

## 伽玛刀治疗室及环境漏射线剂量分布

邓志宏<sup>1</sup>, 黄兆慧<sup>1</sup>, 陈小蕙<sup>1</sup>, 全红<sup>2</sup>

中图分类号: R815; R144.1 文献标识码: B 文章编号: 1004-714X(2005)01-0034-02

**【摘要】** 目的 了解伽玛刀治疗室内及环境漏射线剂量分布, 为患者及环境防护提供依据。方法 使用国产 LiF (Mg, Cu, P) 粉末制成测量探测器, 通过 FJ-377 热释光剂量仪测读, 得出治疗室内各点剂量值; 用 FD-3013 数字  $\gamma$  辐射仪测量环境辐射水平。通过分步实验, 测量出在  $\gamma$ -刀治疗过程中, 在关机与开机两种情况下治疗室内及周围环境的本底辐射和漏射线剂量。结果 治疗室内的剂量率在  $10 \sim 130\,000\ \mu\text{Gy/h}$ , 周围环境的剂量率约为  $0.18 \sim 0.63\ \mu\text{Gy/h}$ , 符合国家卫生标准的规定。患者颈部所接受的漏射线剂量超过国家卫生标准。结论 提示应该对患者非治疗部位进行防护。

**【关键词】** 伽玛刀; 剂量率; 漏射线; 测定; 放射防护

随着科学技术和医疗卫生事业的不断发展, 医疗辐射日益广泛使用, 接受医疗照射的受检者日益增多, 其放射防护问题越来越引起世界各国的普遍关注, 医疗照射防护已成为涉及所有公众成员及其后代健康的重要公共卫生问题。

放疗中要提高患者的生命质量, 达到治疗效果, 但必须重视患者的防护, 放疗时, 除病灶之外的正常组织是否需要进行确实有效的保护, 需要对放疗室进行辐射场剂量分布的测定。 $\gamma$  射线立体定向治疗系统即伽玛刀是一种融立体定向技术和放射外科于一体, 以治疗颅脑疾病为主的立体定向放射外科治疗设备, 其对治疗颅脑疾病有着独特的优越性, 其特点是照射野小、剂量大、剂量梯度高、定位准确, 是一种结合神经外科学、肿瘤放射治疗学、放射物理学的新技术<sup>[1]</sup>。伽玛刀由主机、电气控制系统、立体定位系统和治疗计划系统四部分组成。射源部分有 201 个  $^{60}\text{Co}$  源, 初装活度为  $1.11\ \text{TBq}$  ( $30\text{Ci}$  个), 总活度  $223.48\ \text{TBq}$  ( $6\,040\text{Ci}$ ), 焦点处剂量率达  $4\ \text{Gy}\cdot\text{min}^{-1}$ 。经由一固定在病人头部的立体定位头架, 伽玛机可以经由一次给予的辐射剂量集中照射在肿瘤处, 而减少周围脑组织的伤害, 这种剂量分布就象一把尖刀插入病变组织内<sup>[2]</sup>。此系统设在单独一栋两层小楼内, 治疗室、定位室、病人准备室位于一楼, 治疗室墙由厚  $55\ \text{cm}$  的含铅混凝土构成, 剂量规划室位于二楼。为了加强对患者的防护及环境保护, 我们对伽玛刀治疗室周围环境的辐射和伽玛刀在治疗病人时, 治疗室内漏射线的分布进行了测量, 了解除患者头部之外的身体其它正常组织及器官接受漏射线的受照剂量, 从而对其防护的措施提供依据。

## 1 材料和方法

**1.1 测量仪器** FD-3013 数字  $\gamma$  辐射仪, 经湖北省计量局检定。FJ-377 热释光剂量仪, 经卫生部放射卫生监督监测所检定, 测量结果的准确度优于  $5\%$ 。

**1.2 材料** 体模是按放射防护监测规范 (GBZ138-2002) 中规定的水箱体模, 其外形尺寸为  $250\ \text{mm} \times 250\ \text{mm} \times 150\ \text{mm}$ , 箱壁用有机玻璃制成, 作为代替人体躯干部分。头模由  $3\ \text{mm}$  厚的有机玻璃制成 ( $16\ \text{mm} \times 18\ \text{mm} \times 23\ \text{mm}$ ) 的空腔, 空腔内装完整成人头骨, 注满水后作为头模<sup>[3]</sup>。

测量探测器用一直径  $2.5\ \text{mm}$ , 长  $12\ \text{mm}$  塑料小管, 内装国产 LiF (Mg, Cu, P) 粉末制成的剂量元件。

