

DOI:10.13491/j.issn.1004-714x.2019.05.004

· 辐射健康/论著 ·

921 名放射工作人员个人年有效剂量 与外周血淋巴细胞微核率关系分析

李杰, 韩林, 王平, 田崇斌, 吕玉民

河南省职业病防治研究院, 河南 郑州 450052

摘要: **目的** 探讨放射工作人员个人受照剂量与其外周血淋巴细胞微核的关系。**方法** 纳入本研究的放射工作人员 921 例,按工种分为放射诊断($n=481$)、放射治疗($n=153$)、核医学($n=83$)、介入放射学($n=90$)和工业探伤($n=114$)5 组,采用微量全血培养法进行微核检测。**结果** 统计学分析显示 5 组放射工作人员间人均年有效剂量比较,差异有统计学意义($F=33.809, P<0.05$),其中介入放射学组、核医学组均高于放射诊断、放射治疗组和工业探伤组($P<0.05$),而且介入放射学组的微核率明显高于放射诊断、放射治疗组($P<0.05$),但微核率与个人年有效剂量间未见明显量效关系($P>0.05$);不同体检类别间微核率比较,岗前组与岗中组的差异有统计学意义($\chi^2=168.526, P<0.05$),随着年龄的增加,岗中组微核率有增加趋势($P<0.05$)。**结论** 放射工作人员仍存在低剂量电离辐射诱发的遗传损伤,应进一步加强对介入和核医学工作人员的防护,降低辐射损伤。

关键词: 放射工作人员;个人剂量;微核

中图分类号:Q345 文献标识码:A 文章编号:1004-714X(2019)05-0487-04

Analysis of individual annual efficient dose and micronucleus results in peripheral blood lymphocytes of 921 radiation workers

LI Jie, HAN Lin, WANG Ping, TIAN Chongbin, LV Yumin

Henan Institute of Occupational Medicine, Zhengzhou 450052 China

Abstract: **Objective** To explore the relationship between individual exposure dose and micro-nucleus of peripheral blood lymphocytes and provide basis for radiation protection of radiation workers. **Method** 921 radiation workers were included in this study and were divided into five groups according to the type of work[including radiodiagnosis($n=481$), radiotherapy($n=153$), nuclear medicine($n=83$), interventional radiology($n=90$) and Industrial flaw detection($n=114$).] And micro-nucleus test was used by whole blood of tiny culture method. **Results** According to the statistical analysis, there was significant difference in the annual average effective dose among the five groups($F=33.809, P<0.05$), and it was significant higher in nuclear medicine group and interventional radiology group than that in radiodiagnosis group, radiotherapy group and Industrial flaw detection group($P<0.05$); Meanwhile, the micronucleus rate of the interventional radiology group was significantly higher than that of radiodiagnosis group and radiotherapy group($P<0.05$). But there was no significant dose-effect relationship between micronucleus rate and individual annual effective dose ($P>0.05$). Comparison of micronucleus rates among different physical examination categories showed statistically significant differences between pre-job and on-job groups($\chi^2=168.526, P<0.05$). With the increase of age, the micronucleus rate in on-job group tended to rise roughly($P<0.05$). **Conclusion** The genetic damage induced by low dose ionizing radiation still exists in radiation workers. Effective protective measures of interventional and nuclear medical workers should be strengthened to reduce radiation damage.

Key words: Radiation Workers; Individual Dose; Micro-Nucleus

Corresponding author: LV Yumin, E-mail: lym636160@sina.com

微核试验具有简单、快速、经济等特点,在职业暴露人群遗传损害监测及现场生态环境检测等方面被广泛应用。作为放射工作人员职业健康体检中的必检项

目之一^[1],外周血淋巴细胞微核检测亦是评价职业受照人群辐射生物效应的一种简便实用的细胞遗传学指标。目前国内关于放射工作人员微核检测的报道很

多,但报道个人受照剂量与微核关系的分析有限。为此,本文对 2015 年河南省部分放射工作人员外周血淋巴细胞微核率变化与年有效剂量进行分析,探讨个人受照剂量与外周血淋巴细胞微核的关系。

