

湿纱布与bolus在腱鞘巨细胞瘤放疗中的剂量学差异

田秀梅¹, 申正文¹, 董文玲¹, 靳富¹, 吴府容¹, 夏徐²

1. 重庆大学附属肿瘤医院/重庆市肿瘤研究所/重庆市肿瘤医院肿瘤放射治疗中心, 重庆 400030; 2. 重庆市垫江县中医院肿瘤血液科, 重庆 408300

【摘要】目的:探讨利用湿纱布与bolus在腱鞘巨细胞瘤放疗中的剂量学差异。**方法:**回顾性选取8例采用湿纱布作为组织等效补偿膜的腱鞘巨细胞瘤患者,以原始CT扫描序列作为第一组数据,勾画实际body(不包括纱布),然后,添加虚拟bolus,获得第二套数据。分别在Varian Eclipse 13.6制作两组计划(Plan_gauze和Plan_bolus),比较两组数据的剂量学差异。最后,采用两组模体,分别实测两种组织补偿物对射线的衰减程度,比较Plan_gauze和Plan_bolus的差异。**结果:**Plan_gauze组与Plan_bolus组的均匀性指数、适形度指数、 D_{max} 、 D_{mean} 、总机器跳数以及低剂量区域体积(V_{10} 、 V_{20})和高剂量区域体积(V_{80} 、 V_{90})的比较均无统计学差异($P>0.05$),两组计划靶区剂量均能满足临床要求,且两组模体中,Plan_gauze和Plan_bolus实测剂量值差异较小。**结论:**使用湿纱布作为组织补偿物在腱鞘巨细胞瘤放疗中能达到虚拟bolus的剂量分布。考虑腱鞘巨细胞瘤的特殊性,使用湿纱布能够更好地包覆靶区,减小组织补偿下空腔,结果更加准确,可推荐作为该肿瘤的补偿物。

【关键词】腱鞘巨细胞瘤;湿纱布;bolus;剂量学

【中图分类号】R312;R811.1

【文献标志码】A

【文章编号】1005-202X(2020)06-0680-05

Dosimetric differences in radiotherapy using wet gauze *versus* bolus for giant cell tumor of tendon sheath

TIAN Xiumei¹, SHEN Zhengwen¹, DONG Wenling¹, JIN Fu¹, WU Furong¹, XIA Xu²

1. Department of Radiation Oncology, Chongqing University Cancer Hospital/Chongqing Cancer Institute/Chongqing Cancer Hospital, Chongqing 400030, China; 2. Department of Oncology and Hematology, Traditional Chinese Medicine Hospital of Dianjiang County, Chongqing 408300, China

Abstract: Objective To investigate the dosimetric differences in the radiotherapy using wet gauze or bolus as tissue equivalent compensation for giant cell tumor of tendon sheath. **Methods** Eight patients with giant cell tumor of tendon sheath using wet gauze as tissue equivalent compensation were selected retrospectively. The original CT scan sequence was used as the first set of data, and the actual body (excluding gauze) was drawn manually. Then the virtual bolus was taken as tissue equivalent compensation to obtain the second set of data. Two groups of plans (Plan_gauze and Plan_bolus) were calculated in Varian Eclipse 13.6 to compare the dosimetric differences between two groups. Finally, two groups of phantoms were applied to measure the attenuation of the two kinds of tissue compensators to rays, and the differences between Plan_gauze and Plan_bolus were compared. **Results** No statistical difference was found between Plan_gauze and Plan_bolus in homogeneity index, conformity index, D_{max} , D_{mean} , total monitor units, low dose area volume (V_{10} , V_{20}) and high dose area volume (V_{80} , V_{90}) (all $P>0.05$). Both groups met clinical requirements, and the experiments on two groups of phantoms showed that the differences in measured dose between Plan_gauze and Plan_bolus were trivial. **Conclusion** Similar dose distribution can be achieved by using wet gauze or virtual bolus as tissue compensation in the radiotherapy for giant cell tumor of tendon sheath. Considering the particularity of giant cell tumor of tendon sheath, wet gauze can be recommended as a tissue equivalent compensation for it can better cover the target area and reduce the cavity under tissue compensation, obtaining more accurate results.

