

Experimental Techniques of Neurology

神经病学 实验技术

主 编 郭云良 郭宗君
郑建忠 卢士平



第四军医大学出版社

神经病学实验技术

EXPERIMENTAL TECHNIQUES OF NEUROLOGY

主 编 郭云良 郭宗君 郑建忠 卢士平
副主编 兰克涛 王少萍 左 昭 解福军 赵文科
编 委 (以姓氏笔画为序)
王守彪 刘广义 杜 芳 张 红 李 琴
沈若武 陈红兵 杨学伟 金丽英 夏玉军

第四军医大学出版社

图书在版编目(CIP)数据

神经病学实验技术/郭云良等主编. —西安:第四军医大学出版社,2005.8
ISBN 7-81086-166-2

I. 神… II. 郭… III. 神经病学-实验技术 IV. R741-33

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2005)第 065624 号

神经病学实验技术

主 编 郭云良 郭宗君 郑建忠 卢士平
责任编辑 富 明 王智明
出版发行 第四军医大学出版社
地 址 西安市长乐西路 17 号(邮编:710032)
电 话 029-83376765
传 真 029-83376764
网 址 <http://press.fmmu.sn.cn>
印 刷 人民日报社西安印务中心
版 次 2005 年 8 月第 1 版 2005 年 8 月第 1 次印刷
开 本 787×1092 1/16
印 张 17
字 数 400 千字
书 号 ISBN 7-81086-166-2/R·170
定 价 27.00 元

(版权所有 盗版必究)

前 言

长期以来,由于神经系统结构和机能的复杂性,人们对此望而却步,致使神经科学的研究进展缓慢,许多神经系统疾病的病因和发病机制至今尚不十分明了,在预防和治疗方面也缺乏行之有效的措施。随着分子生物学、神经干细胞、基因芯片和计算机网络等高新技术的发展,以及膜片钳、激光共聚焦显微镜、流式细胞仪等先进仪器的出现,给神经科学的研究插上了腾飞的翅膀。国内外大批科研工作者开始致力于神经科学领域的探索和研究,并已取得了许多可喜的成就。相信在不远的将来,科学家有望揭开人类大脑的奥秘。

青岛大学医学院脑血管病研究所,长期从事神经病学的基础和临床研究,在神经病学实验技术方面积累了较为丰富的技术资料和工作经验。特别是2001年山东省脑病防治重点实验室对外开放以来,越来越多的研究生和科研工作者申请来本实验室开展工作。为了使来实验室工作的研究人员能够迅速了解本实验室的基本情况,掌握有关实验技术和方法,顺利完成科研工作,我们组织有关人员,参考国内外有关资料,编写了《神经病学实验技术》讲义,供有关研究人员参考使用。我们本着理论联系实际、边实践边修改的原则,经过近几年的试用、反复修订,最后成文,试图作为我校神经病学等相关专业研究生的试用教材。

本书主要介绍了与神经病学研究有关的神经解剖、神经生理、神经病理、神经生化、神经免疫、神经影像和神经遗传等方面的有关技术方法,同时介绍了与脑血管疾病密切相关的局部脑血流量测定、动态血压测定、凝血与纤溶系统功能检测、脑脊液检测等技术,神经系统疾病有关的穿刺活检技术和神经阻滞术,以及神经系统基础研究常用的动物实验方法、常用的动物模型和神经干细胞技术。本书内容由浅入深、注重实践、实用性强,可满足神经病学相关专业研究生开展科研工作的需要,也可供相关专业研究人员参考使用。

在编写过程中,青岛大学医学院及附属医院的有关领导给予了支持,表示感谢。

由于编者水平有限,书中难免存在不足之处,恳请读者指正。

编 者

2005 年 4 月

目 录

第一章 神经解剖学技术

第一节 脑和脊髓的移取和保存	1
第二节 脑和脊髓标本组织学取材	2
第三节 脑和脊髓外部形态标本的制作	3
第四节 脑和脊髓的常用切面	5
第五节 脑解剖剥离标本的制作	10
第六节 脑厚片染色	13
第七节 脑室铸型和脑室显示方法	15
第八节 脑膜和脑血管标本的制作	18
第九节 脑断层标本的制作	19
第十节 塑化标本的制作	21

