

新冠疫情期间医院使用部分消毒方法对外照射个人剂量监测结果的影响

闵楠, 刘芳, 牛菲, 刘乾, 宋钢

山东第一医科大学(山东省医学科学院)预防医学科学学院(放射医学研究所), 山东 济南 250062

摘要: **目的** 主要研究医院在疫情期间对热释光剂量计使用的消毒方法是否对外照射个人剂量监测数据造成影响, 筛选适合疫情期间适合使用消毒方案。**方法** 2020 年 3 月—10 月选择山东省内疫情期间接待有发热门诊的医院, 通过调查医院疫情期间对热释光剂量计使用的消毒方法和消毒用品的种类及使用频率, 进行分组模拟实验。**结果** 圆片剂量计组各消毒措施测量结果平均值为 0.92~0.99 mSv, 对照组结果平均值为 0.98 mSv, 偏差不超过 6%; 玻璃管剂量计组中各消毒措施测量结果平均值为 0.20~0.22, 对照组结果平均值为 0.21, 偏差不超过 5%。**结论** 本次试验结果判定常用的消毒方法对个人剂量监测结果没有影响, 但有些消毒措施并不适用于剂量计。

关键词: 新型冠状病毒感染; 热释光剂量计; 个人剂量监测; 消毒

中图分类号: X591 文献标识码: A 文章编号: 1004-714X(2023)02-0098-04

Influence of disinfection methods used in hospitals on monitoring personal dose of external irradiation during COVID-19

MIN Nan, LIU Fang, NIU Fei, LIU Qian, SONG Gang

School of Preventive Medicine Sciences & Institute of Radiation Medicine, Shandong First Medical University & Shandong Academy of Medical Sciences, Jinan 250062 China

Abstract: **Objective** To study whether the disinfection methods for thermoluminescence dosimeters used by major hospitals during the COVID-19 pandemic had an impact on monitoring personal dose of external irradiation, and to screen for the disinfection procedures suitable for use during the pandemic. **Methods** Hospitals with fever clinics during the epidemic in Shandong Province were selected from March to October 2020, we investigated the disinfection methods as well as the types and frequency of use of disinfection supplies used for thermoluminescence dosimeters during the pandemic in hospitals. Simulations were performed in experimental and control groups. **Results** The average doses measured by the disc dosimeter with different disinfection methods and the control group were 0.92-0.99 mSv and 0.98 mSv, respectively, and the deviation was $\leq 6\%$. The average doses measured by the glass tube dosimeter with different disinfection methods and the control group were 0.20-0.22 and 0.21, respectively, and the deviation was $\leq 5\%$. **Conclusion** The results showed that the commonly used disinfection methods had no influence on personal dose monitoring, but some disinfection measures were not suitable for dosimeters.

Keywords: Coronavirus disease 2019; Thermoluminescence dosimeter; Personal dose monitoring; Disinfection

Corresponding author: SONG Gang, E-mail: 13953180543@163.com

自 2019 年 12 月武汉发现新型冠状病毒肺炎 (2019-nCoV) 以来, 全国各省市相继报告了相关病例, 其感染途径主要为飞沫和接触传播, 可经人与人传播, 人群普遍感, 重症病例比例较高^[1-2]。医院是感染 2019-nCoV 肺炎诊治的重要场所, 在疫情期间医院也需接诊其他常规病患, 为避免感染扩散医院需要

进行严格防控, 对整个环境、污染的物品和区域进行消毒。影像学检查在新型冠状病毒疾病诊断和治疗评估中有重要作用, 放射科作为医院大型设备最多、最复杂以及人员构成最复杂的科室, 在设立抗疫管理和人员配置, 防止交叉感染保护职工和患者的重中之重^[3]。而放射工作人员因其相关职业的特殊性, 在职业

基金项目: 山东省医药卫生科技发展计划项目 (202012070647) 山东省医药卫生科技发展计划项目 (202012070723)

作者简介: 闵楠 (1982—), 女, 朝鲜族, 吉林人, 助理研究员, 研究方向: 射防护与监测, E-mail: my5608220@126.com

通信作者: 宋钢, E-mail: 13953180543@163.com

业活动中可能受到的不同程度的外照射,按照国家相关法律法规^[4],要求放射工作人员进行个人剂量监测。个人剂量监测数据可以有效反映放射人员所受剂量以及工作场所的防护水平,是进行受照剂量评估、开展核应急救治的关键指标^[5]。

