

文章编号:1001-5078(2012)08-0894-03

· 红外技术及应用 ·

红外光谱法研究静磁场对大鼠脑组织的影响

李 滚¹, 严雅静¹, 韩曙光¹, 庞小峰^{1,2}

(1. 电子科技大学生命科学与技术学院, 四川 成都 610054; 2. 中国科学院国际材料物理中心, 辽宁 沈阳 110015)

摘要: 电气工业的发展使得人们生存的环境中充满了各类频率的电磁污染, 为了探讨静磁场可能产生的生物学效应及其发生机制, 从实验上研究了 0.17 T 静磁场暴露作用 30 天后对于大鼠脑组织红外光谱特征的影响, 实验结果显示实验组 1549 cm^{-1} 附近的酰胺 II 带吸收峰有较为明显的红移现象, 在 1635 cm^{-1} 处为蛋白质酰胺 I 带峰位置有较大的差异, 另外, 利用二阶导数谱分析了实验组与对照组在分子结构上存在的差异。这些变化可以反映脑组织在静磁场暴露作用前后组成成分的变化, 说明傅里叶变换红外光谱方法是研究电磁场不同生物效应的发生机制的一种有效手段。

关键词: 生物电磁学; 电磁场生物效应; 红外光谱; 静磁场

中图分类号: O552.4⁺24 **文献标识码:** A **DOI:** 10.3969/j.issn.1001-5078.2012.08.012

FTIR study of rat brain exposure to static magnetic field

LI Gun¹, YAN Ya-jing¹, HAN Shu-guang¹, PANG Xiao-feng^{1,2}

(1. School of Life Science and Technology, University of Electronic Science and Technology of China, Chengdu 610054, China;

2. International Centre for Materials Physics, Chinese Academy of Science, Shenyang 110015, China)

Abstract: Development of electrical industry makes many kinds of electromagnetic pollution in living environment. In order to explore the biological effects and mechanisms of the static magnetic field (SMF), Fourier transform infrared spectroscopy (FTIR) analysis method is used to study changes in brain tissue of rat brain exposed to SMF (0.17 T) for 30 days in the experiment. Experiment shows that the absorption peak of amide II near 1549 cm^{-1} has a significant red-shift, peak position of amide I near 1635 cm^{-1} has a great difference. Differences of molecular structure between the experiment group and the sample group are also analyzed via the second derivative spectra. These results can reflect changes of function and composition in rat brain which is exposed to SMF. Results of this study also indicate that the method of FTIR is an effective means to study the biological effects of electromagnetic field.

Key words: bioelectromagnetics; biological effects of electromagnetic fields; infrared spectroscopy; static magnetic field

1 引言

人们对于电磁现象的认识比较早, 对于电磁场产生的生物效应的认识也较早, 我国是发现磁现象和应用磁石治病最早的国家, 至今已有两千余年的历史。例如《神农本草经》和《本草纲目》中都有关于磁石可以治疗疾病的记载。近年来国内外医学专家对磁疗有了更深的认识, 不仅应用磁场治疗疾病, 而且应用磁场作为一种保健手段, 磁性保健用品便应运而生。因为生物体本身具有特定的电磁学特性, 因此会与环境中的静磁场(例如地磁场以及音

响系统产生的静磁场等)之间存在特定的相互作用, 有学者认为磁场效应有益健康, 促进细胞代谢, 加速细胞内废物和有害物质排泄, 促进血液循环等, 特别是近年来, 磁场被认为具有促进炎症消退, 降低血液粘度, 调整血压, 特别是降低血压等作用而作为

基金项目: 国家重点基础研究发展“973”计划课题(No. 212011CB503701)资助。

作者简介: 李 滚(1982-), 男, 博士研究生, 主要从事电磁场生物效应方面研究。E-mail: physlg@yeah.net

收稿日期: 2011-11-17; **修订日期:** 2011-12-08

辅助医疗手段广泛的应用于临床。生物体内的细胞以及生物分子在磁场中究竟会发生什么样的变化,能否真有诸多有益健康的功能?目前关于磁场生物效应的发生与发展的机理尚不明确,已经有较多学者开展了研究,提出了磁场产与生物体相互作用产生生物效应的可能的生物物理机制^[1-2]。电磁场暴露作用在血液方面的影响已经确定,一直以来都有大量研究认为电磁场暴露作用可致儿童白血病的发生^[3],还有相关研究认为静磁场暴露作用可致其他系统的病变,尤其是对于神经系统也会产生较大的影响^[1,4-5],红外光谱技术可以用来测量活体生物组织微观结构的变化特性^[6]。对于电磁场暴露作用前后大鼠脑组织的微观结构变化的研究可以明确电磁场对于神经系统负面影响的具体发生机制,为了考察静磁场对于脑组织的影响,本实验主要通过研究 0.17 T 静磁场暴露作用 30 d 对大鼠脑组织的红外光谱特性的变化来考查静磁场对于生物分子水平可能发生的一些影响。

