

2016—2019年上海市闵行区公立医疗机构放射工作人员外照射个人剂量水平

李莉珊¹, 邓景渊², 陈丽², 顾怡勤², 应圣洁²

1. 上海市胸科医院 / 上海交通大学附属胸科医院医院感染管理办公室, 上海 200030

2. 上海市闵行区疾病预防控制中心环境与职业卫生科, 上海 201101

摘要：

[背景] 放射工作人员的个人剂量监测作为放射防护监管的重要内容，其监测情况有助于分析工作状态的个人防护状况，并为今后的防护工作的完善提供依据。

[目的] 全面了解上海市闵行区公立医疗机构放射工作人员外照射个人剂量水平，并分析不同年份、不同工种放射工作人员个人剂量的变化情况。

[方法] 依据 GBZ 128—2019《职业性外照射个人监测规范》，采用热释光剂量仪监测闵行区公立医疗机构放射工作人员外照射个人剂量水平，工种涉及放射诊断学、牙科放射学、核医学、放射治疗和介入放射学。对 2016—2019 年度的个人剂量监测情况进行统计分析，根据工种和年份等计算人均年有效剂量和年集体有效剂量，并与国家标准进行对比。

[结果] 2016—2019 年上海市闵行区公立医疗机构的放射工作人员的个人剂量均未超过 20 mSv，监测总人数逐年增加，累计 2 496 人。闵行区不同年份或不同工种放射工作人员的人均有效剂量差异有统计学意义 ($P < 0.05$)。2016—2019 年人均年有效剂量中位数分别为 0.07、0.23、0.13、0.25 mSv·a⁻¹，年集体有效剂量分别为 122.34、208.92、152.74、209.94 人·mSv。核医学放射工作人员人均年有效剂量 (0.38 mSv) 明显高于其他工种的放射工作人员。

[结论] 闵行区公立医疗机构放射工作人员职业性外照射人均年有效剂量未见超标现象，放射工作环境相对稳定，放射防护管理情况总体较好。

关键词： 个人剂量；放射工作人员；核医学；防护

Individual doses of radiological workers in public medical institutions in Minhang District of Shanghai from 2016 to 2019 LI Lishan¹, DENG Jingyuan², CHEN Li², GU Yiqin², YING Shengjie² (1. Hospital Infection Management Office, Shanghai Chest Hospital (Shanghai Chest Hospital Shanghai Jiaotong University), Shanghai 200030, China; 2. Department of Environmental and Occupational Health, Shanghai Minhang District Center for Disease Control and Prevention, Shanghai 201101, China)

Abstract:

[Background] As an important part of radiation protection supervision, the individual dose monitoring of radiation workers is helpful to analyze personal protection level at work and provide a basis for the improvement of future protective work.

[Objective] This study is conducted to provide an overall understanding of individual radiation doses of radiation workers of public medical institutions in Minhang District of Shanghai, and analyze the changes of individual dose over time and among different job categories.

[Methods] Under the regulation of *Specifications for individual monitoring of occupational external exposure* (GBZ 128—2019), individual radiation doses were monitored with thermoluminescent dosimeters for radiological workers of public medical institutions in Minhang District, involving diagnostic radiology, dental radiology, nuclear medicine, radiotherapy, and interventional radiology. The monitoring results of individual dose in 2016–2019 were analyzed. The annual effective dose per capita and the annual collective effective dose were calculated according to the type of work and monitoring year, and then compared with the national standard.

[Results] The individual dose of radiation workers in public medical institutions in Minhang District of Shanghai did not exceed 20 mSv, and the number of monitored individuals increased year by year, with a total number of 2 496 during the studied period. There were significant differences in

DOI 10.13213/j.cnki.jeom.2021.20456

作者简介

李莉珊 (1989—)，女，硕士，主管医师；
E-mail: 13918294926@163.com

通信作者

应圣洁, E-mail: ivanaysj@126.com

伦理审批 已获取

利益冲突 无申报

收稿日期 2020-09-29

录用日期 2021-02-07

文章编号 2095-9982(2021)03-0278-04

中图分类号 R144.1

文献标志码 A

►引用

李莉珊, 邓景渊, 陈丽, 等. 2016—2019 年上海市闵行区公立医疗机构放射工作人员外照射个人剂量水平 [J]. 环境与职业医学, 2021, 38 (3): 278-281.

