

术中神经电生理监测

Intraoperative Neurophysiological Monitoring

第2版

原 著 Aage R. Møller
主 审 王任直
主 译 窦万臣
副主译 常鹏飞 魏俊吉 弓孟春

 人民卫生出版社

术中神经电生理监测

Neurophysiological Monitoring during Surgery

目次

第 1 章	术中神经电生理监测	1
第 2 章	术中神经电生理监测	15
第 3 章	术中神经电生理监测	31
第 4 章	术中神经电生理监测	47

术中神经电生理监测

Intraoperative Neurophysiological Monitoring

第 2 版

原 著 Aage R. Møller

主 审 王任直

主 译 窦万臣

副主译 常鹏飞 魏俊吉 弓孟春

人 民 卫 生 出 版 社

Translation from the English language edition:
Intraoperative Neurophysiological Monitoring, 2e, edited by Aage R. Møller
Copyright © 2006 Humana Press Inc.
Humana Press Inc. is a part of Springer Science+Business Media
All Rights Reserved.

术中神经电生理监测 第2版

窦万臣 主译

中文版权归人民卫生出版社所有。

敬告

本书的作者、译者及出版者已尽力使书中的知识符合出版当时国内普遍接受的标准。但医学在不断地发展,随着科学研究的不断探索,各种诊断分析程序、临床治疗方案及药物使用方法都在不断更新。强烈建议读者在使用本书涉及的诊疗仪器或药物时,认真研读使用说明,尤其对于新的产品更应如此。出版者拒绝因参照本书任何内容而直接或间接导致的事故与损失负责。

需要特别声明的是,本书中提及的一些产品名称(包括注册的专利产品)仅仅是叙述的需要,并不代表作者推荐或倾向于使用这些产品;而对于那些未提及的产品,也仅仅是因为限于篇幅不能一一列举。

本着忠实于原著的精神,译者在翻译时尽量不对原著内容做删节。然而由于著者所在国与我国的国情不同,因此,一些问题的处理原则与方法,尤其是涉及宗教信仰、民族政策、伦理道德或法律法规时,仅供读者了解,不能作为法律依据。读者在遇到实际问题时应根据国内相关法律法规和医疗标准进行适当处理。

图书在版编目(CIP)数据

术中神经电生理监测/窦万臣主译. —北京:人民卫生出版社,2009. 12

ISBN 978-7-117-11662-6

I. 术… II. 窦… III. 神经系统-监测-应用-外科手术 IV. R651

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2009)第 188125 号

门户网: www.pmph.com	出版物查询、网上书店
卫人网: www.ipmph.com	护士、医师、药师、中医师、卫生资格考试培训

图字:01-2009-5031

术中神经电生理监测

主 译: 窦万臣

出版发行: 人民卫生出版社(中继线 010-67616688)

地 址: 北京市丰台区方庄芳群园 3 区 3 号楼

邮 编: 100078

E - mail: pmph@pmph.com

购书热线: 010-67605754 010-65264830

印 刷: 北京市安泰印刷厂

经 销: 新华书店

开 本: 787×1092 1/16 印张: 17.75

字 数: 430 千字

版 次: 2009 年 12 月第 1 版 2009 年 12 月第 1 版第 1 次印刷

标准书号: ISBN 978-7-117-11662-6/R·11663

定 价: 42.00 元

版权所有,侵权必究,打击盗版举报电话: 010-87613394

(凡属印装质量问题请与本社销售部联系退换)

PREFACE FOR CHINESE TRANSLATION OF INTRAOPERATIVE NEUROPHYSIOLOGICAL MONITORING

BY
AAGE R. MØLLER

It is a great honor to be given the opportunity to write about intraoperative neurophysiologic monitoring. For surgeons and other medical professionals in The Peoples Republic of China.

The book provides the anatomical and physiological basis for the use of electrophysiologic methods to reduce the risk of damage to the nervous systems in neurosurgical, orthopedic and otologic operations. The success of intraoperative neurophysiological monitoring is based on the use of electrophysiological methods for monitoring the function of specific parts of the nervous system that may be at risk of being injured during an operation. Such methods are unique in that they can provide continuous information about the function of many parts of the nervous system.

The book also provides information about how to use electrophysiological methods to locate specific structures that are not visible in a surgical field and it describes how to use electrophysiological methods as aids to stereotaxic techniques for guiding the placement of electrodes for deep brain stimulation.

