

我院医用数字 X 射线摄影系统设备质量控制 及机房放射防护现状分析

贾灵芝, 陆敢杰*

(中国人民解放军联勤保障部队第九〇四医院 医学工程科, 江苏 无锡 214000)

摘要:为分析我院医用数字 X 射线摄影系统(DR)设备质量控制状态及机房放射防护现状,本研究选取截止 2019 年 6 月我院安装完毕并已验收检测合格投入使用的 5 台 DR 设备作为研究对象,依据 WS 521-2017《医用数字 X 射线摄影(DR)系统质量控制检测规范》的检测要求和技术指标,对 DR 设备质量控制状态进行评价,根据 GBZ 130-2013《医用 X 射线诊断放射防护要求》的检测要求和技术指标对机房放射防护情况进行评价。质量控制检测结果显示,5 台 DR 设备中有 2 台 DR 设备各有 1 项检测项目不符合国家标准要求,总合格率为 60.0%。各项检测指标中,管电压指示的偏离、光野与照射野四边的偏离不合格各有 1 台,合格率为 80.0%;有用线束半值层、输出量重复性、有用线束垂直度偏离、光野与照射野中心、输出量线性、曝光时间指示的偏离合格率均为 100.0%。机房放射防护检测结果显示,5 台 DR 设备机房 58 个检测点的周围剂量当量率检测中有 6 个检测点发生泄露,泄露发生率为 10.3%。结果表明,我院 DR 设备质量控制检测不合格率较高,DR 机房泄漏风险也较高,需加强 DR 设备的质量控制,完善机房辐射安全管理,以保证影像辅助诊断的质量,以及放射工作人员和公众在放射诊疗过程中免受一切不必要的电离辐射。

关键词: 医用数字 X 射线摄影系统; 质量控制; 机房放射防护; 辐射

doi: 10.7517/issn.1674-0475.191102

Quality Control of Medical Digital X-ray System Equipment and Analysis of Current Situation of Radiation Protection in the Computer Room of Our Hospital

JIA Lingzhi, LU Ganjie*

(Department of Medical Engineering, The 904th Hospital of the Joint Service

Support Force of the Chinese People's Liberation Army, Wuxi 214000, Jiangsu, P.R. China)

Abstract: To analyze the quality control status of medical digital X-ray system (DR) equipment in our hospital and the current situation of radiation protection in the computer room. 5 DR equipment installed in our hospital and accepted and put into use by June 2019 were selected as the research object in this study. The quality control status of DR equipment was evaluated according to the test requirements and

technical indicators of WS 521-2017 “quality control test specification for medical digital X-ray photography (DR) system”, and the test according to GBZ 130-2013 “medical X-ray diagnostic radiation protection requirements”. Requirements and technical indicators of the room radiation protection evaluation. Quality control test results show that: 2 of the 5 DR equipments each have one test item which does not meet the requirements of national standards, the total qualified rate is 60.0%. Among the inspection indexes, there is one set for deviation of tube voltage indication, one set for deviation of light field and four sides of irradiation field, and the qualified rate is 80.0%. The half value layer of the useful wire harness, the repeatability of the output, the deviation of the verticality of the useful wire harness, the center of the light field and the irradiation field, the linearity of the output and the deviation rate of the exposure time indication are all 100.0%. The radiation protection test results of the machine room show that: 6 of the 58 detection points in the 5 DR equipment rooms had leakage, the leakage rate was 10.3%. The results show that the unqualified rate of DR equipment quality control and detection in our hospital is high, and the risk of DR machine room leakage is also high. We still need to strengthen the quality control of DR equipment, improve the radiation safety management of the machine room, so as to ensure the quality of image aided diagnosis and the protection of radiation workers and the public from all unnecessary ionizing radiation in the process of radiation diagnosis and treatment.

Key words: medical digital X-ray photography system; quality control; room radiation protection; radiation

医用数字 X 射线摄影系统(DR)是临床上常用的影像学检查方法,广泛用于泌尿系统、关节腔等特殊部位检查^[1]。同时,该方法亦可完成胸、腹、骨骼及特殊部位的检查,实现了模拟 X 线图像向数字化 X 线图像的转变,具有检测效率高、成像速度快、空间分辨率高及噪声率低等优点^[2]。但是,随着 X 线放射诊疗技术在医疗领域中的广泛应用,有效防止和尽量减少医用辐射导致的职业照射和医疗照射风险已成为迫切需要^[3]。为了提高 DR 设备临床使用安全性,根据我国《放射诊疗管理规定》,医疗机构的放射诊疗设备必须定期检测、校正,加强保养,且至少每年进行一次状态检测^[4]。同时,医院应对放射诊疗场所进行放射防护检测,以保证医务人员和公众的辐射安全^[5]。因此,本研究以我院 5 台 DR 设备作为研究对象,对 DR 设备的质量控制现状和机房放射防护情况进行检测,了解 DR 设备性能和机房放射防护情况,以便提出针对性的防护措施。

