

• 基础实验研究论著 •

低强度电磁辐射对新西兰兔肾脏功能的影响*

周传艳^{1,2}, 府伟灵¹, 罗 阳^{1△}

(1. 第三军医大学西南医院检验科, 重庆 400038; 2. 重庆医药高等专科学校 2010 级, 重庆 400032)

摘要:目的 探讨低强度电磁辐射对新西兰兔肾脏功能的影响。方法 将 72 只新西兰兔随机分为 4 组, 接受频率为 2 856 MHz, 强度分别为 0、5、10、20 mW/cm² 的辐射, 每日辐射时间 1 h, 于连续辐射 1、3、5、10、20、30 d 后采血, 并进行肾功能指标的检测。结果 5、10、20 mW/cm² 辐射组在所有检测时间点与对照组(辐射强度为 0 mW/cm²)相比, 血尿素氮、肌酐、尿酸水平明显升高($P < 0.05$), 且程度随辐射时间增加而增加。结论 即便是低强度的电磁辐射也会对新西兰兔肾功能造成损伤, 电磁辐射的强度越高对新西兰兔肾功能的损伤越大, 且损伤程度随着时间的增长而加重。

关键词:电磁辐射, 电离; 肾功能试验; 兔

DOI:10.3969/j.issn.1673-4130.2013.15.001

文献标识码:A

文章编号:1673-4130(2013)15-1921-01

Effect of low dose electromagnetic radiation on kidney function of Newzland rabbit*

Zhou Chuanyan^{1,2}, Fu Weiling¹, Luo Yang^{1△}

(1. Department of Clinical Laboratory, Southwest Hospital Affiliated to the Third Military Medical University, Chongqing 400038, China; 2. Grade 2010, Chongqing Medical and Pharmaceutical College, Chongqing 400032, China)

Abstract: Objective To investigate the effect of electromagnetic radiation on mice kidney function. Methods 72 healthy Newzealand rabbits were randomly divided into 4 groups, which were irradiated for 60 min everyday using radiation of 2 856 MHz frequency, while the intensity of the radiation was 0, 5, 10 and 20 mW/cm² for the 4 groups respectively. Blood samples were obtained for kidney function examination after irradiation of 1 h, 1 d, 3 d, 7 d, 15 d, 30 d respectively. Results The electromagnetic radiation of 5, 10, 20 mW/cm² intensity induced the increase of urea, creatinine, uric acid levels in mice. In addition, 20 mW/cm² group caused more serious effect on the biochemical test than 20 mW/cm² group. Conclusion Even low dose electromagnetic radiation has significant effect on the organism's kidney function, and the damage extent is proportional to the power density of electromagnetic radiation to some extent.

Key words: electromagnetic radiation, ionizing; kidney function tests; rabbits

随着电子技术在军事和民用领域的广泛应用, 工作中常常接触电磁辐射的人越来越多, 因而电磁辐射对人体的影响也日益受到关注^[1-2]。流行病学资料显示, 电磁辐射具有广泛的生物学效应, 对神经、生殖、造血和肾脏功能等的损伤尤为明显^[3-4]。为明确连续接受电磁辐射后不同时间对机体的影响, 本研究采用 3 种强度的电磁辐射分别照射新西兰兔, 通过不同时间点检测肾功能指标的改变, 明确电磁辐射的强度、剂量与损伤程度之间的关系。这对于电磁辐射的防治具有重要意义。

1 材料与方

1.1 实验动物及分组 选取健康无特定病原体新西兰兔 72 只(雌雄各一半), 体质量(2.46 ± 0.32) kg, 购自第三军医大学西南医院野战外科研究所实验动物中心。采用平行随机法将 72 只新西兰兔分成 4 组, 0 mW/cm² (对照组), 三种不同强度的辐射组: 5 mW/cm² 组、10 mW/cm² 组和 20 mW/cm² 组, 每组 18 只。生长环境: 每组新西兰兔均自由饮水, 不限量供应食物, 尽量保持室内空气清新, 并每隔 2 d 更换笼中锯木屑垫料, 定期用紫外线对饲养笼及环境进行消毒。接受辐射前先在清洁动物房中适应性饲养 1 周, 以达到实验所需的良好生命体征。

1.2 仪器与试剂 生化检测采用 Olympus 全自动生化仪, 型号 AU5400, 试剂为配套试剂。

1.3 方法

1.3.1 辐射 对照组里的新西兰兔的辐射强度设为 0, 而辐射各组新西兰兔分别在相应场强下进行自由体位方式的全身

辐射。辐射为脉冲波辐射, 频率为 2 856 MHz, 微波强度分别为 5、10、20 mW/cm²。采用间断暴露的方法, 即每照射 30 min, 间歇 10 min, 每天接受 2 次辐射, 即 1 h。场地由第三军医大学西南医院放射科提供。

