

单次注入氘水后氘在孕鼠体内的代谢和转移

吕慧敏 周湘艳 李 莉 张志兴

(卫生部工业卫生实验所, 北京100088)

摘要 妊娠小鼠单次注入氘水后, 在分娩后第3.5 d 活杀, 测定了哺乳鼠和仔鼠组织中的氘活度, 并估算了仔鼠出生第3.5 d 时组织中的剂量率和计算了母体氘向仔鼠的转移系数。结果表明, 氘进入动物体内后在各组织之间基本上呈均匀分布, 仔鼠组织中的氘活度高于哺乳鼠组织中的氘活度。仔鼠的组织剂量率与受照剂量和受照时间有关。三个实验组的转移系数无明显差异, 不受照射剂量的影响。但照射时间对转移系数有一定的影响。

关键词 氘水, 代谢, 转移系数, 孕鼠, 放射性核素迁移

氘是 β 辐射体的放射性核素之一, 通常主要以氘化水的形式存在于环境中。它很容易与水中的氢交换而随食物链等途径进入到人体。对氘在体内的代谢、转移和剂量的研究是氘的生物效应研究的基础。本文重点探讨氘在孕鼠体内的分布、代谢及母体氘通过胎盘、乳汁向仔代转移的规律。

1 材料和方法

1.1 材料

实验动物为 $C_{57}BL$ 纯种系小鼠, 鼠龄9—10周, 体重22—26 g(从北京医科大学动物供应部购得)。按雌雄3:1合笼交配24 h, 以查到阴栓的日期为妊娠零天。

氘水由中国科学院上海原子核研究所提供, 放射性浓度为37 GBq/ml, 用蒸馏水稀释至适当浓度并经北京剂量院标定。

1.2 方法

实验分三组, 每组设0.2、0.4和0.6 Gy三个剂量点, 每个剂量点用3只孕鼠。第一组在妊娠第7 d、第二组在妊娠第12 d、第三组在妊娠第16 d通过腹腔一次注入不同剂量的氘水, 所有的实验动物均在孕鼠分娩后3.5 d活杀。解剖后取出被测组织立即准确称重, 并用少量高氯酸和双氧水湿灰化, 60—80℃下灰化大约3 h。样品灰化完全后转移到20 ml的小测量瓶中, 并向瓶中加入闪烁液体系, 放入液闪仪中进行计数测量, 计算样品中氘活度和估算剂量率。

2 结果和讨论

2.1 哺乳鼠和仔鼠组织中的氘活度

在孕鼠妊娠后的第7 d、12 d或第16 d时, 向其腹腔一次注入不同浓度的氘水。母、仔鼠分别在分娩和出生后的第3.5 d同时被活杀, 测定它们主要组织器官中总氘的百分浓度。即样品中

收稿日期: 1992-01-29

Tab 1. The relative concentrations of tritium in tissues of mother mice or baby mice

Tissue	0.2 Gy			0.4 Gy			0.6 Gy		
	7 d	12 d	16 d	7 d	12 d	16 d	7 d	12 d	16 d
Mother mice									
Stomach	0.84	7.08	12.42	0.76	5.63	11.15	1.18	5.03	10.03
Lung	0.81	6.40	11.92	0.73	5.25	11.32	0.93	5.14	10.77
Brain	0.77	5.89	11.02	0.72	4.59	10.22	0.89	4.27	10.34
Liver	0.94	6.27	11.92	0.81	5.47	11.37	1.06	4.93	11.77
Small intestine	0.96	7.02	11.13	0.77	6.14	11.03	0.92	4.60	11.04
Spleen	0.80	6.53	11.30	0.83	5.03	10.86	0.88	4.48	10.89
Kidney	0.85	6.18	12.00	0.63	4.33	9.95	1.00	4.34	10.93
Muscle	0.81	6.49	12.40	0.65	4.65	9.87	1.01	4.62	9.79
Heart	0.79	6.34	10.76	0.59	4.61	10.73	0.79	4.66	9.80
Blood	0.97	6.89	10.62	0.80	5.08	10.85	0.94	4.27	9.51
Baby mice									
Stomach	1.60	8.59	15.36	1.36	6.93	17.73	1.59	6.64	17.39
Lung	1.59	8.58	15.50	0.98	6.90	15.08	1.55	6.32	15.40
Brain	1.55	7.66	15.10	0.98	6.21	14.79	1.26	5.16	15.47
Skin	1.65	9.32	17.67	1.35	7.29	16.81	1.34	5.35	16.16
Liver	1.74	9.23	16.64	1.38	7.26	16.50	1.49	6.17	17.00
Small intestine	1.74	8.86	15.12	1.46	6.74	14.72	1.44	5.50	15.07

注：组织中氚活度计算是三只动物组织混合均匀后的测定结果

所测得的氚活度与母体所注入氚活度之比的百分浓度，用下式表示^[1]：

$$\text{氚的百分浓度} = \frac{\text{每克湿组织样品中所测得的氚活度 (Bq)}}{\text{每克孕鼠体重所注入的氚活度 (Bq)}} \times 100\%$$

从表 1 看出，同一时间向孕鼠腹腔一次注入氚水，在 0.2、0.4 和 0.6 Gy 的剂量下，氚在哺乳鼠组织中和在仔鼠组织中按指数下降规律呈均匀分布。各实验均表明，仔鼠组织中的氚活度普遍高于哺乳鼠组织中的氚活度。其相对浓度分布与孕鼠氚水中毒的时间有关，而与剂量关系不大。哺乳鼠和仔鼠组织中的氚百分浓度均高于妊娠第 12 d 或妊娠第 7 d 的。原因可能是由于成鼠和幼鼠组织中水含量不同，或生长发育速度和代谢能力不同有关。

