

2014—2016 年北京市海淀区放射工作人员 外照射个人剂量监测结果分析

Analysis on monitoring results of individual dosage of external irradiation in radiation exposed
workers of Haidian district in Beijing city from 2014 to 2016

关坤

(北京市海淀区疾病预防控制中心, 北京 100094)

摘要: 2014—2016 年采用热释光剂量方法对海淀区不同职业类别放射工作人员外照射个人剂量水平进行连续监测。结果显示, 海淀区放射工作人员外照射个人剂量监测水平较低, 人均年有效剂量未超出国家标准。医用辐射人均年有效剂量水平平均高于非医用辐射, 医用辐射中核医学工作人员人均年有效剂量最高, 其次是介入工作人员; 非医用辐射中核仪表工种人均年有效剂量最高。提示今后应侧重对核医学、介入放射学以及核仪表等工种的放射防护监测, 同时应及时了解辖区不同行业人群分布变化, 加强重点工种的个人剂量监测与防护。

关键词: 放射工作人员; 外照射; 个人剂量

中图分类号: R144 **文献标识码:** B

文章编号: 1002-221X(2017)06-0467-03

DOI:10.13631/j.cnki.zgggryx.2017.06.026

放射工作人员的身体健康及个人防护安全问题一直受到人们的关注, 及时监测和掌握该人群的外照射个人剂量情况是评价放射工作人员职业健康监护状况的重要内容。本文对 2014—2016 年北京市海淀区放射工作人员个人剂量监测结果进行分析, 为行政部门加强放射卫生防护管理提供科学依据。

1 对象与方法

1.1 对象

以海淀行政区域内接受外照射个人剂量监测的放射工作人员为对象, 根据工作领域的不同, 分为医用辐射和非医用辐射两个领域共 11 类工种。医用辐射包括诊断放射学、放射治疗、介入放射学和核医学 4 类工种; 非医用辐射包括工业辐射、工业探伤、科研用同位素、射线分析仪、核仪表、放射防护及其他 7 类工种。

1.2 方法

使用 GR-200A 型 LiF (Mg, Cu, P) 热释光探测器进行双元件监测, 热释光剂量计 (TLD) 条形码均为唯一标识, 测读仪器为 RGD-3B 型热释光剂量仪。剂量计佩戴于放射工作人员的左锁骨部位, 全年监测 4 期, 每期 90 d。按照《职业性外照射个人监测规范》(GBZ 128—2016) 用测量值 $H_p(10)$ 估算放射工作人员所受有效剂量。按照《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB 18871—2002) 以 20 mSv/

年个人有效剂量当量年限值。建立 Access 数据库, 使用 SPSS 18.0 数据处理软件进行分析。

1.3 质量控制

1.3.1 TLD 比对和监测系统检定 定期参加国家有关部门组织的个人剂量监测技术实验室间比对, 定期委托国家计量检定部门对本实验室的 TLD 测量系统进行检定, 所有 TLD 测量结果均经过刻度因子修正。

1.3.2 测量结果异常值的处理 对发现的异常剂量数据, 确认不存在测量环节的问题后, 立即进行原始数据和测量操作流程的核查, 以去除无效数据, 确保个人剂量数据的真实有效。

1.4 统计学分析

采用 SPSS 18.0 软件进行统计分析。调查结果比较采用秩和检验, 检验水准为 $\alpha=0.05$, $P<0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 2014—2016 年放射工作人员个人剂量

2014—2016 年共监测放射工作人员 5 775 人次, 以 2015 年人数最多, 比 2014 年高 15.9%; 3 年累计集体年有效剂量 980.04 mSv, 人均年有效剂量 0.17 mSv, 各年度人均年有效剂量水平差异无统计学意义 ($\chi^2=5.012$, $P>0.05$)。有 5 例 (0.09%) 年剂量 >2 mSv, 但 <3 mSv, 未发现放射工作人员受照剂量超过国家规定的年剂量限值 20 mSv。见表 1。