## 1.3 方法

(1) 用 FD-3013 数字  $\gamma$  辐射仪测量  $\gamma$ -刀关机与开机状态下治疗室周围的环境辐射水平 (测量点距地面高度  $1.5\ \text{m}$ )。

(2) 用热释光剂量仪测量开机状态下治疗室内漏射线的剂量分布<sup>[4]</sup>。将四根长约  $7\ \text{m}$  的尼龙绳固定于治疗室内两个相对应的墙面上, 绳的走向与伽玛刀辐射装置的中轴线平行, 绳离地面  $1\ \text{m}$  高, 在绳的不同位置编上号码作为治疗室的测量点, 将剂量元件三个一组用透明胶带固定于绳上和治疗床各测量点 (见图 1)。开机照射  $30\ \text{min}$ , 取下剂量元件, 用热释光剂量仪测量每组剂量计, 取其均值。

(3) 用热释光剂量探测器贴于患者颈部, 测量患者在接受伽玛刀治疗过程中颈部受到的漏射线的照射剂量。

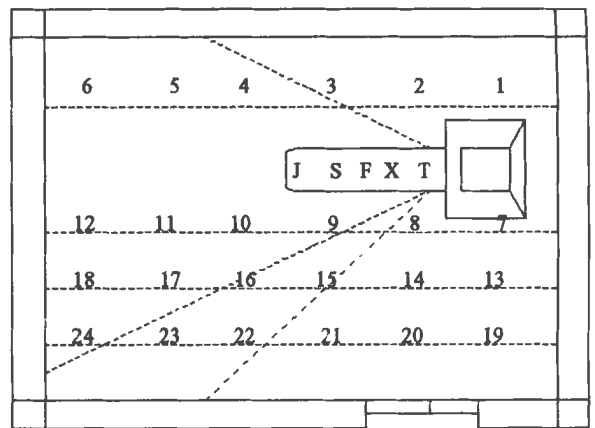


图 1 治疗室内测量点分布图

## 2 结果与讨论

(1) 伽玛刀立体定向放疗中, 在开机与关机两种情况下, 治疗室内及周围环境的漏射线的剂量 (表 1)。

(2) 用热释光剂量仪测量开机状态下治疗室内漏射线的剂量分布。采用  $\Phi 18\ \text{mm}$  准直器, 在①治疗床上无病人时; ②用立体定位头架在准直器内固定完整成人头骨时; ③用立体定位头架在准直器内固定头模时; ④治疗床上有病人时的测量结果 (表 2)。

(3) 患者在接受伽玛刀治疗的过程中, 颈部接受漏射线的剂量。

作者单位: 1 武汉市卫生监督所, 湖北 武汉 430022; 2 华中科技大学同济医学院

作者简介: 邓志宏 (1964~), 男, 江苏南京市人, 医学硕士, 副主任医师, 从事放射卫生监督管理和专业技术工作。

表 1 治疗室 及环境辐射水平

测量点	空气吸收剂量率( $\mu\text{Gy}\cdot\text{h}^{-1}$ )	
	关机	开机
操作室	0. 18	0. 18
医生办公室	0. 23	0. 25
剂量规划室	0. 23	0. 23
治疗室东墙外楼梯处	0. 22	0. 23
治疗室西墙外	0. 21	0. 22
治疗室南墙外	0. 21	0. 21
治疗室北墙外	0. 21	0. 22
治疗室防护门 上	0. 20	0. 38
治疗室防护门 下	0. 21	0. 38
治疗室防护门 左	0. 20	0. 63
治疗室防护门 右	0. 21	0. 49
治疗室防护门 中	0. 21	0. 24
距机座表面 5 cm 处 前	7. 3	
距机座表面 5 cm 处 后	3. 8	
距机座表面 5 cm 处 左	7. 3	
距机座表面 5 cm 处 右	7. 0	

表 2 治疗室内漏射线的分布( $\mu\text{Gy}$ )

测量点	无病人	头骨	头模	有病人
1	18	31	14	35
2	93	113	231	305
3	965	1 216	2 768	3 307
4	445	524	1 153	1 277
5	182	245	485	539
6	107	151	282	333
T	34 282	33 114	95 082	128 901
X	14 616	14 409	42 813	63 614
F	9 853	9 529	24 848	46 285
S	3 530	3 279	7 736	21 319
J	1 155	1 118	2 814	10 258
7	15	37	35	74
8	90	106	182	223
9	785	999	2 207	2 271
10	493	613	1 221	1 325
11	194	275	495	578
12	100	141	284	348
13	13	27	35	21
14	16	41	50	41
15	109	159	320	284
16	282	326	697	777
17	305	364	841	861
18	191	226	480	511
19	11	19	29	15
20	13	29	27	28
21	17	33	44	41
22	90	115	245	234
23	137	183	341	353
24	170	202	440	471

