

Functional
Neurosurgery

功能神经 外科学

主编 李勇杰



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

Functional
Neurosurgery

功能神经 外科学

主 编 李勇杰

副 主 编 (按姓氏拼音排序)

胡永生 李建宇 乔 梁 陶 蔚 遇 涛 张国君 朱宏伟

编 者 (按姓氏拼音排序)

蔡立新	陈富勇	陈 佳	陈 楠	陈 旭	董 生	杜 薇	付永娟	关云谦
郭 松	黄朝阳	李继平	李京生	李 哲	刘爱华	卢德宏	卢 光	卢 洁
马 凯	倪 兵	倪端宇	朴媛媛	朴月善	史 良	舒 伟	孙 涛	孙 伟
田肇隆	王丹丹	王 刚	王嘉炜	王雪原	王玉平	王云鹏	吴承瀚	吴 逊
肖东升	徐翠萍	闫红梅	闫晓明	于爱红	于加省	张佳星	张建华	张 希
张晓华	张宇清	赵国光	周晓霞	庄 平				

参 编 者 (按姓氏拼音排序)

代金东 杜 涛 付维亮 刘 畅 王海澎 张 超 张晓磊

主编助理 任志伟

人民卫生出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

功能神经外科学 / 李勇杰主编. —北京: 人民卫生出版社,
2018

ISBN 978-7-117-26140-1

I. ①功… II. ①李… III. ①神经外科学 IV. ①R651

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2018) 第 040345 号

人卫智网 www.ipmph.com 医学教育、学术、考试、健康,
购书智慧智能综合服务平台
人卫官网 www.pmph.com 人卫官方资讯发布平台

版权所有, 侵权必究!

ISBN 978-7-117-26140-1



功能神经外科学

主 编: 李勇杰

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: 010-59787592 010-59787584 010-65264830

印 刷: 北京汇林印务有限公司

经 销: 新华书店

开 本: 889×1194 1/16 印张: 57

字 数: 1532 千字

版 次: 2018 年 4 月第 1 版 2018 年 4 月第 1 版第 1 次印刷

标准书号: ISBN 978-7-117-26140-1/R · 26141

定 价: 298.00 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市场营销中心联系退换)

主编简介



李勇杰

1961 年 出生于山西省大同市

1979-1984 年 北京大学医学部学生

1984-1986 年 山西医科大学助教

1986-1991 年 山西医科大学研究生, 师从乔健天教授, 研究神经生理学, 获医学博士学位

1991-1994 年 山西医科大学第一附属医院神经外科主治医师

1994-1996 年 美国 Johns Hopkins 医院神经外科博士后

1996-1998 年 Loma Linda 大学医学中心神经外科工作

1998-2000 年 首都医科大学宣武医院神经外科副主任, 北京功能神经外科研究所副所长, 主任医师、教授、博士生导师

2000 年 - 首都医科大学宣武医院神经外科主任, 北京功能神经外科研究所所长, 主任医师、教授、博士生导师

2014 年 - 北京西典门诊部创始人兼首席专家

序 一



韩济生

欣闻由北京功能神经外科研究所李勇杰教授主编的《功能神经外科学》即将付梓,受邀作序,谨表祝贺。

我从事疼痛学研究已逾半世纪,有幸参与和见证了我国疼痛医学理论研究和临床实践从无到有及飞速发展的不凡历程。现今,疼痛医学已经成为我国医学体系中独立、规范且重要的分支学科,其发展成果直接惠及了数量庞大的患者、家庭乃至全社会。

疼痛医学的巨大进步既依赖于多学科手段的联合应用,也促进了学科间的交流和融合,而神经外科正是其中的重要方面之一。立体定向下脑深部核团毁损术、脊髓背根入髓区毁损术、神经调控及微创脊柱手术等神经外科的多项技术使得许多顽固性神经病理性疼痛的治疗由不可能成为可能,也由此拓展了功能神经外科更广阔的领域。

