

• 临床研究 • doi:10.3969/j.issn.1671-8348.2025.06.010

网络首发 [https://link.cnki.net/urlid/50.1097.R.20250327.0933.002\(2025-03-27\)](https://link.cnki.net/urlid/50.1097.R.20250327.0933.002(2025-03-27))

宫颈癌热塑型垫联合固定及体型特征量与摆位误差的关系*

吴珊瑜,黄勇志,蔡栋荣,傅秋萍,陈耀桐,王燕红[△]
(福建医科大学附属第二医院放疗科,福建泉州 362300)

[摘要] **目的** 探讨宫颈癌患者不同体位固定技术、脐平面体积变化(ΔV)、体重变化率($\Delta W\%$)与放疗摆位误差的关系,并对计划靶区外扩边界(MPTV)提供建议。**方法** 回顾性分析 2022 年 6 月至 2023 年 5 月于该院行宫颈癌放疗的 57 例患者临床资料,根据体位固定方式的不同分为观察组(采用体膜联合热塑型垫固定, $n=24$)和对照组(采用体膜固定, $n=33$),再按中位 BMI 分为 $BMI \geq 23.82 \text{ kg/m}^2$ 和 $BMI < 23.82 \text{ kg/m}^2$ 患者。记录左右方向(X 方向)、头脚方向(Y 方向)、腹背方向(Z 方向)摆位误差数据,同时记录首次 CT 定位图像的脐平面体积和定位前的患者体重,以及每周放疗过程中 CBCT 验证图像的脐平面体积和扫描前的患者体重,计算 ΔV 和 $\Delta W\%$ 。比较两组摆位误差,分析总体患者、两组及不同 BMI 患者 ΔV 、 $\Delta W\%$ 与摆位误差的相关性,计算 X、Y、Z 方向 MPTV,采用受试者工作特征(ROC)曲线分析摆位误差达该院放疗科 MPTV 时 ΔV 、 $\Delta W\%$ 截断值。**结果** 与对照组比较,观察组 X、Y、Z 方向摆位误差更小,差异有统计学意义($P < 0.05$)。总体患者、对照组及 $BMI \geq 23.82 \text{ kg/m}^2$ 患者 ΔV 、 $\Delta W\%$ 与 X、Y 方向摆位误差均呈正相关($P < 0.05$),观察组 $BMI < 23.82 \text{ kg/m}^2$ 患者 $\Delta W\%$ 与 Z 方向摆位误差呈正相关($P < 0.05$),对照组 $BMI \geq 23.82 \text{ kg/m}^2$ 患者 ΔV 、 $\Delta W\%$ 与 X、Y 方向摆位误差呈正相关($P < 0.05$)。ROC 曲线显示,Y 方向摆位误差达本院放疗科 MPTV 时(8.41 mm), ΔV 、 $\Delta W\%$ 截断值分别为 8.045 cm^3 、4.12%。**结论** 体膜联合热塑型垫固定技术可降低摆位误差及 ΔV 、 $\Delta W\%$ 对 X、Y 方向摆位误差的影响,当该院患者 ΔV 、 $\Delta W\%$ 超过截断值时应增加 CBCT 次数,必要时重新制作体膜。

[关键词] 宫颈癌;热塑型垫;脐平面体积;体重变化;摆位误差

[中图法分类号] R737.33 **[文献标识码]** A **[文章编号]** 1671-8348(2025)06-1334-05

Correlation between positioning techniques using body membrane combined with thermoplastic pad, the body shape characteristics and setup errors in cervical cancer radiotherapy*

WU Shanyu, HUANG Yongzhi, CAI Dongrong, FU Qiuping, CHEN Yaotong, WANG Yanhong[△]
(Department of Radiotherapy, the Second Affiliated Hospital of Fujian Medical University, Quanzhou, Fujian 362300, China)

