

· 论 著 ·

侧胸壁肿瘤等中心点选择对放射治疗剂量的影响

王晓明 宋燕薇 李娜娜

[摘要] 目的 探讨侧后胸壁转移性肿瘤等中心位置的选择与放射治疗的剂量学关系。方法 回顾性选取33例侧后胸壁转移性肿瘤患者。每例患者设计2个5野调强放疗(IMRT)计划,对照组将等中心点位于靶区中心,采用常规射野;实验组将等中心点设在近患者身体中线,采用切线野照射。比较两组计划的靶区、危及器官(OAR)的剂量学指标以及Gamma通过率、机器跳数。结果 实验组靶区剂量学指标适形性指数(CI)低于对照组,差异有统计学意义($t=-3.51, P<0.05$),两组其余剂量参数 $D_{98\%}$ 、 $D_{2\%}$ 、Dmean和均匀性指数(HI)比较,差异均无统计学意义(t 分别=0.33、-1.70、-1.46、-1.23, P 均 >0.05)。实验组患侧肺Dmean、 V_{20} 、 V_5 ,健侧肺Dmean、 V_5 ,心脏Dmean受照剂量均低于对照组,差异均有统计学意义(t 分别=-7.23、-10.61、-11.37、-8.75、-16.98、-3.30, P 均 <0.05),两组机器跳数及Gamma通过率指标比较,差异均无统计学意义(t 分别=0.83、1.22, P 均 >0.05)。结论 侧后胸壁肿瘤放疗等中心设在近患者身体中线时,通过切线野照射技术在保证靶区剂量精准的同时有助于降肺和心脏的受照剂量。

[关键词] 肺癌; 胸壁转移; 等中心点; 剂量学

Dosimetric effect of the isocenter location of the lateral chest wall metastasis tumor in radiotherapy WANG Xiaoming, SONG Yanwei, LI Nana. Department of Oncology, Jiaxing First Hospital, Jiaxing 314001, China.

[Abstract] Objective To investigate the dosimetric relationship between the isocenter location in lateral posterior chest wall metastatic tumors and radiotherapy. **Methods** Totally 33 patients with metastatic tumors of the lateral posterior chest wall were retrospectively selected. Two 5-field intensity-modulated radiotherapy (IMRT) plans were designed for each patient. The isocenter location of control group was located the center of the target area, using conventional field; The isocenter location of experimental group was located near the midline of the patient's body in the isocenter, using tangential field irradiation. The target area and endangered organ dosimetry indexes, Gamma pass rate, and monitor unit of the two plans were compared between the two groups. **Results** The conformity index (CI) of the experimental group was lower than the control group, and the difference was statistically significant ($t=-3.51, P<0.05$), the $D_{98\%}$, $D_{2\%}$, Dmean and homogeneity index (HI) between two groups were not statistically different ($t=0.33, -1.70, -1.46, -1.23, P>0.05$). The Dmean, V_{20} , V_5 in the affected lung and the Dmean, V_5 in the contralateral lung and the Dmean of heart of the experimental group were lower than those of the control group, and the differences were statistically significant ($t=-7.23, -10.61, -11.37, -8.75, -16.98, -3.30, P<0.05$). There was no statistically significant difference in the number of machine hops and Gamma pass rate between the two groups ($t=0.83, 1.22, P>0.05$). **Conclusion** When the center of radiotherapy for lateral posterior thoracic wall tumor is located near the midline of the patient's body, the tangential field irradiation technique could ensure the accuracy of the dose in the target area and at the same time help to reduce the exposure dose to the lung and heart.

