

洛阳市放射工作人员个人外照射剂量监测结果分析

周 华,汪海生

中图分类号: R144 文献标识码: B 文章编号: 1004-714X(2003)03-0164-02

【摘要】 目的 为了解放射工作人员所接受的外照射剂量。方法 用 RGD-3B 型热释光剂量仪,对从事放射工作的人员进行个人外照射剂量测定。结果 共测定 2 026 人次,集体剂量当量为 5.858Sv/人,人均年剂量当量为 2.891 mSv。其中从事密封源其他应用(密温度计、核子秤、料位计、液位计等)放射工作人员受照剂量最高达 3.920 mSv/a,最低为核医学放免工作人员。结论 洛阳市绝大多数放射工作人员年受照量较低,工作场所防护较好。

【关键词】 放射工作人员;个人剂量;监测

放射工作人员外照射个人剂量水平的监测,是除工作场所的空气照射剂量率测试外,获得放射工作人员职业外照射水平的另一有效手段。本文对 1996~2002 年度洛阳市从事医用诊断 X 射线、核医学、放射治疗、工业探伤、密封源其他应用、医用加速器、其他科研用射线装置等放射工作人员外照射个人剂量监测数据进行统计、分析。结果如下。

1 仪器与方法

1.1 仪器材料 监测仪器为 RGD-3 型热释光剂量仪、HW-V 型热释光精密退火炉,热释光剂量计为 LiF(Mg, Si)片或 LiF(Mg, Cu, P)玻璃管,个人剂量计外壳为塑料长方形,由卫生部工业卫生实验所提供。

1.2 方法 依据《放射工作人员个人剂量监测方法》^[1]的要求进行。受测人员于工作时在外衣左胸前佩戴一只个人剂量计,监测周期为三个月。本底值采用同批量探测器存放于本实验室内与到期回收的探测器一同测定。监测结果扣除本底值。

2 结果

2.1 不同年份个人剂量监测结果(见表 1) 由表 1 可见 1996~2002 年度共监测 2 026 人次,总的集体剂量当量 5.858Sv/人,人均年剂量当量最高为 1997 年 3.856 mSv/a 最低为 2001 年 1.427 mSv/a,其中年剂量在 5 mSv 以下的有 1 910 人,占监测人数的 94.03%;年剂量在 5~15 mSv 的有 97 人,占监测人数的 4.79%;年剂量在 15~50 mSv 的有 24 人,占监测人数的 1.18%;无年受照剂量大于 50 mSv 者。

年份	应测 实测		监测率 (%)	年剂量当量频数分布(mSv)				(人·Sv) ¹⁾ (mSv/a) ²⁾	
	人数	人数		<5	5~	15~50	>50		
1996	764	72	9.42	72	0	0	0	0.134	1.861
1997	792	250	31.56	226	17	7	0	0.964	3.856
1998	856	400	46.73	364	23	13	0	1.087	2.718
1999	1 240	382	30.81	352	30	0	0	1.386	3.628
2000	1 243	386	31.05	361	21	4	0	1.312	3.399
2001	1 276	246	19.28	245	1	0	0	0.351	1.427
2002	1 302	290	22.27	285	5	0	0	0.624	2.152
合计	7 473	2 026	27.11	1 910	97	24	0	5.858	2.891

注: 1)集体剂量当量;2)人均年剂量当量

2.2 不同工种个人剂量监测结果(见表 2)

工种	监测 人数	年剂量当量频数分布(mSv)				(人·Sv) ¹⁾ (mSv/a) ²⁾	
		<5	5~	15~50	>50		
X 射线诊断	628	612	13	3	0	1.742	2.774
核医学	23	23	0	0	0	0.031	1.348
放射治疗	61	61	0	0	0	0.196	3.213
工业探伤	743	683	53	7	0	1.942	2.614
密封源其他应用	440	395	31	14	0	1.725	3.920
医用加速器	28	28	0	0	0	0.081	2.893
其他放射装置	103	103	0	0	0	0.141	1.369
合计	2 026	1 905	97	24	0	5.858	2.891

