

# 低剂量电离辐射对放射工作人员健康影响的调查

陈正其<sup>1</sup>, 姚洪章<sup>1</sup>, 刘定理<sup>1</sup>, 柴挺<sup>2</sup>, 蒙宗树<sup>2</sup>

中图分类号: R146 文献标识码: B 文章编号: 1004-714X(2005)02-0124-02

【摘要】 目的 了解长期低剂量电离辐射对放射工作人员健康的影响, 为保障放射工作者的健康提供依据。方法 通过职业流行病学现状调查的方法, 按照放射工作人员职业健康体检规范要求, 对 440 名放射工作人员的职业健康状况进行分析。结果 随着暴露工龄增加, 放射工作人员眼科、皮肤科检查的异常率升高, 外周血象、染色体畸变和心电图检查的异常率有随工龄增加而先升后降的趋势。结论 长期低剂量电离辐射对放射工作人员的健康有一定影响。

【关键词】 电离辐射; 放射工作人员; 职业健康; 调查

随着医学放射技术的广泛应用以及放射防护技术的不断发展, 越来越多的医疗放射工作人员在职业工作中接触低剂量电离辐射。为了解长期接触低剂量电离辐射对人体的健康影响, 我们于 2003 年底对 440 名接触低剂量电离辐射的放射工作人员进行了职业健康检查及分析, 现报告如下。

## 1 对象与方法

1.1 对象 以玉林市医疗机构接触电离辐射的放射工作人员 440 名为调查对象, 主要是从事医用 X 射线诊断、放射治疗、介入放射、核医学等职业人员。

1.2 个人接触剂量 放射工作人员佩戴个人剂量计, 采用热释光剂量法每季度测量一次, 计算全年剂量。

1.3 检查项目 按照卫生部《职业健康监护管理办法》的要求进行。项目包括: 内科、皮肤科、眼科、心电图检查、B 超(肝、双肾)、外周血象(包括白细胞计数、血红蛋白量、血小板计数)和外周血淋巴细胞染色体畸变率。

1.4 统计 全部资料在计算机上建立数据库, 采用 SPSS11.0 软件统计分析。

## 2 结果

2.1 基本情况 调查放射工作人员 440 人, 男 370 人占 84%, 女 70 人占 16%, 年龄范围 19~63 岁, 平均(34.55±8.46)岁, 放射工龄最小 1 个月, 最大 45 a, 平均(9.70±7.95)a。调查对象受照剂量在 0.2~15.5 mSv/a, 平均 1.32±2.76 mSv/a, 均属低剂量暴露。

2.2 眼科检查结果 眼科检查结果异常率为 3.39%, 其中晶状体混浊异常率为 0.96%, 眼底异常率为 1.20%, 玻璃体异常率为 0.24%。从表 1 可见, 眼睛异常率(包括晶状体混浊、眼底异常、玻璃体异常)和晶状体异常率有随工龄增加而升高的趋势, 不同工龄组间差异有显著性( $P<0.05$ )。

2.3 皮肤科检查结果 主要检查手部皮肤、指甲, 其异常主要有甲线纹、手部皮肤粗糙、点状甲, 异常率 4.76%。从表 2 可知, 不同工龄组皮肤异常率随暴露工龄增加而增大, 差异有统计学意义( $P<0.05$ )。

2.4 外周血象结果 从表 3 看出, 白细胞、血红蛋白、血小板的异常率为 4.09%、22.04%和 2.73%, 三个指标的异常率有随工龄增加先升后降的趋势, 3 个指标的各工龄组间差异无统计

学意义( $P>0.05$ )。从外周血计数结果可见, 不同组间的白细胞、血红蛋白量、血小板的均值都在正常范围内, 不同组间的差异无统计学意义( $P>0.05$ )。

表 1 不同暴露工龄晶状体混浊率和眼科异常率检查结果

工龄(a)	性别	例数	晶状体混浊		眼睛异常	
			例数	率(%)	例数	率(%)
< 5	男	86	0	0	0	0
	女	29	0	0	1	3.45
	合计	115	0	0	1	0.87
5~15	男	183	0	0	1	0.55
	女	27	0	0	1	3.70
	合计	210	0	0	2	0.95
> 15	男	83	4	4.82	6	7.23 <sup>1)</sup>
	女	10	0	0	1	10.00
	合计	93	5	4.30 <sup>1)</sup>	7	7.53 <sup>1)</sup>

