

· 论 著 · DOI:10.3969/j.issn.1672-9455.2019.18.008

前列腺癌的三维适形放射治疗和调强放射治疗的剂量学比较*

林建海,程惠华,陈杰,骆华春[△]

中国人民解放军联勤保障部队第九〇〇医院放疗科,福建福州 350025

摘要:目的 比较前列腺癌放射治疗(以下简称“放疗”)中三维适形放疗和调强放疗的剂量学差异。方法 分别对 12 例前列腺癌患者运用 Oncentra MasterPlan 治疗计划系统进行三维适形放疗和调强放疗计划的设计,处方剂量均为 7 200 cGy。在保证 95% 计划靶区体积达到处方剂量要求前提下,比较两种方法靶区和周围危及器官的剂量分布。结果 三维适形放疗与调强放疗都可达到处方剂量 95% 体积计划靶区的要求。调强放疗和三维适形放疗计划的适形度指数(CI)分别为 0.75 ± 0.04 、 0.67 ± 0.03 ,均匀性指数(HI)分别为 1.06 ± 0.02 、 1.08 ± 0.02 。调强放疗的 CI 和 HI 均优于三维适形放疗,差异均有统计学意义($P < 0.05$)。调强放疗中,直肠 V_{40} 、 V_{50} 、 V_{70} 、靶区平均受量(D_{mean})均低于三维适形放疗,差异均有统计学意义($P < 0.05$)。调强放疗中,双侧股骨头 D_{max} 低于三维适形放疗,差异有统计学意义($P < 0.05$)。结论 前列腺癌放疗中,调强放疗的靶区适形度和剂量均匀性优于三维适形放疗,具有明显的剂量学优势。

关键词:前列腺癌; 三维适形放射治疗; 调强放射治疗; 剂量学

中图分类号:R735.1

文献标志码:A

文章编号:1672-9455(2019)18-2617-03

Comparison of dose distribution between three-dimensional conformal therapy and intensity modulated radiation therapy in prostate cancer*

LIN Jianhai, CHENG Huihua, CHEN Jie, LUO Huachun[△]

Department of Radiotherapy, the 900th Hospital of the Joint Logistics Team, Fuzhou, Fujian 350025, China

Abstract: Objective To analysis and compare the dosimetric differences of prostate cancer between the three-dimensional conformal therapy and intensity modulated radiation therapy (IMRT). **Methods** Three-dimensional conformal therapy plan and IMRT were designed by using Oncentra MasterPlan treatment planning system for 12 patients with prostate cancer. And the prescribed dose was 7 200 cGy. Totally 95% volume of planned target area volume (PTV) was ensure to achieve to the prescribed dose requirements, and dose distribution about PTV and organ at risk (OAR) according to the dose volume histograms in two physical plan were compared. **Results** Both three-dimensional conformal therapy and IMRT could meet the requirement for prescribed dose cover the 95% volume of the PTV. Conformal index (CI) of IMRT and three-dimensional conformal therapy were 0.75 ± 0.04 and 0.67 ± 0.03 , and Homogeneity index (HI) were 1.06 ± 0.02 and 1.08 ± 0.02 . CI and HI of IMRT were higher than three-dimensional conformal therapy, and the difference was statistically significant ($P < 0.05$). In IMRT, the values of V_{40} , V_{50} , V_{70} and D_{mean} were significantly lower than that of three-dimensional conformal therapy ($P < 0.05$). And in IMRT, the D_{max} of bilateral femoral head was better than three-dimensional conformal therapy ($P < 0.05$). **Conclusion** Dose distribution in IMRT is better than three-dimensional conformal therapy in prostate cancer radiotherapy.