[Key words] lung cancer; chest wall metastasis; isocenter; dosimetry

放疗是胸壁转移性肿瘤的传统治疗手段。放

DOI:10.13558/j.cnki.issn1672-3686.2020.010.006

基金项目:2019年度嘉兴市科技计划项目(2019AD32253)

作者单位:314001 浙江嘉兴,嘉兴市第一医院肿瘤内科

疗不仅能缓解局部肿瘤进展,而且具有良好的止痛效果^[1]。由于侧后胸壁肿瘤受加速器治疗床与机架几何空间位置的限制,容易造成机架转动过程中碰撞到治疗床,甚至碰撞患者身体^[2,3]。因此,放疗定位

及计划设计时等中心点的选择尤为重要。本次研究通过对比分析侧后胸壁转移性肿瘤两种放疗计划的剂量学差异,探究等中心点位置选择对放射治疗剂量的影响。现报道如下。

1 资料与方法

1.1 一般资料 回顾性选取2014年4月至2020年4月间嘉兴市第一医院收治的33例符合条件的胸壁转移性肿瘤患者,其中男性27例、女性6例;年龄48~83岁,平均年龄(66.00±9.67)岁;原发病灶:肺癌29例、食道癌2例、结肠癌1例、肝癌1例。入组条件为:①在患者胸部横断位CT图像上,患者体中线两侧5 cm处画出两条纵向直线,前后方向中心画出横向直线,三条线将图像分割成六个区,分别命名为左前区、前中区、右前区、左后区、后中区、右后区。所有患者2/3以上靶区体积均位于左后或右后区域;②所有患者病理学或细胞学证实均为恶性肿瘤。放疗前患者均签署知情同意书。

1.2 方法 33例患者均设计2个5野调强放疗(intensity-modulated radiotherapy, IMRT)计划,将等中心点设于靶区中心,采用常规射野的设为对照组;将等中心点设在近患者身体中线,采用切线野照射的设为实验组。

1.2.1 图像采集及靶区勾画 患者取仰卧位,用臂托固定,双手上举置于臂托弧口内。根据肿瘤体表投影位置标记定位线。利用Brilliance CT Bigbore大孔径定位CT(由飞利浦公司生产)进行扫描,扫描范围为从环甲膜水平到横膈下5 cm,扫描层厚为0.5 cm。扫描完成后图像均通过DICOM接口传输至Pinnacle 9.2计划系统(由飞利浦公司生产)。靶区勾画:根据CT、MRI、PET-CT等影像资料及临床体检信息勾画肿瘤靶体积;肿瘤靶体积外放5 mm并考虑肿瘤可疑侵犯的范围及亚临床病灶得到临床靶区;临床靶区外放5 mm并根据患者实际呼吸动度做适当修改形成计划靶区。勾画双肺、脊髓及心脏等危及器官。

1.2.2 计划设计及计划验证 利用Pinnacle 9.2治疗计划系统,采用6MV-X线5野逆向调强放射治疗技术优化靶区剂量,所有处方剂量设定为:50 Gy/2 Gy/25f。要求100%处方剂量至少覆盖95%的靶体积,95%处方剂量覆盖98%靶体积,靶区内剂量梯度≤10%。患侧肺Dmean≤15 Gy。对照组由系统自动匹配靶区中心为等中心摆位点,命名

为ISO-1,在ISO-1等中心点上常规添加照射野,此时加速器治疗床与机架几何空间位置受限,将各射野角度分布到患侧180°至0°方向上,利用逆向调强技术优化靶区及危及器官剂量,直到得到满足临床要求的治疗计划。实验组将ISO-1点沿X轴方向往患者体中线方向移动,用孙福厚等^[2]方法预判机头与治疗床的位置关系,直到任意角度射野均不易发生碰撞,命名为等中心点ISO-2,在ISO-2等中心点上沿靶区长轴并与患侧肺呈切线方向角度布4~5个照射野,根据优化效果及靶区适形性在垂直切线野方向布1个照射野,不改变射野数量、子野数量、最小跳数等参数,通过调整目标函数优化靶区及危及器官,直到得到满足临床要求的放疗方案。计划验证:所有计划均移植到验证模体,由Pinnacle9.2治疗计划系统计算模体剂量分布,用MatriXX二维电离室矩阵(由德国IBA公司生产)将计划系统导出的射野通量图与加速器实际测量数据进行比对分析,采用最大剂量点归一,标准为3 mm/3%,分别得到两组计划的Gamma通过率。

