 <sup>#</sup>	3.52 <sup>#</sup>	1.09 <sup>#</sup>	9.56 <sup>#</sup>
	Z轴	-0.17 <sup>#</sup>	2.33 <sup>#</sup>	0.85 <sup>#</sup>	6.42 <sup>#</sup>
热塑膜	X轴	-0.57	2.15	0.56	5.77
	Y轴	-0.81	1.71	1.25	5.15
	Z轴	0.25	1.93	0.61	5.25

与热塑膜组比较, <sup>#</sup> $P<0.05$

划中, 机器相关误差、器官形状及运动改变机制、患者摆位误差变化等均会影响放疗效果。而随着医疗技术的进步, 机架角度、射线束大小等机器相关误差均得到明显改善, 与摆位误差相比, 通常被认为小误差<sup>[11-12]</sup>。摆位误差是患者每天在放疗床上位置不同引起的, 但不同时间导致的变化无法避免, 摆位误差较大时, 则会导致靶区剂量分布不均, 而较少的剂量则会导致局部肿瘤在治疗后出现复发, 而靶区范围变化也会导致正常组织在放疗照射下出现并发症, 影响患者预后, 因此加强对摆位误差的控制是临床研究重点<sup>[13-15]</sup>。

CBCT技术可对摆位误差进行校正, 而图像配准技术是其中重要技术环节, 图像配准技术精确性关系到位置校准可靠性, 亦影响临床治疗疗效及危及器官受量。在宫颈癌放疗中, 骨性配准宫颈癌患者X轴、Y轴摆位误差明显高于灰度配准者, Z轴摆位误差低于灰度配准, 提示在宫颈癌临床治疗中骨性配准及灰度配准差异不可忽视, 可能与靶区设置及盆腔特殊解剖结构有关, 因此在宫颈癌放疗中, 建议使用灰度配准, 以确保更好地覆盖靶区。在临床实际放疗中, 不同固位方式, 针对不同的患者采用不同的固位方式, 对减少摆位误差、实现精准放疗十分关键<sup>[16-17]</sup>。

本研究在CBCT引导下对宫颈癌患者摆位误差进行分析发现, 在不考虑BMI分组时, 真空垫组及热塑膜组固位的患者总体摆位误差对比无显著差异, 与李雅宁等<sup>[18]</sup>研究中提出不考虑BMI分组情况下, 仰卧位(热塑膜固定)与俯卧位(真空垫固定)患者在摆位误差比较无显著差异, 进一步验证BMI相同情况下, 真空垫及热塑膜两种固位方式不会影响患者摆位误差。但根据患者BMI具体值进行分组后, 比较不同固位的患者摆位误差发现, 过轻者真空垫固位X轴、Y轴摆位误差均小于热塑膜固位者, 但真空

垫固位及热塑膜固位的患者Z轴摆位误差比较无显著差异, 且真空垫固位的患者X轴、Y轴、Z轴 $M_{PTV}$ 均显著低于热塑膜固位者, 提示BMI过轻者应选择真空垫固位进行放疗比较合适, 且在X轴、Y轴、Z轴靶区外扩边界分别为4.75、4.33、5.65 mm。分析体质量较轻者, 在真空袋中活动度相对较大, 因此也增加了摆位误差, 而热塑膜组患者在X轴上出现较大摆位误差可能与BMI较轻有一定关系, 在临床放疗中, 尽可能让患者在治疗床中直接躺下, 减少身体挪动次数, 平稳呼吸<sup>[19-21]</sup>。

BMI正常者中, 热塑膜固位的患者Z轴摆位误差明显低于真空垫固位的患者, 但X轴、Y轴摆位误差明显高于真空垫固位的患者, 且真空垫固位的患者X轴、Y轴 $M_{PTV}$ 均显著低于热塑膜固位者, Z轴 $M_{PTV}$ 高于热塑膜固位者, 提示BMI正常者, 可选择真空垫固位进行放疗, 且在X轴、Y轴、Z轴靶区外扩边界分别为4.96、8.18、6.30 mm。分析体质量正常者, 在骨性标志物的束缚中相对精确, 定位相对轻松, 对摆位误差的影响相对较小<sup>[22]</sup>。但本研究中存在较大摆位误差, 可能与研究样本量较少有关, 因此在后续研究中, 可适当扩充样本量进行研究。