Key words: prostate cancer; three-dimensional conformal radiotherapy plan; intensity modulated radiation therapy; dosimetry

前列腺癌是发达国家男性最常见的肿瘤,伴随着我国经济发展水平的不断提高,前列腺癌的发病率也在逐年升高,成为威胁男性健康的主要疾病。放射治疗(以下简称“放疗”)是前列腺癌治疗的主要手段之一^[1]。科技的发展促使放疗从早期的常规放疗向三维适形放疗、调强放疗以及立体定向放疗等更为精确

的放疗技术转变。放疗的目的是最大程度地杀死靶区内的肿瘤细胞,同时尽量减少周围危及器官的受量,即治疗增益比的最大化。三维适形放疗和调强放疗可以有效提高靶区内肿瘤病灶的局部控制率,降低复发率,同时有效降低周围危及器官的受量^[2]。本研究着重观察前列腺癌放疗中三维适形与调强放疗在

* 基金项目:福建省自然科学基金项目(2018J01346)。

作者简介:林建海,男,助理工程师,主要从事肿瘤放射物理方面的研究。 [△] 通信作者, E-mail:luohuachun@hotmail.com。

靶区以及盆腔内各危及器官剂量分布情况。

1 资料与方法

1.1 一般资料 选择 2016 年 1—7 月本院收治的 12 例病理均证实为前列腺癌的患者,年龄 59~84 岁,中位年龄 78 岁。纳入标准:全部患者需接受原发灶根治性放疗,且无淋巴转移和远处转移。12 例患者均使用三维适形放疗和调强放疗。

1.2 方法

1.2.1 定位 首先制作热可塑膜。患者套膜在 GE lightspeed CT 上行增强扫描,层厚、层距皆为 5 mm;扫描结束后将图像从 pinnacle 系统传至 Oncentra MasterPlan 治疗计划系统。

1.2.2 靶区勾画 勾画靶区,包括整个前列腺及其包膜,考虑到器官运动和摆位误差,上下左右各外放 10 mm,考虑到前后是膀胱和直肠,因此前后外放 5 mm,形成计划靶区^[3]。同时,勾画膀胱、直肠、股骨头等周围危及器官。

1.2.3 计划设计 每例患者分别设计三维适形放疗和调强放疗计划。三维适形放疗计划:实行 5 野缩野照射(0°、72°、144°、216°、288°),采用反复试验及矫正法,至少 95% 的计划靶体积 (PTV) 达到处方剂量 7 200 cGy,危及器官的受量尽量低,PTV 内接受的最高剂量 ≤ 110% 的处方剂量。调强计划:采用 7 野(0°、51°、102°、153°、207°、258°、309°)共面等中心照射。射野权重尽量避开周围危及器官,危及器官受量参考:膀胱 V₅₀(膀胱受到 50 Gy 剂量的体积占膀胱总体积的百分比) ≤ 50%,直肠 V₄₀ ≤ 50%、V₅₀ ≤ 40%、V₇₀ ≤ 20%,左右股骨头 V₅₅ ≤ 5%。

1.2.4 观察指标 应用剂量体积直方图和平面二维等剂量线分布图对三维适形计划和调强计划进行评价。主要参数:靶区平均受量(D_{mean})、靶区最大受量(D_{max})、5% 体积的靶区受量(D_{5%})、95% 体积的靶区

受量(D_{95%})、95% 等剂量线包住的靶区体积(VT₉₅)和总体积(V₉₅)、周围危及器官的受量等。计算不同计划的靶区适形度指数(CI)、靶区剂量均匀性指数(HI)。其中 $CI = (V_{\text{tref}}/V_t) \times (V_{\text{tref}}/V_{\text{ref}})^{[4]}$,其中 V_t 为靶体积, V_{tref} 为处方剂量所包绕的靶区体积, V_{ref} 为处方剂量所包绕的所有区域的体积, CI 值为 0~1, 越接近 1, 说明靶区适形度越好。 $HI = D_{5\%}/D_{95\%}^{[5]}$, HI 值越小说明靶区内剂量分布越均匀。

1.3 统计学处理 采用 SPSS17.0 软件进行数据处理。计量资料采用 $\bar{x} \pm s$ 表示,组间比较采用两独立样本 t 检验。以 P < 0.05 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 两种放疗方法 PTV 靶区剂量 HI、CI 比较 调强放疗 PTV 的 D_{max}、HI 与 CI 均优于三维适形放疗,差异均有统计学意义(P < 0.05)。见表 1。

表 1 三维适形放疗与调强放疗 PTV 靶区剂量、HI、CI 的比较($\bar{x} \pm s$)

治疗方法	D _{mean} (Gy)	D _{max} (Gy)	HI	CI
三维适形放疗	75.25 ± 0.75	80.15 ± 1.73	1.08 ± 0.02	0.67 ± 0.03
调强放疗	75.06 ± 0.40	78.10 ± 1.61	1.06 ± 0.02	0.75 ± 0.04
t	-0.412	-2.989	-2.613	-5.454
P	0.684	0.007	0.016	0.000