Keywords: giant cell tumor of tendon sheath; wet gauze; bolus; dosimetry

【收稿日期】2020-01-07

【基金项目】重庆市科卫联合医学科研项目(2019MSXM040)

【作者简介】田秀梅, 硕士, 助理工程师, 研究方向: 放射物理技术, E-mail: txm805988970@126.com

【通信作者】吴府容, 硕士, 主治医师, 研究方向: 肿瘤放射治疗学, E-mail: wfr10551664@126.com

前言

随着现代医疗技术的发展,放疗已成为临床上肿瘤的常规治疗方法之一,其中以调强放疗(Intensity-Modulated Radiotherapy, IMRT)应用最为广泛^[1]。由于高能X射线的剂量建成效应明显,皮肤剂量只有 D_{\max} 的25%,对于深度肿瘤的治疗能够很好地保护皮肤,但对于浅表肿瘤(如腓鞘巨细胞瘤、皮肤癌、乳腺癌等)则会导致肿瘤剂量不足而不能达到临床治疗需求^[2-4]。为了解决由于剂量建成效应带来的问题,临床上通常使用各类组织补偿物来提升皮肤表面的剂量^[5-7]。有研究表明,当添加有效的组织补偿物,使用6 MV-X射线治疗时,能将浅表皮肤剂量从低于40%提升至100%^[8]。临床上通常使用的是市面销售的组织补偿物bolus,常见厚度为0.5/1.0 cm,密度为1.03 g/cm³,面积为30 cm×30 cm。

考虑到腓鞘巨细胞瘤的特殊性,其通常位于手指,使用常规bolus可能会因其材质及裁剪等原因存在较大空隙,且不方便固定,因此,本研究拟采用湿纱布作为其替代,其密度约为1.02 g/cm³^[9-10]。通过与理想的bolus组计划进行靶区剂量差异比较,探讨湿纱布在腓鞘巨细胞瘤治疗中的应用价值。

1 材料与方法

1.1 临床资料

收集重庆大学附属肿瘤医院从2016年1月到2019年5月收治的位于手指的腓鞘巨细胞瘤患者共8例。其中,男1例,女7例;年龄29~58岁;右手拇指2例,右手食指1例,左手食指1例,右手中指1例,右手环指3例。所有患者均需接受放疗,无放疗禁忌症,并已签署放疗知情同意书。

1.2 方法

1.2.1 放疗定位 所有患者均采用热塑膜进行体位固定,使用3个金属标记点做标志点,患指位于拇指者,拇指位于模具中心,其余4指并拢与拇指90°分开;患指位于食指、中指、环指者,患指下方用自制可固定患指的泡沫固定患指,其余4指分布在患指两侧。采用Philips16层大孔径CT进行扫描,扫描范围仅包括手臂前部到指尖。以0.5 cm湿水纱布包裹手指作为补偿,为了控制纱布湿度的统一性,本研究将略湿的纱布通过叠层调整厚度为0.5 cm,用游标卡尺在4个侧面和4个角分别测量纱布厚度,通过 $m=\rho \times v$ 来控制湿纱布的湿度一致,其中, m 是质量, v 是体积, ρ 是密度^[9]。扫描完成后将重建CT影像传入至Varian Eclipse 13.6计划系统进行靶区勾画和放疗计划设计。

1.2.2 靶区勾画及放疗计划设计 所有的靶区均由同一医生进行勾画。GTV_{tb}为术后瘤床;CTV为GTV_{tb}外扩1 cm,作为高危区,根据体表标志将皮肤以外的靶区收到皮肤表面。PTV在CTV基础上外扩3 mm。用纱布包裹靶区,body结构在纱布外的CT序列病名为CT-1,重新勾画实际的皮肤作为真正的body(不包括纱布)作为CT-2。在Varian Eclipse 13.6计划系统针对CT-1制作计划,处方剂量30 Gy/15 F,计划命名为Plan_gauze。针对CT-2,需要在真实body外手动添加厚度为0.5 cm的虚拟bolus作为组织补偿膜,与Plan_gauze设置相同的处方剂量、射野参数、优化参数,制作Plan_bolus。由于该病种不存在危及器官,只评估PTV的 D_{\max} 、 D_{mean} 、均匀性指数(Homogeneity Index, HI)、适形度指数(Conformity Index, CI)、总机器总跳数以及低剂量区域体积(V_{10} 、 V_{20})、高剂量区域体积(V_{80} 、 V_{90})。 V_x 指x%处方剂量所包络的体积。 $HI = \frac{(D_2 - D_{98})}{D_{50}}$, $CI = \frac{V_{t, \text{ref}} \times V_{t, \text{ref}}}{V_{\text{ref}} \times V_{\text{ptv}}}$,

