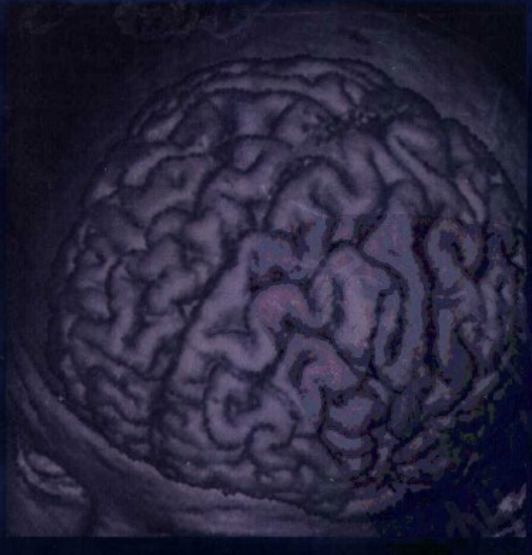
脑磁共振局部解剖与功能图谱

Atlas of Regional Anatomy of the Brain Using MRI

With Functional Correlations

作 者 J.C. Tamraz
Y.G. Comair
主 译 崔世民 张蕾莉 刘梅丽
审 校 只达石 廉宗澂



人民卫生出版社

责任编辑　樊京娜　　封面设计　王士忠

本书提供了独特的脑 MRI 扫描的基础局部解剖和脑高质量的解剖层面及与之相关的高清晰度 MRI 图像。出于对人脑的研究，本书包括对脑图像的历史性回顾和用于人脑检查的基本参考平面的分析。在之后的章节中有对人脑皮质脑沟和脑回的详尽介绍。通过高分辨率的脑 MRI 图像注释指导读者。以局部解剖形式探讨了脑结构与其功能之间的关系，并对基本成像方法和显示的解剖图像作了分析，对中央、外侧裂周围和颞叶内侧部及枕区予以特别关注，此外尚包括脑核心结构。本书以广泛的冠状面图像结束。这本书有助于神经科学家、神经放射科学家、神经学家、神经外科学家和人类学的学生们对脑功能定位的更好理解。

ISBN 7-117-04553-1
9 787117 045537 >
定　价：62.00 元

脑磁共振局部解剖与功能图谱

Atlas of Regional Anatomy of the Brain Using MRI

With Functional Correlations

作者　J.C. Tamraz　Y.G. Comair

主译　崔世民 张蕾莉 刘梅丽

审校　只达石 廉宗澂

译者　（按姓氏笔画为序）

王　怡　孔繁明　只达石
田　超　刘　力　刘　卉
刘梅丽　闫世鑫　张琳瑛
张蕾莉　李　涛　杨天昊
陈林根　陈俊华　秦进喜
高　满　崔世民　韩　彤
廉宗澂　雷　静　靳　松
戴伟英

人民卫生出版社

图书在版编目(CIP)数据

脑磁共振局部解剖与功能图谱 / 塔玛兹（J.C. Tamraz），克玛尔（Y.G.Comair)著；崔世民等主译.
北京：人民卫生出版社，2001.10
ISBN 7-117-04553-1

Ⅰ.脑… Ⅱ.①塔… ②克… ③崔… Ⅲ.脑－磁共振成像－人体解剖－图谱 Ⅳ.R323.1-64

中国版本图书馆 CIP 数据核字（2001）第 067424 号

脑磁共振局部解剖与功能图谱

经德国 Springer 出版公司正式授权，该书中文版版权归人民卫生出版社所有。违者必究。

该书任何语种的内容（包括全部和部分）未经版权所有者书面同意，不得以任何复印、转载、录制和摘抄等形式出版。

Atlas of Regional Anatomy of the Brain Using MRI by J.C.Tamraz and Y.G. Comair

© Springer-Verlag Berlin Heidelberg 2000

This work is subject to copyright. All rights are reserved, whether the whole or part of the material is concerned, specifically the rights of translation, reprinting, reuse of illustrations, recitations, broadcasting, reproduction on microfilm or in any other way, and storage in data banks. Duplication of this publication or parts there of is permitted only under the provisions of the German Copyright Law of September 9, 1965, in its current version, and permission for use must always be obtained from Springer-Verlag. Violations are liable for prosecution under the German Copyright Law.

The use of general descriptive names,trademarks,etc.in this publication does not imply,even in the absence of a specific statement,that such names are exempt from the relevant protective laws and regulations and therefore free for general use.

Product liability:The publishers cannot guarantee the accuracy of any information about dosage and application contained in this book.In every case the user must check such information by sonsulting the relevant literature.

脑磁共振局部解剖与功能图谱

作　　者：J.C. Tamraz 等
主　　译：崔世民 等
出版发行：人民卫生出版社（中继线 67616688）
地　　址：(100078) 北京市丰台区方庄芳群园 3 区 3 号楼
网　　址：http://www.pmph.com
E-mail：pmph@pmph.com
印　　刷：北京市安泰印刷厂
经　　销：新华书店
开　　本：787×1092　1/16　　印张：21.75
字　　数：509 千字
版　　次：2001 年 12 月第 1 版　2001 年 12 月第 1 版第 1 次印刷
标准书号：ISBN 7-117-04553-1/R·4554
定　　价：62.00 元

著作权所有，请勿擅自用本书制作各类出版物，违者必究
（凡属质量问题请与本社发行部联系退换）

前言

1316年，Mundini dei Luzzi的解剖断层标志着一个新时代的开始，在过去的5个多世纪里，对脑的研究几乎全部限制在源于对大体解剖标本的观察所做的描述。19世纪，由于新技术如组织学和电刺激的发展而得以首先进行皮质解剖和脑功能的相关研究。此后不久，随着记录诱发电位和自发脑波（EEG）技术的发展，进一步加深了我们对脑功能与解剖学关系的理解。这些研究的最大的限度是在当时除了直观之外，并无可以定义脑解剖的技术。换句话说，确切的解剖与功能的相关研究只能以动物实验的方式进行，还有少见的人体开颅和仔细的临床病理研究。这些最新的研究工作也为已有病变的结构的功能研究带来希望，于19世纪末20世纪初，临床神经科学家的研究重点集中在解剖－功能关联上，使脑解剖成了他们的支柱之一。然而，很快这些研究技术就步入了极限，研究逐渐集中到病因学、治疗学和临床诊断技术的发展上。临床医师很快意识到精确的脑解剖知识未必是重要的临床工具，而在神经学科的课程中脑解剖成了次要课。

但是，早在50年代初技术的发展最终导致了这一趋势的逆转。在这一发展过程中，法国学院的领导人Talairach和Bancaud扮演了开拓者的角色。Talairach利用新发展的影像学技术，实现了血管造影可以有效而“无创”地确定脑沟的解剖，从而导致了“Talairach图谱”的发展，直到今天，该图谱仍然适用。同样重要的是，Talairach和Bancaud合作所建立的Talairach解剖学研究与功能的相互关系。Talairach和Bancaud的先驱性研究对于我们理解人体解剖和其生理学的相互关系作出了重大贡献。不幸的是，此项研究对普通临床神经科学的影响有限，因其只适用于很少数病人。

最新的神经影像学的发展，尤其是高分辨率的MRI，为显示详细的脑解剖提供了必要的工具，并用于神经科学家做常规检查。这项现有设备和对人体解剖－神经生理相互关系的深入理解，导致临床神经生理学家对人脑大体解剖和与其功能的相互关系的研究再次发生兴趣。

Tamraz和Comair所著有关MRI人脑局部解剖一书肯定是受欢迎的，该书满足了我们对相关解剖学、功能和MRI书籍日益增长的需求。这两个事实使这本书特别吸引临床工作者。本书的两位作者都是繁忙的临床专家，他们把书中提供的信息应用于日常临床实践。这保

证了本书提供的全部信息直接与临床相关。另外，由于Tamraz和Comair两位教授分别把该书陈列于巴黎和蒙特利尔的学校，强调脑解剖和其与神经生理学的相互关系，而对本书影响很大。本书的直接临床实用性及其对相关解剖学和功能的强调，使其成为一本临床神经学领域中独一无二和有宝贵贡献的书籍。并将成为临床神经科学培训者的标准教科书。临床神经科学将因本书提供的实用大体神经解剖学、神经影像学和神经生理学而获益匪浅。

Hans O.Lüders
克利夫兰临床基地
神经科主席和教授

序

人类神经系统影像学特别引起了神经学、神经外科学和放射学领域内的临床专家的注意。然而，感兴趣的人很快扩展到神经生理学家、计算机工作者、生物物理学家和生物医学技术开发者。几个因素与这个现象有关。我们认为其中最重要的是MRI的发展。

血管造影和脑室造影能显示脑腔，CT能提供结构的单维图像。而MRI显示的结构图像栩栩如生。病人能在瞬息间带着他们自己如图谱般的脑图像离开机器。这种进步使人们对功能与形态学相互关系方面的兴趣得以复燃。

图像重建技术的发展促进了形态学研究。由于表面和体积成像技术能把脑从其覆盖结构中展示出来，使我们能够看到脑沟和脑回的详细解剖及它的个体变异。因此功能区可以很容易被受过训练的人所识别。主要的脑结构可被显示为灰质与白质之间高对比的图像。

脑激活研究传统上是用昂贵而费力的技术完成，但不能显示形态学上的细节。功能MRI可以用一种程序把形态学和功能联合起来，就像那些神经外科的先驱者们在手术室内为其确定的皮质区绘制图像一样。

在不到二十年的时间内脑科学有了显著的发展，并对诊断学、自然历史和疾病的治疗产生影响。MR是目前用于诊断和治疗的工具。

本书旨在通过制定一种功能定位形态学的分析方法来促进脑解剖的研究工作。因为人脑皮质研究在放射学或神经外科学图谱中没有受到足够的重视，所以我们将一大部分工作用于脑表面解剖的研究。在对脑回、脑沟的发育和组织形成的序论性章节之后，功能区将在4个章节中分别论述，每一章节都用于描述主要的皮质功能。对原发运动皮质、说话区、边缘系统和视觉系统分别作了讨论。除标准的横断方法外，还有依靠广泛应用的3D成像技术完成的功能区成像，及显示脑表面和脑内部结构的时间演变过程（temporalization process）的创新性的斜切面技术。后者在显示重要的皮质区如原发运动-感觉皮质、与说话相关的大脑外侧裂周边区和杏仁-海马记忆结构的少数图像上有其优势。

为了评价脑成像的时间演变过程，第1章回顾了脑结构的视觉描述，从初始的到横断面，最后到现时的图像的进展，回忆了神经成像

的发展过程。在序论性章节之后是有关具有参考性的主要脑结构的综述和要推荐的外侧裂平面，这是研究脑横断结构最逼真的方法。

最后一章包括三组新的MR图谱。第一组为冠状切面像，是将该切面与推荐的外侧裂定位线相垂直而获得。其后是两组斜切面像，它们是在切面与穹窿平面和脑室平面平行的情况下完成的。

脑解剖研究是在多种学科之间的联系因素，以致力于对脑功能的了解。我们希望本书对此项重要工作能作出贡献。

Jean C. Tamraz

Youssef G. Comair

致 谢

如果没有已经出版的资料和来自巴黎、蒙特利尔和克利夫兰高水平的专业化队伍、在既往20年间共同协作所获得的形态学、功能学和影像学资料，显然本书是不能完成的。

我深深地感谢我在巴黎的良师益友们所给予的宝贵教诲和鼓励。他们在我的神经解剖学和神经放射学的学术进程中赋予了深厚影响：André Delmas教授，d'Anatomie解剖学院主任；Emmanuel A. Cabanis教授，国家中央医院眼科神经放射学主任，在神经放射学方面指导了我；Roger Saban教授，国家历史自然博物馆名誉教授，介绍我进入比较解剖学和人类学领域。本书内的解剖学资料是过去在解剖研究所，在E. A. Cabanis教授的领导下从事的部分工作，而重要的脑和畸形学的标本是从巴黎比较解剖学博物馆实验室的历史性收集品中得来的。我还要对Alex Coblentz教授给予的支持和帮助表示衷心谢意。最后我十分感谢Trad医院的Claire Outin-Tamraz医师的协作，他提供的部分内容使本书得以完成。在最后的几年中我从神经科和影像科的同事们的探讨中获益匪浅。

对人脑形态学、功能学和结构组织学的重要贡献是来自连续几代的功能性神经外科医师的努力。我十分有幸在蒙特利尔神经学院受到培训，一些重要的进展就是在该院作出的。在一位神经外科大师和解剖学家André Olivier教授的指导下接受培训是十分愉快的。很早经MR使我们能在活体上看到脑沟、脑回解剖之前，Olivier教授在讲授立体的血管造影时，已能看到这些结构，从而使我们理解颅内各种组织的复杂的三维空间的解剖和接着就要在手术室处理的多种多样病变。蒙特利尔神经学院独特的周围环境和神经影像学与神经外科学之间的密切协作关系，都体现在本书之中。本书的内容旨在将脑解剖用于我们的临床实践。在克利夫兰基金会医院，我享有殊荣能与Hans Luders教授合作，我们多次的讨论和他在实用性电生理学和功能定位方面的渊博的学识鼓舞着我们领先开始了这项课题。最后，我要特别感谢在蒙特利尔和克利夫兰从事癫痫症和神经放射学研究的同事们，特别是Romeo Ethier、Denis Melanson和Paul Ruggieri教授。

作者谨向Springer-Verlag出版公司，尤其是Ute Heilmann医师和她的合作者，Wilma Mc Hugh夫人，Catherine Ovitt医师和Kurt Teichmann先生，对他们在准备和出版这本图谱中给予的帮助和极大的耐心表示诚挚的感谢。

目 录

第 1 章　脑横断面解剖的历史性回顾 …… 1

第 2 章　适合于神经影像检查的头部参考线 …… 11

I　头颅的参考线和平面 …… 11
A　历史背景与概观 …… 11
B　共识的需要 …… 12
C　头部参考平面的分类 …… 12
D　命名的选择 …… 13

II 脑水平参考线和参考平面 …… 13
A　双连合参考平面 …… 14
1　生物测量资料 …… 15
2　解剖与影像的相关性 …… 17
B　Delmas 和 Pertuiset 参考平面 …… 22
1　解剖与影像的相关性 …… 22
2　局部解剖测量结果 …… 22
C　神经－眼平面 …… 24
1　解剖与影像的相关性 …… 24
2　局部测量和生物测量的结果 …… 27
D　胼胝体平面 …… 28
E　交叉－连合平面 …… 29
1　生物测量结果 …… 29
2　解剖与影像的相关性 …… 31
F　解剖与生理参考平面 …… 35
1　“水平前庭平面” …… 35
2　“眶轴平面” …… 38

III 脑的垂直参考线和平面 …… 39
A　前连合－乳头体平面 …… 39
1　连合－乳头体参考线 …… 39
2　连合－乳头体平面 …… 40

B 连合－脑闩参考平面 …… 41
1 生物测量结果 …… 41
2 解剖与影像的相关性 …… 42

参考文献 …… 48

第3章 大脑皮质和白质核 …… 51

I 历史记录和里程碑 …… 51

II 细胞结构和脑定位图 …… 51
A 大体形态学和脑裂的形态 …… 56
1 大体形态学 …… 56
2 脑沟的形成与分类 …… 57
3 脑沟和脑回的解剖 …… 57
B 大脑半球的外侧面 …… 57
1 大脑外侧裂 …… 57
2 中央沟（Rolando 沟） …… 69
3 额下沟 …… 74
4 额上沟 …… 74
5 中央前沟 …… 74
6 顶内沟 …… 74
7 颞上沟 …… 74
8 额缘沟 …… 78
C 大脑半球外侧面的脑回 …… 78
1 额叶 …… 78
a 额下回 …… 78
b 额中回 …… 78
c 额上回 …… 78
d 中央前回 …… 78
2 顶叶 …… 80
a 中央后回 …… 80
b 顶下回 …… 80
c 顶上回 …… 80
3 颞叶 …… 80
a 颞上回 …… 81
b 颞中回 …… 81
c 颞下回 …… 81
4 枕叶 …… 81
5 脑岛 …… 81

D 大脑半球的内侧面 …… 83
1 扣带沟 …… 83
2 顶枕沟 …… 83
3 距状沟 …… 85
4 喙沟 …… 86
5 大脑半球内侧面的脑回 …… 86
a 直回 …… 86
b 扣带回 …… 86
c 额内侧回 …… 86
d 中央旁小叶 …… 86
e 楔前叶 …… 87
f 楔叶 …… 91
g 舌回 …… 91
E 大脑半球的基底面 …… 91
1 眶额叶 …… 91
a 嗅沟和直回 …… 91
b 眶或眶额沟和回 …… 91
2 颞叶基底面 …… 92
a 侧副沟和海马旁回 …… 93
b 颞枕沟和梭状回 …… 93
F 白质核和主要的联络束 …… 93

III 大脑的血供 …… 101
A 大脑的动脉血供 …… 101
1 颈内动脉 …… 101
a 眼动脉 …… 102
b 后交通动脉 …… 102
c 脉络膜前动脉 …… 103
d 大脑前动脉 …… 103
e 大脑中动脉 …… 103
2 Willis 动脉环 …… 105
B 后颅凹的血供 …… 105
1 小脑后下动脉 …… 110
2 小脑前下动脉 …… 110
3 小脑上动脉 …… 111
C 大脑静脉系统 …… 111

参考文献 …… 113

第 4 章 中央区和运动皮质 …… 117

I 序言 …… 117

II 运动感觉皮质的胚胎学 …… 117

III 形态学和影像学 …… 117
A 中央沟 …… 117
B 中央前沟 …… 120
C 中央后沟 …… 121
D 局部解剖与功能解剖及影像 …… 121
1 第一运动感觉皮质或中央皮质 …… 121
a 第一运动皮质或中央前回 …… 122
b 中央后回 …… 125
c 第一运动感觉皮质中的运动和感觉代表区 …… 125
2 运动前皮质 …… 126
3 补充运动区 …… 128

IV 锥体束 …… 129

V 运动感觉皮质的血液供应 …… 133
A 运动感觉皮质的动脉血供 …… 133
1 大脑半球外侧面的动脉血供 …… 133
2 大脑半球内侧面的动脉血供 …… 133
B 运动感觉皮质的静脉引流 …… 134
1 外侧静脉引流系统 …… 134
2 内侧静脉引流系统 …… 135

VI 中央沟的影像学定位方法 …… 135

参考文献 …… 136

第 5 章 外侧裂周围识别区 …… 139

I 外侧裂与外侧裂周围岛盖 …… 139

II Reil 脑岛 …… 139
A 岛前区 …… 139
B 脑岛 …… 139
C 脑岛的解剖关系 …… 142
D 脑岛的血管关系 …… 143
E 脑岛的功能 …… 145

III 前说话区 …… 145

A 前说话区脑沟的解剖 …… 145
1 水平支 …… 145
2 垂直支 …… 146
3 中央前下沟 …… 146
B 前说话区脑回的解剖 …… 149
1 三角区 …… 149
2 盖部 …… 149

IV 后说话区 …… 149
A 后说话区的脑沟解剖 …… 150
1 外侧裂的第三段 …… 150
2 顶下沟 …… 152
3 平行沟后界 …… 152
B 后说话区的脑回解剖 …… 153
1 Heschl 回的解剖 …… 153
2 颞平面的解剖 …… 156
3 后说话区的影像表现 …… 156

V 脑的不对称性 …… 156

参考文献 …… 157

第 6 章 边缘叶和颞叶正中区 …… 161

I 边缘叶或“边缘大叶” …… 161
A 形态学与局部解剖学 …… 161
B 边缘叶的成像 …… 161
1 “穹窿平面” …… 163

II 颞叶内侧部的解剖 …… 163
A 颞极皮质 …… 163
B 鼻内区 …… 166
C 鼻周区 …… 167
D 杏仁体 …… 168
1 杏仁核的形态学、局部解剖学及影像学 …… 168
a 外侧基底核群 …… 168
b 内侧皮质核群 …… 169
c 中央核群 …… 169
d 杏仁核的边界 …… 170

2 功能及临床方面的考虑 …… 170
3 临床考虑与目标 …… 171
E 海马结构 …… 172
1 胚胎学 …… 172
a 脉络丛、脉络组织、脉络带和附着板 …… 172
2 形态学与影像学 …… 172
3 海马结构的解剖 …… 174
a 海马本部 …… 174
b 海马头 …… 174
c 海马体 …… 174
d 海马尾 …… 174
4 细胞结构学与内在环路 …… 174
5 颞叶内侧(或中间)的血液供应 …… 178
6 功能和临床方面的考虑 …… 179
7 临床方面的考虑 …… 180
F 海马回钩 …… 180

参考文献 …… 181

第7章 前脑基底、间脑和基底神经节 …… 185

I 间脑的局部解剖与影像 …… 185

II 前脑基底及相关结构 …… 186
A 隔区 …… 187
1 形态学、局部解剖学及影像学 …… 187
2 功能和临床方面的考虑 …… 188
B 无名质 …… 190
1 形态学、局部解剖学及影像学 …… 190
2 功能和临床方面的考虑 …… 191

III 丘脑 …… 191
A 局部解剖学与核团构成 …… 191
B 功能和临床方面的考虑 …… 199
1 丘脑辐射 …… 199
C 丘脑的血供 …… 199

IV 上丘脑 …… 200
A 松果体 …… 200
B 缰 …… 200
C 后连合 …… 200

V 下丘脑 …… 200
A 下丘脑的细胞结构 …… 203
1 下丘脑内侧区 …… 203
2 下丘脑外侧区 …… 203
B 下丘脑的联系 …… 203
C 功能和临床方面的考虑 …… 204
D 下丘脑的血供 …… 205

VI 底丘脑区、丘脑底部或腹侧丘脑 …… 205
A 底丘脑核（Luysi体） …… 205
1 形态学和局部解剖学 …… 205
2 功能和临床方面的考虑 …… 206
B 无名区 …… 206
C 红核前区 …… 206
D 底丘脑区的血供 …… 206

VII 基底神经节 …… 206
A 形态学与影像学 …… 206
B 豆状核的局部解剖 …… 207
C 尾状核的局部解剖 …… 207
D 功能和临床方面的考虑 …… 209
E 功能性神经外科学 …… 212
F 基底神经节的动脉血供 …… 213

VIII 内囊和辐射冠 …… 213
A 大体形态学与影像学 …… 213
B 局部解剖与功能解剖 …… 214
C 内囊的动脉血供 …… 216

参考文献 …… 216

按后连合－门（PC-OB）参考平面获得的
间脑断层解剖概要图谱 …… 219
从胼胝体膝部至前连合 …… 219
从前连合到后连合－门的参考平面 …… 221
从后连合－门平面至胼胝体压部 …… 222
缩写 …… 224

第8章 脑干和小脑 …… 225

I 序言 …… 225

II 脑干 …… 225
A 中脑 …… 226
1 中脑的嘴侧部：上丘水平 …… 227
2 中脑尾侧：下丘水平 …… 228
3 中脑－间脑连接部 …… 228
4 红核和黑质 …… 229
a 红核：形态学及功能解剖学 …… 229
b 功能和临床方面的考虑 …… 229
c 黑质：形态学及功能解剖学 …… 229
d 功能和临床方面的考虑 …… 229
5 大脑脚 …… 233
B 脑桥 …… 233
1 菱脑峡部：脑桥上部水平 …… 233
2 三叉神经根水平的脑桥 …… 234
3 在小脑展现部的脑桥水平 …… 234
C 延髓 …… 235
D 脑干的网状结构 …… 235
1 形态学及局部解剖学 …… 236
2 功能和临床方面的考虑 …… 236
a 中缝核或正中区 …… 236
b 内侧网状区 …… 236
c 外侧网状区 …… 237
E 脑干的血供 …… 237
1 中脑水平 …… 237
2 脑桥水平 …… 238
3 延髓水平 …… 238

II 小脑 …… 238
A 发育解剖学及种系发生 …… 238
1 形态学及局部解剖学 …… 239
a 结构的组成 …… 239
b 深层小脑核 …… 241
2 功能和临床方面的考虑 …… 241
3 小脑血供 …… 248

参考文献 …… 249

第9章 视觉通路和纹状皮质 …… 253

I 序言 …… 253

II 视觉通路的解剖简史 …… 253

III 个体发生、种系发生及畸胎学基础 …… 256
A 视觉系统的个体发生 …… 256
B 前视觉通路的种系发生 …… 257
1 眼 …… 257
2 视神经 …… 258
3 视交叉 …… 258
4 外侧膝状体 …… 258
5 视皮质 …… 258
6 磁共振成像对脑进化的探讨 …… 259
C 畸胎学基础：独眼畸形的病谱 …… 260

IV 视觉系统的形态学、功能解剖学及磁共振成像 …… 264
A 头部定向及视觉通路 …… 264
1 神经－眼平面 …… 264
a 解剖成像的相关性 …… 264
b 眼－眼局部测量 …… 264
2 交叉－连合平面 …… 267
a 解剖关系 …… 267
B 眼 …… 269
C 视神经 …… 269
1 眼内视神经 …… 269
2 眶内视神经 …… 269
3 管内视神经 …… 270
4 颅内视神经 …… 276
D 视交叉 …… 276
E 视束和外侧膝状体 …… 278
F 膝距束或视辐射 …… 281
G 视纹皮质（17 区） …… 284
H 纹旁（18 区）和纹周（19 区）皮质 …… 285
I 与视觉系统相关的上丘 …… 285
J 视觉通路的血供 …… 285

V 神经－眼科疾病的磁共振方法 …… 289
A 眶区 …… 289
B 交叉区 …… 289
C 纹状皮质 …… 290

参考文献 …… 290

第 10 章 脑断面解剖图谱 …… 295

I 用连合－闩参考平面定位的断面解剖图谱
(图 10.1、10.2) …… 295
A 从额极至胼胝体膝部 (图 10.3 ~ 10.10) …… 295
B 从胼胝体膝部至前连合 (图 10.11 ~ 10.16) …… 298
C 从前连合至连合－闩参考平面
(图 10.17 ~ 10.24) …… 299
D 从连合－闩平面至胼胝体压部
(图 10.25 ~ 10.32) …… 302
E 从压部之后至枕极 (图 10.33 ~ 10.45) …… 305
缩写 …… 306

II 按脑室参考平面定位的 MR 断面解剖图谱
(图 10.46 ~ 10.59) …… 309

III 用穹窿参考平面定位的断层解剖图谱
(图 10.60 ~ 10.89) …… 312

索引 …… 321

第1章　脑横断面解剖的历史性回顾

用了近4个世纪才得到了脑解剖的正确图像。放射影像学的发展也经历了类似缓慢但确是进展的精炼过程。

中世纪对科学的限制与使文艺复兴具有其特征性的科学爆炸形成了鲜明的对比。解剖断层受到宗教和政治权威的压抑，他们阻挠医学发展。最早知道的解剖断层是在1316年由Mundino dei Luzzi完成的，并在1363年由他的学生Gui de Chauliac在“解剖学”一书中报道，那是一本最早的解剖学手册。

公元1000年Avicenna首次对脑作了陈述而获得赞扬。据描述脑由三个间隔或脑室组成：一般感觉区、判断区和记忆区。这是由Magnus Hundt（1501）在一本选集中叙述的。

几乎早在10年前，Leonardo da Vinci就完成了许多脑断层解剖。他最先从矢状层面上显示了侧脑室和视交叉而获得信誉（图1.1）。不幸的是，直到14世纪末这些被隐藏起来的画图才被发现。Da Vinci对三个大脑间隔的观点持怀疑态度。

1523年，波洛尼亚的外科学教授Giacomo Berengario di Carpi在Bologna出版了第一本解剖学教科书“Isagoge Breves”。脑在发育之初与肠袢相似。但是侧脑室和脉络丛却清楚可见（图1.2）。

1536年，最早的脑轴面的画图由德国解剖学家Johannes Eichmann（Dryander）完成。但是他的画图缺乏透视图的效果，就像从切面上显示的那样，还包括头的左侧面像。脑室显示得很好，而脑回还是像肠袢那样（图1.3，1.4）。解剖断层的重要任务通过对脑的覆盖结构与深



图1.1　脑室

部结构的辨别的实践得到证实，它表现为解剖层面。书中并有颅骨的详细图像（图1.5）。

7年之后，Padua大学解剖学和外科学教授Andre Vesalius在他的著作“De Humani Corporis Fabrica”中第一次（1543）描述了



图 1.2　大脑腹侧

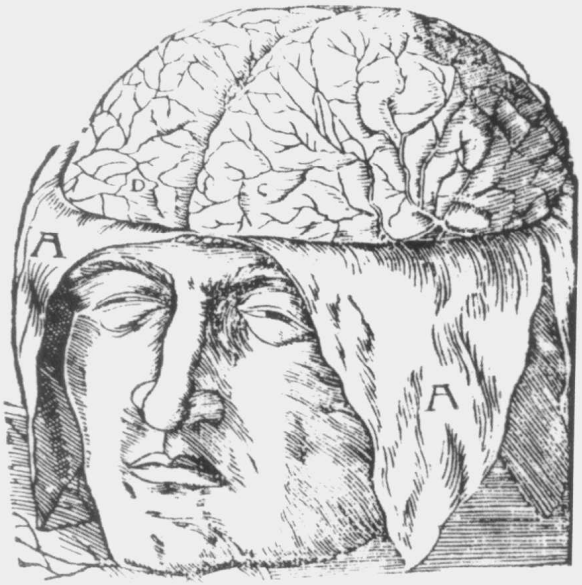


图 1.4　脑回图像



图 1.3　经过侧脑室头和脑水平切面的透视图



图 1.5　“头解剖”中的头颅图像

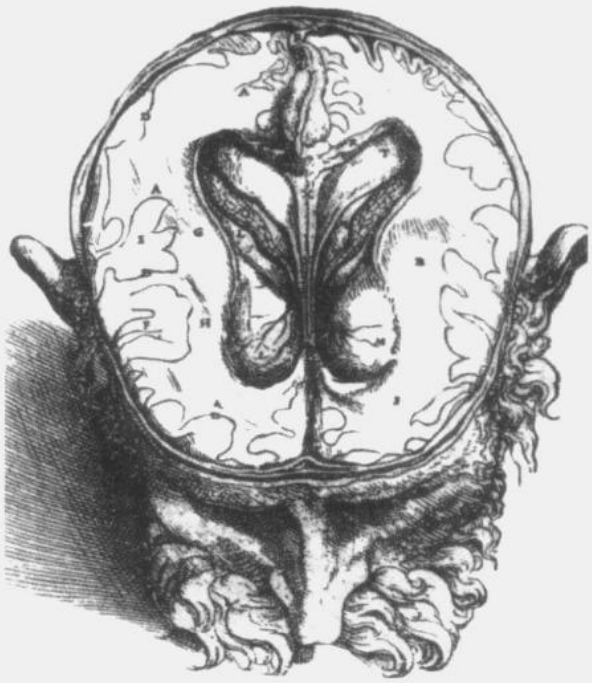


图1.6 第一幅精确的脑和脑室水平面图像"人体结构"

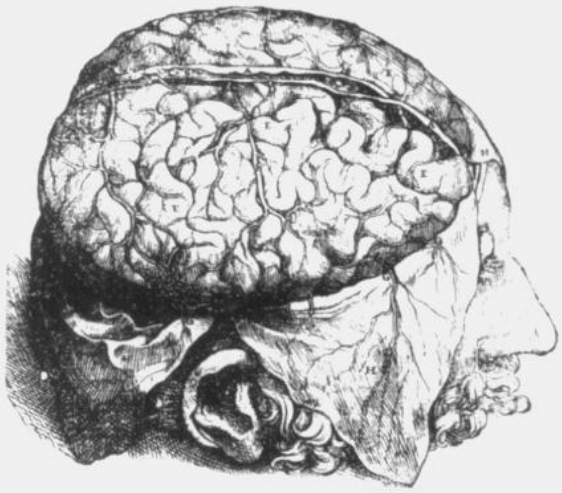


图 1.7 脑回在"人体结构"中

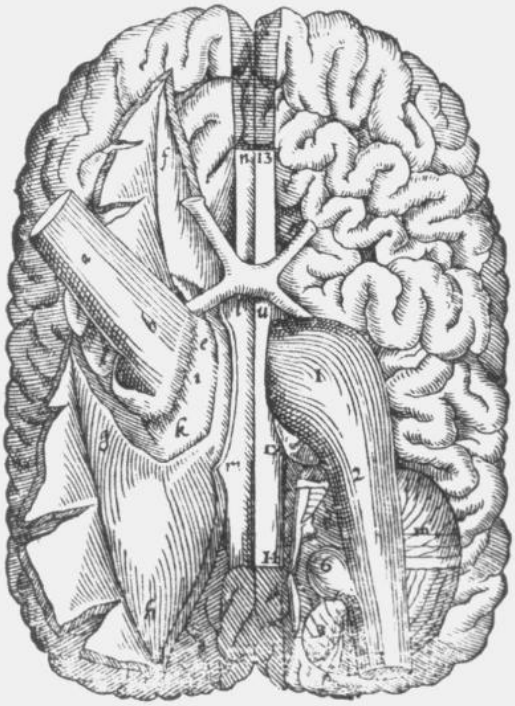


图 1.8 脑和视径路的下面观

真实的水平位的脑断层解剖，那是一本将文字和323幅插图合二为一的第一本解剖学教科书。这些水平位的断层解剖是在Vesalius的指导下由Jean St é phane Caill é 完成，相当大地提高了该书的吸引力。它确实是第一本画像和文字相结合的书。Vesalius区别了灰质和白质。他的水平断层解剖间断地被广泛采用了两个多世纪（图1.6）。Vesalius指出了Galen反复发生的错误，并强调局部解剖材料的重要性（图1.7），反驳了Galen理论中的一个重要概念，二级网的存在。

同一时期，Sylvius Jacques Dubois（1478–1555），Vesalius的对手，是一位在解剖学上作出贡献的人，表现在以他的名字命名的脑结构：如Sylvius裂(外侧裂)，Sylvius动脉(侧裂动脉)和Sylvius导水管(中脑导水管)。

脑断层解剖的现代方法是由波洛尼亚Varole于1572年在Padua出版的一本有关视神经的创新著作中提到的。其方法是将脑从颅骨上移开，并使之上下倒转，以强调其腹侧部分。尽管如此，在Varole的著作中脑回的描述仍然很少（图1.8），就像Jules Casserius（1627）的著作一样（图1.9）。



