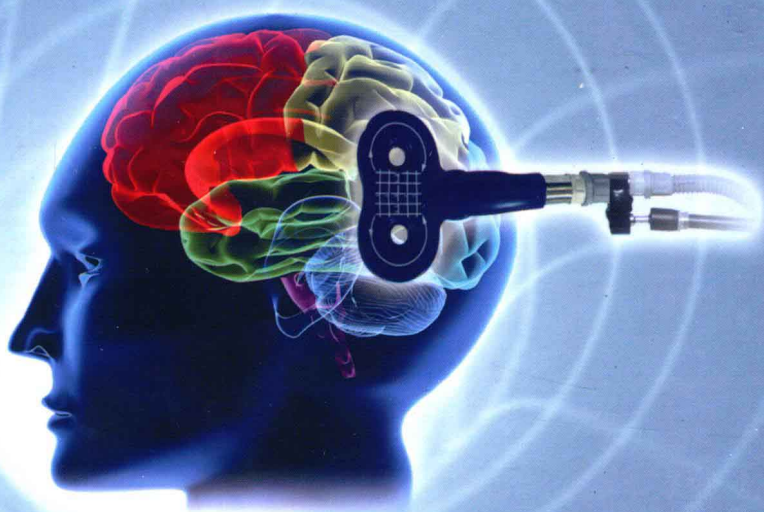


Transcranial Magnetic Stimulation Technique
Fundamental Theory and Clinical Practice

经颅磁刺激技术 基础与临床应用

主编 窦祖林 廖家华 宋为群



人民卫生出版社
PEOPLE'S MEDICAL PUBLISHING HOUSE

Transcranial Magnetic Stimulation Technique
Fundamental Theory and Clinical Practice

经颅磁刺激技术 基础与临床应用

主 编

窦祖林 廖家华 宋为群

参编人员(以姓氏笔画为序)

卫小梅	王楠	兰月	刘雅丽	杜博琪	李超
李水秀	杨晓煦	肖喜玲	宋为群	张丁	张敏
陈红霞	姜丽	贾艳滨	徐光青	黄晓琳	黄德绪
梅元武	梁明	窦祖林	廖家华		

秘 书

张丁

人民卫生出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

经颅磁刺激技术 基础与临床应用/窦祖林等主编.

—北京: 人民卫生出版社, 2012. 12

ISBN 978-7-117-16234-0

I. ①经… II. ①窦… III. ①物理治疗仪器

IV. ①TH772

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2012) 第 226510 号

人卫社官网	www.pmph.com	出版物查询, 在线购书
人卫医学网	www.ipmph.com	医学考试辅导, 医学数据库服务, 医学教育资源, 大众健康资讯

版权所有, 侵权必究!

经颅磁刺激技术 基础与临床应用

主 编: 窦祖林 廖家华 宋为群

出版发行: 人民卫生出版社 (中继线 010-59780011)

地 址: 北京市朝阳区潘家园南里 19 号

邮 编: 100021

E - mail: pmph@pmph.com

购书热线: 010-67605754 010-65264830

010-59787586 010-59787592

印 刷: 北京铭成印刷有限公司

经 销: 新华书店

开 本: 787×1092 1/16 印张: 17 插页: 4

字 数: 424 千字

版 次: 2012 年 12 月第 1 版 2012 年 12 月第 1 版第 1 次印刷

标准书号: ISBN 978-7-117-16234-0/R·16235

定 价: 50.00 元

打击盗版举报电话: 010-59787491 E-mail: WQ@pmph.com

(凡属印装质量问题请与本社销售中心联系退换)

主编简介

窦祖林 男,教授,主任医师,博士生导师,中山大学附属第三医院康复医学科主任,中山大学康复治疗学系副主任。

近 30 年来,一直从事康复医学,特别是神经康复的临床医疗、教学与科研工作。在脑卒中、脑外伤、脊髓损伤等神经疾病的运动障碍、吞咽障碍、认知障碍等康复方面具有丰富的临床实践经验。

窦祖林教授已主持国家自然科学基金 2 项、科技部等多层次科研课题 10 余项,在国内外专业杂志已发表论文 90 余篇,主编《实用瘫痪康复》、《痉挛 评估与治疗》《吞咽障碍 评估与治疗》《痉挛 肉毒毒素定位注射技术》等专著 6 部;主编十一五、十二五卫生部规划本科教材《作业治疗学》,均由人民卫生出版社出版。获 1 项国家发明专利,多项新型实用专利,为康复医学专业培养了大批进修生、研究生、本科治疗师。