I use this book as the textbook for a graduate course in the Anatomical and Physiological Basis for Intraoperative Monitoring that I teach regularly at The University of Texas at Dallas.

It is my hope that the book will be useful to surgeons in their efforts to reduce the risk of injuries to the nervous system in operations where damage to the nervous system may occur. To be able to treat patients' diseases in the best possible ways with as little risks as possible for neurological deficits must be the ultimate goal of surgeons.

Dallas Texas May 2009
Aage R. Møller, Ph. D. (D. Med. Sci.)
Professor of Cognition and Neuroscience
University of Texas at Dallas
School of Behavioral and Brain Sciences

《术中神经电生理监测》中译本前言

——原书作者为中译版所作的序

AAGE R. MØLLER

非常荣幸有机会为中华人民共和国的外科医生们及其他医务人员撰写术中神经电生理监测的相关知识。

本书介绍了术中神经电生理监测的相关解剖和生理学基础知识,可以应用于神经外科、整形外科和耳科以降低神经系统的受损风险。术中神经电生理监测是基于手术中神经系统可能受到的损伤,而这些处于风险之中的神经组织功能状态可以用神经电生理学方法进行监测。术中神经电生理监测的独特性是能够提供神经系统功能的动态信息。

本书也提供了在外科术野中进行监测的神经电生理学方法,这些方法可以确定无法用肉眼分辨的特定神经组织。同时也描述了在深部脑刺激术中如何作为辅助手段以完成立体定向电极置入的操作技术。

这本书也是我在得克萨斯大学达拉斯分校常规讲授的研究生课程《术中监测的解剖和生理学基础》的教科书。

我希望本书能够有助于外科医生们减少术中神经系统受损的风险。毕竟,在所有可能的方法中选择最佳者,使神经功能受损风险降到最低,是外科医生们的终极目标。

2009年5月于美国得克萨斯州达拉斯市
Aage R. Møller, 哲学博士(医学科学博士)
认知和神经科学教授
得克萨斯大学达拉斯分校
行为和脑科学学院

序 言

自 20 世纪 90 年代以来,“微创”的理念和技术越来越受到人们的关注,也逐渐成为神经外科医师所遵循的手术治疗准则之一。作为一名神经外科医师,除了要熟练掌握解剖学知识外,还要不断提高显微手术操作技巧,充分运用神经内镜、神经导航、神经电生理监测等先进技术和设备,以期达到最佳的手术治疗效果。

“在保留患者神经功能的基础上最大限度的切除病变组织”是我们的手术治疗原则。但说起来容易,做起来难,要真正做到这一点就很难了。手术医师不但要根据患者具体情况制订详细周密的手术方案,还要充分利用各种技术和手段随时了解术中情况的变化,及时调整和处理,使患者得到最优化的手术治疗。

术中神经电生理监测是利用脑神经电生理的原理对手术操作可能影响到的神经组织对其进行监测以达到避免或减小损伤的目的。该项技术始于 20 世纪 70 年代的美国,开始主要在一些大的医疗中心进行,以后逐渐被接受和认同并很快得到推广,目前在发达国家已经成为神经外科手术中不可缺少的组成部分。

我国术中神经电生理监测起步较晚,只是在近二十年来陆续在国内一些大的医院开展,取得较好效果。虽然起步较晚,但发展势头迅猛,有迎头赶上的趋势。2009 年 5 月,中国医师协会神经电生理分会的成立,标志着我国术中神经电生理监测的工作得到了进一步确认,并逐渐走向规范化。

虽然越来越多的外科医生对术中神经电生理监测有了初步了解,但仍希望对术中神经电生理监测的知识有一个系统的了解,希望得到一本专业的书籍作为参考。而纵观全国,国内关于术中神经电生理监测方面的参考书籍很少,其中由周琪棋主编的《神经监测技术在临床手术中的应用》一书比较有代表性,是一本侧重于临床实用性的参考书。有鉴于此,北京协和医院窦万臣医师组织翻译了由世界著名的术中神经电生理监测专家 Aage R. Møller 教授编写的《术中神经电生理监测》一书,该书兼重理论性和实用性,是一本难得的术中神经电生理监测方面的专业书籍。该书系统地介绍了术中神经电生理监测的相关知识,对术中神经电生理监测人员有很好的指导作用。本书的出版发行必将对我国术中神经电生理监测事业有一个大的促进。

《术中神经电生理监测》一书的作者 Aage R. Møller 教授对于该书的中译本也很重视,并专门为该书书写了序言。参与本书翻译工作的大多数人员是工作在临床一线的神外科医师,他们放弃了许多宝贵的休息时间完成了本书的翻译工作,在此对他们一并表示由衷的感谢。衷心希望广大读者能从阅读本书中获益!

