

广东某核电站工作人员染色体畸变率分析

罗福薇¹, 陈卫东²

中图分类号: R146 文献标识码: B 文章编号: 1004-714X(2007)03-0306-02

【摘要】 目的 探讨核电站接触低剂量中子和 γ -射线辐射的工作人员染色体畸变类型及畸变率。方法 随机抽取广东某核电站 38 名工作人员的静脉血, 并以无辐射接触史的正常人作对照, 培养其淋巴细胞进行染色体核型分析。结果 核电站接触低剂量中子和 γ -射线辐射工作人员的染色体畸变类型有染色体断裂、双微小点(体)、环状染色体及双着丝粒染色体, 畸变率为 27.6/10 000 而对照组染色体畸变率仅为 2.5/10 000。结论 核电站接触低剂量中子和 γ -射线辐射的工作人员染色体畸变率明显高于无辐射接触史的正常人。

【关键词】 核电站; 辐射; 染色体核型; 染色体畸变

广东某核电站是我国第一座大型商业性核电站, 电站投入运行已 12 年, 凡进入控制区的作业人员都必须佩戴个人剂量计以监测个人接受的辐射量, 在核电站工作的人员定期接受体检, 他们均未表现辐射相关疾病^[1]。但人体细胞染色体对辐射具有高度的敏感性, 核电站工作环境中低剂量中子和 γ -射线辐射可能诱发淋巴细胞染色体畸变。因此淋巴细胞染色体的检查是反映辐射损伤的敏感指标之一, 若个体处于低剂量长期辐射环境时, 该项检查还可作为个体接受辐射的“生物剂量计”^[2]。所以我们随机分析了 38 名广东大亚湾核电站接触低剂量中子和 γ -射线辐射的 38 名工作人员的染色体, 以此初步评价核电站工作环境的辐射对个体造成的损伤。

1 对象与方法

1.1 研究对象 随机抽取广东某核电站 38 名可能接触低剂量中子和 γ -射线辐射工作人员(男性 37 例, 女性 1 例)的静

作者单位: 1 深圳市妇幼保健院检验科, 广东 深圳 518025 2 北京大学深圳医院检验科

作者简介: 罗福薇(1962~)女, 广东人, 主管技师, 从事医疗检验工作。

2.3 放射工作适应性意见分析 7 名进行上岗前体检的人员经检查均予可从事放射工作意见。其余 883 名放射工作人员放射工作适宜比为 78.98% 详见表 3

3 讨论

放射人员职业健康检查的目的除了可早期发现职业损伤和职业不适应症外, 还可以检出非放射因素所致的常见病、慢性病, 如血压升高等, 这有利于受检者早期发现疾病, 达到早诊断、早治疗、及时评估放射岗位适应性的目的。表 1 可见, 本次体检中发现高血压 33 例, 占 37.71%。晶体浑浊 67 例, 占 7.53%, 明显低于相关报道^[1,2], 晶体浑浊检出较低也可能与执行混浊定义的标准或检测条件不同有关。另外, 还查出甲亢、精子活力低下及鼻咽癌已治愈患者各 1 例。从实验室检查结果(表 2)可见, 淋巴细胞微核率均在正常范围, 而外周血液异常检出率高达 48.3%, 白细胞总数、血小板异常检出率分别为 14.49%、11.23%, 高于同为西南地区的成都市(分别为 7.20%、9.39%)^[1], 而血红蛋白异常检出率(3.03%)低于成都地区(7.3%)。淋巴细胞比例 > 40% 136 例, 占 14.28%, 不能完全排除射线因素影响。作为对电离辐射敏感的生物剂量指标, 放射工作人员淋巴细胞微核的异常检出率据资料报道可达 10.1%~13.3%^[3,4]。

另外对即将从事或正在从事放射工作人员进行职业健康检查的目的是评价其对放射岗位的适应性及继续适任放射岗位的程度, 保证工作人员参加工作时及参加工作后都能适应其将承担或所承担的放射工作。此次体检人员中明确建议调离