图 1.9 “肠”型脑回图像

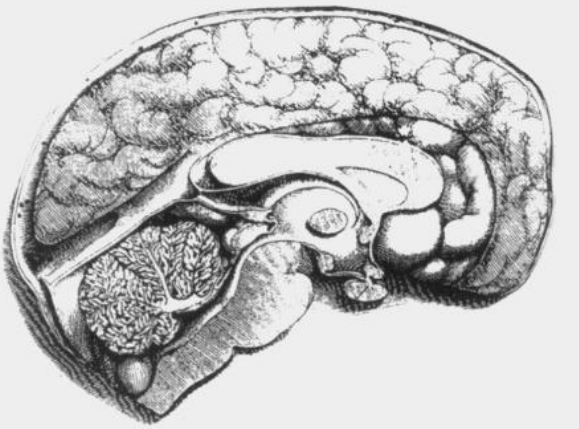


图 1.11 第一张真实的离体脑的矢状切面

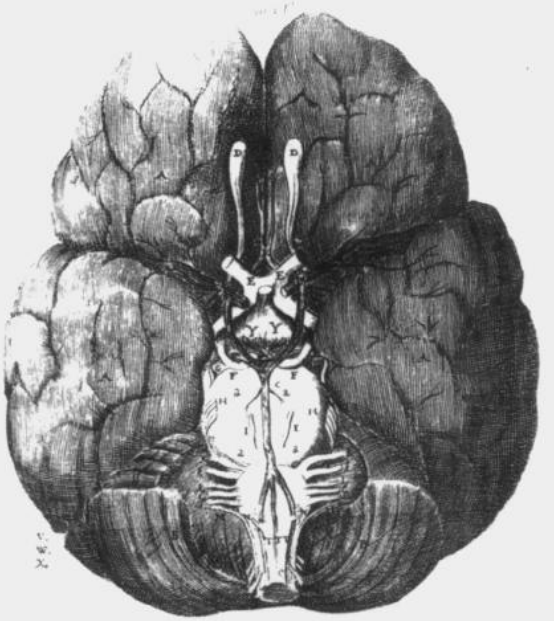


图 1.10 脑下面观的 Willis 动脉环的图像

基于以往的工作，Vesling 在 1647 年出版的一本广为流传的解剖学教科书里，证实了脑室周围的结构包括脉络丛,胼胝体和海马。

1664 年 Thomas Willis 出版第一本专门的脑解剖教科书时，神经解剖学发生了一个巨大的飞跃。他有效地应用比较解剖学证实了羊与

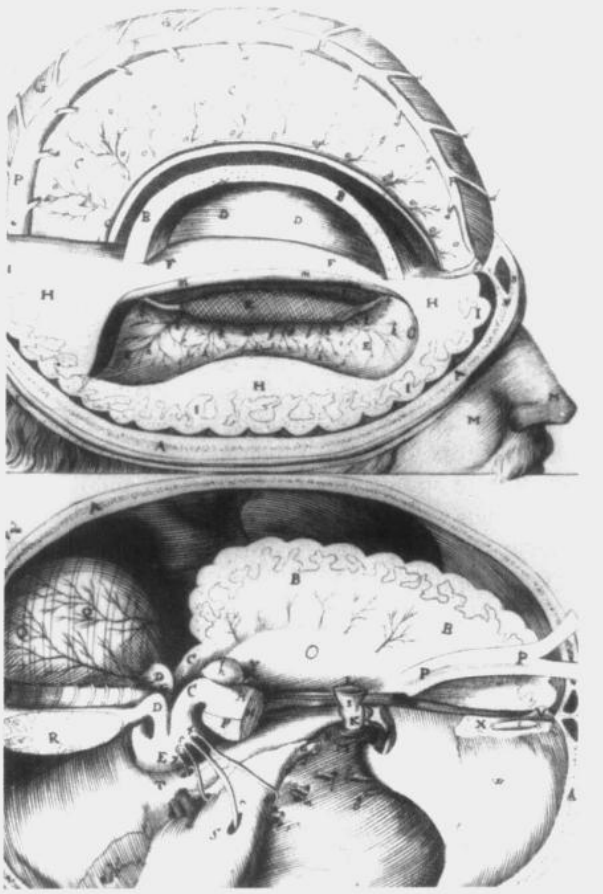


图 1.12 第一张头和脑的侧面图像

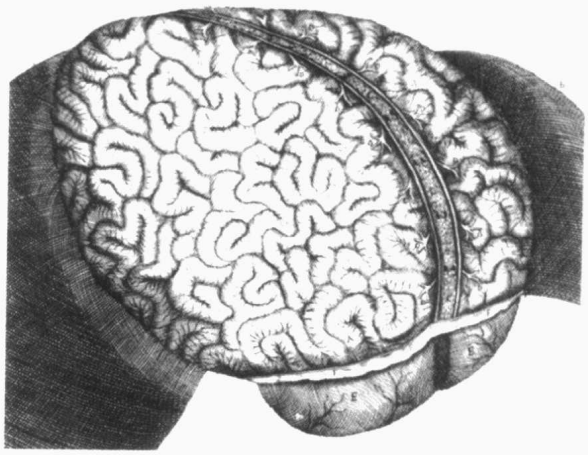


图 1.13 “肠”型脑回图像



图 1.14 脑膜和大脑半球显示极佳的脑回图像

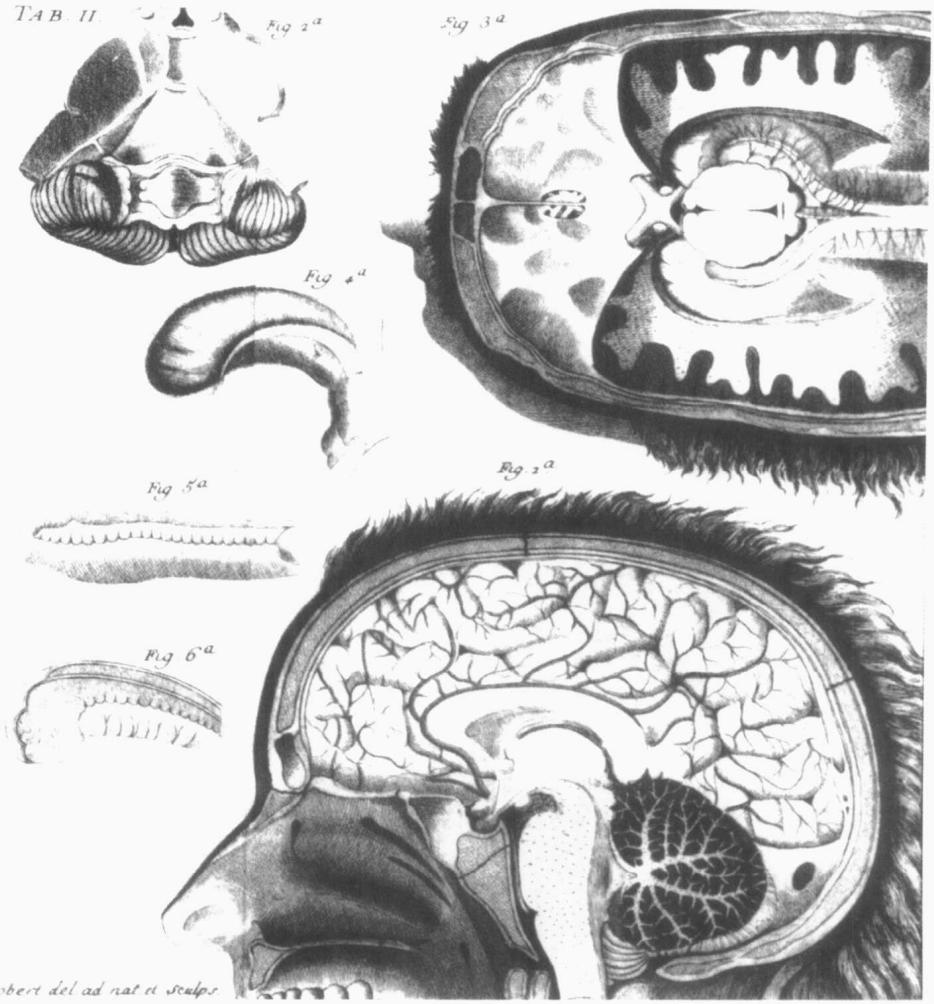


图1.15 第一张头和脑三种平面的图像，展示了正中矢状面和水平断面。显示海马和齿状回

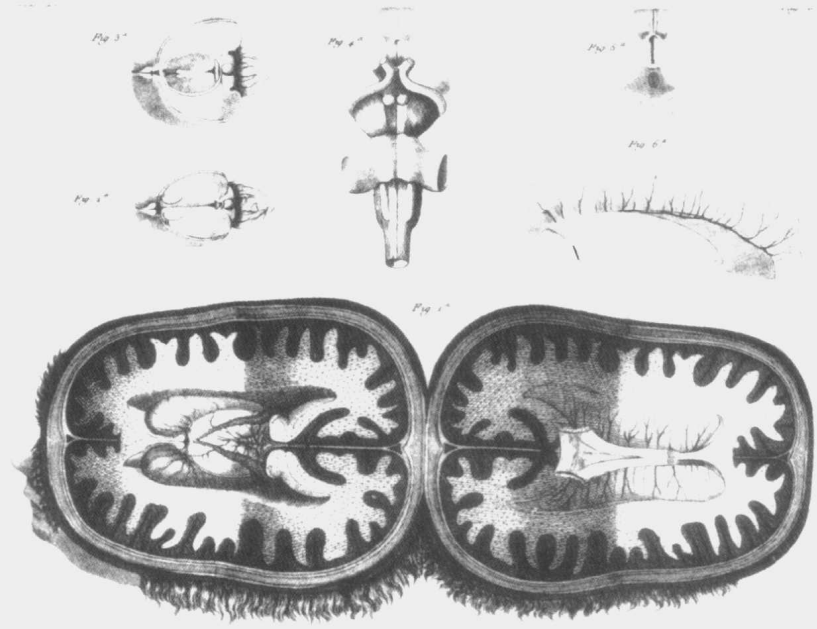


图1.16 经过脑室水平的水平断面

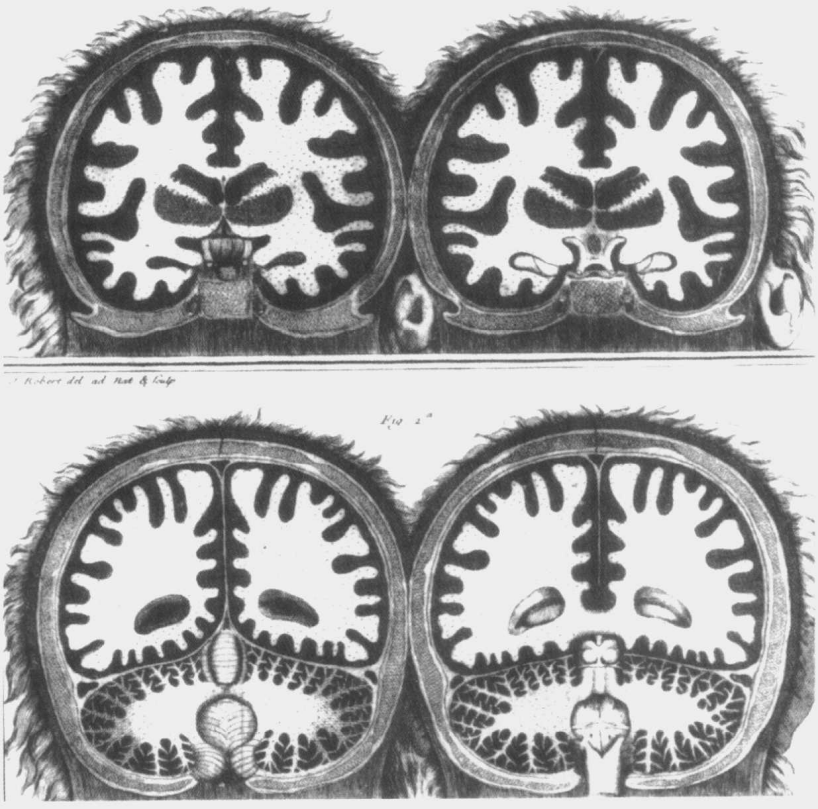


图1.17 经过基底神经节和小脑的脑冠状切面

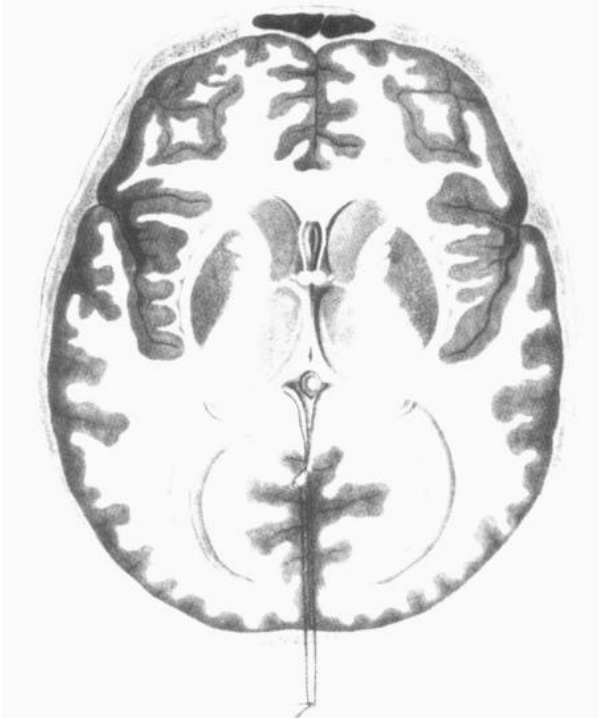


图 1.18 经过基底神经节和内囊的脑水平切面



图 1.19 经过基底神经节和脑干的脑冠状切面

人脑解剖的不同。但他的主要贡献是由 Edmund King 协助完成的对于脑血液供应的细致描述(图1.10)。他也令人信服地论证了脑的运动中心。

Stenon(1669)对脑的静脉系统作了描述，他使用脑的矢状面断层论证了该系统的重要性(图1.11)。Highmorous 在他的“Corporis Humani Disquisitio Anatomica”(1651)中使用“侧剖面”显示了上矢状窦(图1.12)。

Montpellier 的 Raymond Vieussens (1644-1716)在“通用神经图谱”中的脑回研究章节中描述了半卵圆中心(图1.13)。

几乎近于真实的脑回的图像(图1.14)是由 Godefroid Bidloo (1685)提出的。他在包含了500多张插图的教科书里，清楚地显示出位于额叶和顶叶之间的中央沟。后者在150年之后以 Rolando 命名。

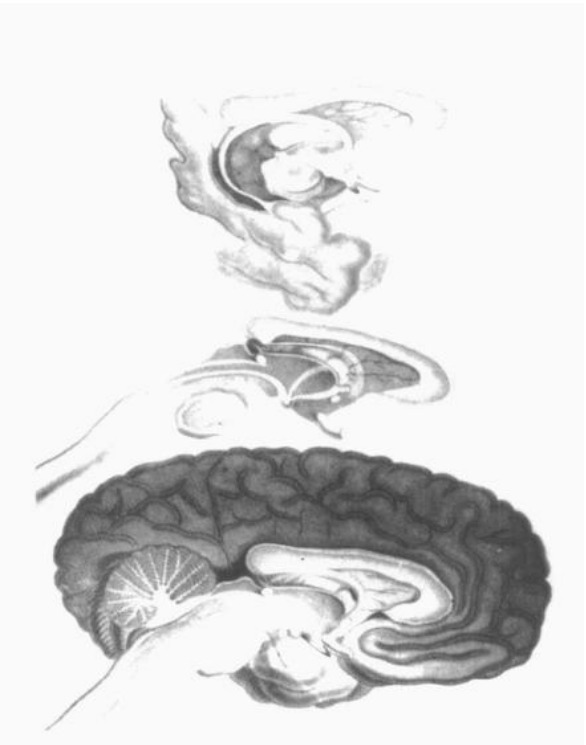


图 1.20 脑的矢状面观及钩回和穹窿的描绘



图 1.21　脑回图像和在小叶命名之前首次尝试提供的命名法

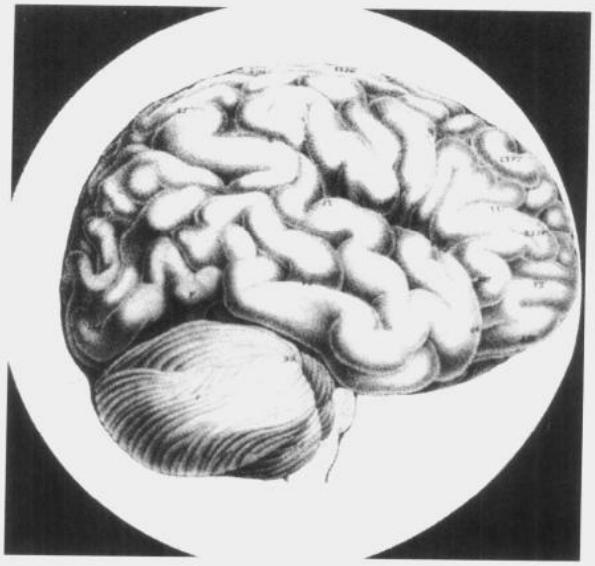


图 1.22　清晰的脑解剖图像并首次尝试将神经精神功能归因于脑和颅骨区

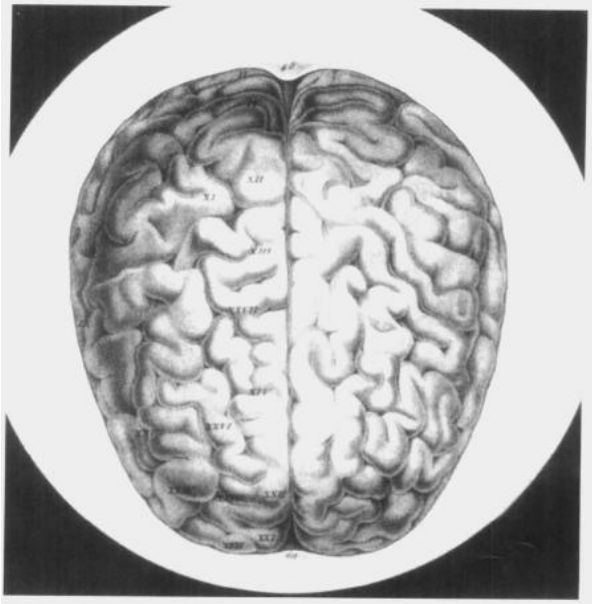


图 1.23　首次尝试根据颅相学的脑功能区定位

在一本书名为“解剖记录”的50页的出版物中，Pierre Tarin于1750年首次展示了一些三个方位的脑断面：矢状面（图1.15），水平面（图1.16）和冠状面（图1.17）。经过侧脑室的断层显示了海马、脉络丛、视束和胼胝体。

临近18世纪末，因描述“乳头视丘”束而闻名的Felix Vicq d'Azyr （1748–1794）在1786年发表的一篇有关解剖和生理学的论文中，很好地显示了不同断面上的脑解剖切面（图1.18、1.19、1.20）。他的著作标志着对脑回解剖的最早贡献，文中描述了中央前回和中央后回，提出了术语“钩回”一词（图1.20、1.21）。

在1809年，Johann Christian Reil（1759–1813）全面地描述了早在1641年Bartholin所提出的脑岛。在1810年至1820年间，Francois-Joseph Gall 出版了一套5卷有关脑的解剖学和生理学的书：《颅骨穹窿的普通和特殊的神经系统解剖学和生理学》，书中对形态学做了详细的描述（图1.22、1.23）。然而，对解剖与精神功能相互关系的认识有失武断，它标志着颅相学的开始。虽然缺乏科学基础，这个理论在欧洲和美国仍被认可了50多年。

随着19世纪平版印刷术的发明，Jean Marc Bourgery，一位拿破仑军队的外科医师，出版

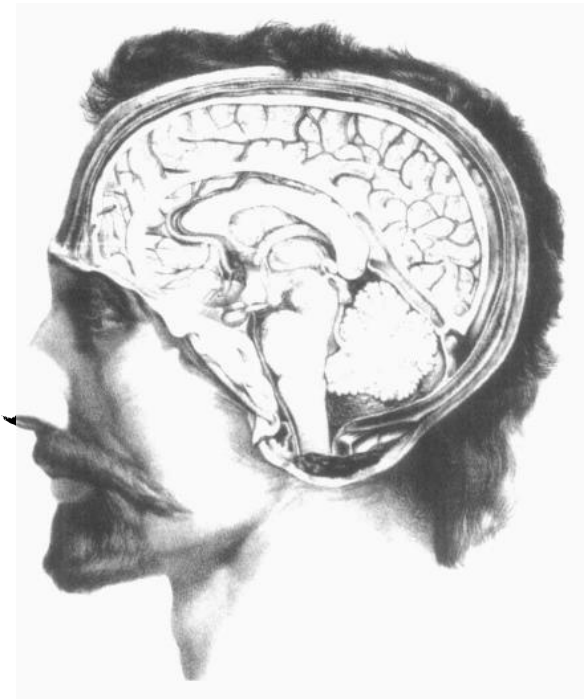


图 1.24　头和脑的矢状切面

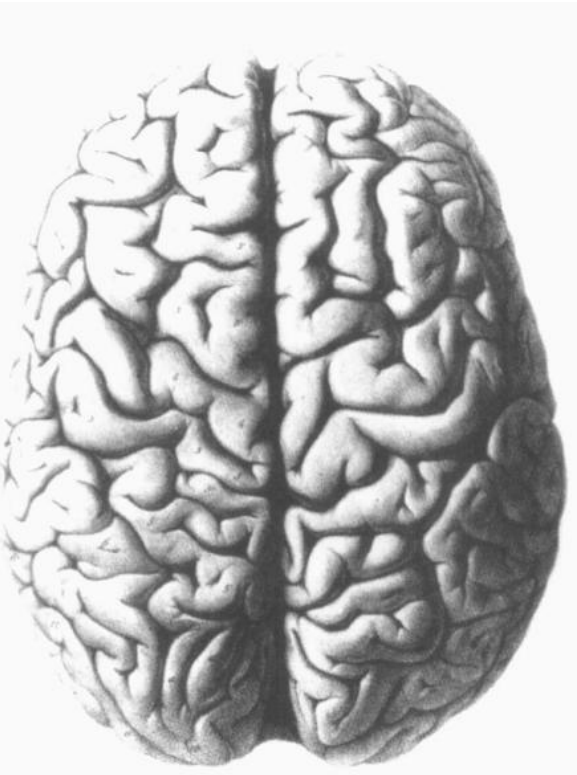


图 1.25　离体脑的上面观照片



图 1.26　首次尝试对脑叶和脑裂分类

了一本 14 卷的论著。书中包括彩色插图，被认为是那个时期最全面的解剖著作之一(图1.24)。

第一幅人脑标本的相片是由 Jena 的 Emile Huschke（1797–1858）（图 1.25）完成的。相片很快取代了绘制的图谱。

同年（1854），Louis Pierre Gratiolet，法国最著名的解剖学家之一，定义了脑叶和脑裂(图1.26)。他设计的这一命名一直延用到今天。他基于各自的种系发生的表现，辨认出第一和第二脑回。他的兴趣集中在灵长类动物的脑上，并推行比较解剖学研究。他所收集的大量的离体的脑标本仍保存在巴黎的法国国家自然历史博物馆内。

在这个领域内其他著名的工作者包括爱丁堡的 William Turner（1832–1916），他重新定义了脑的界限和脑裂，确定了 Rolando 裂是额叶的后界；还有弗赖堡的 Alexander Ecker，他在1869年详细描述了脑沟和脑回。这个贡献直到今天仍有价值。

参考文献

Berengario di Carpi G (1523) Isagoge breves per lucidae anatomiam humani corporis. Mectoris Bibliopolam, Bolognae

Dagoty JG (1775) Exposition anatomique des organes des sens jointe à la névrologie entière du corps humain et conjectures sur l'électricité animale et le siège de l'âme. Demonville, Paris

Dryander J (1536) Anatomia capitis humani in Marpurgensis academia superiori anno pullice. Egenolphi, Marpurg

Ecker A (1869) Die hirnwindun gen des menschen, 2nd edn (1883). Vieweg, Braunschweig, p 56

Gratiolet LP (1854) Mémoire sur les plis cérébraux de l'homme et des primates. Bertrand, Paris

Hundt M (1501) Antropologium de hominis dignitate natura et proprietatibus. De elementis partibus corporis humani. Baccalorium Wolfgangi, Lipsae

Vesalius A (1543) De humanis corporis fabrica. Bernardi, Venetiis

Vicq d'Azyr F (1813) Traité de l'anatomie du cerveau, tome I et planches tome II, nouvelle édition. Duprat-Duverger, Paris

第2章　适合于神经影像检查的头部参考线

为了获得适宜的影像和临床相关资料，无论是用形态测定法还是局部解剖法来分析大脑结构，都需要仔细选择可靠的解剖界标。因此，精确的大脑结构局部解剖分析应该用明确的头部参考线来完成。这些参考线以最为有效的相应解剖部位的接合处为界标。为获得多种形式成像效果，无论何时，只要可能，对皮肤与头颅的人类学特征进行相关研究是必要的。

MRI之所以能从任何方向来显示各种组织，是因为它具有多层面扫描和计算机处理能力，从而能够以最适当的方位，垂直或平行于被检查解剖结构的长轴进行直接扫描，来评估特定的解剖结构。

在本章中，首先回顾了头颅的各种参考线，其后，是在解剖影像检查中广泛应用的解剖学和生理学的头部定位。

特别关注的是新的Sylvius脑解剖法，它的基础是最近的个体发育、种系发育及解剖数据，这些数据是通过使用以两个特定参考线为基础的参考系统而取得的，其中一条参考线即视交叉后连合线（CH-PC线），该线与Sylvius裂（即外侧裂）平行，划定交叉－乳头体后连合平面；另一条是后连合－脑门线（PC-OB线），该线垂直于脑门，与脑干的垂直长轴相一致。

这些互相垂直的参考平面，适用于多种形式成像，可以应用于常规的高重复性的大脑成像，界定这些参考线的解剖界标能易于在正中矢状面的MR像上看到，见于所有脊椎动物中。从解剖观点上看，无论在个体发育还是种系发育上，这些位于中脑－间脑连结处的中线结构的精确性都无须论证，对角变化的连续观察的统计学分析显示，无论是在活体还是尸体上，这些脑部的定位都是有效的：(1)CH-PC线和双连合线（AC-PC）之间的角度关系称连合角（CH-PC-AC）为24°±2.3；(2)CH-PC线和PC-OB脑干垂直轴与后连合到脑门连线的交点，即CH-PC-OB躯干角，为93°±3.4°。

值得注意的是双连合线，它非常接近在传统放射学中应用的眶耳线或眦耳线，具有很高的效能，并由于它在神经外科立体定向中的确认及其在神经放射上的评估，尽管有很大的偏差，但仍继续用于脑成像领域。人们对脑中心区进行研究时，它的用处是十分显著的。最近由Oliver等和Lehman等报告胼胝体参考平面确实可作为常规应用，也与上述结果相同。

I　头颅的参考线和平面

A　历史背景与概观

当前已被定义和报道的，以头颅和人类学界标为基础的头颅参考线有80多条，这些参考系统主要是由解剖学家和人类学家在18世纪末提出的。

在比较颅骨学领域中，颅骨的水平面的探讨是由Daubenton、Cuvier和后来的Lucae等许多人一起完成的。Daubenton在1764年与法国科学院的通信中叙述了将枕大孔平面作为一个与枕大孔后缘至颅骨髁状突之间的中部相切的水平面的重要性。他指出，这个平面的方位

在人与动物之间有所不同，在人类它通过眼眶的下部，他认为在直立位时，这个平面是水平的并且垂直于人体和颈部的垂直轴。但猴子却与人不同，在猴子中这个平面通过下颌骨的下面，在更低种动物如狗，此参考线甚至更斜向下方。Daubenton确信其水平度与位于颅底中心部的枕大孔的方向和位置密切相关。他在颅骨学与解剖学上的贡献明显不同于前人，后者在解剖界标的选择中有失精确。

上述尝试于其后的几十年中被用于研究人种形态差异的工作中，这些研究在18世纪末得到广泛进展，Camper、Blumenbach、Doornik等很多人的重要贡献是最好的代表。1791年Camper定义了一个有意义的头颅定向平面，即自鼻棘连接两侧外耳道的下方。早在约20年前，在阿姆斯特丹绘画艺术学院，他提出了许多线和角用于显示面部的差异。Cuvier对Camper的水平平面做了少许修改，用于他的比较解剖学研究。同时，Blumenbach定义了水平仰卧位时头颅的上面观的垂直标志。

头颅参考系统在19世纪随Scotsman Combe在爱丁堡定义的颅相学的头颅测量法的进展而有了重大的进一步发展。Combe根据他对脑各部比例的研究，提出了额顶线，后来他的美国学生Morton对此线做了定义，即从额骨到顶骨的骨化中心的连线。

B 共识的需要

使现有的几条参考线，得到共识显然是必需的。德国Göttingen会议之后，德国人类学家们采纳了Von Baer提出的相当于颧弓上缘的参考线，并把它命名为Göttingen水平线。这条线在一定程度上修正了Lucae定义的通过颧弓轴的水平线。

与此同时，法国Broca在其一本关于头部自然体位的诸多重要著作中，将其发现的相当于牙槽髁平面的水平面定义为参考平面，该平面通过两个枕髁下面并连接牙槽脊的中部。Broca认为此平面是头颅的水平面，并加以辩护。Hamy提出了另一个平面，即眉间－人字缝平面，它大致平行于后者。从1862－1877年，Broca将其与许多其他平面，如咀嚼平面，眉间－枕骨、鼻根－颅后点和鼻根－枕外隆突进行比较评估，指出这些平面与牙槽－髁平面相比的差异性，并认为牙槽髁平面是颅骨的参考基线，或视水平平面并称视平面，之后又称的“双眶”平面（图2.1）。100年后，此平面在CT检查中称为神经－眼平面。

根据Topinard的报告，英国人类学家们接受Broca的视平面作为参考平面，而德国人仍然保留Merckel“眼眶－外耳道”平面，也被Ihering称之为“耳廓－眶下”平面，经Virchow和Hoelder修改成“耳廓上－眼眶下”平面。后者在慕尼黑会议上被保留下来，而在法兰克福称为“眶下－外耳道”平面，即广为人知的Frankfurt-Virchow平面，当时被大多数人类学家普遍接受。

C 头部参考平面的分类

已有许多头颅和头的参考平面和参考线的报告，基于解剖、种系发育和人类学的观点其重要性有所不同，Saban在将这一领域内的现



图2.1 Broca“双眶”平面

有资料汇编成典的尝试中，提出基于解剖基础上的参考线与平面的分类方法。他做了详尽的文献回顾并将其中的颅内参考平面分类如下：基于外部界标的颅面平面，包括上水平平面（表 2.1），下水平面（表 2.2），颅底平面（表 2.3）和垂直平面（表 2.4）；另一类是以颅腔内界标为基础的颅面平面（表 2.5）。

这些平面中有些颇令人关注，因为他们既被广泛用于放射学也被用于人类学领域，这包括 Frankfurt-Virchow 平面，鼻根－颅后点、鼻根－颅底点等。Olivier 指出，鉴于对颅面平面的比较研究，鼻根－颅后点和 Frankfurt-Virchow 平面是颇为恒定的。其他参考平面可能的准确性已在区域解剖和影像学检查中被重新发现和评估。

D 命名的选择

随着越来越复杂的放射学程序的进展与多样化，形成一种统一与实用的头部定位方法是必要的。希望达成普遍共识的需求是明显的。1961 年在米兰召开的世界神经病学联合会（World Federation of Neurology）学术会上，就是针对计划和命名的问题，命名委员会保留两条具有放射学重要性的所谓水平基线的基本参考线：（1）人类学基线，（2）眼眶外耳道（或眼角外耳道）基线（WFN），这两条线成 10° 角（图 2.2）。

II 脑水平参考线和参考平面

目前，在神经影像学领域中共有六种头的参考线和平面，适用于诊断、功能或介入性目的（图 2.3，表 2.6），它们是双连合平面、连合间平面、Delmas 和 Pertuiset 的头参考平面、神经－眼平面、胼胝体平面和交叉－连合平面。

表 2.1 上水平头颅参考线

参考文献	参考线	说明
Hamy 1873	眉间－人字缝	大致平行于 Broca 的牙槽－髁平面
Krogmann 1931	水平线	平行于 Frankfurt 平面，从鼻根开始
Lucae 1872		颧弓轴
Merkel 1882	水平眶－耳线	外部的外耳道中心；眶下缘
Morton 1839; Combe 1839	水平平面	平面通过额骨和颞骨的四个突起点
Perez 1922	前庭轴	
Virchow-Hoelder 1875	耳上－眶下平面	外听道上缘；眼眶下缘
（Topinard 1882）	慕尼黑水平线	
Von Baer 1860	Göttingen 水平线	颧弓的上缘

表2.2 下水平头颅参考线

参考文献	参考线	说明
Barclay 1803	面下平面	正切于下颌骨下缘
Blumenbach 1795	头颅外切线	位于颅底水平面
Broca 1862	吧嚼平面	上颌牙的下缘
Broca 1862	头的水平平面齿槽－髁平面头颅的基本平面	牙槽脊下缘的牙槽点－两枕骨髁的下方
Broca 1862	水平视平面或视平面或双眶平面	头的自然姿势，即在无肌肉收缩时眼处在水平位
Daubenton和Daele 1764	枕骨大孔平面	枕髁关节面后缘的中心
Camper 1791	水平平面	前鼻棘－外耳道中心
Doornik 1808	水平线	门牙－枕骨最突出点
His 1860、1876	水平线	前鼻棘－颅后点（垂直于正中矢状面的平面）
Lucae 1872	水平线	前鼻棘－颅底点
Martin 1928	牙槽脊线或水平牙槽线	中间门牙和磨牙间的牙槽缘（下颌骨的检查）
Martin 1928	颅底线	鼻根点－颅底点（垂直于正中矢状平面）
Spix 1815	牙槽－髁平面	正切于枕骨髁的外下方－上牙槽脊中间最陡点

表2.3 颅底参考线

参考文献	参考线	说明
Aeby 1862	鼻根点－颅底点平面	鼻基底－颅底点
Barclay 1803	枕外隆凸尖－眉间线	Schwalbe水平线（眉间－枕外隆凸尖线）
Broca 1872	鼻根点－颅后点线	鼻基底（鼻根点）－颅后点
Broca 1872	鼻根点－枕外隆凸尖线	鼻基底（鼻根点）－枕外隆凸尖
Bell 1805	颅底点－眶上线	颅底点－眶上缘
Keith 1910	大脑下平面	正中额颞骨联合－正中顶乳突联合
Martin 1928	眉间－颅后点线	眉间－颅后点

A 双连合参考平面

Talairach等的双连合平面（AC-PC）定义为通过前连合（AC）上缘到后连合（PC）下缘连线的平面（图2.3、2.4），主要自CT问世以来，该平面被众多的神经外科和神经放射学医师广泛接受和应用。连合间平面连接前连合和后连合的中央部。

表 2.4 颅底的垂直参考线

参考文献	参考线	说明
Busk 1861	垂直平面	耳－前囟线
Bell 1806	头颅的垂直轴	在穿过枕大孔中心的手杖支持下保持平衡状态的头颅
Clavelin 1932	下颌骨的垂直平面	Glenion 下颌骨的后缘
Klaatsch 1909	垂直线	前囟－颅底点
Maly 1924	眶孔的垂直平面	眶孔的上缘－下缘

表 2.5 以颅内界标为基础的头颅参考线

参考文献	参考线	说明
Barclay 1803	腭平面	通过腭拱顶
Beauvieux 1934	壶腹平面	通过三个半规管壶腹
Bjork 1947	水平平面	鼻根点－蝶鞍中心
Girard 1911	水平半规管平面	
Huxley 1863	颅底轴或枕底线	枕大孔的后缘中点－蝶骨前肢
Villemin 和 Beauvieux 1937	鼻根点－颅后点线	
Walther 1802	水平线	鸡冠－枕外隆凸尖

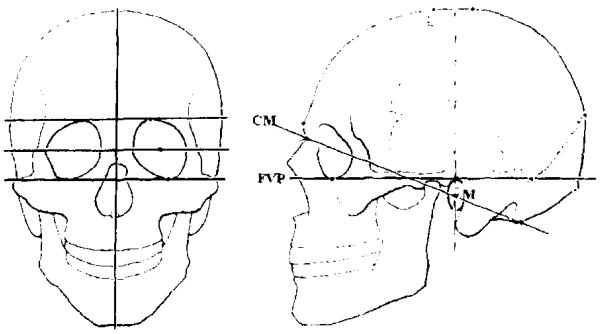


图2.2 放射学参考基线。CM，眼角外耳道基线；FVP，人类学基线

表 2.6 主要的脑参考线（适用于神经影像）

脑水平平面／线：
1. 双连合平面和连合间平面
2. 头平面
3. 神经－眼平面
4. 胼胝体平面
5. 交叉－连合平面
头部垂直平面／线：
1. 连合－乳头体平面
2. 连合－脑干平面
3. 连合－乳头体平面

1 生物测量资料

众多的解剖学家、人类学家和神经外科医师对参考线的兴趣说明基于双连合界标的科学文献中的资料的重要性。

神经放射学提供这些参考平面在立体定向中的应用，至少可用于脑深层核结构中，说明了主要自 CT 问世以来，其频繁应用于脑成像

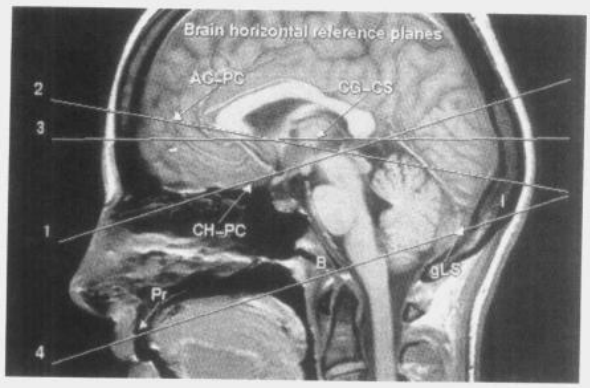


图2.3　水平脑参考线和平面。AC-PC，双连合（前连合－后连合）平面；CG-CS，胼胝体平面；CH-PC，视交叉－后连合平面

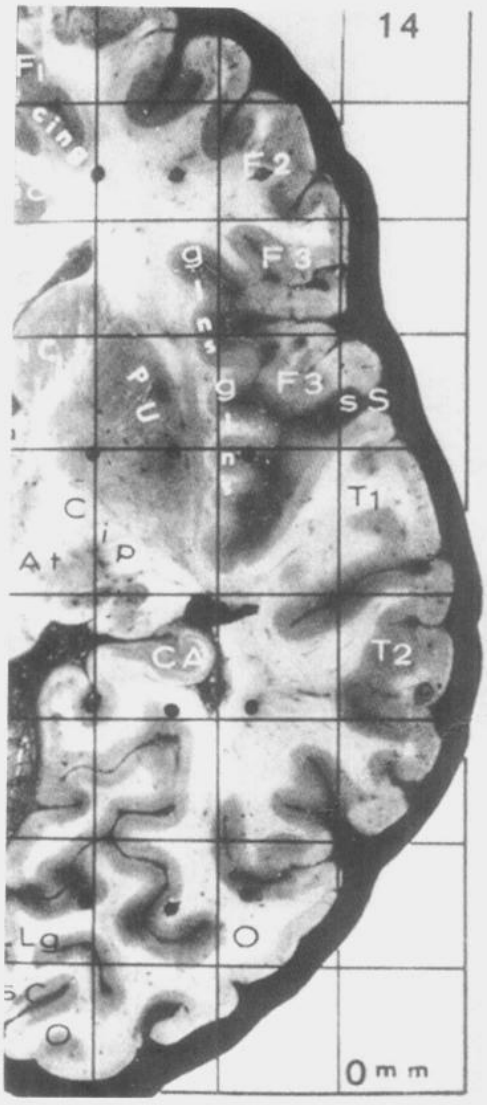


图2.4　Talairach 等的双连合平面

中的原因。

据Cabanis和Iba-Zizen的报道，眼角－外耳道线(OM)被保留为放射学参考线（WFN），该线连接眼外眦到外耳道中心，后者与皮肤三角区相一致，并与双连线很接近(1.4°± 2.7°)（图2.5）。这一观察使人们再次关注外部的参考标志。Tokunaga 等和Takase 等报道了另外的相似观察，他们试图证实眉间－枕外隆突线（GIL），该线连结眉间与枕外隆突，和额－枕线（FOL），该线被定义为颅内最长的额－枕直径，与双连合线大致平行（图2.6）。然而，我们同意Bergvall 等的观点，即这些外部界标虽然适合各种成像设备并有助于常规实践中调整病人的体位，但太粗略，对精确的解剖和局部测量研究并不可靠。有关参考标准及其相关的靶结构应该适合同一个体发育系统的意见仍被接受。

关于AC-PC线的界标，即AC和PC线，可以见到他们存在重要的差异，这些差异会导致误差，考虑到PC的位置是固定的，AC的直径的差异范围为2～5mm，基于以上变异会导致7°角的差别，为避免由于前连合（AC）直径引起的差异，Tokunaga 等采用了中心到中心的参考平面，另一方面，采用中心到中心定位的AC-PC线，称为连合间线，以便减少在确定界标水平上的终点中出现的误差。因为AC的中心比其边界更容易确定，边界因MR系统的分辨率及层厚会有不同。从成像的观点上看，这一观察是明显的。对于AC，我们赞成Delmas和Pertuiset的观点，即AC的下缘较其上缘更容易确定，也可减少因接近窿前柱而引生的误差。要使解剖上的准确度与精确度像目前应用中线脑连合所获得的结果，界标的选择要根据所用的成像设备而定。

为了获得可靠的临床与解剖之间相关性的MR图像，准确的坐标图和界标，参考立体定向和局部测量图谱是必要的。

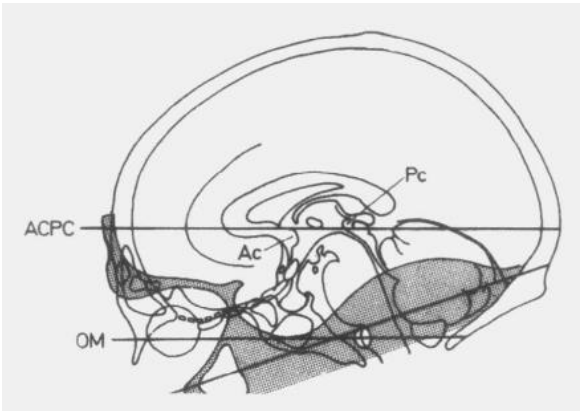


图 2.5 眼角外耳道线（OM）与双连合线（AC-PC）间的接近平行关系，AC，前连合；PC，后连合

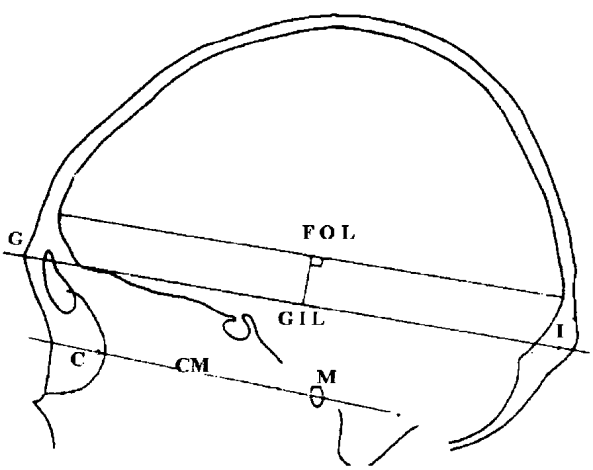


图 2.6 眉间－枕外隆凸线（GIL）与额－枕线（FOL）及眼角线（CM）间的大致平行关系

2 解剖与影像的相关性

这个参考系统对中央灰质核团提供了肯定而准确的解剖关系。在解剖上该参考线大致与下丘脑沟的方向一致，将丘脑区与下丘脑区分隔。因此，在解剖、个体发育和种系发育的基础上，它完全不同于交叉－连合线，后者位于间脑－中脑连结部水平的较尾侧。

