

# Mobetron 移动式术中放疗加速器的短期稳定性分析

鞠忠建, 巩汉顺, 王运来

**[摘要]** 目的: 对 Mobetron 移动式术中放疗加速器的质量控制测量数据进行分析, 研究其短期稳定性。方法: 利用随机附带的 IntraOP QA Phantom 测量系统, 针对机器持续停机/开机的稳定性、剂量输出稳定性、能量输出稳定性进行测量。结果: 机器在持续停机或者持续开机后, 其剂量输出量的变化在  $\pm 2\%$  之内; 机器的剂量输出稳定性保持在  $\pm 2\%$  之内; 能量输出的稳定性保持在  $\pm 3\%$  以内。结论: Mobetron 移动式术中放疗加速器具有很好的短期稳定性, 能充分满足临床使用要求。

**[关键词]** 术中放射治疗; 短期稳定性; Mobetron

**[中国图书资料分类号]** R445; TH774 **[文献标识码]** B **[文章编号]** 1003-8868(2010)11-0127-03

## Short-term Stability of Mobile Electron Accelerator Unit for Intraoperative Radiotherapy (Mobetron)

JU Zhong-jian, GONG Han-shun, WANG Yun-lai

(Department of Radiation Oncology, General Hospital of the PLA, Beijing 100853, China)

**Abstract Objective** To study short-term stability of a mobile electron accelerator unit for Intraoperative Radiotherapy (Mobetron) by analyzing quality control testing data in Mobetron's radiotherapy accelerator. **Methods** The IntraOP QA Phantom and CNMC dose meter was used to investigate stability of the machine during continuous power on or off and the output of dose and energy. **Results** The variations in dose output varied with  $\pm 2\%$  for all four energies with system either power off overnight or power on throughout day. Over 20 quality assurance trials, variations in both dose output and energy generally varied within  $\pm 3\%$  for all energies. **Conclusion** The stability of Mobetron is acceptable for IORT in clinical use. [Chinese Medical Equipment Journal, 2010, 31(11): 127-128, 136]

**Key words** intraoperative radiotherapy; short-term stability; Mobetron

### 1 引言

术中放疗 (intraoperative radiation therapy, IORT) 是指经手术切除肿瘤病灶之后, 借助手术暴露不能切除的病灶, 对术后瘤床、残存灶、淋巴引流区或者原发病灶, 在直视下进行大剂量照射。这种方法自 20 世纪 60 年代 Abe 教授首次成功应用于临床以来, 至今已有数十年的历史<sup>[1-2]</sup>, 目前已经成为治疗多种肿瘤的有效手段<sup>[3]</sup>。

我院于 2008 年购进 Mobetron 可移动式术中放疗加速器, 迄今为止, 已经治疗患者 100 余例, 涉及乳腺癌、直肠癌、舌癌、腹膜后肿瘤、纤维肉瘤等多种肿瘤, 取得良好的治疗效果。

在进行治疗的 1 年多时间里, 我们对机器进行了详细而严密的质量控制与质量保证, 现就各项结果, 针对其短期稳定性进行分析。

### 2 材料与方

#### 2.1 Mobetron 简介

Mobetron 移动式术中放疗加速器由美国 IntraOP 公司生产, 可分为治疗单元、调制单元、控制单元等 3 个部分。与常规加速器相比, 它采用 X 波段高频磁控管 (10 GHz), 仅产生高能电子线, 其质量和体积都远远小于常规加速器, 因而可以在手术室内自由移动。

Mobetron 采用高能电子线进行治疗, 具有 4、6、9、12 MeV 等 4 挡能量, 治疗剂量率为 1 000 cGy/min, 标称源皮距为 50 cm。治疗机头下方安放有联动射线阻挡装置 (beamstopper) 以

