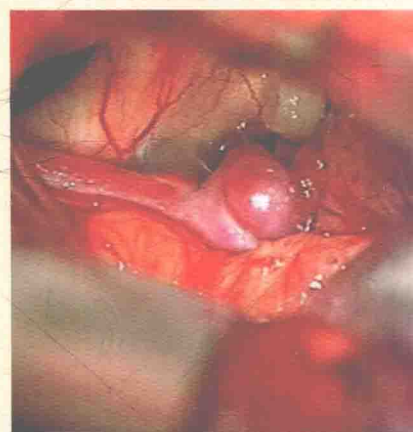
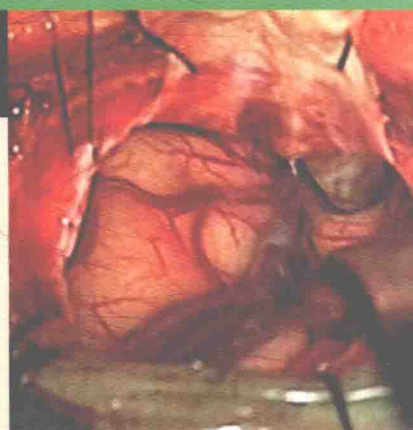
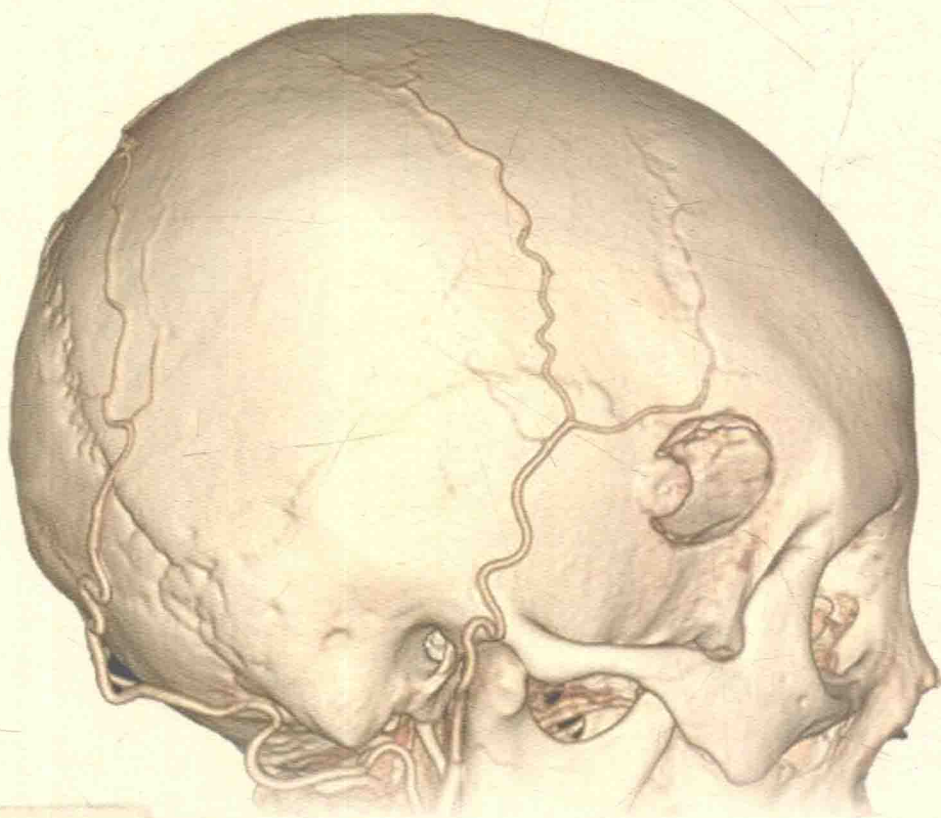


Keyhole Neurosurgery

# 神经外科 锁孔手术学

主编 兰青 康德智



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

# 神经外科锁孔手术学

Keyhole Neurosurgery

主编 兰青 康德智



人民卫生出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

神经外科锁孔手术学/兰青, 康德智主编. —北京:  
人民卫生出版社, 2017

ISBN 978-7-117-24740-5

I. ①神… II. ①兰…②康… III. ①神经外科手术  
IV. ①R651

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2017)第 158005 号

人卫智网 [www.ipmph.com](http://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](http://www.pmph.com) 人卫官方资讯发布平台

版权所有,侵权必究!

## 神经外科锁孔手术学

主 编: 兰 青 康德智

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](mailto:pmph@pmph.com)

购书热线: 010-59787592 010-59787584 010-65264830

印 刷: 三河市宏达印刷有限公司(胜利)

经 销: 新华书店

开 本: 889×1194 1/16 印张: 24.5

字 数: 707 千字

版 次: 2017 年 6 月第 1 版 2017 年 6 月第 1 版第 1 次印刷

标准书号: ISBN 978-7-117-24740-5/R·24741

定 价: 198.00 元

打击盗版举报电话: 010-59787491 E-mail: [WQ@pmph.com](mailto: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)