正如 Salamon 和 Talairach 大量研究所显示的那样，双连合线在某种程度上与端脑结构也保持一种可靠的关系，并有助于脑皮质上的各个脑的定位。主要的脑沟似乎与双连合线保持相对恒定的关系。正如Rumeau 等指出的那样，Talairach注意到皮质局部解剖的差异，逐渐增加。这些位置上差异距从中心到外周区高达20mm。而且在他们用双连合线定位的30个脑的神经影像与解剖研究中，这些学者报道了在三个主要区域内，即：颞叶的顶枕区，额下回的三角区和中央旁小叶，由于重大的个体变异在识别上出现的困难。

中央沟的定位是 Talairach 双连合线的最重要的应用之处，中央沟位于垂于 AC-PC 的前（VCA）和后（VCP）垂直线之间。它们分别正切于前连合（AC）的后缘和后连合（PC）的前缘（图2.7）。Talairach等报道，在轴面上，中央沟位于脑室上切面的前延伸部与后延伸部之间的正中部（图2.8）。它起于尾侧部，在VCA的前或后0.5cm处（图2.9），止于颅侧VCP后方约1cm处。弯曲地大体走行于VCA和VCP之间。

最近，Devaud等提出一种用Rolandic线定位中央沟的新方法。这种方法是基于由 Olivier 等定义的胼胝体线，即连接胼胝体膝和压部的最下点。中央沟长轴沿中央沟线（Rolandic线）方向走行，中央沟线是在脑的侧面像上识别中央沟长轴的可靠方法。作者认为这种方法甚至

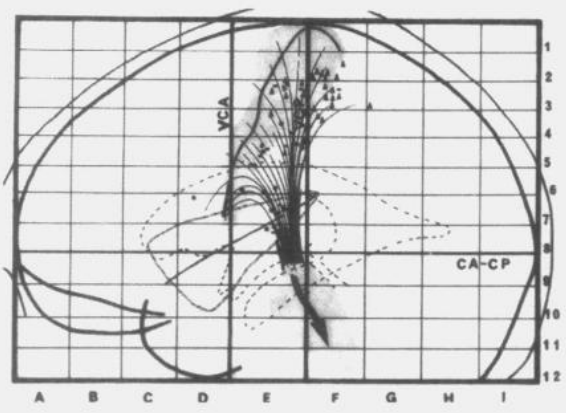


图 2.7 中央沟：应用双连合坐标显示的解剖相关性

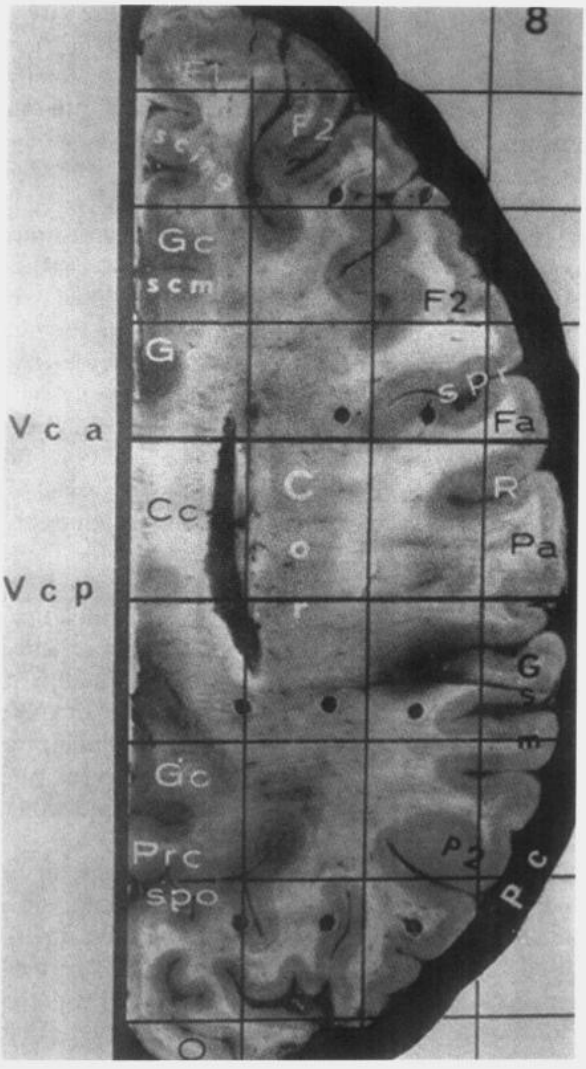


图 2.8 中央沟：应用双连合坐标显示的解剖相关性

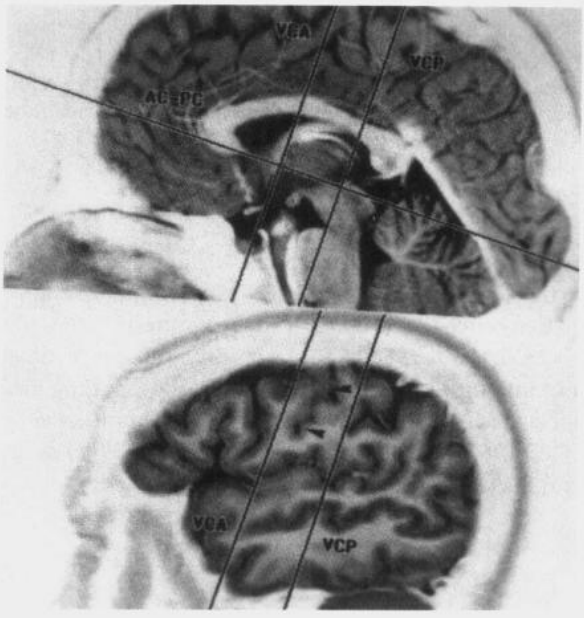


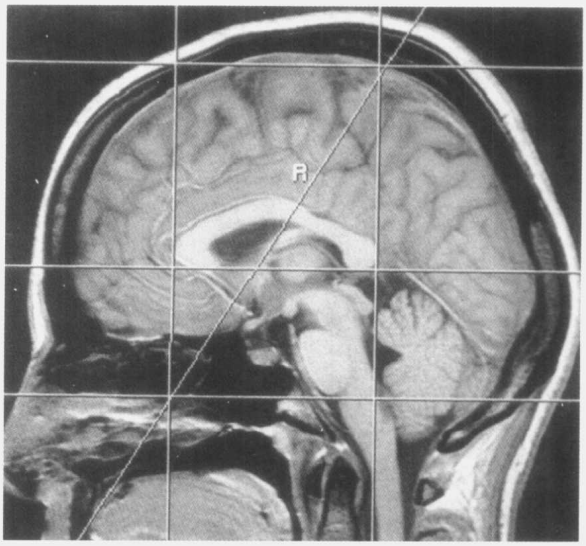
图 2.9 MR 相关性：VCA 和VCP的侧面投影，有助于定位中央沟（箭头）

比 Talairach 的双连合系统定义的垂直平面对中央沟的识别更为精确。

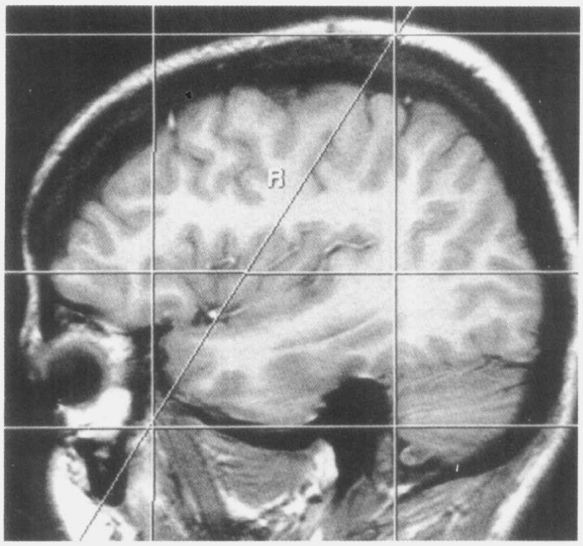
基于胼胝体系统而采用的方法，包含胼胝体平面和胼胝体前后垂直面，再加上升到半球的最高点的上切平面和通过颞窝最低点的平行的下平面。中央沟线由连接胼胝平面和与其正切的半球延伸部的两个交叉点而形成，此线由后上点向前下点延伸，平行于中央沟方向（图 2.10）。作者认为，中央沟能在任何矢状切面上用中央沟线识别出来，也能在侧血管造影上显示。下切线可在距正中切面约 30mm 的侧矢状面像上显示。作者见到的主要解剖关系显示，中央沟线看来是沿着中央沟方向走行，约 90% 起自沟底或在其中段的深部。

结论是，双连合脑参考线尽管有偏差，它仍然是中心灰质核团定位及识别中央沟的最有用的标志。MRI 问世及其直接多平面和三维成像的能力，改进了脑解剖及层面成像的方法（图 2.11 ~ 2.13）。

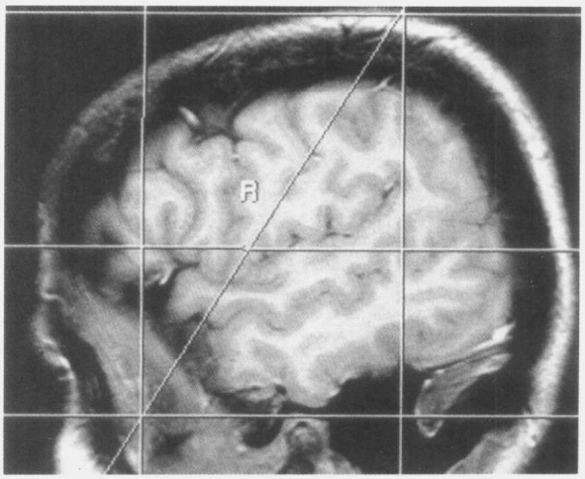
图 2.10A–C　以胼胝体定位平面为基础的中央沟线



A



B



C

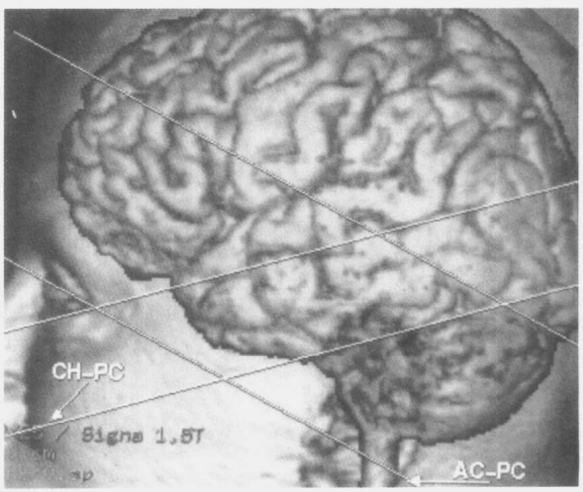


图 2.11　双连合平面（AC–PC）最适用于中央区的研究

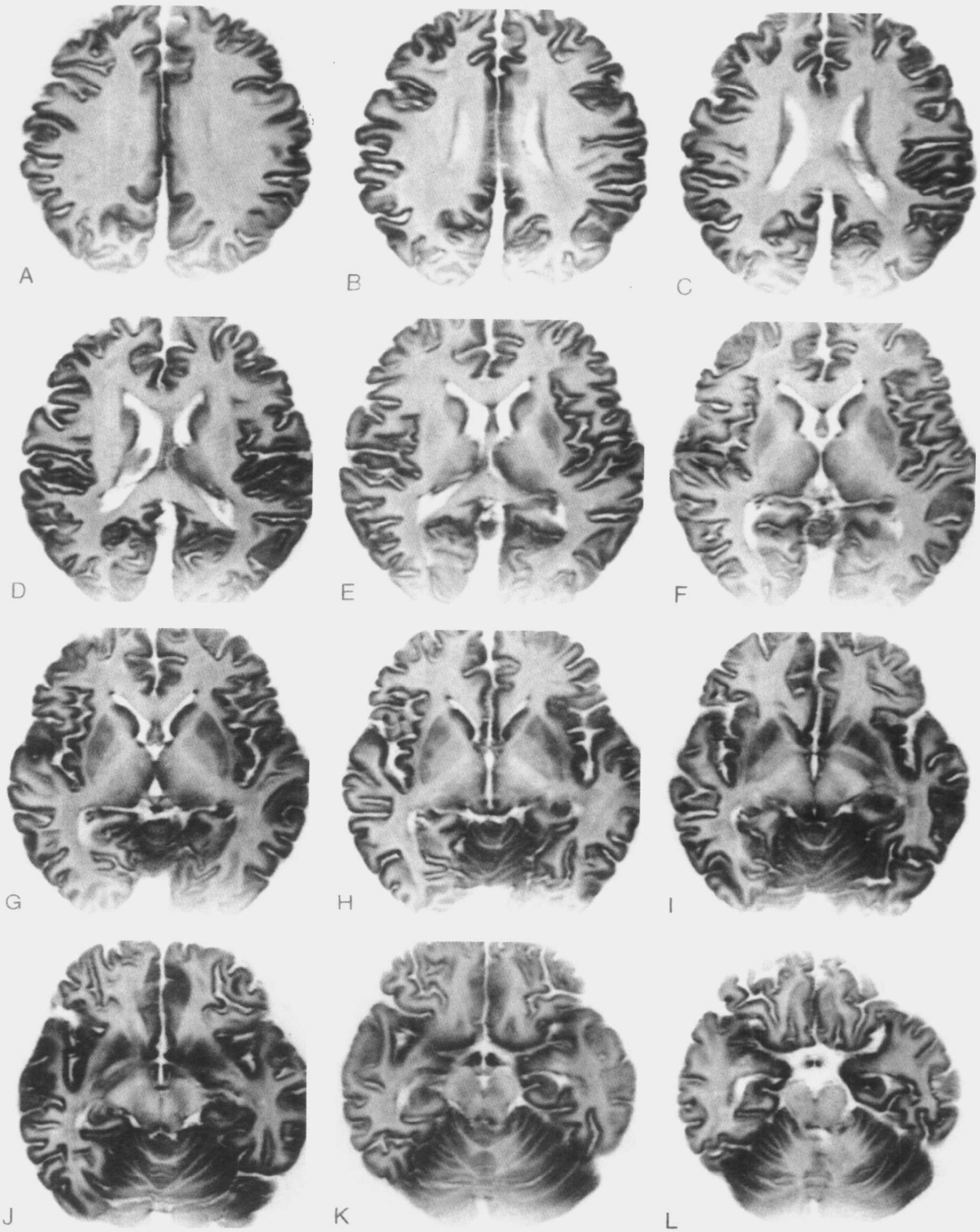


图2.12A-L 平行于AC-PC参考线层厚3mm的福尔马林固定的脑的连续轴面像，与视交叉－后连合平面（CH-PC）的比较，最适合外侧裂周围区和颞叶的研究

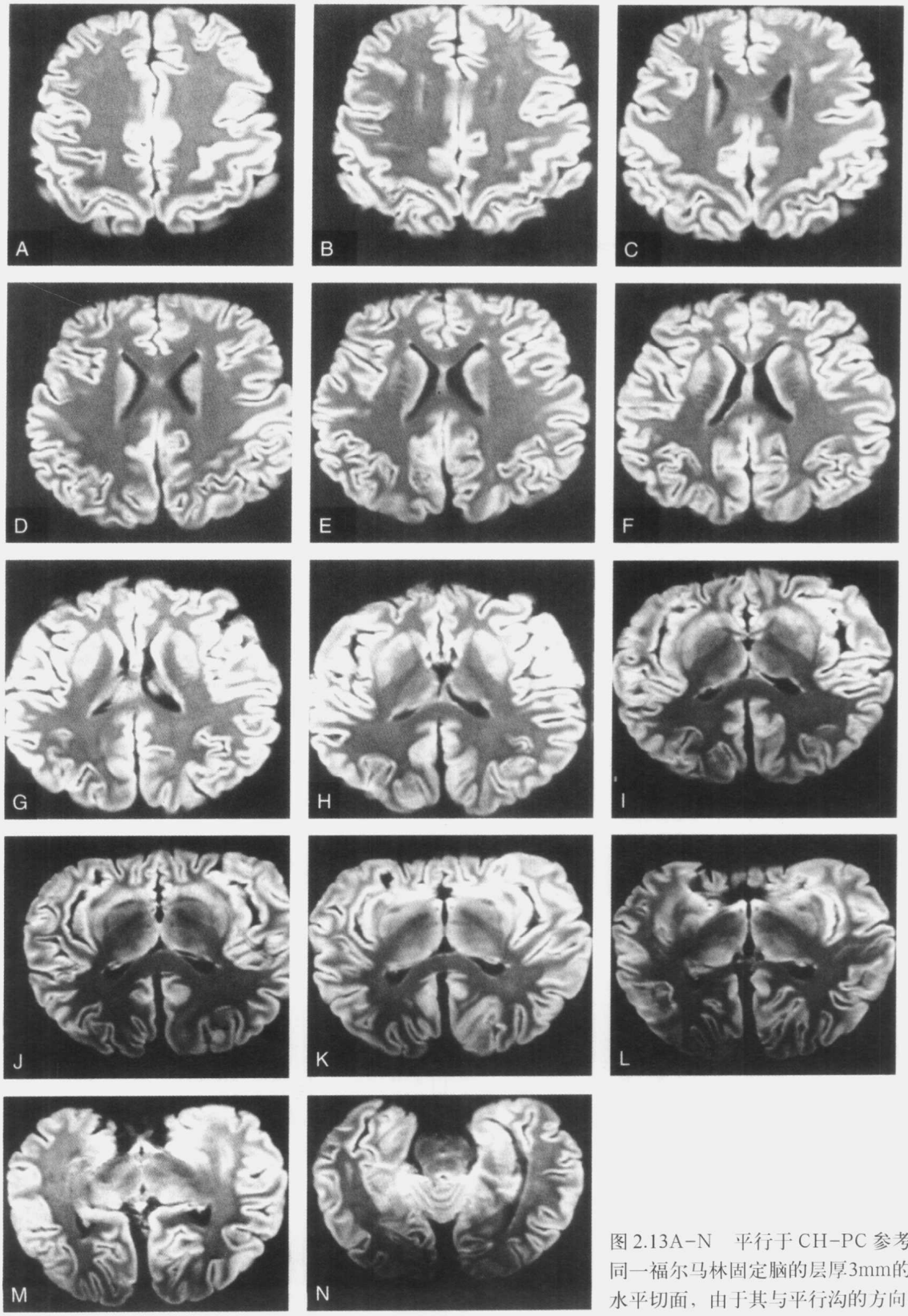


图 2.13A–N　平行于 CH–PC 参考线的同一福尔马林固定脑的层厚3mm的连续水平切面，由于其与平行沟的方向平行

B Delmas和Pertuiset参考平面

1 解剖与影像的相关性

Delmas和Pertuiset在他们的《颅内体层》图谱中定义了一个水平的脑参考平面，该平面在嘴部通过AC的下部，在尾侧正切于第三脑室底的最高部（图2.14、2.15）。作者所用的界标能更好地描画AC的下缘，而消除了它与窗前柱的紧密联系，从而取代了那些基于AC-PC平面的界标。我们认为，应用正中矢状MR切面来定位层块更为恰当。部分容积效应，特别是在厚层的情况下，有如先前所述的AC-PC一样，会产生明显定位上的误差。另一种后部界标较PC有明显的优势，因为该部位于后穿质的尾端，局部测量上变化很小。PC的位置因第三脑室和中脑导水管的扩张程度而异。

垂直于参考面并正切于PC的前缘的额部平面，称后连合平面。另一个是位于前方平行于后连合平面的平面，正切于AC的后缘，称前连合平面。该参考平面对邻近结构如苍白球、尾状核和杏仁核的研究更为精确。作者指出这两个垂直平面相距20mm。

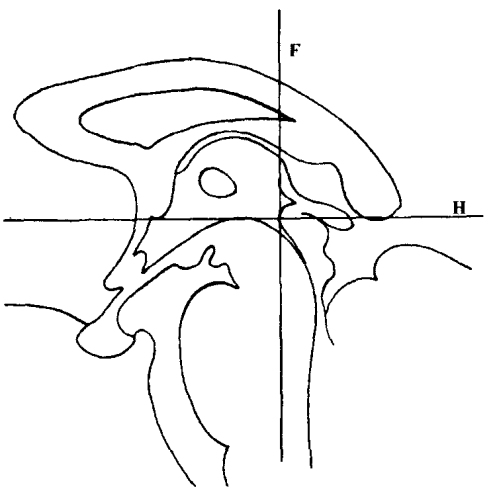


图2.14 Dalmas和Pertuiset的脑参考平面

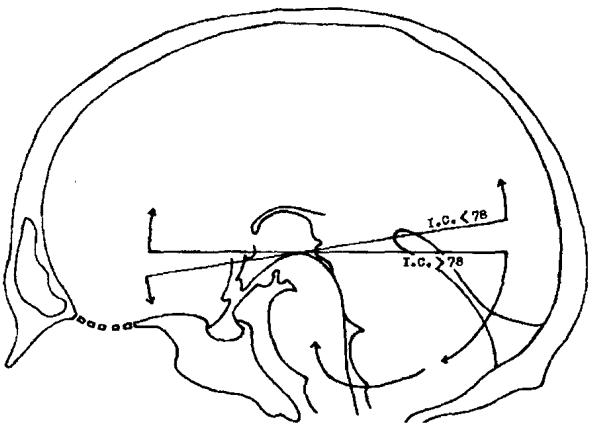


图2.15 Delams和Pertuiset关于脑结构局部测量上的差异与颅指数（IC）的关系

正如作者所述，值得关注的是那些包括在横断解剖图谱内的水平切面，于该切面上脑参考平面平行于头颅平面，该平面上头部用Frankfurt人类学基线定位。这本图谱显然可用作解剖与影像相关性的参考书，当解剖和图像是以眶下-外耳道基线，即人类学基线为基础的（WFN），如图谱内所示，头部的水平断层是在Frankfurt线与脑参考线是平行的情况下完成的。

2 局部解剖测量结果

这本以三维图谱形式出版的著作，提供了作者研究的21个解剖结构的重要局部测量资料，这些解剖结构为丘脑前核、丘脑正中核、丘脑背内侧核、丘脑腹前核、丘脑腹后核、丘脑枕外侧核和内侧核、外侧膝状体和内侧膝状体、乳头体、红核、底丘脑核、黑质、未定区、杏仁体、苍白球、尾状核、壳核、上丘、下丘和小脑齿状核。本书提供了有关上述深部脑结构在容积和位置上的变异与颅指数的关系这一令人关注的资料。

作者将这21种结构按其容积分为三组。第

一组包括乳头体、外侧与内侧膝状体、上丘和下丘。本组在容积与形态上均无变异。第二组包括底丘脑核、壳核、杏仁核和齿状核，它们在容积上有对称上的变异，余下的结构，有些表现为非对称容积增加，包括丘脑脊内侧核、丘脑正中核、丘脑腹后核、丘脑枕内侧核和未定区。但大多数余下的结构在统计学上无显著相关性。

考虑到位置的变异，作者强调变异与颅指数的紧密关系（图2.15），并将变异按颅指数分成二类，一类头指数介于78～89之间（图2.16、2.17），另一类介于70～78之间（图2.18、2.19）。最大的统计学显著性见于前一类中。即中型头比短头畸形的病例差异明显。另一方面，这些变异也因解剖结构在相对于正中矢状平面的位置而异。位于内侧的结构，包括红核、黑质、底丘脑核、乳头体、齿状核、丘脑背内侧核、丘脑中正核、丘脑枕内侧核，它们向上向后移位。旁正中结构向前上方或前下方移位，这包括丘脑前核部和腹前核、内膝状体和杏仁体。这两

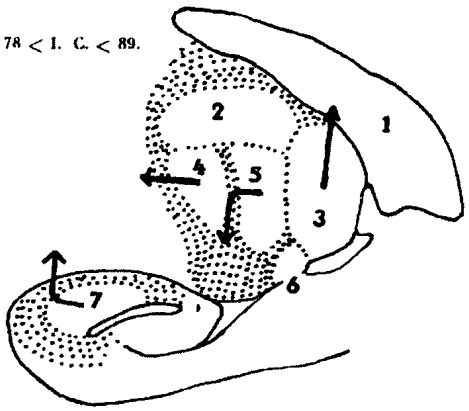


图 2.17　头指数在 78～89 之间的头局部测量的差异。1、侧脑室；2、丘脑腹外侧核；3、外枕核；4、丘脑腹前核；5、丘脑腹后核；6、外侧膝状核；7、杏仁体

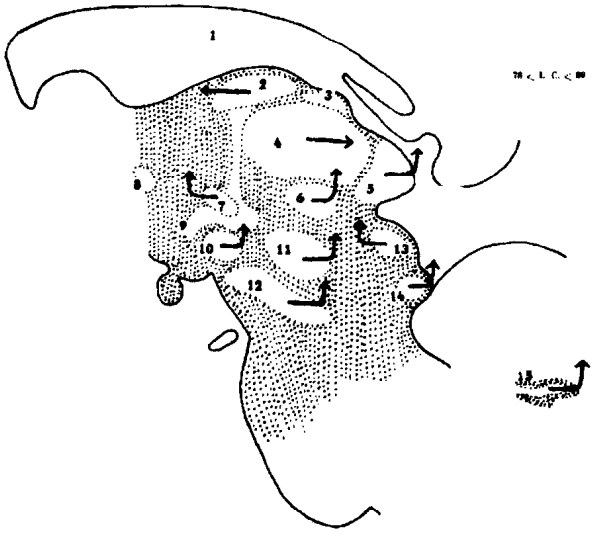


图 2.16　头指数在 78～89 之间的头局部测量的差异。1、侧脑室；2、丘脑前核；3、丘脑背外侧核；4、丘脑背内侧核；5、内枕核；6、丘脑正中核；7、未定区；8、前连合；9、被盖区；10、底丘脑核；11、红核；12、黑质；13、上丘；14、下丘；15、小脑齿状核

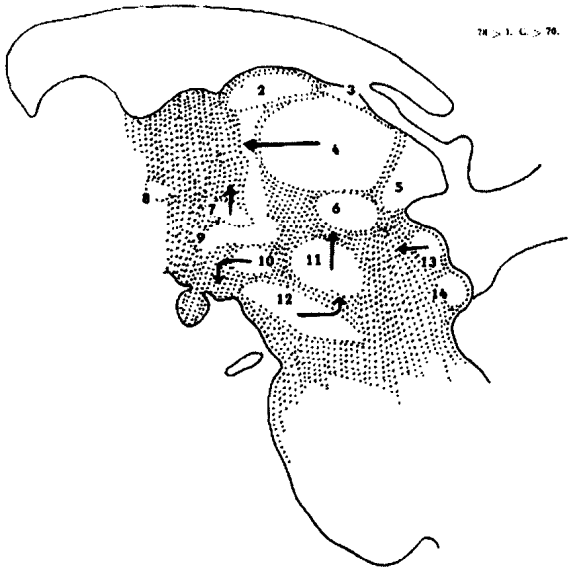


图 2.18　头指数在 70～78 之间的头局部测量的差异。1、侧脑室；2、丘脑前核；3、丘脑背外侧核；4 丘脑背内侧核；5、内枕核；6、丘脑正中核；7、未定区；8、前连合；9、被盖区；10、底丘脑核；11、红核；12、黑质；13、上丘；14、下丘；15、小脑齿状核

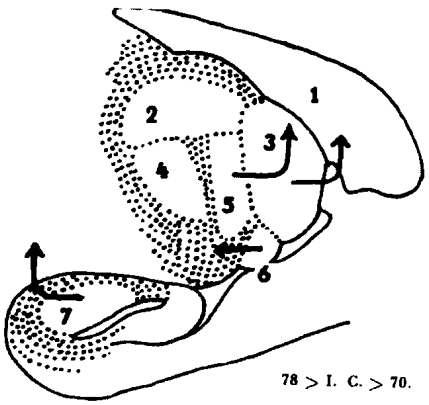


图 2.19　头指数在 70 ~ 78 之间的头局部测量的差异。1、侧脑室；2、丘脑腹外侧核；3、外枕核；4 丘脑腹前核；5、丘脑腹后核；6、外侧膝状体；7、杏仁核

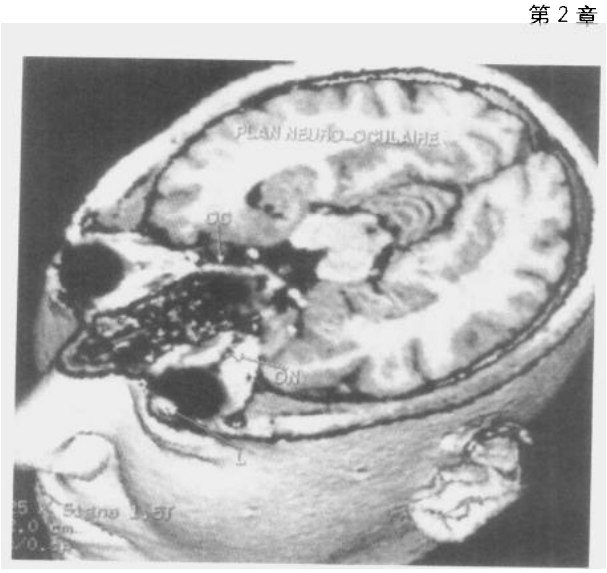


图 2.20　Cabanis 等神经 - 眼平面（NOP）在三维 MR 上的相关性，显示轴面上的头界标：晶状体（L）、视神经头（ON）和视神经管道（OC）

组的表现与较外侧的结构，如豆状核、尾状核不同，它们看来随皮质而变化。

C　神经 - 眼平面

神经 - 眼平面（NOP）最初是在视乳头水肿的视神经 CT 检查资料中提出的，它最恰当地定义了为视觉障碍病人头定位的扫描平面。该平面被定义为在病人保持凝视时 CT 上显示的“通过两侧晶体状，视神经头和视神经管的平面”，这已被解剖学证实。该平面现在常规地用于 CT 与 MR 检查（图 2.20），尤其是用于神经 - 眼科疾病的病人。Cabanis 提出的解剖学相关性肯定了这项头定位技术与临床的关系，它最适于检查视通路（图 2.21）。

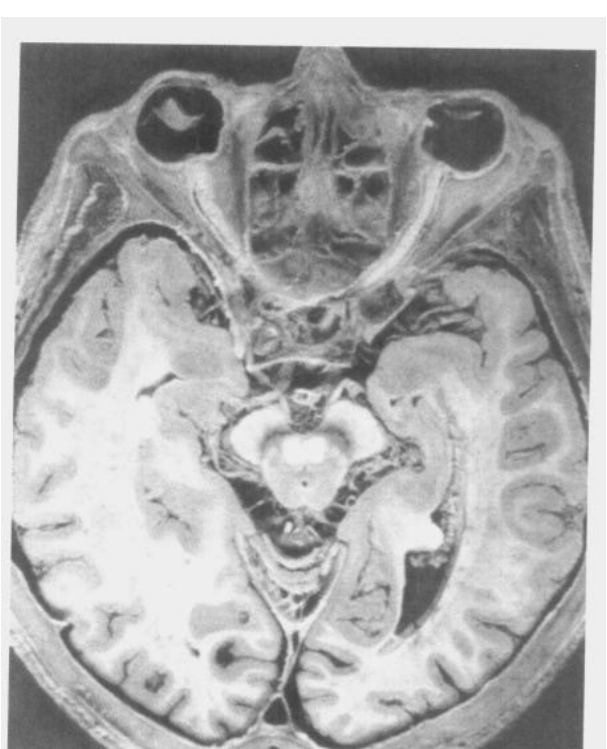


图 2.21　神经 - 眼平面（NOP），解剖相关性

1　解剖与影像的相关性

NOP 定位法为眶内结构的 CT 或 MR 检查提供了最佳条件。它使视神经的部分容积效应降低到最低程度。

经实验证实和定义的外部皮肤界标鼻骨棘点 - 耳屏线（图 2.22A），有助于在常规检查中定位病人头部。由牙槽中点 - 颅后点定义的骨界标，同样也可用于矢状面定位。

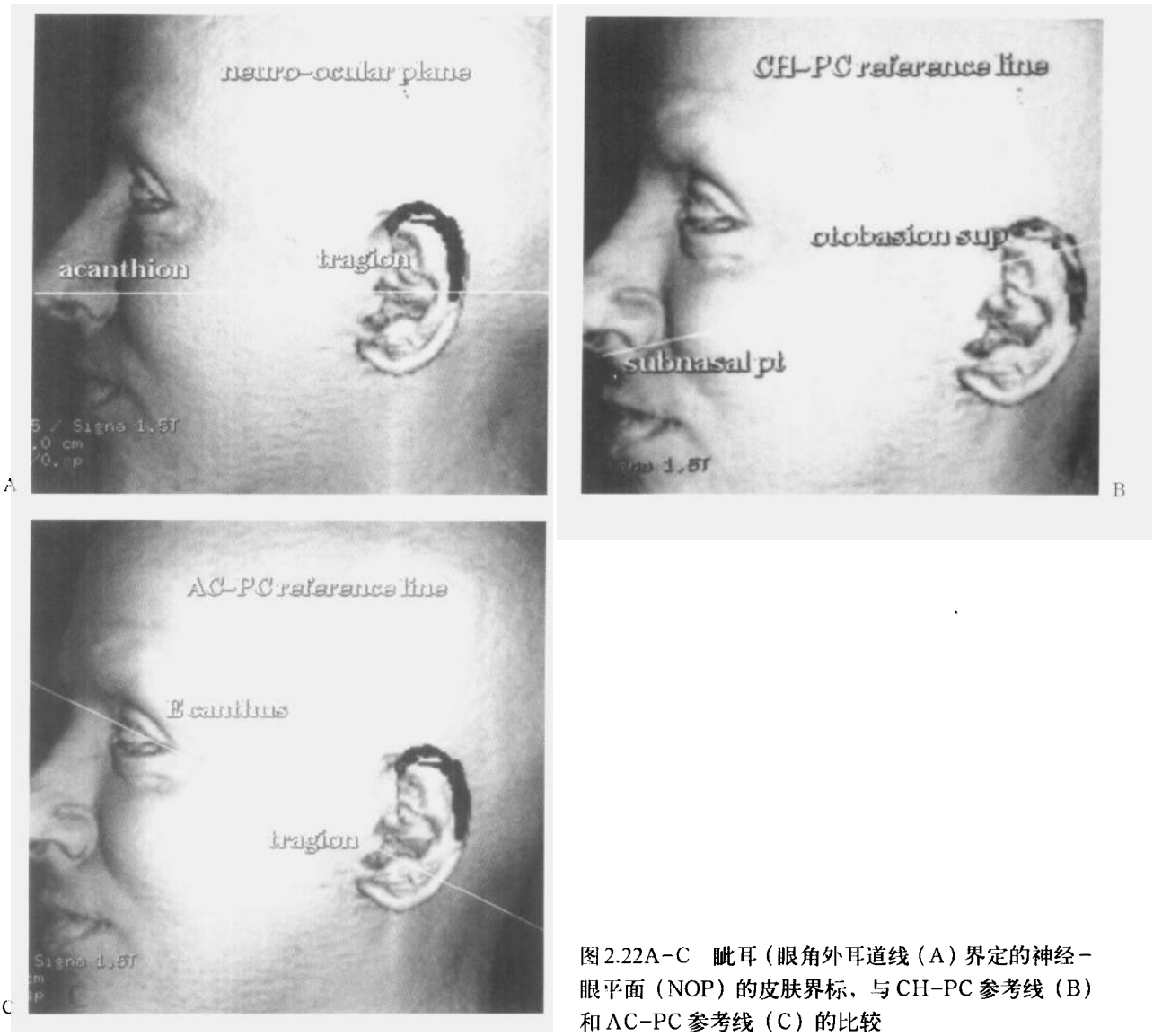
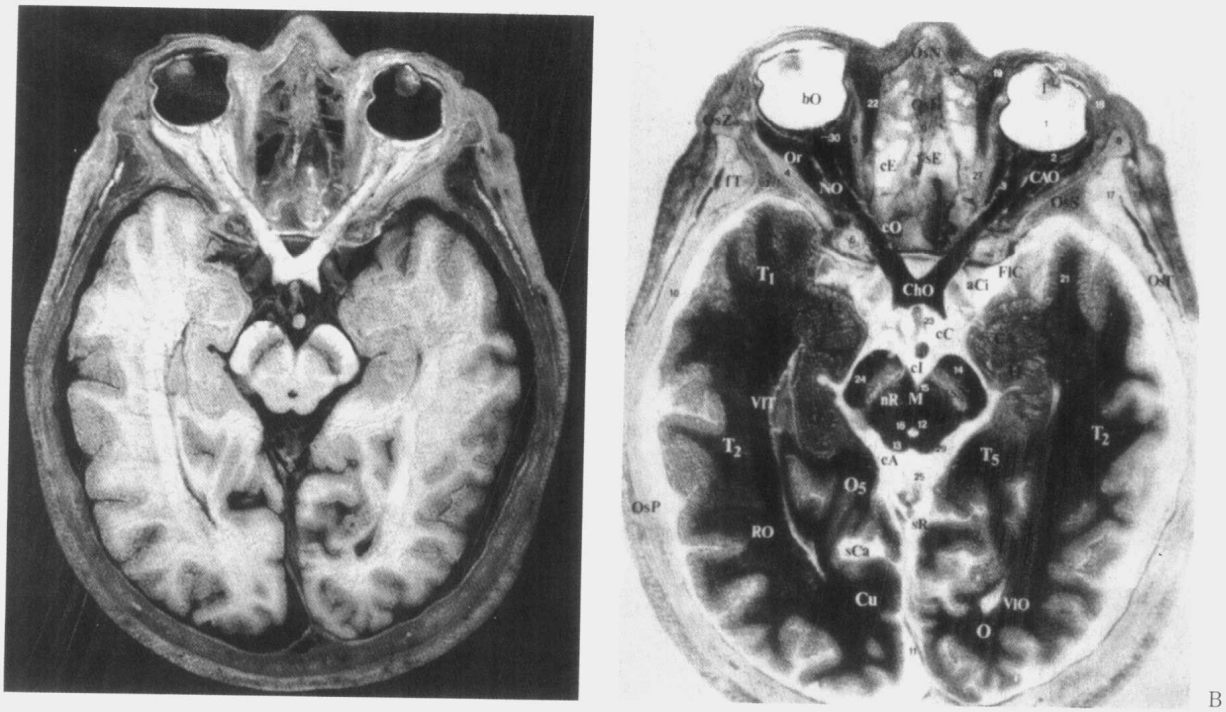