①10 例病人进行治疗时,在其左、右甲状腺表皮处各用透明胶贴上装有  $\text{LiF}$  粉末的小管(左、右各 2 管),以测量其在进行  $\gamma$ -刀

表 4 体模颈部  $\gamma$  射线剂量分布( $\text{mGy}$ )

准直器(mm)	照射时间(min)									
	20		25		30		35		40	
	左	右	左	右	左	右	左	右	左	右
4	34. 38	33. 39	48. 53	48. 06	49. 99	48. 73	55. 73	55. 84	63. 27	61. 67
8	39. 74	38. 54	51. 00	53. 54	56. 46	56. 89	63. 75	66. 19	72. 36	75. 94
14	42. 58	43. 07	52. 66	53. 62	62. 53	63. 14				
18	43. 84	49. 74	56. 32	58. 59	66. 77	71. 46				

参考文献:

[ 1 ] 胡逸民, 苗延俊, 戴建荣, 等.  $\text{X}(\gamma)$  线立体定向  $\text{X}(\gamma)$ -刀治疗的物理原理和生物学基础[ J ]. 中华放射肿瘤学杂志, 1996, 2, 91.  
[ 2 ] 周汝信, 张之彬, 王肖兰, 等.  $^{60}\text{Co}$   $\gamma$ -刀剂量性能的测量验证[ J ]. 中华放射医学与防护杂志, 1998 18(3).

治疗的整个过程中甲状腺表皮处所接受的漏射线的剂量(表 3)。

②分别采用不同规格的准直器(直径分别为 18、14、8、4 mm), 体模置于治疗床上, 在体模的颈部用透明胶贴上  $\text{LiF}$  小管(左、右各 3 管), 分不同的时间段分别进行照射。体模颈部左右处剂量分布见表 4。

表 3 甲状腺表皮处接受的  $\gamma$  射线剂量( $\mu\text{Gy}$ )

疾病名称	准直器 (mm)	照射时间 (min)	甲状腺表皮处接受剂量	
			左	右
多发转移瘤	18	47. 9	78 753	77 595
	14		77 446	78 066
垂体瘤	4	40. 2	51 367	50 783
			54 167	51 180
胶质瘤	18	35. 2	53 675	50 361
			54 655	50 571
AVM	14	27. 7	40 096	44 179
			41 402	44 648
胶质瘤	18	74. 9	118 518	107 108
			125 612	113 385
AVM	18	63. 6	128 948	130 954
	14		126 800	130 100
鞍区占位	14	20. 4	32 719	356 519
			33 793	348 667
垂体瘤	18	46. 7	74 913	79 131
	14		73 625	80 018
胶质瘤	18	56. 3	82 921	81 497
	14		81 721	81 730
AVM	18	32. 1	65 500	65 389
			64 995	65 098

测量结果显示治疗室内的辐射水平主要是穿过贮源器及其防护门的漏射线所致, 治疗室内存在一个扇形区域(如图), 扇形区域内的剂量率高于区域外的剂量率。开机时治疗床中轴线处出现了相当高的剂量率(最高接近  $130\,000\mu\text{Sv}\cdot\text{h}^{-1}$ )且剂量率随着与屏蔽门的距离的增加而迅速下降。

另外, 用头骨时中轴线处的剂量率较无病人时略有下降, 其余部位都是增加, 分析是入射光子一部分穿过头骨, 一部分被散射, 散射增加了扇形区域内空间的辐射水平, 相对于无病人时剂量率增加。用头模时剂量率较前二者更高, 分析是次级射线贡献的缘故<sup>[3]</sup>。有病人时辐射场的剂量率最高, 在上述几种情况下, 漏射线分布的规律将作进一步的探讨。

同时测量结果表明, 患者在接受伽玛刀治疗的过程中, 颈部接受漏射线的剂量不容忽视, 必须进行有效的防护。

[ 3 ] 贾德林. 关于组织等效人体模型的材料和制作[ J ]. 中国辐射卫生, 1996, 5(4).  
[ 4 ] 岑明阳, 廖赤武, 黄玉龙, 等. TLD 在医用远距治疗  $\gamma$  线机卫生防护监测中的应用[ J ]. 中国辐射卫生, 1996, 5(1).  
[ 5 ] 张钦富, 姚仲甫, 杨均芳, 等. 伽玛刀放射防护监测与评价[ J ]. 中国辐射卫生, 1999, 8(1).