2.2 两种放疗方法周围危及器官剂量比较 调强放疗中,直肠 V₄₀、V₅₀、V₇₀、D_{mean} 均低于三维适形放疗,差异均有统计学意义(P < 0.05)。调强放疗中,膀胱 V₅₀ 高于三维适形计划,但膀胱 D_{mean} 相差不大,两种方法比较差异无统计学意义(P > 0.05)。调强放疗中,双侧股骨头的 D_{max} 低于三维适形放疗,差异有统计学意义(P < 0.05)。见表 2。

表 2 三维适形放疗与调强放疗周围危及器官剂量的比较($\bar{x} \pm s$)

治疗方法	直肠 V ₄₀ (%)	直肠 V ₅₀ (%)	直肠 V ₇₀ (%)	直肠 D _{mean} (Gy)	膀胱 V ₅₀ (%)	膀胱 D _{mean} (Gy)	左侧股骨头 D _{max} (Gy)	右侧股骨头 D _{max} (Gy)
三维适形放疗	48.62 ± 1.36	34.66 ± 2.86	13.65 ± 2.64	46.08 ± 4.77	40.29 ± 10.16	39.56 ± 8.19	51.85 ± 3.45	52.00 ± 3.10
调强放疗	42.84 ± 4.90	30.51 ± 2.78	7.11 ± 2.62	36.98 ± 2.93	35.32 ± 9.06	39.72 ± 8.55	48.35 ± 2.97	47.07 ± 2.87
t	3.936	3.606	6.095	5.631	1.265	-0.045	2.654	4.040
P	0.001	0.002	<0.001	<0.001	0.219	0.965	0.015	0.010

3 讨论

传统的放疗中,成功治疗前列腺癌的关键是如何平衡好肿瘤控制和周围危及器官损伤的关系。三维适形放疗现已广泛运用于前列腺癌的放疗中,也已经取得了较好的效果^[6-7]。但三维适形放疗在剂量达到一定水平后,随着 PTV 靶区剂量的增加,周围危及器官的剂量也超过了耐受值,造成了不良反应发生率的

提高,极大影响了放疗的效果^[8]。而调强放疗在剂量分布方面却有着技术上的一定优势,理论上来说,调强放疗的照射野越多,能够调整的空间也就越大,而子野数的增加也使高剂量分布区在三维空间分布上能够与靶区高度适形,特别是产生的凹形等剂量线可显著降低紧贴肿瘤的周围危及器官的剂量。但照射野越多,进行质量保证、剂量验证及治疗所花费的时

间就越多,同时进入低剂量照射区域的正常组织就越多,增加了放疗诱导二维原发肿瘤的概率^[9-10]。金大伟等^[11]通过对不同调强放疗方案进行比较,认为 7 野等角度射野安排,靶区剂量均匀度、靶区适形度最好,双侧股骨头受量最小,子野数目也较少,适合作为调强放疗的优先选择。因此本研究同样采用了 7 野调强放疗方案。

本研究中,三维适形放疗计划均经多次设计,反复矫正和调整,为了便于与调强放疗计划进行比较,优先满足 PTV 靶区的剂量要求。本研究结果显示,三维适形放疗的 CI 低于调强放疗,HI 高于调强放疗。说明调强放疗在靶区剂量分布上优于三维适形放疗,靶区受量更均匀,适形度更好。除此之外,周围危及器官的剂量结果也反映出三维适形放疗在保护周围危及器官方面差于调强放疗。一方面是由于三维适形放疗下的前列腺癌 PTV 剂量学要求与膀胱和直肠的受量之间存在天然矛盾,在无法通过调整射野和权重改变周围危及器官的受量时,降低膀胱和直肠的受量势必导致 PTV 靶区的剂量下降。另一方面也说明调强放疗技术中的子野照射可以减少周围危及器官受到多余剂量^[12]。

综上所述,在前列腺癌放疗中,调强放疗较三维适形放疗有更好的靶区适形度和剂量均匀性。而调强放疗相对三维适形放疗并未在直肠和膀胱的保护方面体现出明显的剂量学优势。考虑到调强放疗在靶区适形度和均匀性方面的优势显著,因此,调强放疗在前列腺癌治疗中具有较高的应用价值。但本研究仅限于分析剂量学分布,临床上是否真正能降低上述器官和组织的放射毒性反应,有待于进一步探讨。另外,限于本样本数量有限,本研究结果的稳定性也受到一定影响。

参考文献

[1] DUCHESNE G M. Radiation for prostate cancer[J]. *Lancet Oncol*, 2001, 2(2): 73-81.

