

用稳定性染色体畸变作为医用诊断 X 射线工作者生物剂量估算的研究

王知权 刘旭平 李 进 唐卫生
陈振军 王 芹 于文儒 李冬梅¹

(中国医学科学院放射医学研究所 天津 300192)

摘要 用 G-显带法对不同时期从事医用诊断 X 射线男性工作者的稳定性染色体畸变进行了分析, 估算其累积剂量。结果表明: 44 例 X 射线组的 4417 个中期中, 稳定性染色体畸变率和总畸变率分别为 0.022 和 0.032 畸变/中期相, 均比对照组明显增加, 稳定性畸变占总畸变的 69%, 相互易位占稳定性畸变的 57%。若按放射工龄分组, 看出易位率、稳定性畸变率均随工龄增加而增加, 以 1970 年前的两组增加得更为明显($p < 0.005$)。根据 Straume 等推荐的计算剂量公式, 粗略估算出从事放射性工作年限 1960 年前, 1960~1969 和 1970 年后三个组的群体累积剂量分别为 0.58、0.37 和 0.07 Gy。

关键词 稳定性染色体畸变, 医用诊断 X 射线工作者, 生物剂量计

从已有资料表明^[1]: 放射性工作者白血病发病率和死亡率显著高于非放射性工作者, 且与从事放射工作的期限有关, 以 1960 年前参加工作的发病率明显增高。在评价白血病发病率与放射工作的相关性中, 准确估算放射工作者的剂量水平是非常重要的。物理方法估算是靠回忆、登记工作量进行模拟测量的方法, 其可靠性随时间的延长而降低。生物剂量方法, 如红细胞膜血型糖蛋白 A(GPA)、次黄嘌呤鸟嘌呤转磷酸核糖基酶位点(HPRT)和稳定性染色体畸变(Cs)等均是目前估算剂量的可靠指标。本文拟应用 Cs 指标对我国不同时期从事医用诊断 X 射线工作者进行分析, 对剂量作一初步估算。

1 材 料 和 方 法

1.1 调查对象

医用诊断 X 射线男性工作者 44 名, 平均放射工龄为 27 年, 均在岗工作。1985 年前无剂量登记。对照组 14 名, 为医院中同性别、同年龄范围(± 5)和同生活环境条件的不接触 X 射线的医务人员。

1.2 细胞培养和制片

肝素抗凝的外周血 0.5 ml 接种在 4.5 ml 含 15% 小牛血清、适量抗生素和 PHA 的 RPMI 1640 培养基中, 置 5% CO₂ 培养和 37℃ 培养 50 h, 终止培养前 6 h, 加入终浓度为 0.12 $\mu\text{g/ml}$ 秋水仙素。终止培养后用 0.075 mol/L KCl 低渗, 甲醇:冰醋酸(3:1)固定, 制片。

中日协作和卫生部科学基金课题

¹郑州市职防院进修生

收稿日期: 初稿 1995-07-03, 修改稿 1995-11-06

1.3 G-显带

将涂有中期相的标本,放入60℃干燥箱干燥4h,然后用含有EDTA的0.05%新疆胰酶处理,Giemsa染色。

1.4 畸变分析

每例分析细胞数约100个中期相(55~196)。常规分析标本,逐个拍照,进行组型分析。因稳定性畸变检出率低,按Lucas^[2]方法乘以1.33计算。对G-显带标本,选择带型清楚和分散良好者进行摄影后分析,对有异常或怀疑有异常者,再进行组型分析。

2 结 果

Tab 1. Chromosome aberrations among x-ray workers compared with the controls

Groups	No. of cells scored	Stable aberration					Unstable aberration				Total aberrations
		t	inv	del	subtotal aberrations	subtotal cells with aberrations	dic	ace	subtotal aberrations	subtotal cells with aberrations	
x-ray workers	4417 ^a	55.93 ⁽¹⁾ (0.013)	12.66 (0.003)	29.55 (0.001)	98.14 ⁽³⁾ (0.022)	91.14 ⁽²⁾ (0.021)	8.00 (0.002)	36.00 (0.008)	44.00 (0.010)	39.00 (0.009)	142.14 ⁽³⁾ (0.032)
controls	1388 ^a	6.00 (0.004)		6.39 (0.005)	12.39 (0.009)	12.39 (0.009)		6.00 (0.004)	6.00 (0.004)	5.00 (0.004)	18.39 (0.013)

Frequency of aberration in parentheses. ^aG-banding-3442 and 1100 cells, conventional staining-975 and 288 cells in x-ray workers and controls, respectively. The stable aberrations measured by conventional staining were multiplied by 1.33 to account for the reduced scoring efficiency.