其中, D_2 定义为2%的靶区体积所接受的剂量, D_{50} 定义为50%的靶区体积所接受的剂量, D_{98} 定义为98%的靶区体积所接受的剂量; $V_{t, \text{ref}}$ 为参考等剂量线所包络的靶区体积, V_{ref} 为参考等剂量线包络的所有区域的体积, V_{ptv} 为计划靶区体积。HI越接近0,均匀性越好;CI越接近1,适形度越高。

1.3 实测点剂量比较

为了验证湿纱布与bolus对射线的衰减程度是否一致,本研究采用两组固体水膜(测量深度不同,分别是模体下5、10 cm)进行点剂量测量。固定源轴距(SAD=100 cm)、射野5 cm×5 cm(腓鞘巨细胞瘤靶区面积较小)、6 MV射线、机器跳数100 MU,在模体表面添加0.5 cm湿纱布或bolus,分别测量等中心处剂量。

1.4 统计学方法

使用SPSS 25.0软件进行统计分析,计量资料用均数±标准差表示,对每个分析指标做配对 t 检验, $P<0.05$ 为差异具有统计学意义。

2 结果

2.1 剂量体积直方图(DVH)及横截面剂量分布比较

图1为Plan_gauze组和Plan_bolus组的靶区DVH比较,两组计划靶区DVH差异较小。图2为横断面剂量分布,两者差异较小。

2.2 靶区参数比较

比较两组计划靶区HI、CI、 D_{\max} 、 D_{mean} 、总机器跳数,见表1。 V_{10} 、 V_{20} 、 V_{80} 、 V_{90} 比较见表2。由表1~2可知,两个计划参数评估值虽有差异,但是其结果并无统计学差异($P>0.05$)。

