

湖北省 15 家医院介入放射工作场所检测及个人剂量结果分析

杨开^{1,2}, 冯加武³, 孙敬智³, 梅勇¹, 易桂林²

1. 武汉科技大学医学院, 湖北 武汉 430065

2. 武汉市职业病防治院, 湖北 武汉 430015

3. 湖北省职业病医院, 湖北 武汉 430015

摘要:

[背景] 介入手术在为患者带来健康的同时也会对人体造成有害影响, 其放射防护安全一直是放射卫生研究的重点和热点。国内介入放射起步较晚, 存在的放射防护问题较多。

[目的] 调查分析湖北省 15 家医院介入放射场所防护现状和放射工作人员个人剂量水平, 为改善介入放射场所防护, 降低介入放射工作人员受照剂量提供依据。

[方法] 采取分层随机结合整群抽样的方法选择湖北省 6 个城市 15 家医院, 检测其介入放射工作场所周围剂量当量率和透视防护区空气比释动能率水平。采用热释光剂量监测系统监测个人剂量水平, 并按照工种分组比较。

[结果] 15 家医疗机构介入放射工作场所机房外周围剂量当量率为 0.11~1.12 $\mu\text{Sv/h}$ 。透视防护区第一术者位空气比释动能率为 2.9~399.6 $\mu\text{Gy/h}$, 第二术者位为 2.9~395.0 $\mu\text{Gy/h}$ 。15 家医疗机构 1054 名放射工作人员的人均年有效剂量的 $M(P_{25}, P_{75})$ 为 0.130 (0.080, 0.200) mSv/年, 其中介入放射工作人员个人剂量水平为 0.131 (0.082, 0.213) mSv/年, 放射诊断工作人员为 0.129 (0.070, 0.200) mSv/年, 核医学工作人员为 0.100 (0.050, 0.150) mSv/年, 放射治疗工作人员为 0.140 (0.070, 0.240) mSv/a, 其他岗位工作人员为 0.145 (0.048, 0.200) mSv/a。

[结论] 湖北省 15 家医疗机构介入放射工作场所防护检测结果符合国家标准要求; 介入放射工作人员人均年有效剂量高于放射诊断和核医学工作人员。因此, 介入放射工作人员应加强放射防护措施, 以便降低个人受照剂量。

关键词: 介入放射; 放射防护; 个人剂量; 周围剂量当量率

Analysis on interventional radiology workplace detection and staff individual dose of radiation in 15 hospitals in Hubei Province YANG Kai^{1,2}, FENG Jia-wu³, SUN Jing-zhi³, MEI Yong¹, YI Gui-lin² (1.School of Medicine, Wuhan University of Science and Technology, Wuhan, Hubei 430065, China; 2.Wuhan Prevention and Treatment Center for Occupational Diseases, Wuhan, Hubei 430015, China; 3.Hubei Provincial Hospital for Occupational Disease, Wuhan, Hubei 430015, China)

Abstract:

[Background] Interventional surgery brings both beneficial and detrimental health effects, and its radiation protection safety has always been the focus and hot spot of radiation health research. Because China's practice of interventional radiology has a late start, there are many radiation protection problems.

[Objective] This paper investigates the current status of interventional radiological protection and the individual dose of interventional radiology workers in 15 hospitals in Hubei Province, aiming to improve the protection level of interventional radiology workplaces and reduce the individual dose of interventional radiology workers.

[Methods] Using stratified random and cluster sampling method, 15 hospitals in 6 cities of Hubei Province were selected to evaluate the dose equivalent rate around interventional radiation workplaces and the air kerma rate in perspective protection zones. Individual doses were monitored with thermoluminescent dosimeter system and compared among groups of different types of work.

DOI 10.13213/j.cnki.jeom.2019.19025

基金项目

职业危害识别与控制湖北省重点实验室开放基金项目 (OHIC2017G10)

作者简介

杨开 (1989—), 男, 硕士, 硕士生; E-mail: 115632919@qq.com

通信作者

易桂林, E-mail: ygl_0123@126.com

利益冲突 无申报

收稿日期 2019-01-15

录用日期 2019-06-05

文章编号 2095-9982(2019)07-0659-05

中图分类号 R148

文献标志码 A

►引用

杨开, 冯加武, 孙敬智, 等. 湖北省 15 家医院介入放射工作场所检测及个人剂量结果分析 [J]. 环境与职业医学, 2019, 36 (7): 659-663.