减少射线污染。

治疗限光筒全部为圆形, 按其断面可分为  $0^\circ$ 、 $15^\circ$ 、 $30^\circ$  等 3 个角度, 直径从 3 cm 到 10 cm 按 0.5 cm 等差递增, 共 15 种。限光筒通过适配底座与固定系统相连, 再通过固定系统固定在手术床上。限光筒还配有一套大小与限光筒断面形状相同、厚度分别为 0.5、1.0 cm 的组织补偿器, 用于提高表面剂量。

治疗时, 首先将限光筒安放于患者需要照射的部位, 再通过固定系统将其固定在手术床上。然后移动加速器, 利用激光软到位系统进行并实现射束中轴与限光筒中心轴的对准。最后在控制单元上进行治疗。

#### 2.2 测量设备

在 ATP 和 commissioning<sup>[4]</sup> 阶段, 我们采用 PTW MP3 水箱进行数据采集。在日常质量保证 (QA)、质量控制 (QC) 工作中, 使用随机附带的专用测量系统进行测量。包括 PTW 0.6 cc 电离室, CNMC 5861 剂量仪, 剂量测量模体 (IntraOP QA Phantom)。

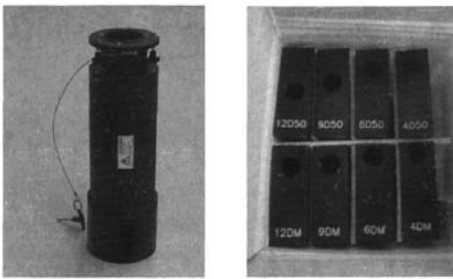
IntraOP QA Phantom 如图 1 所示, 包括一套固定装置、一个直径 10 cm 的质量保证限光筒、一套电离室模块。固定装置可以将限光筒直接固定于机头上, 而不需要进行激光软对接。限光筒下方连有一圆柱形聚乙烯模体, 模体侧面开有一高为 10 cm 的缺口, 以插入配套的测量模块。测量模块为同等材料制成, 一套共 8 个, 侧面开有电离室插口, 分别对应不同能量的  $D_{\text{max}}$  和  $D_{50}$ 。测量时将电离室插入插口即可方便地测量不同能量在  $D_{\text{max}}$  和  $D_{50}$  处的输出剂量。

尽管系统自带多个限光筒, 但是本文所有测量均基于 QA 限光筒进行。

#### 2.3 测量方法

作者简介: 鞠忠建 (1981-), 男, 江苏如皋人, 硕士, 助理工程师, 主要从事肿瘤放射物理学方面的研究工作。

作者单位: 100853 北京 解放军总医院放疗科 (鞠忠建、巩汉顺、王运来)



(a)限光筒及固定装置 (b)电离室模块

图1 IntraOP QA Phantom 示意图

由于 Mobetron 独特的使用环境,具体质量保证、质量控制方法与常规加速器有较大区别<sup>[9]</sup>。对于其短期稳定性的分析主要包括 3 个方面:长时间停机/开机输出稳定性、日常输入量稳定性、射束能量稳定性。

Mobetron 停放于手术室,一般不保持长时间开机,只有术中放疗前才提前开机预热。因此,对于日检,通常于手术日的前一天晚上或者当天早上进行。主要检测其输出量( $D_{max}$  处输出量)和能量稳定性( $D_{50}/D_{max}$ )。每次出束 500 MU,剂量率为 1 000 MU/min。

为分析其短期稳定性,在最初一个月,我们还分别于手术日前晚、当天早上以及当天晚上对机器进行测量,以分析其开机后长时间停机以及长时间开机对机器稳定性的影响。

而日常输入量稳定性、射束能量稳定性的分析则与普通直线加速器类似。

### 3 结果

#### 3.1 持续停机/开机剂量输出稳定性分析

为分析其短时间持续停机/开机时的稳定性,从最初一个月 12 MeV  $D_{max}$  点的输出剂量测量结果中,取出前 20 对结果进行分析,结果如图 2 所示。从结果中可以看到,3 个不同时间段的测量结果都在许可范围之内( $\pm 3\%$ ),而实际上 20 对结果的偏差都在  $\pm 2\%$  以内。