王任直

教授,博士生导师

中国医学科学院中国协和医科大学

北京协和医院神经外科

2009-09-09

译者前言

在神经外科手术中,如何确定中央沟往往是非常重要的。因为中央沟前后的中央前、后回分别是主要运动区和主要感觉区,一旦受到破坏,往往产生严重后果。但是在神经外科手术中,要正确的判断中央沟并非易事,根据解剖学知识所做出的判断通常是不可靠的。而根据体感诱发电位在中央沟前后发生位相翻转的神经电生理学特点,就可以准确地确定中央沟的位置,为外科手术提供有力的帮助。

类似的,大多数神经外科手术都会涉及神经组织的损伤,如脑功能区的各类手术、神经微血管减压术及脊髓手术等。除神经外科以外,骨科、耳鼻喉科、妇科和泌尿外科等也都会涉及神经组织,都有可能因手术操作导致相应的神经功能受损。如何避免损伤神经组织是术者必需要考虑的问题。神经电生理监测技术为术中保护神经组织提供了很好的方法,已经成为外科手术,特别是神经外科手术中的重要组织部分。

《术中神经电生理监测》一书的作者 Aage R. Møller 教授供职于美国得克萨斯大学达拉斯分校,自 20 世纪 70 年代即专注于术中神经电生理监测,在这一领域有很高的造诣,著述颇多,其中最重要的就是 *Intraoperative Neurophysiological Monitoring(Second edition)* 一书。该书对神经系统的解剖与神经电生理进行了系统介绍,对术中监测的原理与方法进行了详尽的阐述。对于从事术中神经电生理监测和准备从事术中神经电生理监测的广大医务工作者有重要的参考价值。

该书共分六个部分,第一部分为概论,对神经电生理监测的基础知识进行了详细的介绍;第二至第四部分为各论,分别介绍了感觉系统、运动系统和周围神经的术中监测相关内容。每一部分都分为解剖与生理和临床应用两个方面,是神经电生理监测的基础知识;第五部分是关于在术中如何确认神经组织,为术者提供实时的重要参考数据,实际上也是在介绍神经电生理监测的具体临床应用;第六部分介绍了术中神经电生理监测的注意事项,包括麻醉的选择、伪差的控制、报警的时机、监测人员和术者的沟通等内容,是神经电生理监测临床应用中的难点。

美国术中神经电生理监测始于 1970 年代。我国术中监测起步较晚,近年来国内一些大的医院陆续开展了术中神经电生理监测工作。但是国内神经电生理监测起点较高,所采用的仪器设备几乎都是最新产品,所欠缺的术中监测人员的知识和经验。为了适应这一形式的发展,我们组织了一批中青年神经外科医师翻译了本书。希望对我国的术中神经电生理监测事业有所促进。

感谢王任直教授对本书翻译工作的领导和审核,是本书得以出版发行的重要保证,在此表示衷心的感谢!

感谢北京协和医院神经外科全体同仁对本书翻译工作提供的大力协作!

由于我们的知识和经验有限,加之参与翻译工作的多为在临床一线工作的神经外科医师,工作辛苦,时间有限,书中翻译不当甚至错误之处难免,希望专家和读者们提出批评和指正意见。

窦万臣

北京协和医院神经外科

2009-09-09

译者名单

(以姓氏拼音为序)

