

# 2015 年南通市城区放射工作人员个人剂量监测结果分析

谭维维 钟恩德 桑军阳 安娜

南通市疾病预防控制中心 江苏 南通 226007

**摘要:** 目的 了解南通市城区放射工作人员的职业外照射年剂量水平,评价放射防护效果和评估放射工作人员职业危害,为放射防护科学管理提供依据。方法 使用 FJ-427A1 型热释光剂量仪对放射工作人员进行深部剂量当量  $H_p(10)$  监测。结果 南通市城区放射工种作业人员的人均外照射年有效剂量为  $0.40 \text{ mSv/a}$ ,集体有效剂量为  $229.82 \text{ 人} \cdot \text{mSv}$ ,以临床介入较高( $0.66 \text{ mSv/a}$ );医学辐射工作人员人均年有效剂量( $0.41 \text{ mSv/a}$ )高于工业应用( $0.29 \text{ mSv/a}$ );私营单位放射工作人员人均年有效剂量最高为  $0.53 \text{ mSv/a}$ 。结论 2015 年南通市城区放射工作人员年有效剂量均处于较低水平,我市城区放射工作人员的放射防护条件良好,工作环境比较安全。

**关键词:** 放射;监测;个人剂量

中图分类号: R144.1 文献标识码: B 文章编号: 1004-714X(2016)06-0666-03

DOI:10.13491/j.cnki.issn.1004-714x.2016.06.009

热释光个人剂量监测可以有效获取放射工作人员职业外照射剂量数据,通过监测到的剂量值,不但可以评价射线装置防护效果,而且可以评估工作人员的职业危害,为职业性放射性疾病诊治提供科学依据。热释光个人剂量监测工作在我中心已开展多年,中心对一市六县放射工作人员提供连续的个人剂量监测服务,为了解 2015 年南通市城区放射工作人员的职业外照射剂量水平,经过数据整理和统计分析,结果如下。

**作者简介:** 谭维维(1981-),女,江苏南通人,主管医师,硕士,主要从事放射防护检测工作。

## 1 材料和方法

**1.1 监测对象** 2015 年南通市城区的放射工种作业人员,主要从事医用诊断 X 射线、核医学、放射治疗、临床介入医学、工业探伤、工业其他等。

**1.2 监测方法** 由我中心卫生监测科统一制作、分发、回收、测量、出具报告,要求各委托单位派专人负责来我中心换取并监督人员佩戴;个人剂量计发放前 1~2 天,通过将 LiF(Mg,Cu,P) 探测器经过  $240^\circ\text{C} \pm 2^\circ\text{C}$  退火处理(退火温度) 12 min 来消除之前累积的辐射信息,然后装入预先准备好的塑料编织管中,再