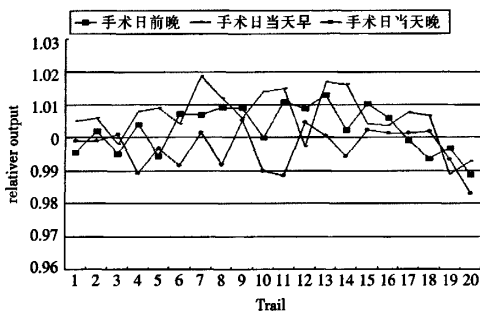


图2 12 MeV 能量 3 个不同时间  $D_{max}$  处输出量分析

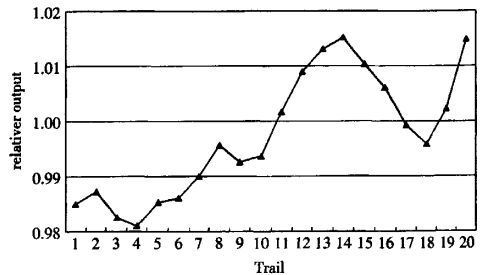
4 挡能量在术中放疗前夜持续停机以及当日持续开机时的输出稳定性变化如表 1 所示,可以看出,无论是停机数小时后重启(手术日前晚-手术日当天早)还是长时间开机运行后(手术日当天早-手术日当天晚),机器的输出稳定性都保持在  $\pm 2\%$  以内。因此,测量时间对质量保证结果影响并不大。

#### 3.2 日检剂量输出稳定性分析

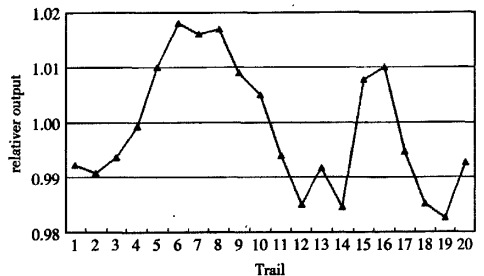
各个能量的输出稳定性结果如图 3 所示,可见 Mobetron 的输出稳定性都在许可范围( $\pm 3\%$ )之内,实际上 20 对结果各

表 1 4 挡能量的前夜持续停机以及当日持续开机时的稳定性变化

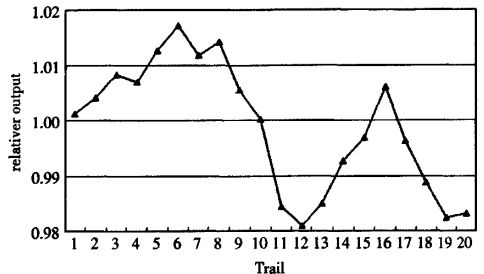
能量/MeV	隔夜输出平均变化/%	当日输出平均变化/%
4	-1.1	-0.8
6	-0.8	-0.2
9	0.6	1.3
12	-0.3	0.9



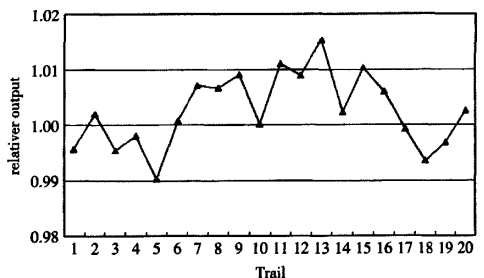
(a)4 MeV



(b)6 MeV



(c)9 MeV



(d)12 MeV

图3 4 挡电子能量  $D_{max}$  处输出量分析

挡能量的输出偏差都在  $\pm 2\%$  以内。

#### 3.3 输出能量稳定性

电子线的能量输出稳定性用  $D_{50}/D_{max}$  来评价,4 挡能量的稳定性如图 4 所示。其稳定性都在  $\pm 3\%$  以内。

#### 4 讨论

(►►下转第 136 页►►)

$$\Delta Q_i = \frac{q_i - \bar{Q}_i}{\bar{Q}_i} \times 100\% \quad (1)$$

式中,  $\Delta Q_i$  为输液泵第  $i$  个检测点的流量相对误差;  $q_i$  为被检输液泵第  $i$  个检点设定的流量值,  $\bar{Q}_i$  为检定仪在第  $i$  个检点 5 次流量计数的算术平均值。

