

论著·临床研究

doi:10.3969/j.issn.1671-8348.2023.23.019

网络首发 [https://link.cnki.net/urlid/50.1097.R.20231120.1645.012\(2023-11-21\)](https://link.cnki.net/urlid/50.1097.R.20231120.1645.012(2023-11-21))

碳纤维体位固定板对宫颈癌放疗剂量的影响

郑倩倩¹,高文超²,陈文彰^{1△}

(1.首都医科大学石景山教学医院/北京市石景山医院放疗科,北京 100043;

2.解放军总医院第五医学中心放疗科,北京 100071)

[摘要] **目的** 研究碳纤维体位固定板对宫颈癌放疗剂量的影响。**方法** 在 RayStation 计划系统中创建碳纤维体位固定板模型,比较计划系统中模型板和实际测量中真实板 2 种情况下得到的衰减系数差异,验证体位固定板模型准确性;选取 10 例宫颈癌患者,在不添加体位固定板模型的 CT 图像上设计无板模型计划,计算剂量;无板模型计划完成后将此计划移植到添加体位固定板模型的 CT 图像上得到有板模型计划,计算剂量,比较无板模型计划、有板模型计划靶区(PTV)和危及器官(OAR)的剂量学差异;RayStation 计划系统中建立 2 个 ArcCHECK 验证模体,分别为添加体位固定板模型 ArcCHECK 验证模体和不添加体位固定板模型 ArcCHECK 验证模体,将 10 例宫颈癌计划分别移植到 2 种验证模体中进行剂量计算,在新华加速器下将 ArcCHECK 验证模体置于体位固定板上,执行验证计划,比较计划系统中体位固定板模型的添加与否,对验证计划伽马通过率的影响。**结果** 对于计划系统中创建的体位固定板模型准确性:计划系统和实际测量 2 种情况下得到的衰减系数偏差(d) < 0.3%;对于宫颈癌计划:与无板模型计划比较,有板模型计划 PTV 和 OAR 的受照剂量明显偏低,其中 PTV 受照剂量平均偏低 1%左右,不同 OAR 偏低程度不同,范围在 3%以内;对于宫颈癌计划验证:有板模型验证计划的伽马通过率显著高于无板模型验证计划,3 mm/3%、2 mm/2%通过率分别提高了 0.69%、1.50%左右。**结论** 碳纤维体位固定板对宫颈癌患者的放疗剂量有一定的影响,为确保 PTV 剂量准确性,建议在计划设计时加入体位固定板模型。

[关键词] 碳纤维;体位固定板;板模型;宫颈癌;放疗剂量;伽马通过率**[中图分类号]** R730.55 **[文献标识码]** A **[文章编号]** 1671-8348(2023)23-3626-06

Effect of carbon fiber postural fixation plate on radiotherapy dose of cervical cancer

ZHENG Qianqian¹, GAO Wenchao², CHEN Wenzhang^{1△}

(1. Department of Radiotherapy, Shijingshan Teaching Hospital of Capital Medical University/Beijing Shijingshan Hospital, Beijing 100043, China; 2. Department of Radiotherapy, Fifth Medical Center, Chinese PLA General Hospital, Beijing 100071, China)

[Abstract] **Objective** To study the effect of carbon fiber postural fixation plate on radiotherapy dose of cervical cancer. **Methods** The carbon fiber postural fixation plate model was created in the RayStation planning system, and the difference of attenuation coefficient between the model plate in the planning system and the real plate in the actual measurement was compared to verify the accuracy of the position fixing plate model. A total of 10 patients with cervical cancer were selected, and the plate-free plan was designed on the CT image without the fixed plate model, and the dose was calculated. After the plate-free plan was completed, the plan was transplanted to the CT image with the fixed plate model to obtain the plate plan, and the dose was calculated. The dosimetric differences of target volume (PTV) and organ at risk (OAR) between the plate-free plan and the plate plan were compared. Two ArcCHECK verification phantoms were established in the RayStation planning system, which were the ArcCHECK verification phantom with the postural fixation plate model and the ArcCHECK verification phantom without the postural fixation plate model. The 10 cervical cancer plans were transplanted into two verification phantoms for dose calculation. Under the Xinhua accelerator, ArcCHECK was placed on the postural fixation plate to perform the validation plan, and the effect of the postural fixation plate model in the planning system on the gamma passing rate of the verification plan was compared. **Results** For the accuracy of the position fixation plate model was created in the planning system: the deviation (d) of the attenuation coefficient obtained in the planning system and the actual measurement is