第二章 神经生理学技术

第一节 脑电图	24
第二节 脑诱发电位	30
第三节 事件相关电位	36
第四节 肌电图	42
第五节 脑磁图	45

第三章 神经病理学技术

第一节 神经细胞染色	46
第二节 神经内分泌细胞染色	48
第三节 神经纤维染色	49
第四节 神经纤维髓鞘染色	52
第五节 神经胶质细胞染色	55
第六节 脑内常见色素染色	57
第七节 周围神经组织染色	59
第八节 神经系统酶组化染色	62
第九节 肌肉活检组织学染色	64

第四章 神经生物化学技术

第一节 神经元损害的生化检测	68
第二节 脑白质病变的生化检测	70

第三节	氨基酸代谢病的生化检测	72
第四节	脂类代谢异常的生化检测	74
第五节	糖原代谢病的生化检测	75
第六节	铜代谢异常的生化检测	78
第七节	线粒体病的生化检测	80
第八节	溶酶体病的生化检测	83
第九节	过氧化体病的生化检测	86
第十节	肌肉损害的生化检测	87

第五章 神经免疫学技术

第一节	神经系统的体液免疫评价	92
第二节	神经系统的细胞免疫评价	94
第三节	神经系统疾病的免疫检测方法	97
第四节	细菌性脑膜炎的免疫学检测	102
第五节	结核性脑膜炎的免疫学检测	102
第六节	病毒性脑炎的免疫学检测	103
第七节	新型隐球菌脑膜炎的免疫学检测	104
第八节	神经莱姆病的免疫学检测	106
第九节	脑囊虫病的免疫学检测	106
第十节	神经系统自身免疫性疾病的检测	108

第六章 神经系统疾病基因检测技术

第一节	常用基因检测方法	112
第二节	神经系统遗传疾病的基因检测	115
第三节	神经系统多基因病的基因检测	122
第四节	神经系统感染性疾病的基因检测	126
第五节	神经系统肿瘤的基因检测	131

第七章 神经影像学技术

第一节	X线平片	133
第二节	电子计算机断层扫描	134
第三节	磁共振成像	138
第四节	脑血管造影	143
第五节	单光子发射断层扫描	145
第六节	正电子发射断层扫描	147
第七节	经颅多普勒超声	148
第八节	彩色双功能多普勒超声	153

第八章 凝血与纤溶功能检测

第一节 凝血系统功能检测	156
第二节 纤溶系统功能检测	159
第三节 血小板功能检测	161
第四节 血管内皮细胞功能检测	164

第九章 脑血流动力学检测

第一节 脑血流量测定	166
第二节 血液流变学检测	170
第三节 动态血压测定	172

第十章 常用穿刺和活检技术

第一节 气管穿刺术	176
第二节 腰穿及蛛网膜下腔持续引流术	176
第三节 小脑延髓池穿刺术	180
第四节 颈椎侧方穿刺术	181
第五节 侧脑室穿刺及持续引流术	181
第六节 经皮脑内血肿穿刺术	183
第七节 前凶穿刺术	185
第八节 脑活检术	185
第九节 周围神经活检术	186
第十节 肌肉活检术	187

第十一章 脑脊液检测技术

第一节 脑脊液外观检查	188
第二节 脑脊液动力学检测	190
第三节 脑脊液细胞学检查	193
第四节 脑脊液生化检查	197
第五节 脑脊液免疫学检查	200
第六节 血脑屏障指数检测	202
第七节 脑脊液循环检测	203

第十二章 常用神经阻滞术

第一节 三叉神经阻滞术	205
第二节 颈交感神经节阻滞术	206
第三节 臂丛神经阻滞术	207
第四节 肋间神经阻滞术	208

第五节 腰交感神经干阻滞术	208
第六节 骶管硬脊膜外阻滞术	209

第十三章 常用动物实验方法

第一节 实验动物的选择	210
第二节 实验动物的饲养	211
第三节 实验动物的保定	212
第四节 实验动物的给药途径	213
第五节 实验动物生命体征的检测	215
第六节 实验动物的行为测试	216
第七节 实验动物血样标本的采集	219
第八节 脑立体定位术	221
第九节 脑内微量注射术	222
第十节 心脏灌注固定术	223

第十四章 常用实验动物模型

第一节 动脉粥样硬化模型	225
第二节 高血压模型	227
第三节 脑缺血模型	228
第四节 脑出血模型	231
第五节 老年痴呆模型	235
第六节 帕金森病模型	237
第七节 脑脊髓炎模型	238
第八节 癫痫模型	241
第九节 重症肌无力模型	244
第十节 神经系统外伤模型	246

