· 调查报告与分析 ·

长期低剂量职业照射对放射工作者健康影响

张其波，焦永法，刘京伟，滕海斌

摘　要：目的　了解长期低剂量职业照射对放射工作人员健康影响。**方法**　采用流行病学横断面调查方法，调查分析 2013 年山东省临沂市 6 所三级医院的 624 名放射工作者健康状况。**结果**　放射工作人员人均年剂量 < 5 mSv 者占 97. 28%；淋巴细胞微核率为 57. 85%（361/624），染色体畸变率为 53. 21%（332/624）；血常规指标受暴露年限、年均剂量及累计剂量的影响，差异均有统计学意义（均 $P < 0.05$）；甲状腺激素水平、染色体畸变率、淋巴细胞微核率及眼晶状体浑浊率与暴露年限及累计剂量有关，差异均有统计学意义（均 $P < 0.05$）。**结论**　长期低剂量职业辐射可使机体产生一定的辐射损伤，应加强放射工作人员防护。

关键词：血象；微核；染色体畸变

中图分类号：R 144　**文献标志码：**A　**文章编号：**1001-0580(2015)03-0362-03　DOI：10.11847/zgggws2015-31-03-33

Health effects of long-term exposure to low-dose occupational radiation among radiology workers

ZHANG Qi-bo, JIAO Yong-fa, LIU Jing-wei, et al (*Yishui Central Hospital of Linyi City*, *Linyi*, *Shandong Province* 276499, China)

Abstract: Objective　To study health effects of long-term exposure to low-dose ionizing radiation among radiology workers. **Methods**　Cross-sectional survey and physical examination, including general health status, hemogram, lymphocyte micronucleus, chromosomal aberration, lens turbidity, and thyroid function, were conducted among 624 radiology workers in 6 class-three hospitals in Linyi city in 2013. **Results**　The average annual dosage of occupational radiation was less than 5 mSv for 97. 28% of the workers surveyed; the rate of lymphocyte micronucleus and chromosomal aberration were 57. 85% and 53. 21% among the workers. The hemogram changes were significantly influenced by the years, annual average and accumulated dose of radiation exposure (all $P < 0.05$) and significant differences were also observed in levels of thyroid hormones, the rates of lymphocyte micronucleus, chromosomal aberration, and lens turbidity among the radiology workers with different years and accumulated dose of occupational ionizing radiation (all $P < 0.05$). **Conclusion**　Long-term low-dose occupational radiation may cause certain radiation injures and radiation protection should be improved among radiology workers.

Key words: hemogram; micronucleus; chromosomal aberration

随着辐射防护水平的不断提高，居民对辐射健康影响的认识逐步加强，放射工作者在工作过程中对电离辐射采取的安全防护措施[1]，使其暴露剂量逐渐降低，但长期低剂量的电离辐对工作人员仍产生一定的辐射效应[2]。目前对于低剂量照射对放射工作者血液、神经、甲状腺、皮肤等各方面影响的研究较多[3]，但至今长期低剂量辐射对人体的危害仍存在争议。为了解长期低剂量职业照射对放射工作人员健康的影响，本研究于 2013 年对山东省临沂市 6 所三级医院的 624 名放射工作人员的健康进行调查，现将结果报告如下。

1　对象与方法

1. 1　对象　从临沂市 6 所三级医院接触电离辐射的放射工作人员中随机抽取 624 人，其中男性 418 人，女性 206 人，年龄 23 ~ 59 岁，平均（41. 4 ± 12. 8）岁，放射工作工龄 1 ~ 39 年，平均（12. 34 ± 8. 94）年。选择标准：研究对象近 1 年内均未接受过放射诊断和治疗，无有毒有害物质接触史，无甲状腺疾病史，无神经系统疾病、肝肾功能疾病史。

1. 2　方法

1. 2. 1　辐射剂量学调查　按照（GBZ128-2002）《职业性外照射个人监测规范》[4] 要求进行，放射工作人员于左胸前佩带个人计量器，每 3 个月更换并测量 1 次，每年测量 4 次。