《功能神经外科学》一书在“慢性疼痛篇”与“神经脊柱篇”中系统阐述了相关疼痛疾患的临床表现、病因机制及治疗手段,特别详述了其外科处理方法。我相信,此专著定会成为广大医生和科研工作者的重要工具书和参考书。

中国科学院院士
北京大学医学部神经生物学教授
中华医学会疼痛学分会和中国医师协会疼痛科医师分会终身名誉主任委员

韩济生

2018年3月

序 二



吴 逊

据报道,考古学家在山东及甘肃发现 5000 年前人类头骨上有生前环钻或开窗的痕迹,是否为医疗目的难以确定。相传公元 2 世纪汉朝末年神医华佗行脑部手术,但无确证。国内现代意义的神经外科始于 20 世纪 40 年代关颂涛和赵以成两位教授。50 年代以后,神经外科逐渐普及,其间做了少量癫痫手术,如前颞切除术、大脑半球切除术,但未明确提出功能神经外科的概念。

国际方面,立体定向外科始于 20 世纪 40 年代。我国于 1983 年成立安徽立体定向外科研究所。1998 年北京功能神经外科研究所成立于首都医科大学宣武医院,迄今已近 20 年。逐步开展了帕金森病、运动障碍、癫痫以及疼痛的外科治疗,几乎涵盖了功能神经外科的全部内容。《功能神经外科学》

是 20 年经验的总结,不仅如此,还包括神经系统解剖生理、有关仪器设备、麻醉等诸多方面,全面介绍功能神经外科学相关内容。

功能神经外科学不同于一般神经外科,在于用外科的手段治疗神经系统功能性疾病以及虽有结构异常但以功能障碍为主的疾病。因此对神经系统,尤其大脑功能,应有深入细致地了解,不仅限于运动、语言、知觉,更重要的是记忆、认知、情绪乃至自主神经功能,以及将这些功能整合为对外界刺激或环境变化做出恰如其分的反应。关于大脑功能的研究始于一次意外:1948 年美国一位“最有效率又有能力”“性格温和,做事有条理”的铁路工人 Phineas P. Gage,在爆炸岩石时一根钢棍从他左面颊穿入,从头顶穿出,当时他神智清楚,可以说话走路。John Harlow 医生为他治疗。治疗后的 Gage 变得不修边幅、暴戾、固执,与从前判若两人,“似乎失去理性约束与动物本能间的平衡”。Harlow 医生对他进行了长期观察。直到 130 多年后,Iowa 大学的 Damasio 教授夫妇确定其损伤部位在左侧颞

叶内侧面及表面,从此揭开了颞叶神秘功能的面纱。但是脑功能的复杂性超乎我们的想象,以至美国前任总统奥巴马在 21 世纪初开启脑计划时说:“我们对两耳之间 2~3 磅重的大脑了解甚少。”例如眶额区及扣带回,其深藏于额底及大脑内侧,对其功能很难检测。近年,通过神经心理学、功能影像学并结合颅内电刺激技术了解其功能具有关键作用,主要是调节对刺激的反应,控制人体做出恰当的情绪、运动、自主神经反应以及与认知功能有关,并与其他脑区有十分复杂的相互联系,但是对其有病变或外科切除后会有什么后果尚不了解。对于顶叶、后扣带回以及颞叶底面的功能了解也不多。这就导致功能神经外科在定位、设计术式以及估计疗效与预后方面有很多困难及不确定性。因为困难重重,所以引人入胜。

当今神经心理学的发展,使我们对各个脑区甚至脑回的功能有了更为深入地了解,应是功能神经外科尤其是癫痫外科特别关注的。1985 年,刘貽德和夏警予两位教授夫妇曾出版《高级神经活动的症状与诊断》一书,详细阐述大脑各部位的功能,可惜未引起国内学者的重视也缺乏后续研究。详细的神经心理学检查有助于癫痫外科术前定侧、定位,尤其对额颞叶癫痫,也可帮助确定手术范围和估计预后,其中功能储备及功能适应的理论对估计预后非常重要。国内尚未认识到神经心理学在功能神经外科治疗中的价值,没有将其作为术前必不可少的检测项目。