脉血, 用肝素抗凝, 以无辐射接触史的正常人作对照, 培养其淋巴细胞进行染色体核型分析。38 名工作人员年龄在 20~51 岁之间, 近期无病毒感染史, 无临床症状, 他们经体检均显示身体健康, 年剂量小于 50mSv 外周血白细胞计数为 $3.9 \sim 9.7 \times 10^9/L$ 。正常对照组 20 名个体为准备怀孕的 24~37 岁夫妇, 他们的孕前检查均显示处于健康状态。

1.2 细胞培养与核型分析 用 1640 培养基于 37℃ 培养采集的静脉血 53h 加入适量秋水仙素, 继续培养淋巴细胞 3h, 共计培养 56h 后收集细胞, 并用 75mmol/L KCl 低渗溶液处理细胞 20min 使染色体分散开来。然后用甲醇:冰醋酸(3:1)混合液固定细胞, 冰冻悬液滴片, 置烤箱 70℃ 3h 干燥后, 用常规 Giemsa 染片。采用盲法阅片, 每例在油镜下观察 200 个中期分裂相。在分析过程中为了保证试验结果的准确性, 畸变染色体须经 2 名专业人员同时确认。

1.3 资料统计 使用 χ^2 检验对所得数据进行统计分析, 采用 Excel 2003 绘制染色体畸变率与工作人员在核电站工作工龄的趋势线。

放射岗位的有 5 人, 其中 3 人为首次接受职业体检, 分别为鼻咽癌、精子活力低下、严重甲亢; 另有 2 人因连续 3 年体检白细胞总数均低于正常, 暂时脱离岗位后也未能恢复正常, 建议调离放射岗位。

至 2004 年底, 贵州省应有放射工作人员 3 000 人以上, 但放射工作人员的体检率很低, 在岗人员体检率只有 30% 左右, 上岗前体检率更低, 连 0.5% 都达不到。首次接受职业性健康体检的人员占所有在岗体检人员的 35%, 与再次接受职业检查的工作人员对比, 两者的从业适宜比差不多, 均略低于 80%, 但由于没有他们从事放射工作前的本底资料提供对照, 不能判断其某些异常效应是否与接触射线有关。职业健康体检率的提高有待于单位劳动保护制度的健全和工作人员自我保护意识的提高。

参考文献:

- [1] 刘惠, 龚怀宇, 赵强, 等. 成都市 1015 名放射工作人员健康状况调查与分析[J]. 中国辐射卫生, 2004 13(4): 286
- [2] 陈秀云, 孙蓉, 孙峰, 等. 665 名放射工作人员微核检测和健康调查分析[J]. 中国辐射卫生, 2006 15(1): 55-56
- [3] 汪卫兵, 樊树明. 1320 名放射工作人员健康状况分析[J]. 中国辐射卫生, 2005 14(3): 211-212
- [4] 胡利丰, 董文骏, 王群利. 549 例医用 X 射线工作人员健康分析[J]. 中国辐射卫生, 2004 13(1): 6

(收稿日期: 2007-01-09)