2 材料与方法

2.1 实验样品

20 只购买自四川大学华西实验动物中心雄性 Wistar 大鼠(质量为 (200 ± 10) g),分别为实验组和对照组,每组 10 只,两组大鼠均自由饮食(饲料由华西动物实验中心提供),其中实验组每天 24 h 置于 0.17 T 的静磁场环境下喂养,于第 30 天分别对与对照组和实验组大鼠脑组织进行红外光谱实验测定。用 40 mg/kg 的剂量腹腔注射苯戊巴比妥钠对大鼠进行麻醉,固定在大鼠实验板上消毒,摘取大鼠脑组织待测。

2.2 实验仪器与方法

采用 Nexus670 智能型傅里叶变换红外光谱仪(美国 Thermo 尼高力公司制造)。辅之以 ZnSe 液体池(光程 0.023 cm),室温敞开状态下收集背景,然后将样品均匀地铺满液体池,然后加盖,利用分辨率为 4 cm^{-1} 扫描 32 次收集样品光谱,样品离体后 10 min 内完成测试。在实验过程中通过差谱方法扣除了背景噪声,所测出的样品红外光谱都经过归一化处理,并且最终将每组样品的 10 条光谱计算平均后得到最终的样品傅里叶变换红外光谱图。用尼高力公司的 Omnic6.0 软件进行测量红外光谱中各个谱带的峰位(peak, P)和二阶导数谱,并进行结果分析。

3 实验结果与分析

测定了正常和静磁场暴露 30 天大鼠的脑组织

的红外光谱,主要考查 $1700 \sim 1000 \text{ cm}^{-1}$ 范围内静磁场暴露作用对于大鼠脑组织红外光谱特征的影响,特别在该区域中组织的红外光谱吸收位置、形状以及二阶导数谱的差别。

3.1 脑组织红外光谱峰位的变化

暴露组与对照组大鼠血液的红外光谱特征相比(如图 1 所示),实验组中处于 1549 cm^{-1} 附近的酰胺 II 带吸收峰有较为明显的红移现象,说明了 C-N 伸缩与 N-H 弯曲的振动能量较低,受静磁场作用后大鼠脑组织的结构变得更为稳定,同时该峰与对照组相比较,另外在 1635 cm^{-1} 处为蛋白质酰胺 I 带,二者的峰位置有较大的差异,实验组在该峰出现明显的蓝移现象。对照组在 1070 cm^{-1} 附近的吸收峰在实验组中变的较宽,同时实验组中该峰的位置蓝移了 9 cm^{-1} ,该峰是来自磷酸二酯基团的振动,该峰的变化可以反映细胞组织中核酸的含量的变化。对照组的 1229 cm^{-1} 附近的吸收峰在实验组中蓝移至 1234 cm^{-1} ,另外,处于酰胺 II 带的振动峰 1396 cm^{-1} 的峰位与对照组相比也有 3 cm^{-1} 的红移现象,且峰形也有较大差异,实验组与对照组相比峰形变得高而宽。

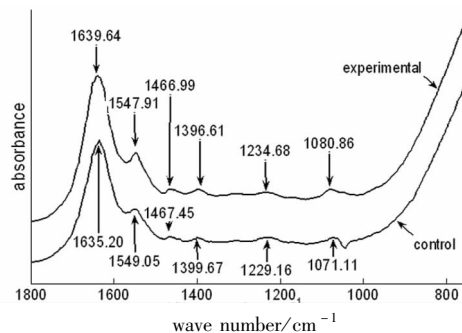


图 1 脑组织的傅里叶红外光谱

Fig. 1 FTIR spectra of brain

3.2 脑组织红外光谱二阶导数谱的差异

由于从红外光谱图谱无法分辨不同成分所产生的重叠峰,而二阶导数谱可以分辨谱图中重叠的峰,并且还可以比较容易分辨出强峰上信息比较敏感的肩峰,从而使一些不明显的样本组成以及结构信息更为突出,因此有必要进一步把红外光谱进行二阶导数转换(如图 2 所示)。图中所示 $1600 \sim 1400 \text{ cm}^{-1}$ 区域之间存在着显著差异,在该区域范围内,实验组脑组织红外线吸收谱的二阶导数谱图表明:相对于对照组来说,实验组的峰高较低,峰数较少,可见实验组与对照组所含的生物成分的结构与组成存在较大的差异,主要可能是因为静磁场曝

露作用抑制了脑组织内部某些正常的生化反应,致使从实验组二阶导数谱来看其结构与组成较对照组相对简单,也可能是静磁场曝露使得大鼠脑组织内部微观结构松散,曝露作用可能会造成脑组织结构发生变化,生物分子之间的凝聚作用力也发生了一定的变化,从而造成结构损伤^[7]。