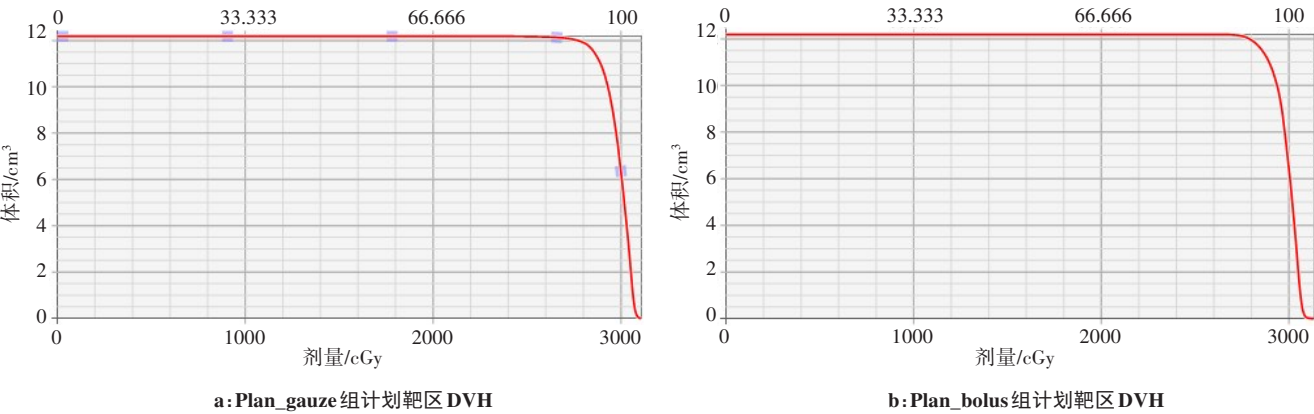


图 1 两组计划 DVH 图

Fig.1 Dose-volume histograms (DVH) of two groups

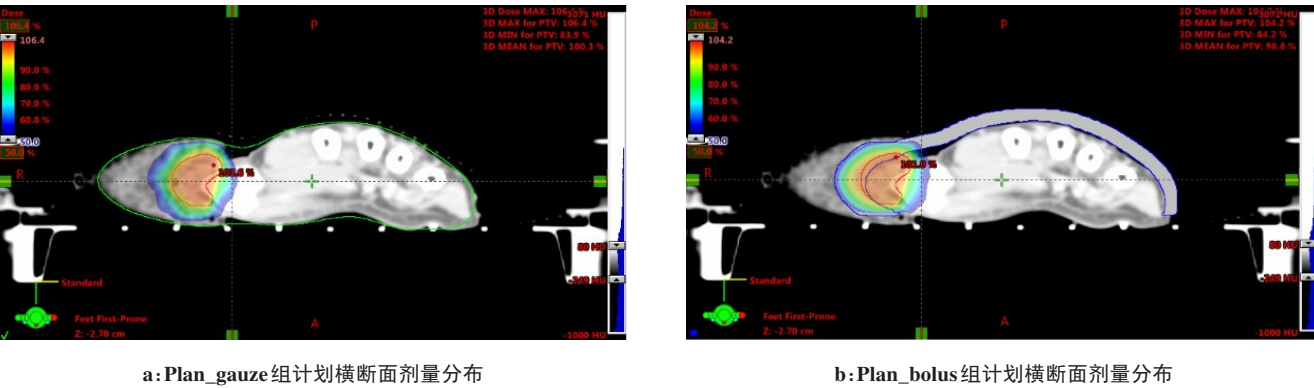


图 2 两组计划横断面剂量分布示意图

Fig.2 Schematic diagrams of cross-sectional dose distributions in two groups

图中显示 50% 处方剂量包络区域

表 1 比较两种计划的靶区参数

Tab.1 Comparison of dosimetric parameters of target area in two groups					
组别	HI	CI	D _{max} /cGy	D _{mean} /cGy	总机器跳数/MU
Plan_gauze 组	0.11±0.02	0.81±0.12	3 180.60±65.02	3 006.34±34.96	735.13±211.83
Plan_bolus 组	0.10±0.02	0.82±0.05	3 197.73±65.79	2 993.20±29.68	635.75±109.80
P 值	0.760	0.728	0.650	0.508	0.318

表 2 两种组织补偿物计划的剂量区域体积对比(cm³)

Tab.2 Dose area volume comparison between two groups (cm³)				
组别	V ₁₀	V ₂₀	V ₈₀	V ₉₀
Plan_gauze 组	80.13±30.21	64.25±22.12	23.91±6.20	19.02±5.48
Plan_bolus 组	95.76±38.00	71.09±26.26	23.99±7.06	19.15±6.25
P 值	0.067	0.263	0.925	0.819

2.3 实测点剂量比较

第一组(模体下 5 cm)测量值为湿纱布 77.9 cGy、bolus 78.5 cGy,第二组(模体下 10 cm)测量值为湿纱布 63.8 cGy、bolus 64.0 cGy。两组测量值差异都较

小,考虑到实验不可避免的系统误差和随机误差,本研究认为湿纱布与 bolus 对射线的衰减程度差异不大。

3 讨论

对于腱鞘巨细胞瘤患者,通常先行手术治疗,后加以术后放疗以降低复发概率。腱鞘巨细胞瘤作为一种浅表性肿瘤,由于皮肤建成效应的影响,直接治疗会导致浅表部分肿瘤靶区剂量不足。通常需要添加组织补偿物来提高表皮受量以达到临床治疗需求。组织补偿物密度接近于人体正常组织,可将其放置于特定位置,覆盖治疗靶区以提高不规则表面

的浅表剂量。临床上常见的组织补偿物主要有石蜡、铝皮、猪皮以及一些商用补偿膜。本研究采用市面销售的补偿膜简称为bolus以及自制的湿纱布,分别对腓腓巨细胞瘤肿瘤靶区进行放疗计划设计,比较两种不同组织补偿物的剂量学分布差异。通过对 D_{\max} 、 D_{mean} 、HI、CI、总机器跳数及低剂量区域体积(V_{10} 、 V_{20})和高剂量区域体积(V_{80} 、 V_{90})的分析,发现两者并无统计学差异,且在两组模体中实测射线在两种组织补偿物衰减下的剂量值差异较小,可认为湿纱布在腓腓巨细胞瘤放疗中可以代替bolus,达到近似相同的剂量分布效果。