1.3.2 生化指标的测定 分别在辐照 1、3、5、10、20、30 d 后检测三个辐照组新西兰兔的肾功能指标, 每个时相点 3 只新西兰兔。血液标本的采集用心脏采血法, 具体操作: 使兔仰卧, 一手按住新西兰兔颈部, 另一手按住后腿将其固定, 并使其正卧, 暴露胸部, 于胸腔左侧跳动最快的地方 45° 下针, 然后稍回退即可。取兔血 2~3 mL, 待凝固 15~20 min 后, 离心 3 000 r/min, 5~10 min, 分离血清。用滴管将血清吸出, 分别移入干燥的小试管中备用。再用全自动生化仪测量肾功能的相关指标, 具体包括尿素氮、肌酐、尿酸。

1.4 统计学处理 图形绘制采用 Origin8.6 软件, 对实验测得的数据用 SPSS20.0 软件进行统计分析, 计量数据以 $\bar{x} \pm s$ 表示, $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结 果

2.1 实验周期内新西兰兔行为学检测 实验期间观察四个小组新西兰兔的精神面貌、毛发色泽度、存活率、反应度、四肢灵活度。辐射前后新西兰兔存活率均为 100%, 其他方面组间无明显差异。每次采血前随机检测新西兰兔肛温, 结果也均无异常, 表明无感染发生。

2.2 电磁辐射对新西兰兔肾功能指标的影(下转第 1924 页)

* 基金项目: 国家自然科学基金重点项目(81230064); 重庆市自然科学基金重点项目(CSTC2013JJB10012); 电磁辐射医学防护教育部重点实验室开放课题(2012JSDC02)。作者简介: 周传艳, 女, 检验技师, 主要从事临床生物化学与检验研究。△ 通讯作者, E-mail: luoyang@tmu.edu.cn。

KU812 细胞,为研究模型,初步评价 BCR-ABL 融合蛋白的第 177 位酪氨酸磷酸化位点作为慢性粒细胞白血病治疗新靶点的可行性。重组腺病毒 Ad5F35-SD-HA 能明显抑制 CML 细胞的恶性增生程度。流式细胞术对细胞周期的分析表明,重组腺病毒 Ad5F35-SD-HA 可使 CML 细胞的细胞周期进程受到特异性阻滞, G_0/G_1 期细胞比例明显增加,S 期相对减少,DNA 的合成减少,增殖受到抑制。流式细胞术检测发现了早期凋亡细胞,表明重组腺病毒 Ad5F35-SD-HA 可使 CML 细胞发生特异性凋亡。

重组腺病毒 Ad5F35-SD-HA 具有特异性的抑制 CML 细胞增殖,诱导 CML 细胞凋亡的双重效应,本研究为后续实验进一步阐明融合蛋白 SD-HA 抗肿瘤作用的机制,深入研究其发挥生物学活性的功能结构域奠定了基础。

参考文献

[1] O'Hare T, Zabriskie MS, Eiring AM, et al. Pushing the limits of targeted therapy in chronic myeloid leukaemia[J]. Nat Rev Cancer, 2012, 12(8): 513-526.
 [2] Chahardouli B, Zaker F, Mousavi SA, et al. Evaluation of T315I mutation frequency in chronic myeloid leukemia patients after imatinib resistance[J]. Hematology, 2013, 18(3): 158-162.
 [3] Jain P, Kantarjian H, Cortes J. Chronic myeloid leukemia: overview of new agents and comparative analysis[J]. Curr Treat Options Oncol, 2013, 14(2): 127-143.
 [4] Thomas LR, Henson A, Reed JC, et al. Direct binding of Fas-associated death domain(FADD) to the tumor necrosis factor-related apoptosis-inducing ligand receptor Dr5 is regulated by the death effector domain

of FADD[J]. J Biol Chem, 2004, 279(31): 32780-32785.
 [5] Moriwaki K, Shinzaki S, Miyoshi E. GDP-mannose-4, 6-dehydratase (GMDS) deficiency renders colon Cancer cells resistant to tumor necrosis factor-related apoptosis-inducing ligand (TRAIL) receptor- and CD95-mediated apoptosis by inhibiting complex II formation[J]. J Biol Chem, 2011, 286(50): 43123-43133.
 [6] Laussmann MA, Passante E, Dussmann H, et al. Proteasome inhibition can induce an autophagy-dependent apical activation of caspase-8[J]. Cell Death Differ, 2011, 18(10): 1584-1597.
 [7] Na M, Fan X. Design of Ad5F35 vectors for coordinated dual gene expression in candidate human hematopoietic stem cells[J]. Exp Hematol, 2010, 38(6): 446-452.
 [8] Yu D, Jin C, Ramachandran M, et al. Adenovirus serotype 5 vectors with Tat-PTD modified hexon and serotype 35 fiber show greatly enhanced transduction capacity of primary cell cultures [J]. PLoS One, 2013, 8(1): e54952.
 [9] Peng Z, Yuan Y, Li YJ, et al. Targeting BCR tyrosine177 site with novel SH2-DED causes selective leukemia cell death in vitro and in vivo[J]. Int J Biochem Cell Biol, 2012, 44(6): 861-868.
 [10] Peng Z, Luo HW, Yuan Y, et al. Growth of chronic myeloid leukemia cells is inhibited by infection with Ad-SH2-HA adenovirus that disrupts Grb2-Bcr-Abl complexes [J]. Oncol Rep, 2011, 25(5): 1381-1388.
 [11] 史静, 胡晶, 肖青, 等. 重组腺病毒 Ad5F35-SD-EGFP 的构建及其对 K562 细胞增殖的影响 [J]. 南方医科大学学报, 2011, 31(11): 1806-1811.