第十五章 神经干细胞技术

第一节 神经细胞培养技术	249
第二节 神经干细胞概述	253
第三节 神经干细胞的分离与鉴定	254
第四节 神经干细胞的增殖与分化	256
第五节 神经干细胞移植	261

第一章 神经解剖学技术

随着科学技术的发展,神经解剖学研究早已超出了以大体形态为中心的范畴,但在具体实验过程中,大体解剖学技术仍然是不可缺少的。神经解剖学技术直接关系到所提供的标本和资料的系统性、完整性和可靠性。因此,必须重视神经解剖学的有关技术。

第一节 脑和脊髓的移取和保存

脑和脊髓的移取是神经解剖学的基本操作技术,也是制作脑和脊髓标本的前提。移取脑和脊髓,除用一般的解剖器械外,还必须备有开颅的工具。

一、脑的移取

(一)已防腐固定尸体脑的移取

1. 剥离颅顶部软组织 自眉间向上经颅顶正中线延续至枕外隆凸,纵行切开头皮和帽状腱膜直至骨膜。在骨膜下向两侧钝性剥离颅顶部软组织和额肌起点,将头皮向下翻到两侧耳根的上方为止。

2. 锯切颅骨 用锯绕颅骨于眉弓及枕外隆凸上1 cm处,环形锯开颅骨外板及板障,当见到锯口有染血迹的锯(骨)末出现时,立刻停锯。由于两侧颞部骨质较薄,所以不宜锯得太深。用丁字凿轻轻凿开内板并将凿插入锯口,两手握住丁字凿把手,用力扭动,揭开颅盖,此时可见覆盖脑表面的硬脑膜。

3. 暴露脑髓 在距颅骨锯口断端上方0.5 cm处剪开硬脑膜,并水平向后剪至枕部。在鸡冠处,切断突入两大脑半球之间的大脑镰附着部以及汇入上矢状窦的静脉,然后向后方轻轻揭起硬脑膜及大脑镰。此时,要注意剪断桥静脉和蛛网膜颗粒,避免拉坏脑组织。

4. 移取脑髓 自额骨后方将手指深入颅前窝,轻轻推压大脑额叶,直至见到筛板上的嗅球为止,从筛板上切断嗅丝,将嗅球与脑一齐拉起,当见到视神经和视交叉时立刻停止。视交叉两侧可见颈内动脉,在脑底附近依次切断颈内动脉、视神经。再将脑向后拉,可见垂体及漏斗,用长柄圆刃刀,由垂体窝前下方下刀切开鞍隔,挖取垂体。继续将脑向后拉起,切断动眼神经和滑车神经。将脑向一侧推,从颅中窝拉出颞叶前端(对侧同样处理),暴露大脑枕叶和小脑之间的小脑幕,沿颞骨岩部上缘切断两侧的三叉神经、展神经、面神经、位听神经及小脑幕。将头复正,项部垫一木枕,使头自然后仰,用手托住脑背面,容其向后脱出少许,用长柄刀深入脑底,依次切断舌咽神经、迷走神经、副神经、舌下神经和椎动脉等;再从脑干腹侧面伸刀入枕骨大孔,切断脊髓上端,即可将脑完整取出,用流水冲洗干净备用。

(二) 未防腐固定尸体脑的移取

将新鲜尸体流水冲洗消毒后,仰卧于解剖操作台上,项垫木枕,钝性剥离颅顶部软组织,并向前、后翻开,其余操作步骤同上。注意:新鲜脑很软,易变形和挫伤,操作过程中必须用手托扶,取出脑后应立即用纱布包裹,悬浮在固定液中保存,以免变形。

二、脊髓的移取

1. 将已取脑或未取脑的尸体俯卧于解剖操作台上,颈部垫一木枕,沿背正中线,上自枕骨、下至骶尾结合处,纵行切开皮肤,将皮肤翻向两侧,分别距正中线 10 cm。

2. 切除枕部、项部和背部正中线左右各 10 cm 范围内的深层肌肉、项韧带、肋横突后韧带和横突间韧带,用骨膜剥离器或骨凿,沿棘突将骨膜向外剥离达横突和肋骨的后端。