1 对象与方法

1.1 对象

选取截止 2019 年 6 月我院安装完毕并已验收

检测合格投入使用的 5 台 DR 设备作为研究对象,DR 设备生产厂家为华润万东医疗装备股份有限公司 2 台、锐珂(上海)医疗器材有限公司 2 台、北京岛津医疗器械有限公司 1 台,生产日期 2012 年 6 月前的 2 台,2012 年 6 月后的 3 台,使用时间最长的达 8 年。

1.2 方法

1.2.1 检测仪器与设备

采用 Piranha657 型 X 射线机质量检测仪及配套的 R/F 探头(瑞氏奥力科公司,中国计量科学研究院校正)进行 DR 设备质量控制检测;采用 JB4000A 型智能化 X-r 辐射剂量测量仪(上海精博工贸有限公司生产,中国计量科学研究院校正)进行机房放射防护检测,所有仪器使用前均进行校准、检定,保证检测时均在有效范围内。

1.2.2 DR 设备质量控制检测

在标准和检测模体所要求的检测条件下,采用点片的方式对纳入的 5 台 DR 设备进行质量控制状态检测,具体检测内容包括:管电压指示的偏离、有用线束半值层、输出量重复性、有用线束垂直度偏

离、光野与照射野中心、光野与照射野四边的偏离、输出量线性、曝光时间指示的偏离共 8 个指标^[6]。

1.2.3 DR 设备机房放射防护检测

在 DR 设备常用最大工作条件下(管电压100~120 kV,管电流 200~320 mA,曝光时间 0.1 s,不同机型、医生习惯有所差异)对纳入的 5 台 DR 设备进行机房放射防护检测,检测点主要包括:操作位、机房/操作室隔墙、线洞口、观察窗、机房/操作室门、地板、天花板及机房门、机房外墙等具有代表性点位,检测点距屏蔽体外表面 0.3 m,四面墙体距地面高度 1.3 m,机房顶棚检测点距楼上地面 1.0 m,机房地板检测点距机房楼下地面 1.7 m,完成对上述检测点辐射剂量水平的测定^[7]。

1.2.4 评价标准

参考 WS 521-2017《医用数字 X 射线摄影(DR)系统质量控制检测规范》^[8]对 DR 设备质量控制状态进行评价;参考 GBZ 130-2013《医用 X 射线诊断放射防护要求》对机房放射防护情况进行评价^[9]。

1.3 统计学分析

采用 SPSS 18.0 软件进行数据处理,计数资料采用百分率(%)表示,行 χ^2 检验, $P<0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 DR 设备质量控制检测结果分析

质量控制检测结果显示:5 台 DR 设备中有 2 台 DR 设备各有 1 项检测项目不符合国家标准要求,总合格率为 60.0%。各项检测指标中,管电压指示的偏离、光野与照射野四边的偏离不合格各 1 台,合格率为 80.0%,有用线束半值层、输出量重复性、有用线束垂直度偏离、光野与照射野中心、输出量线性、曝光时间指示的偏离合格率均为 100.0%,见表 1。

2.2 DR 设备机房放射防护检测结果分析

对 5 台 DR 设备机房的 58 个检测点周围剂量当量率检测,结果显示,58 个检测点中有 6 个检测点发生泄露,泄露发生率为 10.3%,见表 2。

表 1 DR 设备质量控制各项指标检测结果(台)

检测指标		参考标准	检测台数	合格数	合格率
管电压指示的偏离		$\pm 5\%$	5	4	80.0
有用线束半值层		$\geq 2.3\text{ mmAl}$	5	5	100.0
输出量重复性		$\pm 10.0\%$ 内	5	5	100.0
有用线束垂直度偏离		$\leq 3^\circ$	5	5	100.0
光野与照射野中心		$\leq 1\text{ cm}$	5	5	100.0
光野与照射野四边的偏离		任意一边 $\pm 1\text{ cm}$ 内	5	4	80.0
输出量线性		$\pm 10.0\%$ 内	5	5	100.0
曝光时间指示的偏离	$< 0.1\text{ s}$	$\pm 2\text{ ms}$	5	5	100.0
	$\geq 0.1\text{ s}$	$\pm 10.0\%$ 内	5	5	100.0