大多数的组织等效补偿膜具有一定的硬度,在具有一定弧度的表皮会形成空腔。空腔的存在会降低真实的浅表剂量而达不到临床治疗要求^[1,11-13]。由于手指表面不平坦,较之于胸壁弧度更大,且整体面积较小,而常用bolus则是一整块,空间间隙较之于胸壁等部位更加明显。针对手指上较小的病变,如指背和指腹均受侵,bolus无法覆盖指腹(不能将bolus压在热塑膜内固定,也不能将其置于膜外垫于床板上)。若肿瘤位于指侧(除了大拇指与食指),两指间距离不便于bolus的固定,起不到组织补偿作用。有研究表明,当空腔厚度大于5 mm时,百分深度剂量会随着空腔厚度增加而急剧下降^[14],在实际临床使用过程中,应当尽量保证bolus与表皮的空腔间隙小于5 mm。空腔面积对于浅表剂量的影响较之于厚度要小,但是剂量沉积随空腔面积变化较为复杂,且存在临界值。小于临界值,中心区域浅表剂量随着空腔面积增大而降低;超过临界值则导致中心区域浅表剂量升高^[15-17]。此外,相邻空腔也会对其间组织剂量沉积造成影响,而手指本身形状也会造成多空腔的存在,影响更为复杂。鉴于腓腓巨细胞瘤的特殊性,使用bolus时,空腔情况较为复杂,摆位时若空腔厚度或者面积等超过限值,则会影响PTV的包络而达不到临床治疗要求。根据已有的研究结果^[14],在实际使用bolus时,应当尽量在摆位中降低bolus空腔下厚度和面积及相邻空腔,使bolus与体表贴合更为紧密,以减小系统计划与实际治疗剂量的差异^[18]。

本研究在放疗计划设计中使用湿纱布和虚拟bolus,各项指标评估无统计学差异,且通过实测模体中的点剂量来比较湿纱布与bolus对射线的衰减程度,测量结果值差异较小。考虑到虚拟bolus与患者表皮是紧密连接无间隙的,评估的是理想状态下加虚拟bolus的剂量分布情况,而实际照射时无法避免空腔间隙,且手指形状较为不规则,整块bolus重复性较差,空腔间隙位置不尽相同。相比之下,湿纱布虽

然从材质上均匀性较差,但在手指这样的特殊位置,相比bolus更能贴合体表,重复性更好,剂量分布更加准确可信,且湿纱布制作方式简单,成本低,可降低患者的经济负担。

随着技术的不断革新,已有新型3D打印组织补偿物应用于临床的报道和研究^[19-21],以期研究出组织均匀性更好、个体化程度更高、重复性更好组织补偿物,为更多患者带去福音。

【参考文献】

- [1] 胡作怀,付建东,陈芳,等.组织补偿膜添加方式引起的放疗剂量差异研究[J].中华放射肿瘤学杂志,2016,25(4):388-390.
HU Z H, FU J D, CHEN F, et al. Difference in radiotherapy dose caused by different ways of adding bolus[J]. Chinese Journal of Radiation Oncology, 2016, 25(4): 388-390.
- [2] 王兴安,谭丽娜,孙晓欢,等.Bolus与皮肤间隙大小对皮肤表面剂量影响的研究[J].中华放射肿瘤学杂志,2015,24(3):299-300.
WANG X A, TAN L N, SUN X H, et al. Effects of bolus and skin clearance on skin surface dose[J]. Chinese Journal of Radiation Oncology, 2015, 24(3): 299-300.
- [3] YOKOYAMA S, ROBERSON P L, LITZENBERG D W, et al. Surface buildup dose dependence on photon field delivery technique for IMRT[J]. J Appl Clin Med Phys, 2004, 5(2): 71-81.
- [4] 张敏,赵波,尹金鹏,等.新型3D打印组织补偿物的放疗应用研究[J].中华放射肿瘤学杂志,2017,26(2):210-214.
ZHANG M, ZHAO B, YIN J P, et al. Application of new three-dimensional printed tissue compensators in radiotherapy[J]. Chinese Journal of Radiation Oncology, 2017, 26(2): 210-214.
- [5] 周瑛瑛,邱小平,狄晓云,等."Pretend" Bolus在乳腺癌根治术后调强放疗应用中的剂量学研究[J].中国医学物理学杂志,2013,30(1):3848-3850.
ZHOU Y Y, QIU X P, DI X Y, et al. The study of dose in intensity modulated radiotherapy of post-operative patients with breast cancer by "Pretend" bolus[J]. Chinese Journal of Medical Physics, 2013, 30(1): 3848-3850.
- [6] VYAS V, PALMER L, MUDGE R, et al. On bolus for megavoltage photon and electron radiation therapy[J]. Med Dosim, 2013, 38(3): 268-273.
- [7] 李奕彤,王雅隽.乳腺癌根治术后皮肤填充物在放疗中的应用[J].中华放射肿瘤学杂志,2014,23(1):78-79.
LI Y T, WANG Y D. Application of skin filters after radical mastectomy in radiotherapy[J]. Chinese Journal of Radiation Oncology, 2014, 23(1): 78-79.
- [8] MARTIN J B, TSANG C, PETER Y, et al. Effects on skin dose from unwanted air gaps under bolus in photon beam radiotherapy[J]. Radiat Meas, 2000, 32(2): 201-204.
- [9] BENOIT J, PRUITT A F, THRALL D E. Effect of wetness level on the suitability of wet gauze as a substitute for superflab as a bolus material for use with 6 MV photon[J]. Vet Radiol Ultrasound, 2009, 50(5): 555-559.
- [10] WALKER M, COHEN N, MENCHACA D. Play-Doh and water-soaked gauze sponges as alternative bolus material for cobalt-60 teletherapy[J]. Vet Radiol Ultrasound, 2005, 46(2): 17-81.
- [11] YOUSAF K, EDUARDO V B, MONA U, et al. Clinical and dosimetric implications of air gaps between bolus and skin surface during radiation therapy[J]. J Cancer Ther, 2013, 4(7): 1254-1255.