## 编者 (以姓氏拼音为序)

- |     |                     |     |                  |
|-----|---------------------|-----|------------------|
| 陈 亮 | 复旦大学附属华山医院神经外科      | 田新华 | 厦门大学附属中山医院神经外科   |
| 陈爱林 | 苏州大学附属第二医院神经外科      | 万金海 | 中国医学科学院肿瘤医院神经外科  |
| 陈立华 | 北京军区总医院附属八一脑科医院神经外科 | 王向宇 | 暨南大学附属第一医院神经外科   |
| 董 军 | 苏州大学附属第二医院神经外科      | 王晓军 | 苏州市相城人民医院神经外科    |
| 董家军 | 江门市中心医院神经外科         | 王镛斐 | 复旦大学附属华山医院神经外科   |
| 康德智 | 福建医科大学附属第一医院神经外科    | 吴臣义 | 常州市第二人民医院神经外科    |
| 兰 青 | 苏州大学附属第二医院神经外科      | 吴赞艺 | 福建医科大学附属第一医院神经外科 |
| 雷 鹏 | 兰州军区总医院神经外科         | 许 亮 | 苏州大学附属第二医院神经外科   |
| 李 进 | 四川大学华西医院神经外科        | 游 潮 | 四川大学华西医院神经外科     |
| 李则群 | 温州医科大学附属第一医院神经外科    | 于炎冰 | 中日友好医院神经外科       |
| 林元相 | 福建医科大学附属第一医院神经外科    | 袁利群 | 苏州大学附属第二医院神经外科   |
| 林志雄 | 首都医科大学三博脑科医院神经外科    | 张 黎 | 中日友好医院神经外科       |
| 刘宏毅 | 南京医科大学附属脑科医院神经外科    | 张 锐 | 南京医科大学附属脑科医院神经外科 |
| 刘士海 | 苏州大学附属第二医院神经外科      | 张 檀 | 苏州大学附属第二医院神经外科   |
| 刘运生 | 中南大学湘雅医院神经外科        | 张恒柱 | 江苏省苏北人民医院神经外科    |
| 刘志雄 | 中南大学湘雅医院神经外科        | 赵卫国 | 上海交通大学附属瑞金医院神经外科 |
| 麻育源 | 浙江省人民医院神经外科         | 郑树法 | 福建医科大学附属第一医院神经外科 |
| 毛 颖 | 复旦大学附属华山医院神经外科      | 朱 迪 | 兰州军区总医院神经外科      |
|     |                     | 朱玉辐 | 徐州医科大学附属医院神经外科   |



## 主编简介

兰青,主任医师、教授、博士生导师。现任苏州大学附属第二医院神经外科主任,兼任中华医学会神经外科学分会常务委员、中国医师协会神经外科学分会常务委员、中国抗癌协会神经肿瘤专业委员会常务委员、江苏省医学会神经外科学分会主任委员、江苏省医师协会神经外科学分会主任委员、江苏省抗癌协会神经肿瘤专业委员会主任委员、苏州市神经外科专业委员会主任委员;亚洲神经外科学会执行委员,国际微创神经外科学会委员,日本昭和大学神经外科客座教授。

先后获卫生部有突出贡献中青年专家、全国先进工作者、江苏省优秀医学重点人才、江苏省医学领军人才等称号。

发表第一作者及通讯作者 SCI 论文 50 余篇,2014 年、2015 年、2016 年连续三度进入 Elsevier 中国高被引作者排行榜。



## 主编简介



康德智,教授、主任医师、博士生导师。现任福建医科大学附属第一医院常务副院长、福建省神经医学中心主任、国家卫计委内镜与微创医学神经科培训基地主任。享受国务院政府特殊津贴,福建省卫生计生系统有突出贡献中青年专家,国家卫生计生突出贡献中青年专家,福建省科技创新领军人才。

兼任中国医师协会神经外科医师分会副会长;国家卫计委脑卒中防治专家委员会出血性卒中外科专业委员会主任委员;中国卒中学会重症脑血管病分会副主委;中国医师协会神经损伤培训委员会副主委;中国医师协会神经外科毕业后医学教育专家委员会副主委兼考核委员会主任委员;中国神经科学学会神经损伤与修复分会副主委;中俄医科大学联盟神经外科专家委员会副主委;中华医学会神经外科学分会常委;世界华人神经外科协会常委;中国医师协会脑胶质瘤专业委员会常委兼手术和相关技术专业委员会副主委;中国卒中学会脑血管外科分会常委兼秘书长;国家卫计委脑卒中防治专家委员会常委;中国抗癫痫协会常务理事;中国神经外科重症管理协作组组长;国家卫计委医管中心加速康复外科专家委员会委员;福建省医学会神经外科学分会主任委员;福建省抗癫痫协会会长;兼任 *Chinese Neurosurgical Journal*、《中华神经医学杂志》、《中华神经创伤外科电子杂志》杂志副主编及 *Chinese Medical Journal*、《中华神经外科杂志》等 10 本杂志编委。

发表论文 150 余篇,参编专著与国家级规划教材 11 本,其中副主编 4 本、共同主编 1 本、共同主译 1 本;主持国家自然科学基金、省部联合攻关课题、省科技重大专项等课题 12 项,参加国家支撑项目、卫生部及工信部专项基金课题 5 项;参与编写了本专业 17 个专家共识与指南;获省科技进步奖及省医学科技奖 5 项;获计算机软件著作权 5 项;获国家卫计委脑卒中筛查与防治工程优秀院长、脑卒中防治工程突出贡献奖、脑卒中防治工程模范院长、福建省优秀教育工作者及福建医科大学教学名师等荣誉。

# 序 一

兰青教授根据多年经验编著的《神经外科锁孔手术学》是一部近年神经外科领域有影响的微创神经外科专著。

20世纪后期,伴随显微外科手术技术不断普及,神经外科步入微创时代。微创神经外科技术包括:①影像引导外科学(image-guided neurosurgery, IGS);②锁孔入路(keyhole approach);③神经内镜辅助手术(neuro-endoscope assisted surgery);④血管内栓塞(endovascular embolization);⑤立体放射外科(stereotactic radiosurgery);⑥分子神经外科学(molecular neurosurgery)。

1971年, Wilson 首先提出,锁孔入路可以满足显微神经外科手术的要求。1990年,欧美神经外科医师应用锁孔入路,并获得满意的临床效果。1991年, Fukushima 首次采用3cm直径骨窗,经纵裂锁孔入路夹闭前交通动脉瘤。1999年,德国美因兹大学 Perneczky 教授为推进锁孔微创手术做了大量工作,并出版了锁孔神经外科手术专著,成为锁孔手术发展的一座里程碑。2000年,兰青教授跟随 Perneczky 教授学习锁孔微创手术技术,回国后致力于锁孔手术研究,是我国最早开展锁孔微创手术的神经外科医师之一。多年来,他积累了丰富的临床经验,通过举办培训班和示范手术,为这一技术的推广发挥了重要作用。目前,我国锁孔微创手术技术与国际同步,并得到普及和不断提高。2007年,中华医学会神经外科学分会在苏州举办第七届国际微创神经外科学大会,兰青教授为会议承办作出了突出贡献,大会展示了我国在微创神经外科领域取得的成绩,令与会的国际神经外科同道们了解到飞速发展的中国神经外科。

锁孔入路是根据每个病人的病变部位和性质,个体化精准设计手术切口,使手术路径尽可能最短并能准确到达病变,术中利用脑组织正常解剖间隙减少对脑的牵拉,充分切除病变,将手术创伤降至最低,做到术后不加重病人神经功能缺损,并保持病人良好外貌。