功能神经外科涉及大脑复杂的功能,所以不能忽视多学科合作,如神经内科、神经生理科、精神科、影像及功能影像学科等。过去国内有值得深思的教训:仅靠一种检查的结论做癫痫外科治疗,除了治疗失败外还发生不应有的并发症,这是我们应引以为戒的。

外科治疗不是最终解决方案,而是可供选择的手段之一。就癫痫而言,由于癫痫网络的复杂性,几乎没有两位病人的发作症状完全一样,一种发作形式可以见于不同脑区的癫痫源区,而源于同一个脑区的癫痫源区还可以有多种发作形式,这使临床定位有一定困难,因此外科治疗并不能达到使发作完全消失。功能神经外科应遵循两个原则:①症状消失或显著减轻;②提高生活质量,至少不应降低生活质量。这两个原则缺一不可。在外科治疗前应考虑病人的全面情况,包括病因、症状、神经心理状态以及病人和亲属的期望并预估其可能的预后。

功能神经外科有宽广的发展前途。但有很多问题需要进一步深入研究。功能神经外科的理念应是神经外科的发展方向。本书是神经外科医生有益的必备参考书,也是神经内科、影像学等相关科室医生有用的参考书,更是进一步提高水平的基础读物。

北京大学第一医院神经病学教授、主任医师

吴通

2018 年 2 月

序 三



赵雅度



杨炯达

半个多世纪以来,随着科学技术的发展和医学的进步,我国神经外科事业取得了令人瞩目的成就。特别是近 20 年,功能神经外科的发展更令人鼓舞。

无疑,神经科学的进步和发展促使功能神经外科对神经系统功能障碍有了更深刻的认识,二者相互交叉融合,新理论、新概念以及新疗法不断涌现。

首都医科大学宣武医院北京功能神经外科研究所在李勇杰教授的领导下,成立至今近 20 年,他们深入研究神经系统各部位的结构、传导途径、功能及神经电生理变化规律,已取得了众多新发现。在充分保护神经功能的基础上,他们采用脑立体定向技术行脑深部核团毁损或电刺激,以及电生理监测下行显微神经外科手术等不同术式,治疗了大量病人,使功能神经外科的诊疗范围不断拓展,现已包括运动障碍病、难治性癫痫、顽固性疼痛以及部分精神性疾患等,均取得了较满意的疗效,当前已成为我国在该领域的领军团队。

为了分享其诊治成果,由李勇杰教授主编了《功能神经外科学》一书,该书总字数 90 余万,共分七大篇、五十八章,重点介绍了运动障碍病、癫痫、慢性疼痛、神经脊柱病变以及精神外科等。文中对各相关疾病之研究、诊断和治疗作了全面系统地阐释,并充分反映了国内外最新概念和我国的新动态和新进展,是从事功能神经外科临床和科研工作同行的一本不

可多得的高级参考书。有鉴于此,该书的出版,对促进我国功能神经外科学的进一步规范与发展具有重要价值,特表示祝贺!