[Abstract] **Objective** To investigate the relationship between different body position fixation techniques, umbilical plane volume change (ΔV), body weight change rate ($\Delta W\%$), and radiotherapy setup errors in cervical cancer patients, and to provide recommendations for determining the margin of planning target volume (MPTV). **Methods** A retrospective analysis was performed on the clinical data of 57 cervical cancer patients who underwent radiotherapy at this hospital from June 2022 to May 2023. Patients were divided into the observation group (fixed with body membrane+thermoplastic pad, $n=24$) and the control group (fixed with body membrane alone, $n=33$) based on different positioning fixation methods. They were also further stratified by median BMI into $BMI \geq 23.82 \text{ kg/m}^2$ and $BMI < 23.82 \text{ kg/m}^2$ patients. Setup errors in the left-right (X), cranio-caudal (Y), and anterior-posterior (Z) directions were recorded. Meanwhile, the umbilical plane volume on the first CT positioning image and the patient's body weight before positioning were recorded, as well as umbilical plane volume of cone-beam CT (CBCT) verification images during weekly radiotherapy and body weight before scan, the ΔV and $\Delta W\%$ were calculated. Setup errors were compared between two groups, and correlations between ΔV , $\Delta W\%$ and setup errors were analyzed in all patients, in two groups (the observation group and the control group) and in two BMI subgroups. MPTV values in X, Y, and Z directions were

* 基金项目:福建省自然科学基金面上项目(2020J01210)。 [△] 通信作者, E-mail: 992415639@qq.com。

calculated, and receiver operating characteristic (ROC) curve determined the cut off values of ΔV and $\Delta W\%$ when setup errors met the department's MPTV criteria. **Results** Compared with the control group, the observation group showed significantly smaller setup errors in X, Y, and Z directions ($P < 0.05$). Both ΔV and $\Delta W\%$ were positively correlated with setup errors in X and Y direction in all patients, patients in the control group, and patients with $BMI \geq 23.82 \text{ kg/m}^2$ ($P < 0.05$). In the observation group, $\Delta W\%$ was positively correlated with setup errors in Z direction in patients with $BMI < 23.82 \text{ kg/m}^2$ ($P < 0.05$); In the control group, ΔV and $\Delta W\%$ were positively correlated with setup errors in X and Y direction in patients with $BMI \geq 23.82 \text{ kg/m}^2$. ROC curve analysis showed that when setup errors in Y direction reached the department's MPTV criteria (8.41 mm), the cutoff values ΔV and $\Delta W\%$ were 8.045 cm^2 and 4.12%, respectively. **Conclusion** The body membrane + thermoplastic pad fixation technique reduces setup errors and mitigates the impact of ΔV and $\Delta W\%$ on setup errors in X and Y directions. When ΔV or $\Delta W\%$ exceeds the cutoff values, increasing CBCT verification frequency and re-fabricating the body membrane are recommended.

[**Key words**] cervical cancer; thermoplastic pad; umbilical plane volume; body weight change; setup error

宫颈癌发病率和病死率较高,尤其是发展中国家^[1],放疗是其重要的治疗手段之一,约 80% 的宫颈癌患者在治疗过程中需要进行放疗^[2],放疗也已从盆腔前后对穿野、三维适形放疗(three dimensional conformal radiation therapy, 3DCRT)向调强放疗(intensity modulated radiation therapy, IMRT)和图像引导放疗(image guided radiation therapy, IGRT)转变,明显降低了急性和慢性胃肠道、血液学毒性等不良反应发生率^[3]。由于宫颈癌靶区位于腹盆部,体表骨性标记少、相对活动度大、内部脏器多且形变大,容易导致摆位误差大、危及器官受照剂量多,从而使患者不良反应加重,而在宫颈癌患者放疗期间使用体位固定装置是减少摆位误差的一个重要因素^[4]。同时,较大的 BMI、体重变化会导致腹部的体表轮廓变化,使得与腹膜贴合度变差、摆位误差增大,而腹部脂肪体积变化也是影响摆位误差的一个重要因素^[5-8]。因此,本研究旨在探讨宫颈癌患者放疗期间热塑型垫、脐平面体积变化(ΔV)、体重变化率($\Delta W\%$)对摆位误差的影响,进一步确定计划靶区外扩边界(margin of planning target volume, MPTV),现报道如下。

