

论 著

锥形束CT下膀胱充盈度对前列腺癌实际剂量分布影响

张天宇¹ 李彩虹² 昌志刚²
王沛沛² 李金凯² 孙新臣^{2,*}1.南京医科大学第一临床医学院
(江苏 南京 211166)2.南京医科大学第一附属医院放疗科
(江苏 南京 210029)

【摘要】目的 通过锥形束CT评估前列腺癌放疗期间膀胱充盈度差异对实际剂量分布变化的影响,为前列腺癌自适应放疗提供参考。方法 选取前列腺癌患者20例,每周进行1次CBCT扫描并在其上勾画靶区和危及器官。以治疗时CBCT与定位时CT的膀胱充盈差异入组,将同一患者的多套CBCT图像分为膀胱欠充盈组(-250~-50mL)和膀胱过充盈组(50~250mL)。将CT计划复制至CBCT上,使用密度覆盖法来计算CBCT计划剂量,并得到相应剂量分布,比较分析不同膀胱充盈情况下的剂量学差异。结果 20例患者共获得140套CBCT图像,膀胱欠充盈组和膀胱过充盈组分别入组40套和42套。CBCT计划剂量与定位CT计划剂量相比,下列剂量学参数差异有统计学意义($P<0.05$),膀胱欠充盈组中PTV处分剂量覆盖降低,膀胱和直肠的V60及膀胱的V70增加;膀胱过充盈组中,PTV处方剂量覆盖降低,膀胱的V60有所降低。结论 膀胱充盈差异会导致患者实际靶区覆盖降低,膀胱充盈不足时膀胱和直肠实际剂量会增加,膀胱过充盈时则可根据患者实际情况进行治疗。

【关键词】膀胱充盈度; 放射治疗; 锥形束CT; 剂量分布; 前列腺癌

【中图分类号】R445.3

【文献标识码】A

DOI:10.3969/j.issn.1672-5131.2023.05.035

Actual Dose Distribution of Volumetric Changes of Bladder Filling During Prostate Cancer Radiotherapy by Cone Beam CT

ZHANG Tian-yu¹, LI Cai-hong², CHANG Zhi-gang², WANG Pei-pei², LI Jin-kai², SUN Xin-chen^{2,*}.

1.Nanjing Medical University, Nanjing 211166, Jiangsu Province, China

2.Department of Radiotherapy, The First Affiliated Hospital with Nanjing Medical University, Nanjing 210029, Jiangsu Province, China

ABSTRACT

Objective To evaluate the clinical requirements and dose distribution of volumetric changes of bladder filling in prostate cancer radiotherapy by cone beam CT(CBCT). **Methods** A total of 20 patients were included in this study, each patients have 7 sets of CBCT, and the image data sets were contoured and calculated. Take the CT scans' bladder filling as reference (CBCT's bladder volume - CT's bladder volume), divided multiple CBCT sets of one patient into low bladder filling group (-250~-50 mL) and high bladder filling group (50~250 mL). The density override approach were used to get the CBCTs' HU and electron density, then copy the CT plan to CBCTs and recalculated CBCT plan to analyze the influence of the bladder filling difference on the target and organ at risk (OAR)'s dose parameters include PTV coverage, CI, HI and OAR's V70 Gy, V60 Gy etc. **Result** In total of 20 patients, a total of 140 CBCT image data sets were collected, the low bladder filling group and the high bladder filling group had 40 and 42 CBCT sets, respectively. Compared with CT Plan, the differences of the following parameters were of statistical significance ($P<0.05$). In the Low group, the prescription dose coverage of PTV were reduced to $95\%\pm3.61\%$, the V60 and V70 of bladder and rectum had increased by $5.22\%\pm6.37\%$, $5.29\%\pm6.18\%$, $3.01\%\pm4.60\%$, respectively; In the High group, the prescription dose coverage of PTV were reduced to $96.71\%\pm1.84\%$, V60 and V50 of bladder had decreased by $5.27(\pm1.77)\%$, $6.26(\pm3.04)\%$, respectively. **Conclusions** During treatment of prostate cancer patients, a better control of bladder filling is recommended to avoid the bladder volume difference between CT and CBCT, the inconsistent bladder filling states will cause actual target coverage were decreased, low bladder filling will cause bladder and rectum actual dose were increased, high bladder filling can be treated by patients actual situation.