表 1 核电站工作人员染色体畸变

| 对象 | 年龄(岁) | 性别 | 核电站工作 工龄(a) | 染色体核型 | 畸变染色 体数目 |
|----|-------|----|----------------|---------|-------------|
| 1 | 23 | 男 | 1 | 正常 | 0 |
| 2 | 20 | 男 | 1 | 染色体断裂 | 1 |
| 3 | 23 | 男 | 1 | 双微小点(体) | 1 |
| 4 | 24 | 男 | 2 | 双着丝粒染色体 | 1 |
| 5 | 24 | 男 | 2 | 正常 | 0 |
| 6 | 26 | 男 | 2 | 正常 | 0 |
| 7 | 25 | 男 | 2 | 正常 | 0 |
| 8 | 24 | 男 | 2 | 染色体断裂 | 1 |
| 9 | 24 | 男 | 2 | 正常 | 0 |
| 10 | 27 | 男 | 3 | 双微小点(体) | 1 |
| 11 | 26 | 男 | 3 | 染色体断裂 | 1 |
| 12 | 26 | 男 | 3 | 正常 | 0 |
| 13 | 26 | 男 | 3 | 正常 | 0 |
| 14 | 28 | 男 | 3 | 正常 | 0 |
| 15 | 27 | 男 | 4 | 双微小点(体) | 1 |
| 16 | 30 | 男 | 4 | 正常 | 0 |
| 17 | 29 | 男 | 4 | 双微小点(体) | 2 |
| 18 | 29 | 男 | 4 | 正常 | 0 |
| 19 | 28 | 男 | 5 | 染色体断裂 | 1 |
| 20 | 33 | 男 | 5 | 正常 | 0 |
| 21 | 29 | 男 | 5 | 正常 | 0 |
| 22 | 31 | 男 | 5 | 染色体断裂 | 2 |
| 23 | 33 | 男 | 5 | 正常 | 0 |
| 24 | 38 | 女 | 5 | 正常 | 0 |
| 25 | 34 | 男 | 6 | 正常 | 0 |
| 26 | 29 | 男 | 6 | 正常 | 0 |
| 27 | 32 | 男 | 7 | 染色体断裂 | 2 |
| 28 | 37 | 男 | 7 | 染色体断裂 | 1 |
| 29 | 31 | 男 | 8 | 正常 | 0 |
| 30 | 36 | 男 | 8 | 双微小点(体) | 1 |
| 31 | 41 | 男 | 8 | 正常 | 0 |
| 32 | 44 | 男 | 9 | 正常 | 0 |
| 33 | 37 | 男 | 9 | 正常 | 0 |
| 34 | 41 | 男 | 10 | 双微小点(体) | 1 |
| 35 | 39 | 男 | 12 | 正常 | 0 |
| 36 | 48 | 男 | 12 | 染色体断裂 | 2 |
| 37 | 47 | 男 | 15 | 正常 | 0 |
| 38 | 51 | 男 | 16 | 环状染色体 | 2 |

2 结果

2.1 染色体畸变 在 38 名核电站工作人员中有 11 人存在 1 个染色体畸变, 5 人存在 2 个染色体畸变, 染色体畸变类型包括染色体断裂、双微小点(体)、环状染色体及双着丝粒染色体(见表 1)。在正常对照组 20 名个体中仅有 1 人存在 1 个染色体断裂畸变。

2.2 染色体畸变率 在 38 名核电站工作人员中染色体畸变率 27.6/10 000 主要畸变类型为染色体断裂和双微小点(体); 对照组染色体畸变率为 2.5/10 000 核电站工作人员染色体畸变率明显高于无辐射接触史的正常人 11 倍 ($P<0.01$), 染色体畸变率与工作人员在核电站工作工龄的趋势线显示, 染色体畸变率随工作人员在核电站工作工龄的延长而增长(见图 1)。

