

Screen SysRq Lock Pause Break

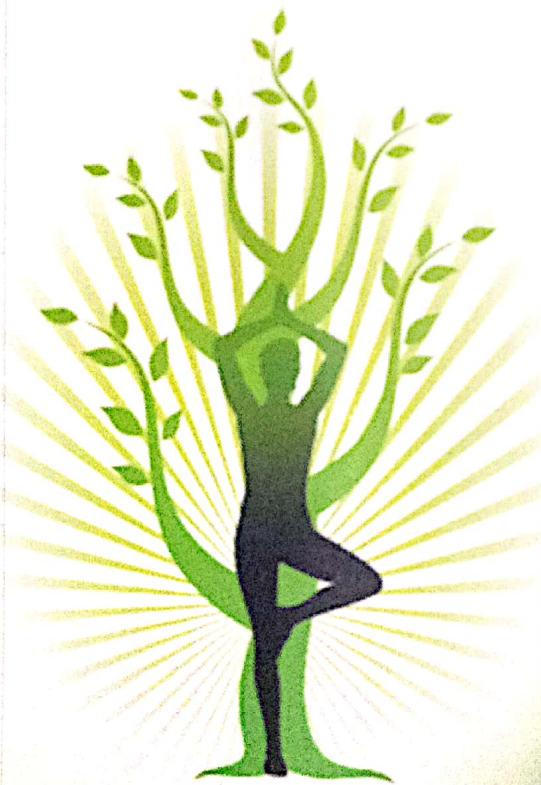
ISSN 1673-873X  
CN 50-1184/R

# 保健医学研究与实践

BAOJIAN YIXUE YANJIU YU SHIJIAN



中华人民共和国教育部主管  
中国高校保健医学研究会会刊



ISSN 1673-873X



06>

9 771673 873079

2014年 第11卷  
第3期

Health Medicine Research and Practice



由 扫描全能王 扫描创建

|                                    |              |
|------------------------------------|--------------|
| 加味五苓散治疗小儿秋季腹泻 32 例疗效观察.....        | 张 健(48)      |
| 臭氧、胶原酶及曲安奈德联合应用治疗腰椎间盘突出症的临床研究..... | 李光春, 佟恒博(50) |

## 调查研究

|                           |                      |
|---------------------------|----------------------|
| 老年高血压病患者健康干预效果分析 .....    | 胡文铭(54)              |
| 妊娠糖尿病患者产后血糖随访的临床分析 .....  | 白 阳(57)              |
| 高龄老年脑卒中高危人群患病危险因素分析 ..... | 黄 婷, 梅群超, 戴朝博, 等(61) |
| 某高校女教职工妇科疾病普查结果分析 .....   | 杨晓琼(64)              |

## 护 理

|                            |                      |
|----------------------------|----------------------|
| 肛门直肠疾病围手术期舒适护理效果观察 .....   | 曹立萍(66)              |
| 产后出血的原因分析及护理体会 .....       | 童明蓉, 陈安武(68)         |
| 50 例慢性胃炎病人的护理分析 .....      | 涂 敏(70)              |
| 内镜下 ERCP 与 EST 的护理体会 ..... | 兰 丽, 曹 艳, 李 平, 等(72) |

## 综述与讲座

|                                |              |
|--------------------------------|--------------|
| 社区高血压病高危人群筛查及健康生活方式指导 .....    | 叶棣荣, 黄 峰(74) |
| 药物不良反应及预防措施 .....              | 蔺 梅(76)      |
| 微波对神经系统的影响 .....               | 范 蕊(79)      |
| 咽(喉)源性咳嗽的中医药研究概况 .....         | 刘崇璟(82)      |
| 肾脏去交感神经术的研究新进展 .....           | 张 眉, 殷跃辉(86) |
| Empagliflozin 治疗糖尿病的研究进展 ..... | 张 瑜, 杨刚毅(90) |

## 医院管理

|                          |                   |
|--------------------------|-------------------|
| 基于高校医院中高血压病管理的策略研究 ..... | 张振业, 周鄂生, 杨 旭(93) |
|--------------------------|-------------------|