图2.22A-C 眦耳（眼角外耳道线（A）界定的神经-眼平面（NOP）的皮肤界标，与CH-PC参考线（B）和AC-PC参考线（C）的比较

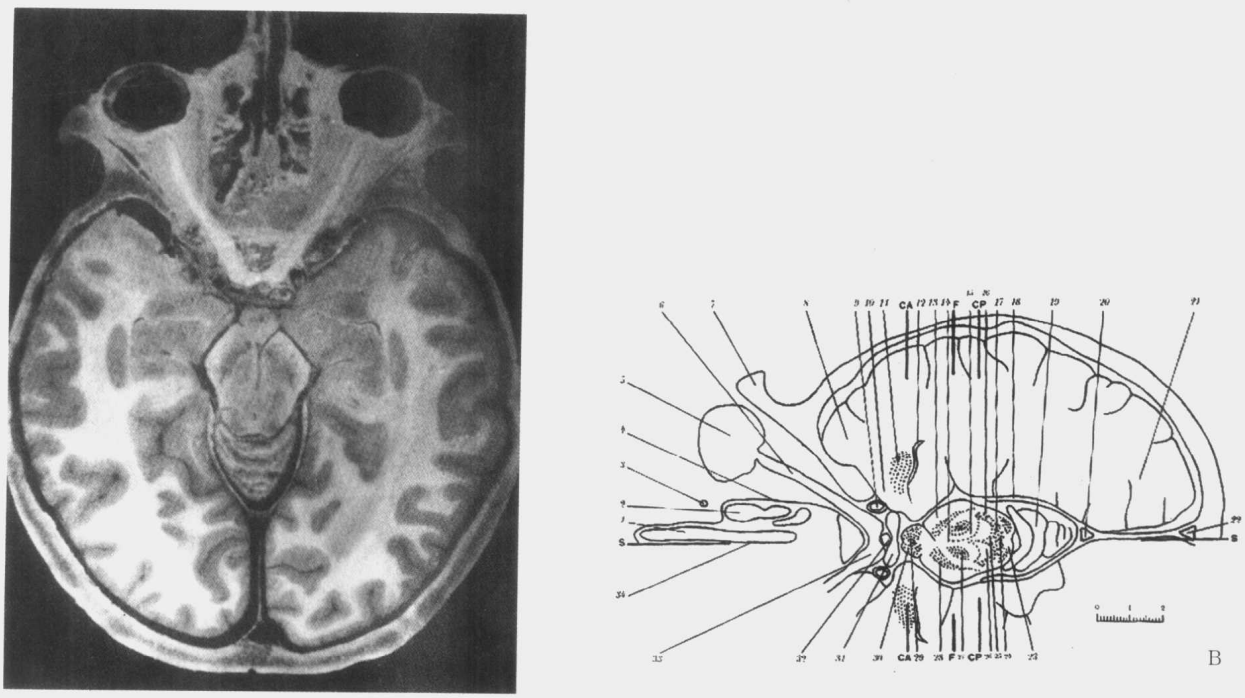
NOP最适用于生物测量、眼疾病的随访及眶内视神经检查的头轴面和冠状面的定位。事实上，视通路沿眶颅径路从两眼到距状裂大致保持水平方向。根据这一道理，用NOP做头的参考平面是检查脑和视通路及眶内视神经类最准确的选择。它也用于对面部和颅底疾病的筛检和检查，这是由于它与Frankfurt-Virchow人类学标示基线紧密平行。

这本用NOP定位的头横断解剖参考图谱（图2.23），包括了主要的解剖关系，可用于常规影像诊断。书中详尽的解剖切面是基于这些参考平面完成的。书中选用的冠状面与报告的标本上的PC-OB定界密切相关。冠状切面与标本上的PC-OB线紧密相关。在本例中垂直于NOP的平面可能是偶然地平行于PC-OB平面。在已出版的图谱中各个MR图像的相关性一般有某种程度上的差异，这并不奇怪(图2.37)。实际上，考虑到轴位界标，垂直于NOP的平面是难于准确界定的，该平面与PC-OB平面大约成10°角。在Delmas和Pertuiset的



A　　B

图 2.23A,B　神经－眼平面（NOP）局部测量结果



A　　B

图 2.24A,B　通过眼眶和管内视神经的轴面解剖切面（C-27-HS，19mm）按 Frankfurt-Virchow（人类学基线）定位的标本，据报道这在已出版的病例中这种与界定的脑参考线相平行的关系是偶然的

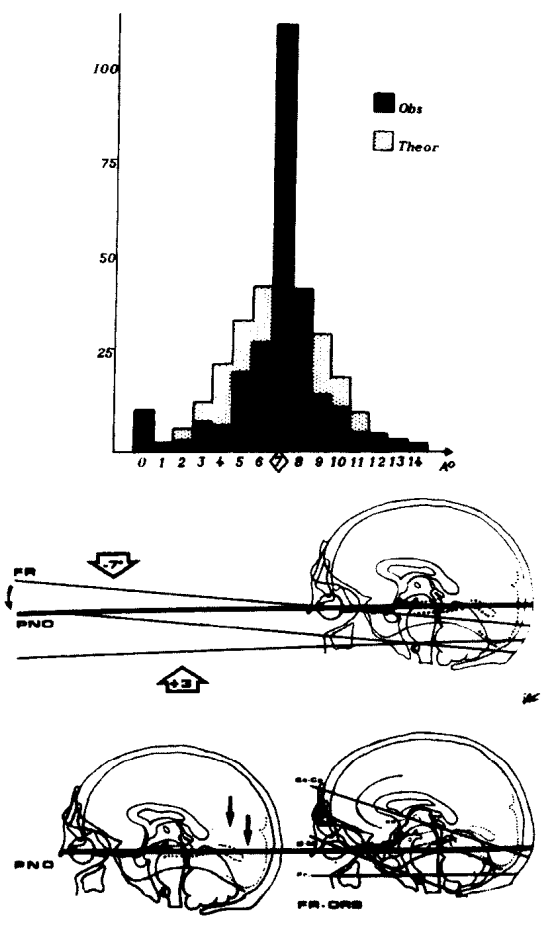
图谱中复制的水平切面，并依据前述的Frankfurt-Virchow平面定位，这些图像在解剖上与NOP（水平切面C27-HS 19mm）十分相似。在这一特殊标本中（图2.24）可见近似NOP定位的切面，可考虑为大致平行于人类学线。因而源于Delmas的局部测量结果可用于Cabanis等定义的NOP定位的诊断图像。

2 局部测量和生物测量的结果

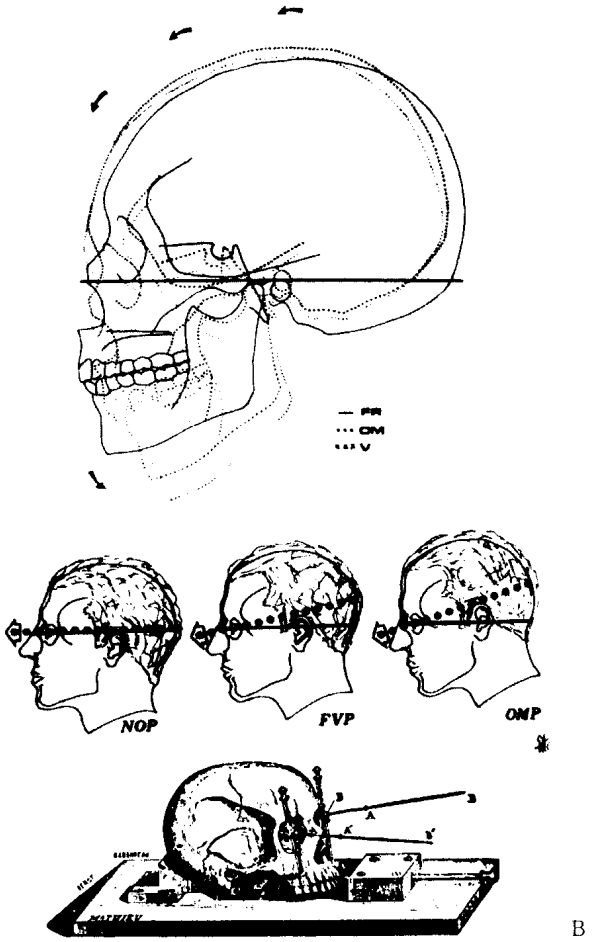
NOP参考平面的最大优点之一是它能够进行眼－眶局部解剖测量。大量的距离测量是由双外眦线确定的，该线连接NOP中的眶侧缘、被用于常规检测。生物测量资料的综述参见第9章。

许多学者已提出了用于显示眶内视神经的标示平面，使部分容积效应减到最低程度，同时在采集层面过程中减低对晶体状的辐射量。在这方面已提出了不同的方法，已报告的方法中最多的是基于对眼眶参考线与先前定义的颅基底线、OM(-20°)和人类学线之间关系的简单计算。

实际上，NOP和Frankfurt-Virchow（FVP）平面的之间的平均角度约为-7°（图2.25）。作为提示者眶外耳道平面是传统的放射学参考平面（WFN），其与FVP的夹角约为+10°，此



A



B

图2.25A,B 神经－眼平面：生物测量和局部解剖结果

外有关眶轴平面与几个颅面参考线关系的精确的研究已有报告，其中来自里尔的Fenart博士的比较解剖实验室的重要相关文献(图2.26、表2.7)。NOP与牙槽－髁平面、硬腭平面和牙槽中点－颅后点线的近乎平等关系，可用于头颅侧位CT扫描定位像的颅外界标，它可能被保留，实际上有助于常规检查。

此外，这种平行关系解释了此项头定位的效果，它适用于眼眶上颌面区或颅底疾病患者初检的定位标示。

NOP在活体比较解剖研究中的应用，在第9章论述，其与FVP、OM的成角关系强化了其作为人类主要的解剖和生理标示平面的重要性(图2.25)。另外值得注意的是，视通路与颅底之间的夹角，由于众所周知的枕骨下降，随年龄而改变。然而，一旦发育完全成熟，视通路与颅骨的夹角就保持恒定了。因此，NOP与FVP的夹角在成人是恒定不变的。正如Delmas所说的，“人类的视力逐渐上升直到地平线。”

D 胼胝体平面

胼胝体平面由Oliver等界定为通过胼胝体

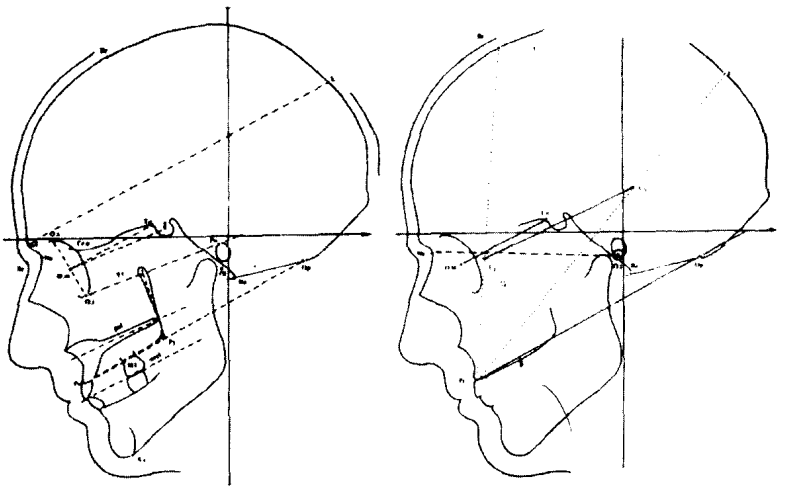


图2.26 神经－眼平面，由眶轴(OM-To)界定，与各种头颅参考线的比较

表2.7 眶轴(OM-To)与其他头颅参考平面的关系(n=52)

角的差异	均值	标准差
OM-To/中眶轴－蝶鞍中心	6.27	1.47
OM-To/眉间－人字缝平面	0.44	4.20
OM-To/牙槽中点－颅后点平面	-0.45	3.31
OM-To/Frankfurt-Virchow平面	7.08	4.12
OM-To/硬腭平面	4.63	3.91
OM-To/牙槽中点－翼突牙槽(上牙槽平面)	-2.19	4.23
OM-To/咬合平面	2.05	4.15
OM-To/C1-C3	3.32	4.70
OM-To/鼻根点－耳平面	32.75	4.68

膝部和压部的最低点并延伸至脑的全部的参考平面（图2.3）。作者还定义了与它垂直的垂直平面。二个正交于胼胝体膝部前缘和压部后缘的平面分别称为胼胝体前和胼胝体后平面。第三个垂直平面在前两个平面的中间，称中间连合平面。中间胼胝体平面，正如所定义的那样，有助于定位中央沟的下部（图2.27）。

这些界标见于正中矢状MR像上并间接地显示在数字减影血管造影（DSA）上。胼胝体可以准确地定位于动脉期和静脉期的侧面投影上，这样可以将MRI与血管造影及正电子发射体层摄影（PET）的资料整合在一起，证明胼胝体参考平面显然适合于多形式成像。

胼胝体是主要的端脑连合，影响邻近皮质沟的形态，正如个体发育所显示的，增强了这项标示系统端脑成像的适用性。这个参考平面已经用于手术前对中央沟的识别。通过应用这种坐标，将MR脑回旋资料的功能性信息和立体定向植入深层电极进行合成，也已经用于癫痫的研究。

另一方面，这个平面与基底节的相互关系看起来更像是试验性的，因为应用Talairach AC-PC平面对上述关系进行分析是最好的。

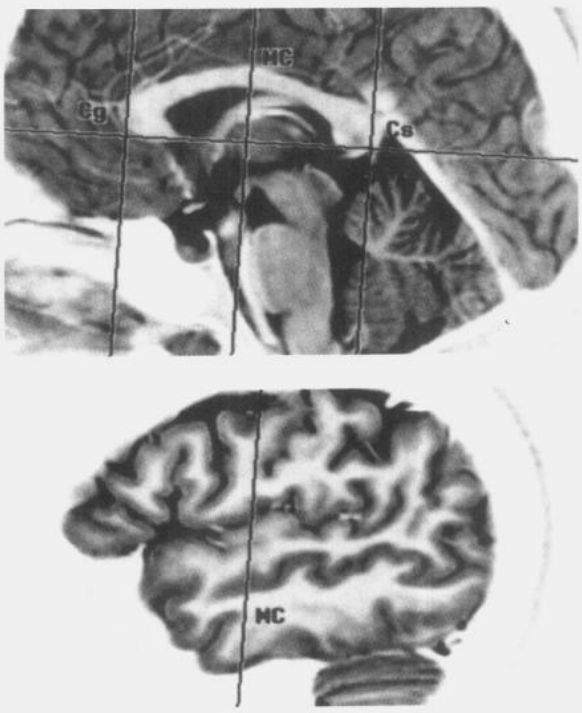


图2.27 胼胝体参考平面

E 交叉－连合平面

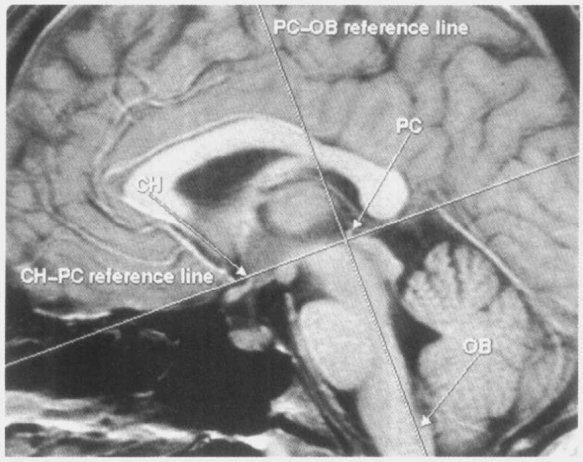
这条交叉－连合（CH-PC）水平参考线在前面正切于CH的上缘，后面正切于PC的下缘（图2.3、2.28）。这些以脑连合为基础的界标已有详尽的描述，在人类以及所有脊椎动物的活体脑的正中矢状切面上容易识别。如果需要通过这条线的水平平面，也可用于脊椎动物的对比解剖中。

该线和AC-PC之间的夹角所显示的恒定性，可用于确认中枢线的选择，该线位于中脑－间脑结合处在相当于个体发育过程中的弯曲部。此平面表明为真正水平方向，也就是与脑干主轴垂直，定义为正切于PC前缘并连接位于第四脑室底、脑闩后方的髓下端的直线（图2.29）。

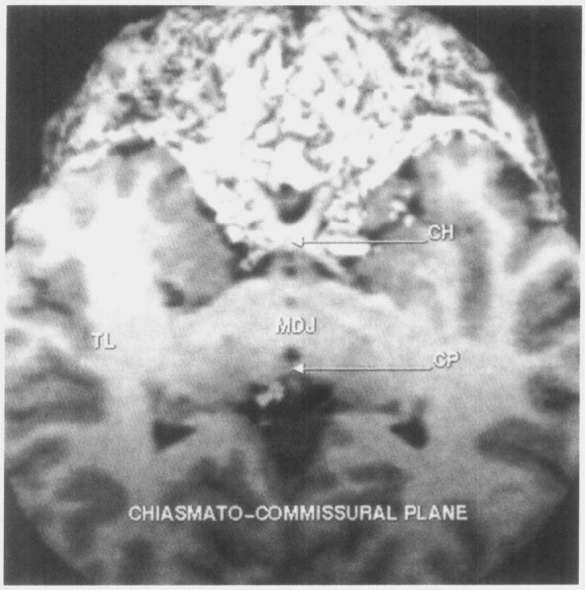
如果把NOP看做是使人类得以直立的解剖和生理性平面，那么，与侧脑室的颞角的方向相比和NOP大致平行的CH-PC可认为是定义脑颞叶化（temporalization）的解剖平片。它平行于平行沟的方向，因此也与外侧裂平行，并与脑干长轴呈直角。CH-PC与脑的关系可能相当于NOP对头的位置的关系，前者垂直于脑干长轴，后者在解剖上和生理上与身体和颈椎的垂直轴相关。躯干角进行性闭合说明，这两个参考平面在参考种系发生的全程中逐渐变化。

1 生物测量结果

为了研究CH-PC在解剖和人类测量学上的用处，我们使用高场强MR（1.5T），对100名病人活体MRI检查所见做了分析。活体测量

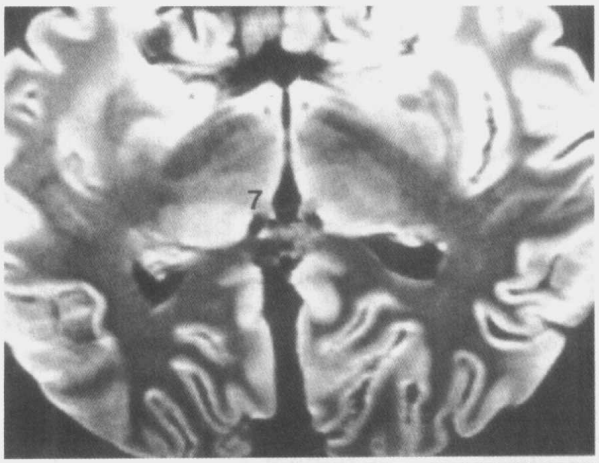


A

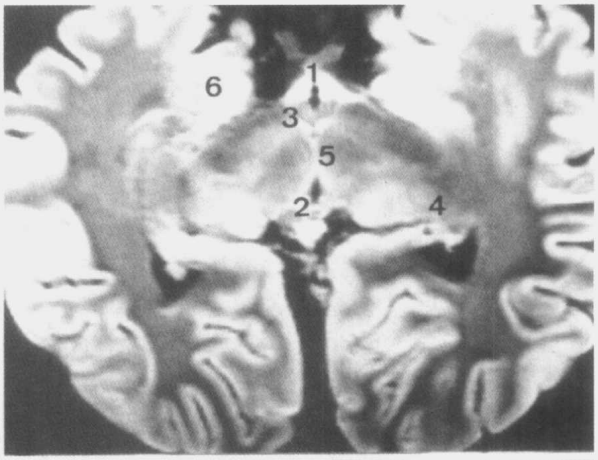


B

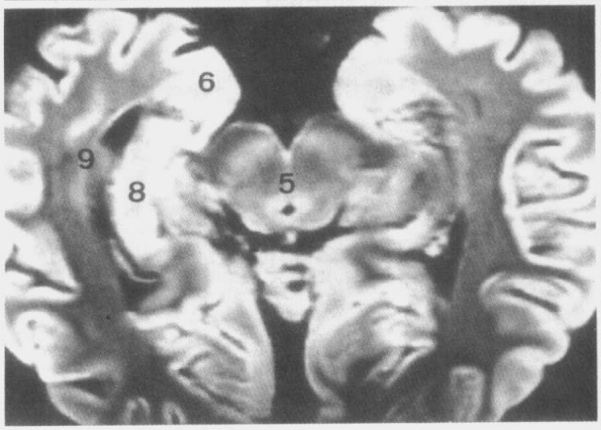
图2.28A,B 视交叉－后连合（CH–PC）参考平面，定义为该平面在前方正切于视交叉点（CH），在后方正切于后连合（PC）的下缘，通过中脑－间脑连合（MDJ），并沿其长轴显示颞叶（TL）。PC–OB，连合－脑干参考线



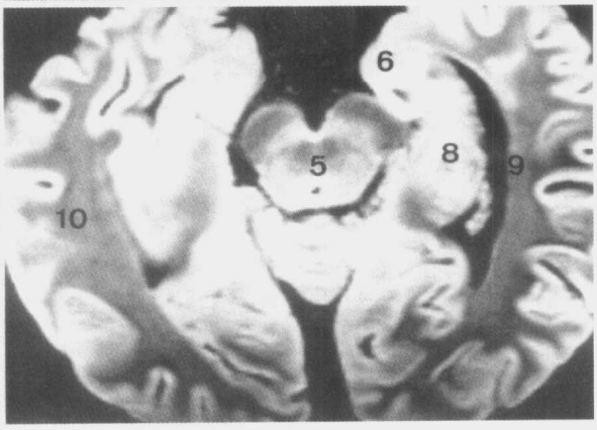
A



B



C



D

图2.29A–D 交叉－连合参考平面。经福尔马林处理的标本的水平连续切面（3mm厚），显示CH–PC参考平面（B）的解剖界标，通过位于中线的视交叉点（1）、乳头体（3）和后连合（2），于中脑－间脑连接部（5）向外侧涉及外侧膝状体（4）。上部的连续切面（A）通过缰（丘脑背侧中部的小隆起）（7）和丘脑的下部；低位切面（C，D）沿颞叶（10）长轴和颞角（9）定向，显示杏仁体（6）－海马（8）复合体

的统计分析证实参考线CH-PC和AC-PC之间的夹角的恒定性。

结果如下（图2.30）：

a）由CH-PC和AC-PC线形成的夹角，称连合角或CH-PC-AC（图2.31），在第一组50个病人中的平均值为24.26°（范围19°～30°，SD2.3282）。在第二组的50个病人中平均值下降至18.16°（范围13°～25°，SD2.4020），该组采用了Delams和Pertuiset推荐的正切于AC下缘的方法。

b）由CH-PC线和脑干长轴所形成的夹角称躯干角（图2.32）。此两角是依据脑干轴的定界来测量的。第一条线连接AC的前缘到脑闩后的第四脑室底的下极，即CH-PC-OB，该线看来与脑干主轴成直角，测量值约为93°（范围83°～102°，SD3.4）。第二条线连接在上髓帆在脑闩附着处的上部（CH-VI-OB）和CH-PC之间，变化较大，平均85°（范围71°～101°，SD4.4）。

交叉切迹与PC间距离的测量是相当一致的，平均26.23mm（SD1.58）。该测量符合Lang（1987）报道的数据。

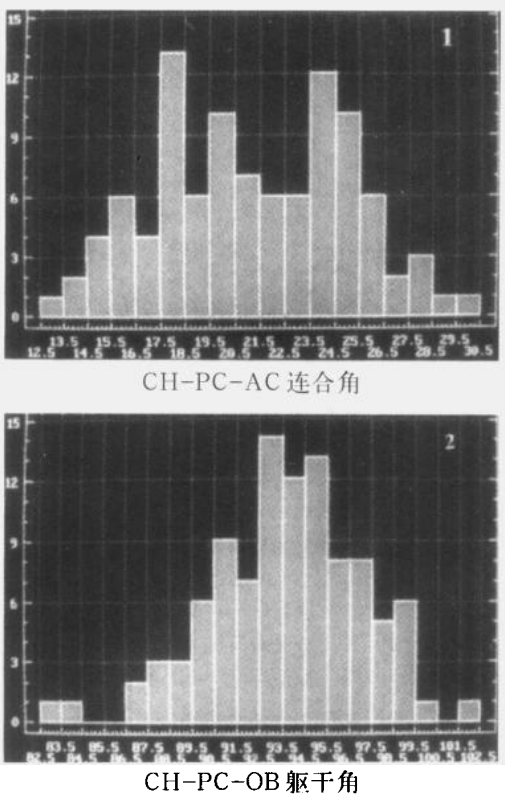


图2.30 交叉-联合（CH-PC）参考平面：生物测量结果

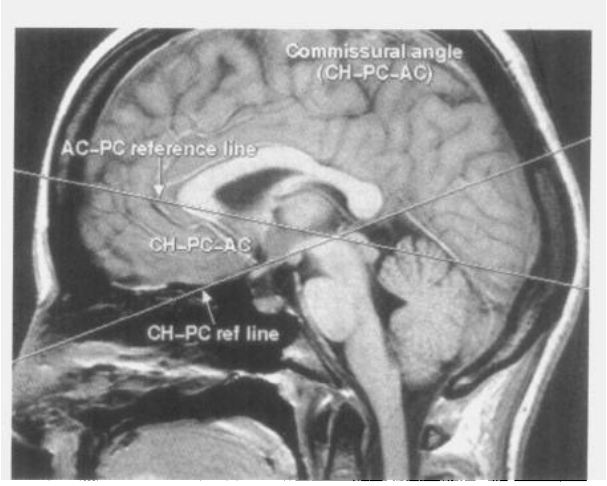


图2.31 连合角（CH-PC-AC）：生物测量结果：平均值（24.26）、中间值（24）、标准差（2.32）、最小值（19）、最大值（30）

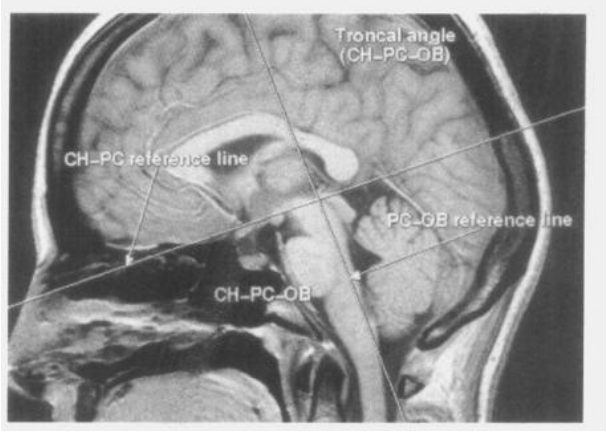


图2.32 躯干角（CH-PC-OB）：生物测量结果：均值（93.7），中间值（94），标准差（3.42），最小值（83），最大值（102）

2 解剖与影像的相关性

对连续MR矢状面比较分析所得出的重要解剖相关性如下所述。首先是CH-PC平面和由外侧沟后支，不包括其终末升段，界定的平面间的近于平行关系。事实上，在连续切面中的平面的外侧投影平行于CH-PC，与颞上沟

接近平行（图2.33）。而且，与CH-PC线平行的脑岛三角上的投影证明是外侧裂的投影。从而“外侧裂平面”能投影到中间平面（图2.33）。

Szikla等通过观察CH-PC-AC角的值（24°）和AC-PC与外侧裂的夹角的度数的一致性，后者平均23-25°，证实了其平行关系。据这些作者的研究，中央沟向“外侧裂”平面的倾斜度平均58°。注意在CH-PC定位中，在脑室上的上部水平切面上，中央沟段大致位于前2/3与后1/3的连接部，与在双连合定位的轴面上所观察到的相反（图2.34）。

因此，选择这条脑参考线用于水平切面的定位是必然的选择，尤其对颞叶的检查，颞上沟接受CH-PC线的侧投影，并可在MR血管造影显示的颈内动脉分叉水平上看到。所以颞外侧沟是沿着其由前向后的长轴显示（图2.33、2.35）。这种定位对外侧裂周围区的研究意义更大，所以对颞平面的比较性评估，及脑优势的研究中所取得的最佳的结果是与该参考线相关的（图2.36）。此外，血管造影中，颞平面的动脉性边缘在视交叉-连合定位像上比双连合平面定位像上显示得更为精确。MR血管造影证实了这种解剖差异（图2.37）。

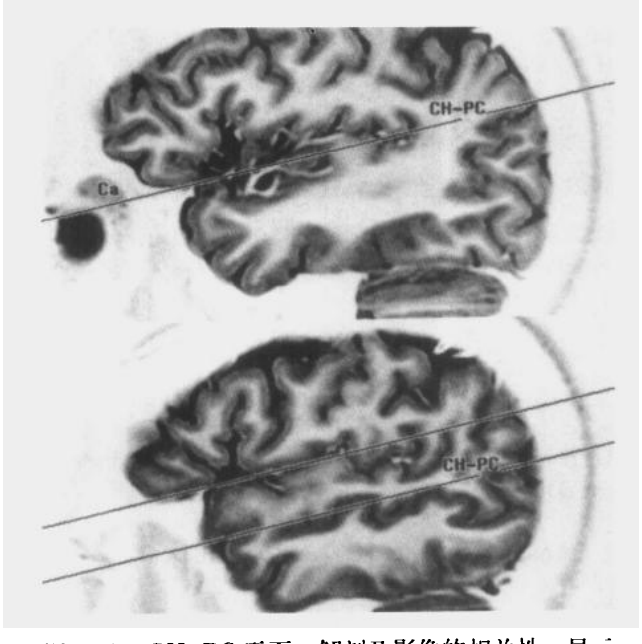


图2.33 CH-PC平面：解剖及影像的相关性，显示投射在矢旁切面上的CH-PC，与平行沟（与CH-PC的侧投射相一致）和深投射到脑岛三角区的外侧裂（Ca）之间的近似平行关系。因此CH-PC平面是颞叶和外侧裂周围区成像的理想的解剖和血管造影参考面

CH-PC与侧脑室颞角的平面是接近平行的并大致与脉络膜裂也近于平行的推论是明显的。因此，CH-PC适用于在其长轴的位置上对海马的研究（图2.38）。另一有趣的平行关系涉及胼胝前部和与它邻近的扣带回（图2.39）。

还应注意的是CH-PC线后延长段的恒定不变的局部解剖，该段在胼胝压部下缘和小脑山顶上界之间通过环池，与顶-枕沟及距状裂的主干平行或交叉（图2.39），因此在大多数情况下距状裂确实可以在CH-PC轴下切面上显示。所以除了枕叶外这一平面将小脑和脑干从大脑的主要部分中分开，如三维MR图像所示（图2.40），枕叶的局部解剖是头颅指数和类型学的函数。CH-PC平面明显地将上面的前脑（端脑和间脑）与下方的中脑和菱脑隔开。因此它具有真正的种系发生学和胚胎学意义。

CH-PC平面在连合-脑门垂直标示平面上的冠状投影是恒定的正切于外侧膝状体上缘（图2.41），在间脑-中脑联合区显示为恒定的局部解剖像，在水平参考平面上显示良好。

最新发现，CH-PC平面几乎垂直于脑干的垂直长轴（图2.42）。因此，脑干在冠面和轴面上的微细结构的解剖和临床的相关性研究是可能而容易的（见第8章）。同时，也有更容易和更为明确的标志用于第四脑室底下方的被盖区及其下方的核群和相关的纤维束。

另一方面，为了开发一种脑活体形态测定法，在初步研究中已对许多与CH-PC和PC-OB线平行的标志做了评估，试图确定形态测量的特性及最终相称的变异，而有助于区别不同个体的脑（图2.43）。所有定义参考平面的平行线是依据正中矢状MR切面上显示的主要解剖界标，并认为与水平的CH-PC参考平面大

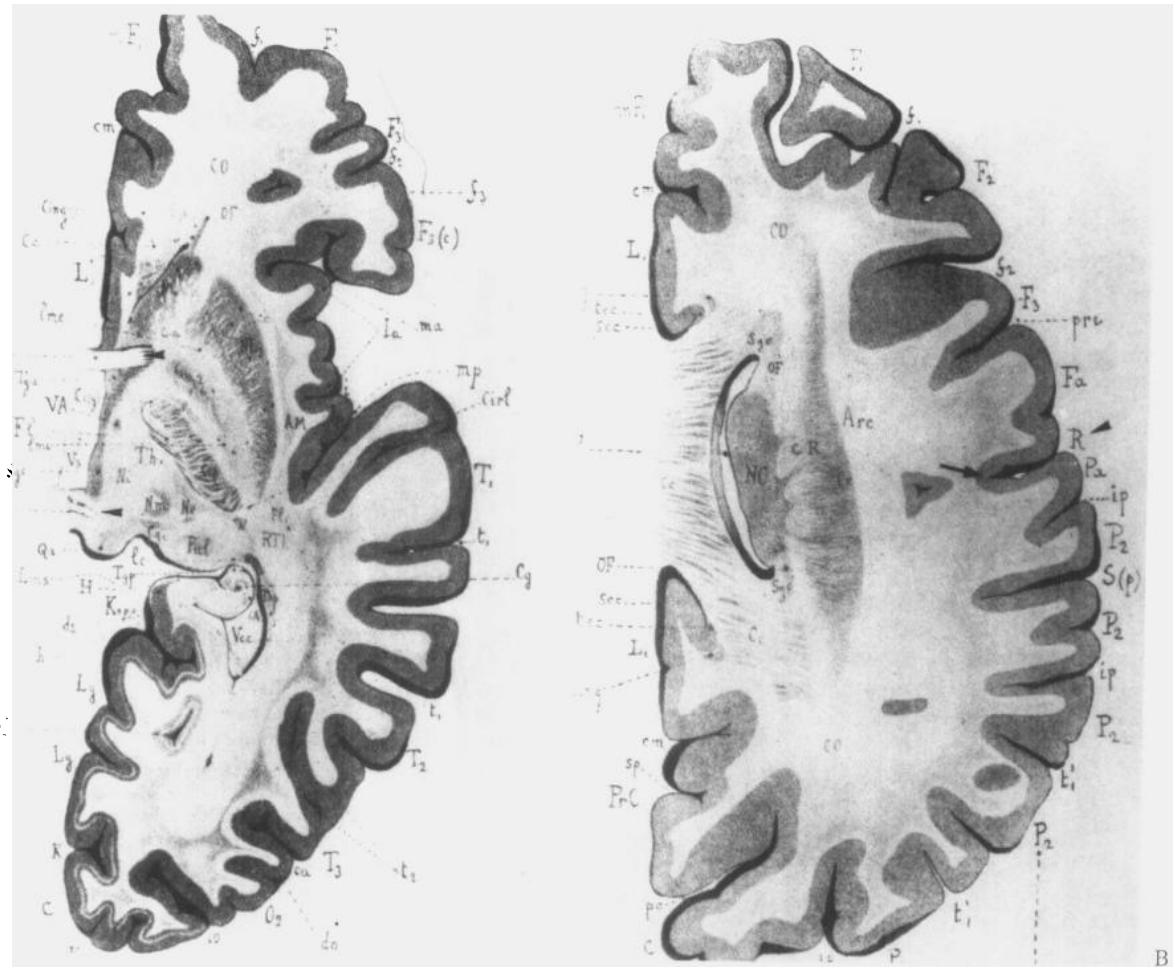


图 2.34A,B　中央沟的局部解剖图：中央沟前后方的差异与所用的轴位参考平面和脑室上切面的关系。A 通过前、后连合和胼胝体（B）的轴面图

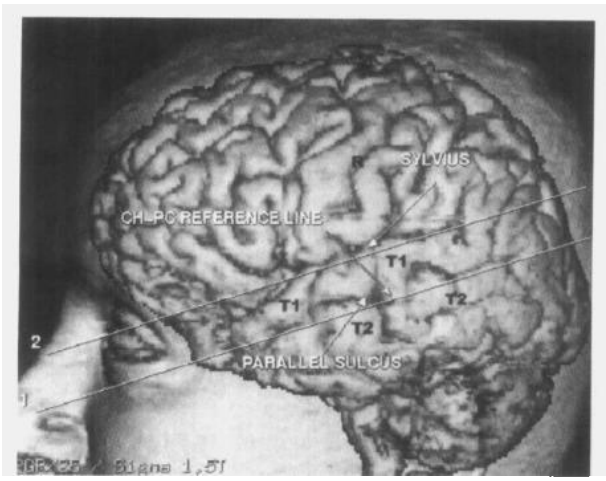
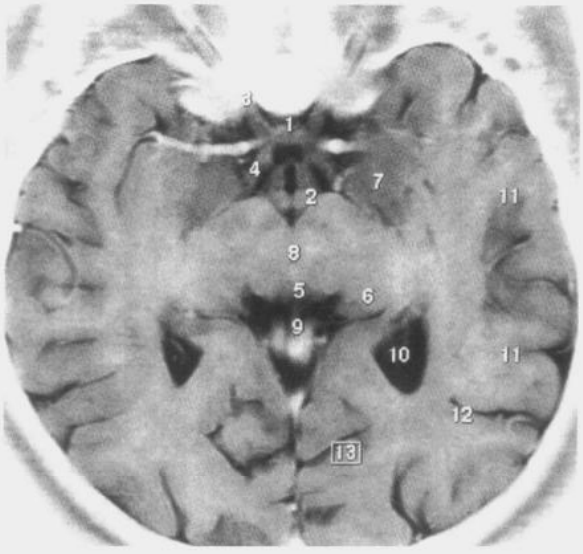


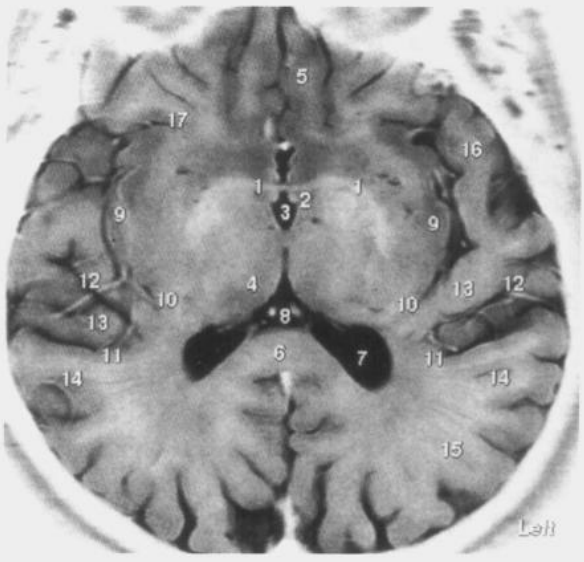
图 2.35　CH-PC 参考平面作为“外侧裂”定位平面，最适合外侧裂周围区和颞叶的研究

致平行而选出的。三个平面分别确定在 CH-PC线两侧的背腹侧，并垂直于PC-OB参考线。

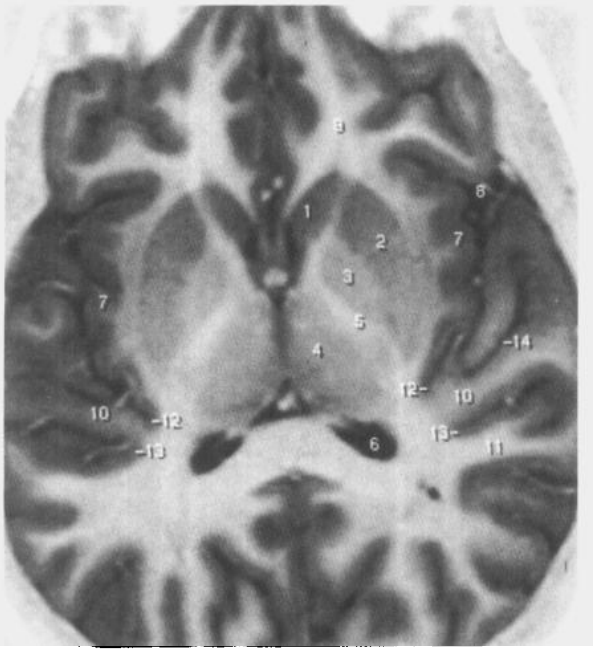
在评估的测量角中，其中的一个值得注意。该角定义为胼胝体底角，由 CH-PC 平面和正切于胼胝基底的切线构成。后者在脑测量研究中的重要性，已为Ariens Kappers在其关于脑的人种差异的论著中所强调。CH-PC-CC 角在活体 MR 像上的角度，经过对 86 项正常检查的统计测定，其平均值为 16.2209°（范围 8°~22°，SD3.3690）。所见的令人关注的解剖学相关性涉及其主要的端脑参考，后者是由 Olivier 等提出的由胼胝体平面界定的。实际上，Olivier的中胼胝体平面也显示出与乳头体