- | | |
|-----|--------------------|
| 包新杰 | 中国医学科学院北京协和医院神经外科 |
| 常鹏飞 | 首都医科大学附属宣武医院功能神经外科 |
| 陈晓飞 | 山东省潍坊市坊子区人民医院理疗科 |
| 邓侃 | 中国医学科学院北京协和医院神经外科 |
| 窦万臣 | 中国医学科学院北京协和医院神经外科 |
| 杜世伟 | 中国医学科学院北京协和医院神经外科 |
| 弓孟春 | 中国医学科学院北京协和医学院 |
| 关键 | 中国医学科学院北京协和医院神经外科 |
| 郭毅 | 中国医学科学院北京协和医院神经外科 |
| 刘海英 | 山东省潍坊市立医院护理部 |
| 马四海 | 中国医学科学院北京协和医院神经外科 |
| 潘博 | 中国医学科学院北京协和医院 |
| 王任直 | 中国医学科学院北京协和医院神经外科 |
| 魏俊吉 | 中国医学科学院北京协和医院神经外科 |
| 徐庆 | 中国医学科学院北京协和医院麻醉科 |
| 杨明 | 中国医学科学院北京协和医学院 |
| 杨勇 | 中国医学科学院北京协和医院神经外科 |
| 张博 | 中国医学科学院北京协和医学院 |
| 张遥 | 中国医学科学院北京协和医学院 |

前 言

本书是基于以前的两本著作：Aage R. Møller:《术中监测中的诱发电位》由 Williams & Wilkens 公司于 1988 年出版；Aage R. Møller:《术中神经电生理监测》由 Gordon & Breach 公司于 1995 年出版。本版是 1995 年版本在广度和深度上的重新撰写，特别是增加了脊髓运动系统和深部脑刺激(DBS)监测的相关章节。为了这些监测的临床应用，书中详细介绍了解剖学和神经电生理学基础知识。对感觉系统监测和颅底外科监测的章节进行了重新撰写，置于外周神经监测一章中。

第一部分讨论术中神经电生理监测的基本原理。第 2 章描述术中神经电生理监测基础知识；第 3 章讨论在神经纤维和神经元上可以记录到的各种电活动，采用单极或双极导联记录到的来自神经纤维、神经核团和肌肉的近场电位，这一章也讨论了远场电位、受损神经纤维和神经核团的反应；第 4 章讨论来自神经纤维、核团和肌肉诱发电位的临床应用情况，包括不同的刺激技术。

第二部分涵盖感觉系统。第 5 章讨论听觉、体感和视觉系统的解剖和生理；第 6 章讨论听觉系统的监测；第 7 章讨论体感系统的监测；第 8 章讨论视觉系统的监测。

第三部分讨论运动系统。第 9 章讨论解剖和生理学在术中监测的重要性；第 10、11 章分别讨论脊髓和脑干运动系统的监测。

第四部分讨论周围神经。第 12 章是相应的解剖和生理知识；第 13 章讨论周围神经系统监测的临床应用。

第五部分讨论术中神经电生理监测可以在哪些方面给外科医师提供指导。第 14 章讨论确认运动和感觉神经的方法，并对四脑室底和脊髓进行定位；第 15 章介绍了术中可以指导外科医师的方法，例如半侧面肌痉挛的微血管减压术、DBS 术中电极的置入以及在下丘脑和基底节进行毁损的手术等。

第六部分讨论术中监测的临床应用。第 16 章介绍关于监测的麻醉问题；第 17 章讨论关于监测的一般原则，例如如何减少出错的风险、如何减少电子干扰等；第 18 章讨论术中监测的相关设备和数据分析，同时也讨论了关于神经组织的电刺激。最后一章，第 19 章讨论了对术中神经电生理监测益处进行评估的重要性，包括对患者、医师和外科手术区域。

Aage R. Møller
(窦万臣 王任直 译)

致 谢

在本书的撰写过程中,我得到了很多人的帮助。Mark Steckert 博士对第 2 版书的许多方面内容作了重要的评论。

我要感谢 Hilda Dorsett 为本书准备了新的图片并对第 1 版书中的图片进行了更新,感谢 Renee Workings 对本书书稿的编辑,也感谢 Karen Riddle 为本书书稿修订所做的大量抄录工作。