less than 0.3%. For the cervical cancer plan; compared with the plate without plan, the dose of PTV and OAR in the plate with plan was significantly lower. The average dose of PTV was about 1% lower, and the degree of OAR was different, ranging within 3%. For cervical cancer plan verification; the gamma pass rate of the plate model verification plan was significantly higher than that of the platefree plan model verification plan, and the pass rates of 3 mm/3% and 2 mm/2% were increased by 0.69% and 1.50%, respectively. **Conclusion** The carbon fiber postural fixation plate has a certain effect on the radiotherapy dose of cervical cancer patients. In order to ensure the accuracy of the target dose, it is recommended to add the postural fixation plate model in the plan design.

[Key words] carbon fiber; posture fixing plate; plate model; cervical cancer; radiotherapy dose; gamma pass rate

宫颈癌是最为常见的女性恶性肿瘤,其发病率逐年升高,且发病人群逐渐趋于年轻化。调强放射治疗已广泛应用于宫颈癌术后患者,靶区受照剂量的准确性是保证宫颈癌放疗质量的关键因素^[1-3]。宫颈癌放疗患者的体位固定方式为碳纤维体位固定板和热塑膜,由于靶区位置居中,常采用容积旋转调强放疗或固定野均分调强放疗,其射线有将近一半需穿过治疗床和体位固定板才能到达患者体内,在此过程中剂量会衰减。为了减少剂量衰减,临床上使用的治疗床和体位固定板大多采用碳纤维材料,但是研究发现碳纤维材料对于剂量的衰减影响仍然不容忽视,国内外已有众多文献报道碳纤维治疗床对放疗剂量的影响较大,建议放射治疗计划系统(TPS)中添加治疗床模型,以保证放疗剂量的准确性^[4-10],而有关碳纤维体位固定板的存在对放疗剂量的影响研究较少。因此,本文通过 XHA1400 加速器和 RayStation 计划系统,探讨碳纤维体位固定板对宫颈癌患者放疗剂量的影响,为后期临床工作中体位固定板模型的添加与否提供依据。

1 资料与方法

1.1 材料与设备

新华碳纤维体位固定板;外壳为碳素纤维材料,内部由泡沫填充;Philips 大孔径 CT;RayStation 9.0 计划系统;XHA1400 医用电子直线加速器;测量设备:PTW UNIDOS E 剂量仪、PTW30013 0.6cc 指型电离室;RW3 型固体水;ArcCHECK 计划验证设备。

1.2 体位固定板模型建立及模型验证

1.2.1 体位固定板模型建立

碳纤维体位固定板在 Philips 大孔径 CT 下进行扫描,CT 扫描图像传输至 RayStation 计划系统,通过勾画工具分别勾画碳纤维体位固定板外壳及内部泡沫轮廓,并分别测量 CT 值,以此 CT 值为基础分别赋予外壳、内部泡沫 0.85 g/cm³、0.09 g/cm³ 的密度值,见图 1。

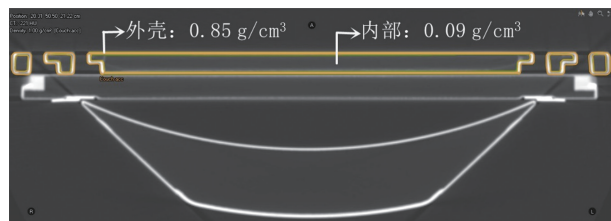


图 1 碳纤维体位固定板模型

1.2.2 模型验证

Philips 大孔径 CT 下扫描 RW3 型固体水模体,模体构成如下:0.6cc 电离室插入固体水中,并且上、下各放 5 cm 固体水。扫描完成后 CT 图像传输到 RayStation 计划系统,分别设计有板模型计划、无板模型计划,计划条件:等中心照射,射野 10 cm × 10 cm,出束 100 MU,射野角度分别为 80°、60°、40°、20°、0°、340°、320°、300°、280°。将 2 种计划下各自对应的照射角度剂量进行比较,得到模型板衰减系数 f_{TPS} ,见图 2;XHA1400 加速器下按照计划系统计划条件进行实际测量,得到实际板衰减系数 $f_{实测}$ 。比较 f_{TPS} 、 $f_{实测}$ 二者偏差 d , $d = (f_{实测} - f_{TPS}) / f_{实测}$ 。