3. 调整双刃弓锯(脊柱锯)的宽度,自上而下锯断棘突两侧全部的椎弓和骶骨的椎弓板,也可用骨钳逐个剪断椎弓。将棘突与椎弓拿掉,暴露椎管内的硬脊膜和脊髓。

4. 于枕骨大孔处切断椎动脉和脊髓(脑已被取完者,不需此项操作)。

5. 逐一修剪椎间孔,暴露脊神经根、脊神经节和脊神经,于脊神经节远端逐个游离和切断脊神经(根据标本所需的内容和造型设计,保留适当长度的脊神经)。将脊髓被膜、脊髓和脊神经一并轻轻提起,整条脊髓及被膜即可完整取出,流水冲洗,保存备用。

三、脑和脊髓的保存

1. 从已防腐固定尸体取出的脑和脊髓,应用流水洗净凝血块和其他组织碎屑,置于 10% 福尔马林液中继续固定。为保证脑外形完整,应在标本缸或瓶底衬垫棉花,每瓶只能装一个脑和一条脊髓,以免互相挤压变形。也可用线穿过基底动脉,将脑悬吊在固定液内。

2. 从未经防腐固定尸体取出的新鲜脑和脊髓,须用纱布包起来,瓶底衬垫棉花,然后放入 10% 福尔马林液中,固定一个月以上才能充分固定硬化。在此期间,应根据季节气温的高低,更换新固定液两次以上。

3. 脊髓的固定和保存,应注意将脊髓伸展理直,如带脊神经,应同时加以整理修洁,一同固定在玻璃板或塑料板上,然后放在 10% 福尔马林液中固定保存。

第二节 脑和脊髓标本组织学取材

尸体解剖只能对组织器官进行大体形态学观察,往往难以精确判定疾病的病因。因此,需要对所取的组织标本进一步做病理学等方面的研究。在具体研究过程中,一定要注意取材的方法。

一、脑标本取材

为了系统性地积累资料,使每例尸检脑标本的组织切片都有可比性,应该建立规范的脑组织学取材方法。以冠状位切脑为例,取材部位应包括:

1. 双侧额叶的皮质和白质,取材最好在旁正中线 1.5 cm 处,因为这个部位往往是脑分

水岭梗死的部位。

2. 双侧顶叶的皮质和白质,取材要求同额叶。
3. 双侧颞叶的皮质和白质,一般以颞中回为主。
4. 双侧枕叶的皮质和白质,常规取距状沟的有纹皮质。
5. 双侧基底核,一般取尾状核和豆状核的头部。
6. 双侧视丘和内囊,取经灰结节的切面。
7. 双侧海马和外侧膝状体,取经中脑前后径 1/2 处的切面。
8. 双侧杏仁核,双侧扣带回,双侧视神经和视交叉。
9. 脑干取材一般要求中脑两块,包括中脑的上、下丘;脑桥三块;延髓三块。
10. 小脑取材一般包括双侧小脑皮质、白质和皮质下的灰质。

脑标本的常规取材数量较多,一般 25 ~ 30 块,能基本保证不漏掉肉眼看不到的病变。脑标本取材的组织块要相对大一些,皮质和白质取材一般以 2 cm × 2 cm 为宜,脑干最好要完整的切面,因而需要单独地存放。取材时应将两侧的标本对称地摆放,分别编成左单右双的号码(或用 L 表示左、R 表示右),便于有序地存放、处理。取材后用记号笔将号码写在要切的组织面的背侧,待墨汁晾干后再根据不同实验要求,进行固定、脱水等后处理。

由于组织块较大,脱水和透明时间应根据具体情况适当延长,但在高浓度酒精和二甲苯中放置的时间不宜过长,以防组织变脆。

二、脊髓标本取材

脊髓标本取材较脑标本取材简单的多,常规检查采用水平切面(或横断面)。取材的关键是要定位清楚、准确,每一块标本都要注明取材的节段,同时用记号笔记好左、右侧和上、下面,以免因各切面形态相似而混淆。

三、视神经、眼球和内耳取材

将脑和脊髓取出后,用凿子凿开颅前窝底的骨板,暴露眼眶的内容,去掉眼球后方及视神经周围的脂肪组织,即可暴露眼球和视神经。用锋利的刀片在眼球上沿赤道线迅速切开,完全分离眼球的前后部,取出后半部眼球和视神经,置于盛有清水的容器中,观察眼底的变化。将左右眼球加以标记,固定于 10% 福尔马林液中待检。

