

研究报告

核爆炸瞬时辐射诱发人血染色体畸变的剂量效应观察¹⁾

高沛永 刘秀林 杨捷

(军事医学科学院放射医学研究所, 北京)

为了解核爆炸瞬时辐射诱发人血染色体畸变的剂量效应特点,我们用布放 37°C 恒温的离体人血做了研究,并与本实验室先前建立的⁶⁰Co-γ 线的剂量效应曲线进行了比较。

材料和方法

(一) 血样 核爆前 20 小时,自事先选择好的献血者采取静脉血,每人约 10 毫升,以肝素(250 单位/毫升)抗凝。这些献血者都是健康的青年,没有接受过放射性同位素的诊断或治疗,近期也没有做过胸部 X 线检查。每份抗凝血分装在 9 支玻璃试管中,除 1 支留作对照外,其余分别布放在距地高 90 厘米的 8 个恒温箱内。

(二) 恒温箱 此次实验使用的是木质恒温箱,壁厚 1 厘米,温度保持在 36.5 ± 0.5°C,多次观察证明恒温良好。

(三) 培养制片 爆后约 2 小时回收恒温箱;而后 6 小时把受照及对照的离体血接种培养,52 小时制片。培养制片及镜检计数的方法与⁶⁰Co-γ 线研究相同^[1]。

(四) 物理剂量 每个恒温箱内均配备 2 种剂量元件,氟化锂玻璃及硫酸片,分别测量 γ 射线及中子的剂量。

结 果

与爆心不同距离的 8 个布放箱的物理剂量测量以及染色体畸变的观察结果,列于表 1。从表 1 可以看出,每个受照血样的染色体标本都有各种类型的畸变存在。将各种类型的畸变归

纳为 4 种分析指标,可进一步看到畸变率(%)与受照剂量间的关系(表 2)。参照 WHO 建议的 4 个模式^[3],用最小平方和的方法^[2],分别对上述 4 种畸变指标配合了剂量效应曲线,并计算了回归方程的 95% 置信限及回归系数的标准误,分别叙述如下。

畸变细胞(%)与受照剂量的关系符合于模式:

$$Y = a + bX + cX^2,$$

令 $X = 0$ 时, $Y = 0.432$ (实际观察值),我们配合的回归方程是:

$$Y = 0.432 + 0.256X + 0.443 \times 10^{-3}X^2.$$

相关系数 $\gamma = 0.994$; $\Sigma Y = 232.660$, $\Sigma \hat{Y} = 232.660$,说明计算无误,配合良好,回归线见图 1。

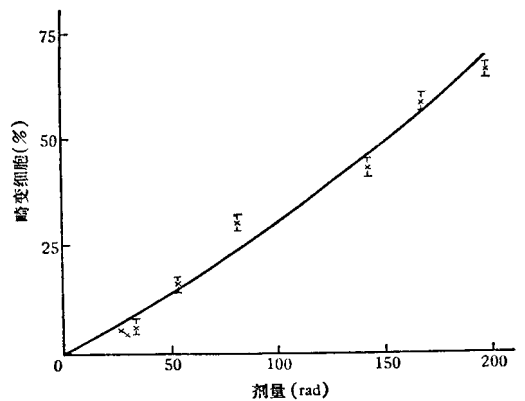


图 1 核爆炸瞬时辐射诱发畸变细胞(%)的剂量效应曲线
⊗ 观察值 ± 标准误(下同)

Gao Peiyong et al.: Observation of Dose Effect on Chromosomal Aberrations of Human Blood Induced by Primary Radiation of Nuclear Explosion