锁孔入路是以显微手术技术为基础,对头架、可控手术床、手术显微镜、神经导航、神经内镜等手术设备要求较高。术者必须具备丰富的显微手术经验和扎实的显微手术基本功,能独立处理术中可能发生的意外。锁孔入路也有一定的局限性,手术中发生急性脑肿胀、大出血等意外时处理比较困难。

兰青教授组织国内三十余位在锁孔微创手术方面具有丰富经验的神经外科专家参加编著,相信本书的出版将推动我国微创神经外科技术得到进一步普及和提高。

中国科学院院士

国家神经系统疾病临床研究中心主任

首都医科大学附属北京天坛医院神经外科学系主任、教授

赵继宗

2017年4月于北京



## 序 二

在 20 世纪初期, 神经外科开颅手术的皮肤切口和骨窗都很大, 这是因为: 1. 术前诊断方法少而简陋, 定位诊断困难; 2. 没有专科手术的器械, 多为粗大的普外科手术器械; 3. 照明差; 4. 病人来诊时肿瘤都很大; 5. 手术组 3 人 6 只手。因此, 为了适应上述情况, 必须大的手术切口, 才能适合寻找肿瘤, 才能利于照明光线的进入和容纳大手术器械以及 6 只手的操作。60 年代以后, 由于神经影像诊断技术的进步、手术器械的改进、双极电凝器械和显微外科技术的应用, 使神经外科的诊断和治疗发生了根本的变化。继 Scoville 和 Ore (1960) 提出用大环钻孔开颅取代标准骨瓣开颅, Wilson (1971) 首先提出锁孔外科 (Keyhole Surgery)。他认为手术显微镜使我们不仅能看清楚狭小和深在的术野, 而且可以手术操作。由于显微外科操作费时伤神, 小骨窗开颅和关颅有其明显好处。可是, Wilson 的意见经 20 年后才被接受, 主要因为 Wilson 主张是为了省时, 而不是现在锁孔外科真正的含义。90 年代以后, 锁孔外科应用逐渐增多, 例如, Fukushima (1991) 经直径 3cm 的骨窗和纵裂入路, 成功夹闭前交通动脉瘤。Perneckzy (1999) 汇集他过去应用锁孔显微外科技术或锁孔内镜辅助显微外科技术手术脑动脉瘤、脑瘤等报告的基础上, 总结经验, 发表了题为“锁孔概念在神经外科” (Keyhole Concept in Neurosurgery) 的专著。在这本重要的专著中, 作者明确指出, 锁孔外科并非仅指小骨窗手术, 它应包括术前、术后精心地诊断和处理, 个体化的手术方案的设计, 以求用微创外科来获得起码与标准显微外科一样的疗效。可见锁孔神经外科是符合现代神经外科发展的趋势。

我国开展锁孔神经外科是上世纪 90 年代后期。1999 年 10 月初, Perneckzy 教授在华山医院神经外科举办的全国锁孔外科学习班, 表演了几台令人印象深刻的手术。会后, 他送了一本刚出版“锁孔概念在神经外科”专著给我。现在, 锁孔外科已在我国很多医院开展和应用。兰青和康德智两位教授是国内著名的中年神经外科专家, 长期潜心锁孔外科的研究和应用。近来, 他们为了进一步普及和推广锁孔神经外科的理念和技术, 组织国内从事这方面的专家、教授编写了“神经外科锁孔显微手术学”。该书内容翔实、图文并茂, 是一本有用的参考书。

最后, 我借用 Perneckzy 教授在他的专著中引用美国诗人康明斯 (Edward Estlin Cummings) 的诗“春天也许像只手” (Spring is like a perhaps hand) 为本序言的结束语:

春天在窗口也许像一只手	Spring is like a perhaps
小心翼翼地迎新送旧;	Hand in a window
小心翼翼地移动也许这里	(Carefully to And fro moving New and Old things
一点点花; 那里	While people stare carefully
一点点空气,	moving a perhaps fraction of flower here placing
在人注视下,	an inch air there) and
从不弄坏东西。	without breaking anything

中国工程院院士  
复旦大学华山医院神经外科教授  
周良辅



# 前言

1996年在日本昭和大学神经外科的学习开始了我在国外求学的历程,一年后颅内动脉瘤手术在苏州大学附属第二医院神经外科得到了常规开展。1999年在日本藤田保健卫生大学、庆应大学学习,见识到神野哲夫(Tetsuo Kanno)教授、河濑斌(Takeshi Kawase)教授的国际大师风采,使我开拓了国际视野,也打下了颅底外科的基础。记得第一次见到Kawase教授时,得到了很大的鼓励,教授说他在35岁时,在国际上获得了以他姓氏冠名的Kawase入路,同样35岁的我也正是大有作为之时。在日本神经外科年会的书展上,欣喜地看到Axel Perneczky教授的新书《神经外科锁孔手术》,高超的技艺、完美的设计令人惊叹,当即有种如获至宝的感觉。2000年新年伊始,在Mainz(美因兹)大学神经外科观看了第一台锁孔手术,一台松果体区肿瘤从切开到最后手术结束刚好一个小时,精湛的技术、微创的理念在让人惊讶之余也有种必须学到的冲动。数月后,在苏州大学附属第二医院神经外科进行的第一台锁孔手术,是经眉弓锁孔入路夹闭大脑中动脉动脉瘤,简捷、快速、美观的术式取得了成功,使我们信心百倍地在锁孔技术上不断探索前行。

锁孔显微手术开展至今已有17个年头,其微创的理念也已深入人心,但其临床应用尚未普及。本书的编撰汇集了我国数十位锁孔手术专家的临床手术经验,系统介绍了神经外科锁孔显微手术基础理论及临床实践,内容包括锁孔手术的理念、微创手术平台的建立、相关设备的使用、围术期的处理、手术入路的设计、锁孔入路基础解剖,以及锁孔手术技术在神经系统肿瘤、脑血管病、颅神经疾患、脊柱和脊髓疾病中的应用,还介绍了3D打印技术建立颅脑疾患实体模型进行模拟手术,以进一步提高锁孔手术疗效。为了读者便于学习,书中有大量神经外科复杂疾患进行锁孔手术的病例分析,并附有相关手术的12个手术视频。本书理论与实践相结合,深入浅出,图文并茂,以便使读者掌握锁孔手术成功的经验,增加手术的信心,避免因不当开展可能导致的不良后果。

