

http://www.journals.zju.edu.cn/med

生物电磁学研究的难点及可能突破

曾群力,许正平

(浙江大学医学院 浙江省生物电磁学重点研究实验室,浙江 杭州 310058)

[摘要] 文中分析了目前在生物电磁学研究领域中存在的难点和困难,提出了未来研究中可能的突破方向,供我国生物电磁学研究领域的学者参考。

[关键词] 电磁场;定群研究;辐射剂量;辐射效应

[中图分类号] R 598.4 [文献标识码] A [文章编号] 1008-9292(2008)01-0001-03

现代生活越来越依赖于各种电子产品和技术,因此,电磁场相关的健康风险也已成为各国政府、企业、科学工作者和公众共同关心的问题。世界卫生组织于1996年制定了《国际电磁场计划》,而且组织了多次国际电磁场咨询委员会会议,以协调世界各成员国的电磁场健康危险度评价相关的研究和政策的制定,以及每个年度的研究优先领域。纵观我国二十余年生物电磁学领域的研究现状,我们认为,当前生物电磁学研究存在着一些难点和困难,但在各级政府部门的重视和支持下,随着科学研究手段的进步和有关知识的积累,克服这些难点、科学评价电磁场的健康危险度是完全可能的^[1]。

1 流行病学调查是确定电磁场健康影响的最有效途径

关于电磁场暴露与人群健康影响的流行病学调查研究,目前比较公认的是开展前瞻性的队列研究,但是这种研究周期长、耗资大,只有欧洲的Inter-phone项目正在实施中。我国作为发展中的大国,电力、电信等方面都呈快速发展,拥有非常大的电磁场暴露人群,但财力和人

力投入相对不足,尚未开展前瞻性的队列研究。一般认为,目前在电磁场暴露与人群健康的流行病学调查中存在以下问题:①电磁场暴露人群分类困难,对照人群难以确定;②人群的电磁场暴露剂量不容易正确测定;③由于环境电磁场的影响较为微弱,显示其健康影响的周期长,而相应的环境干扰因素多;④无确定的与损伤相关的电磁场暴露参数和观察指标等。我们认为,各级政府应该加强对电磁场健康风险评价的认识,投入财力和人力,有组织地进行我国自主的电磁场流行病学队列研究,可以考虑把重点放在电力或移动通讯行业的职业人群健康跟踪分析上。只有明确了电磁场对健康的影响和剂量关系,才有可能指导建立城市电磁环境功能区域划分、电磁辐射环境质量评价体系和防止措施。

2 电磁场效应指标和研究模型缺乏一致性、系统性和连续性

在目前流行病学调查研究无法得出明确结论的情况下,研究者希望通过研究电磁场的生物学效应和机制来揭示电磁场对人类健康的影

收稿日期:2007-10-15 修回日期:2007-12-06

基金项目:国家自然科学基金面上项目(30770509);浙江省自然科学基金面上项目(5Y205458)。

作者简介:曾群力(1969—),女,博士,副研究员,硕士生导师,主要从事电磁辐射的生物学效应研究;E-mail: zengql@zju.edu.cn.

通讯作者:许正平(1966—),男,博士,教授,博士生导师,主要从事生物电磁学和肿瘤分子生物学研究;E-mail: zpxu@zju.edu.cn.

响,但依然没有获得可信的结论。原因在于当前对电磁场与生物体作用的原初物理过程及作用机制还缺乏了解,且研究者的知识背景和个人兴趣差异较大,导致所选择的电磁场效应指标和研究模型非常零乱,研究缺乏一致性、系统性和连续性。我们认为,在当前研究经费比较缺乏,研究人员背景多为生物和医学专业,缺少理工科知识基础的情况下,应由政府、企业和有关单位设立大的研究项目,组织多学科的优势研究力量,围绕一些关键问题进行集中研究,如通过对DNA、蛋白质等生物大分子和重要功能细胞的生物电磁特性进行分析,揭示电磁场与生物大分子与细胞相互作用的原初过程的机理、特性和规律,在分子水平提出电磁辐射对生命活动过程影响的新理论和新观点;同时,关注生物体自身内源性的电磁场分布及生物电磁行为,寻找生命本身的规律和特征,为疾病的预测和治疗提供新的途径和思路^[2]。在这些新理论的指导下,加强动物和人体试验,深入研究电磁辐射对一些重要靶器官系统产生的生物学效应的特点和损伤规律。

近年来,中性、快速的高通量扫描技术(如基因组学、转录组学和蛋白质组学分析技术)的发展为人们揭示电磁场的生物学效应和机制带来了新的曙光。我们实验室从2002年开始利用这些技术开展了有关研究,但在实际应用中,发现这些技术本身存在一定的局限性,如可造成实验结果的假阳性和假阴性,大量信息的验证和结果分析需要强大的生物信息学知识和人才,实验过程的标准化问题和巨额的实验费用等,在研究电磁场这一弱因素的生物效应时显得非常突出,再加上生物系统自身的不确定性,电磁场作用的弱效应又往往被“实验噪声”和“生物噪声”所掩盖等,导致目前各研究小组之间研究结果的重复性差、可变性大^[3]。WHO于2005年组织了“转录组和蛋白质组学技术在电磁场研究中应用”的研讨会,与会者对这些技术在电磁场生物学效应研究领域应用的可行性、面临的问题和解决的方案进行了深入的讨论,并于2006年发表了《电磁场健康危险度研究的问题与对策》一文^[1]。这对进一步应用这些技术开展研究具有很好的指导。