- [2] 宋福祥,刘智慧.放射性介入操作中患者和工作人员辐射剂量及健康危险[J].医学综述,2008,14(24):3797-3800.
- [3] 李琼,杨想军.心内科介入放射工作人员的个人剂量水平调查[J].中国辐射卫生,2004,13(4):278.
- [4] 国家质量监督检验检疫总局.GB 18871-2002 电离辐射防护与辐射源安全基本标准[S].北京:中国标准出版社,2003.
- [5] 中华人民共和国卫生部.GBZ 128-2002 职业性外照射个人监测规范[S].北京:法律出版社,2002.
- [6] 中华人民共和国卫生部.GBZ 207-2008 外照射个人剂量系统性能检验规范[S].北京:人民卫生出版社,2008.
- [7] 吴恩惠.医学影像学[M].北京:人民卫生出版社,2007:355.
- [8] 联合国原子辐射效应科学委员会电离辐射源与效应[M].太原:山西科学技术出版社,2002.
- [9] Mc Fadden SL, Mooney RB, Shepherd PH. X-ray dose and associated risks from radiofrequency catheter ablation procedures[J]. Br J Radiol, 2002, 75(891): 253-265.
- [10] 李鸿成,夏瑞,卢桂才等.2013 年宁夏地区放射工作人员个人剂量监测结果分析[J].宁夏医科大学学报,2015,37(10):1193-1194.
- [11] 娄云,马永忠,万玲,等.北京市放射性职业人员受外照射个人剂量 8 年监测结果分析[J].工业卫生与职业病,2010,36(5):300-304.
- [12] 于久愿,刘宇光,冯泽臣.介入放射学工作人员职业外照射个人剂量 5 年监测结果分析[J].首都公共卫生,2015,9(3):130-133.
- [13] 许潇,卢丽丽,王成国.2004-2014 年内蒙古地区部分放射工作人员个人剂量监测分析[J].中华放射医学与防护杂志,2016,36(2):138-142.
- [14] 孟冰,闰琳,由京周.介入放射工作者受照剂量调查及防护措施应用职业[J].卫生与应急救援,2004,22(3):133.
- [15] Jankowski J et al. System for personal dosimetry in interventional radiology[J]. Radiat Prot Dosimetry, 2002, 101(1-4): 221-4.
- [16] Na YH et al. Deformable adult human phantoms for radiation protection dosimetry: anthropometric data representing size distributions of adult worker populations and software algorithms[J]. Phys Med Biol, 2010, 55(13): 3789-811.

收稿日期: 2016-09-17 修回日期: 2016-10-28

塑封,制成长度约为 3 cm 的剂量计,发放给放射工作人员,要求佩戴于左胸前,测量值为标识体表下 10 mm 深处的组织和器官,用来估算有效剂量,即  $H_p(10)$ 。对于临床介入医生,工作中需穿戴铅围裙,在铅围裙里面躯干上佩戴剂量计,用测得的剂量值估算工作人员的实际有效剂量。通常 90 天为 1 个监测周期,全年共监测 4 ~ 5 个周期,同时以同一批次剂量计作为跟随本底,以扣除天然辐射和建筑物附加照射所产生的影响;回收上来的剂量计,每管粉末剂量测量 2 遍。

1.3 仪器设备 由中核(北京)核仪器厂生产的 FJ-427A1 型热释光剂量计;退火炉: FJ411 型热释光探测器退火炉;个人剂量计:由中国辐射防护研究院生产的  $LiF(Mg,Cu,P)$  粉末经过灌粉、封装等步骤制作而成。

1.4 质量控制 严格按照 GBZ 128-2002《职业性外照射个人监测规范》<sup>[1]</sup>和 GB Z207-2008《外照射个人剂量系统性能检验规范》<sup>[2]</sup>的要求,进行外照射个人剂量监测系统的质量控制工作。上海市剂量测试技术研究院华东国家计量测试中心每年对使用的微机热释光剂量仪进行检定和刻度,同时每年都通过中国疾控中心辐射防护与核安全医学所组织的全国个人剂量监测质量控制盲样比对;检测技术人员每年参加全国或全省举办的个人剂量监测技术培训班,均通过考核,取得资质证书;除此之外中心还举行辐射安全培训班,对辖区内的放射工作人员进行在岗培训,

规范佩戴位置及时间,确保测量结果准确;对于单次剂量超过 1.23 mSv/监测周期的数据,增加重复测量次数,排除因仪器不稳定造成偏差,并仔细核查原始数据和操作流程,排除因测量环节造成的大剂量因素后,及时组成调查小组进行现场防护勘查、访谈相关人员等调查,剔除非职业外照射引起的异常剂量值,根据不同情况给予合适的名义剂量<sup>[2]</sup>。

2 结果

2.1 个人剂量监测结果 监测了南通市城区放射工作人员 576 人,人均年有效剂量 0.40 mSv/a,年剂量当量均 <20 mSv,低于国家标准 GB 18871-2002《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》<sup>[3]</sup>。人均年有效剂量位于探测下限(MDL)占总监测人数的 3.8%,MDL 以上并小于 -1 Msvr 占 93.2%,1 ~ 5 mSv 的 2.8%,5 mSv 以上并小于 20 mSv 的占 0.2%。