Keywords: Bladder Filling; Radiotherapy; CBCT; Dose Distribution; Prostate Cancer

精准放射治疗是前列腺癌治疗的主要手段之一,其可以更好保护正常组织器官,降低放疗对肠道、泌尿系统的毒副作用^[1]。发挥精准放疗优势需要提高分次放疗的摆位精度^[2],包括减少患者分次间的摆位误差和分次内器官的运动和变形^[3]。研究表明,前列腺癌放疗中保持膀胱充盈的一致性有利于保护膀胱和直肠^[4-5]。临床实践中患者通过自主意识来控制膀胱往往会产生较大差异^[28],因此常使用膀胱测量仪,锥形束CT(cone beam computed tomography, CBCT)图像验证等来确认患者膀胱充盈是否达到要求。以往的研究多数针对膀胱充盈一致的情况进行探讨, Fujioka, C^[6]等人提出膀胱充盈应为100-250mL, Eric Pei^[7]等人提出用膀胱每日充盈量衡量,每日充盈量为当日CBCT膀胱体积与计划CT膀胱体积的百分比,当其在82%至113%之间时可减少前列腺的腔内位移。

但临床实践中往往会出现膀胱充盈度不足或者过度等情况,针对此情形鲜有报道,因此仅了解膀胱体积差异而无法判断其是否会对实际剂量分布产生影响。此时多数机构会选择让患者继续等待或者重新充盈膀胱,这样不仅降低了临床的治疗效率也增加了患者不必要的负担。因此本研究的目的是探讨前列腺癌放疗中,膀胱充盈度出现较大差异时,患者实际剂量分布是否与计划剂量分布有显著差异,是否能满足临床需求进行治疗。

1 资料与方法

1.1 临床资料 本研究回顾性的纳入2020年6月至2022年3月在江苏省人民医院放疗科进行前列腺癌根治性放疗患者20名,患者年龄为43~72岁,中位年龄为58岁。所有病例均经穿刺病理活检确诊。均在医科达AXESSE加速器上进行放疗,正常治疗期间每周行一次CBCT扫描。所有患者图像均经过科室及患者同意后获取。

1.2 图像获取 患者取仰卧位,热塑体模固定,定位和放疗前,先排空膀胱和直肠,然后饮水800mL,约30分钟后或患者主诉有尿意时,通过超声膀胱测量仪测量膀胱体积后进行CT扫描或CBCT扫描。CT扫描选择西门子大孔径CT模拟机,扫描范围自第一腰椎上缘至坐骨结节下5cm,重建层厚和层间距5mm。CBCT扫描每周一次,选择医科达AXESSE加速器机载XVI系统,其扫描条件以靶区为中心360°全弧扫描,射野大小(FOV)选择M20,滤过条件选择F1,图像重建层厚与计划CT相同为5mm。获取的图像通过DICOM RT格式传输至MonacoSim工作站靶区勾画系统,由肿瘤医生勾画靶区及危及器官(organ at risk, OAR)。

1.3 治疗计划设计 所有CT及CBCT图像的靶区和OAR均由同一名肿瘤医生根据RTOG 0815协议进行勾画。对于前列腺癌根治放疗患者,其临床靶区体积(clinical target