►本文链接

www.jeom.org/article/cn/10.13213/j.cnki.jeom.2019.19025

Funding

This study was funded.

Correspondence to

YI Gui-lin, E-mail: ygl_0123@126.com

Competing interests None declared

Received 2019-01-15

Accepted 2019-06-05

►To cite

YANG Kai, FENG Jia-wu, SUN Jing-zhi, et al. Analysis on interventional radiology workplace detection and staff individual dose of radiation in 15 hospitals in Hubei Province[J]. Journal of Environmental and Occupational Medicine, 2019, 36(7): 659-663.

►Link to this article

www.jeom.org/article/en/10.13213/j.cnki.jeom.2019.19025

[Results] The dose equivalent rate outside the radiation rooms of 15 selected medical institutions was 0.11-1.12 $\mu\text{Sv/h}$. The first operator in the perspective protection zone had an air kerma rate of 2.9-399.6 $\mu\text{Gy/h}$, and the second operator had an air kerma rate of 2.9-395.0 $\mu\text{Gy/h}$. The annual effective dose in $M(P_{25}, P_{75})$ of 1054 radiation workers in the 15 medical institutions was 0.130 (0.080, 0.200) mSv/year, and the type-of-work specific doses of interventional radiology workers was 0.131 (0.082, 0.213) mSv/year, that of radiological diagnosis workers was 0.129 (0.070, 0.200) mSv/year, that of nuclear medicine workers was 0.100 (0.050, 0.150) mSv/year, that of radiotherapy workers was 0.140 (0.070, 0.240) mSv/year, and that of others were 0.145 (0.048, 0.200) mSv/year.

[Conclusion] The protection level of interventional radiology workplaces in selected 15 medical institutions in Hubei Province meet the requirements of the national standards; however, the annual effective dose of interventional radiology workers is higher than the values of the radiological diagnosis workers and nuclear medicine workers. Thus, the interventional radiology workers need strengthened protective measures to reduce individual exposure to radiation.

Keywords: interventional radiology; radiation protection; individual dose; dose equivalent rate

近年来,数字减影血管造影技术的不断革新使得介入放射迅速发展和普及,为患者带来了全新的治疗方法。由于介入手术曝光时间较长,且医生必须始终在诊疗床边暴露于X射线线下操作,所以介入手术在为患者带来健康的同时也会对作业人员造成有害影响,其放射防护安全一直是放射卫生研究的重点和热点。国内介入放射起步较晚,存在的放射防护问题较多:个别医疗机构对法律法规认识不足,对放射防护管理不够重视,防护设备和设施配备不足;部分介入放射工作人员的放射专业和防护知识缺乏,防护意识淡薄;介入放射X射线设备良莠不齐^[1]。介入放射操作使工作人员和患者均受到很大剂量的照射^[2-3]。在不同工种的医务人员中,介入放射工作人员的人均年有效剂量最高,且在 $>5\text{ mSv/年}$ 的放射工作人员中,介入放射工作人员所占构成比最大^[4]。本研究通过对湖北省15家医疗机构介入放射工作场所周围剂量当量率检测和放射工作人员个人剂量监测,了解介入放射工作场所放射防护现状和放射工作人员个人剂量当量水平,为改善介入放射工作人员的工作条件、降低受照剂量提供参考依据。

1 对象与方法

1.1 仪器

451P 加压电离室巡测仪(福禄克,美国)和 $30\text{ cm}\times 30\text{ cm}\times 20\text{ cm}$ 水箱;个人剂量监测仪器为RGD-3B热释光剂量仪、V型热释光精密退火炉、LiF(Mg, Cu)个人剂量片(解放军防化研究院,中国)。上述仪器设备均经过国家相关计量部门检定,且在有效期内。

