

论著·临床研究

doi:10.3969/j.issn.1671-8348.2023.08.003

网络首发 [https://kns.cnki.net/kcms/detail//50.1097.R.20230210.1452.010.html\(2023-02-10\)](https://kns.cnki.net/kcms/detail//50.1097.R.20230210.1452.010.html(2023-02-10))螺旋断层放射治疗铅门宽度对肺癌放疗剂量分布影响的比较^{*}钱金栋,周一兵[△]

(陆军军医大学第二附属医院/新桥医院全军肿瘤诊治研究所,重庆 400037)

[摘要] **目的** 比较螺旋断层放射治疗铅门宽度对肺部肿瘤放疗剂量的影响。**方法** 复制审核通过的治疗计划,更改铅门宽度为 1.0 cm 或 2.5 cm,其他约束参数不变,进行计划优化计算,记录统计靶区、全肺、心脏、脊髓的相关剂量参数和计划出束时间。**结果** 不同铅门宽度靶区的处方剂量体积、95%处方剂量体积、最大剂量、最小剂量和脊髓最大剂量差异无统计学意义($P>0.05$);铅门宽度为 1.0 cm 时全肺接受 5、20、30 Gy 剂量体积百分比(V_5 、 V_{20} 、 V_{30})较铅门宽度为 2.5 cm 时降低,全肺平均剂量也降低,差异有统计学意义($P<0.05$);铅门宽度为 1.0 cm 时心脏的 V_{30} 、 V_{40} 均值较铅门宽度为 2.5 cm 时降低,心脏平均剂量也降低,差异有统计学意义($P<0.01$);1.0 cm 的铅门宽度计划出束时间较 2.5 cm 明显增加,差异有统计学意义($P<0.05$)。**结论** 1.0 cm 铅门宽度在肺癌放疗中剂量学优势明显,可明显降低肺及心脏等风险器官的受照剂量。

[关键词] 螺旋断层放射治疗;铅门宽度;肺部肿瘤;剂量分布**[中图分类号]** R730.55**[文献标识码]** A**[文章编号]** 1671-8348(2023)08-1133-04Comparison of effects of lead door widths on radiotherapeutic dose distribution of lung cancer in helical tomotherapy^{*}QIAN Jindong, ZHOU Yibing[△]

(Institute of Oncology Diagnosis and Treatment, Second Affiliated Hospital of Army Military Medical University/Xinqiao Hospital, Chongqing 400037, China)

[Abstract] **Objective** To compare the effects of lead door widths on the radiation dose of lung tumor in helical tomotherapy. **Methods** The approved treatment plan was copied, the lead door width was changed to 1.0 cm or 2.5 cm, and the other constrained parameters were unchanged, then the plan optimization calculation was carried out. The related dose parameters of target area, whole lung, heart and spinal cord, and planned beam-out time were recorded and conducted the statistics. **Results** There were no statistically significant differences in the prescription dose volume of target area, 95% prescription dose volume, maximum dose, minimum dose and spinal cord maximum dose between the different lead door widths ($P>0.05$); when the lead door width was 1 cm, the volume percentage (V_5 , V_{20} , V_{30}) of 5, 20, 30 Gy dose by the whole lung acceptance was decreased compared with that when the width of the lead door was 2.5 cm, the whole lung average dose was also reduced, and the differences were statistically significant ($P<0.05$); when the lead door width was 1.0 cm, the cardiac V_{30} and V_{40} average values were decreased compared with that when the lead door width was 2.5 cm, the cardiac average dose was also decreased, and the differences were statistically significant ($P<0.01$); the planned beam-out time of 1.0 cm lead door width was significantly increased compared with that of 2.5 cm, and the difference was statistically significant ($P<0.05$). **Conclusion** The 1.0 cm lead door width has obvious dosimetric advantage in lung cancer radiotherapy, and could significantly reduce the exposure dose of lung and heart risk organs.