首都医科大学附属北京天坛医院

北京市神经外科研究所原副所长

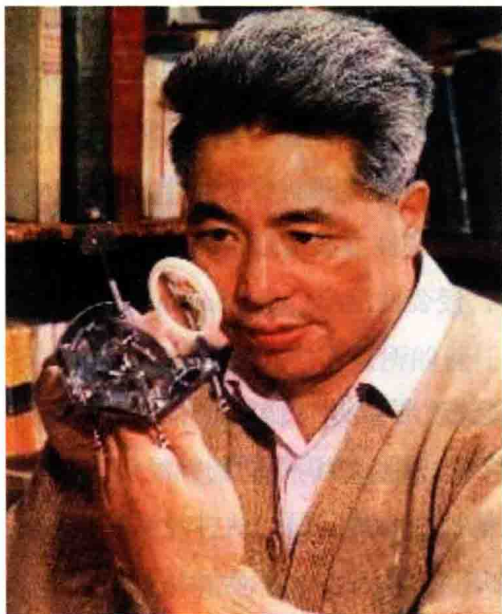
趙雅度

首都医科大学附属北京天坛医院原副院长

楊綱达

2018年2月

序 四



许建平

20 世纪 60 年代初,我从苏联进修回国。由于当时国际上对立体定向这门技术的封锁,所以我开始自行研制、生产、鉴定许氏 XZ-Ⅲ 型脑立体定向仪,从而开创了我国立体定向技术对锥体外系疾病的治疗。

20 世纪 80 年代,出版了《立体定向解剖学》专著。1986 年 6 月,《立体定向和功能性神经外科杂志》创刊。伴随 CRW、Leksell、MRI 等直角坐标定向仪的技术引进和利用,立体定向神经外科学快速普及并得到突飞猛进地发展。这项精度达到毫米级的脑立体定向技术至今已成为神经外科学不可缺少的重要分支。从美国回国的北京功能神经外科研究所所长李勇杰教授所领导的团队编写了《功能神经外科学》,总结了立体定向神经外科数十年的丰富临床经验,并对未来发展提出了展望。这是一本

非常值得一读的专著,为此向各位表示祝贺和感谢,并向广大同仁推荐。我衷心希望这项技术在当今的脑研究和疾病治疗中得到继续发展和普及。

原安徽医科大学校长兼
安徽省立体定向神经外科研究所所长

许建平

2018 年 2 月

前言

爱因斯坦曾说“世界上最不可思议的事情便是世界是可知的”。人类的神经系统感受(sensation)和感知(perception)这个世界的信息及其意义,并做出行动,从而完成不仅认识世界还能改造世界的“环路”进步模式。

功能神经外科学(functional neurosurgery)在 20 世纪中叶之前被称为生理神经外科学(physiologic neurosurgery)或应用神经生理学(applied neurophysiology),是运用侵袭性方法治疗神经系统功能紊乱的学科。相对于药物治疗(pharmaceutical treatment)的概念而言,侵袭性治疗(interventional treatment)又称介入性治疗,包括手术和经皮穿刺技术。

神经系统的功能紊乱有不同角度的分类和区分。感觉功能紊乱导致疼痛;运动功能紊乱导致运动障碍病;自主神经功能紊乱导致胸闷、心慌等心脏神经症和胃痛、胃胀、腹泻等胃肠神经症,这些内脏症状还往往伴随情感反应;而高级脑功能的紊乱,则会出现精神和心理问题。从神经系统功能紊乱的发生部位进行区分,包括:①中枢神经功能紊乱,如帕金森病、癫痫、肌张力障碍和精神疾病的脑功能紊乱,以及截瘫后疼痛的脊髓功能紊乱;②外周神经功能紊乱,如三叉神经痛和面肌痉挛等脑神经病,坐骨神经痛和截肢痛导致的脊神经病;③自主神经功能紊乱;④神经系统支持结构的病变导致的神经功能紊乱,如小关节综合征和椎间盘突出症。当然,疾病分类学的最高境界是能够从病因上进行分类和命名,遗憾的是目前很多疾病的病因尚不清楚。

患有神经系统功能性疾病的患者占总人口的 10% 以上,需要介入性治疗者达数千万,而能够通过外科手术获益的对象保守估计也有 500 万之多,这个数字大约是脑肿瘤患者的 10 倍。如此巨大的医疗服务需求不容忽视,历史性的学科发展机遇更不容错过。

任何一门学科都有其科学性、系统性和完整性的要求和发展期许。入门者需要一部教科书,执业医生需要一部工具书,研究者需要一部参考书,这是一件利在当下、功在长远的学科发展大事件。于我而言,功能神经外科领域 20 多年的学习、研究、实践和教书育人的经历,对其热望更甚。