针对冠状病毒消毒措施包括紫外线、热敏感、56℃ 30 分钟、乙醚、75% 乙醇、含氯消毒剂、过氧乙酸和氯仿等脂溶剂^[6]。这些消毒措施是否对热释光剂量计产生影响,从而造成对放射工作人员职业性放射性疾病诊断及健康影响的评价,是本次实验的重点。本次实验通过前期调研,收集研究医院常用的消毒方法和个人剂量监测相关数据,进行模拟实验,从而筛选适合疫情期间适合个人剂量监测使用消毒方案。

1 材料与方法

1.1 前期调查 2020 年 3 月—10 月选择山东省内疫情间接待有发热门诊的医院,通过邮件和现场调查收集相关数据,包括医院在疫情期间,对热释光剂量计使用的消毒方法和消毒用品的种类,及使用频率,以及热释光剂量计佩戴周期等。并根据调查结果进行实验分组。

1.2 实验材料

1.2.1 测量元件和实验用品 GR-200A 型热释光探测器 Li F (Mg, Cu, P) 圆片, $\Phi 3.6 \times 0.4$ mm, 厂家为北京光润意通辐射监测设备有限公司; Li F-GS 型热释光探测器 Li F (Mg, Cu, P) 玻璃管, $\Phi 2.0 \times 1.0$ mm, 厂家为北京光润意通辐射监测设备有限公司。筛选的元件的分散性 $\leq 1.8\%$ 。消毒用品包括含氯消毒液 2000 mg/L, 75% 乙醇消毒液, 紫外线消毒灯。

1.2.2 测量仪器和退火仪器 RGD-3B 型热释光剂量仪和 RGD-6 型热释光剂量仪, 厂家北京海阳博创科技股份有限公司。以上仪器设备在上海市计量测试技术研究院进行检定和校准,并在有效期内。剂量探测器退火使用北京康科洛电子有限公司 2000B 型 TLD 远红外精密退火炉。

1.3 实验方法

1.3.1 照射条件 探测器按照常规程序完成退火后装在剂量计内,送至标准实验室在体模上照射,采用 $30 \text{ cm} \times 30 \text{ cm} \times 15 \text{ cm}$ 的 ISO 充水组织等效板模,使用的刻度辐射源为 ^{137}Cs γ 放射源,辐射源与 TLD 之间的距离为 2 m,圆片剂量计组照射剂量相同都约为 1 mSv,玻璃管剂量计组照射剂量相同都约为 0.2 mSv。

1.3.2 样品分组 照射后的剂量计进行样品分组,其中圆片剂量计组分为含氯消毒组,乙醇消毒组,紫外线灯照射 60 min 组,紫外线灯照射 30 min 组及对照组;玻璃管剂量计组同样分为含氯消毒组,乙醇消毒组,紫外线灯照射 60 min 组,紫外线灯照射 30 min 组及对照组;共 10 组,每组剂量计 10 个(内含剂量探测器 4 个)。

1.3.3 实验过程 将各组剂量计使用不同的消毒方法和消毒用品,根据之前医院调查对剂量计消毒频率,每天进行消毒工作,消毒周期选择热释光剂量计佩戴周期(最长不超过 3 个月^[7],本次实验周期为 90 d)。一个佩戴周期结束后使用热释光剂量仪进行测量。

1.4 数据处理 数据采用 Excel 2019 进行分析。测量数据首先进行坏值的统计判断,采用 Grubbs 准则判定异常数据,保留符合要求的数值,扣除本底,计算出实测剂量值 $H_p(10)$ 。

2 结果

表 1 中各组检测平均值与实际照射值(1 mSv)差值最大为 0.08 mSv,表 2 中各组检测平均值与实际照射值(0.2 mSv)差值为 0.02 mSv;表 1 中各组检测平均值与对照组差值最大为 0.06 mSv,表 2 中各组检测平均值与对照组偏差最大为 0.01 mSv。表 1 中消毒措施各实验组检测值与实际照射值(1 mSv)偏差范围为-25%~6%,平均偏差为 10%,表 1 中对照组与实际照射值(1 mSv)偏差为 10%;表 2 中消毒措施各实验组检测值与实际照射值(1 mSv)偏差范围为-15%~35%,平均偏差为 5%,表 2 中对照组与实际照射值(1 mSv)偏差为 5%,可以看出各实验组与对照组差距更小些。

表 1 圆片剂量计组中各组与对照组 $H_p(10)$ 剂量比较结果

Table 1 Comparison of $H_p(10)$ between the disc dosimeter groups with different disinfection methods and the control group