[Key words] helical tomotherapy; lead door width; lung tumor; dose distribution

调强放射治疗(intensity modulated radiation therapy, IMRT)计划设计的目的是实现靶区内剂量分布均匀且与肿瘤形状高度一致的适形度,螺旋断层放射治疗技术就是为实现 IMRT 而设计的,以螺旋 CT 旋转

断层方式治疗肿瘤^[1],其所达到的调强剂量分布能力、计划的复杂程度、实现调强放疗的范围,尤其是复杂计划的设计,是常规直线加速器技术难以比拟的,被称为是 IMRT 的金标准,是标准的旋转调强技术^[2-3]。

^{*} 基金项目:重庆市 2021 年科卫联合医学科研项目(2021MSXM064)。 作者简介:钱金栋(1986—),工程师,硕士,主要从事加速器、TPS 质量控制与质量保证研究。 [△] 通信作者, E-mail:zhouyb_abc@163.com。

螺旋断层放射治疗铅门宽度为标准配置 5.0、2.5 cm 和选配的 1.0 cm,铅门宽度越小,计划适形度越高,但治疗时间较长。由于肺部肿瘤螺旋断层放射治疗的特殊性,全肺、心脏是并行器官,受照剂量体积是影响靶区适形度、均匀性及放射性肺炎、放射性心脏损伤等放疗并发症的关键因素,因此在计划设计时应减少其剂量体积受量,基于此,笔者开展了螺旋断层放射治疗铅门宽度对肺部肿瘤放疗剂量影响的比较研究。

1 资料与方法

1.1 一般资料

中核 Accuray 螺旋断层放射治疗计划系统;研究对象为 2021 年 10 月至 2022 年 3 月接受肺部肿瘤螺旋断层放射治疗的 31 例患者,平均肺体积为 $(3\,264.47\pm707.33)\text{cm}^3$,平均靶区体积为 $(148.35\pm95.28)\text{cm}^3$,单次剂量 200~1 200 cGy,分 4~30 次。

1.2 方法

依据医嘱处方设计螺旋断层放射治疗计划,统筹计划质量与治疗时间,审核通过后确定治疗计划,复制该计划,其他约束条件不变,将铅门宽度由 2.5 cm 更改为 1.0 cm,或由 1.0 cm 更改为 2.5 cm,进行计划优化计算,记录统计靶区的处方剂量体积、95% 处方剂量体积、最大和最小剂量,全肺接受 5、20、30 Gy 剂量体积百分比(V_5 、 V_{20} 、 V_{30})和平均剂量,心脏 V_{30} 、 V_{40} 和平均剂量,脊髓最大剂量和计划出束时间。

1.3 统计学处理

采用 SPSS20.0 软件对数据进行统计分析,计量资料以 $\bar{x}\pm s$ 表示,组间比较采用 t 检验,以 $P<0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 不同铅门宽度对靶区的处方剂量体积、95% 处