1) 本工作的统计处理经薛仲三教授指导, 谨致谢意。

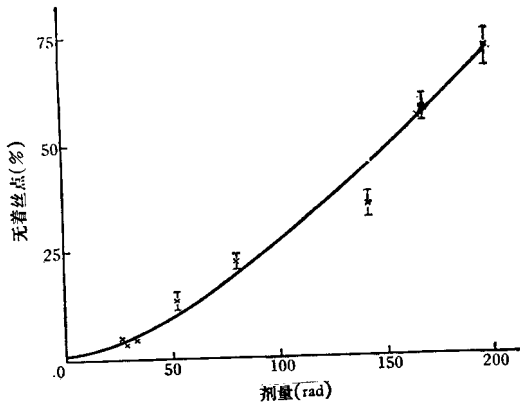


图2 核爆炸瞬时辐射诱发无着丝点(%)的剂量效应曲线

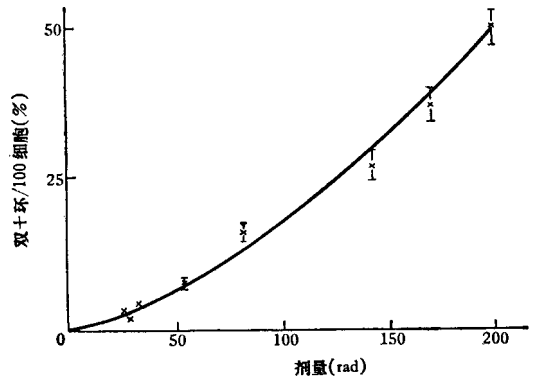


图3 核爆炸瞬时辐射诱发双十环/100细胞的剂量效应曲线

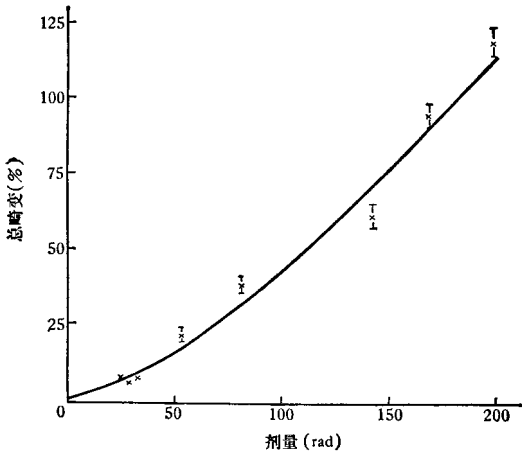


图4 核爆炸瞬时辐射诱发总畸变(%)的剂量效应曲线

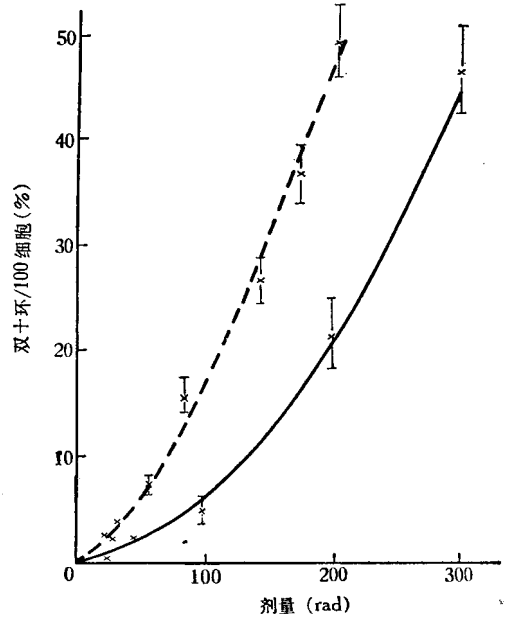


图5 核爆炸瞬时辐射诱发人血染色体畸变的剂量效应与⁶⁰Co-γ线的比较
——核爆炸瞬时辐射 ——⁶⁰Co-γ线

表1 与爆心不同距离布放箱的物理剂量及染色体畸变观察结果

布放箱号	物理剂量 (rad)			观察细胞	畸变细胞	染色体畸变数目 ²²⁾								
	γ	中子	合计			F	M	D	D _F	R	T	E	SG	
对照	—	—	—	700	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0
	—	—	—	3000 ¹⁾	14	14	0	0	0	0	0	0	0	0
	—	—	—	3700	16	16	0	0	0	0	0	0	0	0
1	23.3	2.5	25.8	1000	58	42	18	4	22	4	0	1	2	
2	23.3	4.0	27.3	1000	54	44	15	3	18	3	0	1	1	
3	27.2	5.0	32.2	1000	75	47	25	10	35	1	0	1	3	
4	41.7	11.0	52.7	800	134	118	38	13	51	5	1	0	1	
5	63.1	17.0	80.1	600	182	135	80	11	91	3	1	2	2	
6	110.6	31.0	141.6	450	193	156	99	8	107	11	2	0	1	
7	129.0	38.0	167.0	450	261	262	131	9	140	23	2	3	1	
8	157.1	40.0	197.1	450	295	321	178	17	195	15	7	2	0	