作为国内康复界知名的专家,窦祖林教授领导的团队积极开拓进取,成绩斐然。近年来所在科室与美国、日本、加拿大、芬兰、新加坡、中国台湾、中国香港等发达国家和地区科研院所的同行间建立了广泛的合作与交流。2008 年作为访问学者赴美国杜克大学(Duke University)、北卡罗来纳州立大学(North Carolina State University)研修,2009 年 1 月作为第一位获台湾复健医学会正式邀请的中国大陆康复医学界学者,赴台参加学术交流,取得巨大成功,被台湾同行称为两岸康复界的破冰之旅。迄今为止,赴台学术交流 3 次。

现任中华物理医学与康复杂志副总主编,广东省康复医学会副会长,中国医师协会康复医师分会常务委员,广东医师协会康复医师分会常务委员,曾任广东省医学会物理医学与康复学分会主任委员,中华医学会物理医学与康复学分会多届常务委员,先后被聘为多家全国性专业杂志的编委。



窦祖林教授近照



廖家华主任医师近照

廖家华 男,主任医师,医学硕士,现任武汉依瑞德医疗设备公司技术总监,曾任海南省人民医院康复医学科主任、广东三九脑科医院电生理室主任、脑磁图室主任。

1987年同济医科大学电生理硕士研究生毕业,曾在同济医院康复科工作3年,1997年受中国政府有关部门委托赴巴基斯坦拉合尔 Allama Iqbal 医学院附属 Jinnah 医院负责中国援建大型医院的所有医疗设备的安装、调试、培训与维修,任中国援外专家组组长。2000年,赴美国 Texas Medical Center, 4-D NEUROIMAGING 学习进修脑磁图。

廖家华主任近40年来,工作勤奋、不断努力学习新知识、新技术。掌握了牢固的电子学、电磁学和基础医学专业知识,具有高级技师和工匠般的动手能力,在以往的工作中曾取得多项技术革新成果。

经颅磁刺激是一种无创性大脑皮质刺激和神经功能调制技术,最根本的物理学原理是电磁场作用与电磁感应。其设备是医工结合、电磁学、医学、脑科学交叉结合的产物,经颅磁刺激原理虽然简单,但技术复杂,开发这种新型高端的医疗设备并非易事。廖家华主任自1988年用手工制作中国第一台原始的单脉冲手动刺激的经颅磁场刺激器样机以来,历经千辛万苦,经过孜孜不倦的努力与奋斗,克服常人难以想象的困难,终于在2009年,与武汉依瑞德医疗设备新技术有限公司合作研发的具有中国自主知识产权的经颅磁刺激设备通过了国家质量技术监督局的严格检测,获得了中国食品药品监督管理局(SFDA)注册证。历时21年,第一台产品才正式投入使用,廖家华主任为经颅磁刺激技术在中国的推广和应用作出了重要贡献,同时他本人也把宝贵的青春年华献给了所钟爱的经颅磁场刺激器。

宋为群 女,主任医师,教授,博士生导师,首都医科大学康复医学系副主任,首都医科大学宣武医院康复医学科主任。擅长神经康复的临床和研究,以脑卒中康复等为主要研究内容。主持国家自然科学基金、首发基金、十五国家科技攻关计划子课题等。曾获得北京市科学技术三等奖,入选北京市百千万人才工程。被评为北京市百名优秀青年医师,入选北京市卫生系统百名学科带头人。

现任中国医师协会康复医师分会副会长,北京康复医学会副会长,中国康复医学会老年医学专业委员会副主任委员,中国康复医学会脑血管病专业委员会副主任委员。《中国康复医学杂志》编委,《中华物理医学与康复杂志》编委。



宋为群教授近照

序

经颅磁刺激(transcranial magnetic stimulation, TMS)技术问世已有三十多年历史,它既可用于诊断,也可用于治疗。TMS可影响神经科学从分子、突触、细胞,到网络、区域、系统结构以及行为的各个层次,近年来,在康复医学、精神医学、神经科学等领域日益受到人们的重视,在临床和科研方面已被广泛应用。

在如今的网络信息时代,当您上网输入TMS有关的关键词,国外的文献和著作将目不暇接,数不胜数,如何从浩瀚的文献海洋中吸取有用的知识,为我所用,并与同行分享,窦祖林教授等人又进行了有益的尝试。随着中文版《经颅磁刺激技术 基础与临床应用》一书的出版,我相信对同行和业界提高认识,更多、更好的使用这种先进技术具有推动作用。

