

## 参 考 文 献

- [ 1 ] 叶佩弦.非线性光学.北京:中国科学技术出版社,1999.1—21[ YE Pei Xian. Nonlinear Optics. Beijing: Chinese Publishing House of Sciences and Technologies, 1999, 1—21 (in Chinese) ]
- [ 2 ] Bloembergen N, Journal of nonlinear optical physics and materials, 1996, 5:1
- [ 3 ] Kobayashi T *et al.* J. Opt. Soc. Am., 1990, B 7:1558
- [ 4 ] Ghosai S *et al.* J. Phys. Chem., 1990, 94:2847
- [ 5 ] Chen A G *et al.* Opt. Lett., 1992, 17:441
- [ 6 ] Blau W *et al.* Opt. Comm., 1985, 56:25
- [ 7 ] Tutt L W *et al.* Nature, 1992, 356:19
- [ 8 ] Charra F *et al.* phys. Rev. Lett., 1992, 68:2440
- [ 9 ] Charra F *et al.* Opt. Lett., 1993, 18:941
- [ 10 ] Si J *et al.* Opt. Comm., 1997, 142:71
- [ 11 ] Xu G *et al.* J. Appl. Phys., 1999, 85:681
- [ 12 ] Xu G *et al.* Opt. Lett., (in press) .
- [ 13 ] Xu G *et al.* Appl. Phys., 1999, B 68:693
- [ 14 ] Rodenberger D C *et al.* Nature, 1992, 359:309
- [ 15 ] Si J *et al.* Opt. Comm., 1996, 132:311
- [ 16 ] Zhao J *et al.* J. Non. Opt. Phys. Mat., 1997, 6:109
- [ 17 ] Si J *et al.* Appl. Phys. Lett., 1996, 69:1832
- [ 18 ] Wang H *et al.* Appl. Opt., 1995, 34:6892
- [ 19 ] Si J *et al.* Opt. Lett., 1996, 21:357

## 21 世纪物理学和生物学交叉的热点 ——生物电磁学\*

张新晨 张沪生 王可 张少平 杨宣东

(武汉大学物理与电子信息学院 武汉 430072)

**摘 要** 介绍了神经科学、经络的研究、脉冲梯度磁场治疗癌症和方法论。用电镜观测脉冲梯度磁场抑制鼠 S-180 肉瘤生长和加强免疫细胞溶癌作用。文章作者观测到磁场能影响癌细胞的代谢;磁场能降低癌细胞的恶性程度,抑制其高速和异形生长;磁场能抑制癌细胞的分裂和 DNA 倍性;磁场能提高细胞免疫功能,加强淋巴细胞、浆细胞反应。

**关键词** 物理学,生物学,交叉,生物电磁学

## A FOCUS OF PHYSICS AND BIOLOGY IN THE 21st CENTURY ——BIOELECTROMAGNETICS

ZHANG Xin-Chen ZHANG Hu-Sheng WANG Ke ZHANG Shao-Ping YANG Xuan-Dong

(College of Physics and Electronic Information, Wuhan University, Wuhan 430072)

**Abstract** An introduction to neural science, main and collateral channels, the treatment of cancer by a pulsed gradient magnetic field and methodology are introduced. Observation with an electron microscope showed that a pulsed gradient magnetic field inhibited the growth of S-180 sarcoma in mice and enhanced the ability of the immune cells to dissolve cancer cells. It was observed that the magnetic field affected the cancer cell's metabolism, lowered its malignancy, and restrained its rapid and heteromorphic growth. The DNA content of nuclei decreased which indicates that a magnetic field can block DNA replication and mitosis of cancer cells. The magnetic field enhanced the cellular immune ability and the reaction of lymphocytes and plasma.

**Key words** physics, biology, intersection, bioelectromagnetics

21 世纪是生物学的世纪,生命科学和交叉学科将得到蓬勃发展。21 世纪物理学与生命科学交叉的热点——生物电磁学的发展势在必然,并将有所突破。

### 1 神经科学

神经科学(脑科学)是揭示神经系统如何指导行

为的科学。它是一门有内在凝聚力的独立的研究领域,它又是由一个器官系统而不是根据研究方法或研究层次定义的多学科渗透与交叉的庞大学科<sup>[1]</sup>。

大脑被公认为是最复杂的生物物质结构。人脑

\* 国家自然科学基金资助项目

1999-12-16 收到初稿,2000-03-02 修回

有 $10^{11}$ 个神经元组成,每个神经元约有 $10^3$ 个树状突起.因此,人脑中有 $10^{14}$ 个连结点,即相当于每秒处理 $10^{16}$ 个信息的能力.这比现在最大的超级计算机还要先进.专家们正在努力研究神经网络的功能,模拟设计网络计算机<sup>[2-4]</sup>.

在探索物质本质、宇宙起源和生命本质取得巨大进展的同时,人类对于智力本质还了解得很少.脑认识科学的研究是当今科学的前沿.国外这方面的研究工作可概括为:通过功能磁共振成像(fMRI)等手段认识脑;通过对脑疾病的诊断和治疗保护脑;通过人工智能的发展改善脑.我国提交这方面的研究报告也很多,对大脑功能定位已搞得比较清楚,目前的主要工作是测量脑图(brain activity map)<sup>[5]</sup>.

