DOI:10.16016/j.1000-5404.1979.02.026

间均可进行比浊测定，（时间过久，可能会出现一些沉淀，此时可稍加混合即可比浊）。

3. 直线性；钠浓度从56—170 mEq/L之内呈线性关系，达到了临床工作中的要求。

4. 重复试验：取样品三份，每份同时测定七次，其三份样品的标准差分别为0.8 mEq/L，0.9mEq/L，1.34mEq/L；变异系数分别为±0.58%，0.7%，和1.02%。

六、小结：

本文介绍了钠的快速直接比浊法，经过了一年的临床工作实践，效果较为满意。在急诊标本的处理上比火焰光度法还要来的快。过去急诊做一套钾，钠，氯，二氧化碳结合力的测定需时一小时左右，现在只需10分钟左右。提高了工作效率，及时的配合临床抢救工作，此法较稳定，不受个人操作手法的影响，简便，易于掌握。

军事医学

不同射線（Co^{60}-r線及X線）离体照射人外周血誘发的染色体畸变

剂量—效应关系及其相对生物效应的研究

上海市工业卫生研究所　三室　冯嘉林　邵松生
三医大卫生系　防原教研室　罗成基　刘淑珍

60年代初期应用人的外周血淋巴细胞在离体情况下培养，得到完好的中期染色体图像以来，随着方法学的改进，用人血在离体情况下进行辐射导致染色体畸变，从剂量与畸变率的关系来推算体内所吸收的辐射剂量，可作生物剂量仪，在辐射防护方面作为物理剂量的辅助，已被人们广泛接受。在严格控制培养时间、照射时温度等条件下，大多数实验室用染色体畸变来估算事故时受照射人员所受的辐射剂量是成功的，有时与用物理方法测得剂量结果非常一致。尽管，许多实验室重复了畸变与剂量间定量关系的研究，但各实验室之间结果，在所给剂量诱发的染色体畸变绝对值，和剂量—效应曲线的斜率有所不同。因此，每个实验室必将建立自己的剂量—效应校正曲线。由于我国原子能事业的迅速发展，不论平时或战时正确评价受照射人员所接受的辐射剂量是很重要的，因此我们实验室研究了X线以及Co^{60}-γ线在离体情况下照射人外周血淋巴细胞诱发的各类染色体畸变及其与剂量之间关系，以防事故发生时作为临床预测，估算受照

?1994-2016 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

射的剂量，可以较早地采取积极的防治措施。

材料和方法

血液标本取自六位献血员的静脉血（三男、三女），置于肝素抗凝管内，然后每一份血标本分到20只照射小瓶内，每瓶内含全血1.5毫升，其中10小瓶用不同剂量X线照射，另10瓶用不同剂量 Co^{60}-γ 线照射。照射时血标本保持37℃±0.5℃，于照射后2小时再分别进行培养。

培养条件：采用微量全血培养，每瓶培养中含TC—199培养液4毫升，小牛血清1毫升，盐水简法提取的PHA 0.3毫升，青、链霉素各500单位，加全血0.3毫升，于37℃进行培养，48小时后，每瓶培养中加秋水仙素2微克，继续培养6小时后终止。细胞用0.075M的氯化钾低渗处理8分钟，1∶3冰醋酸：甲醇固定二次，然后制片，姬姆萨染色。

照射条件：X线为180 KV，12mA，滤板为0.5mm铜加1 mm铝，距离30cm，剂量率40伦/分。

Co^{60}-γ线为100克镭当量 Co^{60}-γ 治疗机，距离50cm，剂量率26伦/分。

上述二种射线照射各分成10个剂量组，空气剂量为0、5、10、25、50、100、200、300、400、500伦琴。

染色体分析：受到50伦以下照射的各剂量组每个标本均分析100—200只中期分裂相，100伦以上各剂量点每个标本尽可能分析100只中期分裂相（有的剂量点未能分析到）。为了避免看片时加入主观因素，各片均重新随机编号，读片后再找出相应的照射剂量。按照Buckton[1]等对染色体畸变的分类标准进行记录，只计数着丝粒数目在44个以上的中期分裂细胞，根据细胞在第一次分裂周期中双着丝粒体及着丝粒环应伴有一个无着丝粒断片，三着丝粒体伴有二个无着丝粒断片，凡畸变细胞中有上述畸变又有断片者均扣除相应的断片数，剩余的断片才记录为无着丝粒断片，在计算中因三着丝粒染色体是四次击中的产物故折算成二个双着丝粒体，无着丝粒环为二次击中的产物故折算成二个断片。