1 资料与方法

1.1 一般资料

回顾性分析 2022 年 6 月至 2023 年 5 月于本院行宫颈癌放疗的 57 例患者临床资料。纳入标准:(1)年龄 18~80 岁;(2)病理证实为宫颈鳞癌、腺癌或腺鳞癌;(3)能够完成放疗全过程,且外照射期间完成锥形束 CT (cone-beam computed tomography, CBCT)验证次数 ≥ 5 次。排除标准:(1)卡氏功能状态(Karnofsky performance status, KPS)评分 < 80 分;(2)放疗体位非仰卧位。根据体位固定方式的不同分为观察组(采用体膜联合热塑型垫固定, $n = 24$)和对照组(采用体膜固定, $n = 33$),再按中位 BMI 分为 $BMI \geq 23.82 \text{ kg/m}^2$ 和 $BMI < 23.82 \text{ kg/m}^2$ 患者。两组一般资料比较,差异无统计学意义($P > 0.05$),具有可比性,见表 1。本研究已通过本院医学伦理委员会审批

[审批号:(2024)福医附二伦理审字(700)号],免除患者知情同意。

表 1 两组一般资料比较				
项目	观察组($n = 24$)	对照组($n = 33$)	t/χ^2	P
年龄($\bar{x} \pm s$, 岁)	55.9 $\pm$ 8.9	57.3 $\pm$ 9.3	0.577	0.566
KPS 评分[$n(\%)$]			0.851	0.399
80 分	3(12.5)	4(12.1)		
90 分	21(87.5)	29(87.9)		

1.2 方法

1.2.1 定位和摆位方法

所有患者 10 min 内饮水 800 mL 并憋尿 1 h,仰卧位双手上举,在髂棘上缘水平附近画上体表标记线,大孔径 16 排 CT 模拟定位机(荷兰飞利浦公司)进行扫描,扫描范围从第 12 胸体至坐骨结节下 5 cm,扫描层厚 5 mm。将图像传至 Monaco3.0 计划系统,完成靶区勾画和计划设计后,统一在 Synergy3665 加速器(瑞典 Elekta 公司)上进行治疗,临床靶区剂量均为 50 Gy/25 次。治疗前获得首次 CBCT 图像,而后每周行 1 次 CBCT 验证,并与定位 CT 图像进行配准,统一采用灰度配准并按骨性标志进行手动微调,记录左右方向(X 方向)、头脚方向(Y 方向)、腹背方向(Z 方向)的误差数据,共计 287 次 CBCT 数据。根据公式计算 MPTV,

$$MPTV = 2.5\Sigma + 0.7\sigma$$

①

Σ 为各个患者摆位误差平均值的标准差, σ 为各个患者摆位误差标准差的均方根。

1.2.2 ΔV 测量

脐平面腹部脂肪面积是最理想的能够代表整个腹部脂肪的指标^[9],故选取脐横断层面。将所有 CBCT 验证图像传至 Monaco3.0 计划系统,由同一操作者将 CT 定位图像及每次验证图像调整到同样窗宽、窗位勾画出脐平面对应层面体积,将首次 CT 定位图像的脐平面体积作为 V_0 ,每周放疗过程中 CBCT

验证图像的脐平面体积作为 V_x , 则 $\Delta V = |V_x - V_0|$ 。

1.2.3 $\Delta W\%$ 测量

在首次 CT 定位前测量的患者体重作为 W_0 , 在每周放疗过程中 CBCT 扫描前测量的患者体重作为 W_x , 则 $\Delta W\% = (W_x - W_0) / W_0 \times 100\%$ 。

1.2.4 观察指标

(1) 比较两组摆位误差; (2) 分析总体患者、两组及不同 BMI 患者 ΔV 、 $\Delta W\%$ 与摆位误差的相关性; (3) 计算 X、Y、Z 方向 MPTV; (4) 分析摆位误差达本院放疗科 MPTV 时的 ΔV 、 $\Delta W\%$ 截断值。

1.3 统计学处理

采用 SPSS26.0 软件进行数据分析, 计量资料以 $\bar{x} \pm s$ 表示, 比较采用 t 检验; 计数资料以例数或百分比表示, 比较采用 χ^2 检验; Spearman 检验分析相关性, 受试者工作特征 (receiver operator characteristic, ROC) 曲线分析诊断效能, 以 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结 果

2.1 两组摆位误差比较

与对照组比较, 观察组 X、Y、Z 方向摆位误差更小, 差异有统计学意义 ($P < 0.05$), 见表 2。

表 2 两组摆位误差比较 ($\bar{x} \pm s$, mm)				
项目	观察组 ($n=24$)	对照组 ($n=33$)	t	P
X 方向	1.4 $\pm$ 1.2	2.3 $\pm$ 1.9	-4.905	<0.001
Y 方向	2.4 $\pm$ 1.8	3.5 $\pm$ 2.9	-3.958	<0.001
Z 方向	1.2 $\pm$ 1.0	1.5 $\pm$ 1.0	-2.673	0.008