2.2 仔鼠组织中的剂量率

按照下列公式，估算了出生第 3.5 d 部分仔鼠组织的剂量率^[2]

$$D = (51.2/3700)A \cdot E$$

Tab 2. Dose rates (10^{-3} Gy/d) in baby mice tissue at the age 3.5 days

Tissue	0.2 Gy			0.4 Gy			0.6 Gy		
	7 d	12 d	16 d	7 d	12 d	16 d	7 d	12 d	16 d
Stomach	1.1	5.9	12	1.9	9.8	22	3.2	11	39
Lung	1.1	6.1	12	2.2	9.4	23	3.2	13	34
Brain	1.1	5.3	11	1.4	8.7	22	2.6	11	28
Skin	1.2	6.4	11	1.9	10.0	25	2.8	14	36
Liver	1.2	5.9	13	1.9	9.7	25	3.1	—	38
Small intestine	1.2	6.4	12	1.9	10.0	22	3.0	12	34

式中 A 为组织中氚活度 (kBq/g), E 为氚的 β 射线平均能量 ($5.7 \times 10^{-3} \text{MeV}$)。

从表 2 所列剂量率看出, 各组织之间剂量率的分布比较均匀。仔鼠组织中的剂量率与孕鼠氚水中毒的剂量有关, 其剂量率 0.6 Gy 组 $> 0.4 \text{ Gy}$ 组 $> 0.2 \text{ Gy}$ 组, 另外也与孕鼠注入氚水的时间有关, 由于氚经过生物代谢和粪便的排泄, 妊娠第 7 d 注入氚水的孕鼠所产仔鼠组织剂量率比妊娠第 12 d 或妊娠第 16 d 组的低。

2.3 母体氚向仔鼠的转移系数

氚水注入动物体内后在各组织之间基本上呈均匀分布^[3], 母体注入氚水后氚是否可通过胎盘和乳汁向仔鼠进行转移? 与母体相比其辐射危害如何评价? 本文将仔鼠出生第 3.5 d 时所测得的部分组织中的氚活度与哺乳鼠组织中的氚活度之比称之为母体氚向仔鼠的转移系数, 计算结果如表 3。

Tab 3. Transfer coefficient of tritium from mother mice to baby mice during the different period of the pregnant

Tissue	0.2 Gy			0.4 Gy			0.6 Gy		
	7 d	12 d	16d	7 d	12 d	16 d	7 d	12 d	16 d
Stomach	2.01	1.21	1.38	1.36	1.35	1.33	1.47	1.21	1.53
Lung	1.88	1.34	1.24	1.80	1.38	1.41	1.32	1.32	1.34
Brain	1.81	1.26	1.42	1.90	1.09	1.40	1.57	1.20	1.63
Liver	1.85	1.47	1.40	1.70	1.26	1.46	1.40	1.25	1.50
Small intestine	1.96	1.30	1.26	1.34	1.31	1.48	1.67	1.23	1.38

转移系数可用来评价母体在妊娠周期或哺乳期受氚水照射后对后代所造成的辐射影响。从结果看出, 母体在妊娠期和哺乳期体内所含有的氚可毫无阻碍地通过胎盘和母乳转移给仔代。三个实验组之间没有大的差异, 转移途径可能主要是通过胎盘和吸母乳。但妊娠第 7 d 的比 12 d 或 16 d 的高。可能是由于幼鼠生长发育快, 体细胞的合成大于分解, 因此氚进入体内后有个积累过程, 持续时间长, 氚的积累量也相应增多。仔鼠出生后第 3.5 d 活杀时其组织中的氚活度均高于其母体的相同组织, 其转移系数普遍大于 1, 有的接近 2, 因此, 可认为在辐射防护中不能忽略辐射对仔代的影响。

参 考 文 献

- 1 Takeda H, Arai K, Iwakura T. Radiat. Res., 1985, 26: 131
- 2 Takeda H J. Radiat. Res., 1991, 59: 843
- 3 周舜元. 中华放射医学与防护杂志, 1986, 6: 316

METABOLISM DISTRIBUTION AND TRANSFER OF TRITIUM IN PREGNANT MICE AFTER EXPOSURE TO TRITIUM WATER

Lü Huimin Zhou Xiangyan Li Li Zhang Zhixing
(*Laboratory of Industrial Hygiene, Ministry of Public Health, Beijing100088*)

ABSTRACT Tritium water with three kind of different dose was single injected intraperitoneally to pregnant mice in the various time. The tritium concentration in the tissues from mother mice were measured on the 3.5 days after mother mice parturition. Dose rates in baby mice were estimated, as well as the transfer coefficient of tritium from mother mice to baby mice calculated based on the tritium concentrations. The results of the experiment showed that tritium was almost uniformly distributed among the tissues after exposure to tritiated water at three experimental groups. However, it was found that relative concentrations of tritium in the baby mice tissues were consistently higher than that in mother mice tissues for three experimental groups. The relative concentration of tritium in the tissues was not affected by the different dose but developing on the exposure time. The results of radiation dose rates from baby mice estimation at the end of exposure showed that the higher radiation dose rates was found in the mice exposed to tritiated water during 7.5 days.

The transfer coefficient of tritium from mother mice into baby mice was almost no different among the three radiation dose groups. The highest transfer coefficient was observed in mother mice exposed to tritiated water during 16.5 days, however it was not found that transfer coefficient were higher in the mother mice exposed to tritiated water during 11.5 days than that of 7.5 days.

KEYWORDS Tritiated water, Metabolism, Transfer coefficients, Pregnant mice, Radionuclide migration