2.2 2015 年不同工种放射工作人员人均年有效剂量监测结果 监测的城区放射工作人员中,从事医用诊断 X 射线占 73.3%,牙科放射学占 1.9%,核医学占 4.5%,放射治疗占 0.9%,介入放射学占 13.0%,工业探伤占 4.2%,工业其它占 2.3%,人均年有效剂量以临床介入最高为 0.66 mSv/a,其次为核医学 0.51 mSv/a、以放疗较低为 0.26 mSv/a,医用 X 射线诊断为 0.36 mSv/a,但人数较多,所以对集体有效剂量贡献比较大,见表 1。

表 1 2015 年不同工种放射工作人员人均年有效剂量区间分布

工种	监测数	年剂量当量频数分布(人数)				人均年有效剂量 (mSv/a)	集体有效剂量 (人·mSv)
		< MDL(mSv)	MDL ~ (mSv)	1 ~ (mSv)	5 ~ (mSv)		
医用诊断 X 射线	422	18	397	7	0	0.36	151.92
牙科放射学	11	0	11	0	0	0.41	4.51
核医学	26	1	23	2	0	0.51	13.26
放射治疗	5	0	5	0	0	0.26	1.30
介入放射学	75	2	65	7	1	0.66	49.50
工业探伤	24	0	24	0	0	0.30	7.20
工业其它	13	1	12	0	0	0.28	3.64
合计	576	22	537	16	1	0.40	229.82

2.3 在监测的 576 名放射工作人员中,医院工作人员有 539 人,占监测总人数的 93.6%;工业企业有 37 人,占总人数的 6.4%,由表 2 可以看出,医学辐射工作人员人均年有效剂量高于工业应用。

2.4 在监测的 539 名医务工作人员中,市直属医疗机构有 449 人,占医务工作人员的 83.3%;社区卫生服务中心有 39 人,占医务工作人员的 7.2%;私营医院企业 51 人,占医务工作人员的 9.5%。从表 3 可

见,私营医院企业人均年有效剂量最高为 0.53 mSv/a,社区卫生服务中心次之(0.44 mSv/a),市直属医疗机构为最低(0.39 mSv/a),但总体来说均远远低于国家标准限值<sup>[3]</sup>。

3 讨论

2015 年南通市城区放射工作人员的平均年有效剂量为 0.40 mSv/a,539 名放射工作人员人均年有效

表 2 不同放射场所工作人员的个人剂量水平及其分布

工种	监测数	年剂量当量频数分布(人数)				人均年有效剂量	集体有效剂量
		< MDL( mSv)	MDL( mSv) ~	1( mSv) ~	5( mSv) ~	( mSv /a)	( 人·mSv)
医用辐射	539	21	501	16	1	0.41	219.10
工业应用	37	1	36	0	0	0.29	10.73
合计	576	22	537	16	1	0.40	229.83

剂量均低于国家规定的剂量限值(职业性外照射个人剂量监测规范中要求,个人剂量限值连续 5 年平均剂量不超过 20 mSv,其中任何一年不超过 50 mSv),93.2% 的工作人员剂量值在 MDL ~ 1 mSv 之间,且与本市前几年监测的平均年有效剂量数据比较波动不大<sup>[4]</sup>,接近江苏省部分放射工作人员 2009 - 2013 年平均年有效剂量<sup>[5]</sup>,说明我市城区放射工作人员的工作环境近几年一直处于安全状态,放射防护条件较好。从不同职业类别来看,医用诊断 X 射线工作人员平均年有效剂量仅为 0.36 mSv/a,低于总体平均剂量,但因人数较多,所以对集体有效剂量贡献最大,介入工作人员人均年有效剂量较高,为 0.66 mSv/a,相比较 2011 - 2012 年介入医生的年剂量值,年有效剂量明显下降<sup>[4]</sup>,随着医疗技术的发展,介入手术在临床上应用越来越广泛,介入工作者的人数也在逐年增多,这部分人群常常是临床医生,防护意识均比较淡薄,加上手术中接受 X 射线照射时间比较长,常常造成个人剂量值偏高,近年来我科室加强了对介入工作人员的管理,增强了防护意识,配备必须的防护用品,缩短大剂量射线照射时间,佩戴铅围裙内外双剂量计等措施,使介入工作人员的辐射危害降至最低。