1.2 对象

2018年7月在湖北省内采用分层随机结合整群抽样的方法,选取6个城市15家具有介入放射学资格的医疗机构,回顾性调查收集其2017年放射防护检

测及个人剂量监测结果,其中三甲医院11家,三乙医院3家,二甲1家。介入放射X射线设备共26台;15家医疗机构中取得《放射工作人员证》的放射工作人员共1054人,其中介入放射370人,放射诊断466人、放射治疗95人、核医学39人、其他84人。

1.3 方法

根据国家标准GBZ 130—2013《医用X射线诊断放射防护要求》^[5]中方法进行放射工作场所防护检测。点位布置:机房外距屏蔽体水平距离30 cm(顶棚为楼上距地面100 cm,地板为楼下距地面170 cm);介入机房透视防护区距床侧20 cm处第一术者位为距机头0~60 cm内,第二术者位为距机头60~120 cm内,监测高度分别为20、80、105、125、155 cm(分别对应足部、下肢、腹部、胸部、头部)。检测方法:机房屏蔽体外的防护检测应在X射线设备和设备配置的防护设施呈正常使用摆放状态下,采用透视照射模式,有自动曝光控制的设备,水模体上增加厚度为1.5 mm的铜板,选择自动亮度控制条件;无自动亮度控制的设备选择70 kV、1 mA条件,射束垂直从床下向床上照射(设备条件不具备时选择射束垂直从床上向床下照射),使用451P加压电离室巡测仪在巡测的基础上,对关注点的局部屏蔽和缝隙进行重点检测,关注点应包括:墙体、地板、顶棚、门窗、线缆孔等,点位选取应具有代表性。透视防护区检测条件与机房屏蔽体外的防护检测相同,使用451P加压电离室巡测仪分别对关注点进行测量。将检测结果与标准中规定的屏蔽体外周围剂量当量率不大于 $2.5\text{ }\mu\text{Sv/h}$ 、透视防护区空气比释动能率不大于 $400\text{ }\mu\text{Gy/h}$ 进行比较。

个人剂量监测方法根据国家标准GBZ 128—2016《职业性外照射个人监测规范》^[6],将个人剂量计佩戴在工作人员左胸前,对于介入放射工作人员,还需在

铅衣外衣领上另外佩戴一个剂量计；每3个月为一个监测周期，一年共4个监测周期。剂量计回收后使用热释光剂量仪读取数据，并将其与GBZ 128—2016《职业性外照射个人监测规范》^[6]中规定的国家剂量限值20 mSv/年进行对比。若有异常数据和4个监测周期的数据大于国家调查水平5 mSv/年时，在确认不存在测量环节问题后，应对其受照情况进行复查，剔除虚假数据并给予名义剂量以确保数据真实性。

1.4 统计学分析

使用SPSS 23.0软件进行统计学分析，数据采用 $M(P_{25}, P_{75})$ 的形式进行统计描述。检验方法采用Kruskal-Wallis检验和Mann-Whitney U 检验。双侧检验，检验水准 $\alpha=0.05$ 。

2 结果

2.1 介入放射工作场所防护水平

15家医疗机构介入放射工作场所的场所防护检测结果均小于GBZ 130—2013《医用X射线诊断放射防护要求》^[5]中规定的限值(2.5 $\mu\text{Sv/h}$)。机房外工作场所周围剂量当量率为0.11~1.12 $\mu\text{Sv/h}$ ，其中防护门下缝处剂量率最高，个别工作场所控制室防护门下缝处最高达1.12 $\mu\text{Sv/h}$ 。见表1。

表1 2017年湖北省15家医疗机构机房外工作场所周围剂量当量率($\mu\text{Sv/h}$)

检测点位	周围剂量当量率				
	Min	P_{25}	P_{50}	P_{75}	Max
四周墙体	0.18	0.21	0.23	0.29	0.47
机房防护门	0.20	0.23	0.28	0.33	1.03
控制室防护门	0.11	0.23	0.33	0.41	1.12
观察窗	0.20	0.21	0.25	0.33	0.99
楼上	0.11	0.11	0.18	0.24	0.58
楼下	0.11	0.12	0.16	0.20	0.39
其他	0.11	0.16	0.23	0.35	0.72