用电动石膏锯或凿,打开颞骨岩部内侧的 1/2(靠近蝶骨的 1/2),暴露内耳,系统检查后可将听小骨及内耳迷路做进一步检查。注意不要弄破鼓膜,以免尸检后耳道流液。

第三节 脑和脊髓外部形态标本的制作

脑和脊髓标本的种类繁多,可根据教学和科研的需要从不同的角度,采用不同的方法,制作脑和脊髓整体或局部的各种外形标本。制作脑和脊髓的外形标本,应选择固定硬化好、外形端正、完整无损的脑和脊髓。本节介绍两种标本的制作方法。

一、积木式组合脑标本的制作

1. 在胼胝体上方 0.5 cm 做大脑半球的水平切面,沿外侧纵纹去掉遮盖胼胝体的灰质。
2. 再沿透明隔上缘,将胼胝体切离透明隔,即可去掉侧脑室中央部和前角的顶,暴露侧脑室前角及中央部的顶。向后外延长纵行切到顶枕裂底部,以扩大侧脑室后角。
3. 两侧顶叶和额叶的相邻部分切成“J”和“[”并取下,暴露脑岛。
4. 显示侧脑室的后角和下角,须做三个切面。第一个切面由后部横切开始,沿后角内侧壁的上缘弓形切开。第二个切面连接上述切面的开始部分和外侧裂的后端,沿脉络丛切向下角的上壁。第三个切面是沿着侧脑室后角和下角的外缘制作。
5. 在胼胝体中间横切面处切断穹隆体,再将穹隆脚和海马连合与位于其下方的血管小心地剥离开。为了使颞极与脑干的基部分开,可由海马回钩与视束和前穿质之间的缝隙开始,向后外作切口,使胼胝体体部及压部与脑干分离,暴露脑干背面。
6. 切断小脑三对脚,游离小脑。

用此方法切开的脑标本可以分开,也可组合成一整脑(图 1-1)。

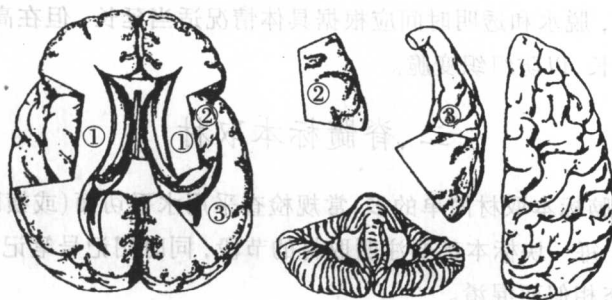


图 1-1 积木式组合脑标本示意图

二、脑和脊髓整体标本的制作

1. 选用经动脉灌注染料的尸体,取出完整的带血管及脑神经根和脊神经根的脑和脊髓标本。
2. 修洁脑底部 12 对脑神经根和脑基底动脉环,保留完整的脑和脊髓全貌标本。也可以用脑刀将左、右大脑半球切除,制成脑干和脊髓的连接标本。
3. 沿脊髓的前、后面,自上而下纵行剪开硬脊膜的全长,剪掉脊髓前、后面的大部分硬脊膜,充分显示脊髓前动脉、后动脉、脊髓圆锥、终丝、脊神经前根和后根、脊神经节、马尾及齿状韧带等结构。
4. 根据标本设计要求和造型进行修剪,保留适当长度的周围神经。
5. 根据标本的大小及形态,制作有机玻璃标本盒,将脑与脊髓和周围神经固定于盒内的塑料板或支架上,封盒保存。

第四节 脑和脊髓的常用切面

显示脑和脊髓内部结构的方法,除了脑纤维剥离方法以外,更有效的方法是脑和脊髓各种断面的切割,也是制备脑厚片染色的前提步骤。广义而言,脑和脊髓断面的标本包括大体和显微两类。本节只介绍脑和脊髓的常用大体切面和厚片染色。

一、脑和脊髓切面的切割操作

选择固定和硬化好、完整无损、形态端正、没有脑部疾病的标本,流水冲洗 2~3 h,然后用镊子将脑表面及沟裂内的脑膜及血管清除干净,但勿损伤脑组织。应用大脑切片机切割较厚的脑片最为理想,也可用简单的办法切制脑切片标本。

