

DOI: 10.13491/j.issn.1004-714X.2021.05.013

• 辐射监测/论著 •

个人剂量监测中异常结果的调查与分析

赵小爱¹, 徐丽¹, 金秀花²

1. 太原市疾病预防控制中心, 山西 太原 030012; 2. 济南市济阳区人民医院, 山东 济南 251400

摘要: 目的 对 2014—2017 年本实验室个人剂量监测过程中出现的异常结果进行调查与原因分析。方法 放射工作人员佩戴热释光个人剂量计监测个人剂量当量 $H_p(10)$, 对测量结果超过调查水平的进行统计分析。结果 2014—2017 年, 本实验室共出现 40 个单位 69 人次个人剂量监测结果异常, 其中从事诊断放射学的占 83%; 剂量结果在 1.25~5.00 mSv 占 54%; 导致剂量结果异常的主要原因有剂量计佩戴不规范(67%)、原因不明(20%)、工作量增加(10%)和设备维修(占 3.0%)等。结论 加强放射工作单位对放射工作人员的管理及放射防护培训, 提高个人防护意识。

关键词: 个人剂量监测; 异常结果; 调查分析

中图分类号: X591 文献标识码: A 文章编号: 1004-714X(2021)05-0587-05

Investigation and analysis of abnormal results in personal dose monitoring

ZHAO Xiaoi¹, XU Li¹, JIN Xiuhua²

1. Taiyuan Center for Disease Control and Prevention, Taiyuan 030012 China;

2. Jiyang District People's Hospital, Jinan 251400 China

Abstract: **Objective** To investigate and analyze the cause of the abnormal results in the individual dose monitoring conducted by this laboratory from 2014 to 2017. **Methods** Radiologic workers wear personal thermoluminescent dosimeters to monitor the individual dose equivalent $H_p(10)$. A statistical analysis is conducted on the results above the investigation level. **Results** During the time when our individual dose monitoring was conducted from 2014 to 2017, this laboratory had detected 69 person-time abnormal results in 40 workplaces, of which 83% occurred in the profession of diagnostic roentgenology. 54% of the dose level range from 1.25 to 5.00 mSv. The main causes of the abnormal results include improper wearing of personal dosimeters (67%), unknown causes (20%), increased workload (10%) and equipment maintenance (3.0%) etc. **Conclusion** Radiation workplaces should enhance the management of radiologic workers, improve their trainings on radiation protection and raise their protection awareness.

Keywords: Individual Dose Monitoring; Abnormal Results; Investigation And Analysis

放射工作人员个人剂量监测是放射防护监测的重要组成部分^[1], 是保障放射工作人员辐射防护安全和健康的重要防护措施, 可以为辐射防护最优化提供信息, 为放射工作人员放射损伤临床诊断提供依据^[2], 可以评估工作人员的实际暴露情况以表明符合监管的要求。在个人剂量监测过程中, 出现监测结果超过调查水平的放射工作人员, 依据国家标准应进行调查核实。本实验室就 2014—2017 年在个人剂量监测过程中出现的异常结果进行调查分析。

1 材料与方法

1.1 调查对象 对于 2014—2017 年在本实验室进

行个人剂量监测时, 每个监测周期剂量结果超过调查水平(1.25 mSv)的人员作为调查对象。

1.2 调查依据 依据国家标准《职业性外照射个人剂量规范》^[3](GBZ128—2019)要求: 当职业照射受照剂量大于调查水平时, 除记录个人监测的剂量结果外, 并作进一步调查。

1.3 监测设备与周期 北京海洋博创科技股份有限公司生产的 RGD-3B 热释光剂量仪与 V 型热释光精密退火炉; 中国辐射防护研究院生产的 LiF(Mg,Cu,P) 玻璃管探测器与热释光个人剂量计。每个监测周期不超过 3 个月, 每年监测 4 次。

1.4 调查方式 在每个监测周期结束后发现剂量结

作者简介: 赵小爱 (1971—), 女, 山西晋城人, 主管医师, 副主任医师资格, 从事放射卫生工作。E-mail: xiaoi6098@163.com

果超过调查水平的人员,电话通知放射工作人员本人或被监测单位部门负责人,要求相关放射工作人员立即做血常规检查或放射工作人员职业健康检查,同时发放《职业性外照射个人监测剂量调查登记表》,委托被监测单位进行调查^[4],必要时对放射工作场所进行现场防护检测^[5]。