►本文链接

www.jeom.org/article/cn/10.13213/j.cnki.jeom.2021.20456

Correspondence to

YING Shengjie, E-mail: ivanaysj@126.com

Ethics approval Obtained

Competing interests None declared

Received 2020-09-29

Accepted 2021-02-07

►To cite

LI Lishan, DENG Jingyuan, CHEN Li, et al. Individual doses of radiological workers in public medical institutions in Minhang District of Shanghai from 2016 to 2019[J]. Journal of Environmental and Occupational Medicine, 2021, 38(3): 278-281.

►Link to this article

www.jeom.org/article/en/10.13213/j.cnki.jeom.2021.20456

the annual effective dose of radiation workers across different types of work or different monitoring years ($P < 0.05$). The median annual effective doses per capita from 2016 to 2019 were 0.07, 0.23, 0.13, and 0.25 mSv·a⁻¹, respectively; the annual collective effective doses were 122.34, 208.92, 152.74, and 209.94 person·mSv, respectively. The annual effective dose per capita of nuclear medicine workers (0.38 mSv) was significantly higher than that of workers in other categories.

[Conclusion] The average annual effective dose of radiation workers in public medical institutions in Minhang District of Shanghai is within the national standard limit, indicating a stable radiation working environment and a general high management level of radiation protection.

Keywords: individual dose; radiological worker; nuclear medicine; protection

个人剂量监测能及时发现放射工作人员工作过程中存在的问题^[1],为放射性职业病的诊断和治疗提供重要依据,同时也是评价放射工作人员放射防护状况和防护效果的重要方式^[2]。根据《中华人民共和国职业病防治法》、中华人民共和国卫生部令第55号《放射工作人员职业健康管理辦法》和相关国家标准,本研究对2016—2019年上海市闵行区公立医疗机构放射工作人员的个人剂量监测情况进行分析。

1 对象与方法

1.1 监测对象及数据来源

监测对象为2016年1月1日—2019年12月26日于上海市闵行区公立医疗机构从事放射工作的人员,工种涉及诊断放射学、牙科放射学、核医学、放射治疗及介入放射学。个人剂量计更换时间为每两个月最后一周的周二至周四,因此末次佩戴截止日期为2019年12月26日。数据由上海市闵行区疾病预防控制中心监测,同步上传至StarLims系统,形成报告后由StarLims系统数据库导出。该研究经上海市闵行区疾病预防控制中心伦理委员会同意实施(无编号)。

1.2 仪器设备

RGD-3B型热释光剂量仪、V型热释光精密退火炉、GR-200A型LiF(Mg、Cu、P)探测器、TLD469型剂量盒(北京海洋博创,中国)。

1.3 热释光剂量计的准备、发放与回收

热释光剂量计统一经V型热释光精密退火炉240℃退火,冷却后装入TLD469型剂量盒。规定时间内由各医疗机构负责人员签字领取并发放。佩戴两个月后,由上海市闵行区疾病预防控制中心通知回收时间并统一回收,保证剂量仪佩戴的连续性。

1.4 实验室检测

采用RGD-3B型热释光剂量仪检测,读取数值并将其录入StarLims系统,经换算得出个人剂量当量。根据GB 18871—2002《电离辐射防护与辐射源安全基

本标准》,集体有效剂量为对于一给定的辐射源受照群里所受的总有效剂量 S ,用人·Sv或者人·mSv表示。 $S = \sum E_i \times N_i$, E_i 为群体分组 i 中成员的平均有效剂量, N_i 为该分组的成员数。根据GBZ 128—2019,人均年有效剂量的定义为统计年份内每个受监测人员(或可测量到受照射人员)全年平均受到的有效剂量。 $E = S/N$, S 为年集体有效剂量, N 为受监测人员数。