同时,我还要感谢 Humana 出版社的出品编辑 Richard Lansing 和 Jennifer Hackworth 对本书所做的出色工作。

如果没有得克萨斯大学达拉斯分校行为和脑科学学院的支持,我将无法完成本书的撰写。

最后要感谢我的妻子 Margareta B. Møller 博士,感谢她对撰写本书的支持和对本书早期书稿给予的有价值的建议。

Aage R. Møller

目 录

第1章 概述	1
参考文献	4
第一部分 术中神经电生理监测的基本原理	7
第2章 术中神经电生理监测基础知识	8
第3章 神经系统和肌肉电活动的产生	17
第4章 神经、纤维束和神经核诱发电活动记录的临床应用	31
参考文献	39
第二部分 感觉系统	43
第5章 感觉系统的解剖与生理	44
第6章 听觉诱发电位的监测	68
第7章 体感诱发电位的监测	100
第8章 视觉诱发电位的监测	115
参考文献	117
第三部分 运动系统	125
第9章 运动系统的解剖与生理	126
第10章 脊髓运动系统监测的实际应用	144
第11章 脑运动神经监测的实际应用	157
参考文献	169
第四部分 周围神经	175
第12章 周围神经的解剖与生理	176
第13章 周围神经监测的实际应用	182
参考文献	184
第五部分 术中神经电生理记录对外科医师的指导	185
第14章 特定神经组织的识别	186
第15章 术中诊断和指导	197
参考文献	214
第六部分 电生理监测在手术室中的实际应用	217

目 录

第 16 章 麻醉在运动和感觉系统监测中的应用及其局限性	218
第 17 章 术中神经电生理监测的一般原则	221
第 18 章 设备、记录技术、数据分析和刺激	232
第 19 章 术中神经电生理监测收益的评估	256
参考文献	263
附录	267
缩略语	269
索引	271

第 1 章

概 述

手术是一种充满风险的疾病治疗手段,其有对神经系统造成损害的潜在可能,因为这些损害可能无法被术者在术野中观察到,往往在医师不知不觉中发生。术中神经电生理监测涉及的内容就是监测术中神经系统损害引起的神经电生理学改变。

术中记录神经电位使得通过术中持续监测而评估神经功能成为可能。虽然诱发电位对于作出临床诊断很重要,但是在临床工作中我们还有其他方法获得所需要的信息,例如影像学模式[计算机轴位成像(computed axial tomography, CAT)和 MRI],这些诊断手段使得神经电生理监测在诊断神经系统疾病中的重要性有所下降。但是,尽管 CAT 扫描已经在少数手术室应用(主要是立体定向手术和活检),但是它尚不足以用来监测神经损害,至少目前还无法实现。影像学方法主要检查结构的改变,而神经电生理方法用来评价神经功能的改变,因此在术中监测中具有明显的优势。

恰当地应用术中监测,记录不同类型的神经电位,使得术中持续监测神经系统特定部位的功能成为可能,而且检测到的功能变化几乎没有时间延迟。及早地监测到这些功能变化可以减少医源性术后功能缺损的风险。这些方法也使得外科医师有可能确定究竟是哪些操作步骤出现了问题,因此可以在损害没有严重到产生永久性神经功能缺损时改变手术操作步骤。

在神经组织易于受损的手术中,人们已经认识到应用神经电生理监测对于患者和外科医师的优势所在,而且在很多医院的相关手术中已广泛应用。现在,进行神经电生理监测的人员也被认为是手术团队中的成员。术中监测患者的生命体征已经进行了很多年,监测神经系统的功能只是在手术室

内新增的监测项目,然而实际上术中监测具有更广泛的应用范围,而不只限于监测神经功能。

在 20 世纪 70 年代晚期和 80 年代早期,术中神经电生理监测方法仅主要集中在大的研究中心和少数大医院中。很快,术中神经电生理监测技术就被应用到手术室内,用于减少不可逆的神经损伤,从而减少永久性神经功能损害。这种标准实验室技术的新应用就是术中神经电生理监测。

常规应用术中神经电生理监测始于 20 世纪 80 年代,在此期间,术中神经电生理监测在美国成立了自己的协会[美国神经电生理监测协会(American Society for Neurophysiological Monitoring, ASNM)]。

一般认为神经电生理监测始于 20 世纪 70 年代晚期,但在此之前,电生理方法即应用于术中以减少术中永久性神经损害。20 世纪 60 年代早期,术中监测主要用于监测面神经,以降低前庭神经鞘瘤术后导致面瘫的风险^[1,2]。

神经外科医师 Leonid Malis 曾在术中记录来自感觉区的诱发电位。而 Malis 由于特别专注于显微神经外科,以至于后来甚至认为显微神经外科手术不再需要术中监测^[3],但其他人则持相反观点,支持应用术中监测^[4]。