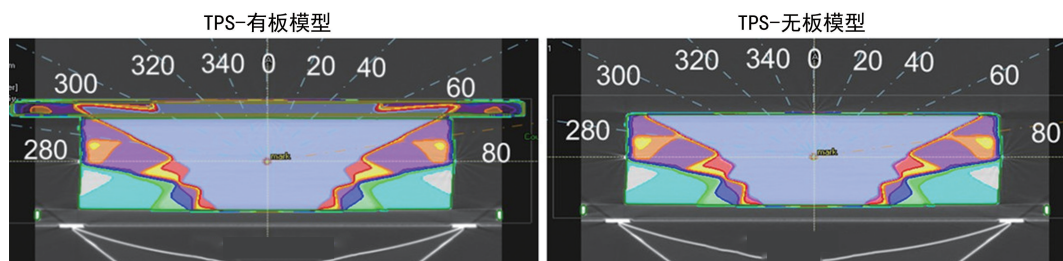


图 2 有板模型模体计划和无板模型模体计划

1.3 宫颈癌无板模型计划、有板模型计划比较

1.3.1 计划设计

选取 10 例宫颈癌患者,使用 RayStation 计划系统在不添加体位固定板模型的 CT 图像上设计 7 野调强计划,射野角度分别为 180° 、 130° 、 80° 、 30° 、 330° 、 280° 、 230° ,经过计划优化、剂量计算,得到无板模型计划。再将无板模型计划移植到添加体位固定板模型的 CT 图像上,直接进行剂量计算,以保证子野数目、射野跳数等参数不变,得到有板模型计划剂量。计划处方剂量 $5\ 040\ \text{cGy}/28\ \text{f}$, $180\ \text{cGy}/\text{f}$ 。

1.3.2 剂量参数评估

对于计划靶区(planning target volume,PTV),比较有板模型计划、无板模型计划下的最大受照剂量(D_{\max})、最小受照剂量(D_{\min})、平均受照剂量(D_{mean})、 D_2 (2%的 PTV 体积受照射剂量)、 D_{50} (50%的 PTV 体积受照射剂量)、 D_{98} (98%的 PTV 体积受到的照射剂量)、适形性指数(conformity index,CI)、均匀性指数(homogeneity index,HI)等参数。对于危及器官(organ at risk,OAR),采用 V_{30} (接受 300 cGy 剂量照

射的体积点比)、 V_{40} (接受 400 cGy 剂量照射的体积点比)、 D_{mean} 评估小肠及左、右股骨头受照剂量,采用 V_{40} 、 V_{45} (接受 450 cGy 剂量照射的体积点比)、 V_{50} (接受 500 cGy 剂量照射的体积点比)、 D_{mean} 评估膀胱和直肠受照剂量,采用 D_{\max} 评估脊髓受照剂量。 $HI = (D_2 - D_{98})/D_{50}$; $CI = (V_{t,\text{ref}} \times V_{T,\text{ref}})/(V_T \times V_{\text{ref}})$,其中 $V_{t,\text{ref}}$ 为参考等剂量线所覆盖的靶体积, V_T 为靶区体积, V_{ref} 为参考等剂量线所覆盖的总体积。

1.3.3 宫颈癌有板验证计划、无板验证计划比较

RayStation 计划系统中分别建立无板模型、有板模型 2 种 ArcCHECK 验证模体,将 10 例宫颈癌患者的无板模型计划分别移植到 2 种验证模体中,保证子野数目、射野跳数等参数不变,并进行剂量计算得到 2 种验证计划:无板模型验证计划、有板模型验证计划,见图 3。在 XHA1400 加速器下,将 ArcCHECK 验证模体置于新华体位固定板上执行无板模型计划,进行计划验证,见图 4。分析 RayStation 计划系统中体位固定板模型的有、无对宫颈癌患者伽马通过率的影响。