1 对象与方法

1.1 对象 选择河南省 2015 年省直医院放射工作人员及部分企业放射工作人员为研究对象,共计体检 921 人次,其中男性 541 人,年龄 (39.14 ± 10.32) 岁;女性 380 人,年龄 (35.46 ± 8.71) 岁。工种分别为放射诊断、放射治疗、核医学、介入放射学和工业探伤等。

1.2 方法

1.2.1 微核试验 采取微量全血培养法,取研究对象外周静脉血 0.3~0.5 ml 加入 5 ml 淋巴细胞培养基内,37℃ 恒温培养箱中培养 68~72 h 后收获,制片, Giemsa 染色^[2]。在普通光学显微镜(油镜)下,每例观察 1 000 个胞体完整、已转化的淋巴细胞,并记录淋巴细胞微核数,结果以微核率(‰)和微核细胞率(‰)表示。

1.2.2 个人剂量监测 采用 RGD-3B 型热释光剂量仪(HFM/FX-RSGJL-01), GR-200A 型圆片探测器, PTW-TLD0 型精密程序退火炉(HFM/FX-RSGTN-03)。结果依据《职业性外照射个人监测规范》(GBZ 128—2002)进行判定。每 3 个月为一个监测周期,全年共检测 4 个周期,对放射工作人员进行铅衣内、外剂量监测。对周期结果超过 1.25 mSv 的人员发放《大剂量核查登记表》,剔除失真值并采用名义剂量后统计人均年有效剂量和集体有效剂量。光子剂量监测计算公式为:

$$H_p(10) = (\bar{X} - \bar{X}_0) \times C_f \quad (1)$$

式中 $H_p(10)$ 为深部个人剂量当量, mSv; \bar{X} 为佩戴探测器读数均值, mGy 档; \bar{X}_0 为跟随本底探测器读数均值, mGy 档; C_f 为热释光剂量仪刻度系数, mSv/读数(mGy 档)。

1.2.3 统计分析 数据采用 SPSS 17.0 软件进行分析。计量资料经检验符合正态分布,采用 $\bar{x} \pm s$ 描述,组间均数比较采用单因素方差分析,两两比较采用 LSD 检验;采用 χ^2 检验对各工种外周血淋巴细胞微核率、各年龄段不同性别微核率以及各年龄段不同体检类别微核率进行比较。各工种人均年有效剂量和微核率相关性采用 Pearson 相关性分析。 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 放射工作人员人均年有效剂量 对不同工种放

射工作人员人均年有效剂量进行比较,差异有统计学意义($F = 33.809, P < 0.05$)。核医学组、介入放射学组的人均年有效剂量均明显高于放射诊断组、放射治疗组和工业探伤组($P < 0.05$),放射诊断组、放射治疗组的人均年有效剂量均高于工业探伤组,差异有统计学意义($P < 0.05$),见表 1。

表 1 不同工种放射工作人员个人剂量结果

职业类别	人数	人均年有效剂量/ $(\bar{x} \pm s, \text{mSv/a})$
放射诊断	481	0.43 ± 0.27^{ab}
放射治疗	153	0.46 ± 0.32^{ab}
核医学	83	0.67 ± 0.57
介入放射学	90	0.68 ± 0.36
工业探伤	114	0.28 ± 0.16^{abcd}

注:a 与介入组比较, $P < 0.05$; b 与核医学组比较, $P < 0.05$; c 与放射诊断组比较, $P < 0.05$; d 与放射治疗组比较, $P < 0.05$ 。

2.2 放射工作人员微核检测结果

2.2.1 不同工种间微核率比较 介入放射学组放射工作人员的微核率均高于放射诊断组、放射治疗组,差异有统计学意义($P < 0.05$),核医学组放射工作人员的微核率高于放射治疗组,差异有统计学意义($P < 0.05$),见表 2。