注: 1)集体剂量当量;2)人均年剂量当量

从表 2 可见受照剂量最大的是密封源其他应用的工作人员,人均年剂量当量为 3.920 mSv/a,其次为从事放射治疗的人员,人均年剂量当量为 3.213 mSv/a。从事医用 X 射线诊断的人员年剂量在 5~15 mSv 占 2.07%,年剂量在 15~50 mSv 占 0.48%;从事核医学、放射治疗、医用加速器和科研用其他射线装置的工作人员年剂量均在 5 mSv 以下;从事工业探伤(包括 X 射线、γ 射线)人员年剂量在 5~15 mSv 占 7.13%,年剂量在 15~50 mSv 占 0.94%;从事密封源其他应用人员年剂量在 5~15 mSv 占 7.04%,年剂量在 15~50 mSv 占 3.18%。

3 讨论

洛阳市 1996~2002 年共监测不同工种放射工作人员 2 026 人次,人均年剂量当量为 2.891 mSv/a,明显低于职业照射年剂量限值的 1/10,略高于全国监测的结果^[2]。依据 ICRP 辐射防护的基本标准及 ICRP 的建议^[3],把剂量当量限值的 1/10 定为记录水平,洛阳市受测人员的 94.03%均在记录水平以外,说明洛阳市放射工作单位和个人的放射防护工作做的较好。

7 年来洛阳市放射工作人员个人年受照剂量超过 15 mSv 累计有 24 人,其中 3 人为医用 X 射线诊断人员,7 人为工业探伤人员,14 人为密封源其他应用人员,依据 ICRP 的要求,对剂量超过年限值 3/10 的要进行调查,经调查其原因为:① 3 名医用 X 射线诊断人员工作场所防护条件不符合国家要求,无隔室防护,透视及拍片时,工作人员操作位剂量较大,责令改进后,已达要求;② 7 名探伤人员系现场探伤作业,无探伤室防护,虽然加大防护距离,但操作位经监测,剂量较大;③ 14 名密封源其他应用系 1997、1998 年小浪底工程密湿度计测量人员,密湿度计表面剂量为 47.2~56.6 μGy/h,1 m 处剂量为 2.2~4.0 μGy/h,人员工作量大,人员靠近密湿度计距离较近(0.5 m 以内),接触时间较多,而使受照剂量增加。

作者单位: 洛阳市职业病防治所,河南 洛阳 471000

作者简介: 周华(1967~),女,河南洛阳人,主管医师,主要从事放射卫生防护管理工作。

综上所述,开展放射工作人员个人剂量监测,不仅能了解其实际受照情况,还能为改进放射防护工作提供依据。但是从洛阳市 7 年来个人剂量监测情况来看个人剂量监测率偏低,最高是 1998 年 46.73%,近年来监测率下降较多,2002 年监测率仅为 22.27%。原因有①放射工作人员每个人的思想认识水平不等,经多年来长期连续佩戴剂量计,部分人员开始不乐于接受监测,不认真佩戴剂量计;②县、乡级放射工作单位经济落后,交通不便;③部分企业经济效益不佳,不愿支付监测费;④个人剂量监测投入的人力较少,单靠企业按时送剂量计,很难提高监测率。因此要做好放射工作人员个人剂量监测工作,必须要

加强管理,强化单位和个人放射防护的法律意识,才能使本项工作不断深入持久地开展下去。

参考文献:
[1] GB 5294—85. 放射工作人员个人剂量监测方法[S].
[2] 张良安. 我国放射工作人员接受剂量水平分析[J]. 中华放射医学与防护杂志, 1992, 12(增刊): 6.
[3] 李士俊. 电离辐射剂量学[M]. 第二版, 北京: 原子能出版社, 1986, 214.