- [12] 陈华, 徐义果, 庄志邈, 等. 放疗计划系统中空腔边缘剂量计算准确性研究[J]. 中华放射肿瘤学杂志, 2017, 26(1): 69-73.
CHEN H, XU Y G, ZHUANG Z M, et al. Dose accuracy research on air cavity interface in treatment planning system[J]. Chinese Journal of Radiation Oncology, 2017, 26(1): 69-73.
- [13] LOBB E. Bolus-dependent dosimetric effect of positioning errors for tangential scalp radiotherapy with helical tomotherapy [J]. Med Dosim, 2014, 39(1): 93-97.
- [14] 孔栋, 慧琳, 魏贤顶, 等. Bolus与皮肤间空腔对浅层组织剂量沉积影响研究[J]. 中华放射肿瘤学杂志, 2019, 28(1): 27-31.
KONG D, HUI L, WEI X D, et al. Research of effect of cavity between bolus and skin on dose deposition in shallow tissues [J]. Chinese Journal of Radiation Oncology, 2019, 28(1): 27-31.
- [15] 孔栋, 慧琳, 魏贤顶, 等. 补偿膜下空腔间隙对浅表组织剂量影响[J]. 中华放射肿瘤学杂志, 2018, 27(11): 1009-1013.
KONG D, HUI L, WEI X D, et al. Effect of cavity under bolus on the dose of superficial tissue [J]. Chinese Journal of Radiation Oncology, 2018, 27(11): 1009-1013.
- [16] SHARMA S C, JOHNSON M W. surface dose perturbation due to air gap between patient and bolus for electron beams [J]. Med Phys, 1993, 20(2): 377-378.
- [17] YOUSAF K, EDUARDO V B, MONA U, et al. Clinical and dosimetric implications of air gaps under bolus in photon beam radiotherapy [J]. J Cancer Ther, 2013, 4(7): 1251-1255.
- [18] CAMILLERRI J, LAPRIE A, KERJEAN P, et al. Ep-1242, optimization of dose prescription in skin carcinomas radiotherapy: how to use bolus effectively? [J]. Radiother Oncol, 2012, 103 (Suppl 1): 475-476.
- [19] 侯彦杰, 于江平, 王永强, 等. 3D打印胸壁硅胶bolus制作及临床前研究[J]. 中华放射肿瘤学杂志, 2018, 27(9): 835-838.
HOU Y J, YU J P, WANG Y Q, et al. Fabrication and pre-clinical application of patient-specific 3D silicone rubber bolus for chest wall [J]. Chinese Journal of Radiation Oncology, 2018, 27(9): 835-838.
- [20] CANTERS R A, LIPS I M, WENDLING M, et al. Clinical implementation of 3D printing in the construction of patient specific bolus for electron beam radiotherapy for non-melanoma skin cancer [J]. Radiother Oncol, 2016, 121(1): 148-153.
- [21] PARK J W, YEA J W. Three-dimensional customized bolus for intensity-modulated radiotherapy in a patient with Kimura's disease involving the auricle [J]. Cancer Radiother, 2016, 20(3): 205-209.

(编辑:谭斯允)