围绕经颅磁刺激技术,书中所述内容丰富,不仅介绍了大量新知识、新理论,更多着墨于经颅磁刺激技术在神经、精神障碍疾病评估与治疗中的应用,并介绍了认知科学中的研究方法。通览全书,受益匪浅。

廖家华主任医师自1988年在华中科技大学同济医学院附属同济医院我科工作时,不但协助确定经颅磁刺激为研究课题,还亲自制作了第一台单脉冲手动刺激的经颅磁场刺激器。他锲而不舍,克服重重困难,一直致力于研制和开发经颅磁刺激设备,经过多年的奋斗,今天终于取得了丰硕的成果。窦祖林教授、宋为群教授善于学习,他们使用TMS技术与设备,在各自的临床与科研方面取得了一定的成绩。这些出类拔萃的专业工作者携手合作,以他们的亲身经历和实践,共同编著了第一部经颅磁刺激技术中文专著,可喜可贺。但学科的发展在于实践,期盼国内学者,在本领域更多参与、更多实践,以取得更大更多的成就。

九年前,当我欣然为窦祖林教授主编的《痉挛 评估与治疗》一书作序时,我曾写到“临床上尚有不少难度,医学科学仍有许多未知数,有待我们的同行,特别是中青年学者,继续发挥团队精神,以大家风度,持谦虚谨慎的态度,实事求是的作风,吸取一切有用的理论技术方法,联合解决临床难题,为民造福,推动学科不断前进”。近十年

来, 窦祖林教授及其所领导的创新团队, 在痉挛、吞咽障碍、认知障碍的临床与研究方面不断开拓进取, 其实干精神为业界所公认, 成绩有目共睹, 借此书出版之际, 我衷心祝愿他们为我国康复医学事业的发展作出更多新的贡献。

南登崑

2012年7月于武汉

前言

当本书划上最后一个句号时,我难抑心中的兴奋,掩卷沉思,不禁浮想联翩。

记得1988年5月的一天,我被廖家华老师约请作为正常受试者,接受经颅磁刺激(transcranial magnetic stimulation, TMS)试验。在当时的同济医科大学附属同济医院康复科肌电图室里,当磁刺激线圈在我的头顶上发出清脆声响,犹如有人用手在我脑袋上轻拍一下时,我觉得新鲜与好奇,当我看到所记录的运动诱发电位和中枢运动神经传导时间时,我感到震撼与敬畏,这些图形就是从廖老师手工制作的简易经颅磁刺激器中做出来的吗?由英国谢菲尔德大学的Burker等人研制的世界上第一台真正用于临床与科学研究的经颅磁刺激器也不过于3年前(1985年)才诞生呀!从此,我与廖家华老师结下了不解之缘,因为经颅磁刺激技术,我与他亦师亦友的关系至今已保持了20余年。这台原始的单脉冲手动刺激经颅磁场刺激器,不管刺激量多强、刺激时间多长,都没有引起可以感觉到的明显不良反应,不管是刺激外周神经还是中枢神经,确实与电刺激不同,无损、无痛,不用除去衣服即可直接刺激人体任何部位,操作方便,尽管几秒钟才能充放电一次,但可以重复,磁刺激作用不容置疑。中国经颅磁刺激器的问世几乎与世界同步,然而从试制品的开发到医用正式产品的使用却经历了艰辛漫长的路程,无论是在同济医院,还是在海南省人民医院,或是经我牵线搭桥,辗转来到广州寻求与企业合作,廖家华老师始终不忘经颅磁刺激器的研发。直到2009年,通过组建武汉依瑞德医疗设备新技术有限公司,廖家华老师带领他的研究团队开发出了CCY-I型磁刺激仪,才使这项技术得以在中国快速推广应用。

TMS最根本的物理学原理是电磁场作用与电磁感应,利用刺激线圈里快速变化的电流产生的时变磁场刺激可兴奋细胞,瞬变的磁场在颅内引起感应电场,驱动神经组织内部的电流,使神经元膜电位发生去极化,从而产生一系列生理变化。如今TMS与脑电图(EEG)、肌电图(EMG)、诱发电位(EP)、功能性磁共振成像(fMRI)、正电子发射成像(PET)结合,成为研究神经系统功能的一种手段,在临床与科研方面应用越来越广泛,被誉为磁在当今医学里4大尖端应用技术之一。为了传播和普及现代经颅磁刺激技术,提高临床专业人员使用这项技术的水平,让借助这项技术的科研人员了解实验方法、调整