整形外科是最早系统性应用术中监测的手术专科之一,特别是涉及脊髓的手术。20 世纪 70 年代,神经电生理学家 Richard Brown 博士,通过在脊柱侧凸手术中记录体感诱发电位的方法减少了脊髓的损伤^[5,6],在此后的几十年中,术中神经电生理监测被应用于许多其他类型的神经外科手术中^[5]。

监测听觉脑干诱发反应(ABRs)也是最早的术中神经电生理监测应用之一,用于单

侧面肌痉挛(HFS)和三叉神经痛的微血管减压术(MVD),最早由 Grundy^[7]和 Raudzens^[8]于 20 世纪 80 年代早期开始应用,其他人相继开展此类监测^[9,10]。在暴露出来的颅内结构如第Ⅷ对脑神经和蜗神经核上直接监测,减少了判读时间^[11,12]。此类记录在此前已经用于研究目的^[13]。

20 世纪 80 年代,术中神经电生理监测被用于颅底肿瘤手术^[14,15],并随后应用于其他研究^[16]。在这些手术中,术中神经电生理监测应用的范围包括颅脑运动神经,如第Ⅲ、Ⅳ、Ⅵ对脑神经,特别是侵及海绵窦的肿瘤,也用于监测第Ⅴ对脑神经的运动部分(小部分)。

后来,术中监测耳的功能和听神经也开始被神经外科医师广泛应用并由此扩展到其他外科领域,如耳神经外科和整形外科,在这些手术中,术中神经电生理监测主要用于周围神经的功能监测。

20 世纪 90 年代初,随着美国神经电生理监测协会的认证,术中神经电生理监测技术开始传播到其他类型的医院。同时术中神经电生理学监测证书(CNIM)也由美国脑电图和诱发电位技术员委员会(ABRET)颁发。

当术中神经电生理监测技术从动物实验室开始进入临床后,不断增加的临床应用促进了专业技术的发展并被多个公司商业化。

20 世纪 90 年代,随着运动皮层磁刺激^[17]和电刺激^[18]技术及脊髓刺激技术的发展,监测脊髓运动系统的方法得以提高^[19]。满意的麻醉方法也使得刺激运动皮层激活运动系统的技术得以发展^[20,21]。

在涉及神经组织的各类不同的手术中,术中神经电生理监测是一种廉价的、有效降低术后永久性神经损害的方法之一。其优于影像学方法之处在于它一定程度上提供了实时的功能信息,而影像学只是提供结构信息,且后者在手术室中并不实用。术中神经电生理监测和希波克拉底誓言的精神相关:即“不

伤害”。我们可能无法解除患者的疾病,但是我们至少要在试图解除患者疾病的时候不伤害患者。术中神经电生理监测提高了药物和手术治疗的效果,特别是降低了失败,而降低失败即提高了手术技术,这个基本原理现在已经受到足够的重视并用于设计复杂的应用,如军事技术和空间探索。

尽管术中神经电生理监测在降低伤害神经缺损方面有巨大的优势,但是对于外科医师来说,寻求其他能够提供手术操作疗效信息的新方法也很重要。术中神经电位记录能够帮助医师确认神经结构并使得确定神经的受阻部位成为可能。在一些病例中,术中神经电生理监测常常有助于外科医师的操作并确定手术预期的治疗目标。术中神经电生理监测通常可以给外科医师一个明确的手术安全感。

我们正面临一个医疗新时代的到来,某些特定的运动障碍病变和疼痛的治疗正由药物治疗向更复杂的外科手术转变,如深部脑刺激(DBS)和其他形式的功能手术,其中有些涉及改善神经可塑性。

在应用 DBS 和选择性毁损脑组织治疗运动障碍病变和疼痛方面,使用术中神经电生理监测是至关重要的。这些手术过程如 DBS 和选择性毁损术的显著优点就是直接作用于产生症状的特定结构。而相比之下,内科使用的全身药物治疗,即使是按照最经典和最规范的经验给药,也具有很差的特异性,而且经常出现严重的副作用从而限制了其正面疗效。任何一个有资质的医师都可以开出各种药物,即使是这些药物有已知和未知的副作用,但是像 DBS 这样的手术却只能或至少由一个专家团队来完成,其中必须包括精通所治疗疾病的神经科学和病理生理学学家。