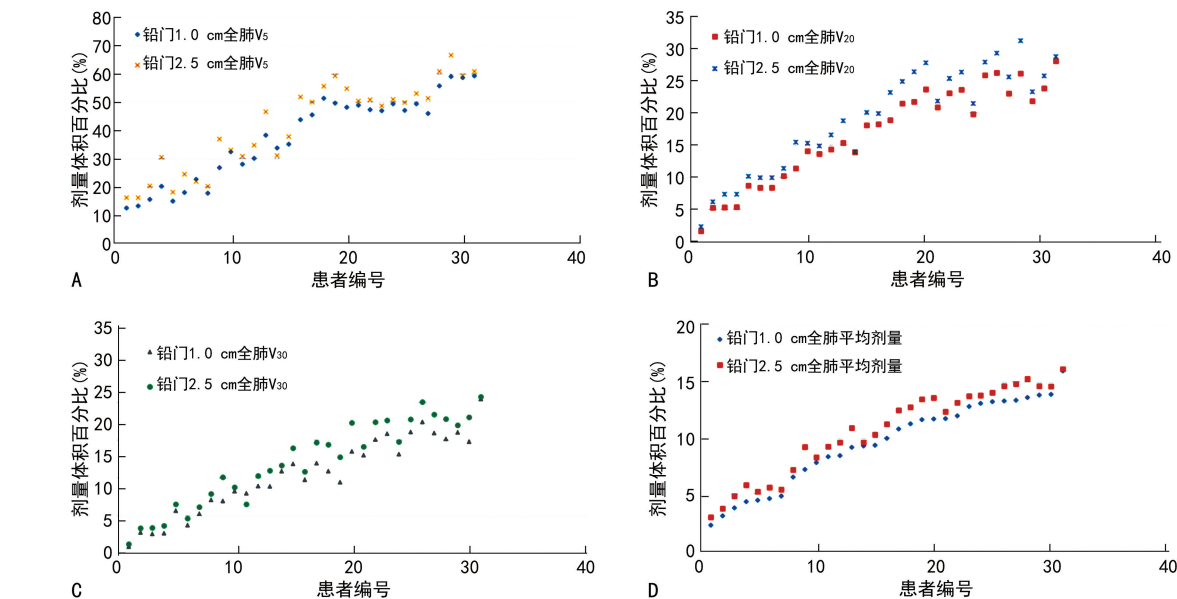
方剂量体积、最大剂量、最小剂量的影响

不同铅门宽度靶区的处方剂量体积、95% 处方剂量体积、最大剂量、最小剂量比较,差异无统计学意义($P>0.05$),见表 1。

表 1 靶区剂量数据统计($\bar{x}\pm s,n=31$)				
铅门宽度	处方剂量体积(%)	95% 处方剂量体积(%)	靶区最大剂量(Gy)	靶区最小剂量(Gy)
1.0 cm	99.24 $\pm$ 0.80	99.98 $\pm$ 0.10	61.17 $\pm$ 5.24	55.78 $\pm$ 4.86
2.5 cm	98.91 $\pm$ 0.10	99.98 $\pm$ 0.11	61.24 $\pm$ 5.25	55.59 $\pm$ 4.42
P	0.085	0.618	0.542	0.288

2.2 不同铅门宽度对全肺、心脏剂量体积百分比,脊髓最大剂量,计划出束时间的影响

铅门宽度为 1.0、2.5 cm 时,全肺 V_5 分别为 $(37.63\pm15.12)\%$ 、 $(41.76\pm15.41)\%$, V_{20} 分别为 $(16.78\pm7.40)\%$ 、 $(18.98\pm7.99)\%$, V_{30} 分别为 $(10.44\pm5.06)\%$ 、 $(12.00\pm5.62)\%$,全肺平均剂量分别为 (9.53 ± 3.80) 、 $(10.59\pm3.87)\text{Gy}$,不同铅门宽度以上数据比较差异有统计学意义($P<0.05$),见图 1。铅门宽度分别为 1.0、2.5 cm 时,心脏 V_{30} 分别为 $(11.24\pm10.69)\%$ 、 $(14.23\pm13.21)\%$, V_{40} 分别为 $(5.97\pm6.37)\%$ 、 $(7.7\pm7.97)\%$,心脏平均剂量分别为 (9.97 ± 6.95) 、 $(11.78\pm7.78)\text{Gy}$,不同铅门宽度以上数据比较差异有统计学意义($P<0.05$),见图 2。铅门宽度为 1.0、2.5 cm 时,脊髓最大剂量分别为 (31.01 ± 13.96) 、 $(31.11\pm14.12)\text{Gy}$,不同铅门宽度比较差异无统计学意义($P>0.05$),见图 3;铅门宽度为 1.0、2.5 cm 时,计划出束时间分别为 (903.12 ± 391.87) 、 $(387.42\pm162.17)\text{s}$,两者比较差异有统计学意义($P<0.05$),见图 4。