实验参数、设计实验程序、创立检查项目、建立正常值,更好的开展科学研究与探索,我们觉得非常有必要编写这本书。

全书共十四章,系统的介绍了国内外经颅磁刺激技术的发展、理论、应用与科学研究的成果。分为基础理论、临床应用和科学研究3大篇。基础理论篇详细介绍了TMS的医用物理学、神经功能解剖学、神经生理学和神经可塑性的基础理论;临床应用篇侧重于TMS的作用及其在神经、精神障碍疾病评估与治疗中的应用,涉及神经科、精神科、康复医学、儿童行为发育障碍、慢性疼痛、运动疲劳等多学科疾病;科学研究篇介绍了TMS虚拟损伤与功能区定位、偏侧忽略等认知康复领域里的科学研究方法与发现。

参与本书编写的作者都是对经颅磁刺激技术有比较深入的了解,在不同学科应用这项技术的专业人员,如首都医科大学宣武医院康复医学科主任宋为群教授,在认知领域应用TMS已进行了大量研究,作为认知科学国家重点实验室的学科带头人,她加盟此书的编写,使本书的作者队伍更加强大,是一大幸事。本书从构思到成书,历时3载,在编写过程中,作者们查阅了大量国内外文献,特别是近几年来国外最新研究进展,内容力求深入浅出,避免艰深晦涩,图文并茂。然而从浩如烟海的文献中加工提炼有用的知识并非易事,希望中国的读者们能在较短的时间内了解与经颅磁刺激有关的基础理论,熟悉应用范畴,从中得到启迪,为自己的临床工作与科研所用,若达到此目的,这将是编写本书的最大收获与乐趣。

本书在编写过程中得到了人民卫生出版社的大力支持,并承蒙当今中国康复医学界令人崇敬的前辈南登崑教授在百忙中欣然为本书作序,在此表示衷心的感谢!

武汉依瑞德医疗设备新技术有限公司为本书的编写提供了大量的技术资料,在此也一并感谢!

由于作者们认识与应用TMS水平所限,书中错漏在所难免,恳请读者们赐教指正。

窦江林

2012年6月16日于广州

第一章 发展简史	1
第一节 古代电磁记载	1
一、中国古代对电磁的认识	1
二、国外古代对电磁的认识	2
第二节 近现代电磁学的发展	2
一、近代电磁学	2
二、现代经颅电磁刺激	10
第三节 经颅磁刺激设备的发展	13
一、硬件的发展	13
二、刺激模式的改进	16
三、定位的多样化	17
第二章 应用现状	21
第一节 作用机制	21
一、工作原理	21
二、作用机制的研究	23
第二节 经颅磁刺激的作用	27
一、影响神经可塑性	27
二、神经功能调控	28
三、同步振荡与独特作用	28
四、影响因素	30
第三节 经颅磁刺激的应用	31
一、在科学研究中的应用	31
二、临床检查与评估中的应用	34
三、临床应用的学科	35
第三章 医用物理学基础	38
第一节 电磁场与医学	38
一、生物电磁特点	38
二、神经细胞的电磁特性	39
三、中枢神经电刺激的方法	41

四、经颅磁刺激与电磁学·····	42
第二节 经颅磁刺激的技术原理·····	45
一、电路与结构·····	45
二、刺激线圈·····	46
三、线圈刺激部位·····	50
四、刺激参数·····	51
第四章 神经功能解剖学基础·····	56
第一节 神经元·····	56
一、结构·····	56
二、分类·····	60
第二节 神经胶质细胞·····	61
一、结构·····	61
二、功能·····	61
第三节 突触·····	62
一、结构·····	62
二、分类·····	63
三、局部回路神经元和局部神经元回路·····	64
第四节 大脑皮质·····	65
一、大脑皮质细胞结构排列·····	66
二、大脑外形与分叶·····	68
三、大脑皮质的功能分区·····	69
四、皮质的偏侧化与联络·····	73
第五章 神经生理学基础·····	77
第一节 膜电位·····	78
一、静息电位·····	78
二、局部电位·····	79
三、动作电位·····	81
第二节 离子通道·····	86
一、特性与分类·····	86
二、几种主要离子通道·····	87

