

1 800 MHz 电磁辐射对大鼠皮肤组织氧化应激的影响

张媛¹⁾, 武惠欣²⁾, 周浩³⁾, 李宏玲⁴⁾, 刘松⁵⁾, 吴锡南⁶⁾

(1) 昆明医科大学生物医学工程研究中心; 2) 公共卫生学院, 云南昆明 650500; 3) 广州市职业病防治院, 广东广州 510620; 4) 广东省职业病防治院, 广东广州, 510300; 5) 深圳市光明新区疾病预防控制中心, 广东深圳, 518000; 6) 昆明医科大学研究生部, 云南昆明 650500)

[摘要] 目的 识别 1 800 MHz 电磁辐射对大鼠皮肤组织氧化应激的影响. 方法 采用 0.5 mW/cm² 和 1.0 mW/cm² 功率密度的 1 800 MHz 电磁辐射对雄性 SD 大鼠连续暴露对 21 d, 每天 12 h, 然后测定其皮肤组织中的超氧化物歧化酶 (SOD)、谷胱甘肽过氧化物酶 (GSH-Px) 和过氧化氢酶 (CAT) 活性. 结果 0.5 mW/cm² 组强度下暴露组大鼠皮肤中 SOD、GSH-Px、CAT 活性低于虚拟暴露组, 差异均有统计学意义 ($P < 0.05$); 1.0 mW/cm² 组的暴露组和虚拟暴露组皮肤组织中 SOD、GSH-Px、CAT 活性差异没有统计学意义 ($P > 0.05$). 结论 在本次实验条件下, 0.5 mW/cm² 的功率密度的 1 800 MHz 电磁辐射致使大鼠皮肤组织中 SOD、GSH-Px 和 CAT 的活性降低, 导致皮肤产生氧化应激反应.

[关键词] 电磁辐射; 皮肤; 氧化应激

[中图分类号] R994.6[文献标识码] A [文章编号] 1003 - 4706 (2013) 05 - 0007 - 03

Effects of Oxidative Stress in Skin of Rats after Exposure to 1 800 MHz Electromagnetic Irradiation

ZHANG Yuan¹⁾, WU Hui-xin²⁾, ZHOU Hao³⁾, LI Hong-ling⁴⁾, LIU Song⁵⁾, WU Xi-nan⁶⁾

(1) Biomedical Engineering Research Centre; 2) School of Public Health, Kunming Medical University, Kunming Yunnan 650500; 3) Guangzhou No.12 Hospital, Guangzhou Guangdong 510620; 4) Guangdong Prevention and Treatment Center for Occupational Disease, Guangzhou Guangdong 510300; 5) Guangming District Center for Disease Control and Prevention, Shenzhen Guangdong 5180000; 6) Graduate Department, Kunming Medical University, Kunming Yunnan 650500, China)

[Abstract] Objective To identify the effects of oxidative stress radiation on skin of rats after exposure to 1 800 MHz electromagnetic. Methods The SD rats were exposed to 1 800 MHz electromagnetic radiation 12 hours everyday (0.5 mW/cm² and 1.0 mW/cm² power density) for 21 days, and then the activity of superoxide dismutase (SOD), glutathione peroxidase (GSH-Px) and catalase (CAT) were determined. Results With 0.5 mW/cm² power density, the activities of SOD, GSH-Px and CAT in skin of experimental group were lower than those of control group ($P < 0.05$). With 1.0 mW/cm² power density, the difference of the activities of SOD, GSH-Px and CAT in skin between the experimental group and the control group had not statistical significance. Conclusion After exposure to 0.5 mW/cm² power density of 1 800 MHz electromagnetic, the activities of SOD, GSH-Px and CAT were decreased in skin that lead to the oxidative stress in skin of rats.

[Key words] Electromagnetic Irradiation; Skin; Oxidative stress

[基金项目] 国家自然科学基金资助项目 (30771773)

[作者简介] 张媛 (1983~), 女, 云南昆明市人, 硕士, 助理实验师, 主要从事环境卫生学与职业卫生学研究工作.

[通讯作者] 吴锡南. E-mail:xinanw@yahoo.com.cn; 刘松. E-mail:zhhfuxing@yahoo.com.cn

在移动通讯技术成熟的今天,手机已经成为人们日常生活的必备品,移动电话的电磁辐射有多大,其对生物体健康的影响受到越来越多的关注.早期的研究主要集中在其与脑瘤的关系和对神经系统的影响方面.虽然移动电话使用时,离头部最近,但是随着现在移动电话基站的覆盖越来越密集,不能不考虑其带来的远场辐射威胁,而皮肤组织就是首当其冲可能受到损害的组织.有研究证明通常手机天线平均发射功率为 0.25 W,通过这种天线辐射测得的大脑温度升高最大幅度为 0.11℃,然而最大温升的发生却是在皮肤^[1-2].因此,手机电磁辐射对皮肤的效应也应该引起我们的重视.本次研究通过测定经 1 800 MHz 电磁波暴露后大鼠皮肤组织的 SOD、CAT、GSH-Px 活性来探讨移动电话电磁辐射是否可以引起大鼠皮肤的氧化应激.