神经元传递信号是生物电磁的过程.研究神经科学需要物理学和生命科学交叉,自然科学和人文科学交叉.以五脏为中心的藏象学说,将脑的功能分属五脏而统归于心.近代医学指出,心分泌激素,通过血液或淋巴影响大脑的思维.随着医学研究的深入,人们不断对“微循环”的定义进行探讨,认识在不断深化.1993年,人们把“直接参与组织、细胞的物质、能量、信息传递的血液、淋巴液、组织液的流动”称之为“微循环”<sup>[6]</sup>.所以研究神经科学还需要研究气血运行和神经系统的关系,需要研究心-脑联机.

## 2 经络研究

在科学技术史上,迷惑人们两千年之久的经络之谜正在一步一步被解开<sup>[7-12]</sup>.国内学者用高振动音和低电阻方法测绘的经络线和《黄帝内经》上的完全一致.他们还测量了因病截除的人体下肢及放血致死的家兔的新鲜尸体,发现了经络现象仍然存在.这说明经络不仅是不依赖神经系统和血液循环系统而存在的独立系统,而且是更为基本的系统.

经络可能是一个具有全息通路、多能效应的信息应达系统,是人体调节内环境和适应外环境变化的高度自动化的平衡调整系统.经络自身可以在一定条件下发出声、光、电、磁、热等物理信号,也能接受和传递各种物理信号的刺激.调整经络平衡,可以提供治疗疾病的条件.

经络可能是联系五脏六腑和体表穴位之间的气血运行的通道和机体调节的枢纽.研究经络的实质是生物电磁学的另一热点.

## 3 磁场治疗癌症

恶性肿瘤是细胞分化的疾病,其特征是不受宿主控制的恶性增殖.国内外对其早期诊断和治疗的效果还都不满意.癌症每年要夺去世界上七百多万人的宝贵生命.我国现在平均每死亡5个人中就有1人死于癌症<sup>[13]</sup>.发展传统的诊治方法和寻找新的诊治方法,是人类征服恶性肿瘤的重要使命.

解放军304医院盖国才发明了穴位诊断法,找到了150多个穴位可诊断疾病.在此基础上他又发现了新大郗穴是恶性肿瘤诊断穴,新内郗穴是良性肿瘤诊断穴<sup>[14]</sup>.北京神州科技开发中心赵实发明了人体热能辐射测试仪,用它测量人体红外辐射场,能在室温条件下分辨穿单衣的人体表面 $0.05\text{ }^{\circ}\text{C}$ 的温差变化,从而实现了无扰测温和微热早期诊断疾病,可在人体器官组织尚未出现几何形态和组织密度畸变时,早期揭示包括癌症在内的多种疾病的病灶<sup>[15]</sup>.该仪器已经通过了中国国家医药管理局组织的专家鉴定,获得中国和美国的国家专利,自新中国成立以来,是首次获美国食品与药品管理局(FDA)批准做临床应用研究的我国医疗器械新产品.

宿主的控制和癌瘤的“免疫逃逸”是彼消此长的矛盾双方.控制和逃逸都和生物电磁现象密切相关.国内外不少学者做过磁场抑制、杀伤癌细胞的实验<sup>[16-18]</sup>.我们报道了用电镜观测脉冲磁场(峰值磁场 $0.6-2.0\text{ T}$ ,磁场梯度 $10-100\text{ T}\cdot\text{m}^{-1}$ ,脉冲宽度 $20-200\text{ ms}$ ,重复频率 $0.16-1.34\text{ Hz}$ )抑制鼠S-180肉瘤和加强免疫细胞溶癌作用<sup>[19]</sup>,还报道了用Faulgen染色法测定肉瘤细胞核DNA倍性,并且用电镜技术和细胞结构的体视学分析磁场对癌细胞形态的影响.我们在实验研究中观测到:磁场能影响癌细胞的代谢;磁场能使癌细胞的恶性程度降低,并能抑制其高速和异形生长;磁场能抑制癌细胞的分裂和DNA的倍性;磁场可以提高细胞免疫功能,加强淋巴细胞、浆细胞反应<sup>[20]</sup>.我们用上述脉冲磁场在广州军区武汉总医院肿瘤科治疗14例癌症患者,取得较好的近期治疗效果.治疗仪的磁路设计已申请中国专利.

初步的临床结果已经说明,利用人体热能辐射测试仪可以早期诊断癌症,并能检测脉冲磁治疗的疗效.这两种专利产品和诊断、治疗方案的结合,可望填补早期诊治癌症方法的空白.

## 4 方法论

现代科学研究表明,物体间的相互作用按其基本性质可分为四种:引力相互作用、电磁相互作用、强相互作用和弱相互作用.以上热点均属电磁学和生命科学的交叉,这不是偶然的.目前我们只能预测广义电磁学(包括光辐射、热辐射在内的)和生命科学交叉的前景.