t—translocation, inv—inversion, del—deletion, dic—dicentric, ace—acentric ⁽¹⁾ $P < 0.05$, ⁽²⁾ $P < 0.01$, ⁽³⁾ $P < 0.005$ $n = 46 \pm 2$

X射线组和对照组各种畸变的分布和比例列于表1。78%的中期用G-显带分析,其余部分用常规分析。由表1可知,相互易位率、稳定性染色体畸变率、稳定性畸变细胞率和总畸变率在X射线组分别为0.013、0.022、0.021和0.032畸变/中期相,均比对照组的相应项明显增加($P < 0.05 \sim 0.005$),而非稳定性染色体畸变率较对照组也有所增加,但无统计学意义。稳定性畸变占总畸变的69%,而相互易位占稳定性畸变的57%,表明残存于长期从事职业受照人员体内的畸变以稳定性畸变为主,相互易位占有明显优势。

Tab 2. Frequencies of chromosome aberrations among x-ray workers by calendar year of entry

Groups	Cases	No. of cells scored	Stable aberration		Frequency of unstable aberration	Frequency of total aberrations
			Frequency of t	Frequency of subtotal aberrations		
Before 1960	8	838 ^a	0.021 ⁽³⁾	0.037 ⁽³⁾	0.012	0.049 ⁽³⁾
1960~1969	18	1929 ^a	0.015 ⁽³⁾	0.024 ⁽³⁾	0.012	0.034 ⁽³⁾
After 1970	18	1650 ^b	0.006	0.012	0.007	0.019
Control	14	1388 ^a	0.004	0.009	0.004	0.013

^aG-banding-453, 1339 and 1100 cells, conventional staining-385, 590 and 288 cells in X₁, X₂ and C, respectively, ^bG-banding-1650 cells, ⁽³⁾ $P < 0.005$

按从事放射工作年限将X射线组分为1960年前(X₁),1960~1969(X₂)和1970年后(X₃)三个组(见表2),可见随放射工龄的增加,相互易位率,稳定性染色体畸变率和总畸变率均显著增

加,1970年前从事放射工作的两个组尤为明显($P<0.005$)。而非稳定性畸变率呈缓慢增长,随放射工龄的增加,高工龄的两个组则呈“坪”状态(见图1)。

3 讨 论

稳定性染色体畸变分析,尽管其技术条件要求高,阅片难度大,费时费力,但仍是目前对早先受照者生物剂量估算中的一项非常有用的指标。近年来,荧光原位杂交方法的发展有力地推动了该指标的进展。

我国医用诊断X射线者在1985年前无接受剂量记载。根据对近40个省、市、自治区放射诊断X射线工作人员的调查^[3],1985~1994年间剂量当量为2.07 mSv,这9年间的累积剂量当量也未超过20 mSv,看来,他们接受的剂量主要来源于早年防护条件差的年代。

有关长期小剂量职业受照人员的染色体畸变分析,国内外均有一些报道^[4,5],以分析非稳定性畸变为多,稳定性畸变分析的报道较少。金瑾珍等^[6]报道了某核工厂长期受 γ 射线照射的16名男性职工,物理方法测得的剂量范围为0.146~1.56 Sv,分析的1401个细胞中发现稳定性畸变28个,占畸变总数的65%,而易位占Cs的57%,易位率为0.011畸变/细胞。在另一篇铀源事故受照后十年的稳定性畸变观察中报道的8名受照职工^[7]用物理方法估算的剂量为0.05~2.45 Gy,分析的720个细胞中,Cs为19,易位为8,易位率也为0.011畸变/细胞。Straume等^[8]报道了一例核工厂 γ 射线慢性小剂量受照者,工作的36年间,用物理方法测得所接受的全身剂量当量为0.56 Sv,由荧光原位杂交(FISH)和G-显带对482个中期相分析中,发现8个易位,易位率为0.017畸变/细胞。

本文所观察的44例医用诊断X射线工作者的4417个中期分裂细胞分析中,按参加放射工作时期不同,分为1960年前,1960~1969和1970年后三组的易位率分别为0.021,0.015和0.006畸变/细胞,与金瑾珍等(1984和1985)报道的易位率都比较接近,而非稳定性畸变的增长趋势也很吻合,根据Straume等(1992)文献报道的易位率0.017畸变/细胞,计算出的累积量应为0.6 Sv与本文1970年前从事医用诊断X射线工作者的两组易位率0.021和0.015颇接近。