1994 年,我在美国 Johns Hopkins 医院第一次接触到立体定向手术,很快意识到这是一个值得我

全身心投入的领域。我的入门书和经典教科书,是莫斯科神经外科医生 Edward I. Kandel 的专著《功能和立体定向神经外科学》,由 Johns Hopkins 医院神经外科教授 A. Earl Walker 编译成英文。这本 1989 年发行的版本至今还常常摆在我的案头,反复阅读,总有收获。从 Johns Hopkins 医院开始,每次手术之后会循惯例总结记录,多年来还始终保持一定强度的文献跟踪,随时摘录要点。时间久了,撰写中文专著的念头就来了。早期并没有完整的计划,想到哪儿写到哪儿,认识到哪儿就积累到哪儿。离开 Johns Hopkins 医院时,文稿已有 10 余万字。在加州 Loma Linda 大学医学中心工作 2 年,担任 Robert P. Iacono 教授的助手,全面的临床诊疗工作使我的写作开始加速,文稿增至 30 万字左右,再加上大量的图表和影像资料,我的“存货”厚达一尺。

1997 年底和 1998 年初,我应邀回国,先后帮助西安唐都医院和广州南方大学珠江医院创建帕金森病中心,写作暂时中断,但对于国内功能神经外科领域的水平和发展状况则有了更为现实的认识。

1998 年 5 月,应首都医科大学宣武医院的邀请,我正式归国。在当时“积极吸引优秀留学人员归国”的政策氛围下,我想创办研究所的提议很快得到北京市政府和有关部门的大力支持并被正式批复。有一个小插曲值得一提,研究所申报时最初的名称是“北京立体定向神经外科研究所”,后改成“北京立体定向和功能神经外科研究所”。为此,我专程从美国写信回来,建议名称定为“北京功能神经外科研究所”,信中表述了功能神经外科是一个疾病治疗的范畴,立体定向是功能神经外科领域中运用的技术之一,若以技术名称命名则将局限未来学科发展的空间等考虑若干。当时看来这一小插曲或许无关原则,现在回头看,我们的选择是极其正确的,也是符合学科发展的逻辑和国际潮流的。

北京功能神经外科研究所的首任所长是首都医科大学宣武医院神经外科主任丁育基教授,我任副所长和神经外科副主任,丁教授说他要帮我“适应国情、适应环境”。2000 年,丁育基教授退休,我接任所长,功能神经外科也从神经外科中剥离出来,独立建科,我担任主任。我每天工作 12 个小时以上,3 年中主刀完成了 1000 多台手术,为研究所奠定了坚实的发展基础。赵国光教授是第一个接替我主刀立体定向手术的医生,我腾出手来,将工作重心转向癫痫、慢性疼痛和神经调控等业务地开展。与此同时,团队壮大了,研究所成为学科发展平台臻完善,我的著书梦想又回来了。2007 年,恰逢研究所成立 10 周年前夕,我开始组建编著团队,委托陈富勇博士担任协调人,半年有余,50 余万字的初稿完成了。然而,我还是感觉离“经典之作”的目标有距离,忍痛将出版的事压下了,等待时间的雕琢和打磨。

谁知这一等又是 10 年!