A:全肺 V_5 比较;B:全肺 V_{20} 比较;C:全肺 V_{30} 比较;D:全肺平均剂量比较。

图 1 不同铅门宽度的全肺剂量体积百分比及平均剂量

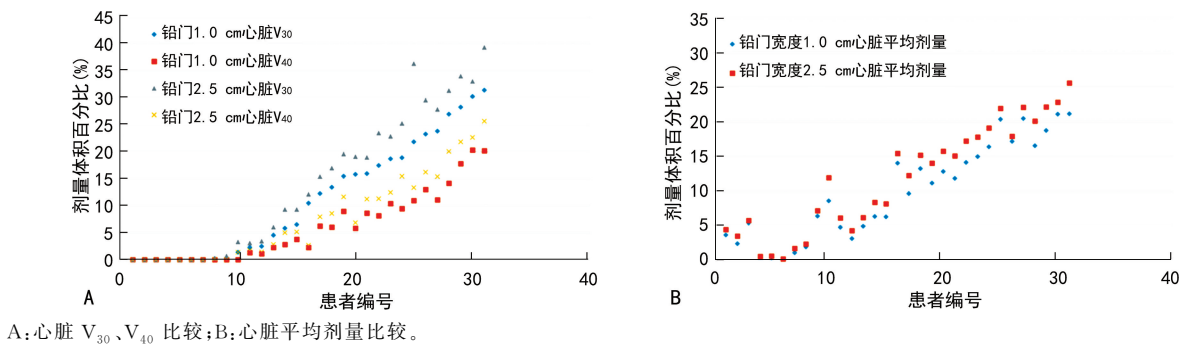


图 2 不同铅门宽度的心脏剂量体积百分比及平均剂量

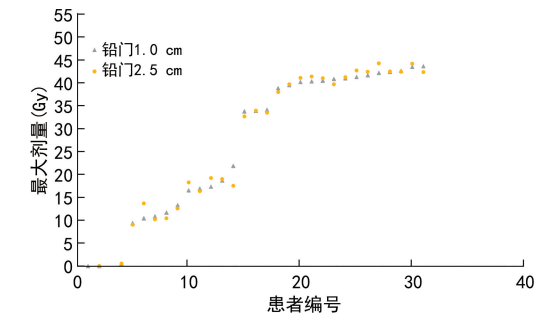


图 3 不同铅门宽度脊髓最大剂量比较

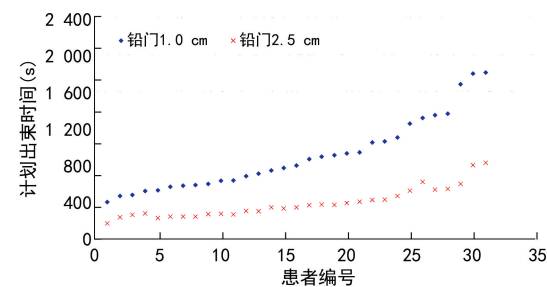


图 4 不同铅门宽度计划出束时间比较

3 讨 论

螺旋断层放射治疗技术的特点是集 IMRT 与图像引导放疗 (image-guided radiation therapy, IGRT) 于一体,以螺旋 CT 旋转断层方式逐层调强剂量分布模式治疗肿瘤,通过 64 对高速二元气动多页光栅 (MLC) 实现调强过程,每旋转一圈产生 51 个投射角,通过螺距参数的设置调节,每一个断层可以达到 3~5 次的多次照射,可在一个断层内形成 250 多个投射角度^[3-4],剂量调制能力极具优势,明显优于直线加速器,能够实现理想的调强剂量分布,对危险器官的保护能力相对提高。