所有实验资料用最小二乘方进行加权回归分析，配以剂量—效应曲线，根据材料分别配以直线回归 $Y = a + bD$，二次多项式 $Y = a + bD + CD^2$ 或配以幂函数 $Y = a + bD^n$。

结　果

正常人外周血淋巴细胞分别经不同射线离体照射后各类染色体型畸变结果见表1、2。因为是Go期淋巴细胞接受照射，观察到的几乎都为染色体型畸变，染色单体型畸变极少未列入表内。

从表1、2可以见到人体外周血离体经X线或 Co^{60}-γ 线照射后染色体的不稳定性畸变及稳定性畸变均随照射剂量的升高而有增加的趋势，其中微小体及稳定性畸变（染色体互换）由于发生率较小，未作畸变与剂量之间关系分析外，其它均配以不同回归方程，结果见表3。

由于双着丝粒体及着丝粒环需要二次损伤才能形成，可以由一个或二个电离经迹产生，故配以 $Y = bD + CD^2$ 这一模式最合适，见图1，回归线通过原点。也可配以幂函数 $Y = a + bD^n$，见图2。单独双着丝粒体也配以最小二乘方模式，见图3。无着丝粒体大部份由一次损伤产生，虽然有些工作认为断片也可由二次损伤产生，但我们的实验结果配以上述模式不合适，而只能配以 $Y = a + bD$ 模式，在300伦琴以上不呈线性关系，故这一畸变，剂量只配到300拉特，见图4。将总的畸变细胞数配以直线回归，配合适度良好，见图5。

将我们实验中的X线和 Co^{60}-γ 线所诱

?1994-2016 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

表1 X线离体照射人外周血淋巴细胞诱发的染色体畸变（百分率±标准误）

畸变类型 / 剂量(伦)	分析细胞数	双着丝粒体	三着丝粒体	着丝粒环	无着丝粒环	微小体	断片	稳定性易位	畸变细胞数
0	1863	0.05±0.05				0.05±0.05	0.80±0.20		0.80±0.20
5	900	0.22±0.16					2.67±0.55		2.78±0.56
10	765	0.65±0.29					2.48±0.57		3.01±0.63
25	900	0.78±0.29					4.44±0.70		5.0±0.75
50	687	3.49±0.71	0.29±0.21			0.29±0.21	8.15±1.09	0.15±0.15	10.33±1.22
100	479	11.48±1.55		0.68±0.38		0.42±0.30	19.83±2.04	0.21±0.21	22.13±2.15
200	520	34.62±2.58	1.54±0.54	0.96±0.43	0.77±0.38	3.85±0.86	62.88±3.48		52.12±3.16
300	455	71.87±3.96	1.98±0.66	2.19±0.69	2.20±0.68	7.47±1.28	71.43±3.96		63.08±3.73
400	72	134.72±43.24	1.39±1.39	11.11±3.92	6.94±3.10	12.50±4.0	188.89±51.19	1.39±1.39	79.17±10.44
500	239	150.21±7.93	13.81±2.40	7.95±1.82	6.70±1.76	34.31±3.78	155.65±8.07	1.26±0.73	84.94±5.96