机房内透视防护区第一术者位中位数最高检测点位为腹部(137.5 $\mu\text{Gy/h}$)，最低检测点位为下肢(80.4 $\mu\text{Gy/h}$)，不同部位间差异无统计学意义($H=3.376$, $P=0.497$)；第二术者位中位数最高检测点位为腹部(199.0 $\mu\text{Gy/h}$)，最低检测点位为足部(48.3 $\mu\text{Gy/h}$)，不同部位间差异有统计学意义($H=28.492$, $P=0.000$)。两术者位之间比较，第一术者位腹部的空气比释动能率高于第二术者位($U=445.5$, $P=0.049$)。见表2。

表2 2017年湖北省15家医疗机构介入放射工作场所透视防护区空气比释动能率($\mu\text{Gy/h}$)

检测点位	第一术者位($n=26$)					第二术者位($n=26$)					U	P
	Min	P_{25}	P_{50}	P_{75}	Max	Min	P_{25}	P_{50}	P_{75}	Max		
足部	2.9	30.6	94.0	194.4	386.0	3.9	20.0	48.3	161.0	381.5	285.5	0.337
下肢	10.0	53.4	80.4	176.1	392.0	2.9	47.7	79.7	184.8	304.0	330.0	0.884
腹部	13.5	64.6	137.5	275.2	352.0	39.5	145.9	199.0	284.3	394.2	445.5	0.049
胸部	22.9	77.1	122.2	247.8	399.6	57.2	119.7	190.3	318.4	372.3	437.5	0.069
头部	9.0	55.7	122.4	271.6	385.0	16.5	103.5	176.6	336.2	395.0	417.0	0.148

2.2 个人剂量监测

本研究共监测15家医疗机构1054名放射工作人员，分4个季度共4216人次。介入放射工作人员的人均年有效剂量高于放射诊断与核医学工作人员($U=79\,246.5$, $U=4\,672.5$, $P<0.05$)，但与放射治疗和其他组人员间的差异无统计学意义($U=16\,388.0$, $U=14\,816.0$, $P>0.05$)。所有研究对象中只有介入放射工作人员年有效剂量的最高值(5.093 mSv/年)超过国家调查水平规定的5 mSv/年，见表3。

表3 2017年湖北省15家医疗机构人年有效剂量(mSv/年)

工种	监测人数	Min	P_{25}	P_{50}	P_{75}	Max	U	P
介入放射	370	0.080	0.082	0.131	0.213	5.093	—	—
放射诊断	466	0.040	0.070	0.129	0.200	3.680	79 246.5	0.044
放射治疗	95	0.040	0.070	0.140	0.240	3.270	16 388.0	0.308
核医学	39	0.040	0.050	0.100	0.150	0.660	4 672.5	0.000
其他	84	0.040	0.048	0.145	0.200	1.830	14 816.0	0.504
合计	1054	0.040	0.080	0.130	0.200	5.093	—	—

3 讨论

本研究选择的湖北省15家医疗机构大部分为三甲医院，其放射防护管理较二级和一级医疗单位相对要好，放射防护措施较完善，故在本次检测中机房外周围剂量当量率均为本底水平，但值得注意的是其中剂量率较高的关注点均出现在防护门下缝处。在现场检测过程中发现，大部分平开门下缝处均与地面有一定空隙，这应该和防护门本身结构缺陷有关^[7]，建议有条件可选择滑轨门，或在防护门下缝加装铅皮以加强防护效果。介入机房内透视防护区最高剂量率为第一术者位胸部(399.6 $\mu\text{Gy/h}$)，第二术者位头部(395 $\mu\text{Gy/h}$)，接近国家标准限值的400 $\mu\text{Gy/h}$ ^[5]，可能与球管距离、床侧防护用品类型、摆放位置、使用情况有关。此外，张显鹏等^[8]研究表明，第一术者位剂量水平腹部最高，头部最低，第二术者位剂量水