1.5 调查内容 包括放射工作人员个人剂量计的佩戴位置及放置情况^[6]、工作场所防护设施、工作人员的工作量及防护用品的使用情况等。

1.6 质量控制 依据国家标准《外照射个人剂量系统性能检验规范》^[7](GBZ207—2016)要求,对个人剂量监测系统的质量控制。本实验室定期筛选热释光个人剂量探测器;热释光剂量仪每年在中国计量科学研究院或中国辐射防护研究院检定;定期参加中国疾病预防控制中心辐射防护与核安全医学所组织的个人剂量盲样比对;操作人员不定时参加国家或省级的培训。

1.7 数据处理 从《外照射个人监测管理子系统》中导出个人剂量异常结果,采用 Excel 表格^[8]录入数据,对结果进行汇总统计。

2 结果

2.1 调查单位分布情况 本次调查涉及 40 个单位 69 人次,见表 1。

表 1 被调查单位总体分布情况

Table 1 The overall distribution of the units under investigation

单位等级	三级医院	二级医院	一级医院	无级别或民营医院	企业	合计
个数	7	13	4	15	1	40
异常人次	20	20	4	21	4	69
构成比(%)	29	29	6.0	30	6.0	100

2.2 监测情况 本实验室在 2014—2017 年共完成个人剂量监测 28236 人次,其中异常结果有 69 人次,占总监测人次的 0.24%。2014 年监测 5838 人次,异常结果 37 人次;2015 年监测 7219 人次,异常结果 20 人次;2016 年监测 8247 人次,异常结果 7 人次;2017 年监测 6932 人次,异常结果 5 人次。2014 年出现的异常结果人次最高,占 0.63%,以后逐年下降。见表 2。

2.3 异常结果分布情况 本次调查发现异常结果分布在诊断放射学、牙科放射学、介入放射学和工业探伤等职业类别中,其中诊断放射学 57 人次,占 83%;介入放射学 5 人次,占 7.0%;工业探伤 4 人次,占

表 2 2014—2017 年个人剂量监测异常结果情况

Table 2 Abnormal results in the individual dose monitoring from 2014 to 2017

年份	监测/人次	异常结果/人次	构成比(%)
2014	5838	37	0.63
2015	7219	20	0.28
2016	8247	7	0.08
2017	6932	5	0.07
合计	28236	69	0.24

6.0%;牙科放射学 3 人次,占 4.0%。

调查结果剂量在 1.25~5.00 mSv 的 37 人次,占 54%;5.01~10.00 mSv 的 17 人次,占 25%;10.01~20.00 mSv 的 10 人次,占 14%;20.01~50.00 mSv 的 4 人次,占 6.0%;大于 50 mSv 的 1 人次,占 1.0%。见表 3。

表 3 个人剂量监测异常结果分布情况

Table 3 Distribution of the abnormal results in the individual dose monitoring

职业类别	剂量分布(mSv)·人次					合计/人次	构成比(%)
	1.25~	5~	10~	20~	50~		
诊断放射学	31	13	9	3	1	57	83
介入放射学	5	0	0	0	0	5	7.0
工业探伤	0	3	0	1	0	4	6.0
牙科放射学	1	1	1	0	0	3	4.0
合计	37	17	10	4	1	69	100
构成比(%)	54	25	14	6.0	1.0	100	/

2.4 超过调查水平的原因分析 通过收集整理汇总《职业性外照射个人监测剂量调查登记表》,发现造成剂量结果异常的主要原因有:①个人剂量计佩戴不规范^[9](占 67%)。比如剂量计曾经被留置于放射工作场所内(占 39%)、佩戴剂量计扶持接受放射性检查的受检者/患者(占 10%)、佩戴剂量计接受过放射性检查(占 6.0%)、介入人员铅围裙内外剂量计混淆佩戴(占 6.0%)、剂量计佩戴时间长(占 6.0%)等。②原因不明(占 20%)。③工作量增加(占 10%)。④设备维修(占 3.0%)。如佩戴剂量计维修含源装置。见表 4。

3 讨论

从本次调查的单位来看,无级别单位或民营医院所占的比例无论从单位个数还是异常人次都是最高,表明基层单位对放射工作人员的培训不足^[10],对

表 4 不同职业类别个人剂量监测异常结果原因分布

Table 4 Causes (person-time) of abnormal results in the individual dose monitoring in different professional categories