过去 10 年里,我不断地得到同仁的鼓励和建议,进修生和研究生,以及每年的讲习班学员都会索要参考书。人民卫生出版社郝巨为编审长期跟踪我们的动态,每次见面他总是给我鼓励和指点,终于让我摆脱了完美主义个性与学科发展阶段性认识之间的纠结。历经 20 余年断断续续地编著和积累,《功能神经外科学》出版工作再次启动,我委托乔梁博士作为助手,做繁复的协调工作。对于本书的编著和参编者而言,此次已不再是简单的续写,而是推倒重来,重新出发。因为技术发展了,理论进步了,数万例手术的临床经验的积累,我们的认识水平也已不可同日而语了。

考虑到本书的系统性、内在逻辑性和沟通成本,编者以我历年来的学生和同事担任骨干编委。他们伴随着研究所一同成长,经历了功能神经外科快速发展的习练,早已是各个疾病领域的知名专家和学者。少数编者则来自与功能神经外科领域密切相关的学科带头人,如癫痫内科、神经病理和神经影像等。

本书共 7 篇 58 章 150 余万字。不仅包含功能神经外科相关的解剖生理背景知识,也详尽地介绍了运动障碍病、癫痫、慢性疼痛、神经脊柱以及其他疾病的临床表现、鉴别诊断和治疗技术。此外,将本领域国内外普遍应用的仪器设备做逐一介绍,希望为同行开展工作提供参考和便利。编著团队秉持纵向的历史梳理和横向的全球视野并重,理论阐释和临床实践相结合的理念,希望借此脉络织就功能神经外科领域的全幅画卷。

终点即是起点。本书出版后期待来自各位同仁的意见及建议、争鸣与批评,我谨代表编著团队由衷地表达感谢。不仅如此,我们还将邀请有志之士,参与本书的修订和再版工作。我们坚信,伴随科技发展的步伐,坚持分享与互动,方能进一步完善《功能神经外科学》一书,使其成为功能神经外科领域的经典之作。也唯有此,才更有益于服务患者、有益于科学发展、有益于人类对于自身的理解。

就在本书即将付梓之际,传来人工智能(artificial intelligence, AI)产品阿尔法狗对战人类围棋顶尖高手的消息。赛事举世瞩目,结局预料之中,人类遭遇阿尔法狗的无情碾压。据说这还不是将来最厉害的技术,科学家们更看好脑机界面(brain-machine interface)。这个地球上数十亿高级动物在“阿老师”面前,内心不仅仅是沮丧和恐慌,还有不可名状的憧憬与兴奋——世界是可知的,人类自身能力的局限性若假以人工智能、脑机界面的强大能力,未来已来,一切皆有可能!虽然,爱因斯坦没有给出技术路线,而我们则将携手工程师开辟功能神经外科的全新领域,成为连接人类想象力和行动力的伟大工匠。

李勇杰

2017 年 12 月于北京

目 录

解剖与生理篇

第一章 脑皮层及重要功能区.....	3	第二节 皮层下主要神经系统传导	
第一节 大脑皮层的形态结构	3	通路	20
一、脑皮层的分类	3	一、上行感觉传导通路	20
二、脑皮层的外形及分叶	3	二、下行运动传导通路	25
第二节 大脑皮层的组织结构	4	第三节 基底核结构	27
一、脑皮层的六层结构	4	一、苍白球	27
二、脑皮层的细胞构筑分区		二、丘脑底核	30
(Brodmann 分区).....	5	三、大脑脚间核	31
第三节 大脑皮层间的纤维联系	9	四、纹状体	32
一、联合纤维	9	五、黑质与红核	33
二、联络纤维	10	第四节 边缘系统	34
三、投射纤维	10	一、海马结构	35
第四节 大脑皮层的重要功能区	10	二、杏仁核复合体	35
一、运动功能区	10	三、扣带回	36
二、躯体感觉功能区	11	四、内囊前肢	36
三、特殊感觉功能区	11	五、尾状核	36
四、语言功能区	12	六、伏隔核	36
五、高级皮层联络区	12	七、下丘脑	37
第二章 皮层下结构.....	15	八、眶额皮层	38
第一节 丘脑	15	第五节 痛觉系统	38
一、概述	15	一、疼痛的转导和传递	39
二、丘脑核团	16	二、疼痛的感知	46
		三、疼痛的调节	48

