

微波停照后1天就可以观察到生精细胞的损伤,停照后7天加重,停照后14天、30天最严重。

上述结果与邹蓁宾等报道^[4]用2450MHz微波照射结果基本一致。但邹蓁宾等认为42℃以上可产生避孕效果,低于39℃无效。Kase等^[7]指出转化的细胞对43℃最敏感,低于40℃不会引起破坏。本实验照射后升至38℃也引起了睾丸生精过程的破坏。

二、细胞的膜结构对微波照射敏感。Baranski证明微波形成的电磁场可以改变膜的离子分布,影响它的电性质和功能^[9]。McKee指出微波影响生物膜的结构和功能^[9]。我们通过电镜也观察到生殖细胞的膜结构破坏明显,而且出现较早,表现为以下几种类型:1.质膜和核膜的双分子层不牢固,照射后膜结构模糊不清,冷冻蚀刻可见膜蛋白移动,断裂面破碎;2.膜表面外突或内陷;3.核膜双膜断裂,核质与胞质沟通;4.核

膜间隙和内质网肿胀、扩张、线粒体破坏、空化。

参 考 文 献

- [1] 吕友勇:《生理科学进展》,15卷(1期),62—67,1984。
- [2] James, R. Okeson: *IEEE Transaction on Biomedical Engineering*, Vol. BME-31 No 1, 1984.
- [3] Fahim, M. S.: *Fertility & Sterility*, 28: 823—831, 1977.
- [4] 邹蓁宾等:《全国部分省市物理抗生育会议资料》,96—99,1981。
- [5] 李维信等:《解剖学报》,14卷,3期,322—325,1983。
- [6] 万启智等:《全国部分省市物理抗生育会议资料》,58—65,1981
- [7] Kase, et al: *Nature*, 225—228, 1975.
- [8] Baranski, S, et al: *Biological Effects of Microwave* (ed. by Stradbury Dowden Hutchinson and Ross), 1976.
- [9] McKee, B. 1: *Proc. IEEE*, 68: 84, 1980.

III. 对角膜细胞染色体的影响

陈采琴

樊蓉

张素茗

(中国科学院生物物理研究所,北京) (中国科学院高能物理研究所,北京)

随着微波技术在工业、国防、医疗、通讯等部门的广泛应用和空间电磁强度的不断增加,微波辐射已成为危害人们身体健康的一种因素,联合国人类环境会议已把微波列入必须控制的造成公害的主要污染物之一。

关于首先微波导致人眼损害的研究,最早是由Hirsch在1952年报道:一名雷达技术工人,在1500—3000MHz频段,功率密度100毫瓦/厘米²下工作一年后,发现双侧性白内障。此后,不少研究者表明,大强度暴露导致人眼晶状体混浊,患白内障发生。1978年Yao, K. T. S^[1]曾报道微波辐射对中国田鼠角膜上皮细胞染色体的影响,而国内至今未见有这方面的报道。我们用微波照射小白鼠角膜细胞,并就微波辐射对其染色体的影响作初步探讨。

一、材料与方 法

1.微波照射 X_{B-1}标准信号发生器作微波辐射源,工作频率2450兆周/秒,经Fw-1微波功率放大器,输出功率为15瓦左右的连续波,再经天线喇叭使其微波功率成球面辐射状。

将小鼠四肢固定在有机玻璃板上,此板直接放在渗碳的泡沫塑料构成的微波吸波材料上,以防止微波反射。照射时除了将小鼠头部暴露外,其余部分均屏蔽。照射源距离小鼠眼部1.5—4厘米。眼球接受的

功率密度分别为86毫瓦/厘米²—68毫瓦/厘米²。

2.动物分组 实验材料选用64只成熟的雄性昆明种小鼠,随机分为5组,详见表1。各组均在照射后24小时取材制片。

表1 微波辐射小白鼠角膜细胞染色体畸变率

实验组别	照射剂量(时间)	动物数	观察细胞数	染色体畸变数	染色体畸变率(%)
对照		16	300	0	0
组 I	68毫瓦/厘米 ² (10分钟)	12	300	4	1.3±0.66
组 II	68毫瓦/厘米 ² (20分钟)	11(12)*	300	3	1.0±0.58
组 III	86毫瓦/厘米 ² (10分钟)	11(12)*	300	7	** 2.3±0.88
组 IV	86毫瓦/厘米 ² (20分钟)	6(12)*	300	6	** 2.0±0.82

