

# 38 家医疗机构放射诊断场所辐射防护检测结果分析

荣 曙,毛应华,李 宏,蔡志鹏,李 银,陈永红

**【摘要】 目的** 了解辖区医疗机构放射诊断场所辐射防护基本情况,为采取有效的放射防护监督管理措施提供依据。**方法** 2020 年 10–12 月对辖区内 38 家医疗机构 285 台放射诊断设备进行辐射防护监督检查,并对结果进行分析。**结果** 285 个放射诊断场所防护检测合格率为 94.74%,其中口腔 CT 的合格率最低 (80.00%),其次是 CT (86.75%) 和 DR (97.87%)。检测合格率低的位置主要是候诊区防护门 (97.34%)、控制室防护门 (97.72%) 和观察窗 (99.28%)。防护设施检查合格率由高到低分别为通风系统 (95.44%)、电离辐射警告标识 (96.84%)、工作状态指示灯 (80.70%)、防护用品 (75.79%)、操作位可视机房防护门 (49.12%) 和候诊区注意事项告知栏 (30.53%)。**结论** 38 家医疗机构放射诊断场所的整体防护水平比往年有所提高,但还存在不少安全隐患,特别是针对受检者的防护措施有待进一步加强。卫生部门需严格放射诊疗许可管理,对防护合格率较低的场所和部位重点监督和管理,确保放射防护各项措施落实到位。

**【关键词】** 医疗机构;放射诊断场所;防护设施;周围剂量当量率;辐射防护

**【中图分类号】** R146

**【文献标志码】** A

**【文章编号】** 1672-271X(2023)01-0099-03

**【DOI】** 10.3969/j.issn.1672-271X.2023.01.021

## 0 引 言

随着国民经济的快速发展,放射诊疗技术在医学领域得到了广泛应用和发展<sup>[1-2]</sup>。放射诊断是目前医疗机构应用最普遍、使用最频繁的放射诊疗类型<sup>[3]</sup>,是临床诊断和治疗疾病不可或缺的常规检查手段,也是人工电离辐射的主要来源<sup>[4]</sup>。放射诊断工作场所的辐射防护状况直接影响放射工作人员和公众的健康<sup>[5]</sup>。为预防、控制职业性放射性疾病,保障放射工作人员、患者和公众的健康与安全,为采取有效的放射防护监督管理措施提供依据,本文对 38 家医疗机构放射诊断场所的辐射防护检测结果进行分析并报告如下。

## 1 资料与方法

**1.1 检测对象** 2020 年 10–12 月,对辖区内 38 家医疗机构正常使用的 285 台放射诊断设备进行辐射防护监督检查,其中 DR 94 台,CT 83 台,DSA 34 台,胃肠机 27 台,口腔 X 线机 17 台(其中全景 X 线机 11 台,口内牙片机 6 台),口腔 CT 10 台,乳腺机

9 台,碎石机 4 台,骨密度仪 4 台,模拟定位机 3 台。

### 1.2 方法

**1.2.1 检测方法** 依据后发 [2011]6 号《军队卫生监督规定》和 GBZ 130-2020《放射诊断放射防护要求》<sup>[6]</sup>,对各放射诊断场所防护设施和使用状态进行现场检查,并使用 X、 $\gamma$  辐射空气吸收剂量率仪 (RM-2030 型,上海超奇) 对机房外周围环境的辐射水平进行检测和评价。检查内容主要包括通风系统、电离辐射警告标志、工作状态指示灯、防护用品、操作位是否可视防护门及候诊区注意事项告知栏。防护检测在巡测的基础上,重点检测四面墙体、防护门、观察窗、楼上地板、楼下顶棚以及工作人员操作位等。检测点距机房墙体、防护门、观察窗距离为 30 cm,楼上检测点距顶棚地面为 100 cm,楼下检测点距楼下地面为 170 cm。

