

高^[4], 这表明在体和离体照射产生的效应不同, RNA 聚合酶 I 和 II 对电离辐射的敏感性可能有差异。

一般认为, 辐射引起 RNA 代谢改变, 出现在照后 1—3 小时^[12]。我们的实验, 三种酶活性, 均随着照射后时间的延长而抑制加深, 照后 2 小时可见到最大的抑制效应。而且, 照射后早期 (10 分钟) 即出现这种抑制效应, 过去未见这样的报道, 因此是研究淋巴细胞间期死亡的原因时值得注意的线索。

本实验照后 10 分钟、1 小时和 2 小时分离的细胞核, 转录活性均低于对照组, 在反应初期有明显的活性突发性升高, 且 0—60 分钟内的反应时间与 ³H-UTP 的掺入失去线性关系 (图 4)。这种现象类似于提高反应温度对转录活性的影响^[13], 这可能是因为电离辐射损伤了核结构, 因而降低了转录的稳定性。照后 4 小时的细胞核, 虽然转录活性较对照组也显著降低, 但是高于照后 2 小时组, 而且反应初期无明显的突发性升高, 因而 0—60 分钟的反应时间与标记前体的掺入呈线性关系。这可能反映了这些核结构没有或很少受到损伤, 或者损伤后已恢复了细胞活性。综上所述, 我们推测照后 4 小时, 由于辐射敏感细胞的损伤和死亡, 以及细胞核分离时人为地破坏了一些受损伤细胞, 致使最终具有转录活性的细胞核中, 辐射不敏

感的比例增加, 因而此时较多地表现出对辐射不敏感细胞的转录活性。而在之前较多地反映受损的辐射敏感细胞的转录活性。

受方法的限制, 全身照射后的组织匀浆处理难以分辨辐射敏感和不敏感细胞的生化改变。根据我们的经验, 如果选择照后 4 小时内的细胞核, 研究辐射对转录的影响, 是可以反映受损伤的辐射敏感细胞的情况。

参 考 文 献

- [1] Orkin, S. H. et al.: *Proc. Natl. Acad. Sci. U. S. A.*, **74**, 2475, 1977.
- [2] Robert, H. G. et al.: *Biochemistry*, **18**, 4923, 1979.
- [3] Patil, M. S. et al.: *Int. J. Radiat. Biol.*, **27**, 363, 1975.
- [4] Zhivotovsky, B. O. et al.: *Int. J. Radiat. Biol.*, **42**, 199, 1982.
- [5] 山村雄一·森沢成司编, 时常仁等译: 《免疫应答》, 191, 1981.
- [6] Ueno, K. et al.: *Biochemistry*, **20**, 634, 1981.
- [7] Burton, K. A. A.: *Biochem. J.*, **63**, 315, 1956.
- [8] Dauphinais, C.: *Eur. J. Biochem.*, **114**, 487, 1981.
- [9] 中国医学科学院第七研究室: 《同位素技术及其在生物医学中的应用》, 31, 1977.
- [10] Klovwen, H. M.: *Biochem. Biophys. Acta.*, **42**, 366, 1960.
- [11] Agarwal, S. S.: *Cancer Res.*, **41**, 3973, 1981.
- [12] Altman, K. I. et al.: *Radiat. Biochem.*, Vol II, 49, 1970.
- [13] Ernest, M. J. et al.: *Biochemistry*, **15**, 824, 1976.

[本文于 1984 年 5 月收到]

微波辐射对小白鼠的生物效应研究

I. 血液淋巴细胞中 cAMP 水平的变化

吴 同 乐

(中国科学院生物物理所, 北京)

近年来, 微波技术已广泛应用于工农业生产和国防、医学、科研等方面, 并已普及到民用。因此, 有关微波辐射对人类健康的影响以及生物学效应已成为亟待解决的课题。

鉴于环磷酸腺苷 (cAMP) 是作为第二信使, 调节

着体内的生化过程和生理功能, 因而受到广泛的重视^[1-3]。本文从观察微波辐射引起小白鼠血液淋巴细胞中 cAMP 水平的变化入手, 为研究微波辐射作用机理提供资料。

一、材料与方 法

1. 实验动物 健康雄性成熟的小白鼠 36 只, 体重为 25—30 克。除对照外, 按所受微波辐射的不同剂量随机分成三组, 每组 9 只。

2. 微波辐射条件 微波功率源是采用 X_{H} , 标准信号发生器, 产生频率为 2450 兆周/秒的连续波, 功率为 10—20 毫瓦的微波。通过 FWI 微波功率放大器 (阳极电压 1.5kv); 放大系数约为 800—1000 倍。放大器输出约为 15 瓦左右的连续波功率, 再经天线喇叭使微波功率成球面辐射状, 距喇叭口的单位面积功率密度分别为 $100\text{mW}/\text{cm}^2$ 、 $70\text{mW}/\text{cm}^2$ 、 $34\text{mW}/\text{cm}^2$ 。

