

研究报告

# 赤鹿、小鹿和人的染色体辐射敏感性比较

## ——染色体臂数和双着丝点体频率的关系

施立明 张锡然 王建华

(中国科学院昆明动物研究所)

根据6种哺乳动物的实验资料, Brewen 和 Preston 等<sup>[3]</sup>认为, 在辐射诱发的外周淋巴细胞双着丝点体频率与染色体臂数之间, 有着线性正比的关系; Savage 和 Papworth<sup>[4]</sup>提出接触界面模型, 对这种现象给以理论的解释。由于这个臂数假说对于比较动物和人的辐射遗传敏感性, 为从动物实验外推及人类, 进而估价辐射对人类遗传的危害具有一定的意义, 引起了广泛的兴趣; 继之开展了许多验证性的工作, 积累了丰富的资料。但就迄今所知, 臂数假说的可靠性仍有争议。赤鹿 (*Muntiacus muntjak*) 是染色体数目最少的脊椎动物 ( $2n = \sigma 7, \text{♀} 6$ ), 染色体臂数 (N.F) 为 12, 核型特点很适合于辐射细胞遗传学的研究<sup>[1]</sup>, 其近缘种小鹿 (*M. reevesi*) 的 N.F = 46。本工作以人的染色体作为对照, 以这两种进化上亲缘关系密切, 但染色体臂数相差较大的动物为材料, 探讨辐射诱发的双着丝点体频率和染色体臂数的关系。

### 材料和方法

以一只成年雄性赤鹿、一只雄性小鹿和一名男性献血员的外周淋巴细胞为实验材料。照射源为 6000 克镭当量的开放式  $\gamma$ -射线源, 照射剂量为 250 拉德, 剂量率为 35.5 伦/分, 距离为 1.5 米。照射时环境温度为 22°C。照射完毕立即培养。采用全血培养方法。培养基组分为“199”4 毫升, 小牛血清 1 毫升, 盐水提取的广东鸡子豆 PHA 0.15 毫升, pH 为 7.2 左右。接种细胞后在 37.5°C 培养 72 小时, 收获前 5 小时,

加入秋水仙素至最终浓度为 0.02 微克/毫升。以稀释的培养基(水:培养基为 4:1)在室温下低渗处理 15 分钟。甲醇:冰醋酸(3:1)固定两次, 空气干燥法制片。Giemsa 染色。详细的细胞培养和染色体标本制作的程序, 以及染色体畸变的鉴别、统计处理, 均同前文<sup>[2]</sup>。

### 结果和讨论

辐射诱发的赤鹿染色体畸变类型见图版 I 及表 1。

表 1 人、小鹿、赤鹿染色体辐射敏感性的比较

照射剂量(拉德)		250		
		人	小鹿	赤鹿
种类		人	小鹿	赤鹿
染色体臂数		81	46	12
观察细胞数		400	176	450
畸变细胞	数	100	19	42
	%	25.0	10.8**	9.33**
双着丝点体	数	46	3	3
	%	11.50	1.70**	0.67**
双着丝点体+环	数	65	8	14
	%	16.25	4.55**	3.11**

\*\*  $p < 0.01$ , 指和人的相应数值比较

从表 1 的结果可以看出, 人、赤鹿、小鹿的

Shi Liming et al.: Comparison among the Relative Radiosensitivities of Chromosomes in Red Muntjac, Chinese Muntjac and Human-The Relationship of Chromosome Arm Number to Radiation-induced Frequency of Dicentrics

染色体辐射敏感性是有区别的。无论是畸变细胞率、双着丝点体频率或是双着丝点体加环频率,人和两种鹿的差别都有统计上显著性意义,但两种鹿之间的差别则尚未达到显著性水平( $P$ 值均  $> 0.2$ )。如以人的双着丝点体频率为1,则小鹿的为0.15,赤鹿的为0.05。比臂数假说预期的要小,不成线性正比关系(图1)。在Brewen 等的实验中,辐射诱发狨猴(*Saguinus fuscicollis*)的双着丝点频率比预期的要高得多;家兔和人的染色体臂数相似(80和81)。除了Baerska 等<sup>[6]</sup>的资料外,其他一些人的资料<sup>[7-9]</sup>也都表明,家兔淋巴细胞的双着丝点体频率比人的要低一半左右。迄今所知,臂数假说适用于一些动物如小鼠、中国地鼠、山羊、绵羊、猪、沙袋鼠和长鼻袋鼠,但在不少动物如狨猴、猕猴、食蟹猴、松鼠猴、蜂猴、猫、狗和家兔辐射诱发的双着丝点频率与臂数之间似无明确的依从关系<sup>[5]</sup>。我们的结果表明,赤鹿、小鹿属于后一类动物。另外,如果以双着丝点体加环的频率( $D + R$ )为参数,狨猴、家兔、赤鹿和小鹿的 $D + R$ 值和理论上的预期值相差也较大(图2)。