## 病例报道

|                          |                   |
|--------------------------|-------------------|
| 指针合谷穴治疗替硝唑致口瘘症 1 例 ..... | 霍 迪, 张天政, 雷 玫(95) |
|--------------------------|-------------------|

## · 读者 · 作者 · 编者 ·

|                         |      |
|-------------------------|------|
| 结构式摘要的撰写要求 .....        | (7)  |
| 《保健医学研究与实践》投稿须知 .....   | (16) |
| 本刊对统计学检验结果表达方法的要求 ..... | (60) |
| 《保健医学研究与实践》杂志声明 .....   | (63) |
| 关于正确使用统计学符号的通知 .....    | (69) |
| 《保健医学研究与实践》杂志改版通知 ..... | (96) |

期刊基本参数: CN50-1184/R \* 2004 \* b \* A4 \* 96 \* zh \* P \* ¥8.00 \* 2000 \* 34 \* 2014-06



由 扫描全能王 扫描创建

# 微波对神经系统的影响

范蕊

(西南大学医院, 重庆 400715)

**摘要:**随着科技发展和社会进步, 频率为 0.3~300 GHz 的微波被广泛应用于通讯、医疗、工业等领域, 微波对人类健康的影响越来越引起人们的重视。根据国内外关于该领域的研究文献, 综合评述了微波的特性及近年来有关微波对神经系统生物效应的研究进展。

**关键词:**微波; 电磁辐射; 生物效应; 神经系统

**中图分类号:** R122.4

**文献标识码:** A

## Effect of Microwaves on the Nervous System

FAN Rui

(Hospital of Southwest University, Chongqing 400715, China)

**Abstract:** With the development of science and technology and social progress, microwaves with frequency of 0.3~300 GHz have been widely used in such domains as communication, medical treatment and industry, and the effect of microwaves on human health has attracted increasing attention. This paper summarizes characteristics of the microwave and the progresses made in research for biological effects of microwaves on the nervous system on the ground of research documents with regard to this domain at home and abroad.

**Key words:** Microwave; Electromagnetic radiation; Biological effect; Nervous system

微波是电磁波的一个频段, 是指波长为 0.001~1 m、频率为 0.3~300 GHz 的电磁波, 根据频率不同, 微波分为分米波、厘米波、毫米波 3 个波段。微波不会影响化学键, 称为非电离辐射。本文根据国内外近年来有关微波生物效应的研究论文, 综合评述了微波的特性和微波对神经系统生物效应的研究进展。

### 1 微波的生物效应

微波的生物效应主要包括热效应和非热效应。微波的热效应是指微波引起的生物组织或系统温度升高而对生物体产生的影响。机体组织在微波作用下, 组织中的有极分子如水分子、电解质离子等在微波的辐射下快速振动而相互摩擦产热, 使机体出现局部血管扩张、血流及淋巴循环加快、局部组织营养代谢旺盛、酶活性增加、白细胞吞噬作用增强、病理产物吸收和消散增快等现象。非热效应是指微波引起生物组织除热效应以外的其他效应, 如生物化学效应、电效应、磁效应等。非热效应是一个内涵广泛的概念, 很难用一种统一的模式来解释其全部内容。

一般认为微波辐射生物体时, 功率密度在 10 mW/cm<sup>2</sup> 以上者以热效应为主, 最强热效应产生于功率密度为 230 mW/cm<sup>2</sup> 时, 功率密度在

1~10 mW/cm<sup>2</sup> 时以微热效应为主, 功率密度小于 1 mW/cm<sup>2</sup> 时以非热效应为主。微波又可分为连续微波和脉冲微波, 前者以热效应为主, 后者则以非热效应为主。现在普遍认为微波辐射的热效应有明确的量效关系, 功率密度越大、辐射时间越长、被辐射组织的温度越高, 则热效应越明显; 照射距离越大, 则热效应越不明显。此外, 由于动物体质量和种类的差异, 其热效应亦不相同。大型动物对微波辐射热效应的耐受性要好于小型动物。

非热效应的量效关系和机制仍然不明确, 微波辐射的非热效应存在窗效应, 包括频率窗、功率密度窗(或强度窗)等, 窗效应可能与电磁波和体内的离子、蛋白质分子等发生共振有密切关系, 但这一理论并未得到广泛承认<sup>[1]</sup>。因此, 微波辐射非热效应的量效关系及作用机制将是今后研究的热点问题。