表2、Co^{60}-γ线离体照射人外周血淋巴细胞诱发的染色体畸变（百分率±标准误）。

畸变类型 / 剂量(伦)	分析细胞数	双着丝粒体	三着丝粒体	着丝粒环	无着丝粒环	微小体	断片	稳定性易位	畸变细胞数
0	1863	0.05±0.05				0.05±0.05	0.80±0.20		0.80±0.20
5	900	0.22±0.16					2.0±0.47		2.2±0.49
10	855	0.46±0.23					2.57±0.54		2.92±0.58
25	900	0.89±0.31		0.11±0.11			3.56±0.63		4.33±0.69
50	900	1.33±0.38					4.22±0.68		5.11±0.75
100	473	3.95±0.87		0.21±0.21	0.63±0.36	0.21±0.21	9.72±1.43		13.11±1.66
200	517	13.73±1.62		1.35±0.51	0.39±0.27	1.54±0.55	20.12±1.97	0.39±0.27	26.30±2.25
300	472	30.93±2.56	0.42±0.30	1.48±0.56	2.54±0.73	2.74±0.76	53.60±3.38	0.85±0.42	51.48±3.30
400	592	61.65±3.22	1.35±0.48	2.87±0.69	3.21±0.74	3.38±0.76	56.76±3.10	0.68±0.34	65.71±3.33
500	362	96.41±5.17	2.49±0.83	2.49±0.83	3.31±0.96	5.80±1.26	135.91±6.04	2.21±0.78	86.19±4.88

?1994-2016 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

表3 经X线或Co^{60}-γ线不同剂量照射后诱发的各种类型染色体畸变配以不同模式的结果。

畸变类型	配以模式	结果	
		X 线	Co^{60}—γ 线
畸变细胞数	$\hat{Y}=a+bD$	$\hat{Y}=(0.007\pm0.0035)+(2.026\pm0.120)\cdot10^{-3}\cdot D$	$\hat{Y}=(0.008\pm0.005)+(1.52\pm0.103)\cdot10^{-3}\cdot D$
双着丝粒体加着丝粒环	$\hat{Y}=bDn$	$\hat{Y}=14.92\cdot10^{-3}\cdot D^{1.50\pm0.07}$	$\hat{Y}=1.57\cdot10^{-3}\cdot D^{1.33\pm0.25}$
— " —	$\hat{Y}=bD+CD^2$	$\hat{Y}=(3.61\pm0.96)\cdot10^{-4}\cdot D+(2.22\pm0.42)\cdot10^{-6}\cdot D^2$	$\hat{Y}=(1.76\pm1.18)\cdot10^{-4}\cdot D+(3.38\pm0.68)\cdot10^{-6}\cdot D^2$
双着丝粒体	$\hat{Y}=bD+CD^2$	$\hat{Y}=(3.77\pm0.95)\cdot10^{-4}\cdot D+(6.86\pm0.41)\cdot10^{-6}D^2$	$\hat{Y}=(0.69\pm0.70)\cdot10^{-4}\cdot D+(3.69\pm0.26)\cdot10^{-6}\cdot D^2$
无着丝粒断片	$\hat{Y}=a+bD$	$\hat{Y}=(0.002\pm0.007)+(23.74\pm2.92)\cdot10^{-4}\cdot D$	$\hat{Y}=(0.007\pm0.009)+(12.06\pm2.29)\cdot10^{-4}\cdot D$