DBS 手术将会扩展到目前单纯药物治疗的很多疾病,这一点毋庸置疑。刺激治疗设备的应用范围会更加广泛,相应地也会需要更多的神经外科医师进行这些手术操作,同

样也会需要对正确安放电极位置提供指导的神经电生理专家。

手术室内的神经电生理监测也提供了一个学习和研究人类神经系统功能的机会,同样也是研究病变神经系统功能的机会。事实上,在手术室内研究神经电生理学在术中监测广泛应用之前就已经开展。对于神经电生理学家来说,手术室提供了其他地方无法进行的研究可能性。在行神经外科手术的患者身上进行研究,由于要在某些部位进行手术使我们能够用某些特定方法记录未被疾病累及的神经系统部分的正常功能。术中电生理记录也为研究疾病进展的病理生理学提供了独特的机会,因为术中可以直接记录被疾病累及的神经系统的电活动。

有两类研究可以在手术室内开展。首先是基础研究,其目的是获得新的知识,但是对患者没有直接的预期益处。然而,经验告诉我们,即使是基础研究也可以为患者的治疗提供(非预期的)即时以及长期益处。另外一种研究,即应用研究,其目的是实时提供疾病改善的信息,包括降低术后功能缺损。这就意味着两种类型的研究都将对患者有益:或者是提高治疗效果,或者是降低术后永久性神经功能缺失。

进行术中研究有几个优点。首先,人和动物是不同的,而所得结果可直接应用于人体。其次,研究人类疾病的生理学要较制作动物模型容易。例如,人类可以作出反应并描述感觉,这对于评估实验结果是有益的。

手术室内进行的历史要长于术中神经电生理监测的历史。Wilder Penfield (1891—1976)是第一个认识到术中研究重要性的外科医师和科学家之一,他于1934年创立了蒙特利尔神经科学研究所。Penfield是一个具有深厚神经电生理学知识背景的外科医师,在获得剑桥罗德奖学金期间深受 Sherrington 的启发。他说:“脑外科是一个可怕的职业。如果在我的有生之

年没能感受到这种职业已经变得不那么可怕,我会遗憾终生(1921)。”我们可以认为, Penfield 是术中神经电生理研究的创建者,而且他在神经科学的很多领域内进行了开创性的工作。他关于躯体感觉系统的研究尤其著名^[22,23]。20世纪50年代,他就开始应用电刺激来寻找癫痫灶,而且和这些手术相联系,他做了大量的颞叶研究,特别是有关记忆方面的研究。

其他神经外科医师沿袭了 Penfield 的传统,例如 George A. Ojemann,他对于理解颞叶相关的病理学作出了很大贡献,同样也对记忆的基础研究做了很多工作,特别是对于大量个体差异的研究。像 Penfield 一样,他也做了很多癫痫手术,在这些手术过程中,他测绘了颞叶的功能,并且在能够回答问题和进行记忆的清醒患者的特定脑区进行电流刺激,通过灭活这些功能来研究记忆和语言中枢。Ojemann 和来自德国的 Otto Creutzfeldt 一起建立了对清醒患者脑组织进行记录的微电极方法。他们研究了面部识别时的神经元电活动,他们的研究也催生了应用微电极记录人脑的电活动。

神经学家 Gaston Celesia 通过直接在听觉皮层记录诱发电位的方法拓展了我们关于人类大脑皮层的组织结构知识^[24,25]。Celesia 对人的听觉皮层进行了功能定位并研究了丘脑和第一感觉区的诱发电位^[26]。

其他学者研究了其他的结构,例如背侧柱核(dorsal column nuclei)、蜗神经核和下丘核,都是在术中显露到这些结构时进行的^[27~30]。通过将电极插入第四脑室外侧隐窝^[28,31]来记录蜗神经核诱发电位监测听神经的完整性逐渐成为一个有用的方法,可以用于听神经瘤术中对听神经的保护^[32],也可以用于微血管减压术中的监测,微血管减压术用于治疗三叉神经痛、半侧面肌痉挛和致残性的体位性眩晕。