3 生物剂量学与生物学效应研究

生物剂量学是生物学效应研究的基础,但目前对电磁辐射的能量或信息在生物体内是如何传递的这一过程尚不清楚,世界范围内也缺乏对生物组织电磁辐射能量吸收定量的检测方法,不能实时地定量检测生物组织吸收的电磁辐射能量或信息。因此,应用生物物理学的方法,以生物学效应为主要指标,研究生物机体不同组织与器官对电磁辐射能量/信息的吸收与分布规律,建立在整体、器官、细胞水平实时检测生物组织电磁场辐射能量/信息吸收的定量方法与技术平台,发展生物组织电磁场剂量测量新方法是未来需突破的方向之一。

为了推动我国电磁场生物学效应研究,本实验室一直致力于电磁场生物学效应及机制的研究。先前的研究发现工频磁场可诱导细胞膜表面EGF受体发生聚簇,最近发现这种作用与脂质筏结构密切相关,酸性鞘磷脂酶(ASM)有可能参与了工频磁场诱导的受体聚簇及/或信号转导过程^[4];0.4 mT工频磁场长时间辐照可以使人晶状体上皮细胞DNA双链断裂增加^[5];50 Hz工频磁场导致MCF-7细胞基因表达的微弱变化,并确定了MCF-7细胞3个工频磁场反应基因SCNN1A、GPR137B和METTL3^[6];毫米波辐照可上调PAR-2、ERGIC-53基因的表达,基因表达的上调与功率密度的大小有关,且具有多次辐照的累积效应^[7]。比吸收率为4 W/kg的1800 MHz GSM射频电磁场间断辐照对树突细胞表面分子的表达及对同种T细胞的刺激能力具有一定的抑制作用^[8];一定强度的噪声磁场可干预4 W/kg手机射频电磁场导致的人晶状体上皮细胞DNA双链断裂的增加^[9]及工频磁场对人绒毛滋养细胞分泌功能的抑制作用^[10];对已应用于该领域的蛋白质组学技术的一些细节进行了初步探索^[11]。

References:

- [1] XU Zheng-ping(许正平). Issues on health risk evaluation of electromagnetic fields [J]. *Chinese Journal of Preventive Medicine*(中华预防医学杂志), 2006, 40(3): 147-148.

- [2] ZENG Q L, CHEN G D, WENG Y, et al. Effects of global system for mobile communications 1800 MHz radiofrequency electromagnetic fields on gene and protein expression in MCF-7 cells [J]. *Proteomics*, 2006, 6(17): 4732-4738.
- [3] ZHAO M, PU J, FORRESTER J. Membrane lipids, EGF receptors, and intracellular signals colocalize and are polarized in epithelial cells moving directionally in a physiological electric field [J]. *The FASEB Journal*, 2002, 16(8): 857-859.
- [4] WANG Yong, CHEN Qing, LU De-qiang, et al (王勇, 陈苘, 鲁德强, 等). Preliminary study on role of lipid rafts in receptor clustering induced by 50 Hz magnetic fields and its mechanism [J]. *Journal of Zhejiang University: Medical Sciences* (浙江大学学报: 医学版), 2008, 37(1): 4-8. (in Chinese)
- [5] DU Xiao-gang, XU Shan-shan, CHEN Qing, et al (杜晓刚, 徐珊珊, 陈苘, 等). Effects of 50 Hz magnetic fields on DNA double-strand breaks in human lens epithelial cells [J]. *Journal of Zhejiang University: Medical Sciences* (浙江大学学报: 医学版), 2008, 37(1): 9-14. (in Chinese)
- [6] CHEN Guang-di, LU De-qiang, JIANG Huai, et al (陈光弟, 鲁德强, 姜槐, 等). Effects of 50 Hz magnetic fields on gene expression in MCF-7 cells [J]. *Journal of Zhejiang University: Medical Sciences* (浙江大学学报: 医学版), 2008, 37(1): 15-22. (in Chinese)
- [7] CHEN Qing, LU De-qiang, JIANG Huai, et al (陈苘, 鲁德强, 姜槐, 等). Effects of millimeter wave on gene expression in human keratinocytes [J]. *Journal of Zhejiang University: Medical Sciences* (浙江大学学报: 医学版), 2008, 37(1): 23-28. (in Chinese)
- [8] ZHOU Zhi-dong, ZENG Qun-li, ZHENG Yun, et al (周智东, 曾群力, 郑云, 等). Surface markers and functions of human dendritic cells exposed to mobile phone 1800 MHz electromagnetic fields [J]. *Journal of Zhejiang University: Medical Sciences* (浙江大学学报: 医学版), 2008, 37(1): 29-33. (in Chinese)
- [9] WU Wei, YAO Ke, WANG Kai-jun, et al (吴炜, 姚克, 王凯军, 等). Blocking 1800 MHz mobile phone radiation-induced reactive oxygen species production and DNA damage in lens epithelial cells by noise magnetic fields [J]. *Journal of Zhejiang University: Medical Sciences* (浙江大学学报: 医学版), 2008, 37(1): 34-38. (in Chinese)
- [10] PAN Yong-miao, SUN Hui-lan, HU Gen-lin, et al (潘永苗, 孙惠兰, 胡根林, 等). Noise magnetic fields mitigates the inhibition of secretion function of primary human villous trophoblasts induced by 50 Hz magnetic fields [J]. *Journal of Zhejiang University: Medical Sciences* (浙江大学学报: 医学版), 2008, 37(1): 39-44. (in Chinese)
- [11] XU Shan-shan, YAN Chun-lai, LIU Li-ming, et al (徐珊珊, 阎春兰, 刘黎明, 等). Effects of different cell lysis buffers on protein quantification [J]. *Journal of Zhejiang University: Medical Sciences* (浙江大学学报: 医学版), 2008, 37(1): 45-50. (in Chinese)

[责任编辑 黄晓花]