组别	例数*	范围/mSv	与实际照射值偏差	平均值/mSv
乙醇消毒组	33	0.88~1.06	-12%~6%	0.99 ± 0.05
含氯消毒组	25	0.77~1.04	-23%~4%	0.96 ± 0.08
紫外线灯照射30 min组	35	0.75~1.04	-25%~4%	0.92 ± 0.07
紫外线灯照射60 min组	33	0.83~1.05	-17%~5%	0.95 ± 0.06
对照组	34	0.79~1.08	-21%~8%	0.98 ± 0.07

注:部分探测器因为消毒剂腐蚀无法打开、损坏、与其他探测器混淆和坏值等原因剔除。

表 2 玻璃管剂量计组中各组与对照组 $H_p(10)$ 剂量比较结果**Table 2** Comparison of $H_p(10)$ between the glass tube dosimeter groups with different disinfection methods and the control group

组别	例数*	范围/mSv	与实际照射值偏差	平均值/mSv
乙醇消毒组	35	0.17~0.26	-15%~32%	0.22±0.03
含氯消毒组	32	0.18~0.27	-11%~35%	0.22±0.03
紫外线灯照射30 min组	39	0.18~0.26	-12%~32%	0.20±0.02
紫外线灯照射60 min组	38	0.17~0.26	-15%~31%	0.21±0.03
对照组	34	0.18~0.25	-11%~26%	0.21±0.02

注:部分探测器因为消毒剂腐蚀无法打开、损坏、与其他探测器混淆和坏值等原因剔除。

3 讨 论

放射工作人员外照射个人剂量监测主要是通过所佩戴的热释光剂量计来实现,而热释光剂量计的基本探测元件是热释光探测器,并且热释光剂量测量系统是开展放射工作人员个人剂量监测工作的重要方法,是放射工作人员职业健康管理的重要手段^[8-9]。本次使用的热释光探测器主要成分是 LiF:Mg、Cu、P,是现在国内用于外照射个人剂量监测使用最多的一种,其具有灵敏度高、衰退性较低和组织等效性较好等优点,所以在个人剂量监测中得到了广泛的应用和主导地位。但热释光剂量元件易受环境因素影响^[10],对于光、表面污物、湿气污染也可能显示出不同灵敏度和产生假热释光读效。

针对冠状病毒消毒措施包括紫外线、热敏感、56℃ 30 分钟、乙醚、75% 乙醇、含氯消毒剂、过氧乙酸和氯仿等脂溶剂。本次试验前期挑选在本单位进行个人剂量监测的医院(包括新冠肺炎定点医院),调查其平时使用的消毒措施,主要为紫外线、含氯消毒液、乙醇,按照实际消毒频率和佩戴周期进行消毒工作。根据表 1 中检测结果,这些消毒措施测量结果平均值为 0.92~0.99 mSv,对照组结果平均值为 0.98 mSv,偏差不超过 6%;表 2 中检测结果,这些消毒措施测量结果平均值为 0.20~0.22,对照组结果平均值为 0.21,偏差不超过 5%;表 1 和表 2 中消毒措施各实验组检测值与实际照射值,对照组与实际照射值偏差基本一致,其各实验组测量结果与对照组无显著性差异,本次实验用的几种消毒方式对个人剂量检测结果基本无影响。

根据调查,医院实际消毒过程主要整个热释光剂量计(剂量元件和剂量计外盒)消毒,由于剂量计盒的保护,所以这些消毒措施对剂量计元件影响较小。

乙醇和含氯消毒剂等脂溶剂主要是通过擦拭方式进行消毒,因为剂量计壳密封较好,所以对剂量计壳内的剂量元件没有影响,但在实验过程中,由于剂量计盒原料主要是塑料制品,含氯消毒液组对剂量计盒腐蚀严重,不仅影响佩戴,而且影响开启剂量计盒取里面的剂量计元件,并且也无法重复使用剂量计盒;乙醇消毒组的剂量计盒外观没有明显影响,但剂量计盒标签(包括含氯消毒组)由于擦拭频繁造成字迹模糊和脱落。紫外线消毒组对剂量计盒外观几乎没有影响,但是紫外线消毒过程时间长,还需要单独配备紫外线消毒设备,而医院放射检查频率一天最多可达到百次,无法保证每次检查后都进行消毒处理,一般医院很少选择使用此种消毒方法,调查中有些医院发热门诊 CT 室配备紫外线消毒设备,每次为设备消毒时顺带为剂量计消毒,其他科室主要是消毒液擦拭消毒。

本次课题通过现场调查及模拟实验,判定常用的消毒方法是对个人剂量监测结果没有影响,但实际使用建议使用 75% 乙醇擦拭消毒,并配备多个标签替换,防止腐蚀造成标签模糊不清,应配备全职或兼职的个人剂量计管理人员,负责剂量计的收发和管理^[11],从而避免影响判断个人剂量监测数据的隶属问题,造成人员个人剂量监测数据准确性。