注: 1) 与 5~15 a、< 5 a 相比,  $P<0.05$ 。

表 2 不同暴露工龄皮肤检查异常率

工龄(a)	性别	例数	异常数	异常率(%)
< 5	男	86	1	1.16
	女	29	0	0.00
	合计	115	1	0.87
5~15	男	184	6	3.26
	女	27	0	0.00
	合计	211	6	2.84
> 15	男	84	13	15.48 <sup>1)</sup>
	女	10	0	0.00
	合计	94	13	13.83 <sup>1)</sup>

注: 1) 与 5~15 a 和 < 5 a 相比,  $P<0.05$ 。

2.5 染色体检查结果 从表 4 可见, 染色体的总畸变率和异常率随着暴露工龄的增加而增加, 至 15 a 工龄后则有下降趋势, 但不同工龄组间差异无统计学意义( $P>0.05$ )。染色体畸变类型以断片为主, 占总畸变的 86.81%, 其次为双着丝和易位, 分别占总畸变的 7.69%和 5.49%。

2.6 心电图、B 超(肝、双肾)检查结果 从表 5 结果看, 不同工龄组心电图、B 超(肝、双肾)异常随暴露工龄增加而增高, 不同暴露工龄组间心电图异常差异无统计学意义( $P>0.05$ ), 而 B 超(肝、双肾)异常在不同工龄组间的差异有统计学意义( $P<0.05$ )。

作者单位: 1 玉林市卫生监督所, 广西 玉林 537000;

2 玉林市疾病预防控制中心

作者简介: 陈正其(1967~), 男, 大学, 主管医师, 主要从事放射卫生、职业卫生监督管理工作。

表 3 不同暴露工龄放射工作人员外周血象结果( $\bar{x} \pm s$ )

工龄 (a)	性别	例数	白细胞		血红蛋白量		血小板	
			$\times 10^9/L$	异常率(%)	g/L	异常率(%)	$\times 10^9/L$	异常率(%)
< 5	男	91	6.76 $\pm$ 1.72	3.30	128.03 $\pm$ 12.61	20.88	152.32 $\pm$ 49.03	1.10
	女	31	6.16 $\pm$ 1.67	6.45	113.71 $\pm$ 14.93	29.03	148.22 $\pm$ 36.40	0.00
	合计	122	6.61 $\pm$ 1.72	4.10	124.39 $\pm$ 14.63	22.95	151.27 $\pm$ 46.16	0.82
5~15	男	191	6.89 $\pm$ 1.80	4.71	128.22 $\pm$ 14.01	21.99	151.38 $\pm$ 59.34	3.66
	女	29	6.63 $\pm$ 1.52	3.45	114.83 $\pm$ 12.07	27.59	169.07 $\pm$ 49.60	3.45
	合计	220	6.86 $\pm$ 1.72	4.54	126.46 $\pm$ 14.49	22.73	153.71 $\pm$ 58.44	3.64
> 15	男	88	6.84 $\pm$ 1.81	2.27	128.43 $\pm$ 12.38	18.18	163.56 $\pm$ 61.41	3.41
	女	10	5.28 $\pm$ 1.10	10.00	113.18 $\pm$ 8.05	30.00	157.36 $\pm$ 52.55	0.00
	合计	98	6.66 $\pm$ 1.81	3.06	126.24 $\pm$ 13.25	19.39	162.87 $\pm$ 60.52	3.06
总计		440	6.75 $\pm$ 1.74	4.09	125.95 $\pm$ 14.30	22.04	155.10 $\pm$ 56.00	2.73