在螺旋断层放射治疗计划设计时,通过设置合适的调制因子、螺距和铅门宽度的关系,以满足约束条件达到计划设计的目的。肺癌的发病率和病死率在国内恶性肿瘤位居首位,放疗是肺癌的重要治疗手段之一^[5],文献报道,相较于 IMRT,螺旋断层治疗 (helical tomotherapy, HT) 的全肺平均剂量、 V_{20} 、 V_{30} 明显降低, V_5 差异无统计学意义 ($P>0.05$),放射性肺炎的发生率降低,且心脏、食管受照剂量大于 45~60 Gy 的体积明显减小^[6-16],宋明永等^[12]比较了动态

和静态铅门的螺旋断层放射治疗技术在肺癌放疗中的差异,得出了动态铅门能够更好地降低全肺平均剂量,减少计划出束时间,提高计划实施效率。

动态铅门技术和 1.0 cm 铅门宽度非厂家标准配置,需依据自身单位情况选配,本院铅门宽度选配了 1.0 cm 铅门宽度,未选配动态铅门技术。因此,依据固定铅门技术的特点,选择不同的铅门宽度,开展了铅门宽度对肺癌放疗剂量分布影响的比较研究,数据分析显示,在计划约束条件相同时,改变铅门宽度,对靶区的处方剂量体积、95% 处方剂量体积、最大剂量、最小剂量和脊髓的最大剂量影响差异无统计学意义 ($P>0.05$);铅门宽度为 1.0 cm 时全肺 V_5 、 V_{20} 、 V_{30} 、平均剂量较铅门宽度为 2.5 cm 时减少,差异有统计学意义 ($P<0.05$)。这是由于铅门宽度与射野在靶区头脚方向的两端外的照射范围呈正相关,铅门宽度大,则增加了照射范围,肺部低剂量照射体积相应增加;铅门宽度为 1.0 cm 时,心脏 V_{30} 、 V_{40} 、平均剂量的均值比铅门宽度为 2.5 cm 时降低,差异有统计学意义 ($P<0.05$),表明铅门宽度对心脏的剂量影响极为明显。

综上所述,1.0 cm 铅门宽度在肺癌放疗中剂量学优势明显,可明显降低肺及心脏等危险器官的受照剂量,保障患者的生活质量,但将靶区分成较薄的断层进行照射,剂量调制能力提升,投射角度数量、旋转圈数增加,减慢了进床速度,降低了射线利用率,因此提高了计划出束时间。因此在肺癌放疗计划设计时,应考虑肺、心脏剂量的同时,兼顾治疗效率及出束时间,以确保患者放疗收益最大化。

参考文献

[1] 刘吉平,程晓龙,王彬冰,等. TOMO 相关质控指南解读及临床应用[J]. 中国医学物理学杂志, 2021,38(12):1487-1494.

[2] JIANG Z, JUN J, YUE C, et al. Haploidentical hematopoietic SCT using helical tomotherapy for total-body irradiation and targeted dose