表 2 DR 设备机房放射防护检测结果[个(%)]

检测位置	检测点数	周围剂量当量率(uSv/h)	泄露率
操作位	8	0.19	1(12.5)
机房/操作室隔墙	6	0.18	1(16.7)
线洞口	10	0.17	0(0.0)
观察窗	10	0.18	0(0.0)
机房/操作室门	8	0.20	2(25.0)
地板	5	0.14	1(20.0)
天花板及机房门	7	0.19	1(14.3)
机房外墙	4	0.17	0(0.00)

3 讨论

DR 检查是临床上常用的影像学检查方法,该方法与传统的 X 线片图像相比,具有图像密度分辨率高、数字图像能进行后处理、成像速度快,以及数字图像能存储调阅、传输及拷贝等优点^[10,11]。但影响 DR 检查结果的因素相对较多,为了得到优质的影像结果,不仅需要医师的专业技能、患者的配合,亦需要严格及系统的质量控制,从而保证 DR 设备处于稳定的高质高效的运行状态^[12]。

近年来,随着我国医疗技术的不断发展,2017 年国家颁布了《医用数字 X 射线摄影(DR)系统质量控制检测规范》,完善了 DR 设备的质量控制措施^[13]。本研究中,受检的 5 台 DR 设备中有 3 台 DR 设备质量控制检测项目完全符合国家标准要求,有 2 台 DR 设备各有 1 项质量控制检测项目不符合国家标准要求,总合格率为 60.0%。各项检测指标中,有用线束半值层、输出量重复性、有用线束垂直度偏离、光野与照射野中心、输出量线性、曝光时间指示的偏离合格率均为 100.00%,管电压指示的偏离、光野与照射野四边的偏离不合格的设备各有 1 台,合格率为 80.0%,质量控制检测项目不合格的 DR 设备经医疗机构维修人员或厂家工程师维修调试后复测均符合国家标准要求。造成 DR 设备质量控制检测合格率偏低的主要原因是医院未能及时对设备进行定期的维护保养,因此,为保证 DR 设备的影像质量保持最佳状态为受检者服务,定期的质量控制检测十分重要。

目前,随着政府和医院的投入增大,法律规章制度的保障也越来越到位,各种放射防护的设施和措施也得到一定的落实。但是仍然有部分用人单位和放射工作人员的防护知识、防护意识、技术水平有待提高^[14]。为进一步分析我院 DR 设备机房放射防护现状,本研究对 5 台 DR 设备机房的 58 个检测点周围剂量当量率进行了检测,结果显示,泄露发生率为 10.3%。造成 DR 设备机房放射防护检测泄露率偏高的原因可能与机房门与防护墙间留有空隙,不能完全屏蔽,以及机房屏蔽材料中铅板、铅玻璃等屏蔽厚度不符合规范要求等有关^[15]。因此,医院应加强对 DR 设备机房的自主监测,以便及时发现放

射防护的薄弱环节,及时整改,从而确保放射工作人员、患者和公众在放射诊疗过程中免受一切不必要的电离辐射。

综上所述,我院 DR 设备质量控制检测不合格率较高,DR 机房泄漏风险也较高,仍需加强 DR 设备的质量控制,定期检查维护,完善机房辐射安全管理。

参考文献:

- [1] 孙涛,韩善清. 胸部数字 X 射线摄影的质量保证与质量控制方法[J]. 中国医学装备, 2017, **14**(1): 27-30.
Sun T, Han S Q. Quality assurance and quality control methods of chest digital X-ray photography[J]. *China Medical Equipment*, 2017, **14**(1): 27-30.
- [2] 程文娟,郭玲玲,冯小武,等. 南昌市医用 X 射线诊断设备质量控制及机房防护检测与分析[J]. 中国辐射卫生, 2017, **26**(2): 187-190.
Cheng W J, Guo L L, Feng X W, *et al.* Quality control of medical X-ray diagnostic equipment and detection and analysis of machine room protection in Nanchang[J]. *China Radiation Health*, 2017, **26**(2): 187-190.
- [3] Beyala A J F, Simo A, Moyo N M, *et al.* Operational measures taken for the authorization of X-ray generators used in the medical sector in cameroon[J]. *Health Physics*, 2017, **113**(5): 414-418.
- [4] 李广民,彭如臣,张迪,等. 小儿胸部数字化 X 射线摄影源像距与辐射剂量、图像质量的相关性分析[J]. 中国临床医生杂志, 2018, **46**(2): 230-232.
Li G M, Peng R C, Zhang D, *et al.* Correlation analysis of source image distance, radiation dose and image quality of digital chest radiography for children[J]. *Chinese Journal of Clinicians*, 2018, **46**(2): 230-232.
- [5] 黄卓,徐辉,王建超,等. 2016 年西藏自治区日喀则市医用 X 射线诊断设备质量控制抽样检测调查与分析[J]. 中国医学装备, 2017, **14**(1): 15-17.
Huang Z, Xu H, Wang J C, *et al.* 2016 sampling survey and analysis of quality control of medical X-ray diagnostic equipment in Xigaze City, Tibet Autonomous Region[J]. *China Medical Equipment*, 2017, **14**(1): 15-17.
- [6] 何子福,张敏刚,魏文强,等. 数字 X 射线摄影受检者接受剂量对图像质量的影响研究[J]. 中国医学装备, 2017, **14**(4): 36-39.
He Z F, Zhang M G, Wei W Q, *et al.* Study on the influence of the dose received by the examinees of digital X-ray photography on the image quality[J]. *Chinese Medical Equipment*, 2017, **14**(4): 36-39.
- [7] Maas R V D, Maas A V D, Voorhoeve R, *et al.* Accurate FRF identification of LPV systems: nD-LPM with application to a medical X-Ray system[J]. *IEEE Transactions on Control Systems Technology*, 2017, **25**(5): 1724-1735.