表 4 不同暴露工龄男女染色体总畸变率

工龄 (a)	性别	例数	染色体			畸变类型(个)		
			总畸变率(%)	异常数	异常率(%)	断片	双着丝	易位
< 5	男	81	0.30 $\pm$ 0.61	5	6.17	15	1	0
	女	28	0.21 $\pm$ 0.49	1	3.57	5	0	0
	合计	109	0.28 $\pm$ 0.58	6	5.50	20	1	0
5~15	男	181	0.33 $\pm$ 0.65	11	6.08	34	4	2
	女	24	0.43 $\pm$ 0.69	4	16.67	5	2	2
	合计	205	0.30 $\pm$ 0.66	15	7.32	39	6	4
> 15	男	80	0.26 $\pm$ 0.49	2	2.50	18	0	0
	女	10	0.30 $\pm$ 0.64	1	10.00	2	0	0
	合计	90	0.27 $\pm$ 0.51	3	3.33	20	0	0
总计		404	0.29 $\pm$ 0.61	24	5.94	79	7	5

注:染色体总畸变率 $\geq 2\%$ 为异常<sup>[1]</sup>。

表 5 不同暴露工龄心电图、B 超检查异常率

工龄(a)	性别	例数	心电图异常		B 超(肝、双肾)	
			例数	率(%)	例数	率(%)
<5	男	86	10	11.63	3	3.49
	女	29	1	3.45	1	3.45
	合计	115	11	9.57	4	3.48
5~15	男	186	33	17.74	22	11.83 <sup>1)</sup>
	女	27	1	3.70	1	3.70
	合计	213	34	15.96	23	10.80 <sup>1)</sup>
> 15	男	86	11	12.79	15	17.44 <sup>1)</sup>
	女	10	1	10.00	0	0.00
	合计	96	12	12.50	15	15.63 <sup>1)</sup>

注:1) 与<5 a 相比,  $P < 0.05$ 。

3 讨论

电离辐射对人体的损伤效应包括血液系统、神经系统、消化系统、内分泌系统、免疫系统和皮肤、眼睛等方面。电离辐射造成眼睛晶状体损伤已有大量的研究报道<sup>[2,3]</sup>。人体各种组织对于辐射线的耐受力各有不同,眼部以晶状体囊下的上皮细胞对辐射线极为敏感。当电离辐射作用于眼晶状体上皮细胞,上皮细胞受到损伤而发生变性,变性的上皮细胞移行和堆积致晶状体混浊<sup>[4]</sup>。因此,晶状体的改变是观察身体接受职业辐射造成损伤的主要指征之一。但晶状体对电离辐射的效应,其潜伏期的时间长短差别很大,与辐射剂量的大小和频率密切相关。本次调查结果显示,418 名放射工作人员眼科检查,眼睛异常率

和晶体混浊在> 15 a 与 $\leq 15$  a 工龄组间差异有统计学意义,随着工龄增加而升高。晶体混浊全部出现于> 15 a 工龄组,这可能与近期透视量明显减少及设备更新换代有关。眼晶体混浊受年龄、遗传、代谢、营养、毒物等多因素的影响,低强度电离辐射与晶体混浊是否有关联,以及危害程度如何值得进一步研究。本次调查发现,皮肤异常主要有皮肤粗糙、甲线纹、点状甲,异常率 4.76%,随着工龄增加其异常率逐渐升高,工龄> 15 a 组与 5~15 a 及 $\leq 5$  a 组比较,差异有统计学意义。这可能与早期透视量大、暴露时间长有关。有关研究表明,长期低剂量电离辐射可导致放射工作人员中性粒细胞为主的白细胞减少,血小板、血红蛋白下降,造血系统的变化是长期小剂量受照人群损伤较常见的客观表现之一。本次调查显示,不同暴露工龄组的白细胞、血红蛋白、血小板三项指标的异常率较高,特别是血红蛋白异常率,但不同暴露工龄组间的差异均无显著性,提示外周血象与暴露时间的相关性不明显,可能的原因是长期小剂量电离辐射对造血系统的生物效应,是损伤与修复同时存在的动态变化过程,电离辐射在低剂量接触时无明显的剂量反应关系。相关研究证实,染色体畸变与辐射剂量关系密切且十分敏感,染色体畸变分析作为长期低剂量辐射群体评价更为客观<sup>[5]</sup>。本次调查结果表明,不同工龄组的染色体畸变率和异常率随工龄增加而逐渐上升,至 15 a 工龄后则呈下降趋势,各工龄组间差异均无统计学意义,提示染色体畸变与工龄无相关性,与文献报道结果相近<sup>[6,7]</sup>,染色体畸变率的平均值为 0.29 $\pm$ 0.61,比 1997 年和 2000 年明显降低<sup>[8]</sup>,差异有显著性意义( $P < 0.01$ ),一方面可能是在长期低剂量辐射下机体存在适应、防卫及修复能力,机体可能有“适应性效应”的存在<sup>[9]</sup>,另一方面可能与放射防护的意识、水平提高有关。本次调查发现,放射工作人员的心电图异常主要表现为窦性心动过缓、窦性心律不齐、T 波异常、早搏等,异常率为 13.44%。不同工龄组间差异无显著性,说明低剂量电离辐射对心血管的影响不大,与文献<sup>[4]</sup>报道相近。而 B 超(肝、双肾)异常主要有肾结石、脂肪肝,异常率 9.90%,不同工龄组间差异虽有显著性,但与接触低剂量电离辐射无关。