在本书出版之际,首先要感谢我国神经外科的前辈们对锁孔微创技术开展的倡导与支持,也要感谢参与本书编写的各位专家学者,在忙碌的临床工作同时,将自己的宝贵经验形成智慧的结晶与大家分享。希望本书有助于锁孔神经外科手术在我国健康发展与普及应用。

随着神经外科各项新技术、新设备日新月异的发展,锁孔手术技术也在不断完善中。本书中存在的不足之处,还请各位前辈及同道不吝指正。



2017年5月

# 目 录

第一章 神经外科锁孔微创手术总论 .....	1	五、术中监测技术 .....	26
第一节 神经外科锁孔微创手术理念 .....	1	六、锁孔手术基础与前景 .....	28
第二节 神经外科微创手术技术平台 .....	2	第五节 锁孔手术中神经功能监护 .....	28
一、锁孔神经外科显微手术 .....	3	一、概述 .....	28
二、神经内镜技术 .....	3	二、躯体感觉诱发电位监测 .....	29
三、(血管内)介入神经外科 .....	4	三、听觉诱发电位监测 .....	30
四、立体定向神经外科 .....	4	四、视觉诱发电位监测 .....	31
五、立体定向放射神经外科 .....	5	五、运动诱发电位监测 .....	32
六、神经导航 .....	5	六、术中肌电图监测 .....	35
七、影像技术和复合手术平台 .....	5	七、术中脑电图监测 .....	36
八、分子神经外科 .....	6	八、经颅脑血管超声波术中监测 .....	37
第三节 神经外科锁孔手术相关设备 .....	6	九、经颅脑血氧饱和度监测 .....	38
一、手术显微镜 .....	6	十、术中神经电生理监测在神经外科锁孔 手术中的应用实例 .....	38
二、手术头颅固定架 .....	6	第六节 锁孔手术入路设计 .....	42
三、双极电凝仪 .....	7	一、锁孔手术入路设计原则 .....	42
四、负压吸引器 .....	7	二、常用神经外科锁孔入路及适应证 .....	43
五、脑自持牵开器 .....	7	三、锁孔入路设计技巧 .....	43
六、止血棉片 .....	8	四、常见神经外科疾病锁孔入路设计 .....	44
七、颅骨磨钻系统 .....	9	第七节 锁孔微创手术脑保护技术 .....	46
八、显微手术器械 .....	9	第二章 锁孔手术脑池应用解剖 .....	53
九、肿瘤切除设备 .....	10	第一节 正常脑池显微解剖 .....	53
十、显微手术椅 .....	12	第二节 小脑幕上脑池 .....	55
十一、神经内镜 .....	12	一、前部(鞍旁)脑池 .....	55
十二、神经导航 .....	13	二、侧方(脚周)脑池 .....	56
十三、术中超声在锁孔手术中的应用 .....	22	三、后部(小脑幕切迹)脑池 .....	57
第四节 锁孔手术围术期处理 .....	23	四、上部脑池 .....	58
一、锁孔手术入路准备 .....	23	第三节 小脑幕下脑池 .....	58
二、颅内操作空间 .....	24	一、前部脑池 .....	58
三、手术止血 .....	25		
四、关颅 .....	26		

二、侧方脑池 .....	58	三、乙状窦前经耳蜗锁孔入路 .....	134
三、后部脑池 .....	59	第十节 天幕下小脑上锁孔入路 .....	135
<b>第三章 神经外科锁孔手术入路</b> .....	<b>60</b>	一、天幕下小脑上锁孔入路相关解剖 .....	135
<b>第一节 眉弓锁孔入路</b> .....	<b>60</b>	二、天幕下小脑上锁孔入路手术 .....	138
一、眉弓锁孔入路相关显微解剖 .....	60	三、天幕下小脑上锁孔入路的临床 应用 .....	142
二、眉弓锁孔入路手术操作 .....	61	<b>第十一节 枕部经天幕锁孔入路</b> .....	<b>143</b>
三、眉弓锁孔入路的临床应用 .....	65	一、枕部经天幕锁孔入路相关解剖 .....	143
<b>第二节 翼点锁孔入路</b> .....	<b>65</b>	二、枕部经天幕锁孔入路操作步骤 .....	143
一、翼点锁孔入路相关显微解剖 .....	65	三、枕部经天幕锁孔入路临床应用 .....	147
二、翼点锁孔入路手术 .....	67	<b>第四章 颅内肿瘤锁孔手术</b> .....	<b>148</b>
三、翼点锁孔入路的应用 .....	73	<b>第一节 鞍区肿瘤的锁孔手术</b> .....	<b>148</b>
<b>第三节 颞下锁孔入路</b> .....	<b>74</b>	一、颞下锁孔入路切除大型、巨大型 垂体瘤 .....	148
一、前部颞下经硬膜下锁孔入路 .....	74	二、颅咽管瘤锁孔手术 .....	153
二、前颞下经硬膜外前岩骨锁孔入路 .....	77	三、脑膜瘤锁孔手术技巧和关键 .....	162
三、后部颞下锁孔入路 .....	83	四、胶质瘤及生殖细胞瘤锁孔手术 .....	169
<b>第四节 耳前颞下-颞下窝锁孔入路</b> .....	<b>90</b>	<b>第二节 脑桥小脑角肿瘤的锁孔手术</b> .....	<b>175</b>
一、耳前颞下-颞下窝锁孔入路相关 解剖 .....	90	一、脑桥小脑角肿瘤锁孔手术的原则 .....	175
二、耳前颞下-颞下窝锁孔入路手术 .....	91	二、乙状窦后锁孔入路的相关显微 解剖 .....	175
三、耳前颞下-颞下窝锁孔入路的临床 应用 .....	95	三、脑桥小脑角区病变的诊断 .....	177
<b>第五节 经纵裂胼胝体锁孔入路</b> .....	<b>97</b>	四、听神经瘤的锁孔手术治疗 .....	179
一、经纵裂胼胝体侧脑室锁孔入路 .....	97	五、脑桥小脑角区脑膜瘤的锁孔手术 .....	184
二、经纵裂胼胝体第三脑室锁孔入路 .....	100	六、脑桥小脑角胆脂瘤的锁孔手术 治疗 .....	186
<b>第六节 枕下正中锁孔入路</b> .....	<b>107</b>	七、脑桥小脑角肿瘤锁孔手术典型 病例 .....	187
一、入路相关解剖 .....	107	<b>第三节 颅底肿瘤的锁孔手术</b> .....	<b>198</b>
二、手术操作步骤 .....	108	一、经颞下锁孔入路 .....	198
三、临床应用 .....	111	二、经翼点锁孔入路 .....	204
<b>第七节 远外侧锁孔入路</b> .....	<b>112</b>	三、经前纵裂锁孔入路切除鞍区肿瘤 .....	208
一、远外侧入路相关显微解剖 .....	112	四、乙状窦后锁孔入路 .....	211
二、远外侧入路的临床应用 .....	115	<b>第四节 幕上下联合锁孔入路切除岩斜     脑膜瘤</b> .....	<b>218</b>
三、远外侧入路的锁孔化改良 .....	116	一、常规手术入路的总结 .....	219
<b>第八节 乙状窦后锁孔入路</b> .....	<b>122</b>	二、微创锁孔手术入路的步骤和特点 .....	219
一、乙状窦后锁孔入路的显微解剖 .....	122	三、岩斜区肿瘤切除 .....	220
二、乙状窦后锁孔入路手术步骤 .....	123	四、联合锁孔入路的不足和解决方法 .....	221
三、手术适应证 .....	124		
<b>第九节 乙状窦前锁孔入路</b> .....	<b>125</b>		
一、迷路后锁孔入路 .....	126		
二、乙状窦前经迷路锁孔入路 .....	130		