职业类别	个人剂量计佩戴不规范/人次					原因不明/人次	工作量增加/人次	设备维修/人次	合计/人次	构成比 (%)
	剂量计留置于放射工作场所内	佩戴剂量计扶持检查的受检者/患者	佩戴剂量计接受过放射性检查	铅围裙内外剂量计混淆佩戴	剂量计佩戴时间长					
诊断放射学	25	6	4	0	0	13	7	2	57	83
介入放射学	1	0	0	4	0	0	0	0	5	7.0
工业探伤	0	0	0	0	4	0	0	0	4	6.0
牙科放射学	1	1	0	0	0	1	0	0	3	4.0
合计	27	7	4	4	4	14	7	2	69	100
构成比 (%)	39	10	6.0	6.0	6.0	20	10	3.0	100	/

个人剂量监测重视不够^[11],同时放射工作人员的自身防护意识匮乏。

从剂量结果分布来看,个人剂量结果在 1.25~5.00 mSv 的 37 人次,占 54%,这和部分作者调查结果相似^[12]。

从职业类别分布来看,第一是诊断放射学,这与医疗机构放射工作单位是本实验室个人剂量监测的主体有关^[8];第二是介入放射学,本实验室为介入放射工作人员提供不同形状不同颜色的内外剂量计,但在调查中发现,介入人员常常将内、外剂量计混淆佩戴,或者出现多人佩戴同一剂量计的现象,说明放射工作单位内部存在着管理漏洞^[5];第三是工业探伤,由于探伤人员分布在不同地点进行现场探伤,每到监测周期结束后剂量计未能及时返回监测,导致剂量计本底剂量偏高;还有部分工作人员在中途休息时担心剂量计丢失便放置在工作帽中,常将工作帽遗留在控制区内导致剂量结果偏高;第四是牙科放射学,本次调查涉及的牙片机房大部分不是隔室操作,调查发现其工作场所的防护设施欠缺,工作人员在未使用防护用品的情况下近距离曝光而导致剂量结果偏高。

从造成剂量结果异常的主要原因来看,①剂量计曾经被留置于放射工作场所内 27 人次,占 39%,这与田青香,冯泽臣等人^[13]调查北京市 2014 年超剂量水平主要原因是剂量计留置于放射工作场所内结果(43.3%)相似。其他诸如佩戴剂量计扶持接受检查的受检者/患者、佩戴剂量计接受过放射性检查、介入人员铅围裙内外剂量计混淆佩戴、佩戴剂量计时间长等佩戴不规范行为导致的剂量结果异常不能代表放射工作人员的实际受照水平,按照国家标准出具周期监测报告时给予名义剂量。②在调查中发现部分人员意识不到个人剂量监测的重要性,对工作结束后剂量

计的放置情况记忆模糊,查不到具体原因;还有部分人员从事床旁摄影和造影操作,由于接触射线时间长、防护不到位^[14]或部分设备老化而导致剂量结果偏高。③部分人员为了调换工作岗位,故意填写工作量增加以引起领导重视,为此,本实验室在监督管理部门和放射工作单位相关领导均在场的情况下,现场核实其工作量及防护用品的使用情况,并进行现场防护检测,检测结果符合国家标准要求;放射工作人员职业健康检查结论是“可继续原放射工作”。④对原因不明和工作量增加而导致的剂量结果异常,出具周期监测报告时给予其实际测得的剂量结果,同时督促放射工作单位按照国家规定定期进行放射工作人员的职业健康检查和放射诊疗设备的质量控制检测及场所防护检测。

通过本次调查分析,建议采取以下措施来保护放射工作人员的健康安全:①放射工作单位领导要重视并加强个人剂量管理,配备专职或兼职的个人剂量计管理人员,负责按时收发剂量计并指导放射工作人员正确佩戴剂量计,及时发现异常情况,提高放射工作人员的安全防护意识及对个人剂量监测重要性的认识,同时完善各项防护设施,必要时放射工作单位可以采取相应的处罚措施^[15]。②放射工作人员要重视自身的个人防护,坚持个人剂量监测,不能因为个人剂量监测程序繁琐或怀疑监测结果的真实性而随意放置剂量计;介入放射学操作人员需要长时间近距离在机房内曝光,更需要佩戴好内外剂量计;牙科放射学操作人员在无隔室操作的情况下要正确使用个人防护用品进行曝光,加强自身防护。③技术服务机构要保证放射工作人员佩戴的剂量计、监测的设备及监测过程符合国家标准要求,制定符合本实验室的质量保证计划,把测量误差降低到最低水平,提高本实验