本次调查结果表明,眼晶状体混浊和皮肤异常可能与暴露工龄长短有关,外周血象、染色体畸变率和心电图异常与暴露工龄无关,我市放射工作人员的健康仍受到一定程度的影响。因此,必须进一步提高防护意识,改善放射防护工作条件,减少电离辐射接触剂量,才能更好地保护放射工作人员的身体健

参考文献:

[1] 毛玉蟾,邱雪英.放射工作者染色体畸变率较高群体剖析[J].中国辐射卫生,1998,7(3):172-173.

石油化工放射工作人员细胞遗传学分析研究

邵 华<sup>1</sup>, 李吉贵<sup>2</sup>, 李洁清<sup>3</sup>, 商希梅<sup>3</sup>, 梁丽萍<sup>2</sup>, 高 敏<sup>1</sup>

中图分类号: R146 文献标识码: B 文章编号: 1004—714X(2005)02—0126—01

【摘要】 目的 分析研究长期接触射线的石油化工放射工作人员细胞遗传学改变, 评价 X、γ、中子射线对人体细胞遗传学影响。方法 染色体培养采用微量全血培养法; 微核测定采用常规培养法。结果 射线组人员染色体畸变率为 0.28%, 微核细胞率为 3.23%, 明显高于对照组(0.145%, 0.165%), 两组间比较差异有非常显著性( $P < 0.01$ )。结论 不同射线工龄组、不同放射应用专业人员的染色体畸变率、淋巴细胞微核率均明显高于对照组, 差异有非常显著性。  
[关键词] 射线; 石油化工; 放射工作人员; 细胞遗传学

长期接受 X、γ 中子等射线照射, 可引起细胞遗传学的变化。染色体畸变率(CA)、淋巴细胞微核细胞率(MC)是反应细胞遗传学变化最敏感的指标。CA 作为生物剂量计, 已被广泛应用, 效果令人满意, CA 分析已作为国家评价辐射损伤的重要指标之一。MC 作为估算受照剂量的辅助指标也早已广泛应用。笔者对石油化工企业接触射线工作人员外周血淋巴细胞染色体畸变、微核细胞率进行了调查分析, 其结果分析如下。

1 对象与方法

1.1 调查对象 射线组为油田测井、炼油化工及设备探伤放射工作人员 283 人, 年龄 20~52 岁, 平均 32.5 岁, 放射工龄 1~32 a, 平均 13.5 a。其中从事油田测井放射人员(放射源主要为铯—钡中子源、<sup>137</sup>Cs γ 源)168 人; 从事炼油化工放射人员(放射源主要为料位计、液位计、密度计与核子秤等 γ 源)43 人;

X 射线设备探伤人员 72 人, 均为男性。对照组为无射线和毒物接触史、无传染性疾病、身体健康的企业工作人员 124 人, 均为男性, 年龄 20~52 岁, 平均 34.2 岁。

1.2 方法 染色体培养采用微量全血培养法。在 37℃ 条件下培养 52~56 h, 常规制片, Gimesa 染色, 按 WHO 规定的技术标准观察, 记录畸变类型<sup>[1]</sup>。每例观察分析 200 个中期分裂相细胞, 计数畸变细胞数, 以百分率表示。微核测定采用常规培养法, 培养 72 h, 常规制片。每例观察 2 000 个胞浆、胞核完整已转化的淋巴细胞, 记录带微核的细胞数, 以千分率表示。染色体畸变率 1%、微核率 3% 以上者为阳性。观察的阳性指标均为 2 人以上复核后记录。

