

Truebeam 直线加速器的辐射防护与性能检测

林珠 陈鑑 黄宝添

汕头大学医学院附属肿瘤医院 广东 汕头 515041

摘要: 目的 检测评价 Truebeam 直线加速器的辐射防护及性能。方法 依据国家法规,对 Truebeam 直线加速器的辐射防护及各项性能进行检测。结果 Truebeam 直线加速器周围环境的辐射剂量远远低于国家标准,各项性能均符合国家标准。结论 开展外照射放射治疗,应严格依照国家法规对直线加速器辐射环境的剂量及各项性能定期进行监测。

关键词: Truebeam 直线加速器;辐射防护;检测

中图分类号: TL75⁺2 文献标识码: B 文章编号: 1004-714X(2015)01-061-02

DOI:10.13491/j.cnki.issn.1004-714x.2015.01.024

放射治疗是治疗肿瘤的重要手段之一,直线加速器是目前外照射放射治疗的主要设备,属于乙类大型医用设备。我院 2011 年引进了集合全新技术设计的 Truebeam 直线加速器,是较为先进的新一代针对图像引导放射治疗的直线加速器系统,具有速度快、准确性高等特点,该机器还具有去掉均整过滤器的高剂量率模式(FFF 模式)的 X 射线,10XFFF 能量的最大剂量率达到 2400 MU/min,6XFFF 能量的最大剂量率为 1400 MU/min,能开展包括 VMAT、SBRT 等先进的放射治疗技术,其质量保证与质量控制非常重要。

1 材料与方法

1.1 仪器 Truebeam 直线加速器,用于检测辐射环境剂量的 FLUKE 电离室巡测仪 451P, MatriXX 电离室矩阵探测器,用于剂量测量的 Dose1 剂量仪, FC65-G 0.6 cc 指形电离室,气温气压计,水箱等。以上剂量仪器均经卫生部二级标准剂量学实验室校准。

作者简介: 林珠(1981-),女,广东汕头人,主管技师,从事肿瘤放射物理工作。

的前提下,根据患者身材和个体解剖差异,选用自动曝光控制扫描技术,行腰椎螺旋容积扫描。

参考文献

- [1] Rogers LF. Dose reduction in CT: how low can we go [J]. AJR, 2002, 179: 299.
- [2] Menzel HG, Schibilla H, Teunen D. Guideline on radiation dose on the patient [J]. European Guidelines on Quality Criteria for Computed Tomography 2006, 113: 1305-1310.

1.2 方法 依据国家标准《电子加速器放射治疗放射防护要求》(GBZ 126-2011)^[1],使用 FLUKE 电离室巡测仪 451P 对 Truebeam 直线加速器机房周围的辐射环境进行检测,检测点的具体位置如图 1 所示。

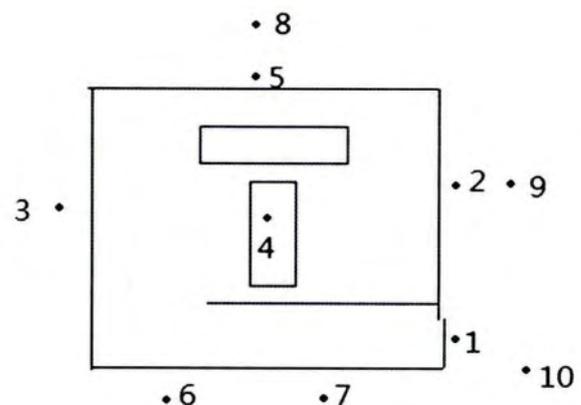


图 1 治疗室防护检测布点示意图

依据国家标准《医用电子加速器性能和试验方法》(GB 15213-94)^[2],对 Truebeam 直线加速器的各项性能进行检测,包括剂量监测系统、深度剂量特性、辐射野的均整度、机械等中心、计划剂量与实测剂量

- [3] 梁福民,殷好治. 腰椎疾病比较影像学 [M]. 济南: 山东科学技术出版社 2005, 193-109.
- [4] 侯代伦,柳澄,陈海松,等. 多层螺旋 CT 不同角度 MPR 图像诊断腰椎弓峡部裂的对照研究 [J]. 实用放射学杂志, 2007, 23(2): 151-153.
- [5] Stovis TL. The ALARA Concept in Pediatric CT: Myth or Reality [J]. Radiology 2002, 223: 5-6.
- [6] 张云亭,于兹喜. 医学影像检查技术学 [M]. 北京: 人民卫生出版社 2010, 8: 60-63.

