

职业性外照射个人剂量监测中本底值选择的探讨

章雷¹, 杨凯², 王兴功¹, 王强¹

1. 中国人民解放军疾病预防控制中心, 北京 100071; 2. 战略支援部队特色医学中心

摘要: **目的** 探讨个人剂量监测中医院不同科室本底值的差异情况。**方法** 按不同职业类别对医院科室进行分组, 并布放跟随本底剂量计, 将测得的本底值分别与机关办公室对照本底值进行比较分析。**结果** 该医院本底剂量水平在 0.22~0.33 mSv 范围, 机关办公室的 3 个布点办公书柜、办公桌抽屉、办公桌面本底值分别是 (0.28 ± 0.02) mSv、 (0.28 ± 0.01) mSv、 (0.31 ± 0.01) mSv; 与机关办公室本底值相比, 普放 1 层、口腔科、放疗中心 1 层、导管室 1 层均大于机关办公室 ($P < 0.05$), CT 区、PET-CT 控制室、神经外科、实验室均小于机关办公室 ($P < 0.05$), 心内科与机关办公室没有统计学差异 ($P > 0.05$)。**结论** 不能使用单一本底值作为一种职业分类或一个单位的本底值, 应对每个科室布放跟随本底剂量计来降低本底值结果的误差。

关键词: 放射工作人员; 本底值; 跟随本底剂量计; 职业分类

中图分类号: R144.1 文献标识码: A 文章编号: 1004-714X(2019)05-0547-03

Discussion on background radiation value in personal monitoring of occupational external exposure.

ZHANG Lei¹, YANG Kai², WANG Xingong¹, WANG Qiang¹

1. Center for Disease Prevention and Control of PLA, Beijing 100071 China;

2. Characteristic Medical Center for Strategic Support Force

Abstract: **Objective** To investigate the differences in the background radiation values of different departments in medical institutions in personal dose monitoring. **Methods** According to different occupational categories, place the following background dosimeters for each department and the administration office in a top three military hospital, compare and analysis the differences of the measured background radiation values between them. **Results** The background radiation values of the monitored unit were in the range of 0.22~0.33 mSv. The measured values of dosimeters which were placed in the bookcase, desk drawer and on the desk surface of the administration office were 0.28 ± 0.02 mSv, 0.28 ± 0.01 mSv and 0.31 ± 0.01 mSv respectively. Compared with the administration office, the background radiation values of radiology department, dental department, radiotherapy center, and catheter room were larger respectively, in which exists statistical significance ($P < 0.05$), while the background radiation values of CT area, PET-CT control room, neurosurgery, laboratory were smaller respectively, in which also exists statistical significance ($P < 0.05$), but there was no statistical difference between the values of the department of cardiology and the administration office ($P > 0.05$). **Conclusion** Single background radiation value cannot be used to represent the background radiation value of a occupational category and a unit. Placing the following background dosimeters for each department can reduce the error of the background radiation value and enhance the ability of quality control.

Key words: Radiation Workers; Background Radiation Value; Following Background Radiation Dosimeter; Occupational Categories

本底剂量计是用于监测放射工作人员在工作环境中受到的天然本底照射的剂量计, 其监测的数据称为本底值。一般在监测结果中需要扣除本底值来得到放射工作人员在工作中受到的实际受照剂量。医疗机构在个人剂量监测中一般选择将本底剂量计放置在管理人员办公室, 因为办公室多远离功能性科室, 无射线直

接照射, 但是否能准确代表不同科室的本底值存在疑问。本调查除在办公室区域放置本底剂量计外, 根据职业分类将医院科室进行分组, 分别放置同等数量的本底剂量计, 用以观察不同科室之间本底值的差异, 分析测量结果, 为合理选择本底值提供参考。

1 对象与方法

1.1 剂量计的准备及测量设备 按发放周期剂量计的方式进行准备,每 5 个剂量计为一组。LiF:Mg,Cu,P 探测器按分散性为 $\pm 3\%$ 的条件进行筛选。所用设备使用前均经过中国计量科学研究院检定或校准。

1.2 剂量计的分组及布放 选择某三甲医院,按诊断放射学、牙科放射学、核医学、放射治疗、介入放射学等职业分类布放跟随本底剂量计,所选科室均位于地面之上。根据管理人员办公室的情况,将同等数量剂量计分别放置于办公桌抽屉内、办公桌面以及办公柜内。而布放在科室内的剂量计位置则选在工作人员更衣室或休息室的更衣柜里,因为除工作时间外,一般佩戴剂量计的白大褂多被放置于更衣柜内。另外在监测实验室内也放置同等数量的剂量计,位置选在实验室的桌子抽屉里。