路易·德布罗意说:“整个世纪(注:指19世纪)以来,在光学上,比起波动的研究方面来,是过于忽视了粒子的研究方面;在物质粒子理论上,是否发生了相反的错误呢?是不是我们把关于‘粒子’的图像想得太多,而过份地忽视了‘波’的图像?现在运用X射线晶体分析法,我们对遗传物质脱氧核糖核酸DNA的双螺旋结构已了如指掌,而对与生长、衰老、免疫有关的人体各种内分泌系统(与它有关的三焦经)却知道甚少.这不正说明,20世纪的西方科学,在研究方法上,用分析方法太多,而用综合方法太少吗?在展示21世纪学科交叉的热点的同时,请人们注意这一点.

### 参 考 文 献

- [ 1 ] 郭爱克.武汉大学学报(生物物理专刊),1993,39:1[ GUO Ai-Ke, Journal of wahan University ( Special Issue of Biophysics ),1993,39:1(in Chinese) ]
- [ 2 ] Hopfield J J. Proc. Natl. Sci. USA.1982,79:1554
- [ 3 ] Cardner E J. Phys. A: Math. Gen.1987,20:3453
- [ 4 ] 梁明理.生物物理学报,1993,9:132[ LIANG Ming-Li, Journal of Biophysics, 1993,9:132(in Chinese) ]
- [ 5 ] 包尚联.生物医学物理研究.上海:上海三联书店,1998.3—8 [ BAO Shang-Lian. Biomedical Physics Study. Shanghai: Shanghai Sanlian Bookshop,1998.3—8(in Chinese) ]
- [ 6 ] 田牛.微循环学杂志,1994,4:4[ TIAN Niu. Chinese Journal of Microcirculation,1994,4:4(in Chinese) ]
- [ 7 ] Hyvarinen J L. Med. Biol.,1977,55:88
- [ 8 ] 祝总骧.中国针灸,1987,3:40[ ZHU Zong-Xiang. Chinese Acupuncture and Moxibustion,1987,3:40(in Chinese) ]
- [ 9 ] 李志超.中国针灸,1987,3:33 [ LI Zhi-Chao. Chinese Acupuncture and Moxibustion,1987,3:33(in Chinese) ]
- [ 10 ] 胡修愚.中国医学物理学杂志,1993,10:21 [ HU Xiu-Yu. Chinese Journal of Medical Physics,1993,10:21(in Chinese) ]
- [ 11 ] 李定忠.中华生物磁学,1994,2:8[ LI Ding-Zhong. Chinese Biomagnetism,1994,2:8(in Chinese) ]
- [ 12 ] 李志超.中国医学物理学杂志,1997,(1):封4 [ Li Zhi-Chao. Chinese Journal of Medical Physics,1997,(1)(in Chinese) ]
- [ 13 ] 郑灵巧.健康报,1996.3.22 [ ZHENG Ling-Qiao. Health News,1996.3.22(in Chinese) ]
- [ 14 ] 盖国才.穴位诊断法.北京:科技文献出版社,1981 [ GAI Guo-Cai. Accupoint Diagnosis Method, Beijing: Science and Technology Document Press,1981(in Chinese) ]
- [ 15 ] 赵实.大自然探索,1992,2:97 [ ZHAO Shi. Exploration of Nature,1992,2:97(in Chinese) ]
- [ 16 ] 常汉英.生物医学物理研究.武汉:武汉大学出版社,1990.74—75 [ CHANG Han-Ying. Biomedical Physics Study. Wuhan: Wuhan University Press,1990.74(in Chinese) ]
- [ 17 ] Mulay I L *et al.* Nature,1964,4780:1019
- [ 18 ] 张沪生.生物磁学研究及应用.北京:原子能出版社,1994.18—21 [ ZHANG Hu-Sheng. Biomagnetism Study and Application. Beijing: Atomic Energy Press,1994.18—21(in Chinese) ]
- [ 19 ] Zhang H S. Chinese Science Bulletin,1995,6:512
- [ 20 ] Zhang H S. Science in China( Series C ),1997,4:392
- [ 3 ] Gwyn C Wet *et al.* J. Vac. Sci. Technol.,1998,B16(6):3142
- [ 4 ] Wilder K *et al.* J. Vac. Sci. Technol.,1997,B15(6):1811
- [ 5 ] Silverman J P. J. Vac. Sci. Technol.,1998,B16(6):3137
- [ 6 ] Melngalls J *et al.* J. Vac. Sci. Technol.,1998,B16(3):927
- [ 7 ] Brueck S R J. Microlithography World. Winter,1998.10
- [ 8 ] 陈旭南等.利用原子制作纳米图形.见:孙洪涛等编,中国电子学会第十届全国电子束·离子束·光子束学术年会论文集,长沙,1999.398 [ CHEN Xu-Nan *et al.* Fabricating nano patterns using atoms. In: Sun Hong-Tao *et al.* eds. 10th Electron Beam, Ion Beam and Photon Beam Annual Symposiums, Chinese Electrons Society, Chang Sha, 1999. 398 (in Chinese) ]