第五节 松果体肿瘤的锁孔手术 .....	221	四、后循环动脉瘤的锁孔手术 .....	264
一、概述 .....	221	五、锁孔手术的局限性 .....	266
二、手术入路的选择 .....	222	六、典型病例 .....	266
三、典型病例 .....	223	第四节 海绵状血管瘤的微创手术 .....	294
第六节 脑室内肿瘤的锁孔手术 .....	227	一、流行病学 .....	294
一、手术入路选择 .....	227	二、病因 .....	294
二、技术改进及要点 .....	227	三、病理 .....	294
三、典型病例 .....	228	四、临床表现 .....	295
第七节 丘脑肿瘤的锁孔手术 .....	238	五、影像学特点 .....	295
一、概述 .....	238	六、诊断 .....	296
二、病理类型 .....	238	七、鉴别诊断 .....	296
三、临床表现 .....	239	八、治疗 .....	296
四、手术治疗 .....	239	九、预后 .....	297
五、预后 .....	240	十、典型病例 .....	297
六、典型病例 .....	241	第五节 脑血管动静脉畸形的微创手术 .....	301
第八节 脑干肿瘤的锁孔手术 .....	245	一、流行病学 .....	302
一、概述 .....	245	二、病因和病理学 .....	302
二、脑干肿瘤的临床表现 .....	245	三、分类 .....	302
三、常见脑干肿瘤 .....	245	四、临床表现 .....	303
四、脑干肿瘤的锁孔手术治疗 .....	247	五、诊断 .....	303
五、典型病例 .....	248	六、治疗 .....	304
第五章 脑血管病锁孔手术 .....	254	七、典型病例 .....	305
第一节 锁孔手术夹闭颅内动脉瘤的基本		第六节 脑出血的锁孔手术 .....	311
原则与技术 .....	254	一、概述 .....	311
一、手术适应证 .....	254	二、手术适应证 .....	312
二、手术禁忌证 .....	254	三、手术时机 .....	312
三、手术时机 .....	254	四、锁孔手术入路 .....	312
四、术前计划制定 .....	254	五、手术后再出血的防治 .....	312
五、手术步骤及术中注意要点 .....	256	六、典型病例 .....	312
六、术中动脉瘤破裂的处理 .....	258	第六章 脑神经疾病锁孔手术 .....	315
七、术中辅助及监测技术 .....	259	第一节 面肌痉挛微血管减压术 .....	315
第二节 前循环动脉瘤的锁孔手术 .....	259	一、概述 .....	315
一、前循环动脉瘤锁孔手术入路 .....	259	二、发病机制与临床病理生理 .....	315
二、前循环动脉瘤应用锁孔微创手术		三、临床表现及影像学检查 .....	315
技术的经验和评价 .....	260	四、诊断与鉴别诊断 .....	315
第三节 颅内复杂动脉瘤的锁孔手术 .....	261	五、治疗 .....	316
一、巨大动脉瘤的锁孔手术 .....	261	六、展望 .....	318
二、眼动脉段动脉瘤的锁孔手术 .....	262	七、典型病例 .....	319
三、多发动脉瘤的锁孔手术 .....	262	第二节 三叉神经痛微血管减压术 .....	320

一、概述 .....	320	二、手术方法 .....	344
二、三叉神经痛病因和发病机制 .....	321	三、典型病例 .....	344
三、临床表现 .....	321		
四、辅助检查 .....	322	<b>第八章 3D 打印颅脑实体模型模拟</b>	
五、诊断与鉴别诊断 .....	322	<b>手术在锁孔手术中的应用</b> .....	348
六、三叉神经痛微血管减压手术 .....	323	第一节 3D 打印颅脑模型的构建 .....	348
七、典型病例 .....	328	第二节 3D 打印颅脑实体模型 .....	349
<b>第三节 锁孔入路下脑神经损伤修复</b> .....	331	第三节 3D 打印颅脑模型在锁孔手术中的	
一、常见脑神经损伤及修复 .....	331	应用 .....	353
<b>第七章 脊柱脊髓疾病锁孔手术</b> .....	334		
<b>第一节 腰椎间盘突出症</b> .....	334	<b>附录 中国神经外科锁孔显微手术专家</b>	
一、锁孔入路椎间盘切除术优势 .....	334	<b>共识</b> .....	362
二、手术适应证 .....	334	一、概述 .....	362
三、手术方法 .....	334	二、锁孔显微手术的术前准备 .....	362
四、典型病例 .....	335	三、锁孔显微手术常规入路 .....	363
<b>第二节 颈椎间盘突出症</b> .....	338	四、锁孔显微手术技巧 .....	365
一、手术方法 .....	338	五、锁孔手术的局限性 .....	366
二、典型病例 .....	339	<b>参考文献</b> .....	370
<b>第三节 椎管内肿瘤的锁孔手术</b> .....	342	<b>索引</b> .....	374
一、锁孔手术可行性 .....	342		