室的监测质量。④监督管理部门应加强放射卫生法律法规及防护知识的宣传,放射防护培训机构应根据培训对象的具体情况及其工作性质,可以采取课堂教学、远程教学和个人自学等不同的方式进行培训,也可以深入到放射工作单位进行点对点的培训,尤其是一级医院和乡镇卫生院,不要使培训工作流于形式。

利益冲突 本研究由署名作者按以下贡献声明独立开展,排名无争议。文章不涉及任何利益冲突

作者贡献声明 赵小爱负责完成文章的框架设计,数据的收集、整理、分析,文章起草、撰写和修改等内容;徐丽、金秀花负责完成初稿数据的校对

参考文献

- [1] 张兴晖,董倩倩,叶倩鸥,等.某医院放射工作人员个人剂量监测数据异常的原因分析[J].中国辐射卫生,2013,22(6):689-691. DOI: 10.13491/j.cnki.issn.1004-714x.2013.06.021.
Zhang XH, Dong QQ, Ye QO, et al. Causes of abnormal data in the individual dose monitoring of radiologic workers at a hospital[J]. Chin J Radiol Health, 2013, 22(6): 689-691. DOI: 10.13491/j.cnki.issn.1004-714x.2013.06.021.
- [2] 吴敏,冯晓妍,陈军军,等.一起放射工作人员个人剂量监测值异常增高的调查[J].中国辐射卫生,2013,22(5):566-568. DOI: 10.13491/j.cnki.issn.1004-714x.2013.05.022.
Wu M, Feng XY, Chen JJ, et al. An investigation on the abnormal high results in the personal dose monitoring of radiation workers[J]. Chin J Radiol Health, 2013, 22(5): 566-568. DOI: 10.13491/j.cnki.issn.1004-714x.2013.05.022.
- [3] 中华人民共和国国家卫生健康委员会. GBZ128—2019职业性外照射个人监测规范[S].北京:中国标准出版社,2019.
National Health Commission of the People's Republic of China. GBZ128 —2019 Specifications for individual monitoring of occupational external exposure[S]. Beijing: Standard press of China, 2019.
- [4] 李玉芝.个人剂量监测异常照射数据调查与分析[J].中国辐射卫生,2007,16(2):163. DOI: 10.3969/j.issn.1004-714X.2007.02.017.
Li YZ. Investigation and analysis of the irradiation data of individual dose monitoring abnormality[J]. Chin J Radiol Health, 2007, 16(2): 163. DOI: 10.3969/j.issn.1004-714X.2007.02.017.
- [5] 孙立伟,钱旭东,王悦.一起放射工作人员职业性外照射个人剂量监测结果异常的调查[J].中国辐射卫生,2017,26(5):575-576. DOI: 10.13491/j.cnki.issn.1004-714x.2017.05.023.
Sun LW, Qian XD, Wang Y. Investigation of a case of abnormal personal testing results of external radiation of occupational disease in radiation workers[J]. Chin J Radiol Health, 2017, 26(5): 575-576. DOI: 10.13491/j.cnki.issn.1004-714x.2017.05.023.
- [6] 寇庆河,鄢立刚,全玉社,等.放射工作人员个人剂量异常数据调查分析[J].解放军预防医学杂志,2009,27(2):147.
Kou QH, Yan LG, Tong YS, et al. Investigation and analysis of abnormal data in the individual dose of radiologic workers[J]. J Prev Med Chin People's Liberation Army, 2009, 27(2): 147.
- [7] 中华人民共和国国家卫生和计划生育委员会. GBZ207-2016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,2016.
National Health and Family Planning Commission of the People's Republic of China. GBZ207-2016 Testing criteria of personnel dosimetry performance for external exposure[S]. Beijing: Standard Press of China, 2016.
- [8] 杨声,李红艳,闫庆倩.2015—2017年南京市部分放射工作人员个人剂量监测异常结果分析[J].中国辐射卫生,2019,28(3):245-247. DOI: 10.13491/j.issn.1004-714x.2019.03.007.
Yang S, Li HY, Yan QQ. Analysis of abnormal results of personal dose monitoring for some radiation workers in Nanjing from 2015 to 2017[J]. Chin J Radiol Health, 2019, 28(3): 245-247. DOI: 10.13491/j.issn.1004-714x.2019.03.007.
- [9] 荣曙,杨龙,陈乐如,等.2010—2011年南京军区放射工作人员个人剂量监测异常结果分析[J].职业与健康,2012,28(19):2341-2343. DOI: 10.13329/j.cnki.zyyjk.2012.19.029.
Rong S, Yang L, Chen LR, et al. Analysis on abnormal results of personal dose monitoring among radiation workers in Nanjing military area command from 2010-2011[J]. Occup Heal, 2012, 28(19): 2341-2343. DOI: 10.13329/j.cnki.zyyjk.2012.19.029.
- [10] 陆炜.个人剂量监测数据异常情况分析和经验[J].实用医技杂志,2016,23(10):1128-1129.
Lu W. Analysis and observations of the abnormal data in the individual dose monitoring[J]. J Pract Med Tech, 2016, 23(10): 1128-1129.
- [11] 李飞,王鹏,钱前,等.国内热释光个人剂量监测异常结果产生原因及控制措施[J].职业与健康,2019,35(2):274-276. DOI: 10.13329/j.cnki.zyyjk.2019.0074.
Li F, Wang P, Qian Q, et al. Analysis on reasons for abnormal results of thermoluminescence individual dose monitoring and control measures in China[J]. Occup Heal, 2019, 35(2): 274-276. DOI: 10.13329/j.cnki.zyyjk.2019.0074.
- [12] 李鸿成,卢桂才,孔庆宇,等.2013年度宁夏地区放射工作人员外照射个人剂量监测异常结果分析[J].中华放射医学与防护杂志,2015,35(2):142-143. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0254-5098.2015.02.016.
Li HC, Lu GC, Kong QY, et al. Analysis of the abnormal results in the individual dose monitoring of external exposure of radiologic workers in Ningxia in 2013[J]. Chin J Radiol Med Prot, 2015, 35(2): 142-143. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0254-5098.2015.02.016.
- [13] 田青香,冯泽臣,王宏芳,等.2014年北京市职业外照射个人剂量监测中异常剂量分析[J].中国辐射卫生,2016,25(5):537-538. DOI: 10.13491/j.cnki.issn.1004-714x.2016.05.012.