表 2 不同工种放射工作人员微核率检测结果

职业类别	人数	分析细胞数	微核细胞率($p \pm s_p, \%$)	微核率($p \pm s_p, \%$)
放射诊断	481	637 000	1.36 ± 2.10	1.39 ± 2.15^a
放射治疗	153	153 000	1.18 ± 1.87^{ab}	1.21 ± 1.96^{ab}
核医学	83	83 000	1.49 ± 1.46	1.58 ± 1.51
介入放射学	90	90 000	1.50 ± 2.26	1.62 ± 2.36
工业探伤	114	114 000	1.30 ± 1.56	1.35 ± 1.64

注:a 与介入科组比较, $P < 0.05$; b 与核医学科组比较, $P < 0.05$ 。

2.2.2 不同体检类别间微核结果比较 岗前组和岗中组的平均微核率分别为 0.925‰ 和 1.417‰,差异有统计学意义($\chi^2 = 168.526, P < 0.05$)。将岗中组和岗前组的放射工作人员按照年龄分为 4 组,岗中组不同年龄段的组内比较显示,随着年龄的增加,微核率呈现增高的趋势,差异有统计学意义($\chi^2 = 73.889, P < 0.05$),见表 3。

表 3 不同年龄段岗前组和岗中组微核检测结果

年龄(岁)	岗前			岗中		
	人数	分析细胞数	微核率($p \pm s_p, \%$)	人数	分析细胞数	微核率($p \pm s_p, \%$)
21~	27	27 000	0.78 ± 0.25	248	248 000	1.00 ± 1.65
31~	9	9 000	1.22 ± 1.48	304	139 000	1.33 ± 1.83
41~	4	4 000	1.25 ± 1.89	204	204 000	1.70 ± 2.04
>51	-	-	-	125	125 000	2.00 ± 2.94

2.2.3 不同性别间微核结果比较 男性和女性平均微核率分别为 1.136‰和 1.508‰,差异有统计学意义($\chi^2=5.894, P<0.05$)。不同年龄段男性放射工作人员的微核率的差异有统计学意义($\chi^2=76.589, P<0.05$),随年龄的增加,微核率有增高趋势。女性中,不同年龄段的微核率比较,差异有统计学意义($\chi^2=32.681, P<0.05$),见表 4。

表 4 不同年龄段、不同性别放射工作人员微核检测结果

年龄 /岁	男性			女性		
	人数	分析 细胞数	微核率 ($p \pm s_p, ‰$)	人数	分析 细胞数	微核率 ($p \pm s_p, ‰$)
21 ~	136	136 000	0.84 ± 1.33	139	139 000	1.11 ± 1.86
31 ~	174	174 000	1.04 ± 1.54	139	139 000	1.69 ± 2.07
41 ~	134	134 000	1.75 ± 2.14	74	74 000	1.58 ± 1.82
>51	97	97 000	1.89 ± 2.88	28	28 000	2.39 ± 3.18

2.3 人均年有效剂量与微核率相关性分析 Pearson 相关分析显示,未发现放射工作人员的人均年有效剂量和微核率之间存在相关关系,见表 5。

表 5 各工种人均年有效剂量与微核率相关性分析结果

职业类别	人均年有效剂量 /($\bar{x} \pm s, \text{mSv/a}$)	微核率 /($p \pm s_p, ‰$)	r 值	P 值
放射诊断	0.43 ± 0.27	1.39 ± 2.15	-0.03	0.54
放射治疗	0.46 ± 0.32	1.21 ± 1.96	0.14	0.09
核医学科	0.67 ± 0.57	1.58 ± 1.51	0.03	0.78
介入放射学	0.68 ± 0.36	1.62 ± 2.36	0.17	0.12
工业探伤	0.28 ± 0.16	1.35 ± 1.64	0.03	0.77
合计	0.46 ± 0.32	1.39 ± 2.03	0.41	0.21