[2] ZELEFSKY M J, LEIBEL S A, GAUDIN P B, et al. Dose

(上接第 2616 页)

uterine artery chemoembolization combined with dilation and curettage for treatment of cesarean scar pregnancy: a method for preserving the uterus[J]. *J Obstet Gynaecol Res*, 2013, 39(6): 1153-1158.

[12] 章晓乐, 何培芝, 胡春花, 等. 子宫动脉栓塞化疗后内窥镜下孕囊定位吸引术治疗剖宫产切口妊娠临床研究[J]. *生殖医学杂志*, 2016, 25(10): 943-946.

[13] 姚志敏, 申太忠, 陈雯. 子宫动脉栓塞联合清宫术治疗早期瘢痕妊娠(附 21 例报道)[J]. *中国介入影像与治疗学*, 2016, 13(6): 334-337.

escalation with three-dimensional conformal radiation therapy affects the outcome in prostate cancer[J]. *Int J Radiat Oncol Biol Phys*, 1998, 41(3): 491-500.

[3] 邓瑾, 郑荣辉, 张秀萍, 等. 前列腺癌调强放疗和三维适形放疗临床剂量学研究[J]. *肿瘤学杂志*, 2010, 16(6): 478-481.

[4] FEUVRET L, NOEL G, MAZERON J J, et al. Conformity index: a review[J]. *Int J Radiat Oncol Biol Phys*, 2006, 64(2): 333-342.

[5] 鞠永健, 王高仁, 曹丽媛, 等. 前列腺癌患者调强放疗计划中不同算法计算结果分析[J]. *中国辐射卫生*, 2013, 22(4): 385-387.

[6] TRAMACERE F, ARCANGELI S, PIGNATELLI A, et al. Hypofractionated Dose Escalated 3D Conformal Radiotherapy for Prostate Cancer: Outcomes from a Mono-Institutional Phase II Study[J]. *Anticancer Res*, 2015, 35(5): 3049-3054.

[7] HAUGNES H S, MELBY B, LARSEN K M, et al. Assessment of late urinary, bowel and sexual function after dose escalation from 70 to 76 Gy using image-guided radiotherapy in curative treatment of prostate cancer[J]. *Scand J Urol Nephrol*, 2012, 46(2): 124-132.

[8] 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, 39(3): 192-196.

[9] 高璇, 李克新, 鞠永健, 等. 前列腺癌患者调强放疗中的摆位误差及其对剂量分布影响分析[J]. *中国辐射卫生*, 2018, 27(3): 44-46.

[10] 钟子秋, 修霞, 刘原照, 等. 66 例局限期中危前列腺癌 IM-RT 疗效分析[J]. *中华放射肿瘤学杂志*, 2018, 27(6): 581-584.

[11] 金大伟, 戴建荣, 李晔雄, 等. 前列腺癌调强放疗的治疗方案比较[J]. *中华放射肿瘤学杂志*, 2005, 14(1): 47-51.

[12] 范国良, 曹洋, 毕春秋. 不同放疗技术剂量对前列腺癌治疗效果的剂量学研究[J/CD]. *心血管外科杂志(电子版)*, 2017, 6(4): 88-89.

(收稿日期: 2019-01-15 修回日期: 2019-04-12)

[14] QIAN Z D, HUANG L L, ZHU X M. Curettage or operative hysteroscopy in the treatment of cesarean scar pregnancy[J]. *Arch Gynecol Obstet*, 2015, 292(5): 1055-1061.

[15] HALD K, KLOW N E, QVIGSTAD E, et al. Laparoscopic occlusion compared with embolization of uterine vessels; a randomized controlled trial[J]. *Obstet Gynecol*, 2007, 109(1): 20-27.

(收稿日期: 2019-01-12 修回日期: 2019-04-14)