### 3.2.2 验收检测和输液泵对输液管路校准的关系

输液泵对输液管路的校准是将输液泵检测的流量误差人为消除的过程。但这个功能的使用应属于输液泵的日常维护和修后校正的范畴。有些生产厂家为了能够通过我院的验收检测,会根据检测结果对输液管路进行校准。目前,临床上大都采用的是非专用输液管路进行输液,使用的品牌比较多,无法做到在使用输液泵前对每根输液管路进行校正。我们认为验收检测应是在使用专用输液管路的情况下对输液泵出厂状态的质量评估,而不是对校准后设备的评估。那么这种为了应付式的校准,即使通过了检测也不能判定其合格。

### 3.2.3 质控的目的

质控的目的是为了保证临床设备使用的安全有效,但影响输液泵质量的因素比较多,我们建议对输液泵的应用质量的检测应根据实际需要来评定。若仅是对输液泵本身的质量的评价,应选用专用管路;若是对输液泵的临床应用质量安全的评价,应选取临床在用的输液管路进行检测,且在这种条件下该输液泵也应满足 IEC 的规定。

## 4 结束语

(◀◀上接第 128 页◀◀)

表 2 各挡能量输出平均值变化及其标准差

能量/MeV	校准值/cGy·MU <sup>-1</sup>	日常输出平均值/cGy·MU <sup>-1</sup>	标准差/%
4	0.999	0.996	1.2
6	0.997	0.999	1.1
9	0.997	0.999	1.1
12	1.001	1.003	0.6

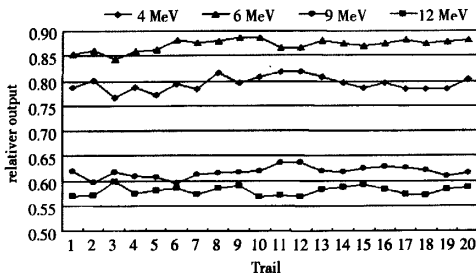


图 4 各挡能量的射束能量稳定性分析

在我院购进 Mobetron 移动式术中放疗加速器并进行治疗的 1 年多时间里,其稳定性得到了充分验证。本文着重分析了机器的短期稳定性。从分析中可以看出,机器在持续停机或者持续开机后,其剂量输出量的变化基本在  $\pm 2\%$  之内,这说明对机器进行日检的时间安排更具有灵活性,可以安排在手术前一天晚上或者手术当天早上。我们一般将测量安排的前一天晚上,这主要出于如果出现出问题,可以当夜抢修,而不影响第二天的正常手术。

机器的输出稳定性基本保持在  $\pm 2\%$  之内。在后续的测量中,4 MeV 能量的输出量有时变化略大于  $\pm 2\%$ , 这可能与机

输液泵的质量控制检测是一个十分严谨的过程,它对输液泵的质量评估起到非常重要的作用,尤其是它可以为输液泵及输液管路的引进及临床的有效使用等提供科学依据。有关影响医院输液泵质量控制检测中存在的问题与对策我们只有针对性地进行了部分研究。还有其他因素需要注意,例如在输液管路与输液泵适配的情况下,针对同一品牌不同批次的输液管路对流量误差影响的问题,人为操作产生气泡的影响问题等,我们将进一步通过测试加以研究,以期对医院输液泵的临床检测等起到更多的指导作用。