【第一作者】张天宇,男,硕士研究生,主要研究方向:肿瘤放射治疗技术。Email: 703208581@qq.com

【通讯作者】孙新臣,男,教授,主要研究方向:肿瘤放射治疗。Email: sunxinchen123@hotmail.com

volume, CTV)为CT扫描可见的前列腺和精囊。计划靶区体积(planning target volume, PTV)为CTV在除后方外扩5mm外其余各个方向外扩8mm。其余勾画包括直肠、膀胱、股骨头、小肠等。治疗计划的设计和优化均在MONACO V5.11放疗计划系统中进行,采用容积旋转调强技术。患者的放疗处方为PTV 66Gy/33次,处方剂量覆盖要达到95%以上。OAR剂量限制为直肠: V70 Gy<10%, V60 Gy<30%, V50 Gy<40%;膀胱: V70 Gy<10%, V60 Gy<20%, V50 Gy<30%;股骨头: V50 Gy<5%, V35 Gy<15%和小肠: V50Gy<5%, Dmax<52 Gy。

1.4 CBCT的剂量计算及评估 CBCT剂量采用密度覆盖法(density override approach)^[24-26]进行计算。CBCT中勾画的靶区及OARs的HU及电子密度覆盖值由该患者定位CT上相应勾画体积来确定。将计划CT与校准后CBCT以骨性配准为主辅以前列腺进行配准,把放疗计划复制到校准后的CBCT图像中,以该计划中心进行剂量计算。

收集计划CT与CBCT中的PTV处方剂量(66 Gy)覆盖率,临床要求需超过95%,并用适形性指数(Conformity index, CI)和均匀性指数(homogeneity index, HI)评估计划质量^[8-9]。OAR中收集膀胱、直肠、股骨头的各项剂量。

1.5 病例图像分组 每个病例回顾性选取每周一次的CBCT图像共7次,定位和治疗前通过超声膀胱测量仪来测量病例的膀胱充盈体积。以治疗时CBCT与定位时CT的膀胱充盈差异(CBCT -CT)入组,将同一患者的多套CBCT图像分为膀胱欠充盈组(-250~-50mL)和膀胱过充盈组(50~250mL)。

1.6 统计学分析 所得数据使用SPSS 25.0进行分析,所得数据均满足正态分布,计量数据用均值±标准差表示,采用配对t检验进行统计学分析,α值取0.05, P<0.05则认为有统计学差异。

2 结果

2.1 CBCT与计划CT的膀胱充盈度差异 本研究共收集了20个病例, 140套CBCT图像,膀胱欠充盈组和膀胱过充盈组分别入组40套和42套。定位CT中的膀胱体积为284.32±112.35mL,膀胱过充盈组相较于定位CT膀胱增大了66.79%±30.32%,膀胱欠充盈组则减少了52.09%±21.03%。

2.2 CBCT之间的剂量分布差异

2.2.1 靶区剂量 CBCT的靶区剂量计算结果如表1所示。与定位CT计划相比,膀胱欠充盈组和膀胱过充盈组的PTV处方剂量覆盖V66 Gy均降低,并有统计学差异(P<0.05),其中膀胱欠充盈组有7例数据低于95%;均匀度和适形性方面,膀胱欠充盈组的CI低于定位CT计划,有统计学差异(P<0.05)。

2.2.2 危及器官剂量 危及器官剂量参数如表2所示,与定位CT计划相比,在膀胱剂量方面,膀胱欠充盈组膀胱的V70 Gy, V60 Gy, V50 Gy均增加;膀胱过充盈组中V60 Gy, V50 Gy均降低;在直肠剂量方面,膀胱欠充盈组直肠的V60 Gy, V50 Gy均增加;膀胱过充盈组则无显著差异(P>0.05)。其他危及器官如小肠,股骨头等定位CT与CBCT剂量均无显著差异(P>0.05)。图2为膀胱和直肠的CBCT与定位CT的剂量差异误差条形图。

从结果看,膀胱欠充盈组PTV处方剂量覆盖出现不足95%的个例,其膀胱实际剂量增加,超出临床限值;直肠实际剂量增加但仍在临床限值内;膀胱过充盈组PTV处方剂量覆盖未出现低于95%的个例,该组OARs的实际剂量分布均在临床限值内。