1.5 监测周期

上海市闵行区疾病预防控制中心个人剂量监测周期为两个月。监测周期内,若发现个人剂量计丢失或损坏,及时补给。

1.6 技术规范与标准

GBZ 128—2019《职业性外照射个人监测规范》、GBZ 207—2008《外照射个人剂量系统性能检验规范》、GB 18871—2002《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》。

1.7 质量控制

1.7.1 设备维护 每年6月起,上海进入梅雨季节,空气湿度较大。考虑到空气湿度会影响设备的正常运行,因此实验室每日记录温度和湿度,并在每次监测前,根据实际需要进行实验室除湿,保证监测设备的正常运行。

1.7.2 设备检定 上海市闵行区疾病预防控制中心定期参加并通过中国疾病预防控制中心举办的全国放射卫生技术机构个人剂量检测能力考核;根据使用情况每年对热释光测量系统进行检定并取得检定证书。

1.7.3 热释光剂量元件的质量控制 建立热释光剂量元件质量控制的刻度系统,定期对热释光探测器进行筛选,保证分散性在5%之内。及时剔除不符合质量要求的热释光剂量计。

1.7.4 超剂量调查 GBZ 128—2019建议的调查水平为年有效剂量5 mSv,超过5 mSv则应开展超剂量调查,并同时通知区卫健委监督所。根据上级工作要求,以每年6次监测为准,每个周期监测有效剂量不应超过

0.8 mSv；若高于0.8 mSv，及时核查，通知医院对超剂量人员进行调查，填写《职业性外照射个人监测剂量核查登记表》并存档；对于非职业照射等情况，剔除监测结果，并给予名义剂量（采用该工作人员前12个月内受到的平均剂量）。确保监测结果真实可靠，杜绝无效数据。

1.8 统计学分析

采用SPSS 19.0软件进行统计分析。数据经正态性检验发现不符合正态分布，因此采用非参数检验方法，利用中位数（第25百分位数，第75百分位数） $[M(P_{25}, P_{75})]$ 描述，组间比较采用Wilcoxon秩和检验和Kruskal-Wallis H 检验。检验水准 $\alpha=0.05$ 。

2 结果

2.1 不同年度放射工作人员个人剂量分布

2016—2019年间，共监测上海市闵行区24家公立医疗机构，其中，一级医院13家，二级医院8家，三级医院3家，机构内放射工作人员均佩戴个人剂量计，实际监测率为100%。其间，监测人数总体呈增加趋势，累计2496人，且三级医院监测人数最多（见表1）；放射工作人员人均年有效剂量为0.17 (0.08, 0.31) mSv·a⁻¹（见表2）。不同年份放射工作人员人均年有效剂量为0.17 (0.08, 0.31) mSv·a⁻¹，且均未出现年有效剂量大于5 mSv的现象。不同年份的放射工作人员人均年有效剂量之间差异有统计学意义 ($H=315.8$, $P<0.05$)；进一步两两比较发现，不同年份放射工作人员人均年有效剂量从高到低依次为2019年的0.25 mSv·a⁻¹、2017年的0.23 mSv·a⁻¹、2018年的0.13 mSv·a⁻¹、2016年的0.07 mSv·a⁻¹（见表2）。

2016—2019年，闵行区每一位放射工作人员的年均有效剂量均未超过标准，每年年均有效剂量小于1 mSv·a⁻¹的人数分别占总监测人数的96.07%、94.40%、96.21%、94.79%。

表1 2016—2019年度上海市闵行区各级公立医疗机构个人剂量监测人数分布

Table 1 Distribution of radiation workers participating individual dose monitoring in public medical institutions in Minhang District, 2016–2019

年份	三级医院	二级医院	一级医院	合计
2016	290	210	85	585
2017	310	224	91	625
2018	294	234	106	634
2019	309	239	104	652
合计	1203	907	386	2496

表2 2016—2019年上海市闵行区放射工作人员个人剂量监测结果

Table 2 Monitoring results for individual doses of radiation workers in Minhang District of Shanghai, 2016–2019