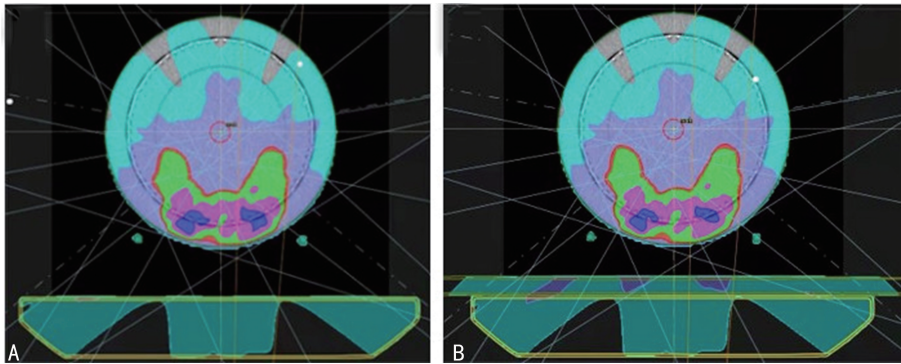


图 3 无板模型验证计划和有板模型验证计划

图 3 无板模型验证计划和有板模型验证计划



图 4 ArcCHECK 计划验证

1.4 统计学处理

采用 SPSS19.0 软件对数据进行统计分析,计量

资料以 $\bar{x} \pm s$ 表示,比较采用配对样本 t 检验,以 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 体位固定板模型验证

体位固定板在不同机架角度下的实际衰减系数在 $0.961 \sim 0.997$,RayStation 计划系统中,不同机架角度下计算得到的 f_{TPS} 与 $f_{\text{实测}}$ 接近,均 $d < 0.3\%$,见表 1。

表 1 体位固定板在不同机架角度下的衰减系数

参数	80°	60°	40°	20°	0°	340°	320°	300°	280°
f_{TPS}	1.000	0.960	0.977	0.978	0.978	0.978	0.977	0.960	1.000
$f_{\text{实测}}$	0.997	0.962	0.975	0.980	0.981	0.981	0.975	0.961	0.997
$d(\%)$	0.26	-0.18	0.16	-0.20	-0.28	-0.30	0.20	-0.12	0.27

2.2 PTV 剂量参数比较

对于 PTV, 计划系统中体位固定板的加入, 导致 D_{mean} 、 D_{min} 、 D_{max} 、 D_{50} 、 D_2 、 D_{98} 的平均受照剂量分别下降 55.10 cGy (1.06%)、41.80 cGy (0.97%)、67.50 cGy (1.21%)、54.50 cGy (1.04%)、65.70 cGy (1.21%)、51.10 cGy (1.05%), 即计划系统计划设计时若不考虑体位固定板的存在, 会使 PTV 受照剂量被高估 1% 左右; 同时, 体位固定板的加入对 CI、HI 影响不大, 差异无统计学意义 ($P > 0.05$), 见表 2。

2.3 OAR 剂量参数比较

对于 OAR, 有板模型计划的剂量体积 (V_{30} 、 V_{40} 、 V_{45} 、 V_{50})、 D_{mean} 、 D_{max} 比无板模型计划均有不同程度的降低, 其中小肠、膀胱、直肠、左股骨头、右股骨头的剂量体积百分点降低范围 $< 3\%$, D_{mean} 降低范围 $< 2\%$; 脊髓 D_{max} 偏低了 2.3%, 上述各个 OAR 剂量参

数有板模型计划与无板模型计划比较差异均有统计学意义 ($P < 0.05$), 见表 3。

表 2 有板模型计划和无板模型计划 PTV 剂量参数比较 ($\bar{x} \pm s$)

参数	无板	有板	t	P
D_{mean} (cGy)	5 264.20 ± 17.45	5 209.10 ± 23.02	-17.672	<0.001
D_{min} (cGy)	4 353.90 ± 99.35	4 312.10 ± 95.45	-13.784	<0.001
D_{max} (cGy)	5 642.10 ± 43.09	5 574.60 ± 47.26	-15.369	<0.001
D_{50} (cGy)	5 278.60 ± 19.05	5 224.10 ± 24.10	-19.052	<0.001
D_2 (cGy)	5 483.00 ± 42.13	5 417.30 ± 36.03	-9.166	<0.001
D_{98} (cGy)	4 933.60 ± 18.85	4 882.50 ± 17.14	-14.983	<0.001
CI	0.845 ± 0.014	0.850 ± 0.014	1.952	0.083
HI	0.103 ± 0.009	0.102 ± 0.009	-1.456	0.179