1.3 监测依据与数据处理 依据国家职业标准《职业性外照射个人监测规范》(GBZ 128—2016)按周期时间长度(3 个月)放置剂量计,监测周期为 2018 年 8 月 7 日—2018 年 11 月 7 日。取回剂量计后,在读出器

上测读得到测量结果(计数值),计算出每组剂量平均值 \pm 标准差。计算采用的刻度因子为 ^{137}Cs 参考辐射下按实用量为个人剂量当量 $H_p(10)$ 条件刻度所得。从量值传递的角度,测读后的计数值与刻度因子的乘积即为本底剂量值,单位为 mSv。

1.4 统计分析 采用 SPSS 22.0 统计软件,两组及两组以上均值比较采用 t 检验、方差分析、多样本的非参数检验,以 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 机关办公室本底剂量值的选择 机关办公室布放的 3 个点位测量结果分别为办公书柜 (0.28 ± 0.02) mSv,办公桌抽屉 (0.28 ± 0.01) mSv 以及办公桌面 (0.31 ± 0.01) mSv,见表 1。其中,办公桌面本底剂量值高于其余两个点位 ($F = 21.318, P < 0.05$),办公书柜与抽屉本底剂量值两者差异没有统计学意义 ($P > 0.05$)。在桌面布放剂量计受到天然辐射的影响较大,且放在桌面容易丢失,不易管理,一般不选择桌面作为放置点。本调查根据实际情况选择办公桌抽屉测得的本底值作为机关办公室本底值。

表 1 不同布放位置本底值统计及分析情况

职业分类	布放位置	计数平均值 ^① /Xi	刻度因子 ^② /(mSv/Xi)	$\bar{x}^{③} \pm s/\text{mSv}$	$F/t/\chi^2$ 值	P 值
诊断放射学	普放 1 层更衣室	20 220	1.44×10^{-5}	0.29 ± 0.01	93.803 ^a	<0.05
	CT 区休息室	15 095		0.22 ± 0.01		
牙科放射学	口腔科更衣室	20 300		0.29 ± 0.01	2.579 ^b	<0.05
核医学	PET-CT 控制室	16 878		0.24 ± 0.01	-7.749 ^b	<0.05
放射治疗	放疗 1 层更衣室	22 707		0.33 ± 0.01	8.788 ^b	<0.05
介入放射学	导管室 1 层休息室	20 550		0.30 ± 0.01	25.904 ^c	<0.05
	心内科休息室	19 991		0.29 ± 0.04		
	神经外科更衣室	15 219		0.22 ± 0.01		
机关办公室	办公书柜	19 426		0.28 ± 0.02	21.318 ^a	<0.05
	办公桌抽屉 ^④	19 378		0.28 ± 0.01		
	办公桌面	21 664		0.31 ± 0.01		
其他	实验室抽屉内	14 787		0.21 ± 0.01	12.062 ^b	<0.05

注:③ = ② × ①,即剂量值 = 计数值 × 刻度因子,测量设备已经自动扣除设备本底;将表中各个布放位置本底值与④进行比较;a、b、c 分别代表采用方差分析、 t 检验分析、多样本的非参数检验。

2.2 不同职业类别与机关办公室的本底值比较 将不同布放点测得的本底值分别与机关办公室本底值进行比较,结果显示诊断放射学中普放 1 层本底最大 ($F = 93.803, P < 0.05$),CT 区休息室本底值最小 ($P < 0.05$);牙科放射学中口腔科本底值大于机关办公室本底值 ($t = 2.579, P < 0.05$);核医学中 PET-CT 控制室本底值小于机关办公室本底值 ($t = -7.749, P < 0.05$);放射治疗中放疗中心 1 层本底值大于机关办公室本底值 ($t = 8.788, P < 0.05$);介入放射学中导管室 1

层本底值大于机关办公室本底值,神经外科本底值最小 ($\chi^2 = 25.904, P < 0.05$),心内科本底值与机关办公室本底值两者没有统计学差异 ($P > 0.05$);实验室本底值小于机关办公室本底值 ($t = 12.062, P < 0.05$)。