1 材料与方法

1.1 实验动物及分组

5 周龄的雄性 SD 大鼠 40 只,合格证号:SCXK(沪)2007-0005,称其体重然后采用随机数字表方法将大鼠完全随机分为暴露组和虚拟暴露组.

分别将 10 只实验大鼠放在暴露箱和虚拟暴露箱中,置于暴露室底部中央.暴露组在 1 800 MHz 电磁场中功率密度分别为 0.5 和 1.0 mW/cm² 条件下照射;每天 12 h(晚 8:30 至早 8:30),连续暴露 21 d.实验分两批进行,分别为实验 I 组(0.5 mW/cm² 暴露组和虚拟暴露组)和实验 II 组(1.0 mW/cm² 暴露组和虚拟暴露组).实验期间,动物自由饮水和进食,温度、湿度、背景噪声等环境条件稳定,实验室射频场(RF-EMF)背景值频宽范围(1 800 ± 500) MHz,功率密度为 30 ~ 70 mW/cm².当暴露室微波发生器关或开产生实验要求照射强度时,虚拟暴露室内上述频宽范围功率密度仍然在 30 ~ 70 mW/cm² 之间波动.

1.2 暴露装置及参数测定

1.2.1 暴露系统 暴露装置源于德国电信公司为德国国家环境与健康研究中心(GSF)毒理所提供的标准欧洲数字式 GSM 移动通信暴露系统,由 2 个独立的暴露室(70 cm × 60 cm × 220 cm)组成.通信天线置于每个暴露室顶部.惠普公司生产的信号发生装置(8614A Signal Generator 0.8 ~ 2.4 GHz)连接 1 个放大器(SCD Amplificateur Lineaire 1.3 ~

2.6 GHz made France)产生 1 800 MHz 射频场.为了消除电磁波的反射和折射,暴露室内壁附有微波吸收材料.暴露箱(60 cm × 40 cm × 20 cm)由有机玻璃制成.

1.2.2 暴露参数测定 使用美国 Narda 微波辐射测试仪(Narda Path Alignment System: Microwave Unit, Model 7620)频谱分析仪(Spectrum Analyzer, Hewlett Parkard 8592C)定期测试.

1.3 主要实验仪器及试剂

药物天平(北京医用天平厂);752 紫外分光光度计(上海分析仪器厂);S648 电热恒温水浴箱(上海实验设备厂);LXJ-64-01 低速离心机(北京时代北利);7620 微波辐射测试仪(美国 Narda 公司)和 8592C 型频谱分析仪(美国惠普公司)

SOD、CAT 和 GSH-Px 试剂盒(南京建成生物工程研究所).

1.4 SOD、CAT 和 GSH-Px 的测定方法

断头处死大鼠,迅速取其褪毛之后的背部皮肤组织,用药物天平精确称取 0.5 g,制成 10%的组织匀浆,2 000 r/min 离心 8 min,弃去沉淀,留上清液.采用黄嘌呤法,在波长 550 nm 测其吸光度,计算出组织中的 SOD 活性;采用酶促反应中还原型谷胱甘肽的消耗的方法,在波长 412 nm 处测其吸光度,计算出 GSH-Px 的活性;采用紫外分光法,在波长 405 nm 处测其吸光度,计算出 CAT 活性.

1.5 统计学处理

采用社会科学统计软件包(statistical package for social sciences, SPSS)13.0 分析处理,分别对各测试指标的虚拟暴露组和暴露组进行两独立样本 *t* 检验,检验水准取 $\alpha = 0.05$.

2 结果

0.5 mW/cm² 强度 1 800 MHz 电磁波对大鼠皮肤抗氧化酶活性的作用.0.5 mW/cm² 暴露组与对应的虚拟暴露组相比,大鼠皮肤组织中 SOD、GSH-Px 和 CAT 活性降低($P < 0.05$),见表 1.

1.0 mW/cm² 强度 1 800 MHz 电磁波对大鼠皮肤抗氧化酶活性的作用.1.0 mW/cm² 暴露组与对应的虚拟暴露组相比,大鼠皮肤组织中 SOD、GSH-Px 和 CAT 活性没有显著性差异($P > 0.05$),见表 2.