3 讨论

个人剂量监测是利用工作人员个人佩戴的剂量计所进行的测量,或是测量他们体表、体内或排泄物中放射性核素的种类和活度,以及对这些测量结果的解释^[3]。个人剂量监测包括外照射个人剂量监测、内照射个人剂量监测和皮肤污染个人剂量监测。本文核医学科组与介入放射学组的人均年有效剂量均明显高于放射诊断组、放射治疗组与工业探伤组,表明介入放射工作人员放射防护问题仍是重中之重^[4,6],而核医学科放射工作人员防护问题日益突出。这与介入放射学和核医学等放射诊疗科目的防护特殊性有关,导致一部分放射工作人员人均年有效剂量仍保持在较高水平^[4,7];另一方面也可能与近年来医院核医学科、介入科室工作开展量逐年增加,低剂量辐射累积量增多有关。本文观察到的介入放射学组微核率均明显高于放射诊断组、放射治疗组,核医学组微核率高于放射治疗

组,与个人剂量监测结果基本一致(表 1、2)。进一步对人均年有效剂量和微核率进行相关性分析时,显示各工种人均年有效剂量和淋巴细胞微核率间无相关性,提示小剂量、低剂量率的辐射范围内,照射剂量与微核之间并没有明显的剂量-效应关系^[8],但人均年有效剂量越高,微核率越高。另外,本文医疗放射工作人员的人均年有效剂量和微核率高于工业探伤组,这可能与工作环境,以及放射线防护条件有关,在以后的研究中值得进一步探讨。

在对不同性别、不同体检类别放射工作人员微核率进行比较时的结果显示,女性的平均微核率高于男性,这是否与女性对低剂量电离辐射更为敏感有关,需更进一步深入研究来证实^[9-12]。岗中组的平均微核率高于岗前组,表明长期、小剂量电离辐射对放射工作人员的遗传物质存在一定的损伤效应。而基于年龄的分层分析显示,岗中组内放射工作人员的微核率随年龄的增加而呈现增高趋势;且随着年龄的增加,男性组与女性组的微核率均有增高趋势,同诸多文献报道一致^[9,13]。

由于缺失放射工作人员的工龄资料,本研究仅探讨了年龄与微核率的关系,将在之后的研究中注意完善相关放射工作人员工龄数据,进一步分析放射工作人员工龄与微核之间的关系。

综上,放射工作人员仍存在低剂量电离辐射的损伤效应,很有必要进一步加强对放射工作人员特别是介入与核医学工作人员辐射防护培训,提高防护意识,完善防护措施,改善作业环境,定期进行职业健康监护,切实保障放射工作人员的健康与安全。

参考文献

- [1] 中华人民共和国卫生部. 中华人民共和国卫生部令第 55 号放射工作人员职业健康管理方法[S]. 北京, 2007.
- [2] 王喜爱, 韩林, 王平, 等. 外周血淋巴细胞微核标本制备的质量控制[J]. 医药论坛杂志, 2008(19): 24-25.
- [3] 刘长安, 苏旭, 孙全富. 放射工作人员职业健康监护[M]. 第 2 版. 北京: 原子能出版社, 2007.
- [4] 徐福良, 安岩. 2010—2012 年莱州市放射工作人员外照射个人剂量监测结果分析[J]. 中国辐射卫生, 2013, 22(3): 311-313.
- [5] 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): 663-666.
- [6] 肖新广, 程晓军, 田崇彬. 某医院放射卫生防护检测及个人剂量结果分析[J]. 中国辐射卫生, 2017, 26(1): 102-104.
- [7] 普兴福, 蒋康, 朱虹. 云南省 2927 例放射工作人员外周血淋巴细胞微核分析[J]. 中国辐射卫生, 2015, 24(1): 49-51.

- [8] 宋芳. 医用 X 射线放射工作人员个人剂量和外周血淋巴细胞遗传损伤的调查研究[D]. 乌鲁木齐:新疆医科大学, 2015.
- [9] 郝建秀, 姜立平, 王彦, 等. 天津市 1411 例放射工作人员淋巴细胞微核率分析[J]. 中华放射医学与防护杂志, 2017, 37(11): 863-865.
- [10] 白玉书, 陈德清. 人类辐射细胞遗传学[M]. 北京: 人民卫生出版社, 2006.
- [11] 颜玲, 王志奎, 柳晓涓. 2016 年济南市 916 名放射工作人员健康状况分析[J]. 中国辐射卫生, 2018, 27(5): 446-448.
- [12] 甄联华. 625 例放射工作人员淋巴细胞微核检测结果分析[J]. 黑龙江医药, 2018, 31(2): 403-405.
- [13] 王喜爱, 韩林, 王平, 等. 761 名放射工作人员外周血淋巴细胞微核率分析[J]. 中华放射医学与防护杂志, 2009, 29(3): 276-277.

