

便携式B超膀胱测定仪MD-6000在盆腔肿瘤放疗中的应用

陆春花¹, 赵文荣², 董晓庆¹, 唐翠松², 陆洁¹, 林清¹

1. 上海市第十人民医院放疗科, 上海 200072; 2. 上海市第十人民医院放射科, 上海 200072

【摘要】目的:评估国产便携式B超膀胱测定仪MD-6000测量膀胱容量的准确度,并探讨其在盆腔肿瘤患者分次放疗前膀胱体积监测中的临床应用价值。**方法:**将气球灌定量水制作的模拟膀胱经加速器CBCT扫描后勾画测定其体积,并与实际水体积进行相关性分析,评估CBCT勾画体积的精确性;将176例成人膀胱的便携式B超仪测定值与加速器CBCT扫描后膀胱勾画测定容积值相比较,进行相关性分析,评估国产便携式B超膀胱测定仪MD-6000的测量准确度。**结果:**气球灌定量水模拟膀胱经CT扫描后勾画测定体积与实际水量之间函数式为 $Y=0.958\ 51X-14.430\ 8$,相关系数 $R=0.999\ 85$,证明两者之间存在着强相关;便携式B超测定仪所测得的膀胱容量值与加速器CBCT扫描后膀胱勾画测定值之间函数式为 $Y=0.855\ 32X-8.040\ 38$,相关系数 $R=0.913\ 59$,证明两者之间存在着强相关。**结论:**利用国产便携式B超膀胱测定仪MD-6000评估膀胱体积不仅操作方便、测量速度快、准确性高、可重复性好,而且有助于盆腔肿瘤放疗患者的膀胱容量监测,维持分次放疗膀胱容量稳定,减少靶位置的移动,在盆腔肿瘤放疗中具有重要的临床应用价值。

【关键词】盆腔肿瘤;放射治疗;便携式B超;膀胱容量;CT勾画

【中图分类号】R815

【文献标志码】A

【文章编号】1005-202X(2017)11-1176-04

Application of portable B-mode ultrasound bladder scanner MD-6000 in the radiotherapy for pelvic tumor

LU Chunhua¹, ZHAO Wenrong², DONG Xiaoqing¹, TANG Cuisong², LU Jie¹, LIN Qing¹

1. Department of Radiation Oncology, Shanghai Tenth People's Hospital, Shanghai 200072, China; 2. Department of Radiology, Shanghai Tenth People's Hospital, Shanghai 200072, China

Abstract: Objective To evaluate the accuracy of the domestic portable B-mode ultrasound bladder scanner MD-6000 for measuring the bladder volume, and explore the clinical application value of bladder scanner MD-6000 in monitoring the bladder volume of patients before fractional radiotherapy for pelvic tumor. **Methods** The bladder phantom which was established with a balloon filled with mensurable water was scanned by cone-beam computed tomography (CBCT), and then we draw the outline of the bladder phantom on the CT images and calculated the bladder phantom volume. The correlation analysis between the delineated bladder phantom volume and the actual water volume was performed for assessing the accuracy of delineated volume based on CBCT. The bladder volume of 176 adult patients were obtained with the CBCT scan examination and bladder scanner MD-6000, separately, and a correlation analysis was performed for the obtained bladder volumes to assess the accuracy of bladder volume measured with bladder scanner MD-6000. **Results** A strong correlations was found not only between the delineated bladder phantom volume based on CT and the actual water volume ($Y=0.958\ 51X-14.430\ 8$, $R=0.999\ 85$), but also between bladder volume delineated by CBCT and those measured with bladder scanner MD-6000 ($Y=0.855\ 32X-8.040\ 38$, $R=0.913\ 59$). **Conclusion** Using the domestic portable B-mode ultrasound bladder scanner MD-6000 for evaluating the bladder volume has obvious advantages in easy operation, fast measurement speed, high accuracy and high repeatability. Moreover, bladder scanner MD-6000 is also conducive to monitor the bladder volume of patients with pelvic tumor, maintain the stabilization of the bladder volume and reduce the target organ movement during the fractional radiotherapy. The bladder scanner MD-6000 has a high value of clinical application in the radiotherapy for pelvic tumor.