表 1 0.5 mW/cm² 强度下大鼠皮肤组织中抗氧化酶活性 [$(\bar{x} \pm s)$, U/mgprot]Tab. 1 The activity of antioxidase in skin under the 0.5 mW/cm² power density [$(\bar{x} \pm s)$, U/mgprot]

组 别	n	SOD	GSH-Px	CAT
暴露组	10	7.17 ± 1.81*	63.95 ± 16.52*	1.05 ± 0.29*
虚拟暴露组	10	10.44 ± 3.01	70.91 ± 14.51	1.44 ± 0.41

与虚拟暴露组比较, * $P < 0.05$.

表 2 1.0 mW/cm² 强度下大鼠皮肤组织中抗氧化酶活性 [$(\bar{x} \pm s)$, U/mgprot]Tab. 2 The activity of antioxidase in skin under the 1.0 mW/cm² power density [$(\bar{x} \pm s)$, U/mgprot]

组 别	n	SOD	GSH-Px	CAT
暴露组	10	28.56 ± 7.35	38.65 ± 7.54	1.31 ± 0.51
虚拟暴露组	10	26.17 ± 5.55	38.65 ± 7.47	1.59 ± 0.53

3 讨论

氧化应激是由于机体受内、外源性刺激作用下产生大量自由基, 如活性氧 (reactive oxygen species, ROS)、一氧化氮 (nitric oxide, NO) 等, 超出了机体抗氧化酶及体内抗氧化剂的清除能力而导致的一种机体应激反应. SOD、GSH-Px 和 CAT 在机体的抗氧化系统中占据很重要的地位, 它们组成体内的第一道抗氧化防线, 早期生成的自由基都会被它们所还原, 从而保证机体不会受到损害, 当机体的自由基超过了它们的清除能力时, 它们的活性就会降低.

国外也有研究表明移动电话电磁辐射可导致动物皮肤组织中抗氧化酶活性降低, Fehmi Ozgunera 等利用 900 MHz 电磁波照射 6 周龄 Wistar 大鼠 10 d, 每天 30 min, 功率密度 1.0 mW/cm², 结果也发现单纯电磁辐射暴露组大鼠皮肤组织中 SOD、CAT 和 GSH-Px 活性低于褪黑激素拮抗组和对照组, 差异有统计学意义; 褪黑激素拮抗组和对照组中抗氧化酶的活性差异没有显著性; 病理组织学结果也支持该结论^[3]. Ayata 等用 900 MHz、功率密度为 1.0 mW/cm² 的电磁波照射大鼠 10 d, 同时另设一个对照组和褪黑激素拮抗组, 发现暴露组大鼠皮肤组织中 SOD、GSH-Px 和 CAT 的活性明显低于对照组和抗氧化剂拮抗组^[4]. 本次研究采用 0.5 mW/cm² 强度 1 800 MHz 电磁波照射, 发现暴露组大鼠皮肤中 SOD、GSH-Px 和 CAT 活性均低于虚拟暴露组, 差异有统计学意义, 得到了与文献报道相同的结论.

根据文献报道和本次实验得到的结果可以看到, 移动电话电磁波对大鼠的皮肤组织中 3 种抗氧化酶的活性较虚拟暴露组显著降低, 认为大鼠皮肤发生了过氧化反应, 消耗了大量的抗氧化酶, 由此可以推断移动电话电磁辐射可能导致了大鼠皮肤组织内自由基的增加, 造成大鼠皮肤的氧化应激. 但由于所采用的实验条件并不完全一致, 电磁波对大鼠皮肤的效应是否与时间积累和频段高低的有关, 还有待于进一步的探索和研究.

[参考文献]

- [1] VAN LEEUWEN G M, LAGENDIJK J J, VAN LEERSUM B J, et al. Calculation of change in brain temperatures due to exposure to mobile phone [J]. *Phys Med Biol*, 1999, 44: 2 367 - 2 379.
- [2] WAINWRIGHT P. Thermal effects of radiation from cellular telephones [J]. *Phys Med Biol*, 2000, 45: 2 363 - 2 372.
- [3] FEHMI OZGUNERA, GULSEN AYDINB, HAKAN MOLLAOGLU, et al. Prevention of mobile phone induced skin tissue changes by melatonin in rat: an experimental study [J]. *Toxicology and Industrial Health*, 2004, 20: 133 - 139.
- [4] ALI AYATA, HAKAN MOLLAOGLU, H. RAMAZAN YILMAZ, et al. Oxidative stress-mediated skin damage in an experimental mobile phone model can be prevented by melatonin [J]. *The Journal of Dermatology*, 2004, 31: 878 - 883.

(2013-02-04 收稿)