A



B

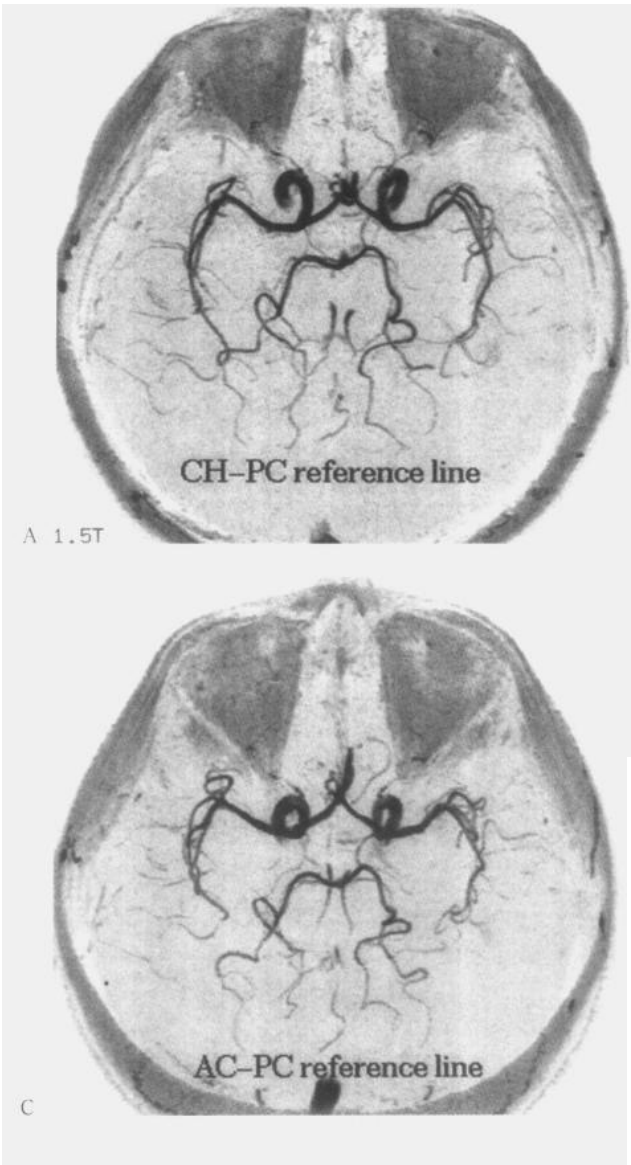


C

、2.36A-C 用CH-PC参考成像的颞平面A 位于CH-PC参考平面水平（病例1）：1、视交叉；2、乳头体；3、视神经的管内段与脑池段；4、视束；5、后连合；6、丘脑后枕；7、杏仁体；8、中脑－丘脑连合；9、环池；10、侧脑室三角区；11、外侧裂；12、平行沟；13、距状沟。B 前连合水平（病例1）：1、前连合；2、穹隆前柱；3、第三脑室；4、丘脑；5、直回；6、胼胝压部；7、侧脑室三角区；8、环池；9、岛叶；10、环形沟后缘；11、颞上横沟；12、颞上中间横沟；13、Heschl脑回（颞上横回）；14、颞平面；15、缘上回；16、颞叶岛盖；17、环沟前缘。C 丘脑中部和基底神经节水平（病例2）：1、尾状核；2、壳核；3、苍白球、外侧部；4、丘脑；5、内囊后肢；6、侧脑室三角区；7、脑岛叶；8、外侧裂；9、额叶；10、Heschl颞上回；11、颞平面；12、环池、后缘；13、颞上横沟；14、中间沟

的某种关系，乳头体在局部测量上是恒定的。并且包含在CH-PC平面内（图2.44）。另外值得注意是解剖的相关性，像投影在矢状旁切面上的涉及海马结构：Olivier指出中胼胝体平面的局部解剖介于杏仁体与海马之间；此外，CH-PC参考平面的投影，在上面大致正切于杏仁体，而海马的尾部穿过岛阈。这种胼胝参考平面和CH-PC平面之间的相互关系看起来很有前景，但仍需进一步的解剖和功能上的评估。

最后，看起来无论是在人类学上还是种系发育上，CH-PC与解剖事实很相符。与神经外科立体定位的AC-PC的恒定成角，与平行沟和外侧裂近乎平行关系，与脑干垂直长轴的垂直关系，这些有助于对活体和固定脑的比较性生物测量分析，以及基于外侧裂定位的脑的



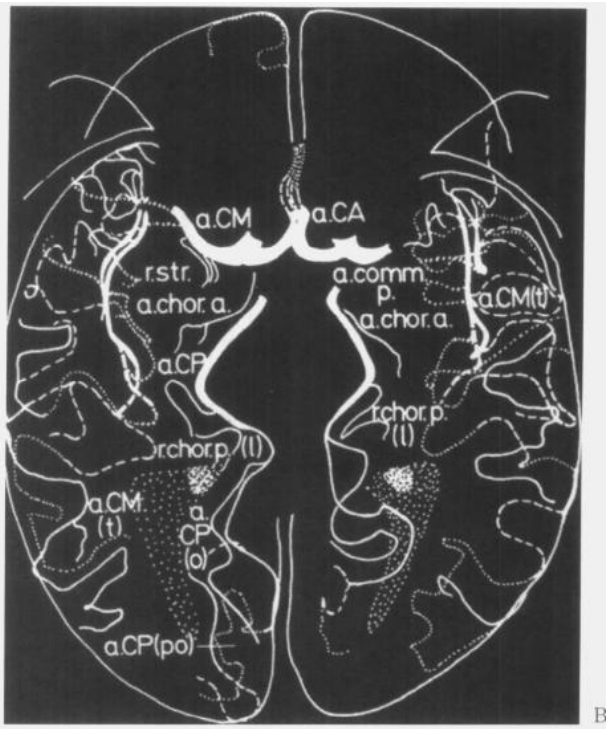


图2.37A-C 用交叉-连合参考平面（CH-PC）定位的MR血管造影，与双连合线（AC-PC）定位（C）相比，更适用于多形式成像和对外侧裂周围区与颞上平面（A）的研究。MR成像结果Cabanis和Iba-Zizen报告的用外侧裂定位的血管造影（B）相近似

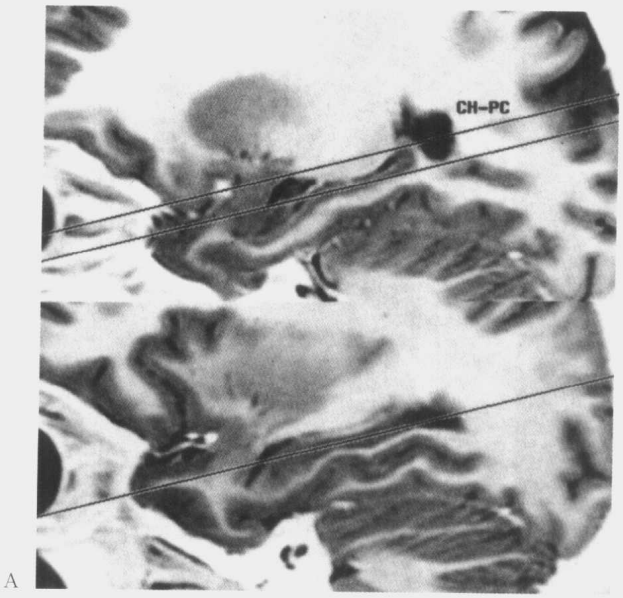
个体发育与种系发育的研究。

F 解剖与生理参考平面

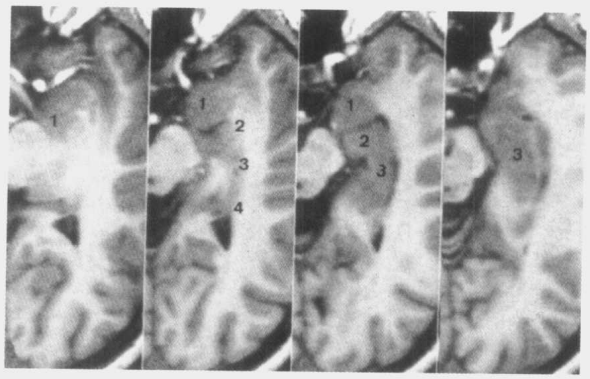
解剖和生理平面主要以“水平前庭平面”为代表。它是由Girard、Perez、Delattre和Fenart所确定的平衡平面，另一个是由Broca描述的“眶轴平面”，该平面与“水平视觉平面”相一致。

1 “水平前庭平面”

在Girard和Perez关于人类迷路直立体之间存在的关系的研究之后，Girard于1923年确定了“水平前庭平面”，即连接两个外侧半规管孔中间的连线，1952年，Saban对此面提出了另一个定义，即该平面通过外侧半规管的壶腹部。以后又开发了以前庭轴为基础的方法，并更为精确地用于比较头颅学领域。有关此项方法在比较解剖学、正牙学和人类古生物



A



B

图2.38A,B　CH-PC平面与侧脑室下角及海马长轴的接近平行关系，见于该参考平面及与其平行的海马结构侧投影上（A）。从CH-PC上部向下连续层厚2mm的轴位切面，显示杏仁体－海马复合体（B）。1，杏仁体；2，头；3，体；4，尾

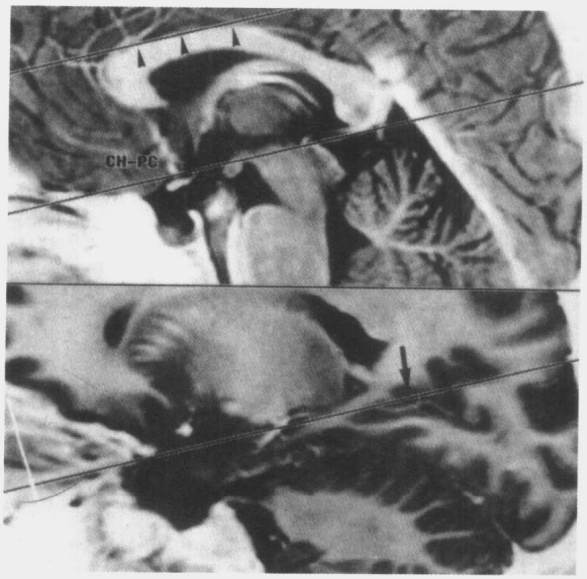
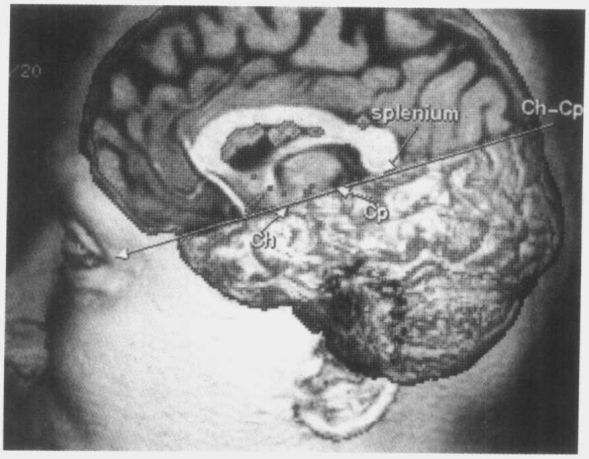
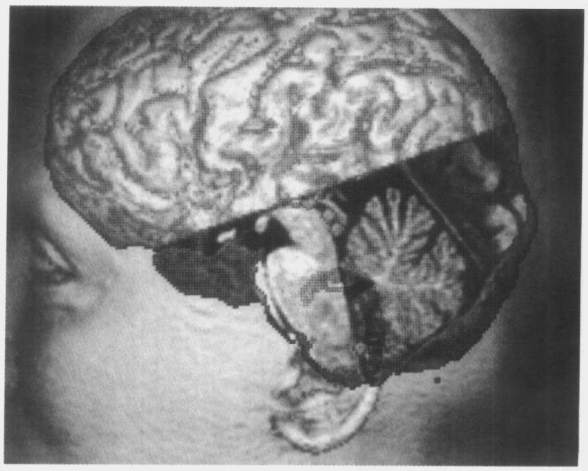


图2.39　CH-PC平面与胼胝体前部和前扣带回（箭头）的接近平行关系。参考平面后延伸部大致平行于顶－枕沟和距状沟的总干（箭标）



A



B

图2.40A,B　视交叉－连合平面，位于中脑－间脑连合部，大致将脑干和小脑与大脑半球的主体分开

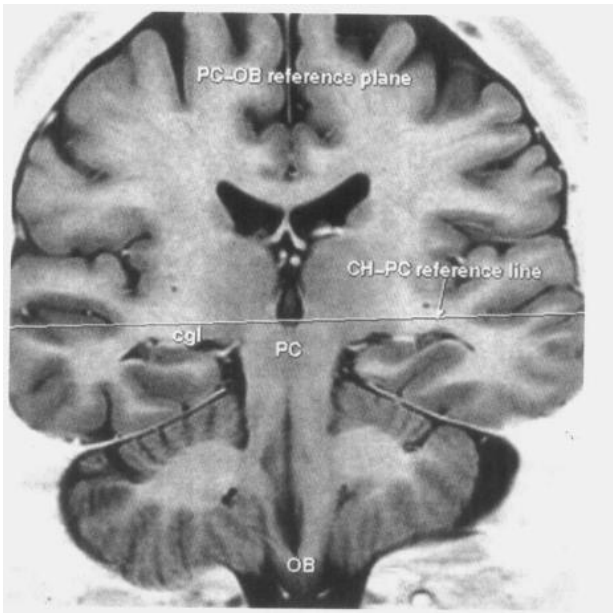


图 2.41　CH-PC 参考平面是中脑－间脑连接处的中枢平面；它在冠状的连合－脑叶（PC-OB）参考平面上的投影，一般与局部测量稳定的外侧膝状体呈正切

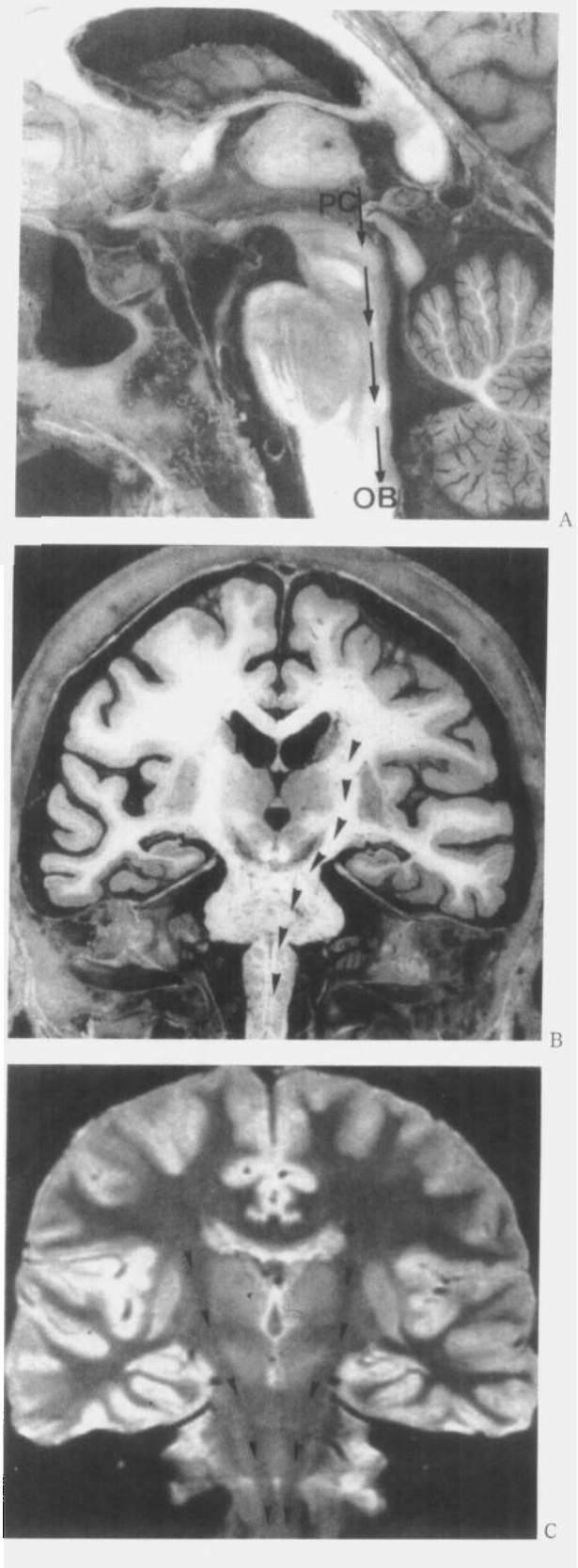


图 2.42A-C　CH-PC 平面几乎垂直于脑干的垂直长轴，PC-OB 参考线（箭标）前方的平行线界定，显示整个脑干间脑的连续。皮质脊髓束在该参考面定位的常规 MR 冠状面上显示良好（箭头）

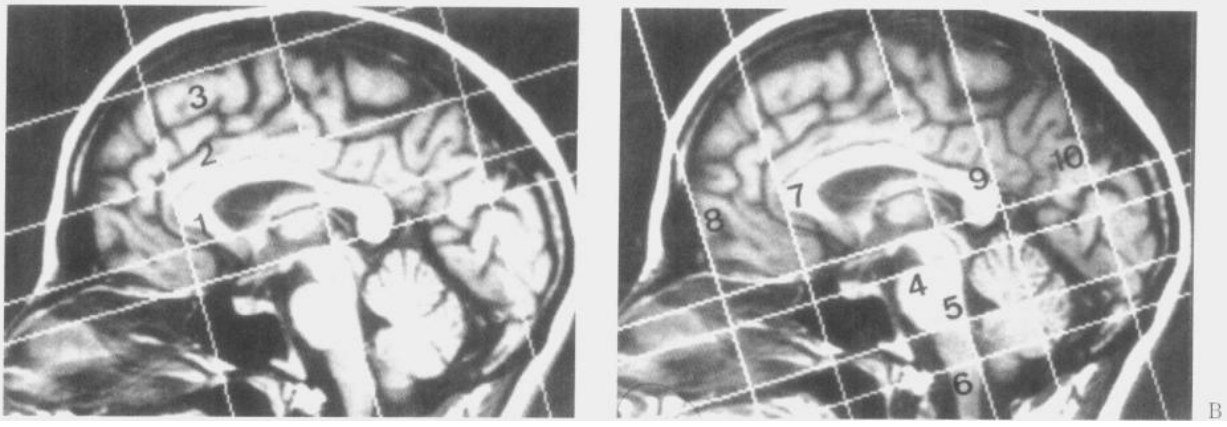


图2.43A,B 基于矩形参考标志的脑形态测量：CH-PC和PC-OB平面，该平面是在对染色体畸变引起的遗传性疾病的患者的脑测量研究中界定的。描绘了与该平面平行的平面：水平的CH-PC上平面，正切于嘴下缘（1）、正切于胼胝体上缘（2）和顶点（3）；水平的CH-PC下平面，通过脑脚间池的尖端和顶盖板的下方（4）、位于桥脑延髓的连合（5）和脑干水平（6）；垂直平面，在PC-OB的前面，正切于胼胝体膝部（7）和额极（8）和在PC-OB的后面，正切于压部（9）并通过枕叶的下缘尖端（10）

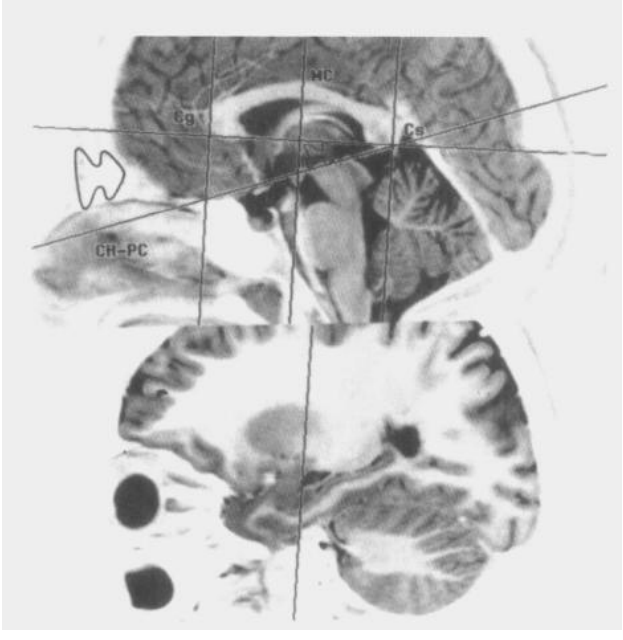


图2.44 胼胝体角（16°），介于视交叉－连合平面（CH-PC）和胼胝体平面（Cg-Cs）之间

学方面的诸多应用已有报道。遗憾的是，这一参考系统在活体定位中的应用有时候非常困难。

另一方面，Caix和Beauvieux提出以眼的上斜肌和半规管为基础的前庭－视觉平面。在人类该肌骨平面是根据下述事实确定的，即上斜肌的方位与外侧半规管同在一个平面内，它的反射腱平行于后管。

2 “眶轴平面”

Broca在其头部投射区的著作中提出“凝视的方向是活人的唯一特性，用以裁定头部的水平位置。当人站立时且他的视轴是水平的，则他处于自然姿势”。他于1873年继续描述了由固定在视神经管内的两颗长针确定的两个眶轴，他认为针的方向通过瞳孔（图2.45）。并认为这是充分近似的水平凝视方向。Broca将他的研究扩展到动物，于1877年将水平平面定义为“在哺乳动物中由动物在水平方向视物时的两条视轴确定的平面”，相当于动物和人的头颅的双眶平面。他还证实，该头颅的方位接近牙槽－髁平面。

Broca逝世一个世纪之后，他提出的视通路水平面的构想被CT所证实。NOP确定了头颅的定位，并确定解剖切面的方向。

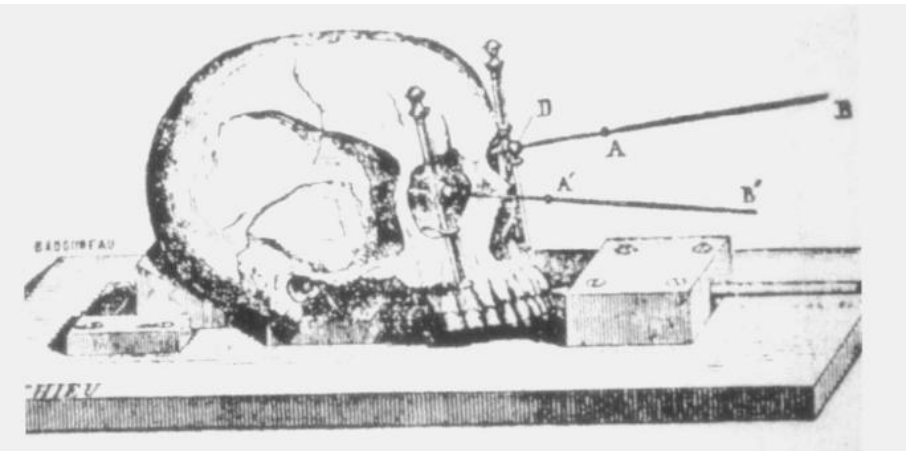


图2.45 “双眶平面”或Broca“视平面”

Le crâne en position sur le craniostat et muni des deux aiguilles orbitaires

III 脑的垂直参考线和平面

基于脑解剖和正中矢状面上的界标的三种参考线仍在应用（图2.46），它们包括用于全脑冠状面研究的标准参考线PC-OB，和另两种已经叙述过的垂直线，该线是以AC和乳头体（MB）为基础的，用于更为限定的解剖区。

A 前连合－乳头体平面

前连合－乳头体垂直参考平面是以AC和MB作为正中矢状界标为基础的。第一条参考线称为连合－乳头体（AC-CM）基线，是由Guiot和Brion确定的，试图更精确地定位苍白球的内侧缘及其前面，以便为帕金森综合征病人完成苍白球切除手术的立体定向。另一方面，接近于前者，是Baulac等最近才报告的。它是以同样的解剖界标为基础，用于前脑基底部的成像。

这些垂直参考线和平面在实际成像中有某种程度的差别（图2.37）。Guiot和Brion把用于内侧苍白球立体定位的平面定义为与AC后缘呈正切并通过乳头体前切迹的直线（图2.47）。该平面接近PC-OB平面，明显不同于定义为连接AC中心和MB中心的CA-CM线（图2.48）。

1 连合－乳头体参考线

在这种脑定位的过程中，按照作者的重要研究，我们在常规工作中，应用以PC-OB线定位的冠状面MR成像，证实了穹窿前柱在CA-CM线后1.5mm处自AC水平垂直于乳头前切迹水平。

Guiot和Brion提出，该参考线构成内侧苍白球的前界且更为准确地构成其内侧顶端边界。对25例测量的结果，这两个界标之间的距离平均为9.6mm（8.5～11.5mm），其长度非常恒定。其他值得关注的解剖上的发现涉及视束的局部解剖，它似乎沿着与苍白球基底部大致平行的路线从其视交叉的起点延伸至MB水平。视束从苍白球基底部分离约2mm。这种关系在某种程度上解释了视交叉与视束通常呈“X形”，见于CA-CM线的垂直面邻近的CH-PC线上。

CA-CM线显示与苍白球内侧尖端呈恒定的局部解剖关系，苍白球由于其与苍白球离心

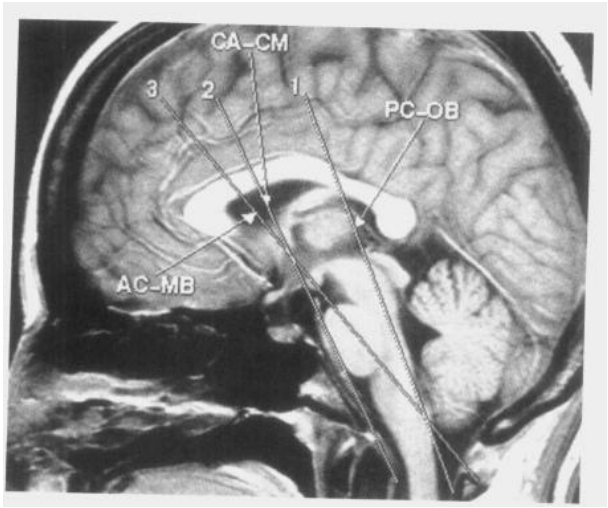


图2.46 脑垂直参考线和参考平面：1、PC-OB：连合－脑闩平面；2、CA-CM：连合－乳头体平面；3、AC-MB：连合－乳头体平面

束和豆状束的内在关系而难于作出解剖定位。在MRI上如图像对比分辨率不好也同样会存在困难。

考虑到使用这条参考线显示的主要解剖相关性，它能够用于脑成像以显示基底神经节，其结果与应用PC-OB参考线所显示的近似（见10. Ⅳ部分）。因此，当病变累及脑干（PC和OB）的任何界标时，即能用此参考线做冠状面脑成像。

2 连合－乳头体平面

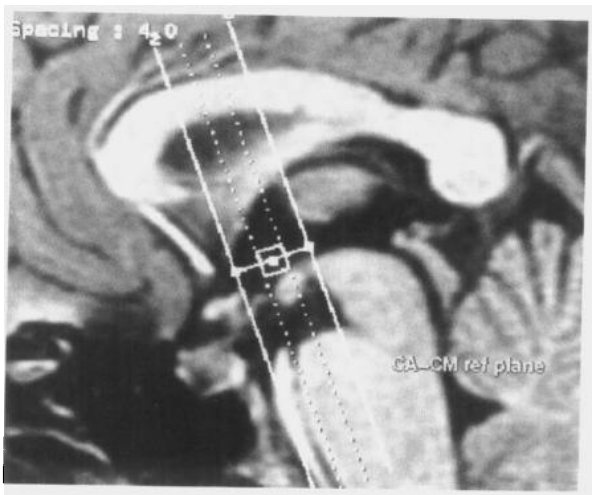
连合－乳头体平面的斜度与前者很不相同，尽管它也是基于同样的解剖结构，但它是连接AC和MB的中心，Baulac等报道这在解剖和MR切面上是明显的（图2.48）。

这一平面用于显示前脑的前部或基底部的结构，从腹侧到背侧：透明隔、隔核、AC、穹窿前柱和投射在脚间凹的MB，注意该斜平面比CA-CM线更向前倾斜，显然它与PC-OB平面更为平行，并正切于AC的后缘（图2.49）。值得注意的是，这些结果与Naidich等对AC的解剖研究所获得的结果是相似的，认为它是重要的界标，至少在矢状切面上是如此，这些作者认为后者的结构在与OM线倾斜20°～25°的斜轴面上显示良好。

这两种定位方法都能够自内侧向外侧很好地显示无名质及前穿通质，在AC下方容易看到。注意用连合－乳头体定位时AC的外侧颞支能在一张切面上显示，其外侧的范围在PC-OB定位的冠状面上位于苍白球外侧。

前连合平面，平行于PC-OB标示平面，可看成是腹侧纹状体前部的垂直界限，而CA-CM平面，则较倾斜地界定其嘴尾侧的范围。在以Reichert无名质的研究中，特别是在阿尔茨海默病（老年性痴呆）和阿尔茨海默型的各种痴呆综合征中的Meynert基底核的研究为目的容积测量中，这些界标都是有用的。

用于可能并发于所谓锥体束外疾病的认知和健忘综合征的更为广泛的区域性研究方法，将会在垂直的PC-OB参考线定位的连续平行切面上做更为有效和全面的评估。这将覆盖从AC到MB的前－后范围，涉及杏仁体或更大范围地从视交叉切迹平面至少到PC水平（或后胼胝体平面），包括海马结构和AC前面的伏隔核复合体（见无名隔和杏仁体－海马结构的区域成像，第6章及PC-OB定位的概要图谱，第10章Ⅲ）。



A

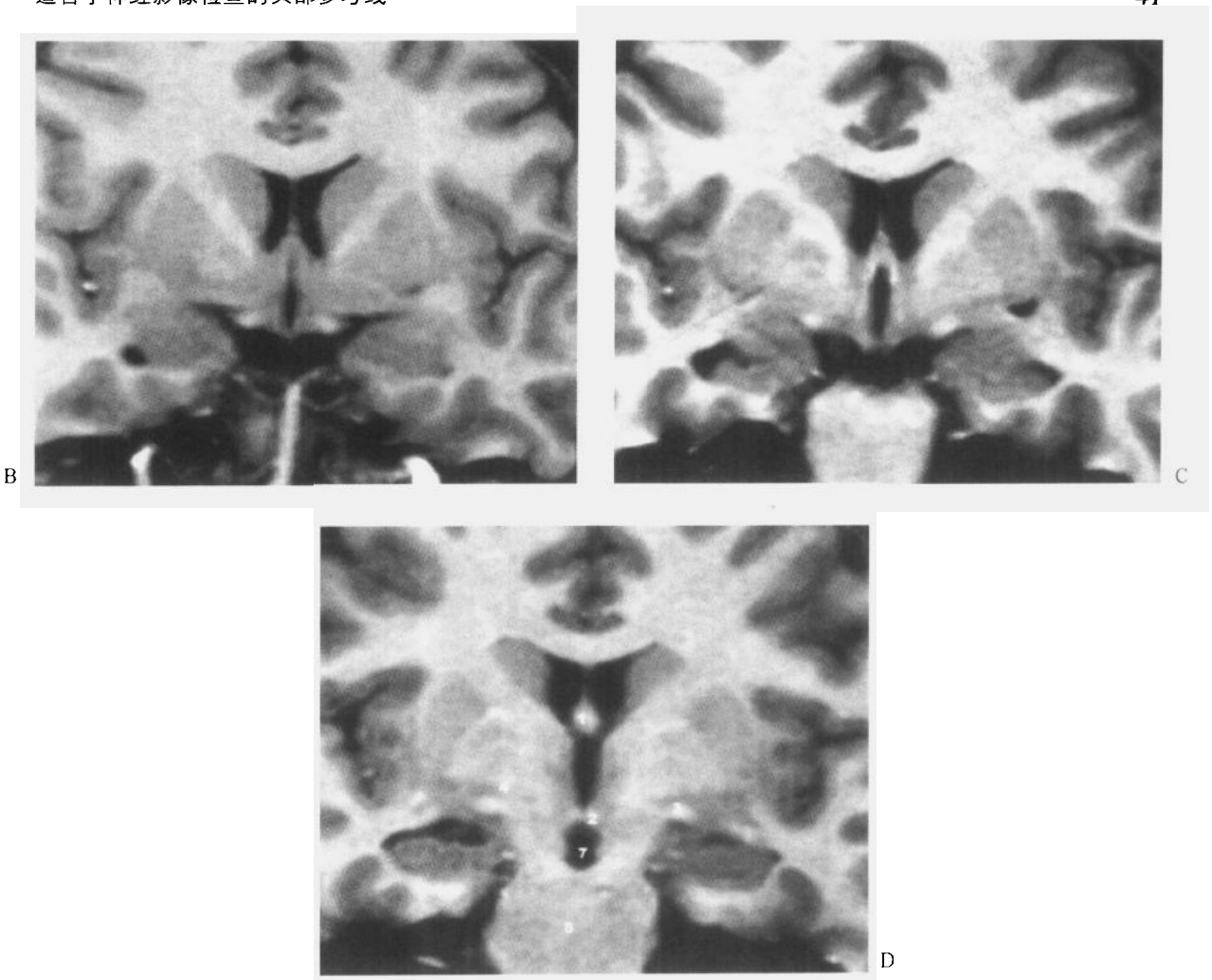


图 2.47A-D Guiot 和Brion CA-CM 平面：定义为与前连合的后缘相切，并通过前乳头前切迹的直线。这个参考线界定内侧苍白球的内侧顶端，大致平行于PC-OB参考平面，因此可用于基底神经节或视束甚至海马局部成像。1、穹窿前柱；2、乳头体；3、脚周视束；4、内侧苍白球顶；5、脑桥；6、延髓；7、脚间池

B 连合－脑门参考平面

连合－脑门参考线定义为与PC前缘相切，并延伸至OB后第四脑室底部的翮的下极的直线。我们认为这一头定位参考线是脑干主要垂直轴，并与CH-PC水平线垂直，正如以前所证实的。在矢状面上，这条线形成冠状平面，包括沿脑干垂直轴的切面（图 2.46）。

1 生物测量结果

两条垂直参考线的确定是基于在正中矢状平面上所见的解剖结构，该线能代表脑干垂直轴。如果需要，这两条参考线是可靠的，在随访检查中作出再现校准。第一条线称PC-OB线，与AC的前缘相切，并向上方延伸至OB后的第四脑室底的下缘，而且在前面与OB相切。

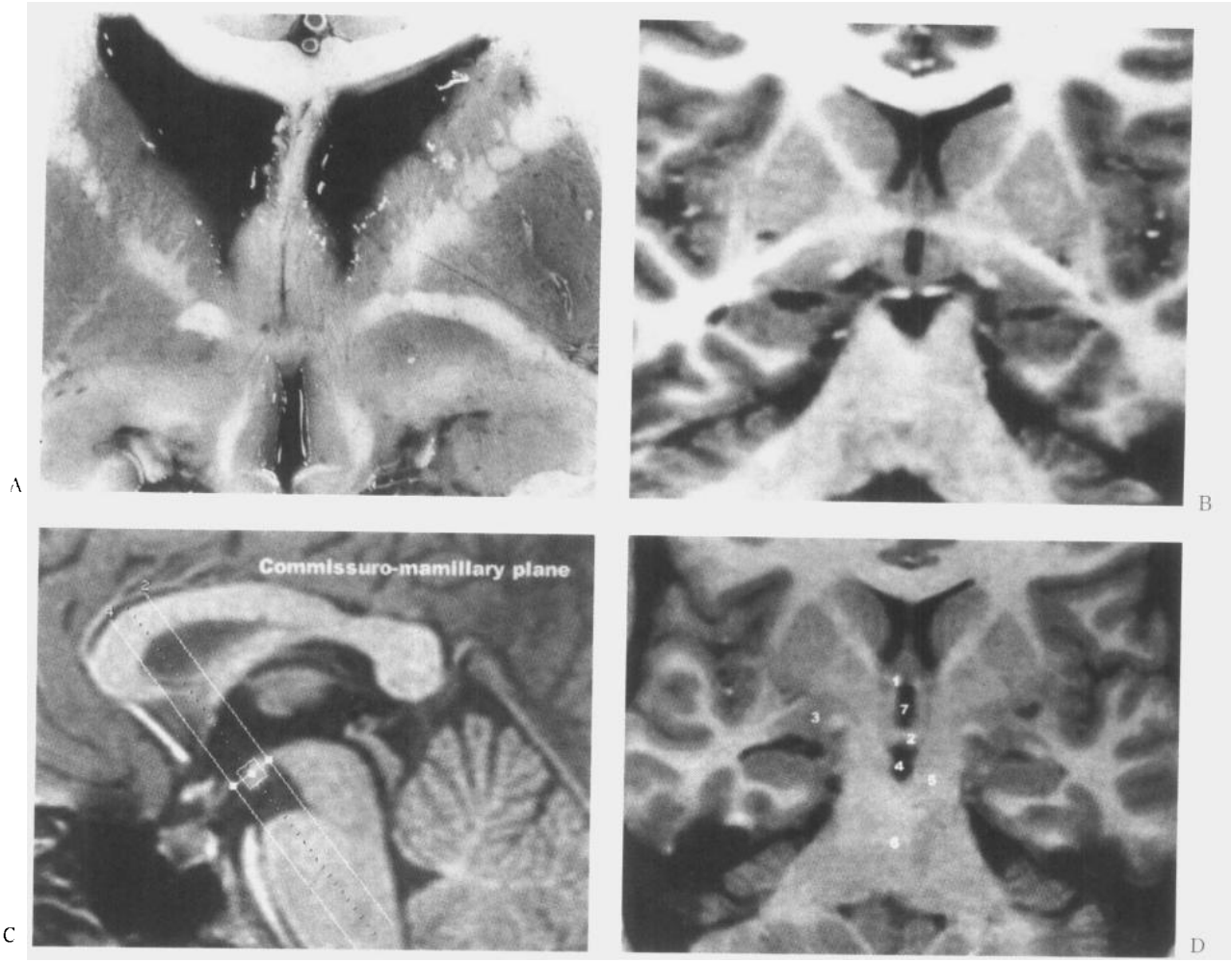


图2.48A-D　连合-乳头体平面定义为前连合中心和乳头的连接，被推荐为适合前脑基底部成像的参考线，MR层厚2mm，T1加权，三维重建。1、前连合；2、乳头体；3、前脑基底部的前部；4、脚间池；5、大脑脚；6、脑桥；7、第三脑室