Keywords: pelvic tumor; radiotherapy; portable B-mode ultrasound; bladder volume; CT-based delineation

【收稿日期】2017-06-28

【作者简介】陆春花,副主任技师,研究方向:放疗技术,E-mail:18930940441@163.com

【通信作者】林清,博士,副主任医师,E-mail:shdsyflk@163.com

1 材料与方法

1.1 设备

西门子 85 cm 大孔径放疗专用模拟定位螺旋 CT; 飞利浦 Pinnacle 计划工作系统; 医科达 synergy 加速器; 国产便携式膀胱容量测定仪 MD-6000; 教学用橡胶人体体模。

1.2 临床资料

选取 2016 年在上海市第十人民医院放疗科进行盆腔肿瘤放疗的患者男、女各 10 例, 其中男性前列腺癌术后患者 7 例, 直肠癌术后患者 3 例; 女性宫颈癌术后 5 例, 子宫内膜癌术后 4 例, 直肠癌术后 1 例。年龄 47~80 岁, 平均年龄 66.6 岁 (中位数 66 岁)。患者均意识清晰, 配合能力佳, 能自主控制大小便。

1.3 研究方法

取气球一个, 灌入 50 mL 水, 放入教学用橡胶人体体模盆腔内, 模拟膀胱用西门子 85 cm 大孔径放疗专用模拟定位螺旋 CT 进行扫描, 扫描条件为 120 kV, 350 MAS, 层厚 5 mm, 层间距 5 mm, 扫描范围包括整个盆腔, 扫描后将图像传输至 Pinnacle 计划工作系统。之后每次在气球内增加 50 mL 水, 即 100、150、200 mL... 以此类推, 直至 1 000 mL, 经同样条件 CT 扫描后传送至 Pinnacle 工作站, 由两名经验丰富的放疗科医师在图像上勾画膀胱, 经系统测算, 得出膀胱容量值, 取两位医师勾画值的平均值与预设气球水量的标定值用 Originpro 9.1 分析系统分析两者之间的相关性。

嘱入选的盆腔肿瘤放疗患者在 CT 模拟定位前先排空膀胱, 然后饮水 500 mL, 之后等待膀胱充盈, 待自觉有尿意且有憋胀感后由专业技师用便携式膀胱容量 B 超测定仪 MD-6000 进行膀胱容量测定, 记录下数值后进行 CT 模拟定位扫描。患者均采用头真空枕及膝盖下置真空脚枕固定; CT 扫描条件同橡胶人体体模扫描; 扫描范围从腰 2 下缘至坐骨结节下 2 cm。扫描完毕后将图像传输至 Pinnacle 计划工作站, 由医师及物理师进行计划设计, 计划完成后将治疗计划传至加速器。患者在每次治疗前均要求憋尿, 以 CT 模拟定位前的要求及尿感为基准。在治疗的前 3 次憋尿后用便携式膀胱测定仪进行膀胱容量测定, 之后要求每周测定两次。每次经膀胱测定仪测定后在加速器上进行 CBCT 扫描, 将扫描后的图像导入至 Pinnacle 工作站, 由两名经验丰富的放疗科医师在图像上勾画膀胱, 经系统测算, 得出膀胱容量值。取两名医师勾画值的平均值与便携式膀胱测定仪的测定值用 Originpro 9.1 分析系统分析两者之间的相关性。

2 结果

气球灌定量水放入橡胶人体体模盆腔模拟膀胱经 CT 扫描后由医师勾画并经系统计算的容量值与预设标定水量的相关分析结果见图 1。标定预设体积为 50~1 000 mL, CT 勾画体积为 42~949 cm³, 根据 Originpro 9.1 分析软件得出, 两者之间呈线性正相关, 其函数式为 $Y=0.95851X-14.4308$, X 为标定预设体积, 相关系数 $R=0.99985$, 证实 CT 勾画体积与标定预设体积之间存在着极强相关性, 即认为 CT 扫描后医师膀胱勾画测量可信度高。

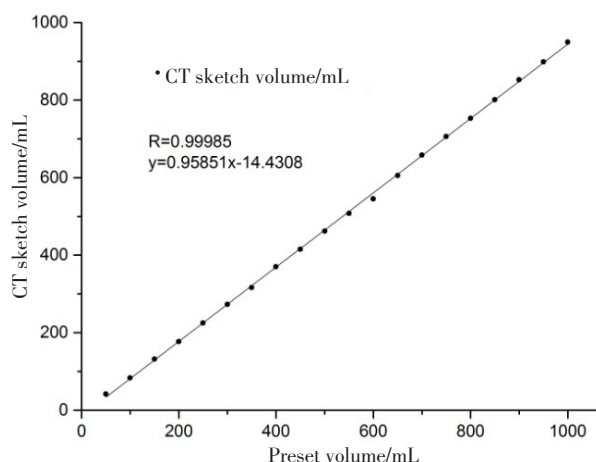


图1 气球模拟膀胱 CT 扫描勾画容量值与预设标定值的相关分析
Fig.1 Correlation analysis between CT sketch bladder phantom volume and preset calibration volume