- Tian QX, Feng ZC, Wang HF, et al. Analysis of the abnormal data in the individual dose monitoring of occupational external exposure in Beijing City in 2014[J]. *Chin J Radiol Health*, 2016, 25 (5) : 537-538. DOI: [10.13491/j.cnki.issn.1004-714x.2016.05.012](https://doi.org/10.13491/j.cnki.issn.1004-714x.2016.05.012).
- [14] 景丽艳, 王强, 杨陆婷, 等. 2018年度浙江省放射工作人员个人剂量监测结果异常分析[J]. *中国辐射卫生*, 2019, 28 (6) : 631-632, 636. DOI: [10.13491/j.issn.1004-714x.2019.06.009](https://doi.org/10.13491/j.issn.1004-714x.2019.06.009).
- Jing LY, Wang Q, Yang LT, et al. Abnormal analysis of individual dose monitoring results of radiation workers in Zhejiang Province in 2018[J]. *Chin J Radiol Health*, 2019, 28 (6) : 631-632, 636. DOI: [10.13491/j.issn.1004-714x.2019.06.009](https://doi.org/10.13491/j.issn.1004-714x.2019.06.009).
- [15] 石瑞芬, 陈松根, 董雪梅. 放射工作人员个人剂量监测异常增高调查分析[J]. *中国职业医学*, 2016, 43 (1) : 118-120. DOI: [10.11763/j.issn.2095-2619.2016.01.027](https://doi.org/10.11763/j.issn.2095-2619.2016.01.027).
- Shi RF, Chen SG, Dong XM. Investigation on the abnormal increase of personal dose monitoring in radiation workers[J]. *China Occup Med*, 2016, 43 (1) : 118-120. DOI: [10.11763/j.issn.2095-2619.2016.01.027](https://doi.org/10.11763/j.issn.2095-2619.2016.01.027).
- (收稿日期:2021-03-10)
-
- (上接第 586 页)
- [4] 国家环境保护总局. HJ/T 61—2001辐射环境监测技术规范[S]. 北京: 中国标准出版社, 2001.
- State Environmental Protection Administration of the People's Republic of China. HJ/T 61—2001 Technical criteria for radiation environmental monitoring[S]. Beijing: Standards Press of China, 2001.
- [5] 国家环境保护局, 国家技术监督局. GB/T 14583—1993环境地表γ辐射剂量率测定规范[S]. 北京: 中国标准出版社, 1993.
- State Bureau of Environmental Protection of the People's Republic of China, State Bureau of Quality and Technical Supervision of the People's Republic of China. GB/T 14583 —1993 Norm for the measurement of environmental terrestrial gamma-radiation dose rate[S]. Beijing: Standards Press of China, 1993.
- [6] 中华人民共和国生态环境部. 2019全国辐射环境质量报告[R]. 北京: 中华人民共和国生态环境部. 2020.
- Ministry of ecology Environment of the People's Republic of China. Annual report of national radiation environment in 2019[R]. Beijing: Ministry of ecology Environment of the People's Republic of China. 2020.