表 1 2014—2016 年放射工作人员个人剂量水平及其分布

年度	监测人数	有效剂量(mSv/年)频数人数分布				集体有效剂量 (人·mSv)	人均年有效剂量 (mSv)
		≤MDL	>0.136	>0.500	>2.000		
2014	1 813	1 501	270	41	1	301.83	0.17
2015	2 102	1 583	461	56	2	347.04	0.17
2016	1 860	1 498	299	61	2	331.17	0.18
合计	5 775	4 582	1 030	158	5	980.04	0.17

注: MDL—人均年有效剂量探测下限 (0.136 mSv)

2.2 2014—2016 年医用与非医用辐射工作人员个人剂量

2014—2016 年医用辐射工作人员数量分别为非医用辐射工作人员的 2.01、1.95、1.79 倍, 呈逐年降低趋势; 医用工作人员人均年辐射剂量逐年上升, 非医用辐射人均年剂量有降低趋势; >2 mSv 人员均分布在医用辐射人员中。3 年中医用辐射放射工作人员人均年有效剂量均高于非医用辐射人员, 但差异无统计学意义 ($\chi^2=9.388$, $P>0.05$)。见表 2。

表 2 2014—2016 年度医用和非医用辐射工作人员个人剂量水平及其分布

年度	工种	监测人数	有效剂量（mSv/年）频数人数分布				集体有效剂量 （人·mSv）	人均年有效剂量 （mSv）
			≤MDL	>0.136	>0.500	>2.000		
2014	医用辐射	1 209	1 010	171	27	1	203.09	0.17
	非医用辐射	604	491	99	14	0	98.74	0.16
2015	医用辐射	1 391	1 091	255	43	2	244.61	0.18
	非医用辐射	711	492	206	13	0	102.43	0.14
2016	医用辐射	1 194	952	194	46	2	231.99	0.19
	非医用辐射	666	546	105	15	0	99.18	0.15

2.3 2014—2016 年医用辐射不同工种放射工作人员个人剂量 均年有效剂量最高。各年度不同工种人均年有效剂量比较，医用辐射人员中以诊断放射学人员最多，介入放射学、 差异有统计学意义 ($\chi^2=19.745, P<0.01$)。见表 3。放射治疗以及核医学所占比例依次降低。核医学人员每年人

表 3 2014—2016 年医用辐射不同工种放射工作人员个人剂量水平及其分布

年度	工种	监测人数	有效剂量（mSv/年）频数人数分布				集体有效剂量 （人·mSv）	人均年有效剂量 （mSv）
			≤MDL	>0.136	>0.500	>2.000		
2014	诊断放射学	956	806	134	16	0	154.62	0.16
	放射治疗	36	29	4	3	0	7.69	0.21
	介入放射学	183	157	20	5	1	32.64	0.18
	核医学	34	18	13	3	0	8.14	0.24
2015	诊断放射学	1 071	860	183	27	1	188.05	0.18
	放射治疗	68	43	19	6	0	5.54	0.08
	介入放射学	206	172	30	3	1	36.78	0.18
	核医学	46	16	23	7	0	14.24	0.31
2016	诊断放射学	956	762	162	32	0	169.45	0.15
	放射治疗	38	30	6	2	0	7.00	0.15
	介入放射学	171	145	15	9	2	37.23	0.18
	核医学	29	15	11	3	0	3.22	0.19

2.4 2014—2016 年非医用辐射工作人员个人剂量 有效剂量最高。近两年数据表明，除核仪表、放射防护及科研用同位素外，其它工种均低于放射工作人员人均年有效剂量总数的 1/3，其中，科研用同位素、射线分析仪工作人员数逐年增加，射线分析仪人员数量最多；核仪表工作人员人均年 差异有统计学意义 ($\chi^2=11.386, P<0.01$)。见表 4。