1) 为本实验室以往工作的观察值。 2) D不伴断片的双着丝点; D_F 伴有断片的双着丝点; T三着丝点; E互换。

表 2 染色体畸变率(%)与受照剂量的关系

物理剂量 (rad)	畸 变 率 (%) ¹⁾			
	畸变细胞	无着丝点	双+环/100 细胞	总畸变
0.0...	0.432±0.108	0.432±0.108	—	0.432±0.108
25.8...	5.800±0.739	4.200±0.648	2.600±0.510	7.100±0.843
27.3...	5.400±0.715	4.400±0.663	2.100±0.458	6.700±0.818
32.2...	7.500±0.833	4.700±0.686	3.600±0.600	8.700±0.953
52.7...	16.750±1.320	14.750±1.358	7.250±0.952	22.000±1.090
80.1...	30.333±1.877	22.500±1.936	16.000±1.633	39.000±2.550
141.6...	42.889±2.333	34.667±2.776	27.111±2.454	61.556±3.698
167.0...	58.000±2.327	58.222±3.567	37.111±2.872	95.778±4.613
197.1...	65.556±2.240	71.333±3.981	49.778±3.326	120.000±5.164

1) 在标准误的计算中,畸变细胞(%)依二项式分布,其余均按 Poisson 分布处理。

其他 3 种畸变指标与受照剂量的关系符合 $Y = kX^m$, 可总结为:

指标(%)	$k(\times 10^{-2})$	m	$k \pm 1.96\sigma_k$ ($\times 10^{-2}$)	$m \pm 1.96\sigma_m$	r	ΣY	ΣY
无着丝点	4.641	1.385	2.383—9.042	1.229—1.540	0.990	9.6181	9.6181
双+环	1.950	1.484	1.143—3.329	1.359—1.608	0.994	8.0577	8.0575
总畸变	7.302	1.399	4.430—12.030	1.282—1.515	0.995	11.4002	11.4003

回归线分别见图 2、3 和 4。

讨 论

1.核爆炸瞬时辐射诱发染色体畸变的剂量效应关系与 $^{60}\text{Co}-\gamma$ 线的比较 把本实验的观察结果,与我们先前完成的 $^{60}\text{Co}-\gamma$ 线的结果相比较,可以看出核爆炸瞬时辐射诱发染色体畸变的剂量效应关系和单纯的 $^{60}\text{Co}-\gamma$ 线照射是不同的。这两种照射情况,有 3 个畸变指标是符合不同类型的回归方程的,唯一能符合同一回归方程的指标是双+环/100 细胞(图 5)。但统计学检验证明,两种照射情况下的 k 、 m 值都有非常显著的差异 ($p \ll 0.01$)。核爆炸瞬时辐射诱发染色体畸变与 $^{60}\text{Co}-\gamma$ 线在剂量效应动力学上的这种差异,很显然与中子存在有关。这一点明显地表现在回归方程的系数上。在核爆炸瞬时辐射情况下,回归方程: $Y = kX^m$ 中,剂量指数 m 值较低,而在 $Y = a + bX + cX^2$ 中, b 值(直线成分)又较高,这些都是中子诱发畸变的特点。由于中子在受照剂量中的贡献不同,影响所观察的畸变率,已在对日本原子弹受照者的研究中得到了证实。投在广岛和长崎的

颗原子弹的辐射谱是不同的,前者的中子与 γ 之比为 1:3—1:5,而后者几乎完全是 γ 辐射。在受照剂量近似相同的各组中,广岛受照者的畸变率明显地高于长崎,如用双+环/100 细胞来比较,这种差异就更明显^[4,5],这与我们的观察结果似有相同之处。

2.中子诱发染色体畸变相对生物效应(RBE)的推算 把本实验各个布放距离上所观察到的畸变率代入我们先前建立的 $^{60}\text{Co}-\gamma$ 线的剂量效应回归方程中^[4],即可算出核爆炸瞬时辐射相当于 $^{60}\text{Co}-\gamma$ 线诱发染色体畸变的照射剂量。假定两者的 γ 线诱发人血染色体畸变的效能是近似相同的,那么从推算出的 $^{60}\text{Co}-\gamma$ 线的剂量中减去实测的 γ 剂量,剩下的则是中子照射相当于 $^{60}\text{Co}-\gamma$ 线的剂量,再将其与实测的中子剂量作比较,便可推算出核爆炸时中子照射相当于 $^{60}\text{Co}-\gamma$ 线的 RBE。虽然不同核爆炸的辐射谱不同,即使在同一次核爆的情况下,不同距离上 γ 射线和中子的比例及能量也不尽相同。但这种推算可以定性地帮助我们了解核爆炸瞬时辐射时中子诱发畸变的作用。