2.3 同一患者不同膀胱充盈度下的实际剂量分布 图2为同一患者计划CT与膀胱欠充盈和膀胱过充盈时的剂量分布图。由DVH图可以看出该患者在膀胱充盈出现差异时CTV处方剂量覆盖要低于CT计划,而膀胱欠充盈时膀胱和直肠实际剂量要高于CT计划及膀胱过充盈时的剂量,股骨头方面的剂量则无明显差异。

表1 P-CT和CBCT的PTV剂量学参数比较(%)

靶区	剂量学参数	P-CT	Low	High
PTV	V66	97.89±1.02	95±3.61 ^a	96.71±1.84 ^b
	CI	0.73±0.03	0.69±0.11 ^a	0.71±0.07
	HI	1.23±0.05	1.22±0.10	1.24±0.08

注: PTV: Planning target volume.其中“P-CT”代表定位CT计划,“Low”和“High”分别代表CBCT计划的两组:膀胱欠充盈组和膀胱过充盈组。“a”代表Low与P-CT相比有统计学差异(P<0.05)的剂量参数,从上往下t值分别为4.46, -2.75;“b”代表High与P-CT相比有统计学差异(P<0.05)的剂量参数,t值为4.83。

表2 P-CT和CBCT的OARs剂量学参数比较(%)

危及器官	剂量学参数	P-CT	Low	High
膀胱	V70	6.59±1.16	9.60±5.76 ^a	4.20±2.33
	V60	15.18±1.78	20.40±8.15 ^a	9.91±3.55 ^b
	V50	19.08±2.42	26.39±8.89 ^a	12.82±4.17 ^b
	V30	30.61±5.06	42.74±11.93 ^a	19.98±6.26 ^b
直肠	V70	2.44±1.15	5.27±6.26	2.56±3.23
	V60	11.56±6.75	16.85±12.98 ^a	9.62±6.64
	V50	23.01±7.92	26.63±14.92 ^a	18.77±8.15
	V30	47.09±9.59	50.74±14.16	43.62±5.87
左股骨头	V30	9.15±2.87	9.44±4.23	9.16±3.55
右股骨头	V30	5.33±2.34	5.10±3.33	5.75±2.83

注: OAR: Organ at risk.其中“P-CT”代表定位CT计划,“Low”和“High”分别代表CBCT计划的两组:膀胱欠充盈组和膀胱过充盈组。“a”代表Low与P-CT相比有统计学差异(P<0.05)的剂量参数,从上往下t值分别为-3.78, -3.62, -4.24, -5.71, -2.69, -2.40; b代表High与P-CT相比有统计学差异(P<0.05)的剂量参数,从上往下t值分别为8.14, 8.80, 9.48。

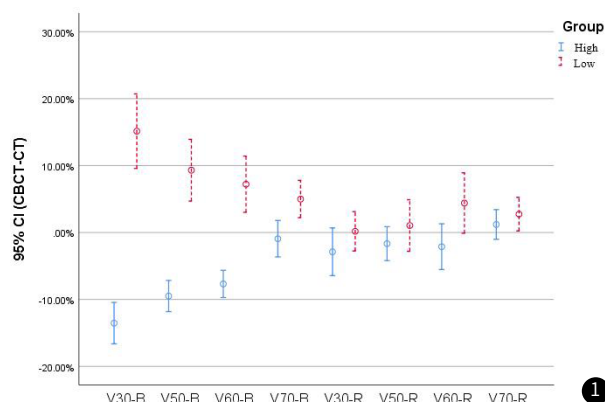
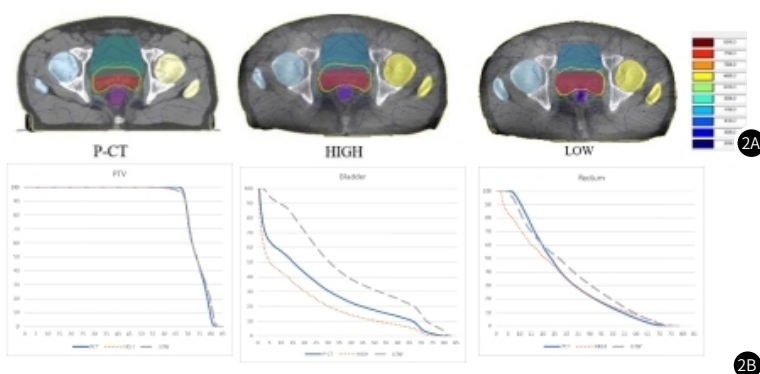