BMI超重者中, 热塑膜固位的患者X轴、Y轴摆位误差显著低于真空垫固位的患者, Z轴摆位误差显著高于真空垫固位的患者, 且真空垫固位的患者X轴、Y轴、Z轴 $M_{PTV}$ 均显著高于热塑膜固位者, 提示BMI超重的宫颈癌患者, 在放疗中尽可能选择热塑膜固位, 且在X轴、Y轴、Z轴靶区外扩边界分别为5.77、5.15、5.25 mm。因此在临床放疗中, 可根据宫颈癌患者不同BMI选择合适的体位固定方式, 最大限度减少放疗摆位误差, 并提高放疗精确度, 且本研究中提出的靶区外扩边界值也可作为在临床放疗计划设计中的参考值, 确保肿瘤组织得到足够剂量的照射, 并避免正常组织被照射<sup>[23-24]</sup>。分析可能是因为患者BMI超重者在躺下后皮肤表面有明显的牵拉, 尤其是皮肤松弛及腹部脂肪较厚者, 而真空垫组在X轴及Y轴出现较大摆位误差亦可能与BMI超重有关, 因此在躺下时还需端坐在治疗床中间后躺下, 减少身体左右移动产生的皮肤牵拉, 且超重者呼吸明显, 在临床治疗中尽可能采取胸式呼吸、浅式呼吸, 保证呼吸平稳<sup>[25]</sup>。

综上所述, 在宫颈癌患者放疗中, BMI不同的患者采取不同体位对摆位误差均存在一定影响, 针对不同BMI患者, 采取不同固位方式进行放疗, 可减少摆位误差, 确保放疗计划精确进行。本研究弥补了以往研究单纯分析BMI影响宫颈患者摆位误差的不

足,补充分析了在CBCT引导的治疗中,配准方式对摆位误差的影响,进一步丰富研究结果。本研究局限性在于受到仪器限制,仅仅对X、Y、Z轴的平移误差进行分析,而未分析旋转误差,可能会对结论有一定影响,因此后期需继续研究验证。