### 2 微波对周围神经系统的影响

微波作为一种物理因子用于医疗领域已经有一百多年的历史, 其对疾病治疗的效果得到普遍认可, 现已广泛应用于疾病的诊断和治疗等。下面着重阐述微波对周围神经系统的影响。

分米波促周围神经再生机制的实验研究证

**作者简介:** 范蕊(1980—), 女, 硕士研究生, 主治医师。



实,分米波可增加局部组织血液循环,抑制炎症反应,减轻神经周围的粘连、卡压,从而改善神经缺血、缺氧状态,为神经再生提供良好的微环境,有利于神经的修复与再生<sup>[2]</sup>。同时还可促进雪旺细胞增殖,加速损伤神经轴突再生及再髓鞘化,促进再生神经结构成熟,从而有利于神经再生和功能恢复<sup>[3]</sup>。

杨朝辉等的实验研究表明,毫米波也能够促进周围神经损伤后的再生,其可能机制为:①毫米波辐射能够改变离子通道的活性,促进神经细胞膜上钙离子通道的快速激活和失活,从而提高动作电位的波幅,使神经系统通过改变电压来进行信息加工。②毫米波辐射还可以促进角蛋白产生白细胞介素-1 $\beta$  (IL-1 $\beta$ ),以提高细胞膜内 IL-1 $\beta$  水平,进而促进周围神经挤压损伤后的神经功能恢复<sup>[4-6]</sup>。临床调查证明微波治疗可以明显改善坐骨神经痛、带状疱疹性神经痛等症状<sup>[7-8]</sup>。大量临床资料证明毫米波适量局部辐照可改变组织器官的功能,使患者疾病康复。然而过量局部辐照亦有可能对人体造成损伤,所以应严格掌握微波局部辐照的剂量。

### 3 微波对中枢神经系统的影响

微波在某些情况下有良好的治疗作用,但微波产生的电磁辐射也能给人们的健康带来负面影响。大量的流行病学调查和实验表明,微波电磁辐射对中枢神经系统有一定影响。

#### 3.1 微波对神经行为的影响

中枢神经系统对电磁辐射高度敏感,受辐射后会出现较为明显的神经行为障碍<sup>[9]</sup>。流行病学调查表明,手机微波辐射影响人的神经行为,精神抑郁、头痛、失眠、记忆力下降等症状的发生率明显增加<sup>[10]</sup>。朱海洲调查发现,微波站的工作人员神经衰弱综合征发病率明显高于对照组<sup>[11]</sup>。在动物实验中发现电磁脉冲辐射后的大鼠辨别性学习能力和记忆能力均明显下降<sup>[12]</sup>。Lai 等用 2 450 MHz 脉冲微波辐射大鼠,发现辐射后 45 min 大鼠的“工作记忆”(working memory)受到损害,空间辨别能力受到明显影响<sup>[13]</sup>。但也有实验发现,用 900 MHz 和 1 800 MHz 脉冲微波辐射后,大鼠空间学习能力无明显改变<sup>[14]</sup>。

#### 3.2 微波对脑的电生理影响

脑电图是脑生物电的综合反映。脑电图的变化能够较为直观的反映脑功能状态的改变。研究结果表明,手机发射的 902 MHz 微波对大脑的记忆反应有显著影响,全球通微波可导致听觉记忆

错误率明显增高,并影响到 4~6 Hz 和 6~8 Hz 脑电活动<sup>[15]</sup>。夏玉静等人的研究表明,移动电话 5~10 年的使用者,脑电图异常检出率 18.2%,显著高于对照组,说明电磁辐射可引起大脑皮层生物电改变,使大脑功能受到影响<sup>[16]</sup>。

#### 3.3 微波对神经元形态的影响

无论是活体细胞,还是离体细胞,微波电磁辐射均可使其发生功能及形态上的改变。史长华、杨学森等人的实验发现,接受电磁辐射后,大鼠的学习记忆能力明显受到影响,而且观察到海马神经元的形态发生明显改变,锥体细胞层变薄,细胞排列紊乱,胞浆尼氏体减少,正常结构消失<sup>[17-18]</sup>。Hoffmann 等发现,沙鼠受电磁辐射后,海马齿状细胞增生率明显降低<sup>[19]</sup>。亦有体外细胞实验证明,低强度微波辐射(频率 900 MHz,功率密度 0.05 mW/cm<sup>2</sup>)对体外培养的大鼠皮层神经元存在损伤作用<sup>[20]</sup>。