- [8] 中华人民共和国国家卫生和计划生育委员会. 医用数字X射线摄影(DR)系统质量控制检测规范: WS 521-2017[S]. 北京: 人民卫生出版社, 2017. 2-8.
- National Health and Family Planning Commission of the People's Republic of China. Specification for quality control and inspection of medical digital X-ray photography (DR) system: WS 521-2017 [S]. Beijing: People's Health Press, 2017. 2-8.
- [9] 中华人民共和国国家卫生和计划生育委员会. 医用X射线诊断放射防护要求: GBZ 130-2013[S]. 北京: 人民卫生出版社, 2013. 2-9.
- National Health and Family Planning Commission of the People's Republic of China. Requirements for radiation protection of medical X-ray diagnosis: GBZ 130-2013[S]. Beijing: People's Health Press, 2013. 2-9.
- [10] 徐辉, 岳保荣, 尉可道, 等. 我国X射线摄影程序受检者入射体表剂量调查结果与分析[J]. 中华放射医学与防护杂志, 2019, **39**(1): 68-72.
- Xu H, Yue B R, Wei K D, *et al.* Investigation results and analysis of incident body surface dose of subjects under X-ray radiography procedures in China [J]. *Chinese Journal of Radiation Medicine and Protection*, 2019, **39**(1): 68-72.
- [11] Huh J, Ji Y, Lee R. Control of the low-energy X-rays by using MCNP5 and numerical analysis for a new concept intra-oral X-ray imaging system[J]. *Journal of the Korean Physical Society*, 2018, **72**(9): 1078-1085.
- [12] 朱玲英, 王恩雨, 胡金文, 等. X线摄影边界清晰乳腺肿块的良好恶性相关因素分析[J]. 临床放射学杂志, 2017, **36**(11): 55-59.
- Zhu L Y, Wang E Y, Hu J W, *et al.* Analysis of benign and malignant factors of breast masses with clear X-ray boundary [J]. *Journal of Clinical Radiology*, 2017, **36**(11): 55-59.
- [13] 李弋, 赵金坤, 叶兆祥, 等. 阅片者间应用数字乳腺断层合成X线成像诊断乳腺疾病的可靠性分析[J]. 实用放射学杂志, 2017, **33**(2): 214-217.
- Li Y, Zhao J K, Ye Z X, *et al.* Reliability analysis of digital mammography in the diagnosis of breast diseases among readers[J]. *Journal of Practical Radiology*, 2017, **33**(2): 214-217.
- [14] 郭垚, 陈凤娇, 谭展, 等. 佛山市医疗机构DR系统质量控制和放射防护检测结果[J]. 职业与健康, 2019, **35**(17): 2313-2316.
- Guo Y, Chen F J, Tan Z, *et al.* Test results of DR system quality control and radiation protection in Foshan Medical Institutions[J]. *Occupation and Health*, 2019, **35**(17): 2313-2316.
- [15] 刘科, 胡涵, 侯占仙. 自贡市X射线CT机质量控制检测与放射防护监测结果分析[J]. 中国辐射卫生, 2018, **27**(6): 552-554.
- Liu K, Hu H, Hou Z X. Analysis of monitoring results of X-ray CT quality control and radiation protection in Zigong City[J]. *China Radiation Health*, 2018, **27**(6): 552-554.