第二条线称VI-OB线，自上髓帆在上髓帆系带上的附着点的上部连接到OB，并在后面与OB相切。这两条线截断水平的CH-PC线，并与其形成两个角，分别是CH-PC-OB角和CH-VI-OB角。

这两个躯干角在100例活体MR检查中做了测量和统计学评估。CH-PC-OB角与脑干主轴成直角，为93.7°（范围83°~102°，SD3.421）。CH-VI-OB角显示变化较大，平均85.54°（范围71°~101°，SD4.411）。这两条线形成约8°的角。前者被保留为脑干垂直轴，大致垂直于CH-PC平面，作为脑冠状切面的参考线。

2　解剖与影像的相关性

PC-OB参考线在正中矢状面上横断，PC-OB参考平面外侧包括外侧膝状体（图2.50）。外侧膝状体同内侧者一样，在局部解剖测量和容积测量上是恒定的，据Delmas和Pertuiset报道，在个体间无显著统计学差异。它们构成这条垂直参考线的外侧界标，水平CH-PC线正切投影在它们的上面。

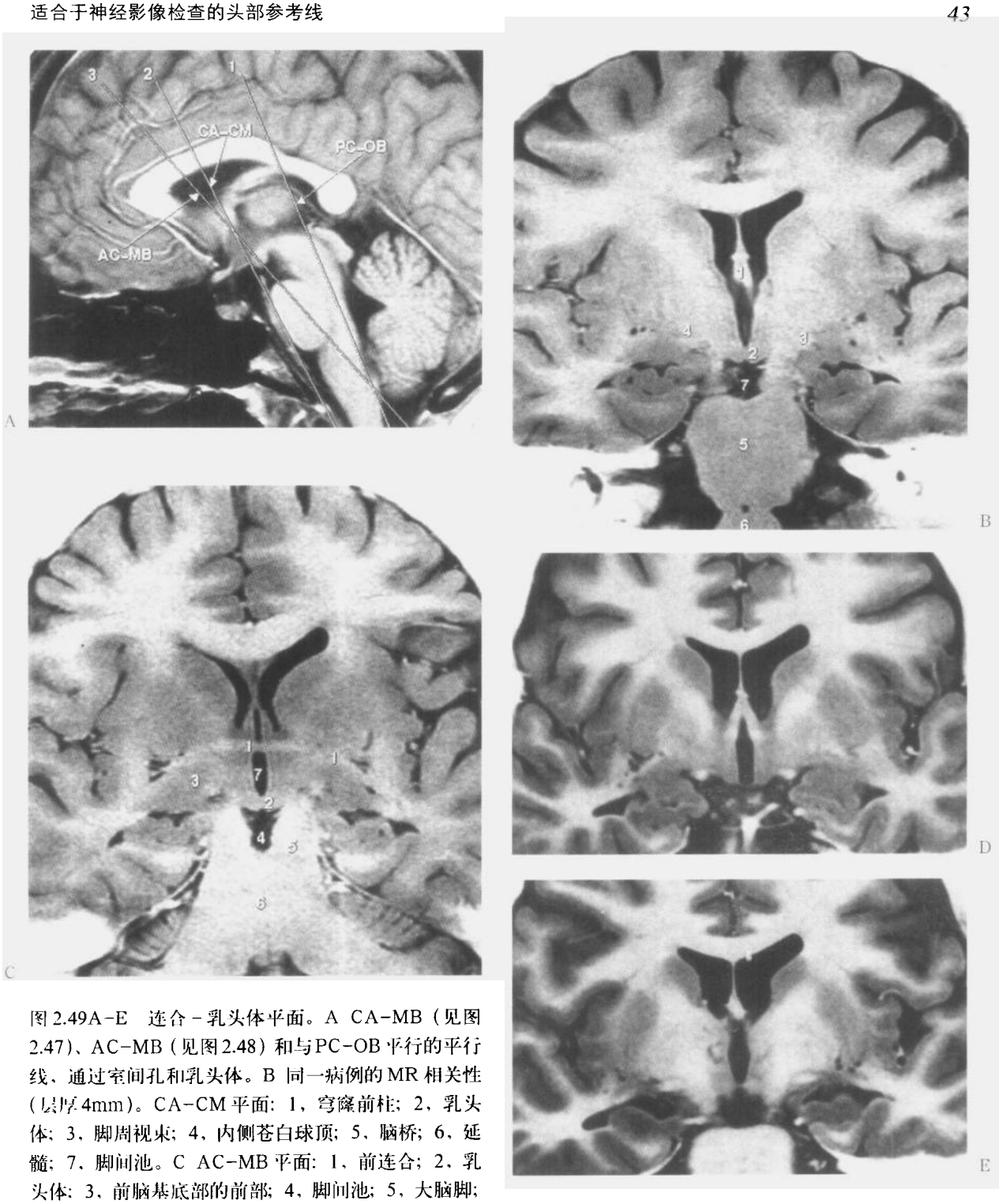


图2.49A-E 连合-乳头体平面。A CA-MB（见图2.47）、AC-MB（见图2.48）和与PC-OB平行的平行线，通过室间孔和乳头体。B 同一病例的MR相关性（层厚4mm）。CA-CM平面：1，穹窿前柱；2，乳头体；3，脚周视束；4，内侧苍白球顶；5，脑桥；6，延髓；7，脚间池。C AC-MB平面：1，前连合；2，乳头体；3，前脑基底部的前部；4，脚间池；5，大脑脚；6，脑桥；7，第三脑室。D，E 与PC-OB参考平面平行的平行线，通过前连合和穹窿前柱（D），并通过室间孔和乳头体后切迹（E）

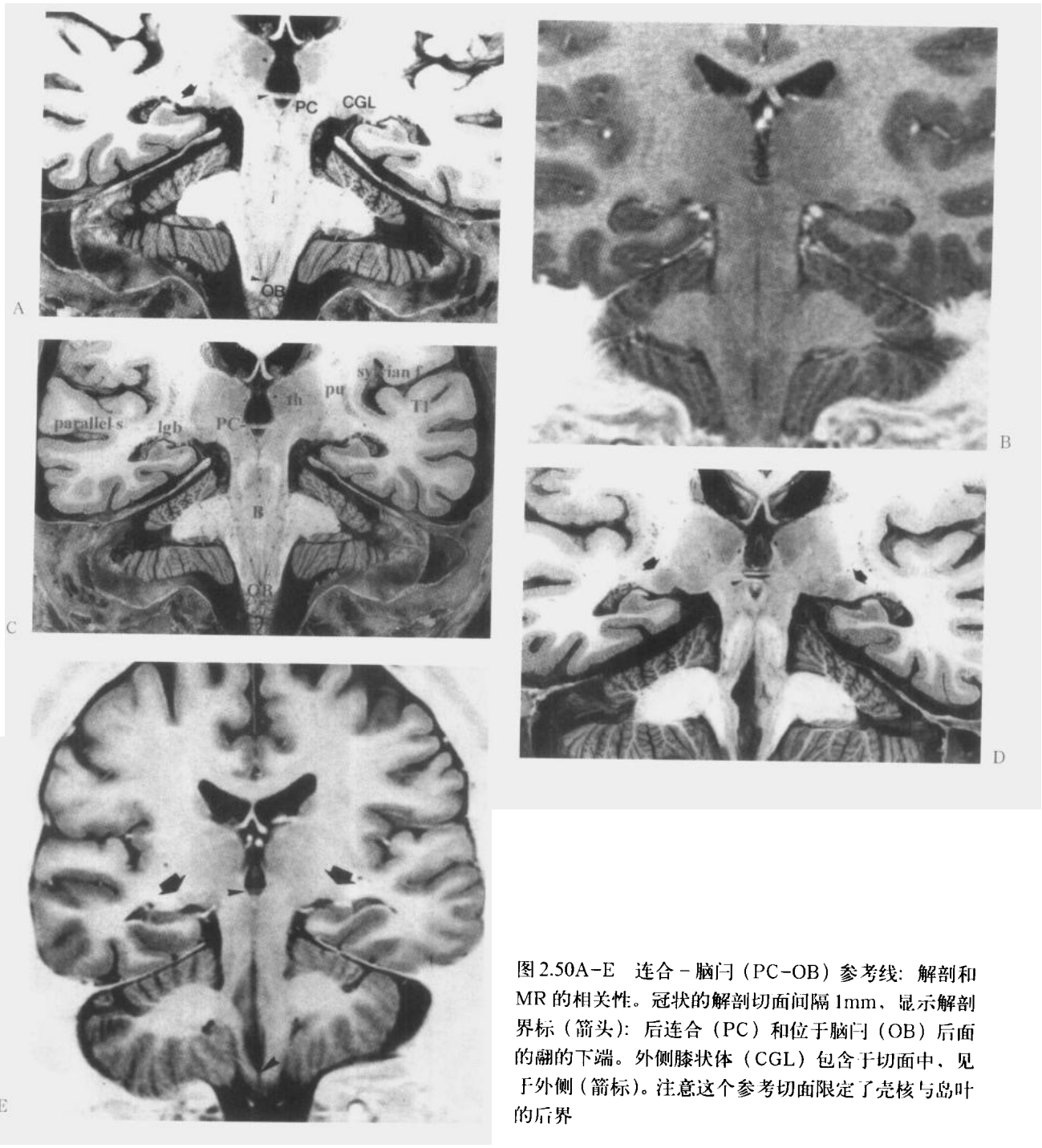


图 2.50A–E　连合 – 脑闩（PC–OB）参考线：解剖和 MR 的相关性。冠状的解剖切面间隔 1mm，显示解剖界标（箭头）：后连合（PC）和位于脑闩（OB）后面的翻的下端。外侧膝状体（CGL）包含于切面中，见于外侧（箭标）。注意这个参考切面限定了壳核与岛叶的后界

令人关注的是，该平面的方位大致平行于种系发育过程所保留的内侧纵束的方向，容易在正中矢状切面上看到（图 2.51）。注意这些束见于第四脑室底下方，贯穿于整个脑干，并在 PC 内部分地交叉，是该参考平面的上界标。

上述的切片定位使我们能够沿脑干的垂直长轴对其进行研究。在其交叉水平，显示两条皮质脊髓束自中脑 – 间脑连合部到延髓下部。

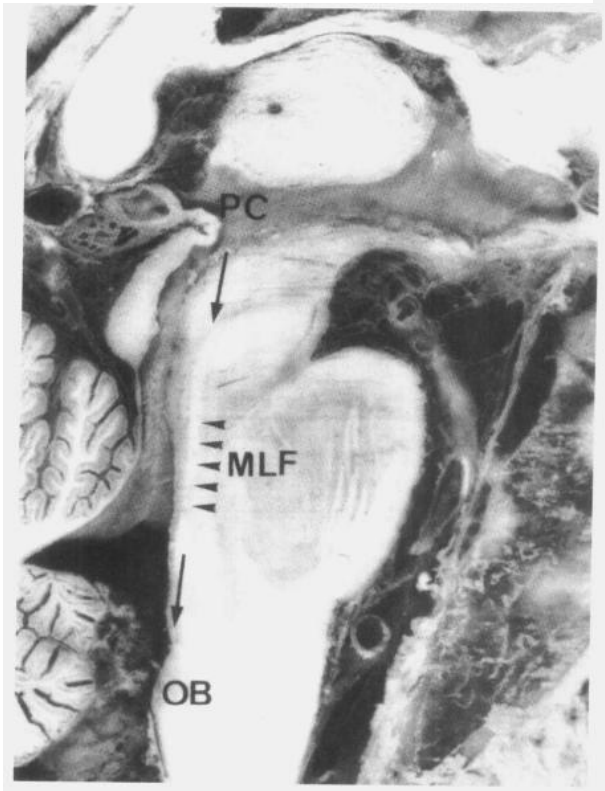


图 2.51　PC-OB 平面大致沿矢状面上的内侧纵束（MLF）的方向（箭头）

它们在正常及变性或脱髓鞘疾病状态下都能在T2加权的MRI图像上很好地显示（图2.52）。这一定位不同于垂直于AC-PC平面和胼胝体平面的定位，它的定位方向近似于脑内皮质脊髓束的通路。

另一重要的平行关系是室间孔-乳头体平面或切面，它平行于PC-OB线，并包含室间孔和MB，两者都与高度恒定的解剖结构相一致。这一平面可被保留下来用于成像，作为供选用的前部界标（图2.53）。Delmas和Pertuiset证实MB的局部测量稳定性实际上与室间孔的个体发育有关。这一平面构成脑干切面的前界和横过丘脑的界限（见第10章）。

该参考平面与CH-PC平面的垂直关系，说明其在颞叶研究中的高度精确性。颞极事实上通常包含在与胼胝体膝相切的平面（前胼胝体平面CCg）和扣带沟"膝"（前扣带平面CSa）之间、包含颞极顶端。向后延伸的部分，即后胼胝体平面（CCs）是与胼胝体压部相切的平面。这两个限定平面都平行于PC-OB参考线。

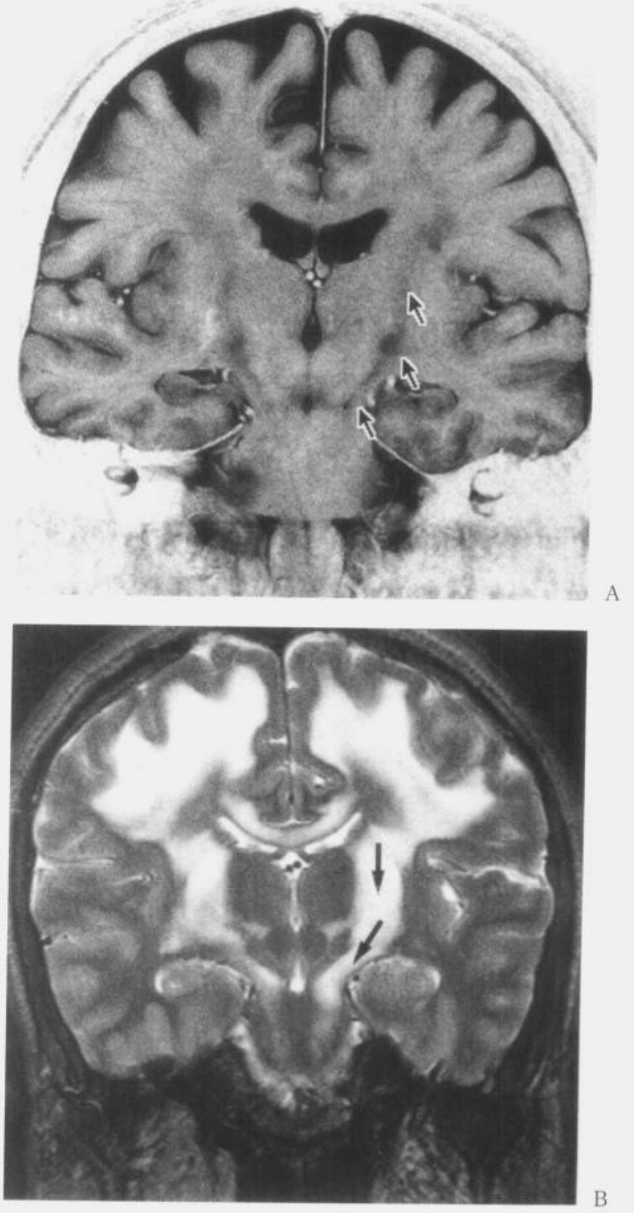


图 2.52A,B　PC-OB 平面大致平行于皮质脊髓通道，从中脑-间脑连合到脊髓交叉水平均可显示。见于皮质脊髓通道中毒性变性的患者的平行于PC-OB的MR冠状切面（A）上，并与双连合平面（B）的垂直面相比较

这一后部平面通过位于半球内侧面的扣带

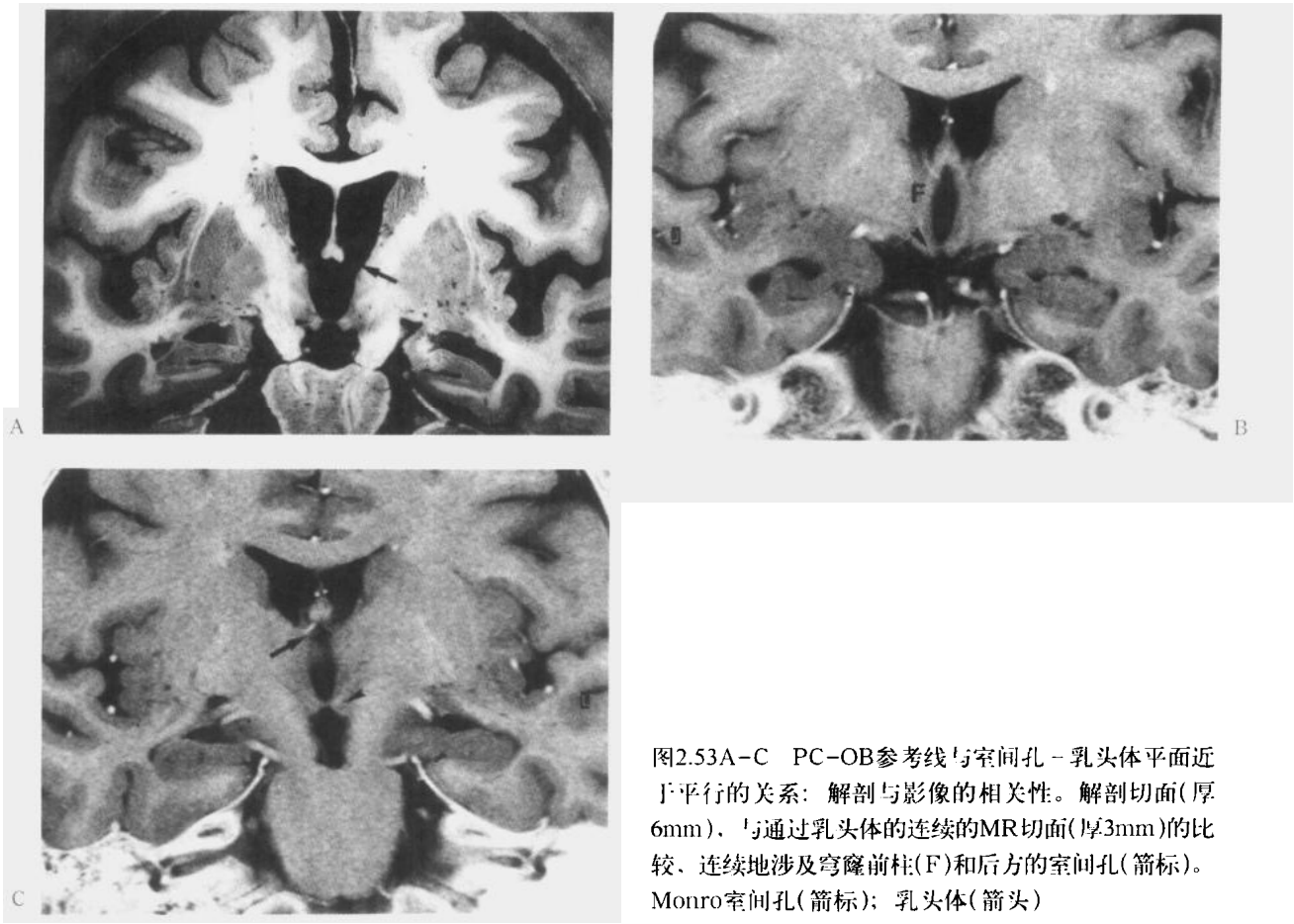


图2.53A-C PC-OB参考线与室间孔-乳头体平面近于平行的关系：解剖与影像的相关性。解剖切面(厚6mm)，与通过乳头体的连续的MR切面(厚3mm)的比较，连续地涉及穹窿前柱(F)和后方的室间孔(箭标)。Monro室间孔(箭标)；乳头体(箭头)

沟-缘支的上部的弯曲和大致位于半球的外侧面的外侧裂升支起始区邻近。这后一平面可认为是颞叶与外侧裂下方的顶-枕叶的后缘。

颞极的后界主观地界定为与胼胝体膝相切的平面，前方大致通过平行沟前界。

从CCg或CSa前方的界面到CCs的冠状切面（图2.54），能最好地评估颞回和颞沟。这是由于它们前后的大致平行关系和位于大脑半球外侧下内面的侧脑室颞角周围的外侧裂的方向。因此沿颞枕角外部向外侧走行的视辐射在白质中心部能很好地显示，主要是用在质子密度或STIR序列的图像上。在手术前的计划中，也可以评估其与前颞极或颞叶肿物的关系。外侧裂上回也可以从这项切面定位技术得到帮助，这是因为邻近的某些脑沟如额下沟的平行

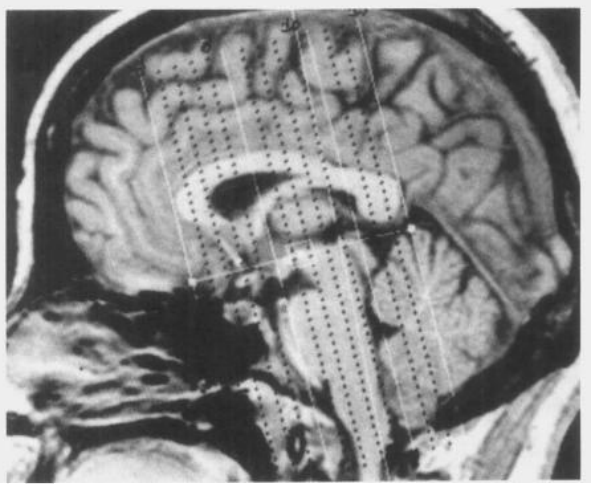


图2.54 根据连合-脑干（PC-OB）脑干参考平面，显示颞叶的冠面成像草案

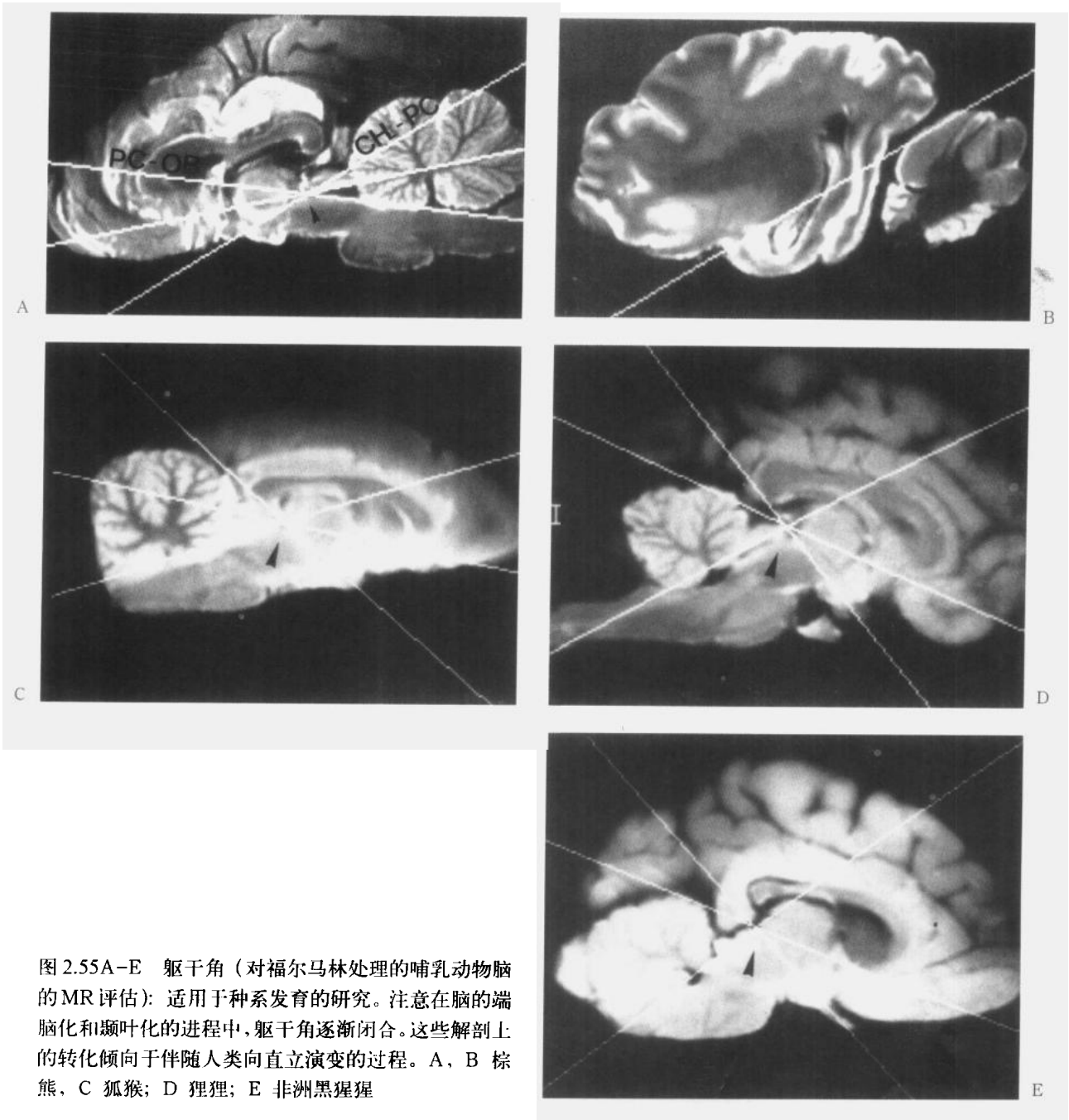


图 2.55A–E　躯干角（对福尔马林处理的哺乳动物脑的MR评估）：适用于种系发育的研究。注意在脑的端脑化和颞叶化的进程中，躯干角逐渐闭合。这些解剖上的转化倾向于伴随人类向直立演变的过程。A，B 棕熊，C 狐猴；D 狸狸；E 非洲黑猩猩

关系。

基于临床和病理基础，这一参考平面可用于检查退行性萎缩性病变，如那些与痴呆综合征或精神发育迟缓有关的疾病。这一平面对颞叶癫痫检查的精确度是明显的，因为它可以在与颞叶前－后轴垂直的切面上直接评估颞叶正中区、颞皮质和颞叶。这在 Tamraz 等的摘要性图谱里的连续性切面上，已得到很好地证实。海马结构沿其总体的长轴做垂直切面。其结果在某种程度上接近 Duvernoy 所做的海马冠状解剖切面。

在比较解剖学的基础上，以所有脊椎动物

上的连合界标为基础的PC-OB和CH-PC参考线，很容易用于对灵长类动物或其他低级哺乳动物系统发育的MR成像研究中（图2.55）。这些参考线也可用于比较解剖学的生体或实验性研究。例如，为了分析伴发于动物向站立位演化的同时，在端脑化的种系发生过程所完成的重要解剖学转化，我们应用这些参考标志对灵长类和其他哺乳动物进行脑的定性研究。我们考虑了由Ariens Kappers命名且闻名的修正后的“躯干角”，而用先前界定的CH-PC-OB角将其取代。这个角，在低等哺乳动物中是向上开放的，而在灵长类动物有逐渐向下开放的趋势，直到人类的90°角。这种转化，与躯干角的进行性关闭相一致，并且与脑半球的旋转有关。致使颞叶自后向前颞叶移位，脑干围绕横轴旋转并进行垂直化。这一过程可以解释CH-PC平面通过的间脑－中脑的弯曲伴 随脑半球的时间演变过程。所有这些个体发育和种系发育的变型都可能与人类获得的站立有关。

参考文献

Aeby C (1862) Eine neue Methode zur Bestimmung der Schädelform von Menschen und Saugetieren. Westermann, Braunschweig

Amador LV, Blundell JE, Wahren W (1959) Description of coordinates of the deep structures. In: Schaltenbrand G, Bailey P (eds) Introduction to stereotaxis with an atlas of the human brain, vol 1. Thieme, Stuttgart pp 16–28

Ariens Kappers CU (1947)Anatomie comparée du système nerveux. Masson, Paris (with the collaboration of E.H. Strasburger)

Ariens Kappers CU, Huber GC, Crosby EC (1936) Comparative anatomy of the central nervous system of vertebrates, including man, vol 1 and 2. Macmillan, New York

Ariens Kappers CU, Huber GC, Grosby EC (1967) The comparative anatomy of the nervous system of vertebrates, including man, vol III. Hafner, New York

Baulac M, Iba Zizen MT, Granat O, Lehericy S, Vitte E, Signoret JL, Cabanis EA (1990) The commissuro-mamillary plane in MRI of the brain. Surg Radiol Anat 12:299–301

Barclay J (1803) A new anatomical nomenclature relating to the terms which are expressive of position and aspect in the animal system. Ross and Blackwood, Edinburgh

Beauvieux J (1934) Recherces anatomiques sur les canaux semi-circulaires des vertébrés. Thèse médecine, Bordeaux

Bell C (1805) Essay on the anatomy of expression in painting. London

Bell C (1806) The anatomy and philosophy of expression as connected with the fine arts. London

Bergvall U, Rumeau C, Van Bunnen Y, Corbaz JM, Morel M (1988) External references of the bicommissural plane. In: Gouaze A, Salamon G (eds) Brain anatomy and magnetic resonance imaging. Springer, Berlin Heidelberg New York, pp 2–11

Bjork A (1947) The face and profile. Svensk Tandl Tidskr 40:5

Blumenbach JF (1795) De generis humani varietate natura, 3rd edn. Thesis, Göttingen

Brégeat P, Cabanis EA, Iba-Zizen MT, Tamraz J, Stoffels C, Alfonso JM, Lopez A, Le Bihan D (1986) Nerf optique et Résonance magnétique. Bull Soc Ophthalmol France 5:86

Broca P (1862) Sur les projections de la tête, et sur le nouveau procédé de céphalométrie. Bull Soc Anthropol Paris 3(1):514–544

Broca P (1872) Sur la direction du trou occipital. Description du niveau occipital et du goniomètre occipital. Bull Soc Anthropol Paris 7(2):649–668

Broca P (1873) Nouvelles recherches sur le plan horizontal de la tête et sur le degré d'inclinaison des divers plans crâniens. Bull Soc Anthropol Paris 8(2):542–563

Broca P (1877) Sur l'angle orbito-occipital. Bull Soc Anthropol Paris 12(2):325–333

Busk G (1861) Observations on a systematic mode of craniometry. Trans Ethnol Soc London 1:341–348

Cabanis EA, Salvolini U, Radallec A, Menichelli F, Pasquini U, Bonnin P (1978) Computed tomography of the optic nerve, part II. Size and shape modifications in papilledema. J Comput Assist Tomogr 2:150–155

Cabanis EA, Haut J, Iba-Zizen MT (1980) Exopthtalmométrie tomodensitométrique et biométrie TDM oculo-orbitaire. Bull Soc Ophthalmol 80:63–66

Cabanis EA, Pineau H, Iba-Zizen MT, Coin JL, Newman N, Salvolini U (1981) CT scanning in the 'neuro-ocular plane': the optic pathways as a 'new' cephalic plane. Neuro-ophthalmology, vol 1(4). Aeolus, Amsterdam, pp 237–252

Cabanis EA, Iba-Zizen MT, Pineau H, Tamraz J et al (1982) Le plan neuro-oculaire (PNO) en tomodensitométrie (TDM ou scanner RX), détermination d'un “nouveau” plan horizontal de référence céphalique orienté selon les voies visuelles, the neuro-ocular plane (NOP) A new horizontal cephalic reference determined with CT by the optic pathways. Biometr Hum Paris 17:21–48

Cabanis EA, Tamraz J, Iba-Zizen MT (1988) Corrélations anatomiques normales dans 3 dimensions selon l'orientation du plan neuro-oculaire à 0,5 Tesla. In: Cabanis EA, Doyon D, Tamraz J et al (eds) Atlas d'IRM de l'encéphale et de la moëlle. Masson, Paris, pp 11–120

Caix M, Beauvieux J (1962) Note préliminaire sur le plan vestibulo-visuel. CR As Anat 48:396–407

Camper P (1791) Dissertation sur les variétés naturelles qui caractérisent la physionomie des Hommes des divers climats et les différents âges. Jansen, Paris

Clavelin P (1932) Sur le plan d'orientation du maxillaire inférieur. Rev Stomatol 34:705–708

Combe G (1839) Constitution of man considered in relation to external object. Maclach and Stewart, Edinburgh

Cuvier G (1835) Leçons d'anatomie comparée de Georges

cuvier recueillies et publiées par M. Duméril. Paris, Crochard et Cie, 1, p 588
Daubenton A, Daele JM (1764) Sur les différences de la situation du grand trou occipital dans l'homme et dans les animaux. Mem Acad Sci Paris pp 568-575
Déjerine J (1895) Anatomie des centres nerveux. Rueff, Paris
Delattre A, Daele JM (1950) La méthode vestibulaire en craniologie. CR Acad Sci 230:1981-1982
Delattre A, Fenart R (1960) L'hominisation du crâne étudiée par la méthode vestibulaire. CNRS, Paris
Delmas A, Pertuiset B (1959) Topométrie crânio-encéphalique chez l'homme. Masson, Paris
Devaux B, Meder JF, Missir O, Turak B, Dilouya A, Merienne L, Chodkiewicz JP, Fredy D (1996) La ligne rolandique: une ligne de base simple pour le repérage de la région centrale. Masson, Paris, pp 6-18 (Journal of neuroradiology, vol 23)
Doornik JE (1808) Wysgeerig natuurkundig onderzoek aangaande den oorspronkelyken mensch en de oorspkerronglyke stammen van deszelfs gesachts (sur l'homme primitif et ses races), Amsterdam
Duvernoy H (1995) Brain anatomy. In: Kuzniecky R, Jackson G (eds) Magnetic resonance in epilepsy. Raven, New York
Fenart R, Empereur-Buissin R, Becart P (1966) Première application au vivant de l'orientation vestibulaire du crâne. J Sci Med Lille 84:189-195
Fenart R, Vincent H, Cabanis EA (1982) Le plan orbitaire chez l'adulte jeune, sa position relative à d'autres éléments architecturaux de la tête. Etude vestibulaire. Bull Mem Soc Anthropol Paris 9(XIII):29-40
Gelbert F, Bergvall U, Salamon G, Sobel D, Jiddane M, Corbaz JM, Morel M (1986) CT identification of cortical speech areas in the human brain. J Comput Assist Tomogr 9:140-153
Girard L (1911) Atlas d'anatomie chirurgicale du labyrinthe. Maloine, Paris
Girard L (1923) Le plan des canaux semiè-circulaires horizontaux considéré comme plan horizontal de la tête. Bull Mem Soc Anthropol Paris 4(7):14-33
Guiot G, Brion S (1958) La destruction stéréotaxique du pallidum interne dans les syndromes parkinsonniens. Ann Chir 17:1-20
Habib M, Rennuci RL, Vanier M, Corbaz JM, Salamon G (1984) CT assessment of right left asymmetries in the human cerebral cortex. J Comput Assist Tomogr 8:922-927
Hamy D (1873) Discussion sur le plan horizontal de la tête par P. Broca. Bull Soc Anthropol Paris 8(2):93
Hilal SK, Trokel SL (1977) Computerized tomography of the orbit using thin sections. Semin Roentgenol 12:137-147
His W (1876) Über die Horizontalebene des menschlichen Schädels. Arch Anthropol 9:271
Huxley TH (1863) Evidence as to man's place in nature. William B (ed), Norgate, London, p 159
Ihering HV (1872) Ueber das Wesen der Prognathie und ihr Verhaltnisse zur Schädelbasis. Arch Anthropol 5:359-407
International Anatomical Nomenclature Committee (1989) Nomina Anatomica, 6th edn. Livingstone, Edinburgh
Klaatsch H (1909) Kraniomorphologie und Kraniotrigonometrie. Arch Anthropol 8:101-123
Krogman WM (1931) Studies in growth changes in the skull and face of Anthropoids. Am J Anat 47:89-115; 325-365
Lang J (1987) Clinical anatomy of the head: neurocranium, orbit, cranio-cervical region. Springer, Berlin Heidelberg New York
Lehman RM, Olivier A, Moreau JJ, Tampieri D, Henri C (1992) Use of the callosal grid system for the preoperative identification of the central sulcus. Stereotact Funct Neurosurg 58:179-188
Lucae JCG (1872) Zur Morphologie des Saugethier-Schädels. Winter, Frankfurt
Maly J (1924) Sklon vchodu ocnice jako pomocne rovina orientacni. (L'inclinaison de l'ouverture orbitaire comme plan d'orientation du crâne). Anthropologie 2:224-230
Martin R (1928) Lehrbuch der Anthropologie in systematischer Darstellung, vol II. Kraniologie, osteologie, 2nd edn. Fischer, Jena, pp 582-591
Merckel F (1882) Zur Kenntniss der postembryonalen Entwicklung des menschlichen Schädel. Festschrift. Henle, Bonn
Michotey P, Grisoli F, Raybaud C, Salamon G (1974) Etude anatomique et radiologique de l'artère cérébrale moyenne. Procédé de repérage Ann Radiol 17:721-741
Morton SG (1839) Cranio americana. A comparative view of the skulls of various aboriginal nations of North and South America to which is prefixed an essay on the varieties of the human species. Dobson, Philadelphia, p 226
Naidich TP, Daniels DL, Pech P, Haughton VM, Williams A, Pojunas K (1986) Anterior commissure: anatomic-MR correlation and use as a landmark in three orthogonal planes. Radiology 158:421-429
Olivier A, Marchand E, Ethier R, Melanson D, Peters T (1985) A proposed anatomical methodology for MR scanning based on the corpus callosum. Proceedings, 4th Annual Meeting of Society of Magnetic Resonance in Medicine, 19-22 August, London
Olivier A, Peters TM, Clark JA, Marchand E, Mawko G, Bertrand G, Vanier M, Ethier R, Tyler J, de Lotbinière A (1987) Intégration de l'angiographie numérique, de la résonance magnétique, de la tomodensitométrie et de la tomotroencephalogr. Neurophysiol Clin 17:25-43
Olivier F (1978) Note sur la variabilité des axes basicrâniens. Bull Ass Anat 62:325-331
Ono M, Kubik S, Abernathey Chad D (1990) Atlas of the cerebral sulci. Thieme, Stuttgart
Perez F (1922) Craniologie vestibienne, ethnique et zoologique. Bull Mem Soc Anthropol Paris 3(7):16-32
Rumeau C, Gouaze A, Salamon G, Laffont J, Gelbert F, Einseidel H, Jiddane M, Farnarier P, Habib M, Perot S (1988) Identification of cortical sulci and gyri using magnetic resonance imaging: A preliminary study. In: Gouaze A, Salamon G (eds) Brain anatomy and magnetic resonance imaging. Springer, Berlin Heidelberg New York, pp 11-32
Saban R (1952) Fixité du canal semi-circulaire externe et variation de l'angle thyroidien. Mammalia 16:77-92
Saban R (1980) Les plans d'orientation de la tête. Cahiers Anthropol 3-4:285-313
Salamon G, Huang YP (1976) Radiologic anatomy of the brain. Springer, Berlin Heidelberg New York
Salamon G, Lecaque G (1978) Choice of the plane of incidence for computed tomography of the cerebral cortex. J Comput Assist Tomogr 2:937
Salvolini U, Cabanis EA, Rodallec A (1978) Computed tomography of the optic nerve, part I: normal results. J Comput Assist Tomogr 2:141-149
Schaltenbrand G, Bailey P (eds) (1959) Introduction to ster-

eotaxis with an atlas of human brain. vol 2, Thieme, Stuttgart
Schaltenbrand G, Wahren W (1977) Atlas for stereotaxonomy of the human brain. 2nd edn. Thieme, Stuttgart
Spix (1815) Cephalogenesis sen capitis ossei structura formatio et signification per omnes animalium. Hubschmanni JS, Monachii, typis, p 72
Szikla G (1967) Topographie stéréotaxique de la scissure de Rolando et des réponse motrices évoquées au niveau du centre ovale par des stimulations liminaires de basse fréquence. Thesis, Paris
Szikla G, Talairach J (1965) Coordinates of the Rolandic sulcus and topography of cortical and subcortical motor responses to low frequency stimulation in a proportional stereotactic system. Confin Neurol (Basel) 26:474–475
Szikla G, Bouvier G, Hori T, Petrov V (1977) Angiography of the human brain cortex. Springer, Berlin Heidelberg New York
Takase M, Tokunaga A, Otani K, Horie T (1977) Atlas of the human brain for computed tomography based on the glabella-inion line. Neuroradiology 14:73–79
Talairach J, Tournoux P (1988) Co-planar stereotaxic atlas of the human brain. Three-dimensional proportional system: an approach to cerebral imaging. Thieme, Stuttgart
Talairach J, De Ajuriaguerra J, David M (1952) Etudes stéréotaxiques des structures encéphaliques chez l'homme. Presse Med 28:605–609
Talairach J, David M, Tournoux P, Corredor H, Kvasina T (1957) Atlas d'anatomie stéréotaxique des noyaux gris centraux. Masson, Paris
Talairach J, Szikla G, Tournoux P, Prossalentis A, Bordas-Ferrer M, Covello L, Iacob M, Mempel E (1967) Atlas d'anatomie stéréotaxique du télencéphale. Masson, Paris
Tamraz J (1983) Atlas d'anatomie céphalique dans le plan neuro-oculaire (PNO). MD thesis. Schering, Paris (1986)
Tamraz J (1991) Morphometrie de l'encephale par resonance magnetique: application à la pathologie chromosomique humaine, à l'anatomie comparée et à la teratologie. Thesis Doct Sci Paris V
Tamraz J (1994) Neuroradiologic investigation of the visual system using magnetic resonance imaging. J Clin Neurophysiol 11:500–518
Tamraz J, Iba-Zizen MT, Cabanis EA (1984) Atlas d'anatomie céphalique dans le plan neuro-oculaire (PNO). J Fr Ophtalmol 7(5):371–379
Tamraz J, Iba-Zizen MT, Atiyeh M, Cabanis EA (1985) Atlas d'anatomie céphalique dans le plan neuro-oculaire (PNO). Bull Soc Fr Ophtalmol 8-9(85):853–857
Tamraz J, Rethore MO, Iba-Zizen MT, Lejeune J, Cabanis EA (1987) Contribution of magnetic resonance imaging knowledge of CNS malformations related to chromosomal aberrations. Hum Genet 76:265–273
Tamraz J, Iba-Zizen MT, Cabanis EA (1988) Magnetic resonance imaging of the eyes and the optic pathways. In: Gouaze A, Salamon G (eds) Brain anatomy and magnetic resonance imaging. Springer, Berlin Heidelberg New York, pp 71–83
Tamraz J, Saban R, Reperant J (1989) The chiasmato-commissural plane. Scientific session (poster). Joint meeting of the European Society of Neuroradiology and the International Congress of Radiology, 6 July, Paris
Tamraz J, Saban R, Reperant J, Cabanis EA (1990) Définition d'un plan de référence céphalique en imagerie par résonance magnétique: le plan chiasmato-commissural. CR Acad Sci Paris 311(III):115–121
Tamraz J, Saban R, Reperant J, Cabanis EA (1991) A new cephalic reference plane for use with magnetic resonance imaging: the chiasmato-commissural plane. Surg Radiol Anat 13:197–201
Tamraz J, Rethore MO, Lejeune J, Outin C, Goepel R, Stievenart JL, Iba-Zizen MT, Cabanis EA (1993) Morphometrie encephalique dans la maladie du cri du chat. Ann Genet 36(2):75–87
Tokunaga A, Takase M, Otani K (1977) The glabella-inion line as a baseline for CT scanning of the brain. Neuroradiology 14:67–71
Topinard P (1882) Crâniomètre de Hoelder et méthode géométrique. Bull Mem Soc Anthropol Paris 5(3):402–414
Unsöld R, Newton TH, Hoyt WF (1980) CT examination technique of the optic nerve. J Comput Assist Tomogr 4:560–563
Van Damme W, Kosman P, Wackenheim C (1977) A standard method for computed tomography of orbits. Neuroradiology 13:139–140
Vanier M, Lecours AR, Ethier R, Habib M, Poncet M, Milette PC, Salamon G (1985) Proportional localization system for anatomical interpretation of cerebral computed tomograms. J Comput Assist 9(4):715–724
Villemin F, Beauvieux J (1937) Les relations des limites inféireures du crâne avec le plan horizontal de la tête chez les vertébrés. CR Soc Biol, Bordeaux
Vining DQ (1977) Computed tomography in ophthalmology. In: Smith L, (ed) Neuroophthalmology update. Masson, New York, pp 271–279
Von Baer (1860) Die Makrophalen in Boden der Kryn und Oesterreichs. Mem Acad St Petersburg 2:6
Walther FL (1802) Kritische Darstellung der Gallschen anatomisch-physiologischen Untersuchungen des Gehirns und Schädelbanes. Zurich
World Federation of Neurology (1962) Problem commission of neuroradiology: study meeting on projections and nomenclature. Br J Radiol 35:501–503