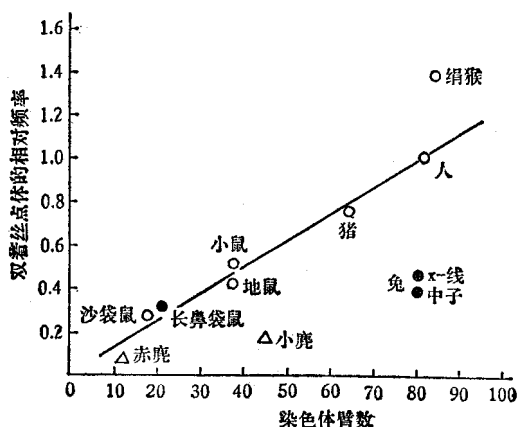


图1 染色体臂数与辐射诱发的双着丝点体频率的关系 (根据 Brewen 等<sup>[3]</sup> Scott 等<sup>[7]</sup> 以及本文的资料绘成)

看来,影响双着丝点体频率的因素是多方面的。Griffin<sup>[10]</sup>认为,细胞核中DNA的含量可能是一个重要的因素。随着细胞DNA含量的增加,交换的频率也相应增加。的确,Wurster<sup>[11]</sup>曾发现人、赤鹿、小鹿细胞的DNA含量是有区

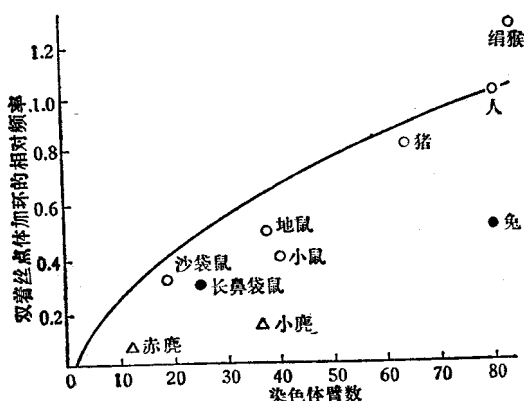


图2 染色体臂数与双着丝点体+环频率的关系 (根据 Clifford<sup>[14]</sup> 以及本文的资料绘成)

