

# 对一台立体定向伽玛射线 体部治疗装置的放射防护监测与评价

陈卫辉, 范 才, 黄通瑞, 刘德庆, 张佳宁

中图分类号: R815 文献标识码: B 文章编号: 1004-714X(2005)01-0043-01

**【摘要】** 目的 对一台定向伽玛射线体部治疗装置进行放射防护监测与评价。方法 依据国家和部队的有关标准, 结合立体定向伽玛射线体部治疗装置的特点对其进行分析和总结。结果 该射线装置的各项防护指标达到了验收标准。结论 该立体定向伽玛射线体部治疗装置可以启用。

**【关键词】** 立体定向伽玛射线治疗装置; 监测; 评价

立体定向伽玛射线体部治疗装置主要用于体部肿瘤的放射治疗, 笔者针对国产 OUR-QCD 体刀, 参考有关标准<sup>[1,2]</sup>, 提出了防护监测项目、测量方法和评价指标, 现汇报如下。

## 1 基本情况

该院位于太原市内, 建筑面积约 6 万多 m<sup>2</sup>, 体部伽玛刀治疗中心为一层单体结构, 面积为 377 m<sup>2</sup>, 治疗室和控制室位于一层, 治疗室面积为 70.95 m<sup>2</sup>, 室内顶高 4.06 m, 墙体采用钢砼结构, 密度大于 2.36 g/cm<sup>3</sup>, 厚度为 60 cm, 与放射科、核磁共振和螺旋 CT 相邻。地表为混凝土地面, 地质为湿陷性黄土, 地下水位偏低, 距地表为 164 m, 防护门铅当量为 30 mm。设有安全连锁装置、工作指示灯及排风装置。环境辐射水平为 0.10 μGy/h。

射线装置为立体定向伽玛射线体部治疗系统, 型号为 OUR-QCD, 主要由射线准直系统、机架、负压定位床和治疗床、治疗计划系统和控制系统组成。放射源为钴-60, 总活度为 3.15 × 10<sup>14</sup> Bq 半衰期为 5.27 a, 射线性质为 γ 射线和 β 射线, 射线有 1.17 MeV 和 1.33 MeV 两种能量, 平均能量为 1.25 MeV, 规格为直径 2.6 mm、长 30 mm, 其照射量高达 3 Gy/min。辐射源置于立体定向伽玛射线体部治疗系统的源腔中, 外有双层不锈钢包壳。采用氩弧焊密封双层不锈钢包装, 源存放在内径为 395 mm, 外径为 510 球冠形源体中, 外面紧接外径为 930 mm 的球冠屏蔽体, 里面紧接内径为 275 mm 的球冠准直体。源体、屏蔽体和准直体都采用铸铁材料。准直体上有三组不同孔径的准直孔和一组屏蔽塞, 前者用于治疗时选择不同的照射野, 后者用于非治疗状态下屏蔽放射源。治疗时 30 个源绕统一轴旋转, 射线方向朝下, 使病灶位于焦点位置, 由计算机控制停留时间, 到预定剂量后源自动返回贮源位置, 完成治疗程序。

## 2 检测项目

检查项目包括控制台显示功能: 各种指示灯、正反计时器和准直器显示; 各种连锁情况: 屏蔽门连锁、治疗床连锁、辐照终止与计时器连锁保护装置; 防护设施: 治疗室结构、对讲监测系统、工作指示灯、排风系统、辐射监测仪和辐射标志等; 操作规程与管理规定: 规章制度、机器档案; 剂量监测与健康档案: 个人剂量监测的剂量计类型、监测周期、监测单位、剂量档案和健康档案等部分。

## 3 防护评价依据与原则

3.1 评价依据 根据军队有关规定和国家有关标准<sup>3-9</sup>

3.2 评价原则 评价要求防护设计必须保证各类人员受照剂量在规定的限值以内, 并符合最优化原则。

(1) 放射工作人员有效剂量为 20 mSv (在规定的连续 5 年

内平均, 在其中任意一年内不得超过 50 mSv), 当量剂量为眼晶体 150 mSv, 皮肤 500 mSv, 手和足 500 mSv, 为满足要求, 距源 1 m 处辐射水平不得高于 20 μGy/h (非治疗状态下); 治疗室外工作场所辐射水平不得高于 5 μGy/h。

(2) 受检者有效剂量 (在规定的连续 5 a 内平均, 在其中的任何一年内不得超过 5 mSv)。当量剂量为眼晶体 15 mSv, 皮肤 50 mSv, 为满足要求, 工作场所辐射水平 (非治疗状态下) 不得高于 2 μGy/h。