收稿日期: 2019-04-11

(上接第 486 页)入手术量大, 并且工作人员必须近台操作, 无法避免射线对眼部的直射或散射, 介入技术难度大, 操作时间长, 眼部受照剂量比普通射线工作人员显著增加, 加之介入放射工作人员在工作中普遍存在佩戴铅眼镜不规范等问题, 眼晶状体接受较大剂量照射后出现损伤的几率更大。

调查结果发现介入工作人员晶状体混浊和性别没有明显关系, 说明性别在晶状体混浊的病理改变中并不起明显作用。

本调查发现年龄 20 ~ 组、30 ~ 组、40 ~ 组介入放射人员眼晶状体混浊率分别为 4.76%、6.25%、7.35%, 差异无统计学意义, 但 50 岁以上组眼晶状体混浊率显著高于 50 岁以下各组。较大放射工龄组眼晶状体混浊率也明显高于其他组, 差异亦有统计学意义。年龄和放射工龄的分组比较结果提示年龄和工龄可能交互影响, 共同作用于晶状体。邓凯军^[9]等对 306 名放射工作人员眼晶状体混浊状况分析, 发现随着放射工作人员年龄增大, 放射工龄延长, 眼晶状体混浊率呈增长趋势, 各年龄组和各工龄组间差异有统计学意义。以上调查均提示随着介入放射工作人员年龄、放射工龄的增长, 眼晶状体损伤概率增大。

因此, 为减少电离辐射对介入放射工作人员眼晶状体的损伤, 需要加强对从业人员法律法规及放射防护知识和介入技术业务的培训, 提高工作人员防护意

识, 增加手术操作熟练程度, 规范使用防护用品, 定期进行职业健康检查, 及早发现眼晶状体损伤并诊治, 保障介入放射工作人员的职业健康。

参考文献

- [1] Abe T, Furui S, Sasaki H, et al. Quantitative evaluation of light scattering intensities of the crystalline lens for radiation related minimal change in interventional radiologists: a cross-sectional pilot study[J]. Journal of Radiation Research, 2013, 54(2): 315-321.
- [2] 贾育新, 麦维基, 邱美娇, 等. 介入医生的眼晶状体和手指受照剂量分析[J]. 中国辐射卫生, 2017, 26(3): 275-278.
- [3] Ainsbury EA, Bouffler SD, Dorr W, et al. Radiation cataractogenesis: a review of recent studies[J]. Radiat Res, 2009, 172: 1-9.
- [4] 中华人民共和国卫生和计划生育委员会. GBZ 95—2014 职业性放射性白内障的诊断[S]. 北京: 中国标准出版社, 2014.
- [5] 潘志峰, 毛雪松, 李卫国. 420 例放射工作人员眼晶状体检查结果分析[J]. 中国辐射卫生, 2014, 12(23): 515-519.
- [6] 许建, 尚杰, 程瑞, 等. 济宁市工业放射工作人员部分健康指标调查分析[J]. 中国辐射卫生, 2017, 8(26): 466-468.
- [7] 牛丽梅, 刘刚, 张荣, 等. 甘肃省介入放射工作人员职业健康状况调查[J]. 疾病预防控制通报, 2017, 32(6): 83-85.
- [8] 邵云平, 许雪春, 孙全富, 等. 730 名放射工作人员眼晶状体混浊风险分析[J]. 中华放射医学与防护杂志, 2014, 34(2): 136-139.
- [9] 邓凯军, 刘淮柱. 淮安市 306 名医疗机构放射工作人员眼晶状体混浊状况分析[J]. 职业与健康, 2015, 31(7): 964-965.

收稿日期: 2019-05-20