用滤纸或脱脂棉吸干脑表面及沟裂内的水分,用毛笔将 20% 明胶液(加温至 45℃~50℃)刷入脑的沟裂和表面,以防切片时产生碎片。将脑放入 10% 福尔马林液内固定 5~7 d,使明胶固定硬化。切脑时一般选用长度约 50 cm 的双刃切脑刀,刀体要薄,刀口整齐、锋利。在切脑刀上涂一层甘油使刀面光滑,向一个方向均匀运刀,中途不宜停顿,切勿来回推拉,以免留下刀痕或切面不平整。每切一片之后,要用脱脂棉或纱布擦净留在刀口的组织碎屑,并重涂甘油后方可再用,以免再切时擦伤脑切面。

为使脑切面平整,脑片厚度均匀一致,可用有机玻璃制作容纳脑的长方形切脑框,在方框上锯若干个等距离(根据所需脑片的厚度而定)的平行锯缝。将脑放入框内,切脑刀沿两侧相对应的锯缝切割,即可切成厚薄一致、切面平整的脑片。

将切好的脑片置于大瓷盘内,流水冲洗干净,挑选合适的脑片装瓶保存,或供作脑厚片染色等再加工的标本使用。

二、脑和脊髓的常用切面

(一) 大脑的切面

1. 正中矢状切面 沿大脑纵裂,切断胼胝体,前、后连合,间脑其他部分以及小脑和脑干,把脑切成对称的左右两半(图 1-2)。

2. 水平切面 与一般躯干的横切面一致,但所显示的结构并非横切面,故特称水平切面,以示区别(图 1-3A)。水平切面一般以通过室间孔上缘(距脑背侧缘最高处 3.8~4.0 cm)的切面较好,这一切面刚好

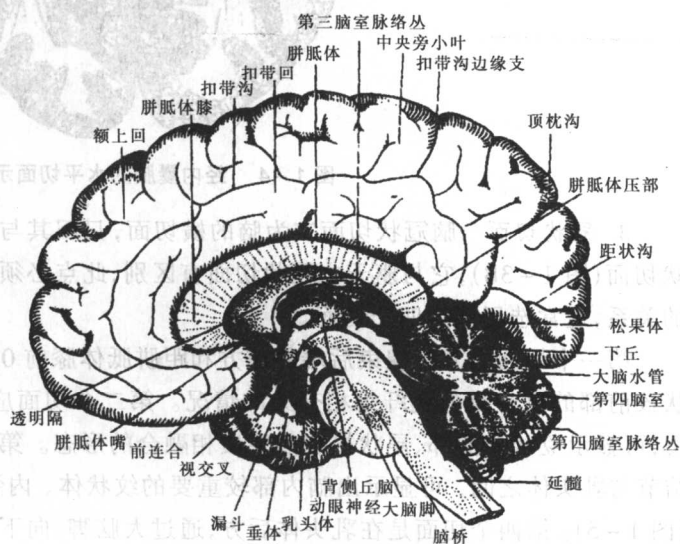


图 1-2 脑的正中矢状切面示意图

经过豆状核的最宽部,可较全面地显示大脑内部的基底核、内囊、丘脑以及其他结构。在此切面的基础上,向上每间隔 0.5~1.0 cm 切制一片,将脑分为 6 片,即可显示和观察脑内的结构(图 1-4)。

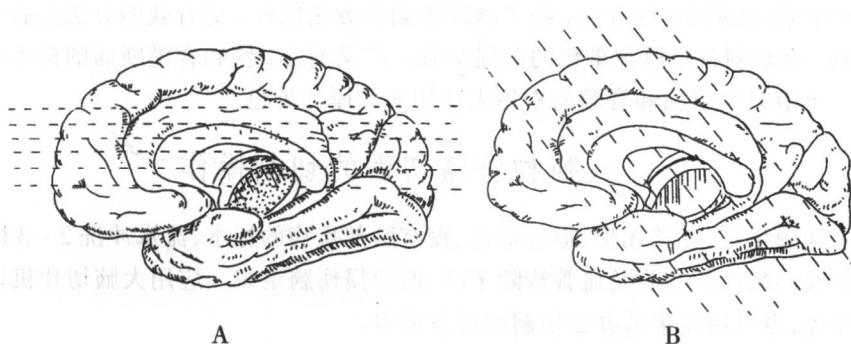


图 1-3 脑的水平切面线(A)与脑的冠状切面线(B)