表 4 2014—2016 年非医用辐射放射工作人员个人剂量水平及其分布

年度	工种	监测人数	有效剂量（mSv/年）频数人数分布			集体有效剂量 （人·mSv）	人均年有效剂量 （mSv）	年度	工种	监测人数	有效剂量（mSv/年）频数人数分布			集体有效剂量 （人·mSv）	人均年有效剂量 （mSv）
			≤MDL	>0.136	>0.500						≤MDL	>0.136	>0.500		
2014	工业辐照	26	25	1	0	3.59	0.14	2016	射线分析仪	283	239	39	5	44.66	0.14
	核仪表	33	23	3	7	9.67	0.29		其他应用	173	152	20	1	25.58	0.13
	工业探伤	71	54	17	0	10.63	0.15		放射防护	7	5	1	1	1.85	0.25
	科研用同位素	40	31	8	1	7.33	0.18		工业辐照	21	20	1	0	2.83	0.15
	射线分析仪	276	220	52	4	42.85	0.16		核仪表	39	18	15	6	10.38	0.27
	其他应用	152	132	18	2	23.85	0.16		工业探伤	90	79	10	1	13.20	0.12
	放射防护	6	6	0	0	0.82	0.14		科研用同位素	62	25	36	1	15.95	0.14
2015	工业辐照	30	23	6	1	1.12	0.15	2016	射线分析仪	304	191	111	2	56.62	0.14
	核仪表	42	8	17	7	6.40	0.27		其他应用	189	155	31	3	2.38	0.13
	工业探伤	77	70	7	0	10.73	0.12		放射防护	6	4	2	0	1.07	0.25
	科研用同位素	54	39	15	0	8.84	0.14								

2.5 2014—2016 年放射工作人员异常剂量水平及其分布

2014—2016 年海淀区放射工作人员异常剂量人数及比率呈逐年上升趋势。各年度工种异常率比较,差异有统计学意义($\chi^2=13.454, P<0.01$)。其中,异常剂量水平以 1.250~2.000 mSv/年的人数最多,>2.000 mSv/年水平的均为介入放射学工作人员,所有工种的人均年有效剂量均未超过 5.000 mSv。见表 5。

表 5 2014—2016 年放射工作人员异常剂量水平分布

年度	工种	监测人数	异常人数	有效剂量(mSv/年)频数人数分布		异常率 (%)
				1.250~2.000	>2.000	
2014	诊断放射学	956	1	1	0	0.10
	放射治疗	36	1	1	0	2.80
	介入放射学	183	1	0	1	0.55
	核仪表	33	1	1	0	3.03
合计			4	3	1	0.22
2015	诊断放射学	1 071	7	6	1	0.65
	放射治疗	68	1	1	0	1.47
	介入放射学	206	2	1	1	0.97
	核医学	46	1	1	0	2.17
合计			11	9	2	0.55
2016	诊断放射学	1 292	5	5	0	0.38
	介入放射学	229	7	5	2	3.06
合计			12	10	2	0.65

注:2016 年核医学、放射治疗岗位无异常剂量人数

3 讨论

2014—2016 年海淀区放射工作人员个人剂量数据表明,3 年来监测人数变化并不十分明显,医用辐射行业监测人员占绝大多数,该行业工作环境和防护设备有保障,有利于监测工作的持续性和规范性开展。大多数放射工作人员个人剂量处于较低的水平,个例最高年剂量当量(3.012 mSv)也未超过国家限值的要求。70%以上放射工作人员个人剂量监测结果位于探测下限水平,且有 99.5%的放射工作人员年剂量当量<1 mSv,这一监测结果与北京市、深圳市、天津市河东区等地区近几年来来的监测结果相近^[1-3]。说明海淀区放射防护总体水平较高,防护措施得当,工作环境安全,应与近年来海淀区政监管部门、放射工作单位及个人对放射防护和剂量监测工作高度重视有关。技术服务机构定期组织放射工作人员进行防护知识培训,培训率较高,说明整个辖区各相关层面防护意识较强。