对 ABR 波形的神经元起源情况的研究得益于神经外科术中显露出相应的结构并进

行的电活动记录。对听神经电位的记录最早由两个研究组于1981年报道,一个小组在日本(Isao Hashimoto, 神经外科医师)^[33], 另一个小组在美国^[13], 揭示了听神经是听觉脑干反应两个正相波的起源。然而在小型动物如恒河猴, 听神经仅是一个主要波峰的起源^[34~36]。

神经外科医师 Fred Lenz 采用微电极记录清醒患者下丘脑的神经细胞反应, 并根据疼痛刺激和无害的体感刺激反应对下丘脑进行了功能定位^[37~39]。

半侧面肌痉挛微血管减压术中的电生理研究结果, 支持导致面肌痉挛症状的生理学异常的解剖定位是在血管与面神经^[40]接触处更中心的部位, 类似于点燃现象^[41, 42]的假说, 而不是像另外一种假说假定的那样主要是由于血管接触部位的假突触传递造成的。当责任血管移开面神经后^[43], 肌肉的异常反应(外侧传递反应)随即消失, 这种特殊征象的发现, 已经被广泛用于此类手术以指导手术医师找到责任血管并有效地进行面神经减压。该方法增加了手术的成功率, 减少了手术时间, 并降低了可能再次手术的几率。这是纯基础研究如何提高临床手术疗效的又一个佐证, 而且这种方法对于避免再次手术尤其有效, 而再次手术在该方法采用以前并非少见。

这些例子清楚地说明基础研究和应用研究之间并没有清晰的界限。曾经用于研究听觉脑干诱发电位起源的方法已经进入手术室用于监测听神经。语言研究中心对脑的研究方法已被证实对癫痫手术非常重要。半侧面肌痉挛的研究有效地提高了 MVD 的手术疗效。

尽管难以应用准确的科学方法来评估术中神经电生理的好处, 但是基于多年经验, 笔者认为外科医师的手术技巧和良好神经电生理监测的结合可以造福于目前需要手术治疗的患者, 而且通过外科医师和神经电生理学

家之间的有效配合和相互促进, 可以造福于未来的更多患者。

(黎万臣 陈晓飞 王任直 译)

参考文献

1. Hilger J. Facial nerve stimulator. *Trans. Am. Acad. Ophthalmol. Otolaryngol.* 1964;68:74-76.
2. Kurze T. Microtechniques in neurological surgery. *Clin. Neurosurg.* 1964;11:128-137.
3. Malis LI. Intra-operative monitoring is not essential. *Clin. Neurosurg.* 1995;42:203-213.
4. Sekhar LN, Bejjani G, Nora P, Vera PL. Neurophysiological monitoring during cranial base surgery: is it necessary? *Clin. Neurosurg.* 1995;42:180-202.
5. Nash CL, Lorig RA, Schatzinger LA, Brown RH. Spinal cord monitoring during operative treatment of the spine. *Clin. Orthop.* 1977;126:100-105.
6. Brown RH, Nash CL. Current status of spinal cord monitoring. *Spine* 1979;4:466-478.
7. Grundy B. Intraoperative monitoring of sensory evoked potentials. *Anesthesiology* 1983;58:72-87.
8. Raudzens RA. Intraoperative monitoring of evoked potentials. *Ann. NY Acad. Sci.* 1982;388:308-326.
9. Friedman WA, Kaplan BJ, Gravenstein D, Rhoton AL. Intraoperative brain-stem auditory evoked potentials during posterior fossa microvascular decompression. *J. Neurosurg.* 1985;62:552-557.
10. Linden R, Tator C, Benedict C, Mraz C, Bell I. Electro-physiological monitoring during acoustic neuroma and other posterior fossa surgery. *J. Sci. Neurol.* 1988;15:73-81.
11. Møller AR, Jannetta PJ. Monitoring auditory functions during cranial nerve microvascular decompression operations by direct recording from the eighth nerve. *J. Neurosurg.* 1983;59:493-499.
12. Silverstein H, Norrell H, Hyman S. Simultaneous use of CO₂ laser with continuous monitoring of eighth cranial nerve action potential during acoustic neuroma surgery. *Otolaryngol. Head Neck Surg.* 1984;92:80-84.
13. Møller AR, Jannetta PJ. Compound action potentials recorded intracranially from the auditory nerve in man. *Exp. Neurol.* 1981;74:862-874.
14. Møller AR. Electrophysiological monitoring of cranial nerves in operations in the skull base.