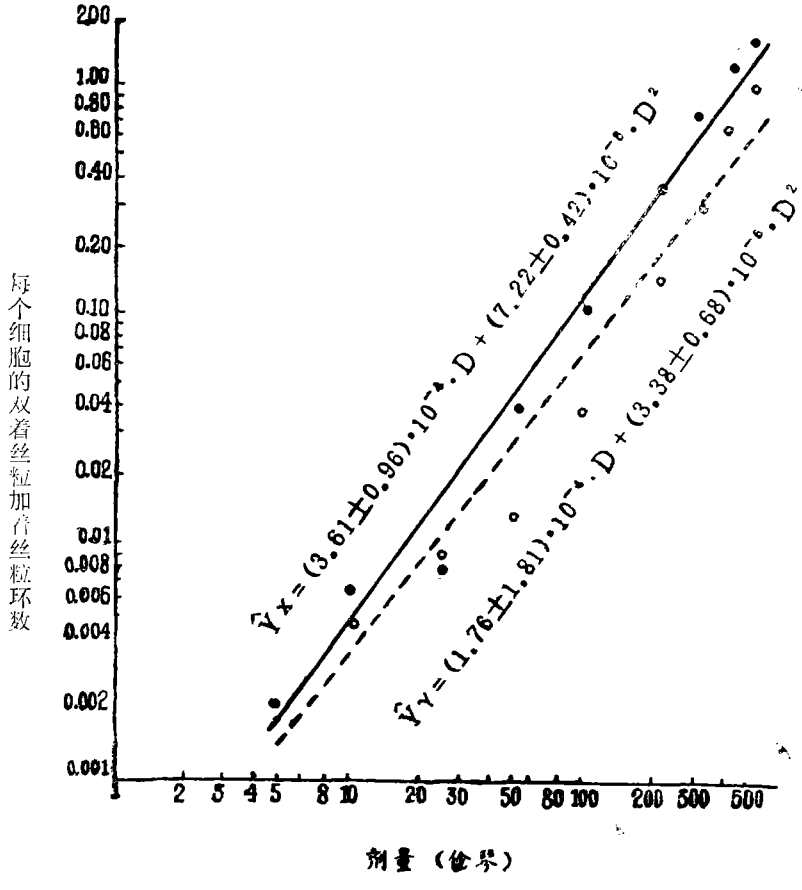


图1 由X线和 Co^{60}-r_i^n线诱发的双着丝粒和着丝粒环通过最小二乘方回归分析算得最小值与实验数据之间的比较。

o——X线　　o------Co^{60}-r线

?1994-2016 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

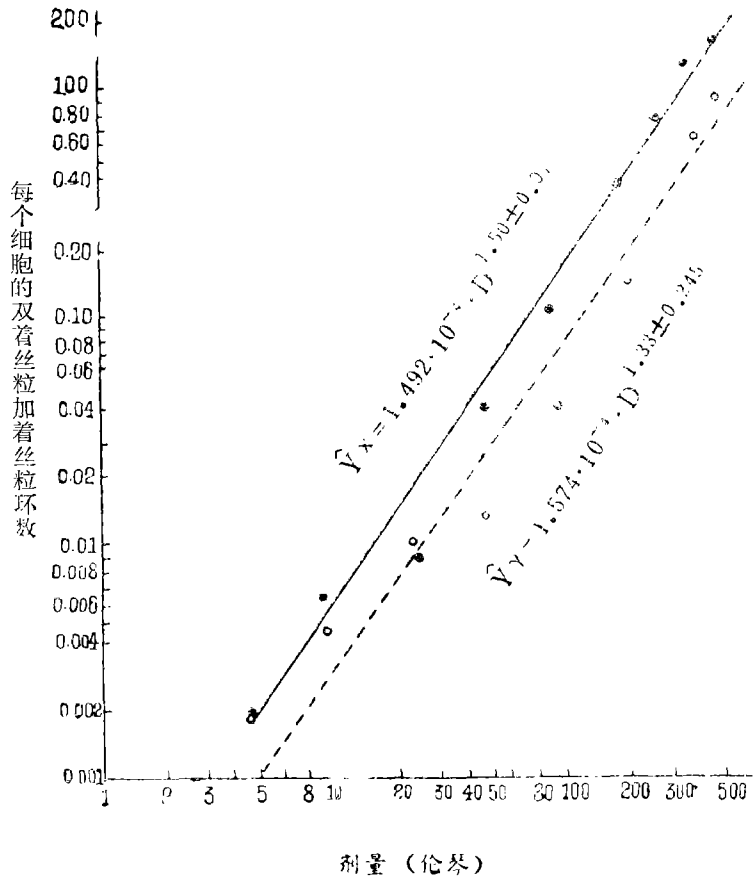