3 讨论

医疗机构工作环境本底值的大小一般受宇宙射线、陆生辐射、装饰和建筑材料的放射性、探测器的性能、测量方法等多种因素影响^[1-2],不同地区的本底辐

射水平有一定的差别^[3-4]。在职业性外照射个人剂量监测过程中,本底剂量计测量的结果会直接影响放射工作人员个人剂量值的大小^[4],另外监测过程中的异常剂量值(每周期个人剂量值超过 1.25 mSv 视为异常剂量调查设定值^[5-7])也需要通过本底值来进行确定,因此确保本底值的准确性十分的必要。可是在实际的监测过程中,本底值的提供方法没有统一的标准^[2,8-9],本底剂量计的放置地点国标也没有特别的要求^[10],造成本底值不能准确地反映受监测单位的天然辐射情况。而像核医学科、放疗科这几类经常接触放射性核素、操作大型放射诊疗设备的科室是否需要单独放置本底剂量计,文献报道不多。

本调查采用布放跟随本底剂量计的方式,测量结果能很好的反映科室的本底情况,根据表 1 数据显示,该医院周期(3 个月)本底剂量水平在 0.22 ~ 0.33 mSv 范围,不同职业类别之间本底值各不相同,同一职业类别不同科室之间本底值也各不相同,因此不能使用单一本底值作为一种职业分类或一种单位的本底值,如果能做到对每个科室布放一个本底剂量计,并按周期发放回收,便能降低测量结果的误差。在实际监测过程中,有时因新增人员使用、丢失损坏等多种原因,造成该周期本底剂量计无法使用,机构会将实验室本底值替代该医院的本底值,但本调查数据显示,两者数值有一定的差别,替代使用会导致放射工作人员个人剂量值被高估,因此不建议将两者混用。

本调查只是为本底值的选择提出一种参考,下一步将增加调查的医疗机构数量来进行更深入的研究。个人剂量监测工作是一项长期的监测工作,对本底值的监测应加强质量控制,可以采用制定控制图^[11]的方法,针对医疗机构中你所感兴趣的科室,先以一个长时段一般为 1 年,每 3 个月共 4 次测得的本底值平均值建立中位线,以测量本底值平均值 ± 2 倍、 ± 3 倍标准差分别做上下控制线,中心线及控制线的值是

随着后续监测次数的增加而变化的,当某次监测结果超过这一范围后,就需要对监测结果进行复核,查找导致结果偏高或者偏低的原因,这样做好处是可以对每个科室的本底情况有一个动态的监测和清晰的认识,缺点就是监测人员工作量加大,成本增高,需要大数据量支持。

参考文献

- [1] 杨新芳,赵进沛,张春霞,等. 热释光个人剂量监测中本底值与 MDL 值的探讨与应用[J]. 中国辐射卫生, 2013, 22(6): 677-678.
- [2] 张素芬,刘小莲,李明芳,等. 广东省 2009—2014 年热释光个人剂量本底水平调查[J]. 中国职业医学, 2016, 43(6): 747-751.
- [3] 田崇彬,楚彩芳,杨均芳. 职业性外照射个人剂量监测中本底扣除方法探讨[J]. 中国辐射卫生, 2008, 17(4): 421-422.
- [4] 刘小莲,麦维基,贾育新,等. 广州地区职业性外照射个人剂量本底参考值调查研究[J]. 中国辐射卫生, 2013, 22(3): 299-300.
- [5] 王芳,周学文,周月泉,等. 湖北省 2010—2014 年放射工作人员外照射剂量分析[J]. 中国辐射卫生, 2017, 26(4): 414-417.
- [6] 田青香,万玲,冯泽臣,等. 2015 年北京市职业外照射个人剂量监测及分析[J]. 中国辐射卫生, 2017, 26(3): 361-362.
- [7] 张圆圆,陈岩,师振祥,等. 石家庄市 2016 年放射工作人员外照射个人剂量监测结果[J]. 中国辐射卫生, 2018, 27(5): 66-69.
- [8] Wang H B, Yu H T, Sun Q F. Individual Monitoring and Occupational Dose Record Management in China: History, Current Status and Perspectives[J]. International Journal of Environmental Research & Public Health, 2016, 13(6): 558.
- [9] 于海涛,牛昊巍,孙全富,等. 全国个人监测机构的现状分析[J]. 中华放射医学与防护杂志, 2010, 30(4): 466-468.
- [10] 中华人民共和国国家卫生和计划生育委员会. GBZ 128—2016 职业性外照射个人监测规范[S]. 北京:中国标准出版社, 2016.
- [11] 中国合格评定国家认可委员会. CNAS—GL39 2016 化学分析实验室内部质量控制指南-控制图的应用[S]. 北京:中国标准出版社, 2016.

收稿日期:2019-04-22