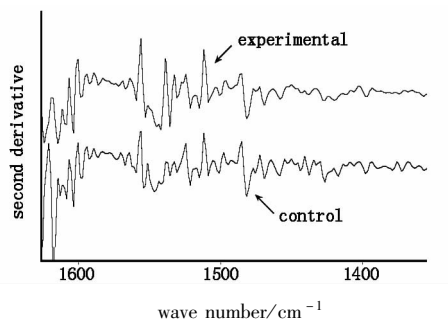


图2 脑组织红外光谱的二阶导数谱

Fig.2 second derivative IR spectra of brain

生物体处于静磁场中时候,极性生物分子的运动便会受到一个额外的附加力的作用,进而会影响带电基团的微观结构及其活性,氨基酸、DNA、脂类分子和糖类分子都具有不同的带电性,尤其是一些极性较强的基团如 $-NH_2$ 、 $-OH$ 、 $-SH$ 、 $-COOH$ 等,含有这些基团的生物分子在体内参与生命活动时候由于受到外界磁场的作用就会发生运动的方向的改变,进而影响生物体内的微观生命活动,最终会导致某些特定生物成分的改变^[8-9]。对于成分的含量可以通过静磁场曝露作用的大鼠脑组织的傅里叶变换红外光谱与正常大鼠进行比较,在我们测试所得的红外光谱特征中,静磁场曝露作用的大鼠脑组织与对照组有明显的不同,由此可发现静磁场曝露对于大鼠敏感组织的红外光谱特征影响较大,表明静磁场可致大鼠脑组织所含生物化学成分以及含量发生改变。

4 结 论

电磁辐射已经成为威胁人类健康和生态安全的重要环境污染因子。电磁场对于神经系统的影响一直以来都是学界关注的重大问题,以上论文研究了红外光谱技术分析静磁场曝露对于大鼠脑组织红外光谱特征的影响,对于大鼠脑组织接受静磁场曝露作用后的红外光谱结果的分析有助于研究脑组织对于电磁能量的吸收特性以及电磁能量在生物体内的转化机制,利于阐明电磁辐射对于生物系统的损伤机制,进而可以用以此来评估静磁场对于人体健康存在的可能的危害。

参考文献:

- [1] B Tenuzzo, A Chionna, E Panzarini, et al. Biological effects of 6 mT static magnetic fields: a comparative study in different cell types [J]. *Bioelectromagnetics*, 2006, 27 (7): 560 - 577.
- [2] Deng Bo, Pang Xiaofeng. Study on the infrared spectra of ethanol under action of static magnetic field [J]. *Laser & Infrared*, 2008, 38(2): 141 - 144. (in Chinese)
邓波, 庞小锋. 乙醇在静磁场作用下的傅里叶红外光谱研究[J]. *激光与红外*, 2008, 38(2): 141 - 144.
- [3] J Gmitrov, C Ohkubo, H Okano, et al. Effect of 0.25 T static magnetic field on microcirculation in rabbits [J]. *Bioelectromagnetics*, 2002, 23(3): 224 - 229.
- [4] K T Lim, C S Cho, Y H Choung, et al. Influence of static magnetic field stimulation on cells for tissue engineering [J]. *Tissue Engineering and Regenerative Medicine*, 2009, 6(1-3): 250 - 258.
- [5] Yu Haitao, Wang Jiang, Deng Bin, et al. Firing patterns of map-based neuron under extracellular alternating-current field [J]. *Acta Biophysica Sinica*, 2010, 26(10): 907 - 918. (in Chinese)
于海涛, 王江, 邓斌, 等. 交流外电场下映射神经元放电节律的分析[J]. *生物物理学报*, 2010, 26(10): 907 - 918.
- [6] Zhao Ke, Xiong Yan, Zhao Min. Rapid non-destructive testing of navel orange based on near infrared spectroscopy [J]. *Laser & Infrared*, 2011, 41(6): 649 - 652. (in Chinese)
赵珂, 熊艳, 赵敏. 基于近红外光谱技术的脐橙快速无损检测[J]. *激光与红外*, 2011, 41(6): 649 - 652.
- [7] Pei Jian, Xie Taorong, Yan Zhe, et al. Secondary structure changes of insulin induced by PEF exposure at different temperatures using raman spectra and theoretical model analysis [J]. *Spectroscopy and Spectral Analysis*, 2011, 31(6): 1537 - 1540. (in Chinese)
裴剑, 谢涛嵘, 严喆, 等. 拉曼光谱法研究不同环境温度下脉冲电场对胰岛素二级结构影响及理论模型分析[J]. *光谱学与光谱分析*, 2011, 31(6): 1537 - 1540.
- [8] Zhang Anying, Yuan Ping, Zhou Yurong, et al. Study on testicle tissue of rats in extremely low frequency electromagnetic fields [J]. *Journal of Biomedical Engineering*, 2009, 26(2): 248 - 252. (in Chinese)
张安英, 袁平, 周玉荣, 等. 极低频电磁场对实验大鼠睾丸组织红外谱影响的研究[J]. *生物医学工程学杂志*, 2009, 26(2): 248 - 252.
- [9] L Potenza, L Cucchiari, E Piatti, et al. Effects of high static magnetic field exposure on different DNAs [J]. *Bioelectromagnetics*, 2004, 25(5): 352 - 355.