第三节 神经信号转导	89
一、配体	89
二、受体	93
三、信号转导通路	95
四、信号传导网络	100
第六章 神经系统的可塑性	103
第一节 神经可塑性	103
一、大脑皮质可塑性	103
二、发育期神经可塑性	104
三、神经损伤可塑性	105
第二节 学习与记忆的可塑性	106
一、学习与记忆的研究	106
二、长时程增强 / 抑制	107
三、海马记忆的可塑性	108
第三节 突触可塑性	108
一、突触可塑性的类型	108
二、长时程抑制的特点	109
三、突触可塑性的结构变化	110
第四节 影响因素	111
一、与刺激有关的影响因素	111
二、突触可塑性再可塑	112
第七章 经颅磁刺激的使用与安全	116
第一节 TMS 的作用部位与模式	116
一、作用部位	116
二、刺激模式	118
第二节 刺激方案	122
一、几种常用的刺激方案	122
二、模式化丛状刺激的特点	124
三、疗效的影响因素	125
四、值得注意的问题	125

第三节 安全性	126
一、安全因素	126
二、副作用	129
三、安全指南	132
第八章 临床评估中的应用	138
第一节 评估方法	138
一、单脉冲经颅磁刺激	138
二、成对经颅磁刺激	140
三、成对关联刺激	142
四、与其他检测方法的联合应用	143
第二节 常用评估参数	144
一、皮质脊髓束传导通路的检测	144
二、皮质兴奋性的检测	146
三、皮质抑制和易化的检测	149
第三节 临床应用价值	151
一、在手术监测中的应用	151
二、在神经系统疾病诊断中的应用	152
三、评估参数在不同疾病中的表现	153
第九章 精神疾病中的应用	159
第一节 心境障碍	159
一、概述	159
二、评估	160
三、治疗中的应用	160
第二节 精神分裂症	163
一、概述	163
二、评估	163
三、治疗中的应用	164
第三节 睡眠障碍	166
一、概述	166
二、评估	166

三、治疗中的应用·····	167
第十章 神经疾病中的应用·····	170
第一节 癫痫·····	170
一、概述·····	170
二、评估·····	171
三、治疗中的应用·····	174
第二节 帕金森病·····	176
一、概述·····	176
二、评估·····	176
三、治疗中的应用·····	177
第三节 阿尔茨海默病·····	178
一、概述·····	178
二、评估·····	178
三、治疗中的应用·····	180
第四节 运动神经元病·····	181
一、概述·····	181
二、评估·····	181
三、治疗中的应用·····	182
第五节 多发性硬化·····	182
一、概述·····	182
二、评估·····	183
三、治疗中的应用·····	184
第十一章 神经康复中的应用·····	189
第一节 脑卒中·····	189
一、概述·····	189
二、评估·····	190
三、治疗中的应用·····	191
第二节 脊髓损伤·····	193
一、概述·····	193
二、评估·····	194

三、治疗中的应用·····	195
第三节 脑性瘫痪·····	199
一、概述·····	199
二、评估·····	200
三、治疗中的应用·····	202
第十二章 其他疾病中的应用·····	205
第一节 慢性疼痛·····	205
一、概述·····	205
二、评估·····	206
三、治疗中的应用·····	206
第二节 慢性疲劳综合征·····	208
一、概述·····	208
二、评估·····	209
三、治疗中的应用·····	210
第三节 自闭症·····	210
一、概述·····	210
二、评估·····	211
三、治疗中的应用·····	211
第四节 注意力缺陷多动症·····	212
一、概述·····	212
二、评估·····	212
第五节 尿失禁·····	213
一、概述·····	213
二、评估·····	214
三、治疗中的应用·····	214
第十三章 虚拟损伤与功能区定位·····	218
第一节 虚拟损伤·····	218
一、概述·····	218
二、刺激参数与刺激时机·····	220
三、线圈类型·····	220

第二节 脑神经结构 - 功能网络关联性的研究	221
一、脑结构网络	221
二、脑功能网络	222
第三节 大脑皮质功能区定位	223
一、语言功能区定位	224
二、视空间注意功能区定位	225
三、吞咽中枢的定位	230
四、其他功能区定位	232
第十四章 认知康复中的应用研究	235
第一节 认知康复	235
一、基本概念	235
二、评估	235
三、康复策略	237
第二节 认知康复中的应用	239
一、改善认知的作用机制	240
二、应用研究	240
三、值得注意的问题	242
第三节 偏侧忽略的研究	243
一、单侧视空间忽略	243
二、忽略机制的研究	243
三、治疗中的作用	245
中英文名词对照索引	249