1. 2. 2　实验室及体格检查　实验室检查主要包括红细胞计数、白细胞计数、血红蛋白、血小板计数、血清游离三碘甲腺原氨酸（free triiodothyronine, FT3）、血清游离四碘甲腺原氨酸（free thyroxine, FT4）、促甲状腺激素（thyroid - stimulating hormone, TSH）水平、血清谷草转氨酶（aspartate transaminase, AST）、乙型肝炎表面抗原（hepatitis B surface anti-

作者单位：临沂市沂水中心医院，山东 276499

作者简介：张其波（1977 - ），男，山东临沂人，主治医师，本科，主要研究方向：临床核医学。

数字出版日期：2015 - 1 - 13 9:56

数字出版网址：http://www. cnki. net/kcms/detail/21. 1234. R. 20150113. 1037. 034. html

gen, HBsAg)；检测淋巴细胞微核率、染色体畸变率；腹部 B 超(肝、双肾)、心电图。内科、眼科、皮肤科等检查按照《放射工作人员健康管理规定》[5]中的要求和方法进行。体检结果依照(GB98 - 2002)《放射工作人员健康标准》[6]判定。

1.3　统计分析　采用 SPSS 18.0 软件进行数据统计分析，定性资料组间比较采用 χ^2 检验，定量资料组间比较采用 t 检验和 F 检验，$P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2　结　果

2.1　一般情况　放射工作人员人均年剂量为(1.27 ± 3.04) mSv，其中 < 5 mSv 者占 97.28%(607/624)，≥5 mSv 者占 2.72%(17/624)；人均累计剂量为(18.56 ± 21.17) mSv，其中 < 50 mSv 者占 86.06%(537/624)，50 ~ 250 mSv 者占 12.02%(75/624)，> 250 mSv 者占 1.92%(12/624)。有职业相关临床症状(神经衰弱、脱发、出血倾向、易感冒等)、束臂试验阳性、高血压、皮肤异常分别为 22.28%(139/624)、27.88%(174/624)、6.73%(42/624)、12.02%(75/624)；B 超(肝，双肾)、心电图、AST、HBsAg 异常率为 13.14%(82/624)、12.34%(77/624)、13.85%(24/624)、5.13%(32/624)。

2.2　放射工作者临床生化指标(表 1)　结果表明，放射工作者红细胞、白细胞、血红蛋白、血小板异常率分别为 10.90%(68/624)、13.14%(82/624)、15.87%(99/624)、9.29%(58/624)；不同暴露年限及年均剂量放射工作者血红蛋白、白细胞和血小板值差异有统计学意义(均 $P < 0.05$)；不同累计剂量放射工作者红细胞、血红蛋白、白细胞和血小板值差异有统计学意义(均 $P < 0.05$)。不同暴露年限，FT3、FT4 水平不同($P < 0.05$)，并随暴露年限的增加而降低；不同累计剂量，FT3、FT4、TSH 水平均不同，差异均有统计学意义(均 $P < 0.05$)。

表 1　放射工作者血象、甲状腺素水平与暴露年限、年均剂量和累积剂量关系($\bar{x} \pm s$)