图1 膀胱和直肠的CBCT与P-CT的剂量参数差异误差条形图。注:“P-CT”代表定位CT计划,“Low”和“High”分别代表CBCT计划的两组:膀胱欠充盈组和膀胱过充盈组。图为CBCT剂量参数与P-CT剂量参数差值,正数代表高于P-CT,负数代表低于P-CT。VX-B为膀胱剂量参数,VX-R为直肠剂量参数。蓝色实线为High组,红色虚线为Low组。误差条对应于95%置信区间。图2 同一患者P-CT与High、Low的剂量分布图。注:“P-CT”代表定位CT计划,“Low”和“High”分别代表CBCT计划的两组:膀胱欠充盈组和膀胱过充盈组。图2A:从左到右依次为P-CT, High, Low;图2B:从左到右依次为PTV, BLADDER, RECTUM。DVH图中实线为P-CT,细虚线为High,粗虚线为Low



3 讨论

目前CBCT的剂量计算有多种方法,相关研究表明采用CBCT特定位点校正曲线法(CBCT site-specific calibration curve)等方法的剂量计算结果是准确、高效的^[26-27],如图2中CBCT剂量分布所示,可以近似得到患者在实际治疗中的各项剂量分布。有研究表明,在前列腺癌放疗过程中,膀胱和直肠的位置和形状会发生变化^[10]。在图像引导放疗和CBCT的应用下可以提高放射治疗靶点定位和剂量传递的准确性^[11]。尽管通过刚性配准可以纠正患者摆位错误,但如图2中的DVH所示,其靶区、直肠和膀胱实际受照剂量与计划剂量不同。这种差异是由于膀胱和直肠在每次治疗时的变化而导致的^[12-13]。David Pearson等人发现前列腺癌IMRT中膀胱所受到的剂量会随着膀胱体积的增加而减少,直肠则正好相反^[12]。M. Roch等人提出治疗期间膀胱充盈度不应低于计划CT时,以降低膀胱所受剂量^[14]。保证患者治疗时膀胱充盈度与定位时一致尤为重要,但治疗期间膀胱往往是变化的,因此当膀胱充盈度出现差异时,患者是否可以接受治疗,其实际受照剂量能否满足临床要求则为本研究的重点。

膀胱的充盈程度是造成剂量差异的关键因素。本研究发现患者膀胱充盈不足时靶区实际剂量覆盖不满足临床要求的高于95%,适形性变差。膀胱实际所受剂量要高于计划剂量,而患者膀胱过度充盈时则相反,如表2和图2所示,与李克新等人^[15]的结论相同。当每日膀胱充盈较差(即低于计划50mL以上)时,直肠的中高剂量区(30~60Gy)剂量增加。这是由于膀胱充盈不足时,前列腺靶区及直肠会往膀胱方向运动而导致靶区脱离剂量覆盖区,而直肠则进入了中高剂量区,使其剂量增加,而膀胱则更加关注膀胱壁的受照剂量^[16],当充盈不足时膀胱壁会相对收缩其各项受照剂量均有所增加,此时患者危及器官的实际受照剂量已超出临床可接受范围,患者不应接受治疗。赵永亮等人^[17]在宫颈癌放疗中也有相近的结论。这是由于膀胱体积增加时会向侧、后方扩张^[18],但到一定值后由于前列腺和直肠的阻挡,膀胱不会继续向后下方扩张而更倾向于向上扩张^[16,19]。当膀胱过充盈时,其高剂量区(如70 Gy)的受照剂量的绝对体积仅会些许增加,且多为膀胱内液体,而随着膀胱整体体积的增加,膀胱受到高剂量照射体积占整体膀胱体积的百分比会降低,因此会降低部分高剂量的增加所带来的风险^[20],而前列腺靶区实际剂量覆盖、直肠及其他OARs的剂量则不会产生较大的影响。

