

# 山东省医用电子直线加速器性能检测与质量控制

杨树强, 邓大平

中图分类号: R815.6 文献标识码: B 文章编号: 1004-714X(2008)04-0446-02

**【摘要】** 目的 调查山东省正在使用的医用电子加速器性能参数, 探讨加速器在临床应用中的问题, 寻求提高放射治疗设备性能及保证放射治疗质量的方法。方法 对山东省各级医疗机构正在使用的医用电子直线加速器进行检测和分析。结果 医用电子加速器性能参数中除泄漏辐射全部符合国家有关标准外, 其余性能参数均有不同程度的偏离国家有关标准要求。模拟定位机低对比度分辨力和射束对准全部符合国家标准要求, 其余参数波动在 75%至 93.6%之间。结论 山东省医用电子加速器和模拟定位机的性能参数总体不太理想, 直接影响靶区的确定、治疗摆位和放射治疗的治疗效果, 应进一步加强放射治疗质量控制工作。

**【关键词】** 医用电子加速器; 质量控制

随着生命的延长和人口老龄化的加剧, 肿瘤的发病率逐年增高, 而放射治疗是肿瘤治疗三大主要手段之一。国内外统计数字表明 70%的恶性肿瘤适用放射治疗<sup>[1]</sup>, 而作为放射治疗的主要设备, 医用电子直线加速器以其射线能量范围广及不断引进的高新技术而广泛应用于临床。然而放射线也是一柄双刃剑, 这些效应在给人类带来利益的同时也会使正常的组织和器官发生各种近、远期不良反应, 甚至诱发新的癌变, 尤其是辐射剂量的差错以及各种医疗照射设备故障或性能不稳会给患者以有害的有时甚至是致命的照射<sup>[2]</sup>, 严重制约着肿瘤放射治疗的效果。本研究通过对医用电子直线加速器性能参数的检测, 发现放射治疗中存在的问题, 为进一步研究加速器放射治疗中的质量控制提供理论依据。

## 1 对象与方法

- 1.1 对象 检测对象为 2007年山东省医疗机构正常使用中的部分加速器, 共 74台, 分布于全省 17个市。
- 1.2 监测仪器 Fame2670 剂量仪, 451P 电离室巡测仪, GW-1 有机玻璃体模, LUDLUM 12-4 中子雷姆仪。以上仪器均经中国计量科学院校准。
- 1.3 检测方法 卫生部《放射诊疗管理规定》《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》<sup>[3]</sup>《医用电子加速器卫生防护标准》<sup>[4]</sup>, 《医用电子加速器验收试验和周期检验规程》<sup>[5]</sup>, 《医用电子加速器性能和实验方法》<sup>[6]</sup>。

## 2 结果与分析

作者单位: 山东省医学科学院放射医学研究所 山东 济南 250062  
作者简介: 杨树强 (1979~), 男, 河南驻马店人, 硕士在读, 研究方向: 辐射防护。

针对 2007年山东省内各级医院正在使用中的用于远距离放射治疗的医用电子直线加速器进行监测, 共监测 74台, 其中省级 6台, 地市级 32台, 县级 36台。

2.1 医用电子加速器性能监测结果 (表 1) 按照卫生部颁布实施的《放射诊疗管理规定》的要求, 根据有关国家标准, 对山东省内各级医院正在使用中的医用电子加速器进行了监测。从表 1可以看出, 山东省医用电子加速器性能参数整体上除泄漏辐射全部符合国家有关标准外, 其余参数均有不同程度的偏离国家有关标准要求。省级医院的加速器性能较好一些, 和省级相比, 地市级和县级使用的电子直线加速器的大部分性能参数的合格情况依次都有一定程度的差别, 有些项目的合格率相差达十几个百分点。

表 1 全省医用电子直线加速器性能监测结果

监测项目	合格率 (%)			
	省级	地市级	县级	总体
重复性	100	95.5	87.8	92.7
线性	100	100	97.6	99.0
日稳定性	100	88.6	97.6	93.8
最大剂量深度	100	100	97.5	98.9
穿透性	100	95.5	85.4	91.7
均整度	100	85.0	87.8	88.2
对称性	90.9	87.8	80.5	84.9
小机头等中心	100	96.7	94.4	95.8
机架等中心	100	90.0	86.1	88.9
治疗床等中心	83.3	90.0	70.0	80.4
泄漏辐射	100	100	100	100