表 3 有板模型计划和无板模型计划 OAR 剂量参数比较 ($\bar{x} \pm s$)

OAR	无板	有板	t	P
小肠				
V_{30} (%)	25.48 ± 7.31	25.19 ± 7.23	-5.599	<0.001
V_{40} (%)	13.33 ± 5.17	12.99 ± 5.08	-8.669	<0.001
D_{mean} (cGy)	562.00 ± 209.29	574.30 ± 213.82	-7.975	<0.001
膀胱				
V_{40} (%)	64.14 ± 5.37	62.52 ± 5.15	-10.252	<0.001
V_{45} (%)	42.70 ± 1.36	40.79 ± 1.41	-10.627	<0.001
V_{50} (%)	25.29 ± 3.36	22.92 ± 3.59	-13.24	<0.001
D_{mean} (cGy)	4 293.80 ± 70.03	4 250.10 ± 65.94	-16.31	<0.001
直肠				
V_{40} (%)	87.07 ± 6.91	85.12 ± 6.80	-6.388	<0.001
V_{45} (%)	45.87 ± 1.10	42.58 ± 1.64	-10.170	<0.001
V_{50} (%)	17.11 ± 3.71	14.06 ± 3.87	-9.315	<0.001
D_{mean} (cGy)	4 413.60 ± 194.22	4 371.90 ± 192.89	-10.988	<0.001
左股骨头				
V_{30} (%)	47.93 ± 10.49	46.92 ± 9.98	-3.872	0.004
V_{40} (%)	15.87 ± 4.21	15.11 ± 4.19	-6.901	<0.001
D_{mean} (cGy)	3 014.40 ± 323.01	2 992.90 ± 318.02	-10.067	<0.001
右股骨头				
V_{30} (%)	49.11 ± 12.42	47.90 ± 11.59	-2.891	<0.001
V_{40} (%)	15.60 ± 4.81	14.58 ± 4.83	-5.389	<0.001
D_{mean} (cGy)	3 009.30 ± 348.99	2 986.30 ± 344.13	-10.672	<0.001
脊髓				
D_{max} (cGy)	3 928.00 ± 80.84	3 883.20 ± 82.99	-15.800	<0.001

2.4 计划验证伽马通过率比较

无板模型验证计划、有板模型验证计划的伽马通

过率均 $3 \text{ mm}/3\% > 95\%$ 、均 $2 \text{ mm}/2\% > 90\%$; 有板模型验证计划的伽马通过率均高于无板模型验证计

划,3 mm/3%通过率平均提高 0.69%,2 mm/2%通过率平均提高 1.50%,且差异均有统计学意义($P < 0.05$),见表 4。

表 4 有板模型和无板模型验证计划伽马通过率比较($\bar{x} \pm s, \%$)

伽马参数	无板	有板	<i>t</i>	<i>P</i>
3 mm/3%	97.70±0.62	98.39±0.75	2.539	0.032
2 mm/2%	90.98±0.99	92.56±2.44	2.395	0.040

3 讨 论

随着放射治疗技术的发展,对精准放疗的要求越来越高,影响放疗精确度的因素较多,如制模阶段的体位固定方式^[11-12]、CT 定位后的靶区勾画范围^[13-14]、计划设计阶段的剂量计算算法^[15-16]、治疗阶段的加速器机械、剂量精度等。张坤等^[17]指出,TPS 计算的放疗剂量准确度最好限制在 3%左右,因此患者在实际治疗过程中为保证计划系统计算准确度,应尽可能地将各个误差来源均考虑在内。加速器治疗床和体位固定板作为肿瘤放疗过程中不可少的辅助固定装置,因后斜射野对射线的衰减影响,大多数计划系统加入了治疗床模型以确保剂量准确性,而体位固定板因厚度相对治疗床较小,对射线的衰减要少得多,而常被忽略,这无疑对剂量计算的精确度引入了偏差,该偏差影响有多大,是否会影响到患者治疗效果,有待进一步研究。因此,本文对新华碳纤维体位固定板进行研究,探讨 RayStation 计划系统中新华碳纤维体位固定板的加入与否对宫颈癌患者放疗剂量的影响。