众所周知,当剂量率降低时,由离体照射得出线性平方剂量效应曲线的平方项,对于互换性畸变来说是减弱的,在慢性低剂量时,变成或接近于零,因此,对于医用诊断X射线工作者,只有线性项系数将会对易位率作出贡献。采用Straume等^[8]推荐的公式来估算累积剂量H(Gy), $H=[(Y-k)/\alpha]Q$,Y为X射线工作者易位率,k为对照组易位率, α 为线性平方方程的线性项系数,Q为辐射品质因子,而 α 系数应用Schmid等^[9]研究得出 0.0094 ± 0.0047 ,Y值尚需代入Lucas等^[10]的转换系数。这样根据易位率的不同,粗略估算出1960年前,1960~1969和1970年后参加放射工作者群体的累积剂量分别为0.58,0.37和0.07 Gy。

对有关原子弹爆炸幸存者的研究已表明^[11,12],辐射诱发的染色体结构畸变可在幸存者体内保存数十年,畸变类型主要为稳定性畸变,而易位又在稳定性畸变中占明显优势。本文再次证实了对于长期受到小剂量职业受照人群,结果与核爆炸幸存者基本相似,应用易位率可粗略估算他们的

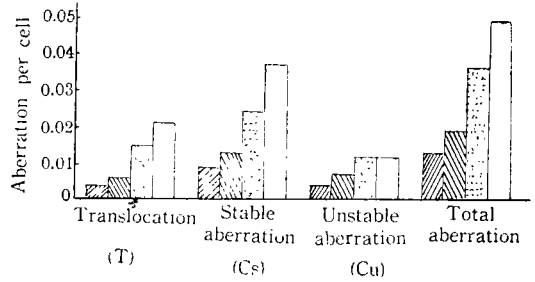


Fig 1. Frequencies of translocation, stable aberration, unstable aberration and total aberration in various groups (▨)control (▩)after 1970 (■)1960~1969 (□)before 1960

累积剂量。

北京放射医学研究所金瑾珍教授对本工作给予了很大支持, 在此表示感谢! 本所李本孝、戴光复、高志伟和孙凯等同志参加了部分工作。

参 考 文 献

- 1 王继先等. 中华放射医学与防护杂志, 1984, 4(5): 1
- 2 Lucas J N et al. Int. J. Radiat. Biol., 1992, 62(1): 53
- 3 张良安等. 中华放射医学与防护杂志, 1992, 12(增刊): 6
- 4 王知权等. 中华放射医学与防护杂志, 1984, 4(5): 46
- 5 Lloyd D C et al. Mutat. Res., 1980, 72: 523
- 6 金瑾珍等. 辐射防护, 1984, 4(6): 425
- 7 金瑾珍等. 中华放射医学与防护杂志, 1985, 5(1): 14
- 8 Straume T et al. Health Phys., 1992, 62(2): 122
- 9 Schmid E et al. Int. J. Radiat. Biol., 1992, 62(2): 673
- 10 Lucas J N et al. Int. J. Radiat. Biol., 1989, 56(2): 201
- 11 Awa A et al. J. Radiat. Res., 1978, 19: 126
- 12 阿波章夫. 中华放射医学与防护杂志, 1987, 7(5): 315

BIODOSIMETRY FOR MEDICAL DIAGNOSTIC X-RAY WORKERS USING STABLE CHROMOSOME ABERRATION

Wang Zhiquan Liu Xuping Li Jin Tang Weisheng Chen Zhenjun Wang Qin
Yu Wenru Li Dongmei

(Institute of Radiation Medicine, CAMS, Tianjin 300192)

ABSTRACT The stable chromosome aberrations of medical diagnostic X-ray workers were analyzed using G-banding and evaluated their accumulative doses. The results showed that the frequencies of reciprocal translocation, stable aberration and total aberration among the 4417 metaphase spread from 44 cases of medical diagnostic X-ray workers were distinctly higher than control values ($P < 0.05 \sim 0.005$). The stable aberration predominated strikingly in total aberration and reciprocal translocation was 57% in the stable aberrations. The medical diagnostic X-ray workers were divided into 3 groups according to calendar year of entry. The data showed that the frequencies of total aberration, stable aberration and reciprocal translocation increased with working years, especially in two groups who started working before 1970, there are statistically significant differences between the calendar year of entry before 1960 and 1960~1969 in X-ray workers and control group. According to the equation recommended by Straume, linear coefficient (α) in linear quadratic model recommended by Schmid and the transformation coefficient by Lucas. The accumulative doses calculated are 0.58, 0.37 and 0.07 Gy for calendar year of entry before 1960, 1960~1969 and after 1970 in X-ray workers, respectively.

KEYWORDS Stable chromosome aberrations, Medical diagnostic X-ray workers, Biodosimetry