# 第一章 神经外科锁孔微创手术总论

## 第一节 神经外科锁孔微创手术理念

Yasargil 提出的翼点入路显微手术,一直以来都是神经外科的标准术式之一。但经典的翼点手术入路,从头皮切口、手术骨窗、硬膜切口、侧裂打开范围至手术有效操作空间依次减小(图 1-1-1),以现代的标准来看,存在着无效的组织结构暴露和破坏。以往追求大切口、大骨瓣、大暴露,是为了更好地显露深部结构,换取对病灶的尽可能切除。大范围的脑组织暴露有利于在术中按需改变手术入路,增加从不同方向进行手术操作的自由度,也可增加手术区照明观察的亮度。但现代的手术显微镜、神

经内镜,以及精巧的手术器械,使手术者已无需再切除脑组织或扩大手术切口、骨窗范围来换取显露范围和操作空间。术前对病灶的精确定位,有助于有效设计微创手术入路;熟练的显微操作技术下,对深部病灶可进行大范围的轴向操作;电磁锁控制的手术显微镜可对病灶进行不同方向的快捷观察;脑组织的牵开通常局限在 2cm 范围之内。大切口、大骨瓣、大暴露多已成为无效的暴露、无谓的创伤、多余的操作,使以往大范围脑组织暴露的理由不复存在。

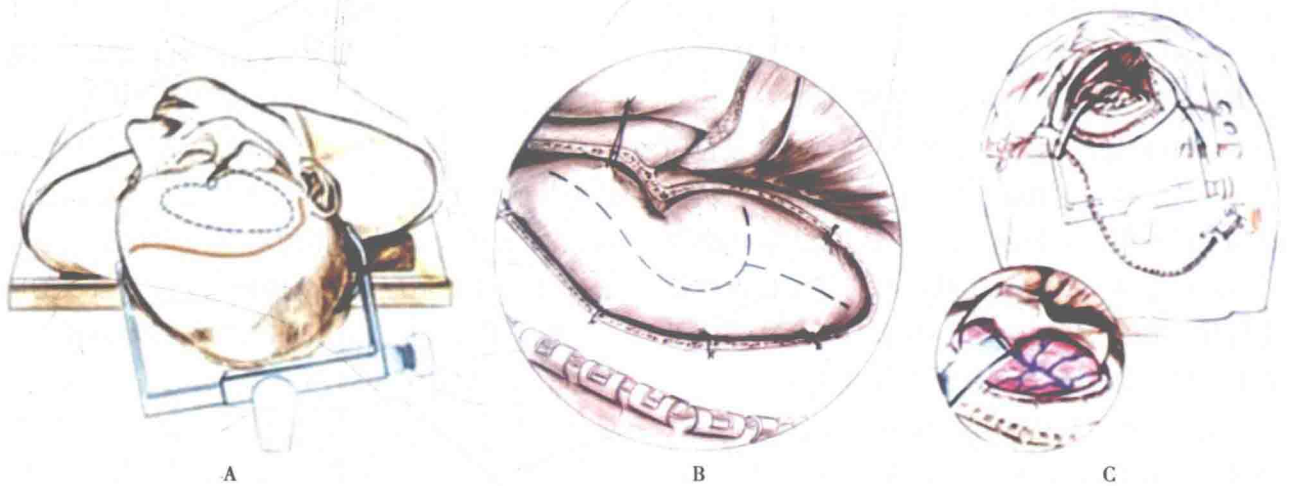


图 1-1-1 经典的翼点手术入路

A. 手术入路切口及骨窗;B. 头皮切口、骨窗及硬膜切口;C. 侧裂打开范围及实际操作空间,仅 1 个 2cm 以内宽度的脑压板牵开范围,远远小于骨窗下显露范围

翼点入路手术切口已经可以从最初的 20cm 左右长度,逐步经各种切口改良缩短至约 4cm 的锁孔手术切口。伴随切口长度的缩短,手术骨窗也日益微小化,其演变体现了现代神经外科的微创化过

程。手术入路按“尽量小、足够大”的原则,不断向微创化、简单化、实用化、小型化演变,形成现有的个体化锁孔手术入路。这不仅是手术技术的改进,更是手术理念的进步。



锁孔手术(keyhole surgery)的概念由 Wilson 于 1971 年首先提出,认为锁孔可以满足显微神经外科手术的需求,倡导改进传统的开颅手术方法,限制手术入路大小,从而减少不必要的手术创伤,进一步发挥显微神经外科的优越性。强调“锁孔”不仅是指骨窗的面积大小,更是一种切除颅内病变的原则——在整个手术过程中对组织结构干扰的最小化。1991 年 Fukushima 首次采用 3cm 直径的骨窗,经纵裂锁孔入路夹闭前交通动脉瘤。1999 年德国美因兹大学 Perneczky 有关锁孔神经外科手术概念专著的出版标志着该项技术已走向成熟,成为其发展过程中的一个里程碑。锁孔显微手术的宗旨在于根据个体解剖及病灶特点设计手术入路,充分利用有限的空间,去除不必要的结构暴露或破坏,凭借精湛的显微手术基本功,以最小的创伤(包括心理损伤和物理损伤)取得最好的手术疗效。

锁孔(keyhole)有两层意思,其一如同通过旧时很小的门锁孔,可窥视室内的景象一般,锁孔手术通常采用尽可能小的颅孔,利用锁孔的放大效应,在显微镜下进行颅内深部各种病变的手术。锁孔骨窗是其形象的概括,而非完全的解剖定义,锁孔手术理念需体现在手术每一操作的微创过程中,如头位的摆放、手术切口设计与消毒、肌肉的分离和牵开、骨瓣的位置和大小、硬膜切开的范围、颅内空间的拓展、神经-血管间隙的选择、脑牵开方向和力度、病灶的处理、术野的止血、入路结构的复位闭合等。其二是关键孔的意思,通过个体化的设计,选择发挥作用的关键部位,物尽其用,去除不必要的暴露和损伤。要求颅孔对颅内病变定位像一把钥匙开一把锁一样精确,个体化设计的手术通道可直抵颅内病变区域,达到微创手术的目的。