目前国内外大多数计划系统,如 RayStation、Varian Eclipse 等,在进行剂量计算时均以外轮廓(Body)的勾画范围作为边界,Body 外不参与剂量计算(Body 外默认为空气),而目前 Body 的勾画主要通过计划系统的半自动勾画工具或第三方自动勾画软件进行勾画,这 2 种 Body 勾画方式均无法完整包裹体位固定板,导致未包裹的体位固定板默认为空气,即射线穿过时剂量不衰减,导致剂量计算不准确。若要考虑体位固定板的影响,需要医生或物理师对每层 CT 图像的 Body 进行手动勾画修改,此过程耗时费力。因此本研究采用构建虚拟体位固定板模型的方法,来模拟新华碳纤维体位固定板对射线的影响,并通过实验验证该模型准确性。本研究结果显示,新华体位固定板在不同机架角度下的实际衰减系数在 0.961~0.997,射野角度越偏离中心轴,射线穿过板的路径越长,衰减系数越大,与孔伟等^[18]的研究结果一致,即为保证剂量计算的精确度,计划系统需要考虑体位固定板对射线的影响。同时本研究结果还显示,RayStation 计划系统中虚拟板模型衰减测试结果

与实际板衰减具有良好的一致性,不同角度下的偏差均在 0.3%以内,验证了固定板模型的准确性。

对于宫颈癌放疗计划,本研究以不添加板模型的计划为基准,探讨若计划系统再加入板模型对放疗剂量的影响。结果显示,板模型的加入会使 PTV、OAR 受照剂量降低。对于 PTV:计划系统中加入体位固定板模型,将导致 D_{mean} 、 D_{min} 、 D_{max} 、 D_2 、 D_{98} 、 D_{50} 的平均受照剂量降低 1%左右,而对 PTV 的 CI、HI 影响不大,其中 HI 研究结果与孔伟等^[18]一致,根据 HI 计算公式及实验数据得 D_2 、 D_{98} 、 D_{50} 的平均受照剂量均降低 1%左右,近似等比例降低,因此对均匀性 HI 影响不大。对于 OAR:体位固定板模型的加入导致 OAR 剂量体积百分点偏低,偏低范围在 3%以内,影响其评估准确性。因此在计划设计时,有必要考虑体位固定板对放疗剂量的影响。

本研究还通过 ArcCHECK 分析测量了体位固定板模型对宫颈癌计划验证的伽马通过率影响。结果显示,加入体位固定板模型的验证计划伽马通过率有明显提高,与王晓春等^[19]的实验结论一致,加入板模型后 3 mm/3%通过率平均提高 0.69%,2 mm/2%通过率平均提高 1.50%。研究结果也进一步表明计划设计过程中考虑体位固定板的必要性。

综上所述,体位固定板对宫颈癌放疗剂量有一定的影响,在进行计划设计时建议考虑体位固定板的影响,以提高剂量计算精确度。同时,本研究提出一种创建虚拟板模型的方法替代手动勾画,该板模型可以和治疗床模型同步添加到放疗计划中,省时省力,适合在临床工作中开展应用。

参考文献

- [1] KIM N, CHANG J S, YONG B K, et al. Atlas-based auto segmentation for postoperative radiotherapy planning in endometrial and cervical cancers[J]. *Radiat Oncol*, 2020, 15(1): 106.
- [2] RANA S. Clinical dosimetric impact of Acuros XB and analytical anisotropic algorithm (AAA) on real lung cancer treatment plans: review[J]. *Int J Canc Ther Oncol*, 2014, 2(1): 2019.
- [3] MELL L K, ROESKE J C, MUNDT A J, et al. A survey of intensity modulated radiation therapy use in the United States[J]. *Cancer*, 2003, 98(1): 204-211.
- [4] OKADA W, TANOOKA M, SANO K, et al. Couch modeling optimization for tomotherapy planning and delivery[J]. *J Applied Clin Med*