## 【参考文献】

- [1] Bray F, Ferlay J, Soerjomataram I, et al. Global cancer statistics 2018: GLOBOCAN estimates of incidence and mortality worldwide for 36 cancers in 185 countries[J]. CA Cancer J Clin, 2018, 68(6): 394-424.
- [2] Weidenbaeche B, Borm KJ, Oechsner M, et al. Pelvic fractures after radiotherapy for cervical cancer[J]. Strahlenther Onkol, 2018, 194 (Suppl 1): S134.
- [3] Ahangari S, Hansen NL, Olin AB, et al. Toward PET/MRI as one-stop shop for radiotherapy planning in cervical cancer patients[J]. Acta Oncol, 2021, 60(8): 1045-1053.
- [4] Hofsjö A, Bergmark K, Blomgren B, et al. Radiotherapy for cervical cancer-impact on the vaginal epithelium and sexual function[J]. Acta Oncol, 2017, 57(3): 338-345.
- [5] Lucia F, Bourbonne V, Dissaux G, et al. Radiomics analysis of 3D dose distributions to predict toxicity of radiotherapy for cervical cancer[J]. J Pers Med, 2021, 11(5): 398.
- [6] Wang J, Zhang KS, Wang T, et al. Vaginal dose of radical radiotherapy for cervical cancer in China: a multicenter study[J]. BMC Cancer, 2019, 19(1): 1219.
- [7] 吴志勤, 余建义, 阎华伟, 等. 锥形束CT引导下乳腺癌保乳术后调强放疗摆位误差及配准方式分析[J]. 中国全科医学, 2017, 20(15): 1903-1905.  
Wu ZQ, Yu JY, Yan HW, et al. Setup errors and registration algorithm of intensity modulated radiation therapy after breast conserving surgery of breast cancer based on cone-beam CT[J]. Chinese General Practice, 2017, 20(15): 1903-1905.
- [8] 高晓飞, 杜武, 梁广立, 等. 锥形束CT在评价两种宫颈癌调强放疗中的应用[J]. 中国现代医学杂志, 2017, 27(30): 98-102.  
Gao XF, Du W, Liang GL, et al. Application of cone beam CT in the evaluation of two intensity modulated radiotherapy for cervical cancer [J]. China Journal of Modern Medicine, 2017, 27(30): 98-102.
- [9] 周琦, 吴小华, 刘继红, 等. 宫颈癌诊断与治疗指南(第四版)[J]. 中国实用妇科与产科杂志, 2018, 34(6): 613-622.  
Zhou Q, Wu XH, Liu JH, et al. Guidelines to the diagnosis and treatment of cervical cancer (4th ed)[J]. Chinese Journal of Practical Gynecology and Obstetrics, 2018, 34(6): 613-622.
- [10] 张倩, 唐洁, 杜家庆, 等. CBCT引导下宫颈癌患者IMRT中影响摆位误差的相关因素研究[J]. 中华肿瘤防治杂志, 2021, 28(7): 532-536.  
Zhang Q, Tang J, Du JY, et al. Related factors affecting the positioning error in IMRT of patients with cervical cancer under the guidance of CBCT [J]. Chinese Journal of Cancer Prevention and Treatment, 2021, 28(7): 532-536.
- [11] Woelber JP, Fleiner J, Rau J, et al. Accuracy and usefulness of CBCT in periodontology: a systematic review of the literature[J]. Int J Periodontics Restorative Dent, 2018, 38(2): 289-297.
- [12] Patel S, Harvey S. Guidelines for reporting on CBCT scans[J]. Int Endod J, 2021, 54(4): 628-633.
- [13] 刘冉生, 江波, 石祥礼, 等. 宫颈癌图像引导调强放射治疗减少摆位误差的分析[J]. 安徽医药, 2017, 21(2): 303-306.  
Liu RS, Jiang B, Shi XL, et al. Setup error analysis for cervical cancer in image guided intensity modulated radiotherapy[J]. Anhui Medical and Pharmaceutical Journal, 2017, 21(2): 303-306.
- [14] 尹志海, 汪隽琦, 孟怡然, 等. 患者生理特征参数对乳腺癌调强放疗摆位误差影响的研究[J]. 中国癌症杂志, 2021, 31(3): 198-202.  
Yin ZH, Wang JQ, Meng YR, et al. Investigation of patient characteristics associated with setup errors in intensity-modulated radiotherapy after breast-conserving surgery [J]. China Oncology, 2021, 31(3): 198-202.
- [15] 时勇, 朱建国, 张琳, 等. 基于CBCT研究中上段食管癌放疗摆位误差及CTV外放边界确定[J]. 中华肿瘤防治杂志, 2019, 26(8): 545-548.  