- [7] 林武辉, 余锦萍, 余克服, 刘昕明, 莫珍妮, 宁秋云, 李英花, 李玉婷. 北部湾涠洲岛海域沉积物中物质来源解析来自元素、稳定同位素、放射性核素的证据[J/OL]. [2021-03-16]. 沉积学报: 1-16. <https://doi.org/10.14027/j.issn.1000-0550.2020.048>.
- Lin WH, Yu JP, Yu KF, Liu XM, Mo ZN, Ning QY, Li YH, Li YT. Evidence from elements, stable isotopes and radionuclides in the sediment of Weizhou Island, Beibu Bay [J/OL]. [2021-03-16]. Journal of Sedimentation: 1-16. <https://doi.org/10.14027/j.issn.1000-0550.2020.048>.
- [8] 林武辉, 陈肖霞, 余克服, 等. 南海岛礁工程中建筑材料的天然放射性核素含量及辐射水平评价[J]. *辐射防护*, 2020, 40 (1) : 23-30.
- Lin WH, Chen XX, Yu KF, et al. Natural radionuclides and radiological assessment for building materials used in reef engineering in the South China Sea[J]. *Radiat Prot*, 2020, 40 (1) : 23-30.
- [9] 赵广翠, 刘陆, 马国学, 等. 2017—2018年北京市集中式饮用水水源放射性水平调查[J]. *中国辐射卫生*, 2020, 29 (3) : 260-262, 267. DOI: [10.13491/j.issn.1004-714X.2020.03.015](https://doi.org/10.13491/j.issn.1004-714X.2020.03.015).
- Zhao GC, Liu L, Ma GX, et al. Investigation of radioactivity levels of centralized drinking water sources in Beijing from 2017 to 2018[J]. *Chin J Radiol Health*, 2020, 29 (3) : 260-262, 267. DOI: [10.13491/j.issn.1004-714X.2020.03.015](https://doi.org/10.13491/j.issn.1004-714X.2020.03.015).
- [10] 彭崇, 陈宝才, 周花珑, 等. 广西城市集中式饮用水水源放射性水平调查与研究[J]. *中国辐射卫生*, 2020, 29 (2) : 173-177. DOI: [10.13491/j.issn.1004-714X.2020.02.019](https://doi.org/10.13491/j.issn.1004-714X.2020.02.019).
- Peng C, Chen BC, Zhou HL, et al. Investigation and study on the radioactive level of centralized drinking water sources in Guangxi Zhuang Autonomous Region[J]. *Chin J Radiol Health*, 2020, 29 (2) : 173-177. DOI: [10.13491/j.issn.1004-714X.2020.02.019](https://doi.org/10.13491/j.issn.1004-714X.2020.02.019).
- [11] 王宏芳, 娄云, 冯泽臣, 等. 北京市环境空气放射性水平的测量与分析[J]. *中国辐射卫生*, 2019, 28 (6) : 665-667. DOI: [10.13491/j.issn.1004-714x.2019.06.018](https://doi.org/10.13491/j.issn.1004-714x.2019.06.018).
- Wang HF, Lou Y, Feng ZC, et al. Measurement and analysis of ambient radioactivity levels in Beijing[J]. *Chin J Radiol Health*, 2019, 28 (6) : 665-667. DOI: [10.13491/j.issn.1004-714x.2019.06.018](https://doi.org/10.13491/j.issn.1004-714x.2019.06.018).
- (收稿日期:2021-03-19)