项目		例数	红细胞 ($\times 10^{12}$L)	血红蛋白 (g/L)	白细胞 ($\times 10^{12}$L))	血小板 ($\times 10^{12}$L)	FT3 (fmol/mL)	FT4 (fmol/mL)	TSH (mU/L)
暴露年限(年)	< 10	174	4.21 ± 0.33	123.38 ± 12.27	5.72 ± 1.18	147.21 ± 31.72	4.32 ± 1.11	17.89 ± 3.52	2.65 ± 1.63
	10 ~	180	4.19 ± 0.35	126.54 ± 11.63	5.70 ± 1.42	143.36 ± 27.14	4.54 ± 1.08	15.68 ± 3.44	2.89 ± 1.42
	20 ~	213	4.18 ± 0.32	122.47 ± 9.95	5.60 ± 1.36	144.28 ± 23.28	4.07 ± 1.97	15.56 ± 3.17	2.88 ± 1.54
	30 ~	47	4.14 ± 0.30	121.08 ± 10.21	5.51 ± 1.11	140.61 ± 25.37	4.14 ± 1.05	14.08 ± 2.14	2.76 ± 1.47
	F 值		0.358	3.174	2.517	4.213	3.334	2.831	1.534
	P 值		0.832	0.023	0.036	0.013	0.015	0.024	0.203
年均剂量(mSv)	< 1	25	4.19 ± 0.31	127.23 ± 10.04	5.79 ± 1.18	146.23 ± 28.16	4.33 ± 1.18	16.33 ± 3.14	2.86 ± 1.38
	1 ~	140	4.12 ± 0.24	126.52 ± 9.87	5.66 ± 1.34	145.04 ± 29.27	4.12 ± 1.14	15.31 ± 3.08	2.92 ± 1.52
	2 ~	214	4.11 ± 0.27	125.93 ± 10.13	5.52 ± 1.05	138.43 ± 31.05	4.06 ± 1.03	16.61 ± 4.27	2.79 ± 1.41
	3 ~	145	4.18 ± 0.30	122.12 ± 10.05	5.51 ± 1.06	136.65 ± 30.85	4.17 ± 0.98	16.52 ± 4.12	2.74 ± 2.14
	F 值		0.152	3.382	2.966	5.584	1.913	2.213	1.587
	P 值		0.961	0.017	0.021	0.009	0.085	0.061	0.202
累积剂量(mSv)	< 10	171	4.10 ± 0.26	125.34 ± 10.51	5.54 ± 1.27	144.25 ± 32.09	4.43 ± 0.94	16.72 ± 3.63	2.95 ± 1.82
	10 ~	145	4.13 ± 0.29	124.62 ± 10.08	5.72 ± 1.38	143.49 ± 29.83	4.20 ± 1.18	16.08 ± 4.26	2.89 ± 1.27
	20 ~	200	4.21 ± 0.30	125.01 ± 9.87	5.63 ± 1.28	138.27 ± 28.09	4.07 ± 0.84	15.68 ± 3.75	2.82 ± 1.67
	50 ~	108	4.29 ± 0.22	126.58 ± 9.37	5.51 ± 1.26	140.02 ± 29.94	4.03 ± 1.07	15.19 ± 4.63	2.75 ± 1.83
	F 值		3.018	5.676	3.165	2.254	6.613	4.912	3.714
	P 值		0.019	0.008	0.013	0.041	0.005	0.012	0.017

2.3　淋巴细胞微核率、染色体畸变率和眼晶状体混浊率与暴露年限、年均剂量和累积剂量的关系(表 2)　经统计学分析，放射工作人员淋巴细胞微核率为 57.85%(361/624)，染色体畸变率为 53.21%(332/624)；不同暴露年限、累计剂量，淋巴细胞微核率、染色体畸变率明显不同(均 $P < 0.05$)。放射工作人员眼晶状体浑浊率为 25.32%(158/624)，且不同暴露年限和累计剂量放射工作人员眼晶状体浑浊率差异有统计学意义($P < 0.05$)。