便携式 B 超仪临床实测的 176 组成人膀胱容量数值与经加速器 CBCT 扫描后医师勾画、系统测算的膀胱体积值的相关分析见图 2。B 超测定值为 13~802 mL, CBCT 扫描勾画体积为 29~930 cm³, 根据 Originpro 9.1 分析软件得出, 两者之间呈线性正相关, 其函数式为 $Y=0.85532X-8.04038$, X 为 CBCT 扫描勾画体积, 相关系数 $R=0.91359$, 证实便携式膀胱测定仪的测定值与加速器 CBCT 扫描勾画的膀胱容量值之间存在着强相关, 亦即证明便携式 B 超膀胱测定仪的测量精度稳定可靠。

3 讨论

随着放疗设备及放疗技术的不断发展, 临床上精确定位、精确计划、精确治疗的“三精放疗”有了更好的保障。在体外照射技术中, 从二维放疗到三维放疗, 新技术层出不穷。就目前来说, 比三维适形放疗适形度更高, 剂量梯度更好的调强放疗已成为主流, 它在保证肿瘤区域剂量的同时更好保护周围正

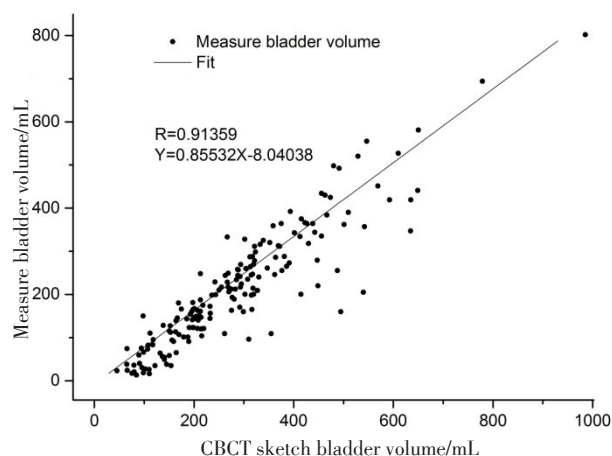


图2 便携式膀胱测定仪的测定值与加速器CBCT扫描勾画膀胱容量值的相关分析

Fig.2 Correlation analysis between measured bladder volume and CBCT sketch bladder volume

常组织,但同时,它对靶区及危及器官的精确度有了更高的要求^[1-2]。在盆腔肿瘤的放射治疗中,膀胱作为一个囊性器官,与子宫、直肠及前列腺等组织位置关系紧密,它的充盈程度不同,会引起这些邻近器官的靶区位移,从而降低放疗效果,增加并发症的发生。临床有多篇相关文献报导,如张亮等^[3]对前列腺癌调强放疗膀胱不同充盈状态的研究发现,膀胱在不同充盈状态下PTV、CI都存在明显差异,膀胱 D_{mean} 相差达72%,直肠 D_{mean} 相差4 Gy。毛睿等^[4]对宫颈癌术后调强放疗患者的靶区、危及器官的体积及照射剂量变化进行比较,膀胱处于充盈状态时小肠、直肠、膀胱受照射体积百分率较膀胱排空时低($P<0.05$),膀胱和小肠的受照射剂量也同时降低($P<0.05$),说明宫颈癌术后放疗膀胱充盈状态可减少膀胱、小肠的照射剂量。何玉香等^[5]对直肠癌患者放疗不同膀胱充盈状态的研究显示,膀胱的充盈能显著降低小肠的剂量。Kim等^[6]研究盆腔放疗患者膀胱不同充盈对小肠照射的影响,结果显示膀胱充盈与排空相比,接受了90%、50%和30%剂量照射的小肠体积分别减少了82.0%(42.9 cm³)、70.9%(59.4 cm³)和67.1%(100.7 cm³)。Jain等^[7]研究发现排空膀胱,前列腺癌全盆腔放疗后急性肠道不良反应明显增加,多因素分析显示膀胱充盈程度是急性肠道不良反应的主要影响因素。