2.2 ΔV 、 $\Delta W\%$ 与摆位误差的相关性分析

ΔV 、 $\Delta W\%$ 与 X、Y 方向摆位误差呈正相关 ($P < 0.05$), 见表 3。

表 3 ΔV 、 $\Delta W\%$ 与摆位误差的相关性分析 (r)		
项目	ΔV	$\Delta W\%$
X 方向	0.147 ^a	0.151 ^a
Y 方向	0.208 ^a	0.153 ^a
Z 方向	0.067	0.099

^a: $P < 0.05$ 。

2.3 两组 ΔV 、 $\Delta W\%$ 与摆位误差的相关性分析

对照组 ΔV 、 $\Delta W\%$ 与 X、Y 方向摆位误差呈正相关 ($P < 0.05$), 见表 4。

2.4 不同 BMI 患者 ΔV 、 $\Delta W\%$ 与摆位误差的相关性分析

BMI $\geq 23.82 \text{ kg/m}^2$ 患者 ΔV 、 $\Delta W\%$ 与 X、Y 方向摆位误差呈正相关 ($P < 0.05$), 见表 5。

2.5 两组不同 BMI 患者 ΔV 、 $\Delta W\%$ 与摆位误差的相关性分析

观察组 BMI $< 23.82 \text{ kg/m}^2$ 患者 $\Delta W\%$ 与 Z 方向摆位误差呈正相关 ($P < 0.05$), 对照组 BMI ≥ 23.82

kg/m^2 患者 ΔV 、 $\Delta W\%$ 与 X、Y 方向摆位误差呈正相关 ($P < 0.05$), 见表 6、7。

表 4 两组 ΔV 、 $\Delta W\%$ 与摆位误差的相关性分析 (r)				
项目	观察组 ($n=24$)		对照组 ($n=33$)	
	ΔV	$\Delta W\%$	ΔV	$\Delta W\%$
X 方向	0.013	-0.006	0.230 ^a	0.279 ^a
Y 方向	0.106	-0.083	0.297 ^a	0.323 ^a
Z 方向	0.172	0.170	-0.008	0.060

^a: $P < 0.05$ 。

表 5 不同 BMI 患者 ΔV 、 $\Delta W\%$ 与摆位误差的相关性分析 (r)				
项目	BMI $< 23.82 \text{ kg/m}^2$ ($n=28$)		BMI $\geq 23.82 \text{ kg/m}^2$ ($n=29$)	
	ΔV	$\Delta W\%$	ΔV	$\Delta W\%$
X 方向	0.084	0.067	0.207 ^a	0.248 ^a
Y 方向	0.091	-0.035	0.314 ^a	0.343 ^a
Z 方向	0.054	0.129	0.054	0.067

^a: $P < 0.05$ 。

表 6 观察组不同 BMI 患者 ΔV 、 $\Delta W\%$ 与摆位误差的相关性分析 (r)				
项目	BMI $< 23.82 \text{ kg/m}^2$ ($n=18$)		BMI $\geq 23.82 \text{ kg/m}^2$ ($n=6$)	
	ΔV	$\Delta W\%$	ΔV	$\Delta W\%$
X 方向	0.028	0.009	0.044	-0.053
Y 方向	0.137	-0.107	0.158	0.055
Z 方向	0.181	0.218 ^a	0.123	0.117

^a: $P < 0.05$ 。

表 7 对照组不同 BMI 患者 ΔV 、 $\Delta W\%$ 与摆位误差的相关性分析 (r)				
项目	BMI $< 23.82 \text{ kg/m}^2$ ($n=10$)		BMI $\geq 23.82 \text{ kg/m}^2$ ($n=23$)	
	ΔV	$\Delta W\%$	ΔV	$\Delta W\%$
X 方向	0.177	0.264	0.266 ^a	0.309 ^a
Y 方向	0.070	0.107	0.395 ^a	0.413 ^a
Z 方向	-0.130	0.055	0.048	0.063