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 闵楠负责设计研究方案、确定研究对象范围、收集数据、撰写论文和参与实验整个过程;刘芳负责参与确定研究对象范围、收集数据;牛菲、刘乾负责参与收集数据;宋钢负责提出研究方向、设计研究思路

参考文献

- [1] Chen NS, Zhou M, Dong X, et al. Epidemiological and clinical characteristics of 99 cases of 2019 novel coronavirus pneumonia in Wuhan, China: a descriptive study[J]. *Lancet*, 2020, 395 (10223) : 507-513. DOI: 10.1016/S0140-6736(20)30211-7.
 - [2] Li Q, Guan XH, Wu P, et al. Early transmission dynamics in Wuhan, China, of novel coronavirus-infected pneumonia[J]. *N Engl J Med*, 2020, 382 (13) : 1199-1207. DOI: 10.1056/NEJMoa2001316.
 - [3] 羊丹, 李真林, 潘雪琳, 等. 四川大学华西医院放射科在抗击新型冠状病毒肺炎中的管理经验[J]. *华西医学*, 2020, 35 (3) : 249-254. DOI: 10.7507/1002-0179.202002294.
- Yang D, Li ZL, Pan XL, et al. Management experience of radiology department of West China Hospital of Sichuan University in

- fighting against coronavirus disease 2019[J]. *West China Med J*, 2020, 35 (3) : 249-254. DOI: [10.7507/1002-0179.202002294](https://doi.org/10.7507/1002-0179.202002294).
- [4] 全国人民代表大会常务委员会. 中华人民共和国职业病防治法[Z]. 北京: 法律出版社, 2020.
- National People's Congress Standing Committee. Law of the People's Republic of China on the Prevention and Control Occupational Diseases[Z]. Beijing: Law Press China, 2020.
- [5] 王恺怡, 丁艳秋, 胡爱英, 等. 2020年全国外照射个人剂量监测能力考核结果与分析[J]. *中国辐射卫生*, 2021, 30 (5) : 555-559. DOI: [10.13491/j.issn.1004-714X.2021.05.006](https://doi.org/10.13491/j.issn.1004-714X.2021.05.006).
- Wang KY, Ding YQ, Hu AY, et al. Results and analysis of monitoring ability assessment of external exposure personal dose in 2020[J]. *Chin J Radiol Health*, 2021, 30 (5) : 555-559. DOI: [10.13491/j.issn.1004-714X.2021.05.006](https://doi.org/10.13491/j.issn.1004-714X.2021.05.006).
- [6] 国家卫生健康委员会, 国家中医药管理局. 新型冠状病毒肺炎诊疗方案(试行第八版)[EB/OL]. 2020. http://www.gov.cn/zhengce/zhengceku/2020-08/19/content_5535757.htm.
- National Health Commission of the People's Republic of China, National Administration of Traditional Chinese Medicine. Diagnosis and treatment plan for novel coronavirus pneumonia (Trial Version 8)[EB/OL]. 2020. http://www.gov.cn/zhengce/zhengceku/2020-08/19/content_5535757.htm.
- [7] 中华人民共和国卫生部. 放射工作人员职业健康管理方法[EB/OL]. 北京: 中国标准出版社, 2007. http://www.gov.cn/gzdt/2007-06/21/content_655923.htm.
- Ministry of Health of the People's Republic of China. Measures for occupational health management of radiation workers[EB/OL]. Beijing: Standard press of China, 2007. http://www.gov.cn/gzdt/2007-06/21/content_655923.htm.
- [8] 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. DOI: [10.13491/j.cnki.issn.1004-714X.2017.03.037](https://doi.org/10.13491/j.cnki.issn.1004-714X.2017.03.037).
- Tian Q, Wan L, Feng ZC, et al. Analysis of personal dose monitoring results of interventional radiation workers in Shandong Province from 2012 to 2015[J]. *Chin J Radiol Health*, 2017, 26 (3) : 361-362. DOI: [10.13491/j.cnki.issn.1004-714X.2017.03.037](https://doi.org/10.13491/j.cnki.issn.1004-714X.2017.03.037).
- [9] 牛菲, 闵楠, 陈英民, 等. 2012-2015年山东省介入放射工作人员个人剂量监测结果分析[J]. *中国辐射卫生*, 2016, 25 (6) : 663-665. DOI: [10.13491/j.cnki.issn.1004-714X.2016.06.008](https://doi.org/10.13491/j.cnki.issn.1004-714X.2016.06.008).
- Niu F, Min N, Chen YM, et al. Analysis of personal dose monitoring results of interventional radiation workers in Shandong Province from 2012 to 2015[J]. *Chin J Radiol Health*, 2016, 25 (6) : 663-665. DOI: [10.13491/j.cnki.issn.1004-714X.2016.06.008](https://doi.org/10.13491/j.cnki.issn.1004-714X.2016.06.008).
- [10] 吴笛, 李德红, 赵桂芝, 等. 热释光剂量计测量结果影响因素研究[J]. *核电子学与探测技术*, 2016, 36 (10) : 1029-1031. DOI: [10.3969/j.issn.0258-0934.2016.10.009](https://doi.org/10.3969/j.issn.0258-0934.2016.10.009).
- Wu D, Li DH, Zhao GZ, et al. Study on the influence factors of the measurement of thermo-luminescence dosimeters[J]. *Nucl Electron Detect Technol*, 2016, 36 (10) : 1029-1031. DOI: [10.3969/j.issn.0258-0934.2016.10.009](https://doi.org/10.3969/j.issn.0258-0934.2016.10.009).
- [11] 李春富, 田青香, 张雷, 等. 2015—2019年北京市通州区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*, 2022, 31 (1) : 13-16. DOI: [10.13491/j.issn.1004-714X.2022.01.003](https://doi.org/10.13491/j.issn.1004-714X.2022.01.003).
- Li CF, Tian QX, Zhang L, et al. An analysis of the abnormal results of individual dose monitoring for radiation workers in Tongzhou District, Beijing, China, 2015-2019[J]. *Chin J Radiol Health*, 2022, 31 (1) : 13-16. DOI: [10.13491/j.issn.1004-714X.2022.01.003](https://doi.org/10.13491/j.issn.1004-714X.2022.01.003).