- Phys, 2019, 20(8):114-121.
- [5] HU Z H, DAL J R, LI L, et al. Evaluating and modeling of photon beam attenuation by a standard treatment couch[J]. J Appl Clin Med Phys, 2011, 12(4):139-146.
- [6] GERIG L H, NIEDBALA M, NYIRI B J. Dose perturbations by two carbon fiber treatment couches and the ability of a commercial treatment planning system to predict these effects [J]. Med Phys, 2010, 37(1):322-328.
- [7] PROOIJEN M V, COMSA D C, ISLAM M K, et al. Loss of dose coverage in VMAT prostate plans due to Various couch tops[J]. Radiotherapy Oncol, 2012, 103(Suppl. 1):363.
- [8] 蓝茂英, 杨波, 许文伟, 等. VitalBeam 加速器四种不同治疗床板的剂量衰减特性测量与分析[J]. 中国医疗设备, 2022, 37(4):51-54, 58.
- [9] 吴友涛, 黎明, 唐德文, 等. 瓦里安 Novalis Tx 治疗床对放疗剂量的影响[J]. 中国医疗设备, 2020, 35(S1):47-49, 59.
- [10] ZHANG R H. Quantification and modelling of the dosimetric impact of the treatment couch in volumetric modulated arc therapy (VMAT) [J]. Int J Radiat Res, 2019, 17(2):335-344.
- [11] 高文超, 王军良, 林鸿宇, 等. 脑转移瘤伽玛刀放疗两种体位固定方式的摆位误差比较[J]. 中国医疗设备, 2021, 36(4):119-121, 131.
- [12] 王延花, 黄栋有, 温林春. 宫颈癌放疗中体位固定方式、年龄和体重指数对摆位误差的影响[J]. 现代肿瘤医学, 2022, 30(3):505-508.
- [13] 高文超, 王军良, 秦琪, 等. 基于 RT-Mind 软件的乳腺癌靶区及危及器官的自动勾画[J]. 中国医疗设备, 2021, 36(4):162-165.
- [14] 夏祥, 王佳舟, 杨立峰, 等. 基于卷积神经网络的直肠癌靶区及危及器官自动勾画[J]. 中华放射肿瘤学杂志, 2020, 29(5):374-377.
- [15] 吕晓平, 张艺宝, 吴昊, 等. Acuros XB、各向异性解析算法与蒙特卡罗算法在非均匀组织中剂量计算准确性对比研究[J]. 中国医学物理学杂志, 2016, 33(4):348-352.
- [16] FRAASS B, DOPPKE K, HUNT M. AAPM TG53 Report. Quality assurance for clinical radiotherapy treatment planning[J]. Med Phys, 1998, 25(10):1773-1829.
- [17] 张坤, 王学敏, 李芳, 等. 医科达 iBeam evo 碳纤维治疗床模型评价[J]. 现代肿瘤医学, 2021, 29(10):1780-1784.
- [18] 孔伟, 叶红强, 何剑莉, 等. 碳素纤维床对宫颈癌容积弧形旋转调强放射治疗计划的剂量影响[J]. 中国医学物理学杂志, 2019, 36(1):37-42.
- [19] 王晓春, 王守宇, 霍晓庆, 等. 热塑膜固定底板对 IMRT 计划三维剂量验证通过率的影响与修正[J]. 中国医学物理学杂志, 2020, 37(3):273-276.

(收稿日期:2023-02-07 修回日期:2023-08-19)

(编辑:姚雪)

(上接第 3625 页)

- M A, WIND W M, et al. How does the presence of unstable chondral lesions affect patient outcomes after partial meniscectomy? The champ randomized controlled trial [J]. Am J Sports Med, 2018, 46(3):590-597.
- [23] DIBARTOLA A C, ROGERS A, KURZWEIL P, et al. In-office needle arthroscopy can evaluate meniscus tear repair healing as an alternative to magnetic resonance imaging[J]. Arthrosc Sports Med Rehabil, 2021, 3(6):e1755-1760.
- [24] RUSSO A, CAPASSO R, VARELLI C, et al. MR imaging evaluation of the postoperative meniscus [J]. Musculoskelet Surg, 2017, 101(9):37-42.
- [25] RAOULIS V S, FYLLOS A, BALTAS C, et al. Clinical and radiological outcomes after isolated anterior horn repair of medial and lateral meniscus at 24 months' follow-up with the outside-in technique [J]. Cureus, 2021, 13(9):e17917.

(收稿日期:2023-07-01 修回日期:2023-10-23)

(编辑:姚雪)