2014—2016 年海淀区放射工作人员中,以医用诊断放射学为主,是本区个人剂量监测的主体,结构比例与北京市监测结果相同^[1]。非医用与医用辐射类放射工作人员比例约为 2:3,与往年相比,该比例有所提升,这可能与近两年来本区作为科技发展示范区,新产业快速增长有关,电离辐射在工业、科研上得以广泛深入的应用,使工艺、材料和设备等也在不断更新。

2014—2016 年海淀区医用辐射放射工作人员中,核医学人员的人均年有效剂量一直居最高位,其次是介入放射学人员,其人均年有效剂量连续 3 年低于其他省市^[4-7]。同时,人

均年有效剂量最大值均出现在介入放射学工种中,应给予这两个行业重点关注。核医学工作人员涉及放射性药物注射操作,可能存在局部(如手部)受照剂量较高的情况。介入放射学人员,因近距离操作、操作时间长、受照剂量大,工作人员更为关注环境剂量,易在操作中将 TLD 佩戴在铅衣外,此时的个人剂量数据只能反映工作人员未被屏蔽的剂量水平,并非实际受照剂量。因此,针对该特殊工种,有研究提出局部剂量监测和局部防护的概念^[1],建议尽快出台相关法律法规和规章,对进一步保护放射工作人员的健康和安全有重要的意义。非医用辐射类涉及行业较多,人员分散,其中以射线分析仪接触人数最多,放射防护、核仪表工种人均年有效剂量最高,但均未出现异常剂量。由于产业化发展,该人群数量也会越来越多,在以后的日常工作中应对这些工种给予高度关注。

海淀区大多数放射工作人员身处低水平辐射环境,但部分医院因工作量较大,或人员防护意识不强,在操作中忽略自身防护和防护不规范现象依然存在,对于该市每年超剂量接触的人员,是剂量核查的重点,也是监督管理的难点。依据国家标准和规范每个周期测量值中超过 1.25 mSv 为超记录水平^[8]。针对超记录水平个例,可通过发放《职业外照射个人监测超记录水平核查登记表》与单位核实情况,对经常出现异常剂量的单位,现场核实具体情况,排除非职业因素与误操作后,汇总并统计分析真实异常剂量。2016 年度监测结果提示介入放射学人员接触剂量异常率最高,其次是诊断放射学人员,应当加强对此类工种的监督、培训。通过指导局部防护、优化工作流程,有效监督正确配置和使用防护用品,采取适时轮岗、调休等工作方式,设专职或兼职防护人员负责检查剂量计佩戴情况,对于降低异常剂量率和放射风险有重要的意义。

参考文献:

[1] 冯泽臣, 娄云, 马永忠, 等. 2010 年北京市职业外照射个人剂量监测 [J]. 首都公共卫生, 2012, 6 (2): 69-71.

[2] 王俊生, 张怡, 林大枫. 2012 年深圳市职业外照射个人剂量监测结果分析 [J]. 中国职业医学, 2014, 41 (3): 333-338.

[3] 高磊, 李爽. 2013—2015 年天津市河东区放射工作人员个人剂量监测结果 [J]. 职业与健康, 2016, (19): 2697-2699.

[4] 严俊, 熊小兵, 葛良全, 等. 2009—2011 年四川省放射工作人员个人剂量监测结果分析 [J]. 预防医学情报杂志, 2013, 29 (11): 909-913.

[5] 牟胜, 樊芳, 唐丽, 等. 2010—2012 年云南省放射工作人员个人剂量监测结果分析 [J]. 中国辐射卫生, 2013, 22 (5): 549-551.

[6] 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.

[7] 秦永春, 徐小三, 杨小勇, 等. 江苏省 2009—2011 年部分放射工作人员个人剂量监测结果分析 [J]. 中国辐射卫生, 2013, 22 (5): 570-573.

[8] 潘自强, 程建平. 电离辐射防护和辐射源安全 [M]. 北京: 原子能出版社, 2007: 229.