在进行微波辐射时, 将小鼠置于一特制的有机玻璃小盒中(在盒的四周开有小孔), 暴露时间为 3 分钟。

3. 淋巴细胞的分离及样品制备 利用血液中各种细胞成分的比重不同, 采用聚蔗糖 (Ficoll)-泛影葡胺分层液将抗凝血层叠在比重为 1.075 左右, 再经过适当的速度离心, 即可分离出较纯的淋巴细胞^[4]。

样品经过 TCA 处理和水饱和乙醚抽提后, 在真空下抽干, 置冰箱中保存备用^[1]。

4. cAMP 含量的测定及计算 利用 cAMP 与特异性蛋白激酶结合时, 标记及非标记 cAMP 竞争抑制的原理^[5,6]。

5. 闪烁液体系 采用 PPO-POPOP-二氧六圆闪烁体系, 用 Beckman LS9800 型自动液闪计数器进行测量。

二、结果与讨论

关于微波辐射对机体损伤及生物学效应的研究已有不少报道^[7,8], 但尚未见到有关微波辐射作用下血液淋巴细胞中 cAMP 含量变化的研究。表 1 是小白鼠全身接受不同剂量微波辐射后血液淋巴细胞中 cAMP 含量变化。

表 1

微波辐射剂量 (mW/cm ²)	动物数	cAMP Pmol/10 ⁶ 细胞 ($\bar{x} \pm S.E$)	ρ 值
100	9	0.78 ± 0.05	<0.01
70	9	0.71 ± 0.04	<0.05
34	9	0.68 ± 0.05	<0.1
对照组	9	0.49 ± 0.07	—

从以上结果可以看出, 经过微波辐射作用后各组

血液淋巴细胞中 cAMP 水平比对照组都有不同程度的增高, 其中以 $100\text{mW}/\text{cm}^2$ 和 $70\text{mW}/\text{cm}^2$ 组尤为明显。34mW/cm² 组与对照组相比较虽然也有升高, 但不显著。

激素是作为第一信使传递着信息的物质, 而 cAMP 是作为第二信使广泛存在于细胞之中。在一般情况下细胞内 cAMP 的浓度是以以下方式而维持在体内的平衡:



这一平衡一旦受到外界因素的影响, 即有可能遭到破坏。影响细胞内 cAMP 水平变化的因素很多, 但主要受腺苷酸环化酶和磷酸二脂酶的活性所控制, 因此, 当催化 cAMP 合成的腺苷酸环化酶受到激活时, cAMP 水平相应增高。

微波辐射对机体作用的机理, 还不十分清楚, 但是, 高强度的辐射可能是一种有害的刺激, 因此小白鼠受到微波辐射 (100 、 70 、 $34\text{mW}/\text{cm}^2$) 作用后就有可能引起机体内代偿功能的失调, 表现有交感神经的兴奋和多种内分泌腺激素的增多, 催化了靶细胞膜上的受体部位, 激活了存在于膜上的腺苷酸环化酶活性, 从而将三磷酸腺苷 (ATP) 转化为 cAMP, 提高了细胞内 cAMP 水平。这可能是微波辐射作用后, 小白鼠血液淋巴细胞中 cAMP 水平增高的原因。

承高能所王友智等同志提供微波辐射条件, 谨致谢意。

参 考 文 献

- [1] G. Alan Robison, et al.: *Cyclic AMP and cell Function*. Annals New York Academy of Science, Vol. 185 1971.
- [2] Schwartz, R. S.: *Progress in Clin Immun.*, Vol. 3 115—153 1977
- [3] Alton, L. Steiner et al: *J. R. C.* Vol. 247 No. 4. 1114, 1972.
- [4] 李其英等: 《实用医学临床检验》630, 湖北人民出版社, 7 1980
- [5] 吴同乐等: 《生物化学与生物物理进展》5 期 1983 年
- [6] 原子能研究所: 《环-磷酸腺苷测定药箱说明书》。
- [7] 浙江医科大学微波研究室编译: 《微波生物学效应》, 3, 1981.
- [8] Michel, J. Schmidt et al: *Science.*, V. 173, 1142, 1971.

[本文于 1984 年 8 月 11 日收到]