

低功率密度微波辐射对小鼠脂质过氧化物的影响

全松 王泰清 陶松贞

第四军医大学生物教研室, 西安

微波是一种高频电磁波, 应用日趋广泛, 与微波接触的人数和空间微波辐射强度逐渐增加。不少文献报道微波辐射具有致畸、致突变和致癌作用, 已被列为造成公害的主要环境污染因素之一, 日渐引起人们的关注^[1-3]。本实验研究的目的在于观察低功率密度微波辐射对小鼠脂质过氧化的影响, 探讨其与微波“三致”作用的关系。

材料和方法

材料: 选择成年雄性 BALB/B 小鼠, 体重 18~20 克(本校动物中心提供), 随机分为对照组、微波照射组, 每只小鼠 24 只。

微波照射处理: 采用 WB-74 型微波电疗机, 频率 2450 MHz, 波长 12.24 cm, 经波导管与照射笼相连, 照射笼内设无回波装置, 将小鼠分批装入有孔的照射盒, 置于照射笼内, 以 30 mW/cm² 的微波照射, 每只 1 小时, 共照射 8 天, 对照组行假照射。

血中超氧化物歧化酶(SOD)及脂质过氧化终产物—丙二醛(MDA)的测定: 从鼠眼眶取血, 肝素抗凝, 分别用 Flohe's 法^[4] 和 Kuno's 法^[5] 测定血中 SOD 活力和 MDA 浓度。

小鼠肛温的测定: 用 7071 型半导体测温仪测量小鼠照射前、后肛温的变化。

结果

微波辐射对小鼠血中 SOD 活力的影响: 见表 1

从表 1 可看出微波照射后, 小鼠血中 SOD 活力较对照组显著降低 ($P < 0.01$)。

微波辐射对小鼠血中 MDA 浓度的影

表 1 血中 SOD 活性的变化 (u/ml 血)

| 组别 | 例数 | 均数 ± 标准差 |
|-------|----|---------------|
| 对照组 | 24 | 142.3 ± 16.3 |
| 微波照射组 | 24 | 104.3 ± 15.7* |

* $P < 0.05$

响: 见表 2

表 2 血中 MDA 浓度的变化
(n mol/ml 血)

| 组别 | 例数 | 均数 ± 标准差 |
|-----|----|--------------|
| 对照组 | 24 | 4.04 ± 1.64 |
| 照射组 | 24 | 5.64 ± 0.58* |

* $P < 0.01$

从表 2 可看出微波照射后, 小鼠血中 MDA 浓度较对照组明显升高 ($P < 0.01$)。

血中 SOD 活力与 MDA 浓度的关系: 见图

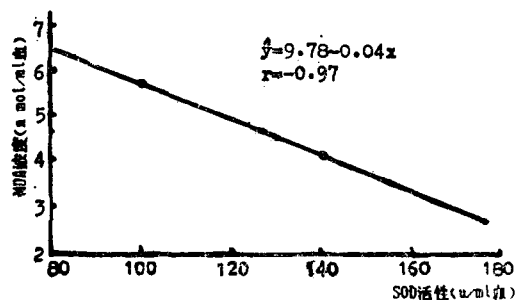


图 1 血中 SOD 活力与 MDA 浓度回归直线

作直线回归处理, 发现血中 SOD 活力与 MDA 浓度的变化成良好的负相关 ($P < 0.01$)。

小鼠肛温的变化: 微波照射后, 小鼠肛

温由照射前的 $35.5 \pm 0.3^\circ\text{C}$ 升至 $37.8 \pm 0.4^\circ\text{C}$, 对照组假照射后肛温未见变化。

讨 论

微波辐射诱发畸变、突变及癌变作用久为人知, 其作用途径 Leonard 等认为是微波辐射直接损伤 DNA 结构或者是通过微波辐射增强化学物质、物理因素对 DNA 的损伤^[8]。业已证明, 自由基、脂质过氧化在基因突变、染色体损伤及畸变、肿瘤的发生等过程中起重要作用^[7], 微波辐射的“三致”作用, 其过程中是否也涉及到自由基、脂质过氧化, 尚不清楚, 也未见低功率密度微波辐射对脂质过氧化影响的文献报道。

本实验结果表明, 低功率密度微波全身重复照射小鼠, 其血中 SOD 活力降低, 脂质过氧化产物 MDA 浓度升高, 并且二者呈显著负相关(见图 1), 提示低功率密度微波辐射可抑制 SOD 活力, 增强脂质过氧化反应。其作用途径为: (1) 微波照射后, 组织温度轻度升高, 一定范围内的温度升高可促进脂质过氧化反应^[8]; (2) 微波照射抑制 SOD 活力, 超氧阴离子(O_2^-)代谢减弱、浓度升高、脂质过氧化反应增强, 后者的作用更为重要。脂质过氧化反应可产生烷自由基($\text{R}\cdot$), 直接攻击 DNA 或 RNA, 与碱基的双键起加成反应, 其代谢产物 MDA 也可和核酸上的 $-\text{NH}_2$ 共价交联成 Schiff 碱。当形成的自由基不能被及时清除时, 此类反应继续进行, 造成 DNA 损伤和基因突变, 引起细胞分裂异常、癌变、子代畸形等^[9]。因此, 我们认为微波辐射的“三致”作用与其抑制 SOD 活力、促进脂质过氧化反应有关。

(致谢: 本实验得到西安电子科技大学

朱鹏九、赵涪深老师的热情帮助, 本室王利兵、石继红的大力协助, 在此一并表示感谢)。

参 考 文 献

1. Foster KR, Guy AW. The Microwave Problem. *Sci Am.* 1986; 255(3): 28
2. Sagripanti JL, et al. Microwave Effects on Plasmid DNA. *Radiat Res.* 1987; 110: 219
3. Saninti R, et al. B16 Melanoma Development in Black Mice Exposed to Low-Level Microwave Radiation. *Bioelectromagnetics.* 1988; 9: 105
4. Flohe L, Otting F. Superoxide dismutase assays. In: Packer L, ed. *Methods in Enzymology.* New York: Academic Press, 1984; 105: 93-96
5. Kunio Y. Assays of lipid peroxide in blood. In: Packer L, ed. *Methods in Enzymology.* New York: Academic Press, 1984; 105: 318-321
6. Leonard A, et al. An evaluation of the mutagenic, carcinogenic and teratogenic potential of microwaves. *Mut Res.* 1983; 123: 31
7. Schaich KM, Borg DC. Radiomimetic Effects of Peroxidizing Lipids on Nucleic Acids and Their Bases. In: Mors W, et al, ed. *Oxygen radicals in chemistry and biology.* Berlin, Walter de Gruyter Co, 1984; 603-606
8. Issels RD, et al. Effects of hyperthermia condition on the reactivity of oxygen radicals. *Free Radical Res Commun.* 1986; 2(1-2): 7
9. 曹锡清. 脂质过氧化对细胞与机体的作用. *生物化学与生物物理进展.* 1986; 2: 17