使膀胱保持一定的充盈度,并在分次治疗间尽可能保持一致,以保证靶区剂量的同时降低小肠及膀胱的反应是盆腔肿瘤放射治疗的一个共识。临床采用各种方法来保证膀胱充盈的一致性。其中排尿后灌注一定量的水是最为精确的方法,但在实际操

作中,插导尿管不仅增加病人的麻烦和痛苦,还容易引起尿路感染。口头憋尿训练简易可行,不增加病人痛苦,但尿量却难以掌控,由于尿液的分泌受诸多因素(如饮食、饮水、患者年龄等)的影响,实际放疗时膀胱体积还是存在很大变化^[8]。B超的尿量测定作为一种无损伤、精确度较高的检查最为适合,但是一般放疗科不配备B超设备,如果让病人在治疗前先去B超科测尿量的话存在诸多问题,如跨科室的合作、时间上的配合等。便捷式膀胱容量测定仪BladderScan BVI由于其体型小、便捷、快速等优势,能很好解决上述问题,在国外被提议应用于盆腔区域肿瘤放疗中评估膀胱体积^[9]。如Stam^[10]、O'Doherty^[11]等在前列腺癌放疗患者中,将膀胱容量测定仪BVI3000测得膀胱体积与CT勾画膀胱体积进行分析研究,认为两者之间存在强相关性($R=0.95$, $P<0.0001$; $R=0.88$, $P<0.0100$)。O'Shea等^[12]研究结果显示, BVI6100的膀胱容量测定与CT勾画无显著差异,绝对差值为 (-9.65 ± 10.21) mL, $t=-0.94$ 。近年来国内多家单位也开始应用此设备,如罗焕丽等^[9]对便携式膀胱容量B超测定仪BVI9400及超声系统iU22的对比研究显示,两者测量结果之间存在强相关($R=0.96$, $P<0.001$),认为BVI9400测量精度高且稳定性好。吴丽华等^[13]研究发现,不采用膀胱测定仪时,子宫颈癌患者分次放疗膀胱体积与定位时相比平均减小41%(范围-79%~29%,中位-50%);采用膀胱测定仪,放疗执行中膀胱体积与定位时基本一致。当然,也有报道针对BladderScan BVI6200的研究,指出没有足够的可靠性以代替传统超声诊断设备^[14]。

我科在2016年初引入国产便携式膀胱容量B超测定仪MD-6000,其应用的基本方法为超声测距原理,采用超声波进行机械扇形扫描,识别膀胱前后壁的反射波,每15°变换一个平面,以12个参考平面的面积为基准,采用体积积分算法计算出膀胱的容积,以膀胱投影位置越接近坐标中心为越准确,其容积测量范围为20~999 mL,容积测量精度为 $\leq \pm 15\%$ 。探头扫描时间约3 s,图像分析和容量计算约1~2 s,其操作简便,计算速度快。

在定位前让患者排空膀胱后饮一定量水,待膀胱充盈后让患者体会膀胱憋涨的感觉,并记住膀胱充盈的大约时间,嘱咐患者在家进行憋尿训练,寻找自身的膀胱充盈时间。在放射治疗前予以便携式膀胱容量B超测定仪进行测量监测,以保证在放射治疗时保持稳定的膀胱容量。经我科一年多的临床应用研究认为,国产便携式膀胱容量B超测定仪MD-6000不仅操作方便,测量速度快,而且准确性高,可重复

性好,对于盆腔肿瘤放疗患者在放疗期间的膀胱容量监测可信度高。主观憋尿训练再加上便携式B超仪的尿量测定监测,在维持分次放疗间膀胱容量稳定、减少靶位置移动方面具有重要的临床应用价值。