## 4 监测项目

监测仪器: FJ-347A 型 X、γ 剂量率仪, PTW-U-NIDOS 剂量仪, HW-II 热释光精密退火炉, FJ-377 热释光剂量仪, PDE-2i 个人报警仪, 辐射自显影胶片, 半径为 80 mm 的聚苯乙烯球模, α、β 表面污染测量仪, LiF(Mg, Cu, P) 玻璃棒热释光剂量探测器。以上仪器均经剂量部门校准。

### 4.1 体刀的防护性能

4.1.1 非治疗状态下体刀漏射线 测量距设备表面 5 cm 和距源 1 m 处, 距屏蔽门 5 cm 处的剂量。要求剂量在 5 cm 处小于 200 μGy/h, 1 m 处小于 20 μGy/h。结果: 距设备表面 5 cm 处为 0.5 ~ 24 μGy/h, 距源 1 m 处为 0.8 ~ 1.0 μGy/h, 距屏蔽门 5 cm 处为 1.0 ~ 55 μGy/h。

4.1.2 非治疗状态下操作位及治疗床的辐射水平 测量工作人员位置处的剂量率时要求测量点与床同高。测量结果: 0.5 ~ 2.0 μGy/h, 该数据可以作为防护的参考数据, 也可以供工作人员选择操作位置。

4.1.3 非治疗状态下治疗室内辐射水平 测量室内各个位置, 距地面 80 cm, 离墙 50 cm 的剂量率, 该数据可作为防护场所的评价。结果在 0.5 ~ 0.6 μGy/h 之间, 满足剂量率在 5 cm 处小于 200 μGy/h, 1 m 处小于 20 μGy/h 的要求。

4.1.4 治疗状态下治疗室内辐射水平 开最大准直器 (d50mm), 焦点处放一 30 cm × 30 cm 的水模体作为散射体, 在距地面 1 m, 离墙 1 m 处使用热释光剂量计进行测量。结果为 0.5 ~ 10 mGy/min, 辐射剂量在治疗室内同一水平面内大致成对分布。

4.2 治疗室的防护性能 使用最大准直器照射水模体, 测得防护门外 5 cm 处辐射水平均小于 0.5 μGy/h, 门下面的剂量值偏高, 其他均为本底辐射水平。

4.3 表皮吸收剂量 开最大准直器进行测量, 先用胶片测得焦点剂量率 D<sub>焦</sub>, 再将胶片贴再球模标表面, 并用 5 mm 厚的聚苯乙烯面半覆盖进行照射, 得出剂量率 D<sub>皮</sub>, 求得比值 D<sub>皮</sub>/D<sub>焦</sub>。结果为 10.8%, 满足表皮相对剂量小于 20% 的要求。

4.4 工作人员受照剂量估算 工作人员接受的照射有两方面, 一是治疗室内对病人摆位操作时所接受的剂量: 设 γ 刀每天最多可治疗 5 名患者, 工作人员在每名患者治疗床附近操作时间为 10 min, 每周工作 5 d, 一年 50 周, 则工作人员一年内在

# MC—3C 型核子湿度密度仪的辐射防护

黄冬明<sup>1</sup>, 李 炜<sup>2</sup>, 张显鹏<sup>2</sup>, 张丹枫<sup>3</sup>

中图分类号: R145 文献标识码: B 文章编号: 1004—714X(2005)01—0044—01

**【摘要】** 目的 为 MC—3C 型核子湿度密度仪操作者提供防护措施。方法 通过现场调查和辐射水平监测, 研制短途搬运防护车。结果 对核仪表储存、运输、搬运、测量等全过程提出了有效防护措施。结论 应用该类核仪表必须采取防护措施, 采用短途搬运防护车可使操作者的受照剂量减少 82.6%~98.1%。

**【关键词】** 核仪表; 辐射水平监测; 辐射防护

核子湿度密度仪(以下简称核仪表)系快速、准确、无破损测量各种土层、沥青、混凝土等建筑材料的密度和含水量的仪器, 广泛用于公路、水库、江河堤坝建设的质量检测, 由于核仪表是利用被测材料对射线( $\gamma$  射线和中子辐射)的吸收多少来判断湿度和密度的, 故在储存、运输和使用过程中应做好辐射防护, 以确保操作者和公众的健康与安全。

## 1 放射源

核仪表装有两个放射源, 其有关数据见表 1。

## 2 辐射水平

表 2 核湿度密度仪辐射水平<sup>1)</sup>( $\mu\text{Sv}\cdot\text{h}^{-1}$ )