AAPM为水体模, 较为经典, 纯水层面还可以作为 CT值和 CT值均匀性的校准体模。空间分辨力最小孔径只有 0.4mm相当于 13 LP/cm对于当代 CT来说, 似乎显得落伍了, 对定位光精度指标的检测也显得无能为力。CATPHAN500体模的等效水材料对 CT值指标的检测可信度欠佳, 同时不能用于对 CT机的校准, 在日常的检测工作中应该再配备一个轻便的纯水模, 用于对 CT值的检测。空间分辨力指标用线对来表示更能迎合人们的习惯, 其级差为 1 LP/cm 1~21 (LP/cm)对当代 CT的检测更为客观, 该体模还能检测定位光精度指标<sup>[2]</sup>, 在医院大量使用 DR、CR的年代更显实用。总的看来, 两种体模各有优

缺点, 都可作为日常检测的体模, 检测结果相近, 具有可比性。但是, 对 CT机的验收检测, 笔者推荐使用 CATPHAN500体模。

参考文献:

[1] GB/T 189-1999 X射线计算机断层摄影装置影像质量保证检测规范 [S].

[2] 林意群, 冯晓刚, 洪德明, 等. 用 CatPhan体模进行 CT机的 QA检测方法研究 [J]. 中国医学物理学杂志, 1999, 16 (3): 161-164

(收稿日期: 2008-04-14)

2.2 模拟定位机性能监测结果(表 2) 根据有关国家标准,对山东省内各级医院正在使用中的模拟定位机进行了监测。从表 2可以看出,模拟定位机的低对比度分辨率和射束不垂直度能满足国家标准要求,但空间分辨率和机械等中心不符合国家要求,尤其是治疗床等中心合格率只有 75%,严重影响放射治疗中的靶区的确定和治疗时的患者摆位,进而影响放射治疗的质量。

表 2 模拟定位机性能监测结果

监测项目	合格率(%)	监测项目	合格率(%)
空间分辨率	93.6	小机头等中心	92.5
低对比度分辨率	100	机架等中心	90
射束不垂直度	100	治疗床等中心	75

3 讨论

3.1 应加强医疗照射设备的质量控制 放射治疗的质量控制和质量保证是放射治疗的安全和有效的关键<sup>[7-9]</sup>,目前,我国医用电子加速器(加速器)在临床放射治疗中的应用已较为普及,但设备性能与应用质量参差不齐,且放疗过程中涉及到的参数相当庞大,步骤也较为繁琐,每一步骤都会产生误差,这些误差既有由设备本身引起的系统误差,也有人为差错<sup>[10]</sup>,直接影响放疗效果及引起被照射患者产生各种近、远期不良反应。从检测结果可以看到,我省医用电子加速器性能参数除泄漏辐射全部符合国家有关标准外,其余参数均有不同程度的偏离国家有关标准要求,尤其是治疗床等中心偏差较大,合格率仅为 80.4%,且有些治疗床不转或是锁不紧,严重影响到患者的治疗摆位,这些问题将直接影响到患者的治疗效果,因此应做好放疗有关设备的质量保证和防护性能,把住放疗设备的进货渠道,从源头上保证放疗设备的性能。设备投入使用之前要进行验收实验,确保设备的性能符合各项要求。使用过程中要按照 AAPM标准和中华医学会放射肿瘤学会提出的质控要求,定期对直线加速器进行质量控制检查,如定期检测加速器输出量重复性、剂量线性和短期稳定性(包括日稳定性、周稳定性和月稳定性)、限束装置、机架和治疗床等中心、射野的均整度及对称性、射野光野一致性等参数,确保直线加速器的机械性能、几何性能和辐射性能符合要求规定。另外随着放疗设备使用年限的增加,设备老化造成性能指标的不稳定性也将逐渐增大。为了确保医疗质量及防范安全隐患,应加强对放疗设备的预防性维护、保养及质量监督管理工作,确保设备能稳定正常运行,及时促进设备的更新换代,以保障肿瘤患者的生命健康和安全。

3.2 加强卫生监督管理 国家有关医用电子加速器的性能及防护标准早已制定,《放射诊疗管理规定》发布前,由于没有相关的法规要求,大部分地区的卫生主管部门仅对射线工作场所的防护进行了监管,只有部分地区对设备状态进行了试验性的监测管理。随着《放射诊疗管理规定》的颁布实施,放射设备状态监测成为日常管理中的重要内容,但由于资金、技术等原因,不少放射治疗医疗机构设备硬件落后,人员素质差,且由于放射卫生法律知识缺乏,放射防护意识淡漠,使得单位领导对放射防护问题不够重视,管理上缺乏规范,没有按要求定期检测放疗设备,且对放疗相关工作人员教育培训不够等严重地影响了治疗质量,因此必须加强卫生监管力度,确保人民的生命健康得到最有效的保障。