1.3 观察指标 比较两组计划的靶区、危及器官的剂量学指标以及Gamma通过率、机器跳数。①靶区剂量学指标:包括D_{98%}、D_{2%}、适形性指数(conformity index, CI)及均匀性指数(homogeneity index, HI)。D_{x%}代表受到X%处靶区体积所受到的照射剂量。CI和HI的定义见参考文献[4]。②危及器官的剂量学指标:包括患侧肺Dmean、V₂₀、V₅,健侧肺Dmean、V₅及心脏Dmean。V_x代表危及器官受到X(Gy)剂量照射的体积占总体积的百分比。③机器跳数:为每个计划所有照射野机器跳数总和。Gamma通过率:通过矩阵相加的方法得到总射野,对总射野进行Gamma指数分析。

1.4 统计学方法 采用SPSS 19.0统计学软件进行数据分析。计量资料以均数±标准差($\bar{x} \pm s$)表示。计量资料比较采用t检验。设P<0.05为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 两组治疗计划靶区剂量学指标D_{98%}、D_{2%}、CI、HI、Dmean比较结果见表1

由表1可见,实验组的靶区适形性指数CI低于对照组,差异有统计学意义($t=-3.51, P<0.05$),两组计划比较中D_{98%}、D_{2%}、Dmean和HI比较,差异均无统计学意义(t 分别=0.33、-1.70、-1.46、-1.23, P 均>0.05)。

表1 两组计划靶区剂量比较

组别	D _{2%} /Gy	D _{98%} /Gy	CI	HI	Dmean/Gy
实验组	53.68 ± 0.57	48.62 ± 0.31	0.58 ± 0.04*	0.10 ± 0.01	52.37 ± 0.34
对照组	53.80 ± 0.62	48.60 ± 0.42	0.60 ± 0.04	0.10 ± 0.01	52.49 ± 0.29

注: *: 与对照组比较, $P < 0.05$ 。

2.2 两组患侧肺受照剂量比较结果见表2

表2 两组计划患侧肺受照剂量

组别	Dmean/Gy	V ₂₀ /%	V ₅ /%
实验组	7.30 ± 1.95*	15.53 ± 4.75*	31.15 ± 8.94*
对照组	8.38 ± 2.46	20.23 ± 5.97	41.95 ± 11.40

注: *: 与对照组比较, $P < 0.05$ 。

由表2可见, 实验组患侧肺受照剂量指标Dmean、V₂₀、V₅均低于对照组, 差异均有统计学意义(t 分别= -7.23、-10.61、-11.37, P 均 < 0.05)。

2.3 两组计划健侧肺及心脏的受照剂量比较结果见表3

表3 两组计划健侧肺及心脏的受照剂量

组别	健侧肺		心脏 Dmean/Gy
	Dmean/Gy	V ₅ /%	
实验组	0.90 ± 0.44*	7.95 ± 4.01*	1.34 ± 1.09*
对照组	1.86 ± 0.75	18.41 ± 6.14	1.84 ± 1.32

注: *: 与对照组比较, $P < 0.05$ 。

由表3可见, 实验组健侧肺Dmean、V₅及心脏Dmean均低于对照组, 差异均有统计学意义(t 分别= -8.75、-16.98、-3.30, P 均 < 0.05)。

2.4 两组治疗计划的机器跳数及Gamma通过率比较结果见表4

表4 两组计划机器跳数及Gamma通过率指标

组别	机器跳数/MU	Gamma通过率/%
实验组	320.00 ± 42.00	95.62 ± 1.49
对照组	316.00 ± 28.00	95.31 ± 1.48