核仪表状态	距仪表 5 cm				距仪表 100 cm				操作位 <sup>2)</sup>
	前	后	左	右	前	后	左	右	
储源状态	26.7	36.3	30.8	22	2.34	2.23	4.21	3.76	
工作状态源处于地表	73.7	106.2	12.6	82.1	4.35	3.22	3.32	3.81	7.3
工作状态源处于地下 15 cm	38.7	38.2	11.4	52.1	1.61	2.48	3.25	1.91	8.9

注: 1) 辐射水平指  $\gamma$  射线与中子剂量之和; 测试仪器为美国 451P 型加压电离室 X $\gamma$  巡测仪和美国 190N 型中子测量仪; 测试数据由山东省疾控中心辐射防护安全所提供。2) 操作位指操作者在操作时胸部所处位置。

## 3 工作场所控制水平

国家职业卫生标准《含密封源仪表的卫生防护标准》(GBZ125—2003)规定, 发射  $\gamma$  射线或中子辐射的核仪表, 距核仪表外围 5 cm 及 100 cm 处的剂量当量率若分别小于  $25\mu\text{Sv}\cdot\text{h}^{-1}$  或  $2.5\mu\text{Sv}\cdot\text{h}^{-1}$ , 在工作场所对人员的活动范围不受限制; 若分别大于  $25\mu\text{Sv}\cdot\text{h}^{-1}$  或  $2.5\mu\text{Sv}\cdot\text{h}^{-1}$  则在距核仪表 3m 的区域内不应有人进入。表 2 中的数据表明, 无论核仪表处于储源状态

对核仪表在储存状态和工作状态下, 距核仪表表面 5 cm 和 100 cm 处不同方位的  $\gamma$  射线与中子辐射的辐射水平进行了监测, 其总的辐射水平列于表 2。

表 1 放射源的类型与特性

类型	放射性核素	放射性活度 GBq(mCi)	半衰期 (a)	射线能量(MeV)	
				平均	最大
$\gamma$ 源	<sup>137</sup> Cs	0.37(10)	30.17	0.662 <sup>1)</sup>	
中子源	<sup>241</sup> Am—Be	1.85(50)	432	4.5 <sup>2)</sup>	11.5

注: 1) <sup>137</sup>Cs  $\gamma$  射线的能量为单一能量; 2) <sup>241</sup>Am—Be 中子源发射的中子为连续能谱, 其平均能量为 4.5 MeV。

还是工作状态, 其辐射水平均在后一种剂量率范围内, 因此, 对每一个操作步骤, 必须采取相应的防护措施, 以确保操作人员及周围人员的安全。

## 4 防护措施

4.1 核仪表储存 根据国家职业卫生标准 GBZ125—2003 规定和表 2 中所列辐射水平, 核仪表应存放在单独房间内(专用库房或无人停留的房间), 以免无关人员受到不必要的照射, 并要加锁保管, 防止放射源丢失。

4.2 核仪表运输 核仪表运输分为长途运输和短途搬运。

长途运输指将核仪表从储存库房提出装在汽车上运往测

作者单位: 1 山东交通学院, 山东 济南 250025 2 山东省疾病预防控制中心; 3 山东省医学科学院放射医学研究所  
作者简介: 黄冬明, 男, 山东临清人, 工程师, 从事公路建设工作。

治疗室内工作时间最长约 208 h, 实际测得治疗床附近工作人员操作处的剂量率超过  $2.0\mu\text{Sv}/\text{h}$ , 因此工作人员年剂量为  $0.42\text{mSv}$ , 二是控制室等工作场所所接受的照射:  $8(\text{h})\times 5(\text{d})\times 50(\text{周})\times 0.37(\text{控制室辐射})=0.74\text{mSv}$ , 年受照总剂量为  $1.16\text{mSv}$ , 满足剂量限制的要求。

## 5 讨论

该医院的立体定向  $\gamma$  射线体部治疗系统工作场所有治疗室、控制室和定位室等组成, 布置合理; 治疗室为控制区, 其他区域为监督区; 有辐射标志; 有各项连锁; 机房墙、顶棚、门外的剂量率水平符合国家标准要求; 臭氧浓度达到国家标准; 机房面积符合国家标准要求。

## 参考文献:

[1] GB/T16136—1995  $\gamma$  远距离治疗室设计的放射防护要求[S].  
 [2] IAEA 安全丛书, 国际电离辐射和放射源安全的基本[S].  
 [3] Q/19SZAW01—1999 立体定向伽玛射线全身治疗系统[S].  
 [4] GB4792—84 放射卫生防护基本标准[S].  
 [5] GB16351—1996 医用  $\gamma$  射线远距离治疗设备放射卫生防护标准[S].  
 [6] 卫防字 2000 第 109 号, 军队放射防护监督实施办法[S].

(收稿日期: 2004—05—26)