锁孔手术一般只需剃除 5cm×2cm 左右的头发,有的还不需剃发,在眉毛上或发纹中进行切口设计,手术切口 4cm 左右,颅骨瓣 2.0~2.5cm 直径。如此小而简单的开颅及关颅过程,使手术时间至少

节省 1 小时,手术者可集中精力处理颅内病灶;微小暴露和对颅内结构的微创,使感染率下降,术后癫痫、血肿等并发症减少,术后反应轻;因手术创面小,出血少,术中基本不需输血,术后无需置管引流。神经外科锁孔微创手术的开展,可减少患者对手术的恐惧,增强康复的动力;较好的外观结果,可使患者尽早恢复正常生活;早期康复可缩短住院期,减轻护理负担;治疗的总体费用节省(住院费用及护理费用低,患者脱离工作时间短),可获得较大的社会、经济效益。

锁孔手术并非是一个标新立异的想法,而是现代技术进步及条件改善的自然结果。回顾一下常规翼点开颅的情况,就能发现打开侧裂后利用的有效空间仅有 2cm 左右的范围,操作空间局限在近颅底的小范围之内。既然如此,我们又为何要将时间和精力浪费在耗时、费力的大范围开颅上呢?同样,多年以来,对三叉神经痛或面肌痉挛,术者多采用小颅孔的方式进行微血管减压,可清晰显露脑神经从脑干端到出颅端的全长,既然有如此好的显露空间,为何不将此术式应用到后颅窝的肿瘤手术中呢?

从锁孔神经外科技术成型至今已近 20 年,对其看法也已由当初的一片反对,转变为渐趋接受。著名的神经外科专家 Sammi 在国际微创神经外科大会上就认为,2cm 左右直径的颅孔,加上骨窗缘内板的磨除,可作为颅底手术的标准术式。然而,仍有一些神经外科医生尽管认同锁孔手术的微创性,但认为其难度高,适应证有限,尤其是对术中出血控制、手术视野暴露及操作的局限性存在很大的顾虑,锁孔手术的适应证至今仍是一个颇有争议的问题。因手术经验及技术水平的差异,各地锁孔手术开展的效果也各不相同,手术后并发症的出现在所难免。为树立正确的神经外科锁孔显微手术理念,提高锁孔微创手术治疗水平,规范其操作及应用,本书对锁孔神经外科学进行了全面系统的阐述。

(兰青)

## 第二节 神经外科微创手术技术平台

20 世纪 60 年代起,随着科学技术和制作工艺的进步,高质量的可调倍、带光源的手术显微镜相

继问世。在 Yasargil 等为代表的神经外科医师的努力推动下,显微手术技术逐渐广泛应用于神经外科

各个领域,使神经外科进入了显微手术时代。20世纪80年代以来,显微手术已成为神经外科的标准术式,在世界各地逐渐普及,神经系统疾患的手术疗效得到很大提高,手术死亡率和致残率大幅下降。

随着电子计算机技术、神经影像技术、分子生物技术和新兴材料技术的快速发展,20世纪末神经外科又跃上一个新台阶,出现了微创神经外科。在现代医学模式向“生物-社会-心理”新型模式转变的时代背景下,“微创”体现的“以人为本”的人文关怀,愈加受到外科医生和患者的青睐,也激励着越来越多的神经外科医师将微创理念应用于神经外科手术。近年来,在神经导航、神经内镜、血管内介入、立体定向放射和复合手术技术及设备迅速发展的推动下,各种微创技术互相融合与交叉,发挥出微创技术平台下神经外科手术的巨大优势,神经外科锁孔显微手术也由此应运而生。微创神经外科成为继显微神经外科之后现代神经外科的又一个里程碑,神经外科已进入了微创手术的新纪元。

### 一、锁孔神经外科显微手术

锁孔入路最早的含义是采用小切口和小骨孔,在显微镜下进行神经外科各种疾病的手术。实际上,锁孔入路不只是手术切口大小的问题,更是一种外科手术理念,微创、精准、个体化是锁孔手术的精髓。对于每个病人来说,其颅内病灶的部位、大小、形状、生长方式、周围毗邻关系等都不是一成不变的,锁孔入路的切口设计、入路走向均应根据每个病人的不同特点合理选择。这有赖于周密的术前设计和精确定位,现代影像技术为此提供了有利条件,配合使用神经导航或立体定向系统,可使术者从对病灶的经验判断发展成对病灶的数字化分析,达到术前精确定位,手术有效进行。在功能神经影像学技术不断发展的背景下,结合磁共振弥散加权成像(DWI)、神经纤维重建成像(DTI)、功能磁共振(fMRI)等影像技术可以对每一病例的具体特点进行个体化的锁孔手术入路设计和优化,将手术设计的解剖定位上升到功能定位的高度。

神经内镜术中显微镜难以观察到的组织背侧结构一目了然,减少了显微手术时侧方显露角度的要求,有助于减少表面结构暴露范围;血管内介入技术可使富血管肿瘤减少血供,肿瘤分块切除成

为可能,无需显露肿瘤周边全貌;立体定向放疗使以往病灶全切的手术标准转变为在保留功能的前提下尽可能切除,残留少许病灶可在术后进一步精准放疗处理;复合手术技术的诞生更是微创技术平台的生动范例。微创技术平台的建立为锁孔显微手术提供了极好的基础条件。

### 二、神经内镜技术

神经内镜技术经过近十余年的飞速发展,已经成为现代神经外科的一个重要组成部分,日趋显示出传统神经外科手术难以比拟的优势。神经内镜手术方式分为三种类型:

1. 单纯神经内镜手术 手术操作全部在神经内镜及相应内镜手术器械下进行,如脑积水第三脑室造瘘术、肿瘤活检手术等。

2. 内镜辅助显微神经外科手术 神经内镜和显微镜协同使用,以更好地完成手术,如复杂颅内出血、肿瘤、血管病手术等。

3. 内镜控制下显微外科手术 通过内镜监视器使用常规显微手术器械进行手术,如经鼻蝶入路行垂体瘤切除、斜坡区肿瘤切除等。

理论上,神经内镜可用于颅脑或脊髓自然解剖腔隙处和囊性病变的手术,包括脑室系统、脑池、蛛网膜下腔和颅底间隙。在脑室系统中的应用相对较为成熟,包括第三脑室底造瘘、脉络丛电灼术、脑室内肿瘤切除或活检、脑室内置管术、分流管脑室端再通术、脑室内蛛网膜囊肿切除术等。蛛网膜下腔和颅底间隙同属于脑外腔隙,神经内镜可用于蛛网膜囊肿切除术、微血管减压术、经鼻蝶鞍区及斜坡肿瘤切除、经鼻脑脊液漏修补术、视神经管减压等,也有人尝试经鼻蝶行脑动脉瘤夹闭。神经内镜也可用于部分脑实质内出血和囊性肿瘤手术。在椎管内病变的处理中,神经内镜可应用于脊髓空洞、脊髓肿瘤、椎间盘突出症等手术,并取得一定的效果。

神经内镜具有可视化操作、术野清晰、创伤小等独特优势,成为微创神经外科领域最具有发展潜力的技术之一。配合其他技术如内镜下的超声定位、超声吸引、激光烧灼、水刀切割等技术,神经内镜可发挥更大的作用和更好的手术效果。神经内镜辅助下锁孔手术、立体定向神经内镜技术、神经



导航内镜手术,以及智能机器人远程内镜手术等,已成为神经内镜发展的必然趋势。

### 三、(血管内)介入神经外科

神经介入是在 X 线引导下,经血管管腔借助导引器械(导管或导丝)对颅脑和脊髓疾病进行诊断和治疗的一种微创技术,应用于脑和脊髓血管病或肿瘤的术前诊断和栓塞治疗、缺血性脑血管疾病的血管成形术和超选择溶栓治疗等。

1. 颅内动脉瘤 在 CT 血管造影和 MR 血管造影等影像技术不断发展的今天,数字减影血管造影(DSA)仍然是颅内动脉瘤确诊的金标准,可明确动脉瘤的大小、部位、形态,对瘤颈、瘤体和载流动脉的血流动力学情况提供量化信息。动脉瘤的栓塞治疗具有微创、安全、恢复快等优点,目前已能达到甚至优于传统动脉瘤手术夹闭治疗的疗效。

2. 颅脑和脊髓动静脉畸形(AVM) 和确诊动脉瘤一样,DSA 是 AVM 诊断的金标准,不仅可以显示 AVM 的大小、部位、形态等血管团构筑情况,还能提供供血动脉和引流静脉的流速、流量等血流动力学信息,有利于 AVM 的术前评估和治疗策略的选择。栓塞治疗是 AVM 的有效治疗方法之一,对于小型 AVM,完全栓塞可以达到治愈;对于大型、复杂的动静脉畸形,可以通过部分栓塞或分次栓塞,使畸形血管团体积缩小,改变其血管构筑和血流动力学参数,减轻 AVM 所诱发的顽固性癫痫、头痛等症状,或者作为外科手术、立体定向放射的辅助治疗方法,为完全治愈提供机会。AVM 的介入治疗与栓塞材料的发展密切相关,新的可脱性微导管和球囊导管的出现可提高 AVM 的栓塞率,使部分 AVM 患者经血管内治疗得到治愈。

3. 硬脑膜动静脉瘘(DAVF) 是一种位于硬脑膜的复杂获得性动静脉短路畸形,DSA 可以明确 DAVF 的供血动脉、引流静脉和瘘口位置,提供相应的血流动力学信息,并对其进行分型。介入治疗已成为颅内和脊髓 DAVF 治疗的有效方法之一,但由于 DAVF 容易复发或出现新生瘘口,往往需要进行多次栓塞治疗。介入栓塞也可以作为开颅手术的辅助治疗方法,应用于对复杂 DAVF 的分期治疗。

4. 颈内动脉海绵窦瘘(CCF) 可分为外伤性和自发性两大类,前者多因颅底骨折、颈内动脉海

绵窦段或其分支破裂所致,而后者与硬脑膜动静脉瘘相似。DSA 有助于明确 CCF 的部位、大小、瘘口位置以及引流静脉的特征,明确诊断的同时,就可以对瘘口进行闭塞。大部分病例可通过经动脉途径 Onyx 胶或微弹簧圈完全闭塞瘘口;当经动脉栓塞失败或颈内动脉本身闭塞时,可经静脉通路进行 CCF 瘘口的栓塞。

5. 颅脑和脊髓肿瘤 DSA 也可用于某些富血管肿瘤或与静脉窦关系密切的肿瘤术前评估,如矢状窦脑膜瘤、窦汇脑膜瘤、海绵窦区肿瘤等压迫静脉窦结构的肿瘤,了解肿瘤的血供特点和静脉窦通畅情况,有助于外科手术策略的制定和疗效的提高。对于部分体积较大、血供丰富的肿瘤,通过介入选择性闭塞肿瘤的供血动脉,可减少肿瘤的血供和术中出血,有助于肿瘤的暴露和全切除,减少术后并发症和肿瘤复发率。对恶性肿瘤还可进行超选择、小剂量连续动脉内化疗,以达到增强化疗疗效和减少并发症的作用。

6. 脑缺血性疾病 血管内支架成形术可作为部分脑动脉严重狭窄或痉挛病例的一种治疗方法。对于急性缺血性脑卒中,动脉内机械取栓,弥补了静脉溶栓的不足,扩大了治疗的时间窗,提高了疗效。

### 四、立体定向神经外科

立体定向神经外科利用影像定位和定向仪,将操作器械如脑针、微电极、切割刀等置入到脑深部特定部位,进行脑组织活检、电极植入、脑毁损、病灶去除等操作,具有微创、精确、简易等特点。无框架立体定向导引技术,即神经导航技术,进一步推动了立体定向神经外科的发展。

1. 脑组织毁损 可用于治疗帕金森病、癫痫、精神病、三叉神经痛、面肌痉挛和各种顽固性疼痛等,通过损毁相应功能区的深部神经核团或结构缓解或治愈患者的临床症状,改善患者生活质量。用于组织毁损的方法多种多样,应用较多的是射频毁损方法。

2. 微电极植入和脑深部电刺激 将微电极植入脑内特定部位(靶点),进行连续电生理监测,记录不同神经核团的神经元放电情况,以协助确认需要损毁或干预的功能靶点。在电极植入的基础上