^a: $P < 0.05$ 。

2.6 X、Y、Z 方向 MPTV

本院放疗科 X、Y、Z 方向 MPTV 为 5.21、8.41、2.99 mm。观察组 X、Y、Z 方向 MPTV 为 4.11、6.22、2.67 mm, 对照组为 5.89、9.59、3.19 mm; BMI $< 23.82 \text{ kg/m}^2$ 患者 X、Y、Z 方向 MPTV 为 4.63、6.36、2.65 mm, BMI $\geq 23.82 \text{ kg/m}^2$ 患者为 5.71、9.97、3.28 mm; 对照组 BMI $\geq 23.82 \text{ kg/m}^2$ 患者 X、Y、Z 方向 MPTV 为 6.09、10.69、3.28 mm。

2.7 ROC 曲线分析

由于 Y 方向摆位误差较大, 且对照组 BMI $\geq 23.82 \text{ kg/m}^2$ 患者 Y 方向 MPTV 达 10.69 mm, 已略微超过临床靶区外扩边界 10.00 mm, 因此探索 Y 方

向摆位误差超过本院 MPTV (8.41 mm) 时 ΔV 、 $\Delta W\%$ 的截断值。ROC 曲线结果显示, Y 方向摆位误差达本院放疗科 MPTV 时, ΔV 、 $\Delta W\%$ 截断值分别为 8.045 cm³、4.12%, 此时需要增加 CBCT 次数, 必要时重新制作体膜, 见表 8、图 1。

表 8 ΔV 和 $\Delta W\%$ 预测 Y 方向 MPTV 达 8.41 mm 时的 诊断效能					
项目	截断值	AUC	灵敏度 (%)	特异度 (%)	Youden 指数
ΔV	8.045 cm ³	0.893	90.0	81.6	0.716
$\Delta W\%$	4.12%	0.827	60.0	93.5	0.535

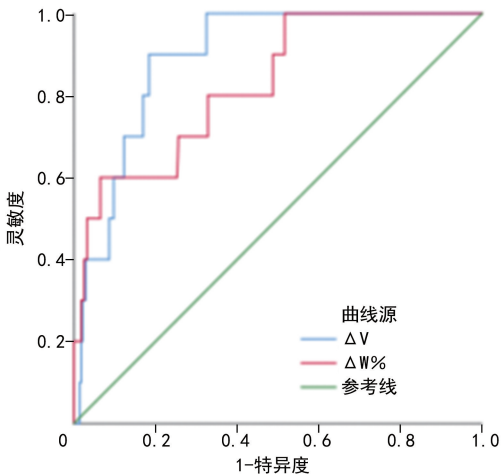


图 1 ROC 曲线

3 讨 论

热塑型垫是近年来国内新兴体位固定技术, 采用高分子材料制作, 只有在加热到 70℃ 才会发生形变, 面料舒适, 相比于真空垫会形变漏气更加可靠, 同时避免了发泡胶使用化学制剂对皮肤造成刺激的可能性^[10-12]。热塑型垫结合体膜可改善患者 Z 方向适行度, 双重固定能防止患者不自主旋转, 限制 X 方向移动, 可个性化塑型, 贴合患者 Y 方向皮肤。本研究中观察组 X、Y、Z 方向摆位误差小于对照组, 表明热塑型垫联合体膜的固定方式在各个方向摆位误差均小于单独使用体膜固定, 与刘礼东等^[4]研究结果一致。本研究发现, ΔV 、 $\Delta W\%$ 与 X、Y 方向摆位误差呈正相关 ($P<0.05$), 这与方临明等^[13]研究结果一致。在临床上可以通过营养支持尽量控制患者体重变化^[14-15], 在技术层面上, 少有探讨体位固定技术减少体表轮廓改变或体重变化导致的摆位误差。本研究发现, 对照组 ΔV 、 $\Delta W\%$ 与 X、Y 方向摆位误差呈正相关 ($P<0.05$), 说明使用体膜联合热塑型垫固定可以使 ΔV 、 $\Delta W\%$ 对 X、Y 方向摆位误差的影响减小。因此, 为减少体型变化对摆位误差的影响, 可尽量使用体膜联合热塑型垫。