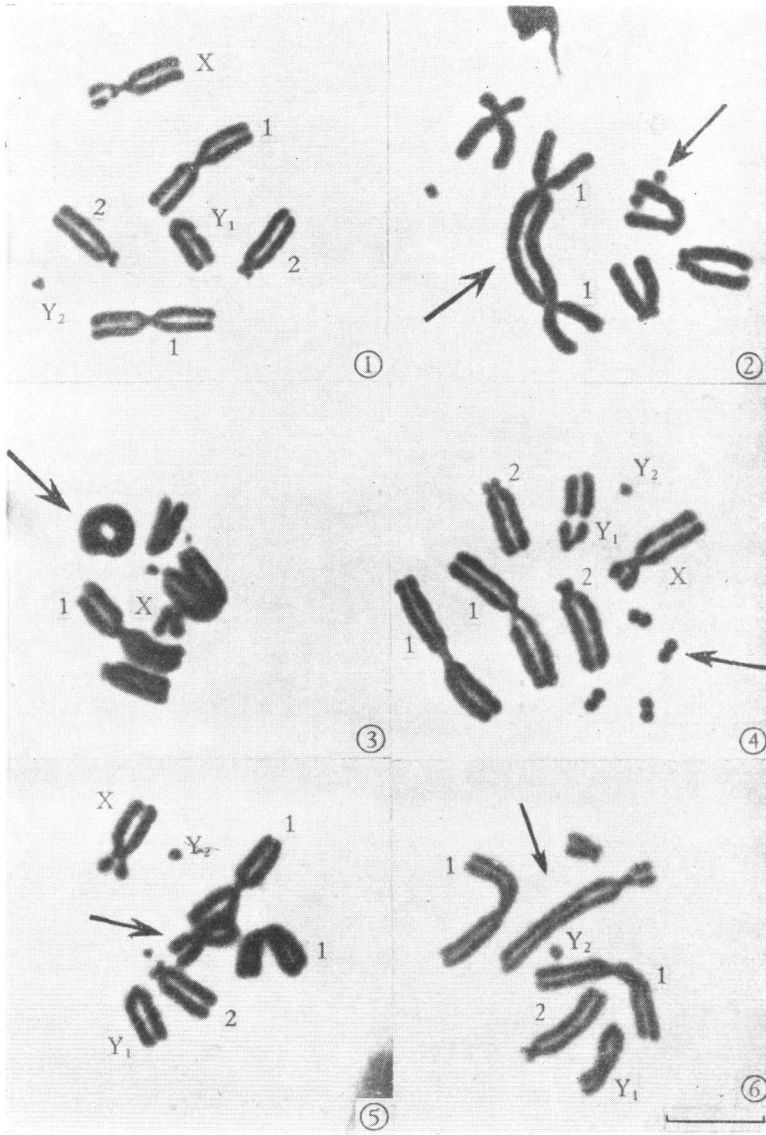
别的,以人的含量为1,则小鹿的为 $0.894 \pm 0.033$ ,赤鹿的为 $0.72 \pm 0.012$ 。初看起来,似乎DNA含量下降,双着丝点体频率也随之下降,但仔细分析一下就可以看到,DNA含量的差异比其双着丝点体频率的差异小得多。显然,不能以此解释为何辐射诱发的双着丝点体频率相差会如此悬殊。因此,除了DNA含量、染色体臂数等因素外,必然还要考虑其他方面的原因。Sasaki 等<sup>[12]</sup>发现,在先天愚型病人的细胞中,辐射诱发的交换率(双着丝点体加环)要比正常人的高两倍。Scott 等<sup>[13]</sup>的资料也表明,在两个相似的小鼠肿瘤细胞系中,虽然染色体的臂数很相近(40和43),但辐射诱发的交换率相差竟达6倍之多。

Scott 等认为,除了染色体臂数,DNA含量,细胞核的体积等因素以外,细胞DNA在辐射损伤后,其精确修复能力的差别也是一个很重要的原因。不同物种细胞的修复能力是不同的。这种精确修复能力的差异是受酶控制的,因而是一个遗传决定的生理过程。但是,现仍缺乏详细的证据,有待深入研究验证。

## 参 考 文 献

- [1] 施立明: 1976. 动物学报, 22:116.
- [2] 施立明、刘爱华等: 1976. 动物学报, 22:213-218.
- [3] Brewen, J. G., R. J. Preston et al.: 1973. *Mutation Res.*, 17: 245-254.
- [4] Savage, J. R. K. and D. G. Papworth: 1973. *ibid.*, 19: 139-143.

(下转本文图版1)



γ-射线诱发的赤鹿染色体畸变(标尺: 10微米)

1. 雄性赤鹿的正常核型。 2. 双着丝点体、断片(由1\*染色体形成)。 3. 环(由2\*染色体和X染色体长臂形成)。 4. 断片(由1\*, 2\*染色体形成)。 5. 臂间倒位(2\*染色体)。 6. 易位(2\*染色体断片接到X染色体上)。

(上接第6页)

[5] Sankaranarayana, K.: 1976. *ibid.*, **35**: 371—386.  
 [6] Baierska, A. and J. Liniecki: 1975, *ibid.*, **27**: 271—284.  
 [7] Scott, D. and T. R. L. Bigger: 1974. *Chromosoma (Berl.)*, **49**: 185—203.  
 [8] Muramatsu, S. and O. Matsuoka: 1975. In *Proc. LAEA Symposium on Biological Effects of Low Level Radiation Pertinent to Protection of Man and his Environment*, pp. 229—236.  
 [9] Leonard, A., G. B. Gerber et al.: 1977. *Mutation*

*Res.*, **45**: 223—231.  
 [10] Griffin, C. S., D. Scott et al.: 1970. *Chromosoma (Berl.)*, **30**: 228—249.  
 [11] Wurster, D. H. and N. B. Atkin: 1972. *Experientia*, **28**: 972—973.  
 [12] Sasaki, M. S. and A. Tonomura: 1974. *Jap. J. Human Genetics* **14**: 81—92.  
 [13] Scott, D., M. Fox et al.: 1974. *Mutation Res.*, **22**: 207—221.  
 [14] Clifford, P.: 1976. *Mutation Res.*, **37**: 141—144.