第三章 脊髓和脊柱.....	53	三、面神经	71
第一节 脊髓	53	四、舌咽神经	72
一、脊髓的形态与解剖结构	53	五、迷走神经	72
二、脊髓传导束及功能	55	六、副神经	72
第二节 脊柱	59	第二节 脊神经	72
一、脊柱的发育和生理弯曲	59	一、概述	72
二、椎骨的结构	59	二、颈丛	74
三、椎骨的连接	62	三、臂丛	75
四、脊柱的运动	64	四、胸神经前支	77
五、椎管与椎间孔	64	五、腰丛	77
第四章 周围神经.....	67	六、骶丛	78
第一节 脑神经	67	第三节 自主神经	79
一、概论	67	一、内脏运动神经	80
二、三叉神经	68	二、内脏痛的传入神经	82
技术与设备篇			
第五章 立体定向神经外科技术.....	87	四、机器人辅助立体定向技术	103
第一节 发展史	87	第五节 立体定向手术技术	105
一、砥砺前行	87	一、术前准备	105
二、立体定向技术的诞生	89	二、影像融合与手术计划	106
三、运动障碍病手术治疗的衰落与 复兴	90	三、手术操作与麻醉	106
四、从核团切开走向脑深部电刺激 疗法	92	四、术后管理	109
第二节 人脑图谱	93	第六节 立体定向脑活检技术	110
一、概论及脑的参照系	93	一、概述	110
二、Schaltenbrand & Wahren 图谱	94	二、立体定向脑活检器械和基本 步骤	111
三、计算机化图谱	94	三、不同影像条件引导下的立体定向 活检	112
四、个体差异	95	四、特殊位置和情况的处理	114
第三节 立体定向仪	96	五、手术并发症	116
一、演化史	96	六、总结	116
二、立体定向仪的立体几何原理	97	第六章 X线成像技术.....	119
三、现代立体定向仪介绍	97	概述	119
四、无框架立体定向仪	99	第一节 C形臂成像.....	119
第四节 神经导航和计算机辅助技术	100	一、C形臂透视机的组成.....	119
一、神经导航的概念与发展史	100	二、C形臂成像图像的特点.....	120
二、神经导航的原理	100	三、正常脊柱影像特点	120
三、神经导航的应用	101		

四、C形臂下造影·····	122	二、脑电图简史·····	147
五、总结·····	122	三、视频脑电图定义及优势·····	148
第二节 O形臂成像·····	122	四、脑电对癫痫学的影响·····	148
一、O形臂影像系统简介·····	122	第三节 头皮脑电图的解读·····	149
二、O形臂的辐射·····	123	一、脑电图频率·····	149
三、总结·····	124	二、脑电图波幅·····	149
第三节 CT成像技术·····	124	三、清醒期的几种脑电图形式·····	150
一、CT的基本结构与成像原理·····	124	四、睡眠期脑电图·····	152
二、检查方法·····	125	五、几种常见的局灶性癫痫样异常 脑电图波形·····	154
三、螺旋CT·····	125	第四节 视频脑电图常见设备及其 原理·····	155
第七章 其他成像技术·····	128	一、重要技术参数的定义·····	155
第一节 磁共振成像技术·····	128	二、放大器常见品牌·····	156
一、磁共振的基本原理·····	128	第九章 脑磁图与癫痫·····	160
二、磁共振血管成像·····	129	第一节 脑磁图的神经电生理基础·····	160
三、功能磁共振成像·····	129	第二节 脑磁图仪的工程学基础·····	160
第二节 PET及PET/MR成像技术·····	131	第三节 脑磁图源分析原理·····	161
一、概述·····	131	第四节 脑磁图在癫痫诊疗中的应用·····	162
二、成像原理·····	131	一、脑磁图对癫痫刺激区的定位·····	163
三、PET示踪剂·····	131	二、脑磁图与颞叶癫痫·····	163
四、检查前准备·····	131	三、脑磁图与颞外癫痫·····	163
五、临床应用·····	132	四、脑磁图与癫痫综合征·····	164
第三节 影像融合及重建技术·····	134	五、脑磁图与有病灶的癫痫·····	164
一、前言·····	134	六、发作期脑磁图·····	165
二、三维放射成像介绍·····	135	第五节 脑磁图在脑功能区定位的 应用·····	165
三、配准·····	135	第十章 脑深部核团微电极记录技术·····	168
四、临床应用·····	137	第一节 发展史概述·····	168
五、总结·····	137	第二节 微电极记录的定位和制图·····	169
第四节 超声成像技术·····	138	一、微电极记录和刺激定位·····	169
一、超声成像原理·····	138	二、应用微电极记录和刺激进行 皮层下结构绘图·····	169
二、超声导航技术在疼痛治疗中的 应用·····	139	第三节 核团细胞电活动的解读·····	175
三、品牌机·····	139	一、帕金森病运动症状与丘脑底 核振荡活动神经元相关·····	175
第八章 脑电图技术·····	143	二、帕金森病僵直迟缓型患者丘脑底 核振荡活动神经元特点·····	175
第一节 脑电图原理和记录·····	143		
一、脑电图原理·····	143		
二、脑电图记录·····	144		
第二节 视频脑电图·····	147		
一、脑电研究溯源·····	147		