平腹部最高,足部最低。本研究显示第一术者位剂量水平腹部最高、下肢最低,造成差异的原因可能是介入放射X射线设备型号和参数、手术类型、防护用品使用情况等不一致。

本次调查的湖北省15家医疗机构介入放射工作人员人均年有效剂量为0.13 mSv/年,低于国家标准限值20 mSv/年^[6],也低于深圳市的介入人员年均值0.22 mSv/年^[9]。但不同城市不同医院的介入手术水平和对放射防护工作的重视程度具有一定差异,导致个别地区的个人剂量存在超标情况^[10]。在各工种之中,介入放射工作人员受照剂量处于一个较高的水平,最高可达到5.093 mSv/年,超出国家标准规定年调查水平,其主要原因为同室操作,工作人员长期直接暴露在射线场中,导致其受照剂量明显增加。

故介入放射工作人员在日常诊疗工作中,因工作环境的特殊性主要采取屏蔽防护,如使用铅衣、铅围裙、铅眼镜、铅橡胶手套、铅屏风等,同时介入放射工作人员可通过提高个人专业技能熟练水平,缩短手术时间来减少辐射暴露。目前,介入放射诊治疾病范围较广,特别是对心血管疾病、神经系统疾病、肿瘤等多个系统疾病的诊疗^[11],具有简便、安全、创伤小、见效快等特点。由于采用是数字减影血管造影设备的X射线进行放射引导手术,需要医务人员穿戴无菌手套和手术服进行同室床旁操作,不方便穿戴铅眼镜和铅手套等个人防护用品,导致眼睛和手部直接暴露于X射线下,造成眼晶体和手部剂量明显增大。有研究显示,一次介入手术眼晶体剂量为4~644 μGy ^[12],以500例手术为年工作量,计算在无铅眼镜时介入放射工作人员年剂量当量,则左眼为10.1~103.3 mSv/年,右眼为9.3~95.9 mSv/年^[13],故介入放射工作人员罹患放射性白内障的风险较大^[14]。江苏省和青海省的调查表明,介入放射工作人员眼晶体浑浊率分别为10%和26.8%^[15-16],提示应加强眼晶体的放射防护。

除放射工作场所防护检测和个人剂量监测外,放射工作人员职业健康检查和个人防护用品的使用也是保护放射工作人员职业健康的重要手段。本次研究的局限性在于目前国内均未开展眼晶体和皮肤个人剂量的刻度,医生在佩戴眼晶体和皮肤个人剂量计时影响手术操作而配合度不高,导致无法获取眼晶体和皮肤的剂量数据,而此二者为介入放射工作人员在床旁操作时接受射线最关键的两个部位;同时本研究也缺少工作量、时间和生物数据支撑。后续已开展问

卷调查,收集射线装置信息、放射工作人员工作量、防护用品使用情况、作业暴露时间、出束条件等数据,同时已开始放射性因素健康检查,收集白细胞计数、细胞微核等生物指标,从多个方面对介入放射工作人员放射防护状况进行研究。

本次调查包含湖北省15家医疗机构,覆盖了省内不同经济发展水平的地区的省、市各级别医疗机构,调查结果显示,湖北省绝大多数介入放射工作场所剂量率及介入放射工作人员受照剂量处于一个较低的水平,说明其工作环境是相对安全的。但仍应继续完善放射防护措施,做好个人剂量监测工作,以保障介入放射工作人员的健康权益。