【参考文献】

- [1] PORTELANCE L, CHAO K S, GRIGSBY P W, et al. Intensity-modulated radiation therapy (IMRT) reduce small bowel, rectum, and bladder doses in patients with cervical cancer receiving pelvic and para-aortic irradiation[J]. *Int J Radiat Oncol Biol Phys*, 2001, 51(1): 261-266.
- [2] VAN DE BUNT L, VAN DER HEIDE U A, KETELAARS M, et al. Conventional conformal and intensity-modulated radiation therapy treatment planning of external beam radiotherapy for cervical radiation cancer: the impact of tumor regression[J]. *Int J Radiat Oncol Biol Phys*, 2006, 64(1): 189-196.
- [3] 张亮, 鞠永健, 王高仁, 等. 前列腺癌IMRT中膀胱充盈状态对靶区及OAR影响[J]. *中华放射肿瘤学杂志*, 2014, 23(5): 382-385.
ZHANG L, JU Y J, WANG G R, et al. Impacts of bladder filling status on dosimetric parameters of target volume and OAR in intensity-modulated radiotherapy for prostate cancer[J]. *Chinese Journal of Radiation Oncology*, 2014, 23(5): 382-385.
- [4] 毛睿, 何艳芬, 齐洪志, 等. 膀胱充盈状态对宫颈癌术后调强放疗靶区和危及器官的影响[J]. *中华实用诊断与治疗杂志*, 2013, 27(8): 794-796.
MAO R, HE Y F, QI H Z, et al. Influence of bladder state on target area and organ of intensity-modulated radiotherapy for postoperative cervical cancer [J]. *Journal of Chinese Practical Diagnosis and Therapy*, 2013, 27(8): 794-796.
- [5] 何玉香, 蔡勇, 朱向高, 等. 直肠癌盆腔放疗后肠受照射影响因素的研究[J]. *中华放射医学与防护杂志*, 2007, 27(5): 482-485.
HE Y X, CAI Y, ZHU X G, et al. Analysis of influence factors on the volume of pelvic bowel irradiated for rectal cancer [J]. *Chinese Journal of Radiological Medicine and Protection*, 2007, 27(5): 482-485.
- [6] KIM T H, CHIE E K, KIM D Y, et al. Comparison of the belly board device method and the distended bladder method for reducing irradiated small bowel volumes in preoperative radiotherapy of rectal cancer patients[J]. *Int J Radiat Oncol Biol Phys*, 2005, 62(3): 769-775.
- [7] JAIN S, LOBLAW D A, MORLON G C, et al. The effect of radiation technique and bladder filling on the acute toxicity of pelvic radiotherapy for localized high risk prostate cancer[J]. *Radiother Oncol*, 2012, 105(2): 193-197.
- [8] AHMAD R, HOOGE MAN M S, QUINT S, et al. Inter-fraction bladder filling variations and time trends for cervical cancer patients assessed with a portable 3-dimensional ultrasound bladder scanner [J]. *Radiother Oncol*, 2008, 89(2): 172-179.
- [9] 罗焕丽, 王颖, 李芳, 等. 便捷式膀胱容量测定仪BVI9400及超声系统iU22评估膀胱容量的对比研究[J]. *中国医疗器械杂志*, 2015, 39(4): 295-298.
LUO H L, WANG Y, LI F, et al. Comparative study on evaluating the bladder volume between bladder scan BVI9400 and ultrasound system iU22[J]. *Chinese Journal of Medical Instrumentation*, 2015, 39(4): 295-298.
- [10] STAM M R, VAN LIN E N, VAN DER VIGHT L P, et al. Bladder filling variation during radiation treatment of prostate cancer: can the use of a bladder ultrasound scanner and biofeedback optimize bladder filling[J]. *Int J Radiat Oncol Biol Phys*, 2006, 65(2): 371-377.
- [11] O'DOHERTYA U M, MCNAIR H A, NORMAN A R, et al. Variability of bladder filling in patients receiving radical radiotherapy to the prostate[J]. *Radiother Oncol*, 2006, 79(3): 335-340.
- [12] O'SHEA E, ARMSTRONG J, O'HARA T, et al. Validation of an external ultrasound device for bladder volume measurements in prostate conformal radiotherapy[J]. *Radiography*, 2008, 14(3): 178-183.
- [13] 吴丽华, 王颖, 靳富, 等. 便捷式膀胱扫描仪在子宫颈癌放疗执行中的应用及其重要性[J]. *中国医学物理学杂志*, 2016, 33(7): 654-657.
WU L H, WANG Y, JIN F, et al. Application and importance of portable bladder scanner in cervical cancer radiotherapy [J]. *Chinese Journal of Medical Physics*, 2016, 33(7): 654-657.
- [14] BECKERS G M, VAN DER HORST H J, FRANTZEN J, et al. The Bladder Scan 6200® is not accurate enough for use in a bladder retraining program[J]. *J Pediatr Urol*, 2013, 9(6): 904-909.

(编辑:陈丽霞)