#### 3.4 微波对神经递质及受体的影响

神经递质是中枢神经系统的信息载体,神经信号的突触传递是由神经末梢释放神经递质,然后作用于特异性的受体而实现。Testylier 等发现,大鼠在接受 2.45 MHz 连续微波电磁辐射后,海马组织中的乙酰胆碱会出现明显下降,进而影响学习记忆功能<sup>[21]</sup>。王强等实验发现,900 MHz 微波电磁辐射可能影响  $\gamma$ -氨基丁酸抑制系统的神经调节功能,从而导致中枢神经系统兴奋与抑制的平衡失调<sup>[22]</sup>。刘朝晖等采用波长 5.6 mm 和 7.1 mm 的毫米波(功率密度为 10 mW/cm<sup>2</sup>)辐射大鼠后,发现其下丘脑和海马组织的乙酰天门冬氨酸、磷酸肌酸和胆碱的水平未见明显改变,但海马组织中谷氨酸水平降低, $\gamma$ -氨基丁酸水平升高<sup>[23]</sup>。

#### 3.5 微波对脑部肿瘤的影响

长期的电磁辐射作用可以影响生物大分子的转录、合成,进而影响细胞的增殖和分化,因此微波电磁辐射是促使肿瘤形成的主要因素之一<sup>[24]</sup>。Lönn 等进行的病例对照研究发现,虽然短期使用手机不会增加患听神经瘤的危险性,但是使用手机达到 10 年以上的用户,患听神经瘤的危险性有明显的增加,习惯使用单侧耳朵接听手机者患听神经瘤的危险性更大<sup>[25]</sup>。但也有研究得出相反结论,认为使用移动电话并没有使神经胶质瘤和脑脊膜瘤的患病危险性增加<sup>[26-27]</sup>。微波电磁辐射和脑肿瘤之间的关系还存在很大争议,二者关系有待进一步研究证实。

### 4 展 望

目前,微波的使用范围越来越广泛,在充分利



用微波生物效应的同时,也要重视微波带来的危害。当微波电磁辐射的频率、强度、时间不同时,其产生的生物效应相差甚远。微波可以用于疾病的诊断治疗,但也给人们带来很多负面效应。由于使用微波的发射源、频率、强度不同以及生物学检测指标各异,使得针对微波负效应的实验及临床调查结果之间很难有可比性,因此还需要深入研究探讨,应用更多的生物技术手段来研究该领域的诸多问题。相信在不久的将来就可以揭开微波的生物效应机制及量-效关系等。