图2　由X线和Co^{60}-r线诱发的双着丝粒和着丝粒环通过幂函数分析得到的剂量——效应曲线与实际数据之间的比较。

∘ ——X线　　∘ ·····Co^{60}-r线

?1994-2016 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

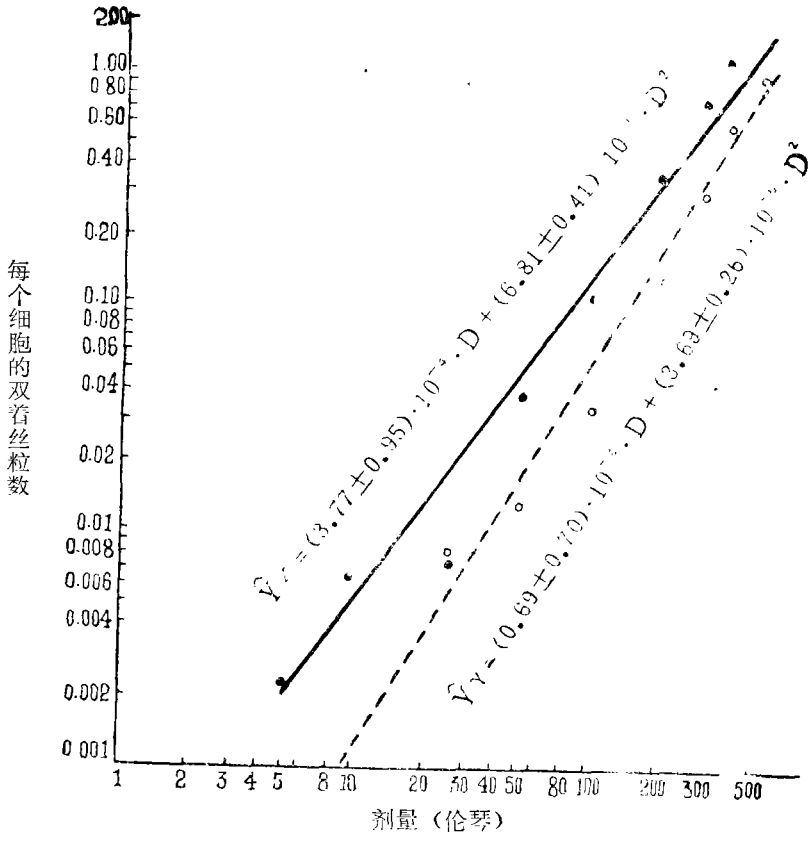


图3　由X线和Co^{60}_r线诱发的双着丝粒体通过最小二乘方回归分析得到的剂量——效应曲线与实际数据之间的比较。
○———X线
○·····Co^{60}_r线