2 结果与分析

2.1 射线组与对照组结果比较(表 1) 由表 1 显示, 射线组人

表 1 射线组与对照组淋巴细胞微核与染色体畸变分析结果比较表

项目	对 照 组				射 线 组				$\chi^2$	P
	例数	观察细胞数	异常数	异常率	例数	观察细胞数	异常数	异常率		
微核	124	248 000	41	0.165%	283	566 000	1 826	3.23%	705.0	< 0.01
染色体	124	24 800	36	0.145%	283	56 600	158	0.28%	13.02	< 0.01

员染色体畸变率为 0.28%, 微核细胞率为 3.23%, 明显高于对照组(0.145%, 0.165%), 两组间比较差异有非常显著性( $P < 0.01$ )。染色体畸变类型主要是单体断裂、无着丝粒断片, 其次是内复制, 个别有多倍体及单体互换。

2.2 不同接触射线工龄组染色体畸变率、微核率分析结果比较(表 2) 由表 2 可见, 不同接触射线工龄组染色体畸变率、淋巴细胞微核率均明显高于对照组, 工龄 20 a 人员染色体畸变率比 5 a 以下高 2.52 倍, 淋巴细胞微核率高 1.41 倍, 并随工龄增加而明显增高。

表 2 不同接触射线工龄组分析结果比较

组别	例数	染 色 体			微 核		
		观察细胞数	染色体畸变数	畸变率(%)	观察细胞数	微核细胞数	微核细胞率(%)
对照	124	24 800	36	0.145	248 000	41	0.165
< 5a	75	15 000	26	0.170	150 000	392	2.613
5a~	74	14 800	36	0.250	148 000	458	3.095
10a~	70	14 000	46	0.330	140 000	500	3.571
15a~	36	7 200	26	0.360	72 000	258	3.583
20a~	28	5 600	24	0.430	56 000	218	3.893

2.3 不同工种放射工作人员染色体畸变率及微核细胞率结果分析(表 3) 由表 3 可见, 不同工种放射工作人员的染色体畸变率

基金项目: 中国石化公司资助项目  
作者单位: 1. 中国石化青岛安全工程研究院, 山东 青岛 266071;  
2. 中国石化公司胜利油田防疫站;  
3. 山东省医学科学院放射医学研究所  
作者简介: 邵华(1959~), 女, 山东人, 副主任医师, 研究方向: 细胞遗传学。

[ 2 ] 任先云, 赵智刚, 周滨鹏, 等. 呼和浩特市放射工作者健康状况调查[ J ]. 中国辐射卫生, 2004, 13(3): 216—217.

[ 3 ] 杨爱初, 刘移民, 杜柳涛, 等. 广东省放射工作人员健康状况调查[ J ]. 中国职业医学, 2003, 30(4): 22—24.

[ 4 ] 朱秀安. 放射性白内障[ A ]. 芦春林主编. 核医学基础与放射防护[ M ]. 北京: 北京医科大学中国协和医科大学联合出版社, 1995. 188—190.

[ 5 ] 毛玉蟾, 邱雪英. 浅评长期低剂量医用 X 射线工作者染色体畸变特点[ J ]. 中国辐射卫生, 1994, 3(4): 243—244.

[ 6 ] 罗伟立. 甘肃省医用 X 射线诊断工作者染色体畸变情况分析[ J ]. 中国辐射卫生, 2001, 10(2): 105.

[ 7 ] 广西辐射效应协作组. 慢性小剂量辐射工作者损害效应的分析探讨[ J ]. 广西医学, 1985, 7(4): 198—201.

[ 8 ] 陈正其, 刘定理. 医疗放射工作者的健康观察[ J ]. 中国辐射卫生, 2003, 12(1): 38—39.

[ 9 ] 毛玉蟾, 邱雪英. 长期低剂量 X 射线职业受照与染色体畸变[ J ]. 广西医学, 1993, 15(5): 481—484.

(收稿日期: 2004—10—20)