(收稿日期:2022-09-30)

(上接第 97 页)

- [8] CERN Geant4 User's Guide[EB/OL]. [2022-09-09]. <http://geant4.web.cern.ch/geant4>.
- [9] Brun R, Rademakers F. ROOT-An object oriented data analysis framework[J]. *Nucl Instr Methods Phys Res Sect A:Accel, Spectr Detect Associat Equip*, 1997, 389 (1/2) : 81-86. DOI: [10.1016/S0168-9002\(97\)00048-X](https://doi.org/10.1016/S0168-9002(97)00048-X).
- [10] 王自路, 李语奇, 张明, 等. 基于内充气正比计数器长度补偿法测量⁸⁵Kr放射性活度浓度[J]. *原子能科学技术*, 2019, 53 (12) : 2465-2470. DOI: [10.7538/yzk.2019.youxian.0259](https://doi.org/10.7538/yzk.2019.youxian.0259).
- Wang ZL, Li YQ, Zhang M, et al. Radioactivity concentration measurement of ⁸⁵Kr using length-compensated internal gas proportional counting method[J]. *At Energy Sci Technol*, 2019, 53 (12) : 2465-2470. DOI: [10.7538/yzk.2019.youxian.0259](https://doi.org/10.7538/yzk.2019.youxian.0259).
- [11] 曹琳. 内充气正比计数管测量³⁷Ar活度的探测效率研究[D]. 绵阳: 中国工程物理研究院, 2008.
- Cao L. Detection efficiency of ³⁷Ar activity[D]. Mianyang: China Academy of Engineering Physics, 2008.
- [12] LND, INC. Nuclear Radiation Detectors[EB/OL]. <https://www.lndinc.com/products/special-products/4953>.
- [13] 复旦大学, 清华大学, 北京大学. 原子核物理实验方法[M]. 北京: 原子能出版社, 1981: 52-60.
- Fudan University, Tsinghua University, Peking University. *Nucl phys exp methods*[M]. Beijing: Atomic Energy Press, 1981: 52-60.
- [14] 于孝忠. 核辐射物理学[M]. 北京: 原子能出版社, 1981: 103-109.
- Yu XZ. *Nuclear radiation physics*[M]. Beijing: Atomic Energy Press, 1981: 103-109.
- [15] 王自路. 放射性惰性气体⁸⁵Kr活度量值传递技术方法研究[D]. 北京: 中国疾病预防控制中心, 2020. DOI: [10.27511/d.cnki.gzyyy.2020.000088](https://doi.org/10.27511/d.cnki.gzyyy.2020.000088).
- Wang ZL. Research on technical methods of ⁸⁵Kr activity standard transfer[D]. Beijing: Chinese Center for Disease Control and Protection, 2020. DOI: [10.27511/d.cnki.gzyyy.2020.000088](https://doi.org/10.27511/d.cnki.gzyyy.2020.000088).

(收稿日期:2022-09-08)