从不同放射场所工作人员的个人剂量水平看,医用辐射工作人员人均年有效剂量高于工业应用人均年有效剂量,这与上海市 2009 - 2013 年放射工作人员个人剂量状况分析中观点一致<sup>[6]</sup>。分析原因可能是医疗机构的 X 射线使用频次远高于工业应用,但从表 2 也可以看出,医用辐射工作人员数量远高于工业应用,现阶段我市工业企业放射工作人员大部分由环保部门纳入管理,少部分企业委托我中心进行个人剂量监测,有可能这小部分数据不能代表整个工业企业放射人员平均剂量的真实值,在今后的工作中我们要进一步完善这部分数据。从南通市城区不同类别医院 X 射线工作人员剂量监测结果来看,市直属医疗机构由于射线装置先进,曝光时间短,防护设施完善,医院有专职或兼职放射防护管理员对放射人员进行管理等措施,使得工作人员人均年有效剂量最低;从监

测结果还可以看出社区卫生服务中心、私营医院的放射医生人均年有效剂量也都处于较低水平,这可能与其医疗卫生服务条件的逐年改善,放射工作人员防护意识的加强息息相关。

在监测过程中,经常会遇到异常剂量的出现,对异常剂量的核实和调查是监测工作必不可少的一部分,在排除了仪器和人员操作失误原因外,现场调查尤为重要,在调查过程中,往往当事人因为时间间隔长,记不清曾经是否人为受照或者意外受照,而现场防护监测也并未发现有漏射线情况,往往很可能查不出问题的原因,对于此种超剂量的人员是否给予名义剂量还有待商榷。同时也发现有个别放射人员由于对个人剂量专业知识的缺乏,存在对监测数据怀疑,故意受照 X 射线后来考验检测人员,鉴于此,各单位个人剂量专兼职管理人员应加强对本单位放射工作人员的监督、培训、指导,减少异常剂量率。有关监督机构也应加大执法力度,保证监测工作的顺利进行,各放射单位只有把这项工作从被动变为主动,才能保证监测数据的真实、可靠,从而切实保障放射工作人员的健康安全。

#### 参考文献

- [1] 中华人民共和国卫生部. GBZ 128 - 2002 职业性外照射个人监测规范[S]. 北京: 中国标准出版社, 2002.
- [2] 中华人民共和国卫生部. GBZ 207 - 2008 外照射个人剂量系统性能检验规范[S]. 北京: 中国标准出版社, 2008.
- [3] 中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局. GB 18871 - 2002 电离辐射防护与辐射源安全基本标准[S]. 北京: 中国标准出版社, 2002.
- [4] 谭维维, 安娜. 2011 - 2013 年南通市城区放射工作人员个人剂量监测结果分析[J]. 中国辐射卫生, 2014, 23(6): 494 - 495.
- [5] 秦永春, 杨小勇, 陈维, 等. 江苏省部分放射工作人员外照射个人剂量五年监测结果分析[J]. 中华放射医学与防护杂志, 2015, 35(9): 702 - 704.
- [6] 秦南, 王建, 易可华. 2009 - 2013 年上海市奉贤区放射工作人员个人剂量状况分析[J]. 职业与健康, 2015, 31(13): 1744 - 1746.

收稿日期: 2016 - 04 - 27 修回日期: 2016 - 07 - 15