* 本组原有12只小鼠,照射中途时有死亡,括号外数字为存活的小鼠数,** P<0.05。

3.实验方法 操作程序参照樊蓉等人的工作^[2]。

二、结果与讨论

1.染色体畸变率观察 从表1可见,微波辐射后

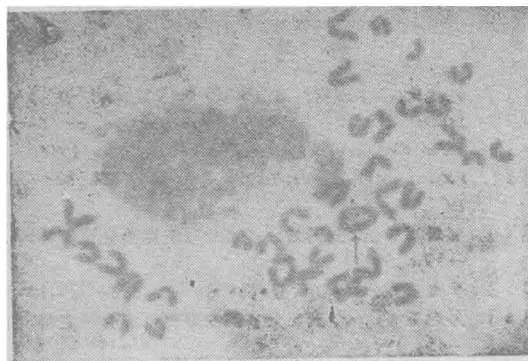


图1 着丝点环(箭头所指)

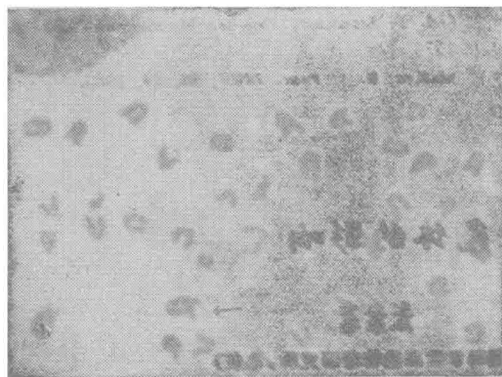


图2 断裂(箭头所指)

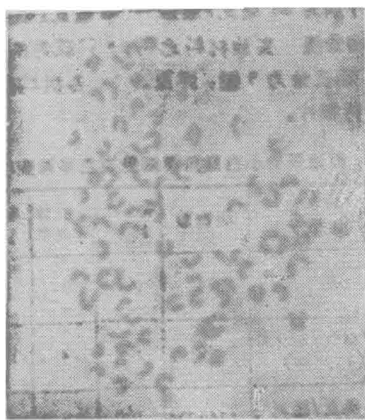


图3 多倍体

24小时,组 I、II、和组 III、IV 染色体畸变率为 1%—1.3%,和 2.3%—2%。与对照组相比组 III、IV 的畸变率明显增高 ($p < 0.05$),组 I、II 无明显差异 ($p > 0.05$)。无论是组 III 与组 IV,组 II 与组 I,高强度组与低强度组之间相比,其染色体畸变率均无显著性差异。

根据初步观察,在组 III、IV 中,除了染色体断裂、断片外,还见到着丝点环(图1)。组 I、II 主要是断裂、断片(图2)。高强度组与低强度组均能观察到多倍体增加(图3)。

众所周知,核内染色体的损伤在放射病的发生与发展中有重要作用。微波是否诱发染色体畸变,从而对机体有造成危害,各家说法不一^[3]。根据我们初步实验结果认为,微波辐射与电离辐射所诱发染色体畸变虽具有染色体损伤的一般特点及规律,但却存在着量的差异,即微波引起染色体畸变率比电离辐射低,这可能是由于微波能量较电离辐射低所造成的。对染色体损伤机理尚待进一步研究。

关于微波对晶状体的损害,文献上一致认为大剂量微波照射后可致白内障。造成晶状体混浊的原因是微波的热效应。因眼球无覆盖层,晶状体又无血管散热,因此辐射后晶状体温度可高达 55℃,使晶状体蛋白质凝固和酶系统出现代谢障碍。根据我们初步实验结果,认为大强度微波辐射可致畸变率增加,这与 Yao^[1]报道的结果类似。至于微波对角膜的热效应问题,我们认为角膜位于表层,易散热。另外与波长有关,据文献记载,波长 3 厘米,角膜温度最高;波长 8.5 厘米时,晶状体前皮质层温度最高,波长 12.5 厘米时,晶状体后皮质层温度最高。我们所用的波长在 12 厘米左右,所以温度升高不明显。目前尚没有公认微波致角膜损伤的形态学特征。因此在临床上确诊微波引起角膜细胞损伤尚有困难。即使如此,我们仍应高度重视微波辐射对眼的危害。

参 考 文 献

- [1] Yao, K. T. S.: *Heredity*, **69**(6), 409, 1978.
- [2] 樊蓉等:《生物化学与生物物理进展》3, 1985.
- [3] McRae, D. I. et al.: *Rad. Res.*, **85**, 340, 1981.

[本文于 1984 年 3 月 19 日收到]