



图1 不同浓度涕灭威对金鱼的毒性
1——24h 存活率 2——48h 存活率
3——96h 存活率

复正常,游动灵活,不久即能自由觅食。后一种现象表明,涕灭威中毒的金鱼,即使染毒96h,仍可恢复正常。这种中毒与恢复很可能与涕灭威对胆碱酯酶抑制与去抑有关。

从图1可以准确地得到涕灭威对金鱼的半数致死浓度。24h、48h、96h分别为13.0mg/L、10.0mg/L、7.4mg/L,

本试验中涕灭威对金鱼96h的LC₅₀为7.4mg/L,与国外报道的涕灭威对红鲮鱼毒性相近。

涕灭威对金鱼的安全浓度及其验证:
根据安全浓度 = LC₅₀(48小时) × 0.1 的公式求得涕灭威对金鱼的安全浓度为1.0mg/L,

在前述的试验条件下,配置1.0mg/L的涕灭威溶液。放入10尾金鱼,进行安全浓度验证试验,设对照组比较,试验时间为一个月。每天加饵料一次,每周用同一浓度涕灭威溶液更换一次,对照组每周换清水一次。结果表明,在1.0mg/L浓度下,金鱼与对照组的一样,全部存活,证明1.0mg/L是涕灭威对金鱼的安全浓度。

参 考 文 献

[1] The Royal Society of Chemistry, Aldicarb, *The Agrochemicals Handbook* A005/Oct. 83; The University Nottingham NG 72 RD England, 1983.
[2] 湖南医学院卫生学教研组编,卫生毒理实验方法,第174—177页,人民卫生出版社,1979年。
[3] 中国医学院卫生研究所著,水质分析方法,第327—329页,人民卫生出版社,1979年。
[4] 山田宏彦,滝木善之,生态化学,6(1),21(1983).

¹⁴⁷钷连续多次摄入人体内的蓄积特性及诱发骨髓细胞染色体的畸变*

朱寿彭 郑斯英 王崇道 曹根发 赵秀英
(苏州医学院放射医学系)

在核爆炸的混和裂变产物中,¹⁴⁷钷是一种较重要的污染物,因为它所占的份额较高,可污染环境而导致摄入人体的可能性^[1]。近年来,由于¹⁴⁷钷在核辅助动力装置系统中的广泛使用,也可意外释出而造成环境污染^[2]。而且,目前在发光涂料工业中,多采用¹⁴⁷钷来

代替²²⁶镭作为激发能源,从而可以减少电离辐射对职业工作者的危害,但随之又增加了¹⁴⁷钷摄入人体的机会^[3]。考虑到在现场使用¹⁴⁷钷时有多次连续被摄入机体的实际情况,

* 中国科学院科学基金资助课题。

我们从放射毒理角度出发,研究了¹⁴⁷钷在连续多次摄入体内时的蓄积特性和诱发骨髓细胞致突变效应的关系,以期为揭示¹⁴⁷钷对机体的损伤特点和寻找医学处理措施,提供必要的依据。

本研究工作分下列两部分实验:

一、液体闪烁法探讨¹⁴⁷钷连续多次摄入体内时的代谢特性

实验观察是在体重为 $108 \pm$ 标准差(SD)18g的24只雄性大白鼠体中进行的。在连续5天中给动物经尾静脉注入放射纯和化学纯的¹⁴⁷钷-硝酸盐,其放射量为每天 $100 \mu\text{Ci}/\text{kg}$,并于末次注入后的2h、10、20和91d的不同间隔阶段,观察¹⁴⁷钷在体内的蓄积以及持续91d的尿、粪排除过程。所有实验大白鼠均置于有机玻璃代谢装置中,按时收集尿、粪样本^[4]。各组大白鼠按不同观察时间分批由颈动脉放血处死,每批处死5只,收集血液样本,迅速解剖,取出肝、肾、肺和股骨(皮质、松质各半)组织,分别称取50mg,同时取粪50mg,吸取尿液 $50 \mu\text{l}$,放置到低钾液体闪烁测量杯中,按我们已建立的匀相透明液制备法处理各器官组织和尿、粪样本^[4]。值得指出的是,在本实验中,我们还对坚硬组织(骨皮质)作先行剪碎处理,然后加入高氯酸消化,过氧化氢脱色,在 80°C 加热1h,冷却后加入助溶剂乙二醇丁醚,最后加入0.6%的PPO-甲苯闪烁液,获得了该组织的匀相透明液体。所有实验的软组织和坚硬组织标本,在制成匀相透明液后,放入到双道液体闪烁计数器中作匀相法测定。观察标本经过淬灭校正,最后计算出每g组织含放射性量与理论上每g组织平均分配量的比值^[5],以及每天尿、粪排除总量占实际摄入机体中放射性总量的百分比^[6],并且用最小二乘法配线^[7],求出¹⁴⁷钷在体内的滞留方程和排除方程。