年份	监测总人数	人均年有效剂量 / (mSv·a ⁻¹) [$M(P_{25}, P_{75})$]	集体有效剂量 / (人·mSv)	年有效剂量分布 [人数 (构成比 / %)]	
				1~5 mSv	<1 mSv
2016	585	0.07 (0.04, 0.21) ^{bc}	122.34	23 (3.93)	562 (96.07)
2017	625	0.23 (0.12, 0.34) ^{ac}	208.92	35 (5.60)	590 (94.40)
2018	634	0.13 (0.07, 0.22) ^{ab}	152.74	24 (3.78)	610 (96.21)
2019	652	0.25 (0.15, 0.36) ^{abc}	209.94	34 (5.21)	618 (94.79)
合计	2496	0.17 (0.08, 0.31)	693.94	116 (4.65)	2380 (95.35)

[注] a：与2016年相比， $P<0.05$ ；b：与2017年相比， $P<0.05$ ；c：与2018年相比， $P<0.05$ 。

2.2 不同工种放射工作人员个人剂量分布

各工种放射工作人员占比由高至低分别为：诊断放射学 (78.73%) > 介入放射学 (10.82%) > 核医学 (3.81%) > 放射治疗 (3.65%) > 牙科放射学 (3.00%)。不同工种的放射工作人员的平均年有效剂量不同 ($H=166.77$, $P<0.05$)；各工种放射工作人员均未出现人均有效剂量大于5 mSv的现象；且从事核医学的放射学工作人员的人均年有效剂量（中位数：0.38 mSv）高于其他类型放射工作人员（见表3）。

表3 2016—2019年上海市闵行区公立医疗机构不同工种个人剂量监测结果

Table 3 Individual dose monitoring results among radiation workers with selected job titles in public medical institutions of Minhang District of Shanghai, 2016–2019

工种	人数	个人剂量当量 [人数 (构成比 / %)]		人均年有效剂量 / (mSv·a ⁻¹) [$M(P_{25}, P_{75})$]	集体有效剂量 / (人·mSv)
		<1 mSv·a ⁻¹	1~5 mSv·a ⁻¹		
诊断放射学	1965	1912 (97.30)	53 (2.70)	0.17 (0.08, 0.30) ^a	480.98
牙科放射学	75	73 (97.33)	2 (2.67)	0.14 (0.07, 0.26) ^a	14.93
核医学	95	66 (69.47)	29 (30.53)	0.38 (0.12, 1.59) ^a	80.79
放射治疗	91	89 (97.80)	2 (2.20)	0.24 (0.11, 0.33) ^a	24.27
介入放射学	270	240 (88.89)	30 (11.11)	0.14 (0.07, 0.26) ^a	92.98
合计	2496	2380 (95.35)	116 (4.65)	0.17 (0.08, 0.31)	693.94

[注] a：与核医学相比， $P<0.05$ 。

2.3 个人剂量监测中的超剂量人员调查

根据《职业性外照射个人监测剂量核查登记表》的统计情况，2016—2019年共47次超过调查水平。其中，因个人剂量计曾经被滞留于放射工作场所内而导致超标的情况占有所有情况的48.94%（见表4）。

表4 个人剂量监测中超剂量人员调查情况
Table 4 Investigation on overdosed personnel in individual dose monitoring

佩戴个人剂量计期间发生的情况	次数	构成比/%
个人剂量计曾经被滞留于放射工作场所内	23	48.94
曾经佩戴个人剂量计扶持接受放射检查的患者	9	19.15
曾经佩戴个人剂量计接受放射性检查	6	12.77
铅围裙内外剂量计混淆佩戴	3	6.38
佩戴期间工作量较前期明显增加	3	6.38
离职起, 剂量计放置在抽屉内	1	2.13
因患者休产假, 放假前不慎将白大衣置于机房内	1	2.13
铅衣超过使用期	1	2.13

3 讨论

由于放射工作人员的工作环境中可能存在长期低剂量辐射的风险, 为确保放射工作人员和公众的健康和安全, 应定期对放射工作人员的个人剂量进行监测。从整体上看, 2016—2019年上海市闵行区公立医疗机构内所有放射工作人员个人剂量监测人数逐年上升; 受工作时间、接触患者人数和类型等多种因素的影响, 不同年度放射工作人员个人剂量略有变动, 但人均年有效剂量均低于GB 18871—2002限值, 未出现年有效剂量超过20 mSv的情况, 说明上海市闵行区公立医疗机构的放射工作环境符合标准, 放射工作人员整体防护情况较好。