(收稿日期: 2003—03—18)

【工作报告】

医用加速器运行中应注意的放射防护问题

孙作忠, 李翠英, 杨迎晓, 贾喜铭, 陈 跃, 李全太

中图分类号: R148 文献标识码: D

近年来,在临床放射治疗中安装使用的加速器越来越多,且大多在 10 MeV 以上。在医用加速器运行中,当使用条件大于 8 MeV 时,由于光子与高原子序数物质发生(γ, n)反应,产生中子射线。中子的最大能量大约是 X 射线光子的最大能量与相关核反应阈能的差。反应产生的中子产额与入射电子的能量成正比,尤其在 0~20 MeV 范围内,其中子产额与入射电子的能量成直线相关关系,随着入射电子能量的增加,中子产额可以迅速增加^[1]。因此,对能量较高的医用加速器的防护提出了较高的要求。在防护实践中应注意以下放射防护问题。

1 墙体厚度的确定与防护材料选择

在对中、高能加速器的防护设计和施工时,应请专业设计部门进行防护设计,不能简单套用国外提供的图纸,也不能照搬以前加速器的使用图纸。虽然我国采用的个人剂量限值为 ICRP 推荐的标准,但是,各单位使用加速器的频率不同,工作人员的工作负荷不一致,对周围环境的辐射水平应有不同的要求。在套用国外提供的图纸时,要根据现场情况、将来的工作状况以及使用机器的能量等认真计算后,再确定建筑等各方面的防护要求。加速器机房墙体一般由混凝土浇筑而成,分主防护和副防护两部分。根据国内报道和现场测量的情况,设计墙体厚度均能满足中子辐射防护的要求。因此,一般不用再增加含重金属的材料和含氢的材料。调查中发现,有的单位过分强调防护效果,建一个机房用 100 余吨含重金属的防护材料,造成了不必要的浪费。

2 迷路设计与管道防护

加速器的迷路大多采用 L 型,存在的主要问题是迷路宽、迷路内口大。有的单位机房迷路宽 2 m,内口 2.8 m。由于迷路宽、迷路内口大,致使散射角增大,射线经一次散射后即可到达门口,增加了防护门的防护难度。迷路做为机器进入的通道,在满足机器进入的情况下,在防护实践中,一是尽可能的减少迷路宽度,二是待机器进入后封堵迷路内口,只方便手术车进出即可。加速器机房的管道主要有通风管、电缆线和中央空

调等,由于机房建成并装饰后投入使用,在防护测量时,发现剂量偏高,但不易查找原因。因此,应特别注意机房管道的防护。

3 机房内的通风

据文献[2]报道,放射机房内空气中氮氧化物浓度、自由基相对浓度高于一般房间,主要是由于射线对空气电离作用而形成。加速器运行中,机房内的空气被中子活化可产生放射性活化气体,当通风状况良好时,经过通风系统进入环境中,很快衰变到可忽略的水平。当换气率为 10 次/h,则活化气体浓度小于 0.1 Bq/m。因此,加速器机房要设有机机械通风且确保有足够的通风换气次数,以减少各种有害气体的浓度。

4 防护门的制作

在墙体设计合理的情况下,防护门的制作已成为加速器防护的关键。中、高能加速器运行时,存在 X、 γ 和中子射线的混合辐射场,防护门的制作既要防 X、 γ 射线,又要防中子辐射。目前生产防护门厂家还缺乏经验,套用屏蔽 X、 γ 射线的方法,单纯增加铅当量很难满足防护要求,其结果是既造成浪费又不能实现防护目的。我们曾对一台 18 MeV 的加速器防护门进行了测量^[3],当防护门内衬 40 mm 聚乙烯板外加 10 mm 铅板时,其测量结果: X、 γ 剂量为 40 μ Sv/h, n 剂量为 64.8 μ Sv/h。在门内侧增加 150 mm 的水后,其测量结果降至 X、 γ 剂量为 4.3 μ Sv/h, n 剂量未能测到。因此,中、高能加速器防护门的制做必须遵循中子辐射衰减的规律,科学的设计和选择防护材料,以实现防护的目的。

参考文献:
[1] 章仲侯. 放射卫生学[M]. 北京: 原子能出版社, 1985, 150~153.
[2] 陈敬忠, 龚怀宇, 严勇, 等. 医用加速器产生的臭氧浓度测量[J]. 中国辐射卫生, 2000, 9(4): 229.
[3] 李全太, 邓大平, 杨迎晓, 等. 18 MeV 医用直线加速器防护门的防护[J]. 中国职业医学, 2002, 29(5): 58.

(收稿日期: 2002—03—29)