由表4可见, 两组计划机器跳数和Gamma通过率比较, 差异均无统计学意义(t 分别= 0.83、1.22, P 均 > 0.05)。

3 讨论

胸壁转移瘤转移途径多为血性转移, 通常表现为肋骨破坏伴有局部软组织肿块形成, 临床以不同程度的疼痛为突出表现。对于晚期肿瘤患者, 控制局部病灶、减轻症状, 提高患者生活质量是治疗的

重中之重^[5]。手术和放疗是局部转移性肿瘤的主要治疗手段, 但手术创伤较大, 晚期肿瘤患者较难承受。因此, 放射治疗可以成为胸壁转移性肿瘤的首选。但晚期肺癌患者肺功能较差, 并且部分患者曾接受过原发病灶及纵膈淋巴引流区的放疗, 正常器官放疗剂量受限。因此, 寻找一种既能提高肿瘤区域的高剂量的照射, 又尽可能减少正常组织受照剂量的照射方式非常关键。王克海等^[6]研究采用CT引导下植入¹²⁵I放射粒子治疗胸壁转移瘤, 获得较高的肿瘤局部控制率和疼痛缓解率。但国内外对于侧后胸壁肿瘤的外照射技术的研究及照射野入射角度和等中心点位置的选择鲜见报道。

随着放射物理技术的发展, 以调强放射治疗技术为主要手段的精确放疗技术应用逐渐增多, 调强放射治疗主要通过多叶光栅的控制实现剂量的优化, 其非对称技术使等中心点不需要在肿瘤的中心位置。因此, 对于不规则偏心的肿瘤, 调强放射治疗技术也能实现靶区的覆盖。本次研究对象为左后或右后胸壁肿瘤, 位置偏心, 摆位中心往往远离患者的身体中轴。等中心放疗时, 技术员通过移动治疗床的位置进行治疗前摆位, 治疗时机架沿等中心点做圆周运动, 加速器机头与治疗床是否会碰撞与治疗床的左右、升降的位置及机架角度设置有关。一旦发生碰撞, 不但造成设备的损害, 甚至危及患者生命。孙福厚等^[2]通过计算预判治疗时机头与治疗床是否会发生碰撞。但受患者身体是否超出治疗床边缘, 技师摆位时患者是否偏离治疗床中线等因素影响, 仍然存在较大安全隐患。

本次研究利用Pinnacle16.2治疗计划系统, 对同一患者分别取等中心点接近患者身体中线, 使治疗中机架旋转不受角度限制; 等中心点取靶区中心, 射野角度限制在患者患侧, 分别在两个中心点上设计IMRT治疗计划。计划优化时不改变射野数量、子野数量, 最小子野面积、最小跳数, 只调整机架角度及目标函数。本次研究结果显示, 两组计划靶区剂量学指标D_{98%}、D_{2%}、HI及Dmean差异均无统计学意义(P 均 > 0.05), 表明两种计划靶区都能实现很

好的覆盖,靶区剂量均能满足临床治疗要求。此外,在危及器官的剂量学指标比较中,实验组计划由于机架角度不受限制,切线野照射方向上卷入的双侧肺及心脏体积均明显减少,无论患侧还是健侧肺组织的Dmean、V₂₀、V₅,心脏的Dmean受照剂量均较对照组明显降低(P 均 <0.05)。表明侧后胸壁肿瘤放疗等中心设在近患者身体中线时,可明显降低正常肺组织和心脏的受照剂量。值得关注的是,本次研究中有9例患者曾接受过肺癌原发病灶的放疗,4例接受过胸椎转移的放射治疗,部分患者存在肺纤维化,肺功能不同程度受损。Yang等^[7]回顾50例肺癌胸部再放疗的患者结果显示,胸部再程放疗能取得良好的肿瘤局控,但应当谨慎肺毒性反应发生,尤其是再次放疗后接受全身治疗的患者,可能发生肺毒性相关的死亡。因此,放疗时应该充分了解首次放疗时的危及器官的受量,尤其是肺组织的受量,射野时尽量避开已接受过照射的肺组织。