第3章 大脑皮质和白质核

I 历史记录和里程碑

1810年，François-Joseph Gall开始研究人类的大脑皮质。1839年，Leuret和他的学生Gratiolet曾试图对人的大脑裂进行分类。然而Baillarger是第一位对大脑皮质结构进行详尽描述的人，他另外还描述了灰质和白质的结构。Meynert进一步发展了上述的研究，详尽说明了皮质区域内存在的各种局部变异，及其结构与其功能之间的关系。继这项重要贡献之后，Betz描述了运动区和其中以他的名字命名的大锥体细胞－贝茨（Betz）细胞。

自19世纪后半期到20世纪初，诸多文献报道了脑沟类型的变异及其发生率。这见于Zernov、Cunningham和Horsley、Retzius、Kohlbrugge、Landau、Shellshear、Van Bork-Feltkamp、Slome、Vint、Chi和Chang、Connolly等人的研究成果。

最先由Ariens Kappers及其后von Economo应用的脑域定位是用于脑研究的最广泛的方法之一。由Ariens Kappers提出的脑指数，是通过从脑的外侧面测量大脑半球的长度，在脑的内侧面测量枕叶和颞叶的长度而确定的（图3.1）。他定义了胼胝体基底线，即胼胝体膝部的基点与压部基点的连线，而相应地测量胼胝体的长度和高度。其后又有许多脑指数的报道，例如胼胝体指数、中心或枕叶指数以及额叶高度和额叶深度或长度的颞叶指数。

尽管几位作者的努力，但是大脑半球脑沟形成的模式与遗传之间的关系仍有争议。近来，我们报道了对一系列伴有特殊染色体畸变的病人应用MR进行活体脑形态学和形态测定法的研究。这些初步的定性形态测定结果显示了伴发于临床综合征的明确的皮质和脑的表现型。

在20世纪早期，在种族差异方面进行了广泛的研究工作，其目的在于揭示脑形态学上的特性，但大部分都失败了。有关人类大脑的人类学尚未被充分研究，因为进行脑域测定的大多数系列都过于小，而不足以作出具显著性的结果。如果种族差异确实存在，就特别多见于月状沟、额上沟、颞叶及颞极。

II 细胞结构和脑定位图

几种方法论曾用于评估大脑皮质表面，与特殊解剖区域相关的皮质厚度略有差异，平均为2000～2200cm^2。

Aresu强调性别的差异，其报告的结果为，不同的人的皮质表面积存在差异，男性为2300cm^2，女性为2000cm^2。Calori报道短头和长头之间的差异约为136cm^2，以前者居优势。Henneberg和Jensen分别报道了外露的表面积和掩藏的表面积之间的比值。二者均强调掩藏的皮质表面积平均为总皮质表面积的2/3。显示出区域间的差别，其范围从中央前皮质的4.5mm到距状沟深部的1.5mm之间。实际上，从额极到中央皮质的厚度是逐渐增加

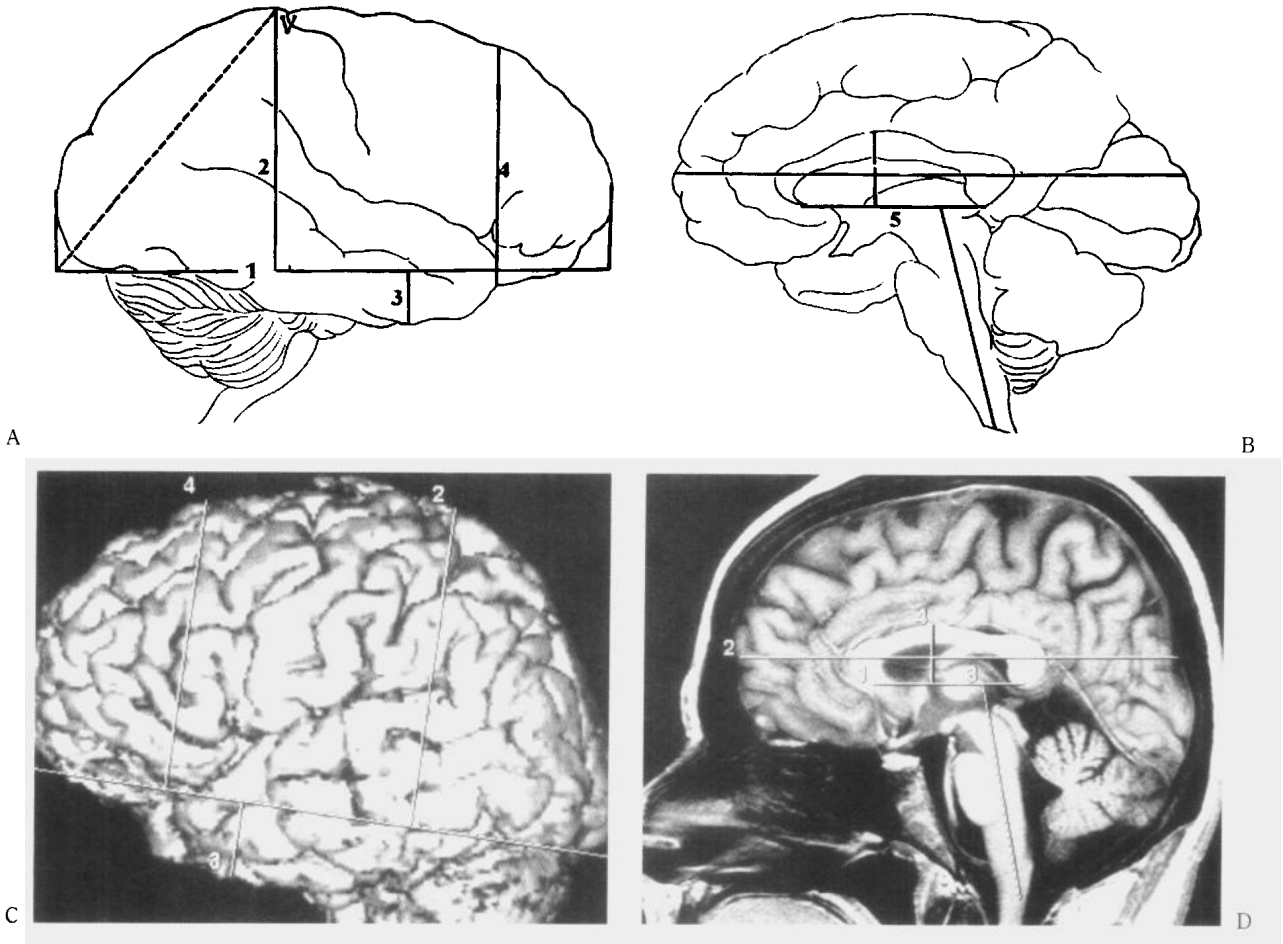


图 3.1A-D Ariens Kappers 等人根据方法论所采用的脑域测定法。A 1，外侧水平线，枕叶至额眶叶腹侧面的切线；2，顶叶垂直线，从顶叶最高点到外侧水平线；3，颞叶垂直线，从颞叶最低点到外侧水平线。B 4，胼胝体基底线，连接胼胝体膝部和压部的下方的切线。C、D 在 MR 上的对应线

的（2.2～3.3mm），从中央后回到枕极的皮质厚度又逐渐变薄（3.3～1.5mm）。中央沟后中央缘的皮质厚度比前中央缘要薄。中央沟的皮质常比中央前回的其余部分厚。皮质厚度随着年龄的增长而逐渐变薄。脑回顶部的皮质一般较厚，脑沟越深，皮质越薄。将来，随着高分辨率 MR 的问世，特别是应用小的表面线圈，可以分析活体皮质厚度，并且可以提高局灶性病灶的检出。

Jaeger 测量皮质的体积在 540～580cm³ 之间，而白质的体积大约为 400～490cm³。Von Economo 和 Koskinas 估计大脑皮质的细胞数目平均为 150 亿个神经元细胞。

皮质的细胞结构与先前的报告同样是不一致的，其内部结构的组成和厚度的差异很大。Von Economo 根据锥体细胞和颗粒细胞的划分将大脑皮质分为五种不同的基本类型。代表区最为广泛的同型型包括额叶（第二型）、顶叶（第三型）和颞极（第四型）。异型型仅限于特殊的区域，由无颗粒细胞（第一型）和颗粒细胞（第五型）皮质组成。该分类不同于 Baillarger 或 Ramon y Cajal 先前提出的分类。

曾用三种不同概念上的方法来描绘脑图

形。功能解剖法是由 Broca 和 Jackson 先后开创的。细胞结构髓鞘发生的研究为 Baillarger 创始，其后有Ramon y Cajal，之后Brodmann 将其推广。第三种方法是基于脑回和脑沟形态的研究。这三种方法随着大体形态学、细胞结构、髓鞘发生和功能之间的相互关系的逐渐形成而会合。

Flechsig 应用髓鞘生成学说研究邻近皮质下区髓鞘发生的时空分布。他报告了大脑皮质的髓鞘发生图，将大脑皮质分为40个野，再将皮质野分成三个区，即原始区（1～8），中间区（9～32）和终末区（33～40）。原始区为感觉区，中间区为联络区，保留下来的终末区对人类是特异性的，可与类人猿的脑相鉴别（图 3.2）。

在 1905 年，Campbell 发表了他个人基于细胞结构模式的大脑皮质图像（图 3.3）。在同一时间，Brodmann 也提出了他的被广泛应用的基于个体发生基础上的大脑图形（图3.4）。不幸的是，由于他的早逝，在他为猕猴科动物描绘的图画上未能为各个区域作出注释。

Vogt和Vogt延续着这一趋势，描绘了200多个人类大脑皮质的不同细胞结构区（图3.5）。

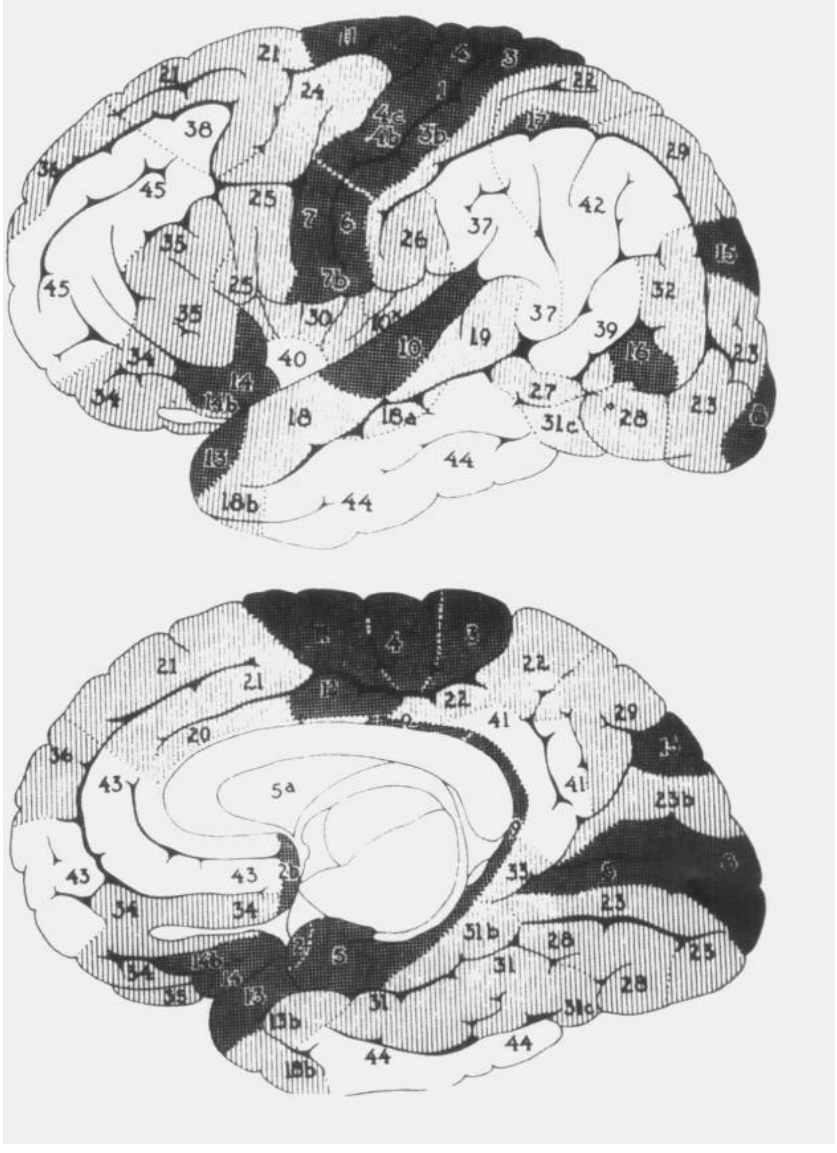


图 3.2　大脑皮质的髓鞘发生图。1～8 号为原始形成区（交叉影线区）；30～40 号为终末形成区（空白区）；9～32号为中间阶段形成区（线区）

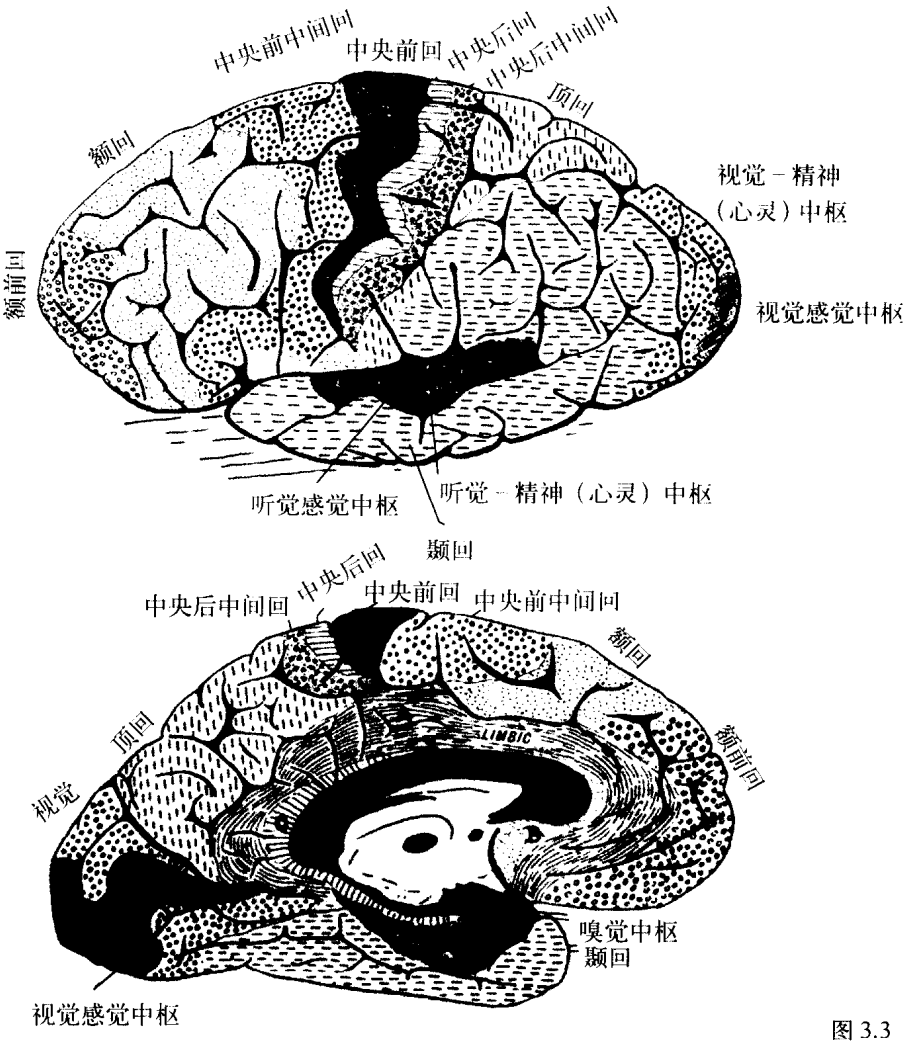


图 3.3 大脑皮质图

在20世纪50年代和60年代，这种对大脑皮质“过度分区”的方法遭到批评。然而Brodmann的大脑定位图在这些批评之后仍然存在，并且他使用的分区号码已成为标准术语。Brodmann的大脑定位图显然与当前大脑皮质功能区的定义非常接近，即Jones定义的区域：

1. 锐利的、单一的细胞结构分界
2. 接受来自丘脑特殊核团的传入纤维
3. 接受来自限定的、规定的、不变的一系列其他皮质区的皮质和连合轴突
4. 向特殊系列的皮质、皮质下区和丘脑目标发出恒定的传出纤维
5. 具有善于接收神经末梢的局部解剖结构
6. 可导致特殊功能丧失的细胞结构的消除

von Economo和Koskinas的工作为皮质的细胞结构和表面形态学的研究作出了重要贡献（图3.6），他为大脑皮质的表面形态做了颇为详尽的命名，并附有对各区细胞结构特性的说明（图3.7A-D）。最近，Bailey和von Bonin又提出了新的细胞结构图（图3.8A-C）。这些作者继Eberstaller最初所做的贡献之后又使我们增长了许多有关大脑皮质形态的知识（图3.9）。

大多数的大脑定位图，有着多变的复杂

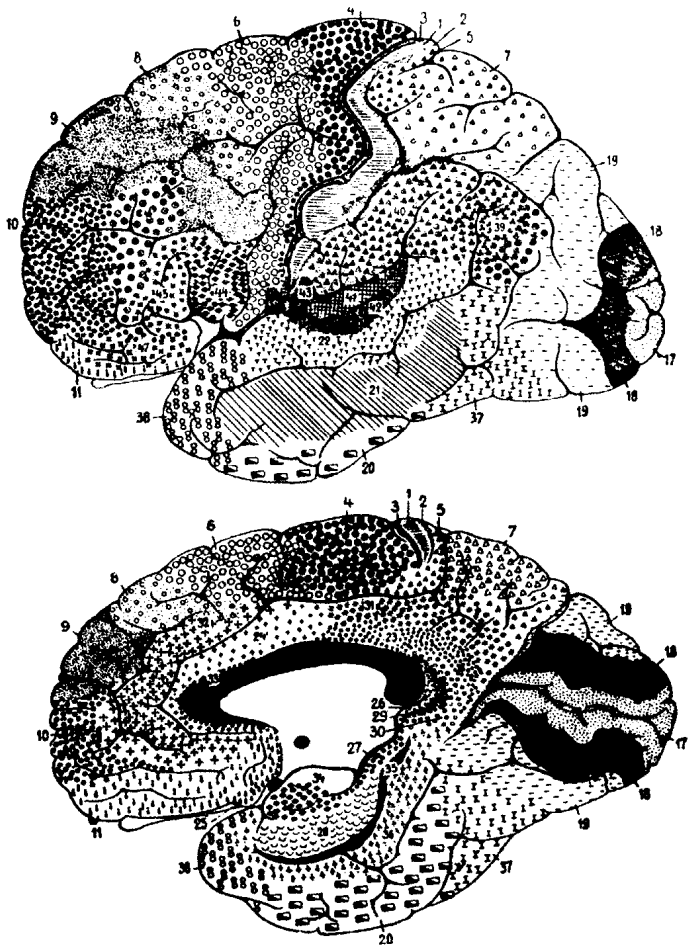


图 3.4　人类大脑皮质定位图。对细胞结构区域的描绘几乎是专用于猕猴动物的，而且只有少数有关1、3、4、6、17、和18的资料

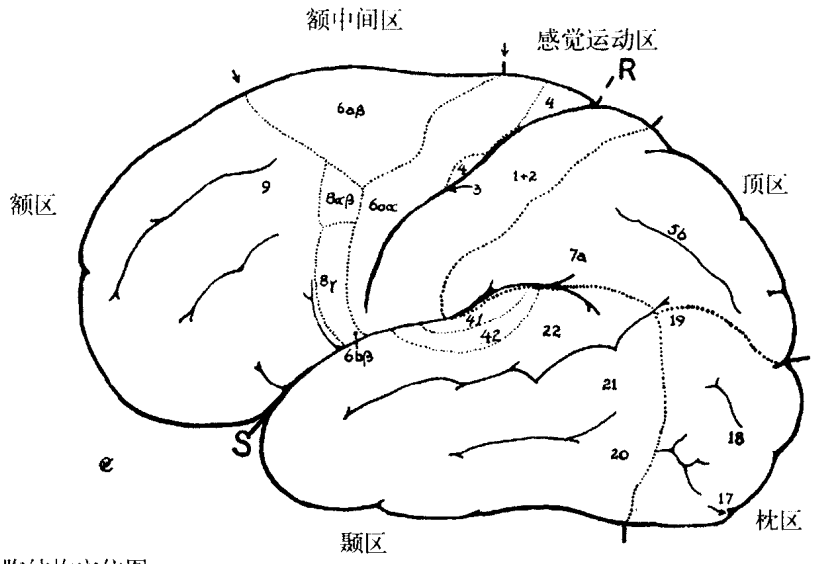


图3.5　大脑皮质细胞结构定位图

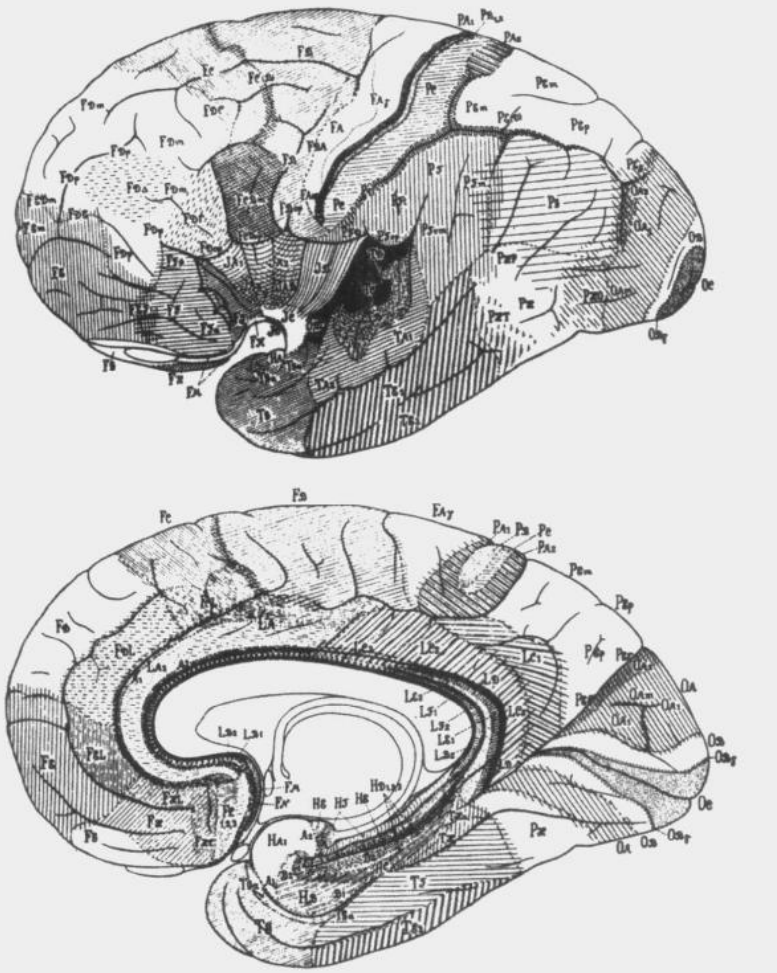


图 3.6　大脑皮质细胞结构定位图

性，但都缺少有关过渡区的资料。而且，有几位作者描述了在细胞结构区内存在的异型性，被认为是与众不同的。

同样，影像学也在不断发展。从脑室腔的研究，到大脑血管造影，然后到 CT 扫描的二维脑断面解剖图像，最后发展到 MR 多平面成像，从而提供了大脑断面的影像图谱。此项技术的进一步发展第一次使常规的全脑三维图像成为可能。而且，功能MR在活体中的应用，将形态学与功能学结合起来。这些技术在很大程度上证实了大脑定位图研究工作的准确性。神经科学家在实验室和神经外科专家在手术室内单调冗长的工作正在逐步由神经放射学家所取代，他们把用代谢与功能技术获得的资料加以合成。

这一资料合成的过程需要有关脑回和脑沟解剖及其变异的知识。像最早的解剖学家一样，我们需要掌握从各方面研究而获得的有关大脑皮质的复杂性的知识：如个体发生、种系发生、遗传以及显微学。这些不同的方法就其自身来说是有局限性的，从单一方法所获得的结果缺乏形态学和功能学之间的相关性。

A　大体形态学和脑裂的形态

1　大体形态学

大脑半球呈椭圆形，其长轴自前向后。每

侧大脑半球都有基底面和凸面。基底面位于颅底上方，脑凸面与颅穹窿及其外侧面相邻。两侧大脑半球由半球间裂分隔，半球间裂深达胼胝体。大脑半球由大脑横裂（Bichat脑裂）与脑干分隔。大脑横裂环绕上部中脑，并向后延伸到环池，向前合并入外侧裂主干。

大脑半球分为外侧面、基底面和内侧面。大脑外侧面和内侧面由大脑半球上缘分界，而外侧缘是外侧面与基底面的分界。内侧缘是内侧面与基底面的结合部。每侧大脑半球有三个极，分别为额极、枕极和颞极。每一侧大脑半球的上缘、内侧缘和外侧缘均会聚于额极和枕极。

2 脑沟的形成与分类

Paul Broca提出脑裂与脑沟的不同点，他将脑裂定义为大脑皮质皱襞向内卷折伸入到脑室壁，而脑沟为皮质上的切迹。这次工作的目的是要将半球间裂以外的所有的沟都作为脑沟。在此领域中大多数工作者采用的脑沟分类为一级沟、二级沟和三级沟。

用比较学和个体发生学方法描绘一级裂。Wernicke、Broca、Turner、Kükenthal和Ziehen、von Bonin和Bailey以及Bailey等人都使用并发展了比较学方法。Cunningham和Horsley、Retzius和His应用了个体发生学方法。

在比较解剖学基础上发现的特征表明在所有多脑回的灵长类动物中所发现的脑沟为一级脑沟（图3.10A、B）。在胚胎学上，这些脑裂在端脑的发育过程中出现较早（图3.11A-C、3.12）。根据对以前的研究，和对Larroche和Feess-Higgins的研究的回顾，我们将妊娠30周之前出现的脑沟分类为一级脑沟（图3.13A、B；表3.1）。而在脑发育成熟时所形成的脑沟分类为二级脑沟（表3.2）和三级脑沟（表3.3）。对脑沟的分类仍有争议，从而给初生儿和婴儿脑的研究带来困难（表3.4-3.8）。从儿童活体上获得的MR数据使我们认识了脑沟发育的自然进程。

3 脑沟和脑回的解剖

为了更好地了解脑沟和脑回的解剖，我们首先讨论一级脑沟，然后再讨论二级脑沟。三级脑沟由于存在显著的个体差异，在MR图像上又难于识别，这里只就那些完全恒定的脑沟进行讨论。另外，由于作者们应用的不同术语而使这一讨论更为复杂化（表3.9～3.11）。

B 大脑半球的外侧面

正像先前的工作那样，利用MR三维表面成像可以更为有效地研究大脑半球的外侧面。应用基于定位参考线的多平面横断解剖图谱或者应用从大脑半球外侧面到脑岛水平的三维MR连续层面也可以间接地获得与解剖相关的资料。

1 大脑外侧裂

大脑外侧裂，又称Sylvius裂，首先由Francois de Le Boë Sylvius提出，它是大脑外侧面最主要的界标（图3.14～3.21），也是最主要而且是恒定不变的脑沟。外侧裂分为三段：第一段由前穿质的外侧缘开始，穿过岛阈，沿后回的通路终止于镰状沟。它将眶外侧回与颞极分隔。这一部分可以简单地命名为隐匿段或主干段。第二段，又称水平段，是大脑半球外侧面最长且最深的一段。第三段以分隔颞横回与颞平面的颞上横沟作为前界，并伸入到颞上回。这一段是复杂而不对称的，且与半球优势有关。在右利者中，在右侧表现为呈锐角向上走行，在左侧为斜行向上。

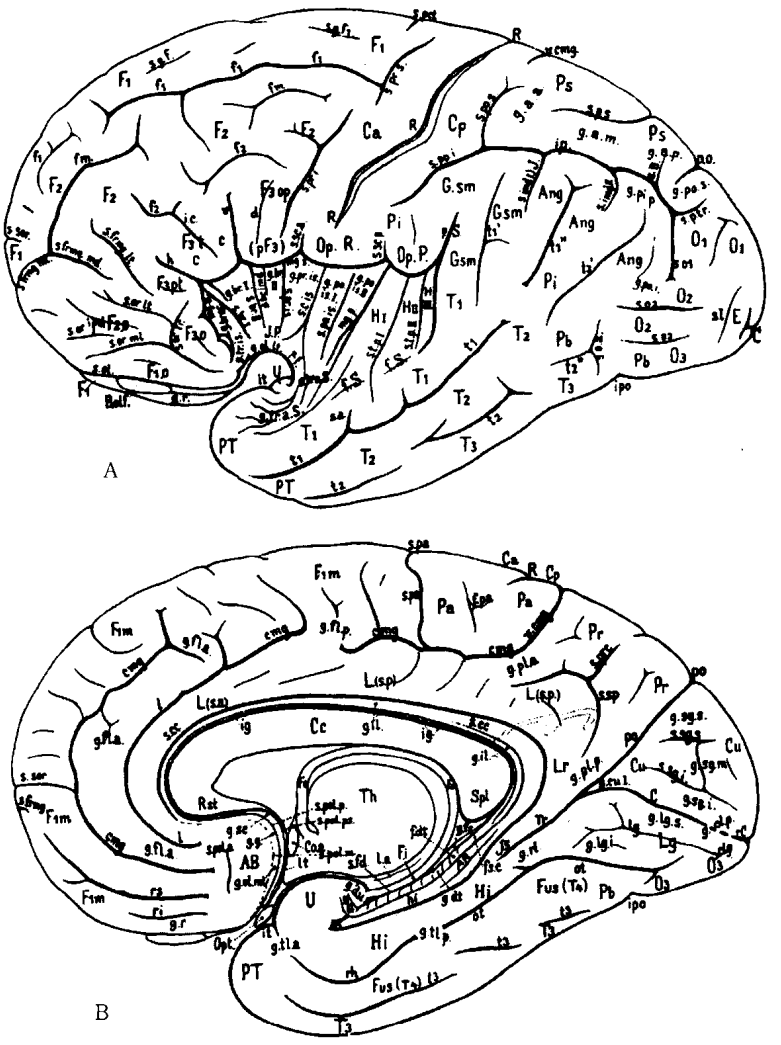
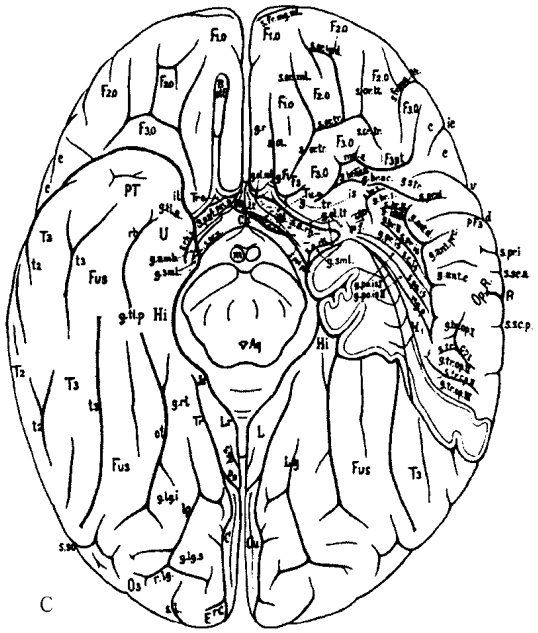
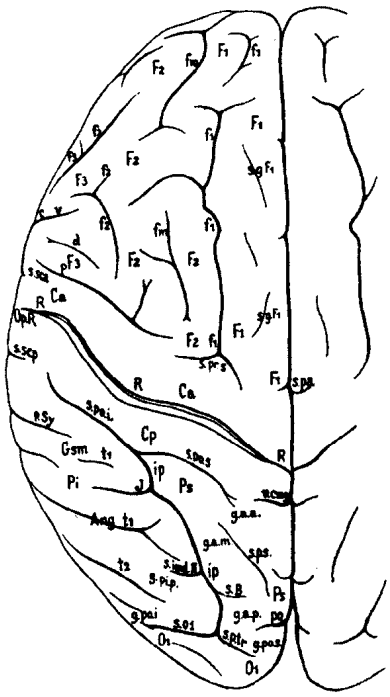


图 3.7A–D　人类大脑皮质脑裂模式。A、B 外侧面和内侧面；C 下面；D 上面

AB、Broca 嗅旁区
Ang、角叶
Aq、导水管
AR、Andreae Retzii 回
BB、Broca 斜带
BG、Giacomini 小带
B.olf、嗅球
C、距状裂
Ca、中央前回
Cc、胼胝体
Ch、视神经交叉
Coa、前连合
Cp、中央后回
Cu、楔叶
c、Cap 盖
cmg、胼胝体边缘回沟
d、斜裂
E、Ecker 降回（枕横下回）
F1、第一额回
F2、第二额回
F3、第三额回
F3o、第三额回眶部（F1o、F2o、F3o）
F3op、第三额回盖部
F3pt、第三额回三角前部
F3t、第三额回三角部
Fi、海马伞
Fo、穹窿
Fus、梭状回
f1、额上沟
f2、额下沟
f.dt、齿状束
f.m、额中沟
f.pa、中央旁回
fs.c、灰质束
f.Sy、外侧裂
Gsm、边缘上小叶
g.a.a.、顶上小叶前弓状回
g.a.m.、顶上小叶中弓状回
g.a.p.、顶上小叶后弓状回
g.amb、环回
g.ant.o、中央对侧盖回
g.ant.d、对侧盖回
g.ant.pr.c、中央前对侧盖回
g.br.ac.(a)、岛短副回（前）
<ig.br.I、II、III、脑岛第一、第二、第三短回
g.br.imd、脑岛中间短回
g.cl.p.、楔舌后回
g.dt.、齿状回
g.d.u.、指状钩回
g.fl.a、额边缘前回
g.fl.p、额边缘后回
g.fs、束状回
g.g、膝状回
g.il、内脏回
g.imd、脑岛中间短回
g.lg.s、舌上回
g.lg.i、舌下回
g.ol.lt、嗅外侧回
g.o1.ml、嗅内侧回
g.pip、顶下后回
g.pl.a、顶边缘前回
g.pl.p、顶边缘后回
g.po.i、顶枕下回
g.po.s、顶枕上回
g.po.is.I、脑岛第一中央后回
g.po.is.II、脑岛第二中央后回
g.pr.is、脑岛中央前回
g.r、直回
g.rl、边缘后回
g.sc、胼胝下回
g.sg.i、矢状楔下回
g.sg.m、矢状楔中回
g.sg.s、矢状楔上回
g.sml、半月回
g.str、三角下盖回
g.t1.a、颞边缘前回
g.t1.p、颞边缘后回
g.tr.a.S、Schwalbe 颞横前回
g.tr.is、岛横回
g.tr.op.I、第一顶盖横回
g.tr.op.II、第二顶盖横回
g.tr.op.III、第三顶盖横回
H.I、第一颞横回
H.II、第二颞横回
Hi、海马旁回
h、外侧裂水平支
hi、海马裂
ls、峡部
ic、切迹
ig、灰被
ip、顶间沟