(收稿日期: 2013-03-15)

(上接第 1921 页)

响 见图 1, 与对照组相比, 在 5 mW/cm²、10 mW/cm²、20 mW/cm² 三个辐照组中, 辐照 3 d 以后新西兰兔血尿素氮水平明显增加 ($P < 0.05$), 且增加的程度与辐照时间呈现正相关。分别经 5、10、20 mW/cm² 强度的电磁辐射后, 新西兰兔肌酐水平明显增加 ($P < 0.05$)。同样的, 辐照 3 d 以后新西兰兔体尿酸水平明显增加 ($P < 0.05$), 且增加的程度与辐照时间呈现正相关。

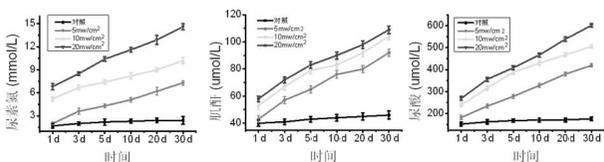


图 1 电磁辐射照射后各生化指标随时间变化情况

3 讨论

本实验采用了随机、平行、独立的动物实验,系统地研究了 5、10、20 mW/cm² 三种强度的电磁辐射对新西兰兔肾脏功能的影响。在以往的研究中,电磁辐射对肾脏功能的影响虽有报道,但其辐射强度的设置均为低强度,且辐射的时间较短,无法体现长时间辐射对肾脏功能的影响^[5]。笔者采用心脏采血法采集新西兰兔血液标本,然后进行检测,排除了感染、疾病、焦虑等因素对血象和肾功能指标的影响^[6]。本实验为排除热效应的干扰,采用了间歇暴露法,即每辐射 30 min,间歇 10 min,每天辐射 2 次,即 1 h。新西兰兔肛温在辐射前后基本没有变化,证实该方法可以排除热效应的干扰。

本研究表明,新西兰兔经电磁辐射 1、3、5、10、20、30 d 后尿素氮、肌酐、尿酸这三项指标均发生了明显变化,提示新西兰兔肾功能有不同程度的损伤,在一定强度范围内,电磁辐射对肾脏损伤的效应与强度呈正相关,即电磁波以量子能量方式向

外辐射,强度越大、时间越长,该辐射的量子能量越大,其生物学作用也越强。本研究的结果提示,电磁辐射的强度与其对人体的伤害呈正相关。该结果与国内外的研究结果相似,长期处于电磁辐射环境下,还可能造成儿童白血病,诱发癌症并加速人体的癌细胞增殖^[7],影响人的生殖系统,导致儿童智力残缺,对心血管系统和视觉系统造成损害^[8]。本研究表明该实验条件下三种平均强度的电磁辐射均能对新西兰兔的肾脏功能产生不良影响,且平均强度越大损伤的作用越强。

参考文献

[1] 高艳, 张成岗. 生物电磁剂量学研究进展 [J]. 解放军医学杂志, 2010(11): 1286-1289.
 [2] 郭静, 魏巍, 王晓文, 等. 中频磁场对小鼠血液及重要脏器的影响 [J]. 中国微创外科杂志, 2009, 6(6): 498-501.
 [3] 王伟, 王德文. 电磁辐射对免疫损伤的研究进展 [J]. 中华劳动卫生职业病杂志, 2012, 30(12): 966-968.
 [4] 陈冀. 电磁脉冲开放大鼠血脑屏障及其生物效应的实验研究 [D]. 成都: 电子科技大学, 2009.
 [5] 赵洪雯, 张广斌, 王源, 等. 电磁辐射对大鼠内皮祖细胞和肾脏组织学的影响 [J]. 现代生物医学进展, 2011, 11(2): 262-266.
 [6] Salama N, Kishimoto T, Kanayama HO, et al. Retraction effects of exposure to a Mobile phone on sexual behavior in adult male rabbit: an observational study [J]. Int J Impot Res, 2009, 24(4): 170.
 [7] 李玉红, 路国兵, 史长华, 等. 2 000 μ W/cm² 电磁辐射对大鼠海马 NR2A 蛋白及其 mRNA 表达的影响 [J]. 细胞与分子免疫学杂志, 2011, 27(1): 15-18.
 [8] Sarookhani MR, Asiabanha RM, Safari A. The influence of 950 MHz magnetic field (Mobile phone radiation) on sex organ and adrenal functions of male rabbits [J]. Afr J Biochem Res, 2011, 5(2): 65-68.

(收稿日期: 2013-03-20)