在我们推算的结果中,有两个明显的趋势。

一是中子诱发畸变的 RBE 较高,一般大于3,且随着受照剂量的降低有增高的现象。二是中子诱发双着丝点和环等二次以上击中畸变的 RBE,比在其他畸变类型中高得多。我们观察到的这两点趋势,在理论上是符合中子的线性能量传递系数(LET)较高,因而电离密度较大的特点。有人报道 $^{60}\text{Co}-\gamma$ 线的 LET 是 $0.28\text{KeV}/\mu\text{m}$,而裂变中子则高达 $45-55\text{KeV}/\mu\text{m}$,所以 RBE 比 $^{60}\text{Co}-\gamma$ 线高得多^[6]。

除了中子的影响外,因为核爆炸是瞬时辐射,在讨论其诱发染色体畸变的剂量效应时应考虑到剂量率的影响。还要指出的是,实测的

中子剂量并不十分精确,这些都有待于进一步的工作。

参 考 文 献

- [1] 高沛永等: 1979. 遗传, 1(1): 1—5.
- [2] 薛仲三: 1978. 医学统计方法和原理, 9—10 章. 人民卫生出版社.
- [3] Buckton, K. E. and H. J. Evans: 1973. *Methods for the Analysis of Human Chromosome Aberrations*, WHO.
- [4] Awa, A. A. et al.: 1971. *Lancet.*, 2: 903—905.
- [5] —————: 1978. *J. Radiat. Res.*, 19 (2): 120—140.
- [6] Todorov, S. L.: 1975. *C. R. Acad. Bulg. Sci.*, 28 (3): 415—417.

利用原生质体融合获得普通烟草与黄花烟草种间体细胞杂种植株

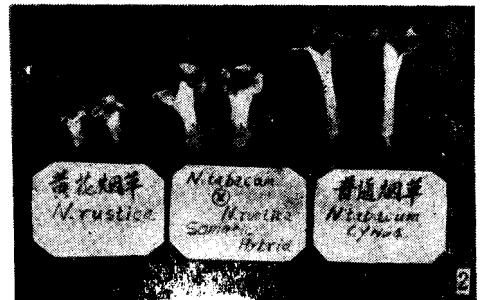
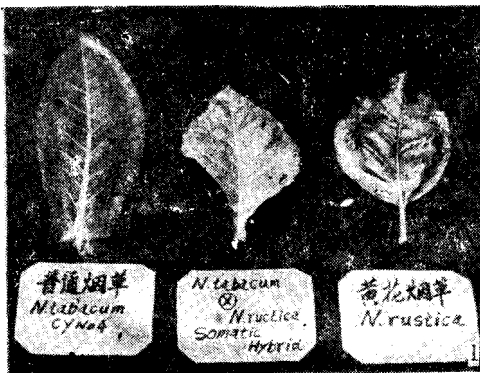
陈家玉 赵世民

(中国科学院遗传研究所,北京)

我们在高国楠方法的基础上,进一步改良。使用培养皿沉降法,使人工有性杂交很少成功的普通烟草 (*Nicotiana. tabacum*) 和黄花烟草 (*N. rustica*) 的原生质体融合成功。融合处理后共得到四十三株再生植株。目前(6月23日)已开花的有7株。其中两株与“亲本”之一普通烟草品种 CYNo.4 (Copus Yeusuheku No.4) 的株型、叶型、花型、花色无差别。推测可能是没有产生融合和普通烟草 CY No.4 的原生质体再生植株。另外一株从株型、叶型、花型均相似于普通烟草 CY No.4,但是花色为粉红。估计可能是普通烟草和黄花烟草两个种的原生质体发生了部分融合的结果。其余四株,从株型、叶型、花

型、花色都介于两“亲本”之间。黄花烟草的叶型为卵圆型,有叶柄。普通烟草为长卵圆型,有叶托无叶柄,而这四株的叶型虽近似黄花烟草,但无叶柄也无叶托,而且叶缘也不整齐(图1)。从花型来看也是两“亲本”的中间型:花冠小于普通烟草而大于黄花烟草(图2)。普通烟草 CYNo.4 的花色为深红色,黄花烟草为黄绿色。而这四株花色为淡紫色。明显地与“两亲”本不同。推测这四株是普通烟草 (*N. tabacum*) 和黄花烟草 (*N. rustica*) 的种间体细胞杂种。

过氧化物酶同工酶的初步鉴定,支持了上述看法。进一步的观察和研究正在进行中。



Chen Jiayu et al.: Success of Interspecific Somatic Hybrid Between *N. tabacum* and *N. rustica* by Fusing of Protoplasts