**1.2.2 结果评价** 某项防护设施未配置或处于不能正常使用状态均视为该项目检查不合格。防护检测结果以周围剂量当量率给出,检测结果 = (仪器读数平均值 - 本底值)  $\times$  校准因子  $\times$  时间响应修正系数,时间响应修正系数  $k$  根据 GBZ 130-2020 附录 D 中列出的  $k$  与  $t/\tau$  的关系表查询所得,其中  $t$  为检测时的曝光时间, $\tau$  为检测仪器厂家提供的响应时间 1 s。防护检测合格标准为 DR 机房外周围剂量当量率不大于 25  $\mu$ Sv/h,其余设备机房外周围剂量当量

作者单位:210002 南京,东部战区疾病预防控制中心(荣 曙、毛应华、李 宏、蔡志鹏、李 银、陈永红)

通信作者:陈永红,E-mail:1009936295@qq.com

率不大于 2.5  $\mu\text{Sv/h}$ 。

**1.2.3 质量控制** 严格按照相关检测规范和技术标准进行现场检查和检测,检测结果经过校准与复核,保证数据的规范性、准确性和客观性。用于防护检测的设备经上海市计量测试技术研究院检定,并在有效期内使用,确保检测结果可溯源到国家基准。

**2 结 果**

**2.1 放射诊断场所周围环境的辐射水平总体情况** 本次检测的 38 家医疗机构 285 个放射诊断设备机房,有 10 家医疗机构的 15 个放射诊断设备机房外周围剂量当量率超过国家标准,场所合格率为 94.74%,机构合格率为 73.68%。

**2.1.1 不同类型放射诊断场所的辐射防护检测结果** 辐射防护检测合格率最低的放射诊断场所是口腔 CT (80%),其次是 CT (86.75%) 和 DR (97.87%)。DSA、胃肠机、口腔 X 线机、乳腺机、碎石机、骨密度仪和模拟定位机的检测合格率为 100%。见表 1。

表 1 不同类型放射诊断场所周围剂量当量率检测结果

射线装置类型	检测机房 数量(个)	合格机房 数量(个)	合格率 (%)
DR	94	92	97.87
CT	83	72	86.75
DSA	34	34	100
胃肠机	27	27	100
口腔 X 线机	17	17	100
口腔 CT	10	8	80.00
乳腺机	9	9	100
碎石机	4	4	100
骨密度仪	4	4	100
模拟定位机	3	3	100
合计	285	270	94.74

**2.1.2 放射诊断场所不同检测位置的辐射防护检测结果** 辐射防护检测合格率最低的检测位置为候诊区防护门(97.34%),其次是控制室防护门(97.72%)和观察窗(99.28%)。操作位、四周墙体、楼上和楼下等检测位置合格率为 100%。其中,DR 控制室防护门最高剂量为 40.58  $\mu\text{Sv/h}$ ,候诊区防护门最高剂量为 105.11  $\mu\text{Sv/h}$ ;CT 控制室防护门最高剂量为 5.67  $\mu\text{Sv/h}$ ,候诊区防护门最高剂量为 20.63  $\mu\text{Sv/h}$ 。操作位和观察窗的最高剂量 6.39  $\mu\text{Sv/h}$  和 5.97  $\mu\text{Sv/h}$  出现在 DR 工作场所。见表 2。

表 2 放射诊断场所不同检测位置周围剂量当量率检测结果

检测位置	周围剂量当量率( $\mu\text{Sv/h}$ )			检测机 房数量	合格机 房数量	合格率 (%)
	Min	$P_{50}$	Max			
操作位	0	0	6.39	285	285	100
观察窗	0	0	5.97	279	277	99.28
控制室防护门	0	0	40.58	263	257	97.72
候诊区防护门	0	0	105.11	263	256	97.34
四周墙体	0	0	1.92	285	285	100
楼上	0	0	0	265	265	100
楼下	0	0	0	84	84	100