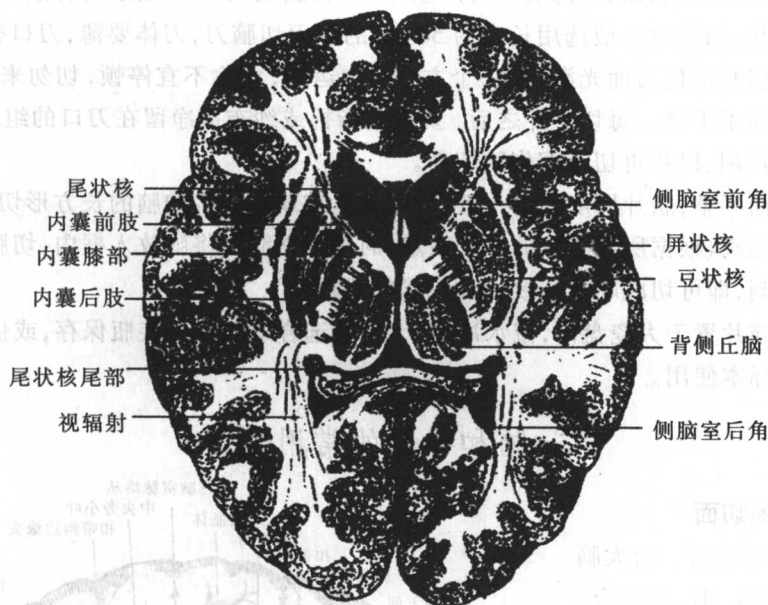


图 1-4 经内囊脑的水平切面示意图

3. 冠状切面 脑冠状切面实为脑的横切面,只因其与颅骨的冠状缝一致(平行),故称冠状切面(图 1-3B),它与躯干之冠状切面有区别,此点必须注意。为了显示脑灰质和白质结构的关系,通常选用下列四个切面。

第一个切面是靠近嗅束后端的前方和距胼胝体膝前 0.5 cm 处。可显示尾状核头部与豆状核前部的融合及内囊纤维相交叉的情况。第二个切面应正好切在胼胝体膝上,经过前穿质,可显示豆状核前部、尾状核和前穿质相融合的形态。第三个切面是紧贴乳头体前方,经灰结节与乳头体之间,可显示出脑内部较重要的纹状体、内囊、丘脑以及它们的相互位置关系(图 1-5)。第四个切面是在乳头体后方,通过大脑脚,向下通过脑桥基部和延髓锥体,可较为全面地显示锥体束,也可显示丘脑底部与中脑被盖的连续情况,以及中脑内部的红核。如果

要显示大脑后半部的内部结构,可在第四个切面以后,每隔 1.0 cm 或 0.5 cm 切一刀,直到胼胝体压部之后为止。



图 1-5 经与乳头体脑的冠状切面示意图

(二)小脑的切面

小脑的正中矢状切面可以随同大脑的正中矢状切面同时切出(图 1-2)。若欲显示小脑的各核,则须用斜的水平切面,方法是紧贴前髓帆(即小脑舌之前下面),用切脑刀向后向下,一直切开蚓结体和锥体,在此切面上便可显示小脑的顶核、球状核及齿状核(图 1-6)。