肥胖是影响摆位误差的一个重要因素^[16], BMI 虽然可以对人体全身脂肪进行一个评判^[17-19], 但并不

能直接反映腹部脂肪情况, 故本研究选用 ΔV 粗略表示腹部体表轮廓的改变。体表轮廓改变导致体膜间的贴合度变差, 即体积增大, 脂肪被挤压移位, 体积减小, 空隙变明显, 从而影响摆位重复性, 增加摆位难度^[20-21]。郑秀梅等^[22]表明恶性肿瘤患者营养失衡普遍存在。较厚的腹壁皮下脂肪因固定不佳产生移动, 体表标记不容易对准^[23-24], 即使体表对准, 体膜的固定也可能引起皮下靶区位置移动, 因此 ΔV 与 X、Y 方向摆位误差呈正相关。本研究结果显示, BMI ≥ 23.82 kg/m² 患者 ΔV 、 $\Delta W\%$ 与 X、Y 方向摆位误差呈正相关, 而 BMI < 23.82 kg/m² 患者无相关性, 表明 BMI 较大的患者一旦体型、体重发生改变, 则对摆位误差的影响更明显。腹部皮下脂肪层厚减少或增多会导致体表皮肤松弛或紧张, 皮肤与体膜标记线的相对位置发生移动, 导致照射中心发生偏差。过度消瘦或肥胖均可能导致靶区移动, 从而影响放疗计划的精确性, 故保持患者体型及体重的稳定具有重要意义^[25-30]。调整盆腔位置的升降是需要两名技师一起配合, 旋转患者臀部并调整治疗床, 而热塑型垫的存在增加了调整操作的难度, 其贴合定位时的背部, 体重改变时背部贴合度下降, 使得观察组 BMI < 23.82 kg/m² 患者 $\Delta W\%$ 与 Z 方向摆位误差存在相关性。此外, ΔV 的 ROC 曲线下面积 $> \Delta W\%$ (0.893 vs. 0.827), 说明 ΔV 与摆位误差的关系更明显, 且容易测量, 只需要在勾画体表皮肤的时候注意测量即可, 其可作为研究患者体型改变与摆位误差关系的一个指标。

综上所述, 体膜联合热塑型垫固定技术可降低摆位误差及 ΔV 、 $\Delta W\%$ 对 X、Y 方向摆位误差的影响。此外, 当本院患者 $\Delta V \geq 8.04$ cm³、 $\Delta W\% \geq 4.12\%$ 时, 应增加 CBCT 次数, 必要时重新制作体膜。

参考文献

[1] JACKMAN J M, YIBREHU B, DOYLE A, et al. Updates in global oncology: advancements and future directions[J]. J Surg Oncol, 2024, 129(7):1374-1383.

[2] ZHANG H, WANG X, MA Y, et al. Review of possible mechanisms of radiotherapy resistance in cervical cancer[J]. Front Oncol, 2023, 13: 1164985.

[3] SUN Z, LIU X, SONG J, et al. Immune infiltration could predict the efficacy of short-term radiotherapy in patients with cervical cancer[J]. Clin Transl Oncol, 2023, 25(5):1353-1367.

[4] 刘礼东, 杨振, 钟美佐, 等. 肿瘤放疗中塑形垫结合热塑网膜体位固定方式的摆位误差研究[J]. 中国肿瘤临床, 2020, 47(4):198-201.