表中周围剂量当量率已扣除本底,本底值为 0.08~0.16  $\mu\text{Sv/h}$

**2.2 放射诊断场所防护设施情况** 防护设施检查合格率由高到低分别为通风系统、电离辐射警告标识、工作状态指示灯、防护用品、操作位可视机房防护门和候诊区注意事项告知栏,见表 3。

表 3 放射诊断场所防护设施检查情况

检查项目	检查的 场所数量	合格的 场所数量	合格率 (%)
通风系统	285	272	95.44
机房门外电离辐射警告标志	285	276	96.84
机房门上方工作状态指示灯	285	230	80.70
防护用品	285	216	75.79
操作位可视机房防护门	285	140	49.12
候诊区注意事项告知栏	285	87	30.53

**3 讨 论**

随着核能技术的发展与广泛应用,暴露于电离辐射的职业人群和公众日益增多。研究表明,电离辐射可对神经系统、造血系统、免疫系统、生殖系统等造成损伤,严重者可致残、致癌、致死<sup>[7]</sup>。医疗照射是人工电离辐射的最大来源,每年大量人群因健康体检、疾病诊断和治疗接受各种形式的医疗照射,其中放射诊断检查应用频度最高。因此,放射诊断场所辐射防护检测的合格程度直接反映医疗机构和卫生部门放射防护管理水平,与放射工作人员、患者及公众的健康密切相关。

本次检测的 38 家医疗机构共 285 个放射诊断设备机房辐射防护检测合格率为 94.74%,与天津市<sup>[5]</sup>95.64%和浙江省<sup>[8]</sup>95.68%的检测结果接近。机房整体合格率比 2012-2015 年该地区的统计数据<sup>[9-12]</sup>低,但各检测位置的合格率均高于上述年份,表明单个机房的整体防护水平有所提高。近年来,随着各项法规的健全和落实,放射防护观点深入人心,医疗机构防护意识有所增加,新、改建机房普遍

采用铅板、铅玻璃、硫酸钡等防护材料,机房防护效果显著提高。但随着医疗技术的发展,放射诊疗设备不断更新,放射诊断场所明显增多,辐射防护的压力也逐年增加。本次检测结果显示,口腔 CT 机房合格率最低,2 个场所超标原因是机房面积不够,以及辐射防护屏蔽厚度设计不符合要求。此外,CT 机房合格率低于其他放射诊断设备,这一结果与前期报道<sup>[5,13]</sup>一致。CT 的能量高于普通 X 线机和透视机,且近年来 CT 机房工作量最大。有研究表明,随着设备使用年限的增加和维修次数的增多,控制室与机房之间、防护门外、观察窗铅玻璃连接处等位置的辐射剂量上升明显<sup>[14]</sup>,如不注意维护,就会造成剂量超标。本次检测的机房泄漏位置就主要集中在观察窗和防护门。防护门在日常诊疗中使用最频繁,因通常覆有 1~3 mm 的铅板,其重量比普通门重得多,反复开关极易引起不易察觉的结构变形,导致间隙增大而泄漏射线。铅玻璃四周一般采用铁片和玻璃胶固定,随着使用年限的增加,铁片的螺丝可能松动,玻璃胶可能脱落,导致铅玻璃四周辐射剂量率提高。从放射诊断场所的防护设施合格率来看,通风系统和电离辐射警告标志合格率最高,这些一般在机房设计之初就已完善。绝大多数机房安装了工作状态指示灯,但有约 20% 处于损坏状态,另有部分未与机房门有效联动。防护用品的合格率在 75% 左右,主要是部分机房未按要求配备受检者防护用品,且存在防护用品种类及数量不足、铅当量不够等问题。操作位可视机房防护门和候诊区注意事项告知栏是 GBZ 130-2020 中新增加的要求,体现了国家对受检者和公众的防护越来越重视。这两项检查的合格率不足 50%,说明医疗机构对新法规的学习落实还不够及时。