放射计划的理想状态是放疗计划与计划的实施的高度拟合。二维探测器阵列是检验调强放疗平面剂量差异分析的常用方法之一。本次研究利用二维探测器阵列验证放疗计划,实验组与对照组的Gamma通过率无明显差异($P>0.05$)。这与解传滨等^[8]研究结果不同。本次研究结果表明,实验组与对照组放疗实施的剂量精准性相当。同时,两组计划的机器跳数也无明显性差异($P>0.05$),实验组放疗实施时未增加设备负荷和患者治疗时间。这可能是因为即使等中心点位于靶区之外,切线野照射时多数射野其中心点仍落在射野方向观内或落在射野方向观边缘。需要指出的是,二维探测器阵列剂量验证通过率和计划病变部位、多叶光栅的走位精度、探测器的分辨率、形状、方向性、软件数据处理等性能参数有关^[9-12]。临床测量应该建立系统、规范的质控标准及操作规程以保证计划验证的准确性。

综上所述,侧后胸壁肿瘤放疗等中心设在近患者身体中线时,通过切线野照射技术在保证靶区剂量精准的同时可明显降低正常肺组织和心脏的受照剂量。本次研究尚缺乏远期临床疗效的观察,该方法的剂量学优势能否转化为临床获益有待进一步

验证。同时,临床工作中应该通过优化放疗技术手段,提高肿瘤治疗增益比,为晚期肿瘤患者提供更多治疗手段。

参考文献

- 秦晓玲,赵建国.调强放疗对恶性椎体转移瘤的镇痛疗效评价[J].中国疼痛医学杂志,2018,24(3):83-86.
- 孙福厚,胡伟刚,王佳舟,等.圆的标准方程预防放射治疗机头与治疗床碰撞的应用[J].中国癌症杂志,2016(5):462-465.
- 张莉,戴靖,蔡维洵,等.防止等中心治疗床发生碰撞的研究[J].中国医疗设备,2012,27(2):19-21.
- Gu W, Li Q, Xi D, et al. The hippocampus sparing volume modulated arc therapy does not influence plan quality on locally advanced nasopharyngeal carcinoma patients[J]. Sci Rep, 2017, 7(1):3443.
- 刘楠楠,申东兰,陈晓秋,等.355例恶性肿瘤骨转移的临床分析[J].中华肿瘤杂志,2010,32(3):203-207.
- 王克海,马存梅,胡效坤,等.CT引导下植入¹²⁵I放射粒子治疗胸壁转移瘤的应用研究[J].医学影像学杂志,2013,23(8):1211-1215.
- Yang WC, Hsu FM, Chen YH, et al. Clinical outcomes and toxicity predictors of thoracic re-irradiation for locoregionally recurrent lung cancer[J]. Clin Transl Radiat Oncol, 2020, 22(3):76-82.
- 解传滨,丛小虎,徐寿平,等.静态调强放疗射野等中心选择对二维电离室矩阵验证通过率的影响[J].中国医疗器械杂志,2015,39(3):222-224.
- 杨瑞杰,张喜乐,刘路,等.2010例调强放疗患者计划剂量验证结果分析[J].中华放射医学与防护杂志,2016,36(12):917-921.
- Shang Q, Godley A, Huang L, et al. Sensitivity of array detector measurements in determining shifts of MLC leaf positions[J]. J Appl Clin Med Phys, 2017, 18(5):80-88.
- Kry SF, Molineu A, Kerns JR, et al. Institutional patient-specific IMRT QA does not predict unacceptable plan delivery[J]. Int J Radiat Oncol Biol Phys, 2014, 90(5):1195-1201.
- 杨瑞杰,张喜乐,王俊杰. Axes加速器实施容积旋转调强放疗的性能测试[C]. 放射肿瘤物理学年会. 2015.

(收稿日期 2020-06-29)

(本文编辑 蔡华波)