[5] WANG D, HUK, ZHANG F. Impact of body

- mass index and abdominal subcutaneous fat thickness of setup errors in postoperative cervical cancer patients underwent daily image-guided radiation therapy[J]. *Int J Radiat Oncol Biol Phys*, 2021(Suppl. 3):111.
- [6] 梁黎,李勇. 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[J]. *中国医学物理学杂志*, 2023,40(2):144-148.
- [7] 王延花,黄栌有,温林春. 宫颈癌放疗中体位固定方式、年龄和体质量指数对摆位误差的影响[J]. *现代肿瘤医学*, 2022,30(3):505-508.
- [8] 张倩,杜雷亚,张霞,等. 宫颈癌调强放疗中提高摆位误差精度的研究进展[J]. *肿瘤预防与治疗*, 2022,35(1):87-91.
- [9] 马平平,伍海彪,叶芝甫,等. 体膜固定宫颈癌 55 例放疗腹部皮下脂肪厚度与体积对摆位误差影响[J]. *中华肿瘤防治杂志*, 2020,27(13):1088-1093.
- [10] 周宇宏. 热塑成型垫联合热塑膜和体部固定板在宫颈癌放射治疗中的应用[J]. *医学理论与实践*, 2024,37(4):620-623.
- [11] 杨瑾,房建南,陈国泉,等. 聚氨酯发泡胶联合个体化头枕固定在乳腺癌术后放疗摆位精度研究[J]. *广东医学*, 2024,45(4):479-484.
- [12] 李明,蔡晶,储开岳,等. 宫颈癌放射治疗摆位误差的影响因素[J]. *山东医药*, 2022,62(16):54-57.
- [13] 方临明,颜桂明,张飞燕,等. 宫颈癌放疗患者体重指数变化对摆位误差的影响[J]. *中国现代医生*, 2018,56(8):28-31.
- [14] MEDINA-JIMÉNEZ A K, MONROY-TORRES R. Repurposing individualized nutritional intervention as a therapeutic component to prevent the adverse effects of radiotherapy in patients with cervical cancer[J]. *Front Oncol*, 2020,10:595351.
- [15] YANG L, GAO J, ZHOU Y, et al. Effect of oral nutritional supplements on patients with esophageal cancer during radiotherapy[J]. *Cancer Biother Radiopharm*, 2023,38(2):89-94.
- [16] 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.
- [17] 雷金艳,何阳,罗焕丽,等. 宫颈癌放疗中患者体型改变的特征量与摆位误差的关联[J]. *中国医学物理学杂志*, 2019,36(1):17-22.
- [18] 郑倩倩,高文超,陈文彰. 碳纤维体位固定板对宫颈癌放疗剂量的影响[J]. *重庆医学*, 2023,52(23):3626-3631.
- [19] 敖义,郑祖安,余璇,等. 体重变化与乳腺癌放疗位置精度的相关性研究[J]. *重庆医学*, 2023,52(5):747-750.
- [20] 商在春,葛彬彬,李明,等. 改良型体膜固定板在宫颈癌调强放射治疗中的应用[J]. *生物医学工程与临床*, 2023,27(3):331-336.
- [21] 钟良良,吴秀芳,王肇书. 肥胖体型对宫颈癌调强放疗摆位精度的影响[J]. *现代消化及介入诊疗*, 2019,24(增刊 2):1569.
- [22] 郑秀梅,李涛. 肿瘤患者营养不良与放疗[J]. *中国肿瘤外科杂志*, 2024,16(1):8-12.
- [23] 冯进进,储开岳,王君辉,等. 体表标记线联合热塑膜固定法对宫颈癌摆位误差影响分析[J]. *生物医学工程与临床*, 2021,25(6):738-742.
- [24] 黄家升,刘金迪,黄虹,等. 体表标记线的延长对宫颈癌调强放疗的摆位误差分析[J]. *中国医学工程*, 2022,30(12):47-50.
- [25] RAO X, LIU H, ZHANG Y, et al. The relationship of body mass index to setup errors, dosimetric parameters and incidence of radiation pneumonitis in non-small cell lung cancer patients undergoing intensity-modulated radiation therapy: a single-center observational study[J]. *Int J Radiat Biol*, 2024,100(2):248-255.
- [26] PRICE R, LLOYD S, WANG X, et al. Adipose tissue distribution and body mass index (BMI) correlation with daily image-guided radiotherapy (IGRT) shifts of abdominal radiation therapy patients[J]. *Cureus*, 2023,15(6):e40979.
- [27] ZHAO J, ZHANG M, ZHAI F, et al. Setup errors in radiation therapy for thoracic tumor patients of different body mass index[J]. *J Appl Clin Med Phys*, 2018,19(3):27-31.
- [28] 钟嘉健,丘敏敏,林泽煌,等. 宫颈癌放疗腰围变化与两种体位的相关性研究[J]. *中国当代医药*, 2021,28(10):159-162.
- [29] 王笑,付秀根,郑祖安,等. 锥形束 CT 引导下宫颈癌患者个体因素与摆位误差的相关性分析[J]. *中国医学装备*, 2022,19(2):49-52.
- [30] 王亦男,戴义波,陈萍萍,等. 视频宣教结合回授法在宫颈癌放疗患者膀胱充盈训练中的应用效果[J]. *现代实用医学*, 2021,33(12):1654-1655.