#### 参 考 文 献

- [1] Sontag W. Release of mediators by DMSO-differentiated HL-60 cells exposed to electric interferential current and the requirement of biochemical prestimulation [J]. *Int J Radiat Biol*, 2001, 77(6): 723-734.
- [2] 田德虎,张英泽,米立新,等. 分米波促周围神经再生机制的实验研究[J]. *中国康复医学杂志*, 2005, 20(4): 261-263.
- [3] 田德虎,张英泽,米立新,等. 分米波在周围神经损伤后 S-100 蛋白表达变化中作用的实验研究 [J]. *中国康复医学杂志*, 2004, 19(4): 269-271.
- [4] 杨朝辉,陈九斤,刘莉,等. 毫米波促进周围神经损伤轴突再生的实验研究[J]. *中华物理医学与康复杂志*, 2005, 27(7): 395-397.
- [5] Alekseev S I, Ziskin M C. Effects of millimeter waves on ionic currents of *Lymnaea* neurons [J]. *Bioelectromagnetics*, 1999, 20(1): 24-33.
- [6] Szabo I, Rojavin M A, Rogers T J, et al. Reactions of keratinocytes to in vitro millimeter wave exposure [J]. *Bioelectromagnetics*, 2001, 22(5): 358-64.
- [7] 李大雨. 微波治疗坐骨神经痛的临床观察 [J]. *实用医技杂志*, 2006, 13(1): 161-162.
- [8] 李凯俐. 微波治疗带状疱疹性神经痛的疗效观察 [J]. *物理康复*, 2001, 5(6): 110.
- [9] Jang C G, Lee S Y, Yoo J H, et al. Impaired water maze learning performance in mu-opioid receptor knockout mice [J]. *Brain Res Mol Brain Res*, 2003, 117(1): 68-72.
- [10] Koivisto M, Krause C M, Revonsuo A, et al. The effects of electromagnetic field emitted by GSM phones on working memory [J]. *Neuroreport*, 2000, 11(8): 1641-1643.
- [11] 朱海洲. 低功率密度微波对工作人员健康的影响 [J]. *职业与健康*, 2005, 21(2): 205.
- [12] 赵梅兰,马强,曹晓哲,等. 电磁脉冲对大鼠学习记忆能力和长时程增强的影响 [J]. *中华物理医学与康复杂志*, 2001, 23(2): 69-71.
- [13] Lai H, Horita A, Guy A W. Microwave irradiation affects radial-arm maze performance in the rat [J]. *Bioelectromagnetics*, 1994, 15(2): 95-104.
- [14] Dubreuil D, Jay T, Edeline J M. Does head-only exposure to GSM-900 electromagnetic fields affect the performance of rats in spatial learning tasks? [J]. *Behav Brain Res*, 2002, 129(1-2): 203-210.
- [15] Krause C M, Haarala C, Sillanmaki L, et al. Effects of electromagnetic field emitted by cellular phones on the EEG during an auditory memory task: a double blind replication study [J]. *Bioelectromagnetics*, 2004, 25(1): 33-40.
- [16] 夏玉静,郝凤桐,吴月. 移动电话电磁辐射对脑电图的影响 [J]. *中国职业医学*, 2005, 32(3): 65-66.
- [17] 史长华,路国兵,李玉红,等. 电磁辐射对大鼠学习记忆能力和海马神经元形态的影响 [J]. *承德医学院学报*, 2009, 26(4): 356-358.
- [18] 杨学森,龚茜芬,张广斌,等. 电磁辐射对大鼠学习记忆和海马神经元的影响 [J]. *解剖学研究*, 2004, 26(2): 91-94.
- [19] Hoffmann K, Bagorda F, Stevenson A F, et al. Electromagnetic exposure effects the hippocampal dentate cell proliferation in gerbils (*Meriones unguiculatus*) [J]. *Indian J Exp Biol*, 2001, 39(12): 1220-1226.
- [20] 高峰. 低强度微波辐射对大鼠皮层细胞的损伤作用 [J]. *广西中医学院学报*, 2004, 7(2): 13-14.
- [21] Testylier G, Tonduli L, Malabiau R, et al. Effects of exposure to low level radiofrequency fields on acetylcholine release in hippocampus of freely moving rats [J]. *Bioelectromagnetics*, 2002, 23(4): 249-255.
- [22] 王强,曹兆进,白雪涛. 900 MHz 微波电磁辐射对大鼠大脑皮质神经元递质受体  $\gamma$ -氨基丁酸蛋白表达的影响 [J]. *卫生研究*, 2005, 34(5): 546-548.
- [23] 刘朝晖,王小娟,陈景藻,等. 毫米波辐射对下丘脑和海马组织化合物含量的影响 [J]. *中华物理医学与康复杂志*, 2002, 24(6): 363-364.
- [24] French P W, Penny R, Laurence J A, et al. Mobile phones, heat shock proteins and cancer [J]. *Differentiation*, 2001, 67(4-5): 93-7.
- [25] Lönn S, Ahlbom A, Hall P. Mobile phone use and the risk of acoustic neuroma [J]. *Epidemiology*, 2004, 15(6): 653-659.
- [26] Lönn S, Ahlbom A, Hall P, et al. Long-term mobile phone use and brain tumor risk [J]. *Am J Epidemiol*, 2005, 161(6): 526-535.
- [27] Christensen H C, Schüz J, Kosteljanetz M, et al. Cellular telephones and risk for brain tumors: a population-based, incident case-control study [J]. *Neurology*, 2005, 64(7): 1189-1195.

[收稿日期] 2013-12-25