Shi Y, Zhu JG, Zhang L, et al. Analysis of the upper and middle segment esophageal setup errors and planning target margin based on CBCT for esophageal radiation with thermoplastic film immobilized [J]. Chinese Journal of Cancer Prevention and Treatment, 2019, 26(8): 545-548.
- [16] 吴建益, 韦汉荣. 锥形束CT在宫颈癌放疗分次间摆位误差分析中的应用及其影响因素[J]. 医学影像学杂志, 2018, 28(1): 167-169.  
Wu JY, Wei HR. The application of cone beam CT in the setting error analysis of radiotherapy for cervical cancer and its influencing factors [J]. Journal of Medical Imaging, 2018, 28(1): 167-169.
- [17] 李玉敏, 郑亚琴, 王帆. 体质量指数对乳腺癌患者放疗摆位误差的影响[J]. 肿瘤研究与临床, 2018, 30(5): 330-332.  
Li YM, Zheng YQ, Wang F. Effect of body mass index on placement error in radiotherapy of patients with breast cancer [J]. Cancer Research and Clinic, 2018, 30(5): 330-332.
- [18] 李雅宁, 林承光, 杨鑫. 体质量指数对宫颈癌调强放疗摆位误差影响[J]. 中华放射肿瘤学杂志, 2021, 30(2): 186-190.  
Li YN, Lin CG, Yang X. Effect of body mass index on setup errors in intensity-modulated radiotherapy for cervical cancer [J]. Chinese Journal of Radiation Oncology, 2021, 30(2): 186-190.
- [19] 于松茂, 陈吉祥, 康加阜, 等. 不同体质量指数食管癌患者放疗中的摆位误差[J]. 中国肿瘤临床与康复, 2017, 24(8): 939-942.  
Yu SM, Chen JX, Kang JF, et al. Comparison of patient positioning errors in esophageal cancer patients with different body mass indexes undergoing radiation therapy [J]. Chinese Journal of Clinical Oncology and Rehabilitation, 2017, 24(8): 939-942.
- [20] 卓仕瑞, 张寅, 李红菊, 等. 摆位误差对前列腺癌靶区和危及器官剂量分布的影响研究[J]. 中华放射肿瘤学杂志, 2019, 28(1): 37-40.  
Qin SR, Zhang Y, Li HJ, et al. Effects of the setup errors on dose distribution of target area and organs at risk for prostate cancer [J]. Chinese Journal of Radiation Oncology, 2019, 28(1): 37-40.
- [21] 余璇, 李承军, 王亮和, 等. 体质量监测对乳腺癌根治术后放疗摆位误差的影响研究[J]. 医疗卫生装备, 2021, 42(11): 47-50.  
Yu X, Li CJ, Wang LH, et al. Influence of body mass monitoring on radiotherapy positioning error after radical mastectomy for breast cancer [J]. Chinese Medical Equipment Journal, 2021, 42(11): 47-50.
- [22] 乌晓礼, 王利华, 索志敏, 等. 应用锥形束CT分析宫颈癌放疗治疗中的摆位误差[J]. 内蒙古医科大学学报, 2013, 35(6): 438-441.  
Wu XL, Wang LH, Suo ZM, et al. Analysis of positioning errors with cone beam ct in radiotherapy of cervical cancer [J]. Journal of Inner Mongolia Medical University, 2013, 35(6): 438-441.
- [23] 李平, 田野, 陈敏斌, 等. 锥形束CT在宫颈癌调强放射治疗中摆位误差分析[J]. 临床肿瘤学杂志, 2019, 24(5): 440-444.  
Li P, Tian Y, Chen MB, et al. Analysis of setup error by cone beam computed tomography in intensity modulated radiotherapy for cervical cancer [J]. Chinese Clinical Oncology, 2019, 24(5): 440-444.
- [24] 张萍, 虞维博, 许青, 等. 探究体质量指数对鼻咽癌患者放疗摆位误差的影响[J]. 中国癌症杂志, 2018, 28(5): 389-393.  
Zhang P, Yu WB, Xu Q, et al. Exploration of the impact of body mass index on radiotherapy setup error in nasopharyngeal carcinoma patients [J]. China Oncology, 2018, 28(5): 389-393.
- [25] 马茗微, 王淑莲, 覃仕瑞, 等. 面罩及乳腺托架固定下乳腺癌保乳术后放疗锁骨上下区摆位误差分析[J]. 中华放射肿瘤学杂志, 2019, 28(3): 217-221.  
Ma MW, Wang SL, Qin SR, et al. Breast board combined with a thermoplastic head mask immobilization can improve the reproducibility of the treatment setup for breast cancer patients receiving whole breast and supraclavicular nodal region irradiation [J]. Chinese Journal of Radiation Oncology, 2019, 28(3): 217-221.

(编辑:陈丽霞)