该区从事核医学的放射工作人员平均年有效剂量较高, 这可能与其工作方式有关: 核医学工作场所是非密封性放射工作场所, 工作人员受到的照射剂量受多种因素影响, 包括核素种类、操作类型、表面污染、防护等^[3]; 且随着放射性核素用量的增加, 核医学工作人员的辐射风险也随之增加^[4]。因此, 在放射防护管理工作中, 应该将核医学工作人员作为重点管理对象。

放射工作人员的超剂量调查发现, 部分放射工作人员未按照规则操作, 将个人剂量计滞留于工作场所或者曾经佩戴个人剂量计接受放射性检查, 说明部分放射工作人员防护意识不强, 个人剂量计未按标准佩戴, 或在非工作期间受到人工辐射的照射, 且存在个人防护不规范的现象, 与以往调查结果基本一致^[5]。出现人员超剂量的医疗机构应进一步加强对放射工作人员的管理, 增加防护培训, 监督放射工作人员按照规程操作, 正规佩戴个人剂量计并严格实行管理制度, 促使放射工作人员进一步意识到放射防护的重要性。

综上所述, 2016—2019年上海市闵行区公立医疗机构放射工作人员的个人剂量总体水平较低, 放射防护水平较高, 但核医学放射工作人员的平均年有效剂

量较高, 应作为重点管理对象。本研究仅从个人剂量方面探讨放射工作人员的职业健康, 没有考虑放射工作人员的性别、年龄、工作年限等, 未来的研究需要扩大研究覆盖面, 以更加充足的数据探索放射工作人员的职业健康情况, 从各方面保障放射工作人员的职业健康。

参考文献

- [1] 高磊, 李爽, 卢国梁, 等. 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, 32(19): 2697-2699.
GAO L, LI S, LU G L, et al. Monitoring results of individual dose among radiation workers in Hedong District of Tianjin from 2013-2015 [J]. Occup Health, 2016, 32(19): 2697-2699.
- [2] 雷淑钦, 孙小娜, 朱东升, 等. 2010—2016年乌鲁木齐市某三甲医院职业外照射个人剂量监测结果分析[J]. 中国辐射卫生, 2018, 27(6): 528-530.
LEI S Q, SUN X N, ZHU D S, et al. Analysis of the individual occupational external exposure monitoring results of a tertiary hospital in Urumqi 2010-2016 [J]. Chin J Radiol Health, 2018, 27(6): 528-530.
- [3] 江丽红, 李鹏, 李小鹏, 等. 河北省部分核医学工作场所的放射防护现状调查与分析[J]. 中国辐射卫生, 2020, 29(2): 157-161, 165.
JIANG L H, LI P, LI X P, et al. Investigation and analysis on current situation of radiation protection in some nuclear medicine in Hebei Province [J]. Chin J Radiol Health, 2020, 29(2): 157-161, 165.
- [4] 熊小兵, 杜飞平, 何玲. 2015—2018年四川省介入与核医学放射工作人员职业外照射个人剂量分析[J]. 职业卫生与病伤, 2019, 34(6): 336-339.
XIONG X B, DU F P, HE L. Analysis on the personal dose of occupational external exposure for interventional and nuclear medicine radiation of workers in Sichuan province from 2015 to 2018 [J]. Occup Health Damage, 2019, 34(6): 336-339.
- [5] 赵进沛, 孔雪梅, 孔昂平, 等. 2013年北京军区放射从业人员个人剂量监测异常值分析[J]. 职业与健康, 2015, 31(18): 2555-2557.
ZHAO J P, KONG X M, KONG A P, et al. Analysis on abnormal data in individual dose monitoring of radiation workers in Beijing Military Command in 2013 [J]. Occup Health, 2015, 31(18): 2555-2557.

(英文编辑: 汪源; 责任编辑: 汪源)