参考文献

- [1] 李杨. 大型综合医院介入放射防护能力的现状及管理对策探析[J]. 中国医药指南, 2018, 16 (25): 297-298.
- [2] 郑钧正, 郭常义, 吴凡. 让医疗照射更好地造福于民[J]. 环境与职业医学, 2009, 26 (6): 525-527.
- [3] 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.
- [4] 李小莉, 周芸竹, 于德娥. 2010—2013年我国医疗放射工作人员职业性外照射现状分析[J]. 职业与健康, 2016, 32 (16): 2193-2196.
- [5] 医用X射线诊断放射防护要求: GBZ 130—2013 [S]. 北京: 中国标准出版社, 2014.
- [6] 职业性外照射个人监测规范: GBZ 128—2016 [S]. 北京: 中国标准出版社, 2016.
- [7] 陈飏, 陈春晖, 朱素蓉, 等. 上海市2007—2011年医用X射线诊断机房放射防护监督抽检结果[J]. 环境与职业医学, 2013, 30 (8): 596-597, 607.
- [8] 张显鹏, 于夕荣, 杨珂, 等. 2016年济南市部分医院介入放射工作场所辐射水平调查[J]. 预防医学论坛, 2017, 23 (4): 258-259, 262.
- [9] 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): 333-335, 338.
- [10] 李小娟, 孙全富, 傅颖华, 等. 我国7省158家医院放射工作人员职业健康管理现状分析[J]. 中国职业医学, 2013, 40 (3): 237-241.
- [11] 黄锋. 放射介入联合治疗妇科恶性肿瘤的临床效果观察[J]. 中南医学科学杂志, 2017, 45 (1): 72-74, 84.

- [12] DONADILLE L, CARINOU E, BRODECKI M, et al. Staff eye lens and extremity exposure in interventional cardiology : results of the ORAMED project [J] . Radiat Meas, 2011, 46 (11) : 1203-1209.
- [13] 杨树强, 赵镁嘉, 陈晓文, 等. 介入放射工作者眼晶状体受照剂量测量方法的研究 [J]. 环境与职业医学, 2016, 33 (12) : 1184-1186, 1190.
- [14] VANO E, KLEIMAN NJ, DURAN A, et al. Radiation cataract risk in interventional cardiology personnel [J] . Radiat Res, 2010, 174 (4) : 490-495.
- [15] 周媛媛, 王进, 余宁乐, 等. 江苏省 2642 名放射工作人员眼晶状体健康状况调查与分析 [J]. 江苏预防医学, 2016, 27 (3) : 295-296.
- [16] 熊成育. 青海省放射工作人员眼晶状体的调查与分析 [J]. 工业卫生与职业病, 2017, 43 (1) : 40-42, 46.
- (英文编辑: 汪源; 编辑: 汪源; 校对: 龚士洋)

· 告知栏 ·

喜讯：《环境与职业医学》再次入选 CSCD 核心库

2019 年 4 月 29 日, 中国科学院文献情报中心公布了 2019—2020 年度中国科学引文数据库 (Chinese Science Citation Database, CSCD) 1230 种来源期刊名单。CSCD 来源期刊分为核心库和扩展库两部分, 其中核心库 908 种, 扩展库 322 种, 《环境与职业医学》杂志被 CSCD 核心库持续收录!

《环境与职业医学》杂志 2015 年首次成为 CSCD (扩展库) 来源期刊, 2017 年进入核心库。近年编辑部在布局数字化业务、拓展传播途径、提升编辑素养、稳定出版质量等方面持续付出不懈努力, 陆续发表了《尘肺病治疗中国专家共识 (2018 年版)》, “PM_{2.5} 污染及其健康影响”“环境内分泌干扰物的健康影响”等一系列热点文章和专栏, 建立了布局完善、功能强大的网站及微信公众号, 并于 2019 年度全新改版杂志, 全方位紧跟数字化出版趋势, 实现 CSCD、北大核心、科技核心全部持续收录。

杂志的点滴进步都离不开各位编委、审稿专家、作者和读者的支持和关注, 特此志谢! 衷心希望广大读者和作者一如既往支持本刊工作, 踊跃投稿!

序号	期刊名称	ISSN	备注
513	环境科学	0250-3301	核心库
514	环境科学学报	0253-2468	核心库
515	环境科学研究	1001-6929	核心库
516	环境科学与技术	1003-6504	核心库
517	环境昆虫学报	1674-0858	扩展库
518	环境污染与防治	1001-3865	扩展库
519	环境与职业医学	2095-9982	核心库
520	黄金科学技术	1005-2518	扩展库
521	火工品	1003-1480	扩展库
522	火力与指挥控制	1002-0640	扩展库
523	火灾科学	1004-5309	扩展库
524	火炸药学报	1007-7812	核心库
525	机器人	1002-0446	核心库
526	机械工程材料	1000-3738	扩展库