### [参考文献]

- [1] IEC 60601-2-24:1998 Medical electrical equipment-Part2-24: Particular requirements for the safety of infusion pump sand controllers[S].
- [2] GB 9706.27-2005/IEC 60601-2-24:1998 医用电气设备第 2-24 部分:输液泵和输液控制器安全专用要求[S].
- [3] GB 8368-1998 一次性使用输液器标准[S].
- [4] 侯艺威,郑吉峰,刘小丽,等. 输液泵使用不同泵管的测试[J]. 医疗设备信息,2005,20(6):71-72.
- [5] 陈燕,肖笑. 微量输液泵流速质控中探索的相关问题[J]. 中国医疗器械信息,2006,12(10):57-62.
- [6] 熊继军. 输液泵的结构、功能及检测方法[J]. 计量与测试技术,2008,35(4):11-12.

(收稿:2010-04-30 修回:2010-06-28)

器未充分预热有关。机器标准预热时间为 12 min。在治疗时,为保证机器预热充分,预热时间都保持在 30 min 以上。

机器能量的稳定性对于术中放疗来说最为重要,因为能量的变化直接导致表面剂量、剂量深度等的变化。研究发现, Mobetron 移动式术中放疗加速器输出能量的稳定性保持在  $\pm 3\%$  以内,能够满足临床需求。

从分析中可以看到, Mobetron 移动式术中放疗加速器具有很好的短期稳定性,能充分满足临床使用要求。我们将继续对机器进行详细的质量保证与质量控制,以分析其长期稳定性。

### [参考文献]

- [1] Beddar A S, Kubu M L, Domanovic M A, et al. A New Approach to Intraoperative Radiation Therapy [J]. Aorn Journal, 2001, 74 (4): 500-505.
- [2] Felipe A Calvo, Rosa M Meirino, Roberto Orecchia, et al. Intraoperative Radiation Therapy First part: Rationale and Techniques [J]. Critical Reviews in Oncology/Hematology, 2006, 59: 106-115.
- [3] 朱远. 术中放疗的现状与未来[J]. 国外医学:肿瘤学分册, 1999, 26 (3): 162-165.
- [4] Mills M D, Fajardo L C, David, et al. Commissioning of a Mobile Electron Accelerator for Intraoperative Radiotherapy [J]. Journal of Applied Clinical Medical Physics, 2001, 2(3): 121-130.
- [5] Beddar A S. Stability of a Mobile Electron Linear Accelerator System for Intraoperative Radiation Therapy [J]. Medical physics, 2005, 32 (10): 3 128-3 132.

(收稿:2010-03-24 修回:2010-04-30)

# Mobetron移动式术中放疗加速器的短期稳定性分析

作者: [鞠忠建](#), [巩汉顺](#), [王运来](#), [JU Zhong-jian](#), [GONG Han-shun](#), [WANG Yun-lai](#)  
作者单位: [解放军总医院放疗科, 北京, 100853](#)  
刊名: [医疗卫生装备](#)   
英文刊名: [CHINESE MEDICAL EQUIPMENT JOURNAL](#)  
年, 卷(期): 2010, 31(11)

## 参考文献(5条)

1. [Beddar A S Stability of a Mobile Electron Linear Accelerator System for Intraoperative Radiation Therapy](#)[外文期刊] 2005(10)
2. [Mills M D;Fajardo L C;David Commissioning of a Mobile Electron Accelerator for Intraoperative Radiotherapy](#) 2001(03)
3. [朱远 术中放疗的现状与未来](#) 1999(03)
4. [Felipe A Calvo;Rosa M Meirino;Roberto Orecchia Intraoperative Radiation Therapy First part:Rationale and Techniques](#) 2006
5. [Beddar A S;Kubu M L;Domanovic M A A New Approach to Intraoperative Radiation Therapy](#)[外文期刊] 2001(04)

本文链接: [http://d.g.wanfangdata.com.cn/Periodical\\_ylwszb201011051.aspx](http://d.g.wanfangdata.com.cn/Periodical_ylwszb201011051.aspx)