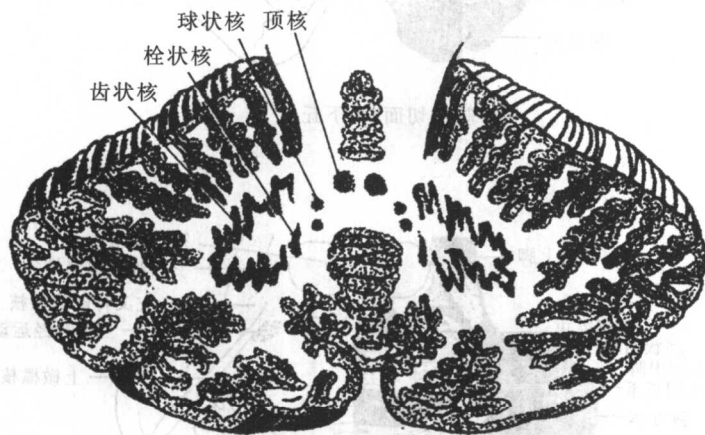
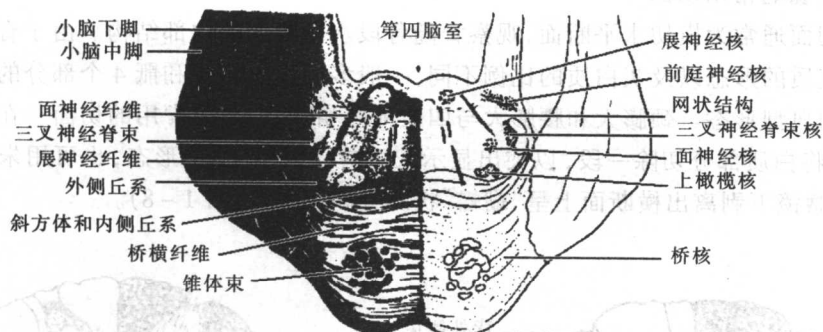


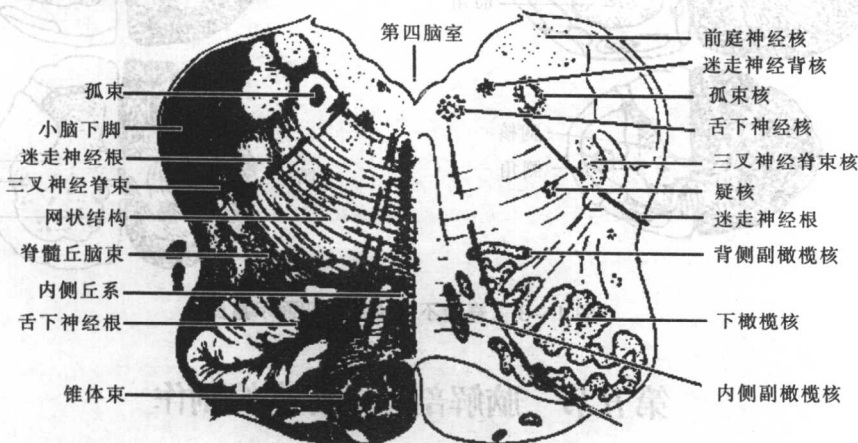
图 1-6 小脑斜的水平切面示意图

(三)脑干的切面

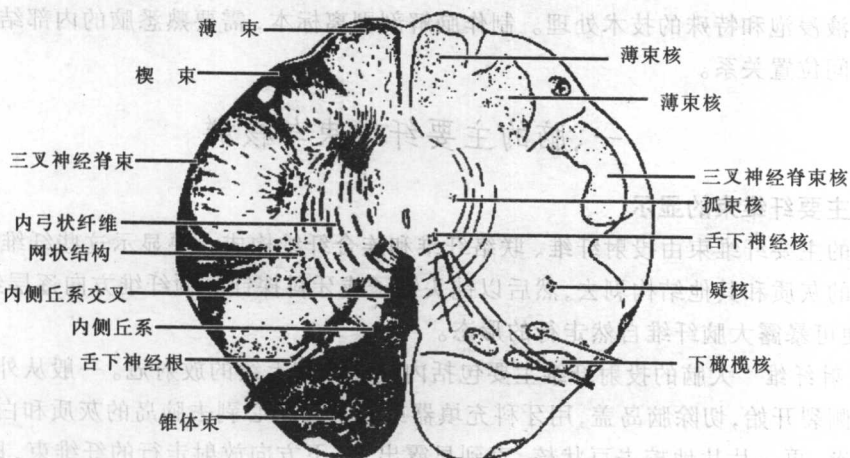
脑干不同平面的切面,可以显示脑干内部的神经核团和纤维束,比较典型和重要的切面有(图 1-7):①中脑经过上丘的横切面;②中脑经过下丘的横切面;③脑桥经过三叉神经运动根的横切面;④脑桥经过面神经膝的横切面;⑤延髓经过橄榄体上部的横切面;⑥延髓经过橄榄体中部的横切面;⑦延髓经过丘系交叉的横切面;⑧延髓经过锥体交叉的横切面。



脑桥横切面(平面神经丘)



延髓横切面(平橄榄中部)



延髓横切面(平内侧丘系交叉)

图1-7 脑干不同水平切面示意图(二)