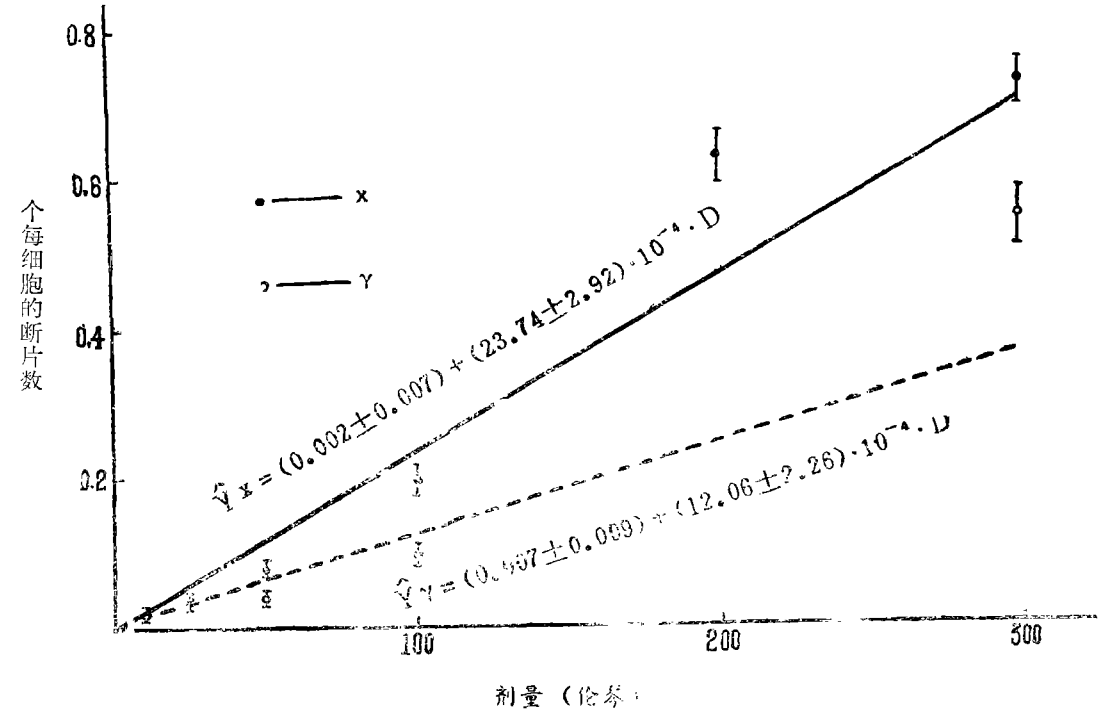


图4　由X线和Co^{60}_r线诱发的无着丝粒断片通过直线回归分析得到的剂量——效应曲线与实际数据之间的比较。　○———X线　○ ·· Co^{60}_r线

?1994-2016 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

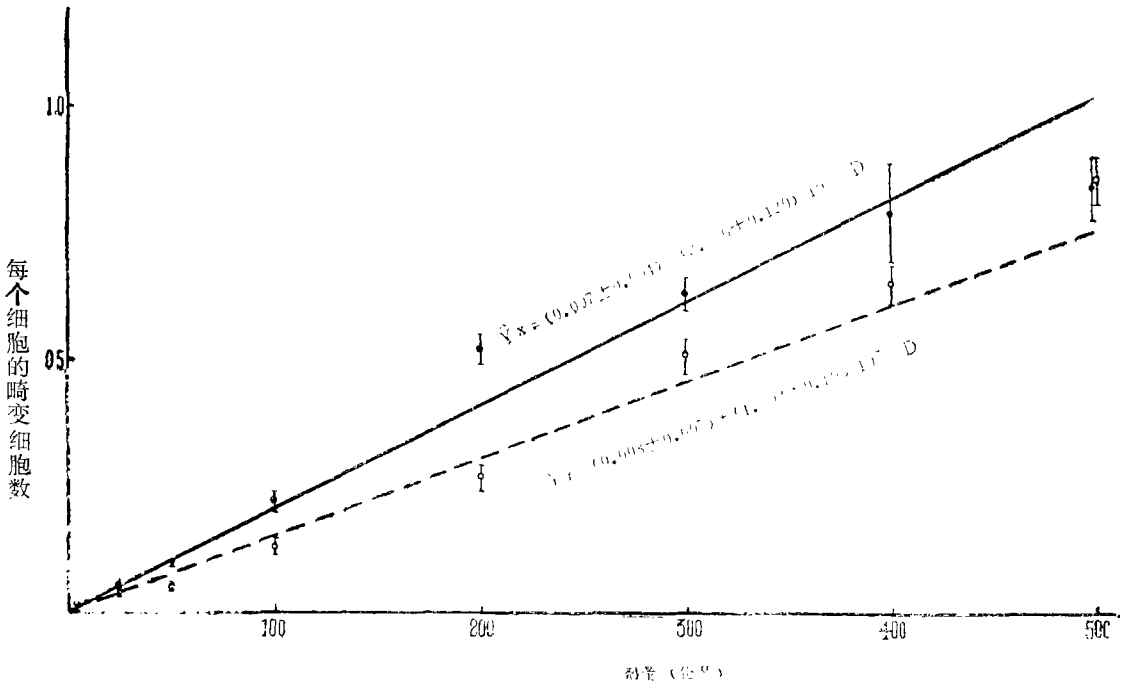


图5　由X线和Co^{60}-r线诱发的畸变细胞数通过直线回归分析得到的剂量效应曲线与实际数据之间的比较。　　o——X线　　o·····Co^{60}-r线

发的双着丝点体加着丝粒环配以最小二乘方的结果，求得X线与Co^{60}-γ线的相对生物效应。（见表4）。

表4　由X线与Co^{60}-γ线诱发的双着丝粒加着丝粒环的相对生物效应

Co^{60}-r线剂量(伦琴)	相对生物效应 $\frac{Dx}{Dr}$
5	0.51
10	0.53
25	0.56
50	0.60
100	0.63
200	0.65
300	0.66
400	0.67
500	0.67

平均相对生物效应 = 0.61

从表四可见随着剂量的升高，相对生物效应值略有升高，在100伦琴以下较明显，平均相对生物效应为0.61。

讨　　论

国内外对于不同射线离体照射人外周血诱发淋巴细胞染色体畸变的工作做得很多，但是，在标准条件下的实验即未受PHA刺激的全血、照射时温度维持在37℃、培养时间控制在54小时以下，在淋巴细胞第一次分裂周期内，尽可模拟体内情况下的工作并不多。虽有Lloyd（1975）[5]及周焕庚(1977)的总结，但各家所得结果不尽相同。可能和射线的性质、能量、剂量率的不同有关。我们的实验结果也如此，但是数据基本在这一范畴内，与Lloyd（1975）的结果相接近。证实各实验室必须要有自己的实验数据。在标准条件下进行的离体实验所得系数，用以推