三、帕金森病患者伴有“关”状态 不自主运动丘脑底核振荡活动 神经元特点	210	二、体感诱发电位术中监护	210
第四节 微电极记录设备	179	三、运动诱发电位术中监护	211
第十一章 脑深部核团局部场电位和 电刺激	182	第十三章 经颅磁刺激技术	213
第一节 局部场电位的定义和发展史	182	第一节 经颅磁刺激的发展史及 原理	213
第二节 局部场电位的记录和解读	182	一、经颅磁刺激的发展简史	213
一、基底核局部场电位的特点	182	二、经颅磁刺激的技术原理	214
二、局部场电位和帕金森病	183	第二节 经颅磁刺激的作用机制	216
第三节 阻抗检测的应用	186	一、影响神经可塑性	216
一、基本原理	186	二、影响突触可塑性	216
二、阻抗测定的意义	186	三、局部与远程效应	217
三、阻抗的测量	187	四、诱导同步振荡	217
四、阻抗检测的临床应用	187	第三节 刺激参数与刺激方案	217
第四节 电刺激的应用	189	一、刺激模式	217
一、微刺激	189	二、强度	219
二、宏刺激	196	三、频率	219
第五节 脑皮层电刺激	196	四、刺激时间	219
一、概述	196	五、刺激方案	220
二、基本原理及方法	197	第四节 经颅磁刺激的临床应用	220
三、电刺激致痫灶定位	197	一、神经功能评价	220
四、皮层电刺激功能区定位	198	二、癫痫治疗	220
第十二章 诱发电位技术及应用	204	三、慢性疼痛	221
第一节 躯体感觉诱发电位	204	四、运动障碍疾病	222
一、体感诱发电位的解剖生理基础	204	第十四章 靶点注射技术	226
二、上肢体感诱发电位刺激部位、 刺激参数和记录部位	205	第一节 靶点注射用药和药理学	226
三、下肢体感诱发电位刺激部位、 刺激参数和记录部位	206	一、局部麻醉药物	226
四、躯体感觉诱发电位的波形	207	二、甾体类药物	228
第二节 运动诱发电位	208	三、肉毒毒素	231
一、运动诱发电位的解剖生理 基础	208	四、神经营养药物	233
二、经颅电刺激运动诱发电位	208	第二节 靶点药物注射技术	234
三、经颅磁刺激运动诱发电位	209	一、封闭与诊断性技术	234
第三节 诱发电位术中监护	209	二、神经干注射技术	237
一、手术中神经监测的基本技术	210	三、神经节注射技术	239
		四、硬膜外注射技术	244
		第十五章 射频技术	247
		第一节 射频技术原理	247
		一、射频技术分类	247