针对上述检测结果,医疗机构应对射线超标的位置加以整改,对射线有泄漏的部位加强监测,对损坏的防护设施及时维修,对不满足要求的防护用品和防护设施尽快更换或添置,以减少放射工作人员、患者和公众不必要的照射。卫生部门作为放射防护监督管理部门,要严格军队放射诊疗许可管理,督导医疗机构在放射项目建设初期做好放射性职业病危害预评价,施工时严格按预评价计算的机房屏蔽方案进行施工,并保证工程质量。除要求医疗机构请有资质的第三方检测机构定期开展设备稳定性检测外,每年组织开展监督性检测,对防护合格率较低的场所和部位重点监督和管理。另外,加强放射工作人员防护知识和最新法律法规培训,

紧跟国家和军队法律法规政策变化,提高对其自身和患者的防护意识。

综上,放射诊断场所存在影响放射工作人员和公众健康的安全隐患,放射防护工作任重而道远。本研究统计的 38 家医疗机构 285 个放射诊断场所,分布于华东五省一市,其辐射防护检测结果对反映东部地区放射防护管理水平具有一定代表性,对把握放射防护监督管理的工作重点具有较强的指导意义。今后的工作中,应建立健全各项放射防护管理制度,强化各项放射防护措施落实,确保放射诊疗场所辐射水平和防护设施符合法规要求,切实有效保护放射工作人员、患者和公众的健康与安全。

#### 【参考文献】

- [1] 徐珊珊,毛应凡,董国强,等. CT 影像组学预测胰腺神经内分泌肿瘤的病理分级[J]. 东南国防医药, 2021, 23(5): 460-465.
- [2] 陈 新,邹月芬. 颈部淋巴结疾病影像组学进展[J]. 医学研究生学报, 2021, 34(8): 887-891.
- [3] 梁 婧,张庆召,朱卫国,等. 2016 年我国 X 射线诊断频度调查的组织和实施[J]. 中华放射医学与防护杂志, 2019, 39(5): 321-324.
- [4] Sokolov M, Neumann R. Global Gene Expression Alterations as a Crucial Constituent of Human Cell Response to Low Doses of Ionizing Radiation Exposure[J]. Int J Mol Sci, 2015, 17(1): 55.
- [5] 陈 雪,刘庆芬,尹 湛,等. 2019 年天津市放射诊疗工作场所辐射防护检测结果分析[J]. 国际放射医学核医学杂志, 2021, 45(3): 170-175.
- [6] 中华人民共和国国家卫生健康委员会. GBZ 130-2020 放射诊断放射防护要求[S]. 北京:中国标准出版社, 2020.
- [7] 姚叶豹,马得勋,殷爱民,等. 低剂量电离辐射对人体健康影响的研究现状[J]. 辐射防护通讯, 2020, 40(3): 1-8, 24.
- [8] 赵三虎,吴寿明,俞顺飞,等. 浙江省医用放射诊断设备辐射防护现状调查[J]. 预防医学, 2016, 28(7): 721-722.
- [9] 赵国良,朱乐明,毛应华,等. 某军区医疗单位 2012 年放射防护检测结果分析[J]. 东南国防医药, 2013, 15(5): 513-514.
- [10] 赵国良,程远泽,李 勇,等. 某区 2013 年放射诊疗设备机房周围环境防护检测结果分析[J]. 灾害医学与救援(电子版), 2014, 3(2): 90-93.
- [11] 赵国良,张凡英,毛应华,等. 某军区 2014 年部分放射诊疗场所防护检测结果分析[J]. 中国辐射卫生, 2015, 24(4): 364-366.
- [12] 赵国良,朱乐明,邓卫国,等. 某区 2015 年部分放射工作场所防护检测结果分析[J]. 灾害医学与救援(电子版), 2016, 5(2): 71-73.
- [13] 张 雷,王 凯,李春富. 医用 X 射线诊断设备机房防护的稳定性检测探讨[J]. 影像研究与医学应用, 2021, 5(5): 252-254.
- [14] 庄伟萍. 医用 X 线设备的放射防护检测[J]. 医疗装备, 2019, 32(3): 48-50.

(收稿日期:2022-05-09; 修回日期:2022-07-27)

(责任编辑:叶华珍)