$$\text{相对生物效应} = \frac{\text{诱发一定数量染色体畸变所需的X线剂量}}{\text{诱发相同数量染色体畸变所需的}\gamma\text{线剂量}}$$

?1994-2016 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

算体内所受辐射剂量与用物理剂量测得结果比较是接近的[2][4][9]。

平时原子能工业中，意外照射的发生大多数是小剂量水平，但对小剂量的研究只有少数工作[5][7][8]。考虑到剂量—效应曲线的实用价值，要从大剂量的实验中外推到小剂量准确度就大受影响，因此我们的实验设计是从小剂量2伦开始的。从结果分析，双着丝粒加着丝粒环在50伦琴时，不论X线或Co^{60}-γ线照射一次击中与二次击中的数值接近相等。在25伦时一次击中机会即为二次击中机会的二倍，在更低剂量时倍数就更高（见表5）。因此，我们认为在50伦琴以上

表5 不同剂量的X线或Co^{60} γ线照射后双着丝粒体加着丝粒环的bD与CD^2值之比较

剂量(伦)	bD／CD^2	
	X 线	Co^{60}—r 线
5	10.00	10.41
25	2.00	2.08
50	1.00	1.04
200	0.25	0.25
500	0.10	0.10

剂量的推算，是以二个电离经迹形成二次击中为主，采用双着丝粒体加着丝粒环这一指标，配以 $Y = bD + CD^2$ 模式为妥。而50伦以下照射是以一次击中为主，双着丝粒体加着丝粒环的阳性发现率低，采用上述该指标误差就可能较大，在低剂量时无着丝粒断片的发生率较高，且双着丝粒及着丝粒环即使有发现也是以一次击中畸变为主的。故采用总的畸变细胞数，既包括无着丝粒断片又包括双着丝粒加环。用直线回归 $Y = a + bD$ 予以推算就更为合理，而且在这样小的剂量估算时可忽略剂量率的影响。根据 Brewen (1971) [8] 以及 Lloyd 等[10]工作，剂量率主要影响系数c，而对系数b影响不大，在b值大于c的情况下，剂量率的影响可忽略不计，但在大剂量事故情况下，剂量估算是以 CD^2 为主，应用染色体剂量—效应曲线时，必需要考虑剂量率的影响。