实验研究发现,在持续三个月期间的不同阶段,测得血液和各主要器官组织中的蓄

积动态见表1。可以观察到在¹⁴⁷钷连续5天,每天以 $100 \mu\text{Ci}/\text{kg}$ 的放射量摄入机体后的各不同观察阶段,都以在骨骼中的蓄积量为最高,呈选择性滞留于骨组织中。

表1 连续5天静脉注入¹⁴⁷钷-硝酸盐 $100 \mu\text{Ci}/\text{kg}$ /天后在不同间隔时内主要器官组织中的蓄积动态变化

器官组织	每g组织含放射性量与每g组织理论上平均分配量的比值($\bar{x} \pm \text{SD}$)			
	2(h)	10(d)	20(d)	91(d)
血	1.8 ± 0.4	0.6 ± 0.2	0.4 ± 0.1	0.3 ± 0.1
肝	246.2 ± 32.2	138.2 ± 43.0	42.8 ± 8.0	6.8 ± 1.8
骨	267.9 ± 53.5	357.6 ± 97.7	227.4 ± 34.5	182.7 ± 30.6
肾	105.7 ± 26.2	77.4 ± 21.2	36.4 ± 4.0	12.7 ± 5.8
肺	116.5 ± 30.8	34.5 ± 28.6	31.1 ± 24.3	6.4 ± 2.5

关于¹⁴⁷钷连续5天摄入后在体内总的滞留过程,以相对百分比表示观察到¹⁴⁷钷的体内蓄积过程仅仅在开始有较快降低,以后的降低趋势极为缓慢。我们估算了¹⁴⁷钷在连续5天摄入后的滞留方程为:

$$R(t) = 0.115e^{-\frac{0.693}{5.89}t} + 0.879e^{-\frac{0.693}{1155}t} \\ = 0.115e^{-0.1176t} + 0.879e^{-0.0006t}$$

可见¹⁴⁷钷连续5天摄入后在体内的滞留过程,包括两个不同快慢组分的滞留半减期: $T_1 = 5.89\text{d}$; $T_2 = 1155\text{d}$ 。即快组分的滞留半减期为5.89d,而慢组分的滞留半减期则长达1155d之久。

观察¹⁴⁷钷在尿和粪中的总排除动态规律亦用最小二乘法配线^[7],求得其排除方程如下:

$$E(t) = 0.0262e^{-\frac{0.693}{1.05}t} + 0.0054e^{-\frac{0.693}{10.31}t} + 0.0019e^{-\frac{0.693}{121.58}t} \\ = 0.0262e^{-0.660t} + 0.0054e^{-0.067t} + 0.0019e^{-0.0057t}$$

可见¹⁴⁷钷连续5天摄入机体后自尿和粪中总排除的快组分半排期 $T_1 = 1.05\text{d}$,而 $T_2 =$

10.31d, 至于慢组分半排期则较长如 $T_3 = 121.58d$.

二、体外细胞培养法探讨 $^{147}\text{钷}$ 连续多次摄入后诱发骨髓细胞致突变效应

实验选用 18 只雄性大白鼠, 分对照组和 $^{147}\text{钷}$ 连续多次摄入组进行观察. $^{147}\text{钷}$ 组在连续 5 天由尾静脉注入大白鼠放射纯和化学纯的 $^{147}\text{钷}$ 硝酸盐 $100\mu\text{Ci}/\text{kg}/\text{d}$ 后, 并于末次摄入 $^{147}\text{钷}$ 后的 2h 阶段, 即选择 $^{147}\text{钷}$ 已在骨骼中呈现选择性蓄积时, 由颈动脉放血处死, 迅速取出完整股骨, 分离出骨髓细胞作体外培养; 采用止血钳挤出骨髓液约 0.2ml, 用无菌操作法注入预先装有 5ml RPMI-1640 培养液的培养瓶中, 放置在 37°C 培养 24h 后, 随即加入 0.01g/ml 的秋水仙素 1 滴, 继续培养 4—6h, 然后离心制片, 用磷酸缓冲液稀释 10 倍 Wright 液, 然后染色, 最后镜检染色单体

断裂和染色体断裂的发生.

结果发现, 正常对照大白鼠组的骨髓细胞染色体畸变率波动在 $1.37 \pm 0.78\%$ 范围内如表 2 所示. 当机体连续 5 天摄入 $^{147}\text{钷}$ $100\mu\text{Ci}/\text{kg}/\text{d}$ 后, 仅仅在末次摄入后的 2h 阶段, 已可诱发骨髓细胞的染色体畸变率呈明显增升至 $2.82 \pm 0.42\%$, 且其诱发的畸变大部分是属单体型的.