- boost in patients with high-risk/refractory acute lymphoblastic leukemia[J]. Bone Marrow Transplantation, 2018, 53(4): 438-448.
- [3] 曲宝林. 螺旋断层放射治疗技术与临床应用[M]. 成都: 四川科学技术出版社, 2020.
- [4] 钱金栋, 孙建国. 现代放射治疗技术的若干瓶颈及其智能化可行性分析[J]. 重庆医学, 2020, 49(10): 1549-1553.
- [5] 陈欣, 李萌萌, 陈如君, 等. 局部晚期鼻咽癌静态调强、容积旋转调强和螺旋断层调强放射治疗的剂量学比较[J]. 中国医学装备, 2022, 19(3): 17-22.
- [7] 庞廷田, 于浪, 杨波, 等. Tomotherapy HDA 型螺旋断层调强放疗设备剂量传输方式的质控标准建立[J]. 中国医疗设备, 2022, 37(1): 20-24.
- [8] YAO B, WANG Y D, LIU Q Z et al. Radiation pneumonitis in non-small-cell lung cancer patients treated with helical tomotherapy[J]. Niger J Clin Pract, 2016, 19(1): 25-29.
- [9] 刘慧, 何汇朗, 陈炫光, 等. 鼻咽癌 HT 与 IMRT 急性不良反应比较[J]. 中华放射肿瘤学杂志, 2019, 28(8): 580-583.
- [10] 解传滨, 徐寿平, 戴相昆, 等. 应用肝分区评估法对不同铅门模式门脉癌栓螺旋断层放疗剂量学特性分析[J]. 中国医学物理学杂志, 2020, 37(7): 803-809.
- [11] HONG C S, JU S G, AHN Y C, et al. Normal lung sparing Tomotherapy technique in stage III lung cancer[J]. Radiat Oncol, 2017, 12(1): 167-176.
- [12] 宋明永, 解传滨, 徐寿平, 等. 螺旋断层调强技术治疗肺癌时不同铅门模式的应用研究[J]. 中国医学装备, 2017, 14(7): 23-27.
- [13] 樊春波, 王晶, 何亚男, 等. 螺旋断层放疗在胸中下段食管癌治疗中对心脏功能保护的研究[J]. 中国医学物理学杂志, 2021, 38(11): 1355-1358.
- [14] 高亚, 肖月, 史黎炜, 等. 螺旋断层放射治疗对肿瘤治疗的有效性和安全性系统评估[J]. 中国医学装备, 2020, 17(12): 12-19.
- [15] 王海洋, 皮一飞, 韩滨, 等. 螺旋断层调强放疗靶区外沿纵向剂量跌落及影响因素研究[J]. 中华放射医学与防护杂志, 2021, 41(3): 183-187.
- [16] 丛小虎, 戴相昆, 解传滨, 等. 保乳术后静态调强放疗、螺旋断层放疗与断层径照 3 种治疗计划的剂量学评价[J]. 医疗卫生装备, 2020, 41(9): 39-42, 59.

(收稿日期: 2022-12-22 修回日期: 2023-01-24)

(上接第 1132 页)

- phenotypes of perimenopausal/menopausal women[J]. J Med Assoc Thai, 2016, 99(Suppl 7): S62-68.
- [11] WILDMAN R P, COLVIN A B, POWELL L H, et al. Associations of endogenous sex hormones with the vasculature in menopausal women: the study of women's health across the nation (SWAN) [J]. Menopause, 2008, 15(3): 414-421.
- [12] BEN A S, BELFKI-BENALI H, AHMED D B, et al. Postmenopausal hypertension, abdominal obesity, apolipoprotein and insulin resistance[J]. Clin Exp Hypertens, 2016, 38(4): 370-374.
- [13] 俎德玲, 诸葛毅, 汪新华, 等. 胱抑素 C、血浆致动脉硬化指数与高血压的相关性研究[J]. 预防医学, 2018, 30(6): 578-580.
- [14] NWAGHA U I, IKEKPEAZU E J, EJEZIE F E, et al. Atherogenic index of plasma as useful predictor of cardiovascular risk among postmenopausal women in Enugu, Nigeria[J]. Afr Health Sci, 2010, 10(3): 248-252.
- [15] GENTILE M, IANNUZZO G, SIMEON V, et al. Evaluation of association between atherogenic index of plasma and intima-media thickness of the carotid artery for subclinic atherosclerosis in patients on maintenance hemodialysis[J]. Hemodial Int, 2013, 17(3): 397-405.
- [16] 晏丕军, 张志红, 徐勇, 等. 2 型糖尿病患者血尿酸与血浆致动脉粥样硬化指数的相关性研究[J]. 中华老年心脑血管病杂志, 2015, 17(6): 564-569.
- [17] BALIARSINGH S, SHARMA N, MUKHERJEE R. Serum uric acid: marker for atherosclerosis as it is positively associated with "atherogenic index of plasma" [J]. Arch Physiol Biochem, 2013, 119(1): 27-31.

(收稿日期: 2022-12-11 修回日期: 2023-01-11)