3.3 增强对基层医疗机构的资助力度,完善放射治疗基本设施 放射治疗是一种复杂的多学科综合治疗手段,它涉及的学科多,专业性强,技术要求高,设备投资大。然而,放射治疗的快速发展,使现有的有经验的放射治疗医生、放射治疗技术人员严重不足<sup>[11]</sup>,亦使从事该行业的人员素质参差不齐。很多放射治疗工作人员是临时从其他科室转入,缺乏相应的专业知

识等等<sup>[12]</sup>。从测量结果可以看出:省级医院的加速器性能较好一些,和省级相比,地市级和县级使用的电子直线加速器的大部分性能参数的合格情况依次都有一定程度的差别,有些项目的合格率相差达十几个百分点。其原因可能为:各个级层医疗机构中放疗单位设备、人力、技术等方面差别较为悬殊,大多数基层医院的放疗单位设备较为落后以二手设备和陈旧设备较多,这些设备性能不稳定,故障率高,在使用过程中容易发生偏差;个别单位不重视放疗质量控制工作,工作人员素质较低、责任心不强,未能严格按国家标准要求的检测方法进行检测频率对设备进行日常检修,有些医院很少甚至没有设立模拟定位系统和治疗计划系统及其他一些辅助设施,管理上较为松散等。这些都可影响放射治疗的质量,不利于患者的治疗。因此,应该加强对基层医疗机构的资助力度,完善放射治疗基本设施;加强放射治疗设备的监督管理与检测工作,建立健全自检制度,详细记录,定期检测调整,对性能较差的二手或陈旧设备应增加检测频率。通过培训学习与考核奖惩等措施提高工作人员素质,增强责任心,以保证放疗设备的正常运行。同时应该加强医院放疗单位的交流与合作,促进放射治疗向更新、更快、更精确的方向发展。

3.4 提高安全文化素养<sup>[13]</sup> 众所周知射线会对人体产生有害生物效应,而医疗照射是最大的电离辐射照射来源<sup>[14]</sup>,且其实践活动涉及到从事照射工作的医务工作者和受到照射的患者,尤其是医务工作者的受教育程度、操作技能、防护知识等因素都直接影响到放射治疗的质量。因此,应该加强对医疗工作者有关法律法规、防护知识、医疗技术等的教育培训工作,提高其安全文化素养,及时清查和纠正影响靶区确定、放疗摆位、设备性能以及防护与安全等问题,明确相关人员的责任,制定有效的安全防护制度,消除隐患,确保放射工作人员、公众以及患者的健康。

参考文献:

[1] 谷铎之主编. 肿瘤放射治疗学[M]. 北京: 北京医科大学中国协和医科大学联合出版社, 1991: 1.  
[2] 李德平译. ICRP 国际放射防护委员会 1990 年建议书[M]. 北京: 原子能出版社, 93: 65.  
[3] GB 18871—2002 电离辐射防护与辐射源安全基本标准[S].  
[4] GBZ 126—2002 医用电子加速器卫生防护标准[S].  
[5] GB/T 19046—2003 医用电子加速器验收试验和周期检验规程[S].  
[6] GB 15213—1996 医用电子加速器性能和实验方法[S].  
[7] ICRU Prescribing, recording and reporting photon beam therapy[R]. Report No. 50 Washington: ICRU 1993.  
[8] WHO Quality assurance in radiotherapy[Z]. Geneva: WHO, 1988.  
[9] Mijnheer BJ, Batterman JJ, Wambersie A. What degree of accuracy is required and can be achieved in photon and neutron therapy[J]. Radiother Oncol 1987; 8: 237.  
[10] DAV ID THWA IIES Quality assurance in the next century[J]. Radiotherapy and Oncology 2000; 54(1): xi—xiii.  
[11] 胡逸民. 关于国内目前放射治疗存在的问题及建议[J]. 中国肿瘤, 1994; 3(2): 6.  
[12] 杨定宇. 放射治疗技术员培训工作简况[J]. 中国肿瘤, 1994; 3(2): 13.  
[13] IAEA Safety Culture[M]. IAEA Safety Series No. 75—N-SAG—4 Vienna: 1991.  
[14] 郑钧正. 研究电离辐射水平与效应的重要文献[J]. 中华放射医学与防护杂志, 2002; 22(1): 71.