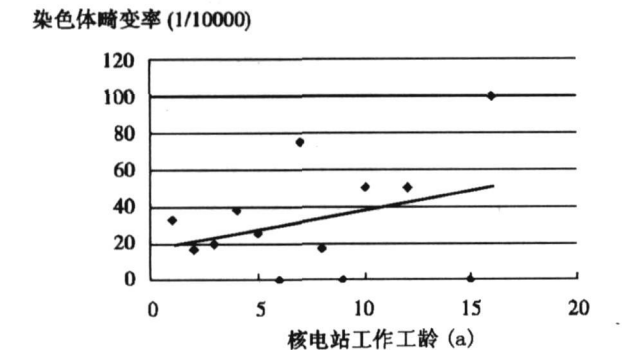


图 1 染色体畸变率与工作人员在核电站工作工龄的趋势线

3 讨论

随着核电技术的发展, 核电站的防辐射技术日益成熟, 工作人员的防护意识也逐渐增强, 辐射对人体造成的损害也逐渐降低, 但辐射不可能消除, 它对人体造成的辐射损害仍需要跟踪和评估。自然条件下染色体自发畸变的频率是极低的, 人体细胞染色体对辐射具有高度的敏感性, 核电站工作环境中低剂量中子和 γ -射线辐射可能诱发人体细胞的染色体畸变^[3]。在 38 名核电站工作人员中我们共观察了 7 600 个中期分裂相, 结果仅发现 16 人存在 21 个染色体畸变, 染色体畸变率为 27.6/10 000 说明核电站的防辐射措施是得当的。在正常对照组的 20 名个体中我们共观察了 4 000 个中期分裂相, 结果仅有 1 人存在 1 个染色体畸变。这也说明核电站环境中存在着低剂量的中子和 γ -射线辐射。38 名核电站工作人员为核电站工地上的工人或质检人员, 他们并不直接受到射线的辐射, 而是接触被中子和 γ -射线辐射过的钢材等物品。这些物品在离开射线后由于仍然存在高能电子跃迁而释放电离粒子, 从而产生辐射而污染工作环境^[4]。我们推测 38 名核电站工作人员染色体畸变率增加可能是由于这种间接辐射而造成的。核电站工作人员染色体畸变类型包括染色体断裂、双微小点(体)、环状染色体及双着丝粒染色体, 其中染色体断裂和双微小点(体)是主要的畸变类型, 这与国外报道相符, 因此染色体断裂和双微小点(体)可作为个体接受辐射的“生物剂量计”^[5]。

在 38 名核电站工作人员中染色体畸变率为 27.6/10 000 高于无辐射接触史的正常人 11 倍 ($P<0.01$), 但低于放射工作人员的染色体畸变率^[6,7]。工作人员的外周血白细胞计数为 $(3.9\sim9.7)\times10^9/L$ 也证实了这一点。染色体畸变率与工作人员在核电站工作工龄的趋势线显示染色体畸变率随工作人员在核电站工作工龄的延长而增长, 这是由于低剂量的中子和 γ -射线辐射导致染色体畸变在体内的长期累积效应^[8]。本研究提示在核电站工作 5a 以内染色体畸变率 25/10 000 工作 6~10a 染色体畸变率也为 25/10 000 而工作 10a 以上的染色体畸变率迅速升至 50/10 000。虽然我们研究对象较少, 尚不能得出准确结论, 但染色体畸变率随工作人员在核电站工作工龄的延长而增长的趋势值得关注。

参考文献:

[1] 晏仲民, 樊志国, 顾景智, 等. 广东大亚湾核电站 1994~1998 年职业性照射个人剂量监测结果 [J]. 辐射防护, 2000 20: 284~288.

[2] SASAKI M, HAYATA I, KAMADA N, et al. Chromosome aberration analysis in persons exposed to low-level radiation from the JCO criticality accident in Tokai-mura [J]. J Radiat Res, 2001 42: S107~S116.

[3] 高起发, 张玲, 吕顺光, 等. 我国大型核电站燃料组件生产线运行对辐射环境的影响. 辐射防护, 2006 26: 202~208.

[4] DING M, SHENG R, ZHIZ. Environmental radiation real-time monitoring system permanently installed near Qinshan Nuclear Power Plant [J]. Health Phys, 1996 70: 415~417.

[5] THERENS H, VIALA A, BARBE M, et al. Micronucleus assay reveals no radiation effects among nuclear power plant workers [J]. Health Phys, 2002 83: 178~182.

[6] 杨立卫, 吴涛, 杨刚, 等. 放射工作人员染色体畸变率调查 [J]. 中国辐射卫生, 2002 11(2): 85.

[7] 周马. 320 名放射工作人员染色体畸变率及微核率调查 [J]. 中国辐射卫生, 2002 11(4): 178.

[8] FESENKO S V, ALEXAKHIN R M, GERAS'KIN S A, et al. Comparative radiation impact on biota and man in the area affected by the accident at the Chernobyl nuclear power plant [J]. J Environ Radioact, 2005 80: 1~25.