随着图像引导放疗的普遍应用,图像引导自适应放疗也逐渐发展起来。在前列腺癌放疗中该技术可以有效解决因膀胱充盈而产生靶区变形运动等问题,并降低膀胱和直肠放疗并发症的概率^[21-23]。本研究基于CBCT图像来探索在面对膀胱充盈差异时患者实际受照剂量与计划间差异,从而及时做出相应的调整,来降低患者承担的风险并提高治疗效率。

本研究中的数据量有限,仅适用于前列腺区根治性放疗患者,没有考虑到直肠在治疗期间的变化,但由于我们机构严格要求患者在定位和治疗前排空直肠,所以直肠在治疗期间的变化并不显著,其剂量差异也并不明显。虽然本研究结论较为局限,但仍可以看出,当膀胱欠充盈时,患者实际受照剂量高于计划剂量,不满足临床要求,不应进行治疗,膀胱过充盈时则可以在临床医生指导下进行治疗。我们希望能给患者数较多的其他机构提供一定的参考,以提升治疗效率,降低患者负担。

本文通过密度覆盖法计算CBCT剂量,得到患者不同膀胱充盈度下的实际剂量分布,膀胱充盈差异会导致靶区剂量覆盖不足,膀胱充盈不足时膀胱和直肠实际剂量会增加,膀胱过充盈时则无较大差异可根据患者实际情况进行治疗。

参考文献

- [1]Baskar R, Lee K A, Yeo R, et al. Cancer and radiation therapy: current advances and future directions[J]. Int J Med Sci. 2012, 9(3): 193-199.
- [2]Kupelian P A, Langen K M, Zeidan O A, et al. Daily variations in delivered doses in patients treated with radiotherapy for localized prostate cancer[J]. Int J Radiat Oncol Biol Phys. 2006, 66(3): 876-882.
- [3]Lawes R, Carter E, Hussein M, et al. Retrospective audit of inter-fraction motion for pelvic node radiotherapy in prostate cancer patients[J].