讨论和结论

从放射毒理学角度来看, 考虑到放射性物质对机体产生的作用和引起的损伤效应, 是与其在体内的代谢特性密切相关联的^[1]. 当裂变产物 $^{147}\text{钷}$ 连续多次摄入机体后, 从实验观察所得的滞留方程的慢相滞留半减期来看, 要长达 1155d 之久. 又从排除方程的慢组分半排期来看, 也有 121.58d. 这些数据提示 $^{147}\text{钷}$ 摄入机体后, 其自然排除极为缓慢, 且

表 2 机体连续 5 天静脉注入 $^{147}\text{钷}$ -硝酸盐 $100\mu\text{Ci}/\text{kg}/\text{d}$ 后诱发体外培养骨髓细胞染色体畸变

组别	观察 大白鼠数	细胞培 养时间 (h)	总计受辐 照时间 (d)	中期分裂相			畸变率% P 值	
				观察 细胞数	畸变数目			
					染色体 单体 断裂	裂隙		染色体 断裂
对照组	1	24	—	301	3	0	1	1.33
	2	24	—	300	1	0	0	0.33
	3	24	—	300	3	0	0	1.00
	4	24	—	300	0	0	1	0.33
	5	24	—	300	3	0	0	1.00
	6	24	—	300	7	0	0	2.33
	7	24	—	300	6	0	0	2.00
	8	24	—	300	8	0	0	2.67
	9	24	—	300	3	0	1	1.33
	10	24	—	300	3	0	1	1.33
	总计 10			3001	37	0	4	1.37 ± 0.78 —
$^{147}\text{钷}$ 组	1	24	连续 5 天摄入	301	3	3	4	3.32
	2	24	连续 5 天摄入	336	6	1	0	2.08
	3	24	连续 5 天摄入	300	2	6	0	2.67
	4	24	连续 5 天摄入	300	4	2	0	2.00
	5	24	连续 5 天摄入	326	10	3	0	3.99
		总计 5			1563	25	15	4

有 87% 以上的 ^{147}Pu 在机体组织中,尤其在骨组织中呈牢固蓄积态,极难排除,而且该核素具有高度的亲骨有机质的特性,可在骨骼的有机质部位和骨髓腔内呈选择性蓄积^[8]。因而有必要探讨机体在连续多次摄入 ^{147}Pu 时诱发骨髓细胞致突变效应的危险性。结果发现,当机体连续 5 天摄入 ^{147}Pu $100\mu\text{Ci}/\text{kg}/\text{d}$ 后,即可引起骨髓细胞染色体畸变率的明显增升,要比同期对照组高出两倍多。而从诱发的畸变类型来看,大多是属于单体型的。

参 考 文 献

- [1] 朱寿彭,放射毒理学,第一版,第 310—312 页,原子能出版社,北京,1983。
 [2] McClellan R. O., *Aerospace Med.*, **36**(1), 16 (1965).
 [3] Жанодилов ш., *Гиг. труда проф. забол.*, (1), 42 (1973).
 [4] 朱寿彭等,中国药理学报 **3**(3), 197(1982).
 [5] 朱寿彭等,核防护 (2), 28(1979).
 [6] 朱寿彭等,环境科学 **2**(4), 14(1981).
 [7] ICRP Publication, *Limits for intakes of radionuclides by workers*. 30. Part 1, P. 91. NY: ICRP Publ., 1978.
 [8] 朱寿彭等,放射医学与防护, **3**(3), 59(1980).

· 环境信息 ·

北 美 猛 禽 数 目 回 升

由于环境中 DDT 和其他农药残留水平下降,至少有五种北美食肉猛禽数目回升。在七十年代,白隼、秃鹰、草原鹰、苍鹰、穴隼数目锐减。科学家把这种现象归咎于农药,特别是 DDT 致使鸟类生殖能力衰退。美国康奈尔大学鸟类学家说,近 14

年来鸟类种群增加了。白隼在七十年代初期濒临灭绝,科学家们对其数目增加特别感到鼓舞。

[仲氏摘译自 *Environ. Sci. & Technol.*,
20(2), 109 (1986).]

大气中的臭氧浓度和几个气象变量的统计相关性

李 文 李金龙 王玉英 李晓明 唐孝炎

(北京大学技术物理系)

臭氧是大气中的微量组分之一,它对于生命物质是至关重要的,作为大气中的一种二次污染物,臭氧也受到了普遍的重视。一般认为气温、湿度和日照等气象因子是影响大气中臭氧浓度的重要因素。北京市是重要的工业城市,位于北纬 40° ,北京地区大气中臭氧情况怎样?与一些气象因子的关系如何?我们希望通过实验有所了解,通过对监测数据的统计,寻找它们之间的关系,为今后

的烟雾箱实验、模式计算、污染预测以及其它有关臭氧的研究工作提供一些资料。

一、实验

大气中臭氧浓度的监测是采用荷兰飞利浦公司生产的 PW 9771 型臭氧监测仪(罗丹明 B 化学发光法),用硼酸碘化钾化学法^[1]标定仪器。气温和湿度采用上海生产的 ZJ₁ 型温湿度计测定。监测地点在北京大学,采