关于相对生物效应主要是研究各种射线对人类染色体危害的相对程度，从我们的实验结果看，X线与 Co^{60}-γ 线诱发相等数量的双着丝粒体加着丝粒环类型的染色体畸变的平均相对生物效应为0.61，从5伦到500伦整个照射范围内变化不大（见表5）。与周焕庚等(1977)所得相对生物效应不同，而与Scott (1970) [11] 以及 Brewen 等(1972) [12] 得到的对于这两种射线的相对生物效应的类型是一致的，而整个剂量范围内变化不大，Scott 从这二种射线诱发的双着丝粒畸变的幂次求得RBE为0.82，而Brewen从这二种辐射的直线系数求得的 RBE 为 0.75，我们的换算中是考虑到这类畸变的直线部份，也考虑到指数部份。此外，照射和培养条件也不尽相同，因此得到的 RBE 的值不同，但总的可以说由X线产生的电子经迹引起的染色体畸变的能力比 Co^{60}-γ 线要大。

小　结

应用X线或 Co^{60}-γ 线不同剂量离体照射人外周血诱发淋巴细胞的染色体畸变。严格控制实验在接近整体内情况下进行，得到这二种射线的剂量—效应曲线，剂量范围从5伦—500伦，用最小二乘方加权回归分析对各种类型的染色体畸变配以不同模式，认为应用双着丝粒体加着丝粒环这一类型染色体畸变，配以 $Y = bD + CD^2$ 这一模式在50伦以上比较精确，50伦以下小剂量照射时最好应用总的畸变细胞数，配以 $Y = a + bD$ 模式更为恰当，因50伦以下照射形成的畸变是以一次击中为主。这二种射线形成的双着丝粒体加着丝粒环的相对生物效应平均值为0.61。

参 考 资 料

1. Buckton, K. E. et al: World

?1994-2016 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

Health Organization 1973
2. Buckton, K. E. et al: Int. J. Radiat. Biol. 19:369—378,1971
3. 周焕国，郑斯英等：生物化学与生物物理学报9(2) 147,1977
4. Bajerska, A. et al: Mutation Res. 27(2):271—284,1975
5. Luchnickel, N. V. et al.: Mutation Res. 36:363—378 1976
6. Vulpis, N. et al.: Int. J. Radiat. Biol. 29(6):595—600,1976
7. Kucerova, M. et al.: Int. J. Radiat. Biol. 21(4):389—396,1972
8. Schmid, E. et al.: Int. J. Radiat. Biol. 26(1):31—37,1974
9. Brewen, J. G.: Mutat. Res. 12:305—315,1971
10. Lloyd, D. C. et al. Int. J. Radiat. Biol. 28(1):75—90,1975
11. Scott, D. et al.: Mutat. Res. 9:225—327,1970
12. Brewen, J. G. et al.: Radiat. Res. 49:647 1972

八种女性素类药物对狗急性放射病治疗作用的初步观察

中国医学科学院分院第四研究室　三医大卫生系防原教研室

国内大量的研究工作证实女性素类药物对狗急性放射病的防治具有比较好的效果，并且通过临床证实其中某些药物对放疗患者具有提升和改善周围血白细胞的作用。根据四川省抗放药物协作组的要求，我们对经小动物筛选证明抗放效价较高的几种女性素进行了狗急性放射病治疗的初步试验，借以寻找效价高、毒性低，更为满意的防治急性放射病药物。为了避免各种因素的影响，便于相互比较，选择了八种药物，加上疗效已经肯定的炔雌醇，同时进行了观察，初步得到可喜的结果。

材料和方法

一、药物

共九种药物，分组如下：

组　别	药　物　名　称
1	△ 1、3、5（10）雌三烯—〔17,16碳〕吡唑—3甲醚
2	17α—甲基—雌二醇
3	△ 1、3、5（10）雌三烯—17醇
4	△ 1、3、5（10）雌三烯—3羟基
5	16α—溴代—雌酚酮—3甲醚
6	雌三醇—三磷酸酯钠盐
7	3β—二乙氨基乙氧基雌酚酮
8	炔雌醇—3丁二酸酯
9	炔雌醇
10	麻油对照

?1994-2016 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net