- Radiography. 2021, 27(2): 266-271.
- [4]张亮, 鞠永健, 王高仁, et al. 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.
- [5]Nakamura N, Shikama N, Takahashi O, et al. The relationship between the bladder volume and optimal treatment planning in definitive radiotherapy for localized prostate cancer[J]. Acta Oncol. 2012, 51(6): 730-734.
- [6]Fujioka C, Ishii K, Yamanaga T, et al. Optimal bladder volume at treatment planning for prostate cancer patients receiving volumetric modulated arc therapy[J]. Pract Radiat Oncol. 2016, 6(6): 395-401.
- [7]Pang E, Knight K, Hussain A, et al. Reduction of intra-fraction prostate motion - Determining optimal bladder volume and filling for prostate radiotherapy using daily 4D TPUS and CBCT[J]. Tech Innov Patient Support Radiat Oncol. 2018, 5(12): 9-15.
- [8]Feuvret L, Nol G, Mazeron J J, et al. Conformity index: A review[J]. Int J Radiat Oncol Biol Phys. 2006, 64(2): 333-342.
- [9]Anon. Prescribing, Recording, and Reporting Photon-Beam Intensity-Modulated Radiation Therapy (IMRT): Contents. [J]. Journal of the ICRU. 2018, 10(1): NP.
- [10]Yang Y, Schreibmann E, Li T, et al. Evaluation of on-board kV cone beam CT (CBCT)-based dose calculation[J]. Phys Med Biol. 2007, 52(3): 685-705.
- [11]Li T, Thongphiew D, Zhu X, et al. Adaptive prostate IGRT combining online re-optimization and re-positioning: a feasibility study[J]. Phys Med Biol. 2011, 56(5): 1243-1258.
- [12]Pearson D, Gill S K, Campbell N, et al. Dosimetric and volumetric changes in the rectum and bladder in patients receiving CBCT-guided prostate IMRT: analysis based on daily CBCT dose calculation[J]. J Appl Clin Med Phys. 2016, 17(6): 107-117.
- [13]Mcparland N, Pearson M, Wong J, et al. Quantifying daily variation in volume and dose to the prostate, rectum and bladder using cone-beam computerised tomography[J]. Journal of radiotherapy in practice. 2014, 13(1): 79-86.
- [14]Roch M, Zapatero A, Castro P, et al. Dosimetric impact of rectum and bladder anatomy and intrafractional prostate motion on hypofractionated prostate radiation therapy[J]. Clinical & translational oncology. 2021, 23(11): 2293-2301.
- [15]李克新, 鞠永健, 曹丽媛, 等. 前列腺癌患者定位与调强放疗时膀胱充盈程度不一致对剂量学参数的影响[J]. 中华放射医学与防护杂志. 2019(03): 192-196.
- [16]Palorini F, Botti A, Carillo V, et al. Bladder dose-surface maps and urinary toxicity: Robustness with respect to motion in assessing local dose effects[J]. Phys Med. 2016, 32(3): 506-511.
- [17]赵永亮, 吴建亭, 金建华, 等. 宫颈癌术后放疗不同体位膀胱充盈程度对危及器官的影响[J]. 中国医学物理学杂志. 2021, 38(01): 11-14.
- [18]Gurjar O P, Arya R, Goyal H A. Study on prostate movement and dosimetric variation because of bladder and rectum volumes changes during the course of image-guided radiotherapy in prostate cancer[J]. Prostate International. 2020, 8(2): 91-97.
- [19]Hoogeman M S, Peeters S T, de Bois J, et al. Absolute and relative dose-surface and dose-volume histograms of the bladder: which one is the most representative for the actual treatment? [J]. Phys Med Biol. 2005, 50(15): 3589-3597.
- [20]Casares-Magaz O, Moiseenko V, Hopper A, et al. Associations between volume changes and spatial dose metrics for the urinary bladder during local versus pelvic irradiation for prostate cancer[J]. Acta Oncologica. 2017, 56(6): 884-890.
- [21]王锐凌, 张书旭, 林生趣. 肿瘤精确放疗新进展——图像引导自适应放疗[J]. 中国医学物理学杂志. 2012, 29(4): 3467-3471.
- [22]江波, 陈杰, 张达光, 等. 自适应放疗研究现状及进展[J]. 中华放射医学与防护杂志. 2014, 34(1): 73-76.
- [23]Antico M, Prinsen P, Cellini F, et al. Real-time adaptive planning method for radiotherapy treatment delivery for prostate cancer patients, based on a library of plans accounting for possible anatomy configuration changes[J]. PLoS One. 2019, 14(2): e213002.
- [24]Fotina I, Hopfgartner J, Stock M, et al. Feasibility of CBCT-based dose calculation: comparative analysis of HU adjustment techniques[J]. Radiother Oncol. 2012, 104(2): 249-256.
- [25]Onozato Y, Kadoya N, Fujita Y, et al. Evaluation of on-board kV cone beam computed tomography-based dose calculation with deformable image registration using Hounsfield unit modifications[J]. Int J Radiat Oncol Biol Phys. 2014, 89(2): 416-423.
- [26]Giacometti V, King R B, Agnew C E, et al. An evaluation of techniques for dose calculation on cone beam computed tomography[J]. British journal of radiology. 2019, 92(1096): 20180383.
- [27]Dunlop A, Mcquaid D, Nill S, et al. Comparison of CT number calibration techniques for CBCT-based dose calculation[J]. Strahlenther Onkol. 2015, 191(12): 970-978.
- [28]陈路, 李运芳, 汤沛, 等. 前列腺癌患者术后尿失禁发生现状及影响因素[J]. 罕少疾病杂志. 2022, 29(4): 56-57.

(收稿日期: 2022-10-27)

(校对编辑: 谢诗婷)