表 2　淋巴细胞微核率、染色体畸变率和眼晶状体混浊率与暴露年限、年均剂量和累积剂量关系

项目		例数	淋巴细胞微核		染色体畸变		眼晶状体浑浊	
			阳性数	阳性率(%)	阳性数	阳性率(%)	阳性数	阳性率(%)
暴露年限(年)	<10	174	80	45.98	61	36.06	23	13.22
	10 ~	180	109	60.56	108	60.00	43	23.89
	20 ~	213	140	65.73	130	61.03	65	30.52
	30 ~	47	32	68.09	31	65.96	27	57.44
	χ^2 值		6.725		9.193		5.362	
	P 值		0.014		0.006		0.019	
年均剂量(mSv)	<1	25	15	60.00	13	52.00	6	24.00
	1 ~	240	142	59.17	125	52.08	61	25.42
	2 ~	214	122	56.54	114	53.27	53	24.77
	3 ~	145	82	56.55	78	53.79	38	26.21
	χ^2 值		2.171		1.473		1.523	
	P 值		0.511		0.085		0.081	
累积剂量(mSv)	<10	171	73	42.69	54	31.59	30	17.54
	10 ~	145	84	57.93	76	52.41	36	24.83
	20 ~	200	130	65.00	118	59.00	58	29.00
	50 ~	108	74	68.51	84	77.78	34	31.48
	χ^2 值		4.781		13.584		9.296	
	P 值		0.030		0.000		0.003	

3　讨　论

电离辐射对人体的血液系统、神经系统、消化系统、内分泌系统、皮肤和眼睛等均有损伤效应[7-8]，放射工作者的职业照射水平在剂量限制范围内逐年下降，属于低剂量长期照射。本调查结果表明，放射工作人员人均年剂量 <5 mSv 者占 97.28%，说明绝大多数放射工作人员受照剂量较低；长期低剂量照射对工作人员的健康有不同程度的影响，长期低剂量照射的放射工作人员红细胞、白细胞、血红蛋白、血小板异常率均较高，且外周血象与暴露时间及累积剂量有关，这可能由于长期低剂量电离辐射对造血系统的生物效应是损伤与修复的同时存在的动态过程，在低剂量接触时损伤无明显剂量反应关系；放射工作人员的晶状体浑浊率较高，且与暴露年限及累计剂量有关，这与仝玉社等[9]研究一致；放射工作人员的 FT3、FT4 水平随暴露年限和累计剂量的增加明显降低，TSH 水平则明显升高，说明放射工作人员甲状腺功能降低，这可能与低剂量电离辐射对甲状腺功能产生一定抑制作用有关；淋巴细胞微核率和染色体畸变率较高，在暴露 10 年后，微核率与畸变率上升不明显，这可能与机体在长期低剂量辐射下机体适应、防卫及修复有关。综上所述，长期低剂量职业照射对放射工作人员健康存在一定的影响，因此，应严格控制放射工作人员的工作时间和工作强度，有效保护放射工作人员身体健康，同时加强放射人员自我防护。由于本次研究样本量偏少，且为横断面调查，研究结果本身可能存在一定局限性，因此需要更大样本量进行队列研究加以验证。

中国公共卫生 CPH

参考文献

[1] 赵艳姝. 关于放射工作人员健康状况的研究[J]. 长春师范学院学报，2011，30(5)：134 - 136.

[2] 张素英，李全开. 低剂量电离辐射对放射工作人员细胞遗传学影响[J]. 中国公共卫生，2011，27(1)：48 - 50.

[3] 徐三明，刘海注，梅玉发，等. 十堰市医疗放射工作人员营养与健康状况[J]. 公共卫生与预防医学，2014，25(3)：105 - 107.

[4] 卫生部. GBZ 128 - 2002，职业性外照射个人监测规范[S]. 北京：中国标准出版社，2002.

[5] 卫生部. 放射工作人员健康管理规定[J]. 中国辐射卫生，1997，4：115 - 119.

[6] 卫生部. GB 98 - 2002，放射工作人员健康标准[S]. 北京：中国标准出版社，2002.

[7] 石建华. 太原市部分放射工作人员健康状况调查[D]. 太原：山西医科大学，2011.

[8] 赖专华，崔秀玲，路建超，等. 宝鸡市 669 名放射工作人员健康体检结果分析[J]. 中国辐射卫生，2011，20(4)：433 - 435.

[9] 仝玉社，鄢立刚，寇庆河，等. 96 名医学放射工作人员眼晶状体调查分析[J]. 公共卫生与预防医学，2012，23(5)：106 - 107.

收稿日期：2014-07-21　　（韩仰欢编辑　解学魁校对）