收稿日期: 2014-05-20 修回日期: 2014-09-11

的偏差、治疗床的运动等。

2 结果

Truebeam 加速器的各项性能检测结果如表 1 所示,均符合国家标准。Truebeam 直线加速器在工作状态下,治疗室周围环境的防护检测结果如表 2 所示,满足国家标准即在加速器迷宫门处、控制室和加速器机房墙外 30 cm 处的周围剂量当量率应不大于 2.5 $\mu\text{Sv/h}$ 的要求。

表 1 Truebeam 直线加速器治疗室防护检测结果($\mu\text{Sv/h}$)

序号	测量位置	机架角度 ($^{\circ}$)	10MV	10XFFF	6MV	6XFFF
			600 MU/min	2400 MU/min	600 MU/min	1400 MU/min
1	防护门	0	0.80	1.63	0.20	0.20
		90	0.20	0.34	0.20	0.20
		180	0.20	0.51	0.20	0.20
		270	0.70	1.80	0.20	0.20
2	CT 机房侧防护墙	270	0.20	1.99	0.20	0.20
3	23EX 直加机房侧防护墙	90	0.28	1.48	0.20	0.20
4	Truebeam 机房楼顶	180	0.20	0.28	0.20	0.20
5	走廊	0	0.20	0.20	0.20	0.20
6	配电房	0	0.20	0.20	0.20	0.20
		90	0.20	0.20	0.20	0.20
		270	0.20	0.20	0.20	0.20
7	控制室	0	0.20	0.20	0.20	0.20
		90	0.20	0.20	0.20	0.20
		270	0.20	0.20	0.20	0.20
8	三楼	180	0.20	0.20	0.20	0.20
	四楼		0.20	0.20	0.20	0.20
9	二楼	230	0.20	0.20	0.20	0.20
	三楼		0.20	0.20	0.20	0.20
	四楼		0.20	0.20	0.20	0.20
10	候诊区	0	0.20	0.20	0.20	0.20

注:数据均未扣除环境本底值(0.2 $\mu\text{Sv/h}$)。

3 讨论

医用直线加速器具有剂量率高,束流稳定,治疗时间短,对周围环境污染小,在使用上更加安全,对深部肿瘤的疗效更为理想等特点,已逐渐取代钴-60 治疗机,得以广泛应用和迅速发展^[3]。我院现有的 Truebeam 直线加速器是目前世界上最先进的放疗设备,与传统直线加速器相比,具有均匀射线束的 X 射线和去掉均整块后 X 射线的高剂量率模式(FFF 模式),FFF 模式下 6 MV 和 10 MV 的最大剂量率分别为 FF 模式下的 2.3 倍和 4 倍,10XFFF 的最大剂量率达到 2400 MU/min,所以依照国家法律对 Truebeam 直线加速器周围的辐射环境进行定期监测尤为重要,以保证职业人员和公众人员的安全,从结果表 1 所示的各个监测点所检测到的辐射剂量率,均小于 2.5 $\mu\text{Sv/h}$,符合国家标准。

表 2 Truebeam 直线加速器性能检测结果

序号	检测项目	检测结果	标准要求
1	剂量重复性	6 MV: 0.06%	$\leq 0.7\%$
		10 MV: 0.05%	
2	剂量线性	6 MV: 0.5%	$\leq \pm 2\%$
		10 MV: 0.5%	
3	剂量日稳定性	6 MV: 0.06%	$\leq \pm 2\%$
		10 MV: 0.02%	
4	吸收剂量深度与标称值之差	6 MV: -0.5mm	$\leq \pm 3\text{ mm}$
		10 MV: -0.2 mm	
5	品质指数	6 MV: -0.8%	$\leq \pm 2\%$
		10 MV: -0.4%	
6	辐射野均整度	6 MV: 1.04	≤ 1.06
		10 MV: 1.06	
7	辐射野对称性	6 MV: 1.01	≤ 1.03
		10 MV: 1.01	
8	准直器等中心	0.8 mm	$\leq 2\text{ mm}$
9	机架旋转等中心	0.5 mm	$\leq 2\text{ mm}$
10	剂量偏差	6 MV: -0.5%	$\leq \pm 2\%$
		10 MV: -0.6%	
11	治疗床垂直运动	1 mm	$\leq 2\text{ mm}$
12	治疗床旋转等中心	1 mm	$\leq 2\text{ mm}$

现代精确放疗的目的是最大限度的拉开肿瘤组织和正常组织所受的照射剂量,在保护正常组织的前提下,更好地杀死肿瘤细胞,达到改善生存质量、提高肿瘤控制率的目的^[4]。随着放射治疗和医学影像技术的不断发展,特别是 IMRT 和 VMAT 的开展,肿瘤靶区可以精确的受到照射,也可能精确的得以漏照射,所以放射治疗的质量保证(QA)和质量控制(QC)非常重要,特别是直线加速器的质量保证与质量控制。依据国家标准《医用电子加速器性能和试验方法》(GB 15213-94),我们对 Truebeam 直线加速器的各项性能进行检测,均符合要求。

我们应定期对加速器周围辐射环境进行监测,保证公众人员和医护人员的安全,制定每日、每周、每月、每年的加速器性能的检测规程对直线加速器进行检测,保证肿瘤病人得以安全、精确的治疗。

参考文献

- [1] 中华人民共和国卫生部. GBZ126-2011 电子加速器放射治疗放射防护要求[S]. 北京: 中国标准出版社, 2011.
- [2] 国家技术监督局. GB15213-94 医用电子加速器性能和试验方法[S]. 北京: 中国标准出版社, 1994.
- [3] 胡世杰, 黄伟旭, 杨浩贤. 广东省医用直线加速器防护性能检测结果分析[J]. 中国辐射卫生, 2005, 14(4): 280-281.
- [4] 胡逸民. 肿瘤放射物理学[M]. 北京: 原子能出版社, 1999, 538-543.

收稿日期: 2014-04-10 修回日期: 2014-09-05