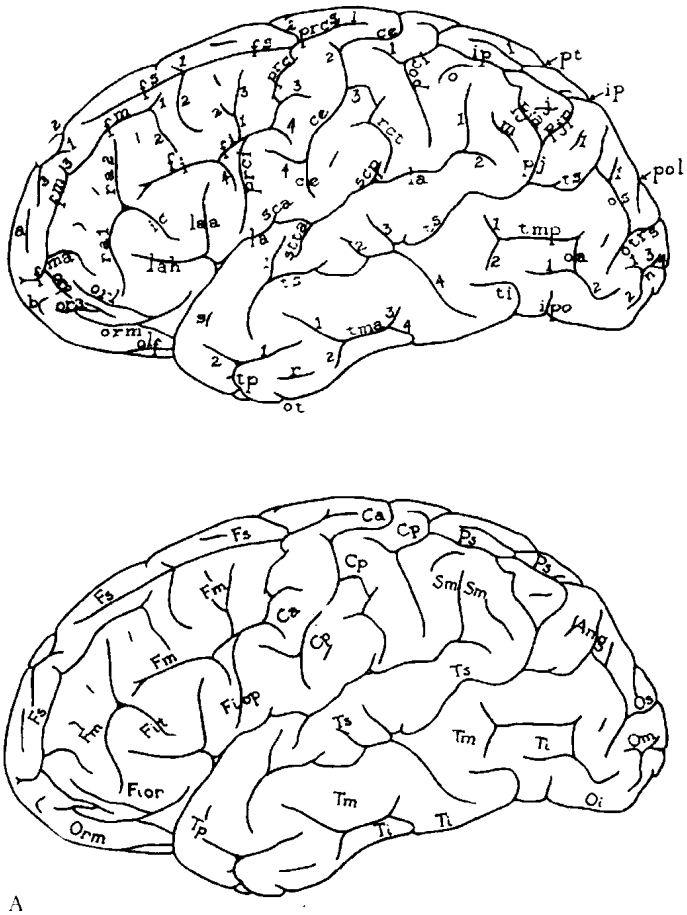


C



D

ipo．枕前切迹
it．颞切迹
J．Jensen 切迹，或第一中间沟
Lg．舌回
L.s.a．穹窿上回前部
L.s.p．穹窿上回后部
Lr．穹窿回压后部
l．边缘内沟
l.a．附板
l.g．舌沟
lt．终板
m．乳头体
mg.a．Margo 脑岛环状前沟
mg.p．Margo 脑岛环状后沟
O1．第一枕回
O2．第二枕回
O3．第三枕回
Op.P．岛盖顶部
Op.R．Rolando 岛盖额部
Opt．视神经
ot．颞枕裂
Pa．中央旁小叶
Pb．顶基底区
Pi．顶下叶
Pr．楔前回
Ps．顶上叶
PT．颞极回
p.f．镰状切迹
po．顶枕裂
p.Sy．外侧裂后支
R．Rolando 沟（中央沟）
Rst．胼胝体嘴部
rC．距状后裂
rh．嗅沟
ri．胼胝体嘴下沟
rl．舌后沟
rs．胼胝体嘴上沟
S.p.a．前穿质
Spl．胼胝体压部
s.a．听神经沟
s.a.rh．嗅脑与状钩
s.B．Brissaud 沟
s.br.I．脑岛第一短沟
s.b.II．脑岛第二短沟
s.cc．胼胝体沟
s.c.is．脑岛中央沟
s.d．嗅旁沟
s.fd．海马伞齿状沟
s.frmg.ml．额缘内侧沟
s.frmg.md．额缘中间沟
s.frmg.lt．额缘外侧沟
s.g.F1．第一额回沟
s.imd.I．第一 Jensen 中间沟
s.imd.II．第二 Jensen 中间沟
s.l．月状沟
so1．第一枕沟（枕前沟、枕间沟）
so2．枕外侧沟（第二枕沟）
s.oa．枕外侧沟（第二枕沟）
s.ol．嗅沟
s.or.lt．眶外侧沟
s.or.ml．眶内侧沟
s.or.imd．眶间沟
s.or.tr．眶横沟
s.pa．中央旁沟
s.po.i．中央后下沟
s.po.s．中央后上沟
s.po.is．脑岛中央后沟
s.pol.a．前旁嗅沟
s.pol.m．中旁嗅沟
s.pol.p．后旁嗅沟
s.pol.ps．嗅旁沟后支
s.prc．楔前沟
s.prd．嗅旁前沟
s.pr.i．中央前下沟
s.pr.s．中央前上沟
s.pr.is．脑岛中央前沟
s.p.s．顶上沟
s.p.tr．顶横沟
s.rh.i．嗅脑内侧沟
s.san．半圆沟
s.sc.a．中央下前沟
s.sc.p．中央下后沟
s.sg.s．矢状楔上沟
s.sg.i．矢状楔下沟
s.so．枕下沟
s.sor．眶上沟
s.sp．顶下沟
s.tp.I．第一颞深沟
s.tp.II．第二颞深沟
s.tr.a.S．Schwalbe 颞横前沟
s.tr.op.I．第一岛盖顶部横沟
s.tr.op.II．第二岛盖顶部横沟
T1．第一颞回
T2．第二颞回
T3．第三颞回
Th．丘脑
Tr．顶枕距状裂主干
Tr.o．嗅三角（嗅结节）
Tu.o．嗅结节或尾状核
t1．颞上沟
t2．颞中沟
t3．颞内侧沟
U．钩
v．外侧裂垂直支
v.cmg．胝缘沟垂直支



A

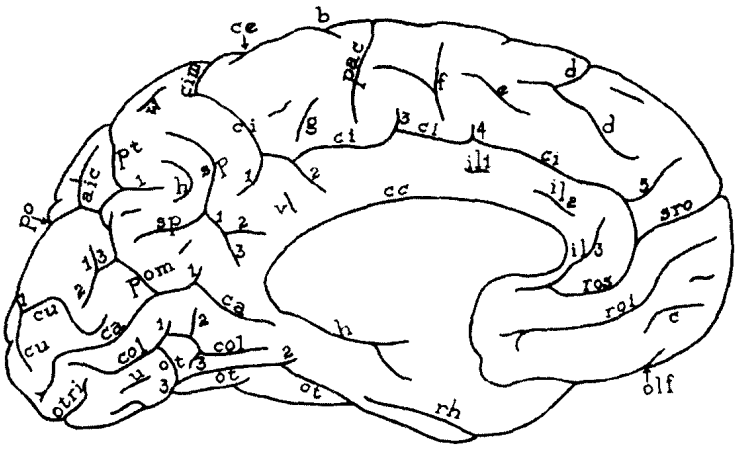
图 3.8A–C 人类大脑皮质脑裂模式。A 外侧面；B 内侧面；C 上面

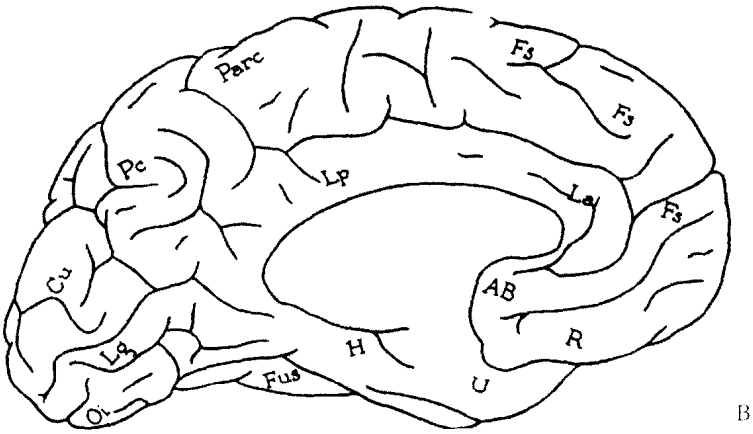
aic. 楔间与状沟
Ang. 角回（Huxley）
ca. 距状裂
Ca. 中央前回
cc. 胼胝体沟
ce. 中央沟（Rolando）
ci. 扣带沟，边缘上支
cim. 扣带沟，边缘部分
cins. 脑岛中央沟
col. 侧副沟
Cp. 中央后回
Cu. 楔叶
cu. 楔沟
Fi. 额下回
fi. 额下沟
Fiop. 额下回，岛盖部（Broca）
Fiorb. 额下回，眶部
Fit. 额下回，三角部（cap de Broca）
Fm. 额中回
fm. 额中沟
fma. 额缘沟（Wernicke）
Fs. 额上回
fs. 额上沟
fsa. 额上前沟
ic. 头切迹
il. 边缘内沟
ip. 顶内沟
ipo. 枕前沟（Meynert）
L. 边缘回（sive cinguli）
La. 边缘回，前部
Lp. 边缘回，后部
la. 外侧裂（Sylvius）
laa. 外侧裂，升支
lah. 外侧裂，水平支
Lg. 舌回
lo. 岛盖界沟
mai. 脑岛前缘沟
mii. 脑岛下缘沟
msi. 脑岛上缘沟
oa. 枕前沟（Wernicke）



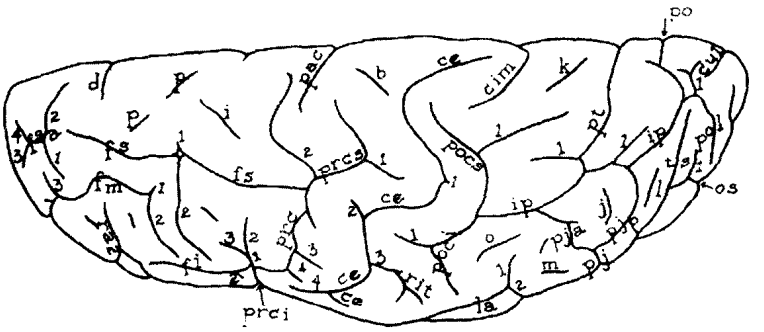
图 3.9 人类大脑皮质脑裂模式

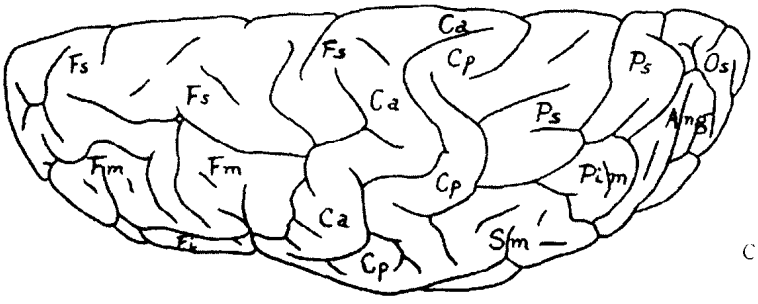
Oi．枕下回
olf．嗅沟
olri．枕下横沟
olrs．枕上横沟
Om．枕中回
oper．岛盖内沟
ora．眶乌形沟
orl．眶外侧沟
orm．眶内侧沟
orp．眶极沟
Os．枕上回
os．枕上沟（Ecker）
ot．颞枕沟
ota．颞枕副沟
pa．前极沟
pac．中央旁沟
Parc．中央旁小叶
Pc．楔前叶（Foville）
Pim．顶下中回
pj．顶中间沟（Jensen）
pja．顶中间沟，前支
pjp．顶中间沟，后支
po．顶枕裂
poci．中央后下沟
pocs．中央后上沟
pol．顶枕沟，外侧部分
pom．顶枕沟，内侧部分
prc．中央前沟
prci．中央前下沟
prcs．中央前上沟
Ps．顶上小叶
pt．顶横沟（Brissaud）
ra．放射沟
rct．中央后横沟
rh．鼻沟
roi．喙下沟
ros．喙上沟
sca．中央下前沟
scp．中央下后沟
Sm．边缘上回（Gratiolet）
sp．顶下沟
sro．喙上沟
stta．颞上横前沟
sttm．颞上横中沟
sttp．颞上横后沟
ti．颞下沟
tma．颞中前沟
tmp．颞中后沟
tp．颞极沟
ts．颞上沟



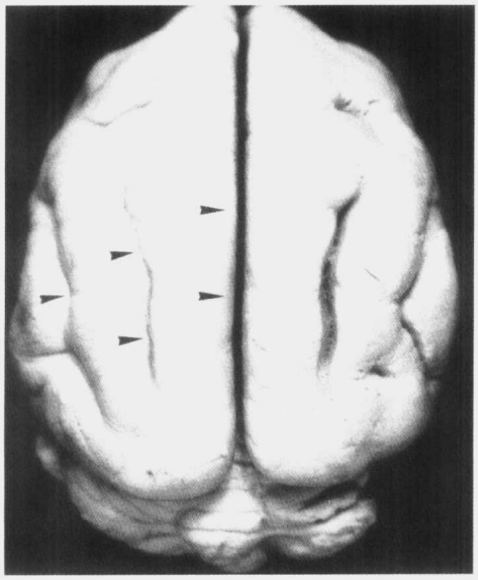


B

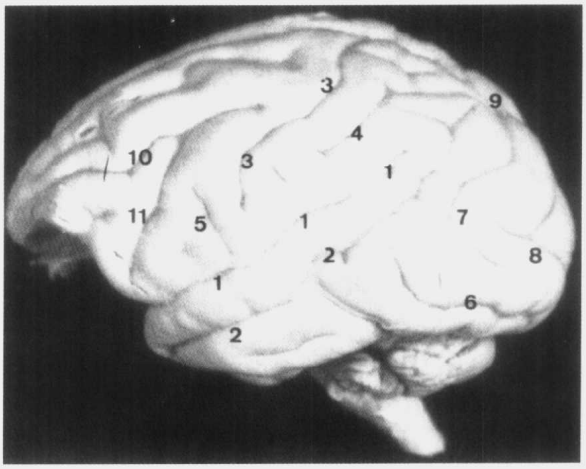




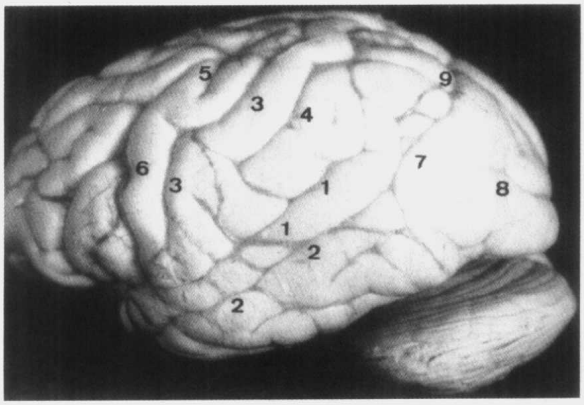
C



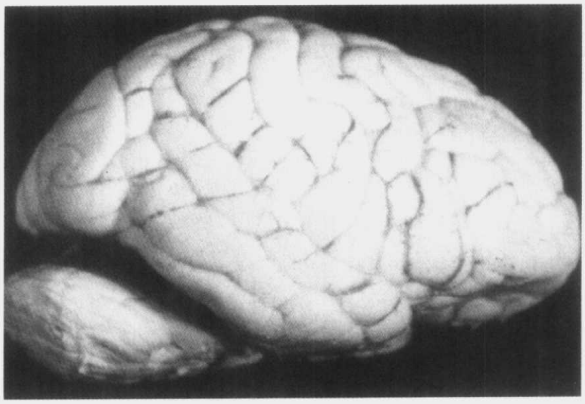
A



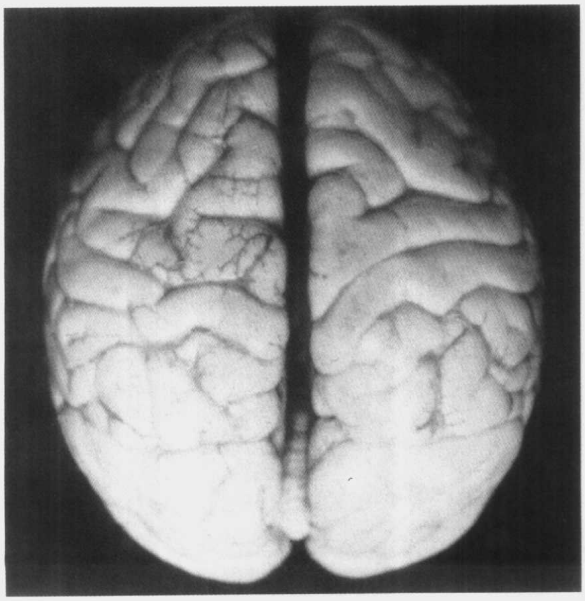
B



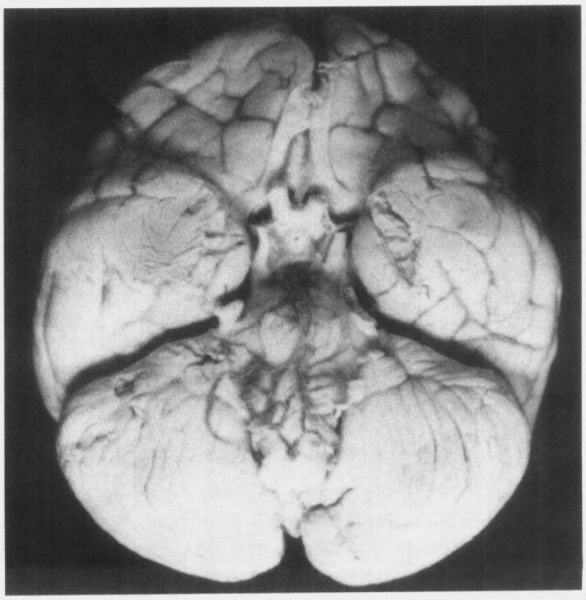
C



D



E



F

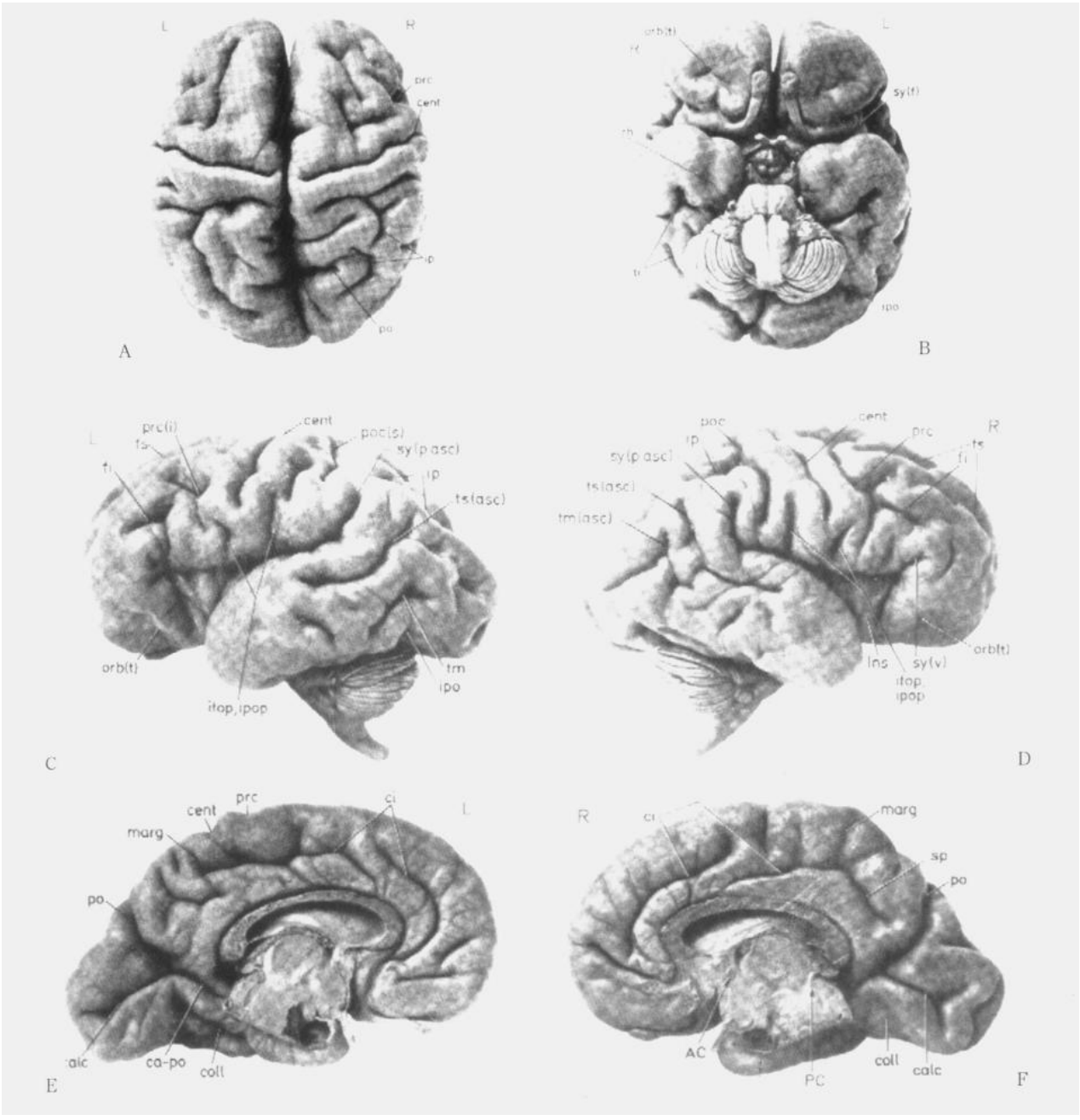


图 3.11A–F　8 个月胎儿脑裂模式

◁ 图 3.10A–F　灵长类动物脑沟的形成。A 狐猴和原猴（Daubentonia）：多数脑沟的方向平行于半球间裂及外侧裂。B 狒狒（Papio）：1，外侧裂；2，颞上沟；3，中央沟；4，顶内沟；5，中央下前沟；6，枕下沟；7，月状沟；8，枕上沟；9，顶枕沟；10，弓状沟上支；11，弓状沟下支。C–F 黑猩猩（类人化）：1，颞上（平行）沟；2，颞中沟；3，中央沟；4，中央后下沟和顶内沟；5，中央前上沟；6，中央前下沟；7，月状沟；8，枕斜沟；9，顶枕外侧切迹；10，额眶“H”形沟

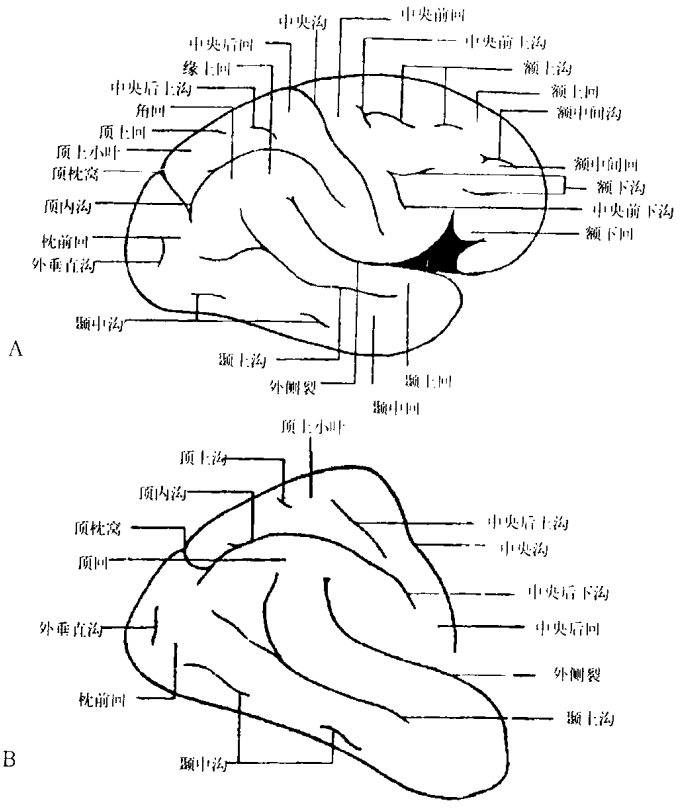


图 3.12A,B　7 个月胎儿脑裂模式

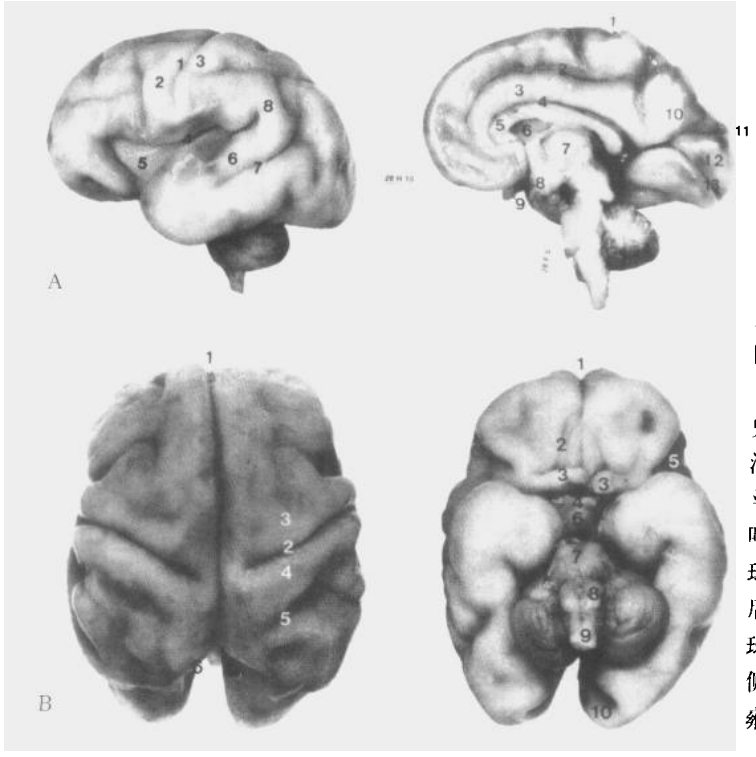


图 3.13A,B　28 ~ 29 周的胎儿脑。A 外侧面及内侧面。外侧面：1、中央沟；2、中央前回；3、中央后回；4 外侧裂；5、脑岛；6、颞上回；7、颞上沟；8、缘上回。内侧面：1、中央沟；2、扣带沟；3、扣带回；4、胼胝体沟；5、胼胝体；6、透明隔腔；7、丘脑；8、漏斗；9、嗅束；10 楔前叶；11、顶枕沟；12、楔叶；13、距状沟。B 上面和下面。上面：1、半球间裂；2、中央沟；3、中央前回；4、中央后回；5、中央后沟；6、顶枕沟。下面：1、半球间裂；2、嗅沟；3、嗅束；4、视交叉；5、外侧裂；6、漏斗；7、脑桥；8、延髓锥体和悬雍垂；9、脊髓；10、距状沟

表 3.1 一级脑沟的分类

妊娠周数	脑沟的形成
13 ~ 15	早期外侧裂
16 ~ 17	扣带沟
	胼胝体沟
	顶枕沟
19 ~ 20	距状沟
22 ~ 23	环状沟（岛盖形成）
25 ~ 26	中央沟
	颞上（左）沟
	中央前沟上部
	嗅沟
28 ~ 30	顶内沟
	额下沟
	外侧沟分叉部
	中央旁沟
	侧副沟
	额上沟

表 3.2 二级脑沟的分类

脑叶	脑沟
额叶	中央前沟
	额缘沟
	眶额沟
	喙上沟,喙下沟
顶叶	顶下沟
枕叶	距状旁沟（腹侧和背侧）
	枕外侧沟
	枕横沟
	月状沟
颞叶	鼻沟
	颞横沟
	颞下沟
脑岛	脑岛中央沟

表 3.3 恒定不变的三级脑沟的分类

脑叶	脑沟
额叶	额中间沟
	斜沟
	放射沟
	中央下前沟
顶叶	顶横沟
	第二中间沟、第三中间沟
颞叶	听神经沟
枕叶	各种个体变异、缺乏一致性

表 3.4 脑沟形成年代表:外侧面

妊娠周数	脑沟形成（外侧凸面）
10 ~ 15	外侧裂
16 ~ 19	环状沟
20 ~ 23	中央沟、颞上沟
24 ~ 27	额上沟、中央前沟、中央后沟、顶内沟、枕外侧沟、颞中沟
28 ~ 31	额下沟、颞下沟
32 ~ 35	岛回、顶沟、第二额沟、第二颞沟、第二顶沟、枕上沟、枕下沟
36 ~ 39	第二颞横沟、第二颞下沟、第三额沟、第三顶沟
40 ~ 44	第二脑岛沟、第三颞下沟、第三枕上沟、第三枕下沟

表 3.5 脑沟形成年代表:内侧面

妊娠周数	脑沟形成（内侧面）
10 ~ 15	半球间裂
10 ~ 15	海马裂
10 ~ 15	胼胝体沟
16 ~ 19	扣带沟
16 ~ 19	顶枕沟
16 ~ 19	距状沟
20 ~ 23	侧副沟
32 ~ 35	边缘沟
36 ~ 39	第二扣带沟
40 ~ 44	第二胼胝体缘沟

表 3.6 脑沟形成年代表:基底面

妊娠周数	脑沟形成（下面）
16 ~ 19	嗅沟、直回
28 ~ 31	眶内侧回、眶外侧回
36 ~ 39	眶前回、眶后回
40 ~ 44	第二眶沟

表 3.7 妊娠期内脑回的出现

妊娠 周数	脑回
27	额中回、楔叶、颞枕内侧回、颞枕外侧回、枕上回、枕下回
28	胼胝体边缘回，额下回，缘上回，角回，眶内侧回，眶外侧回
30	颞下回，枕颞外回
31	颞横回
35	中央旁回
36	眶前回，眶后回

表 3.8 妊娠不同时期皮质形成的超声界标

妊娠周数	界标
24 ~ 25	显著的顶枕沟，距状沟的早期分支
26 ~ 27	发育完全的距状沟，扣带前沟
28 ~ 29	全部扣带沟，中央后沟，部分覆盖的脑岛
30 ~ 31	完全覆盖的脑岛，扣带沟弓，弯曲的颞下沟，伴或不伴第二扣带沟
32 ~ 33	第二扣带沟，部分脑岛沟
34 ~ 35	发育较好的脑岛沟，较成熟的第二沟，伴或不伴第三沟
>36	第三沟，较成熟的脑岛沟

表 3.9 外侧面的脑沟

脑沟	以人名命名
外侧裂	Sylvius 裂，叶间大裂（Chaussier），外侧裂（Henle），外侧窝裂（Ecker）
中央沟	Rolando 裂，中央沟（Ecker），前横裂（Pansch），顶后沟（Huxley）
顶枕外侧沟	外侧垂直裂，枕横裂（Broca），枕顶裂（Huxley），顶枕裂（Turner），顶枕外侧裂上部（Ecker）
额上沟	额上裂，额上裂（Pozzi），额前裂（Broca），额上沟（Huxley）
额下沟	额下裂，额下裂（Pozzi），第二额裂（Broca），额下裂（Huxley），第一额裂（Pansch）
中央前沟	Rolando 前裂，额平行裂（Pozzi），顶前裂（Huxley），中央前沟（Ecker），额中沟降支（Pansch）
顶内沟	顶间裂，顶裂（Broca，Pansch），顶内裂（Turner），顶枕沟（Schwalbe），中央后沟（Ecker），升支（Pansch）
颞上沟	平行裂，第一颞裂，颞上裂（Ecker），颞沟（Pansch），颞前沟（Huxley）
颞下沟	颞下裂，第二颞裂，颞中沟（Ecker），颞后沟（Huxley）

表 3.10 内侧面的脑沟

5H 脑沟	以人名命名
扣带沟	胼胝体边缘裂，Festonnée 裂（Pozzi），额顶叶间大裂（Gratiolet），胼胝体裂（Gromier），额裂（Broca）
顶枕内侧沟	内侧垂直裂，顶枕裂（Huxley），枕叶垂直裂垂直部内侧部分（Ecker），枕裂（Broca），枕裂（Pansch），后裂（Burdach），枕垂直内侧裂（Bischoff）
距状沟	距状裂，海马裂（Gromier），海马顶后裂（Gratiolet），枕水平裂（Henle），后裂（Huschke）

表 3.11 下面的脑沟

脑沟	以人名命名
嗅沟	嗅裂、嗅沟（Ecker）、嗅裂（Giacomini）、眶前裂（Broca）
眶沟	十字形裂、眶沟（Ecker）、眶裂（Giacomini）、第二眶裂（Broca）、第三放射沟（Turner）；Weisbach 命名了两条前后走行的分支，内侧正中纵行沟和外侧纵向沟。横支又被该作者称为横沟
枕颞外侧沟	颞枕外侧裂、颞枕前裂、颞枕沟（Ecker）
枕颞内侧沟（侧副沟）	颞枕内侧裂、第二颞枕裂、下纵沟（Huschke）、枕颞沟（Pansch）、侧副裂（Huxley）、颞下侧副裂（Bischoff）、枕颞下沟（Ecker）、侧副裂

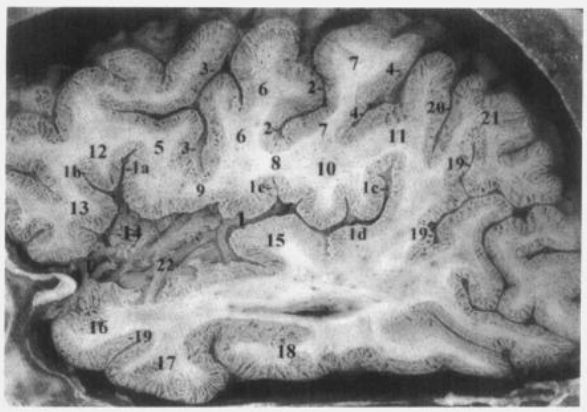


图3.16 显示外侧裂周围区的通过脑岛外侧面的矢状解剖层面。1、外侧裂；1a、外侧裂升支；1b、外侧裂水平支；1c、末端升支；1d、颞平面；2、中央沟；3、中央前下沟；4、中央后下沟（顶内沟升段）；5、额下回、岛盖部；6、中央前回；7、中央后回；8、岛盖中央部；9、岛盖额部；10、岛盖顶部；11、缘上回；12、额下回、三角部；13、额下回、眶部；14、脑岛；15、颞横回（Heschl）；16、颞上回；17、颞中回；18、颞下回；19、颞上（平行）沟；20、Jensen 中间沟；21、角回；22、大脑中动脉脑岛支

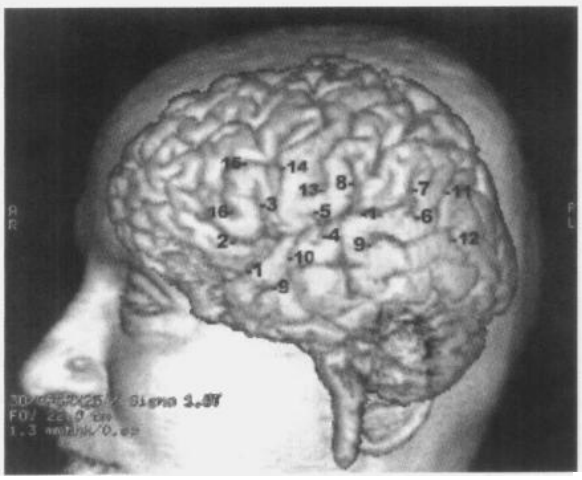


图3.14 显示外侧裂周围脑沟的大脑半球外侧面的3D-MR 图像。1、外侧裂；2、外侧裂水平支；3、外侧裂升支；4、颞横前沟；5、中央下前沟；6、颞横后沟；7、外侧裂末端升支；8、中央后横沟（Eberstaller）；9、颞上沟；10、听神经沟；11、颞沟末端升支；12、颞上沟降支；13、中央沟；14、中央前沟；15、中央下沟；16、放射沟（头切迹）



图3.15 显示外侧裂周围脑回的大脑半球外侧面的3D-MR 图像。1、颞上回；2、颞中回；3、颞下回；4、岛盖额顶部；5、中央前回（下膝）；5'、中央前回（上膝）；6、中央后回；7、额下回、岛盖部；8、额下回、三角部；9、额下回、眶部；10、额中回；11、顶下小叶；12、枕叶

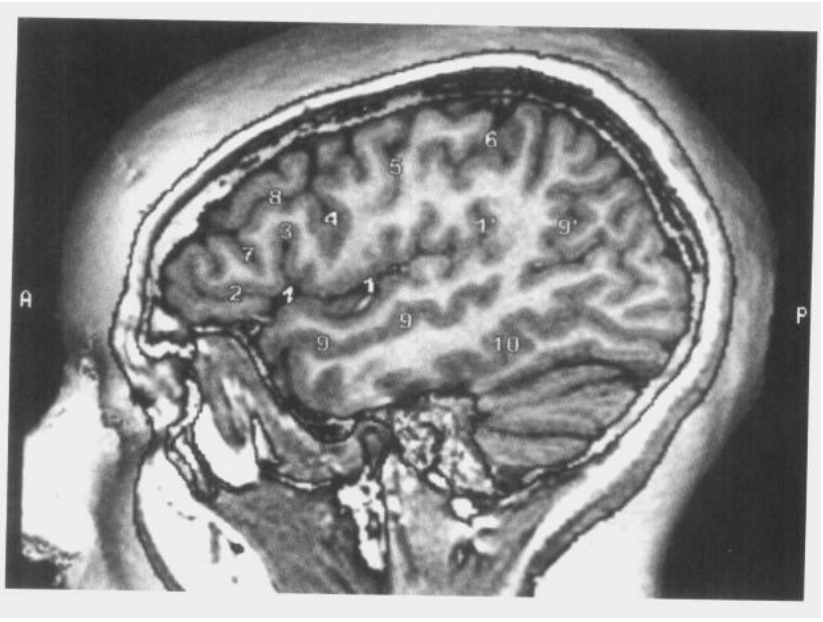


图3.17　外侧裂及其主要分支的外侧面3D-MR图像。显示大脑外侧面的3D-MR矢状层面。1，外侧(Sylvius)裂；1'，外侧裂末端升支；2，外侧裂水平支；3，外侧裂升支；4，中央前下沟；5，中央(Rolando)沟；6，中央后沟；7，放射沟(头切迹)；8，额上沟；9，颞上(平行)沟；10，颞下沟

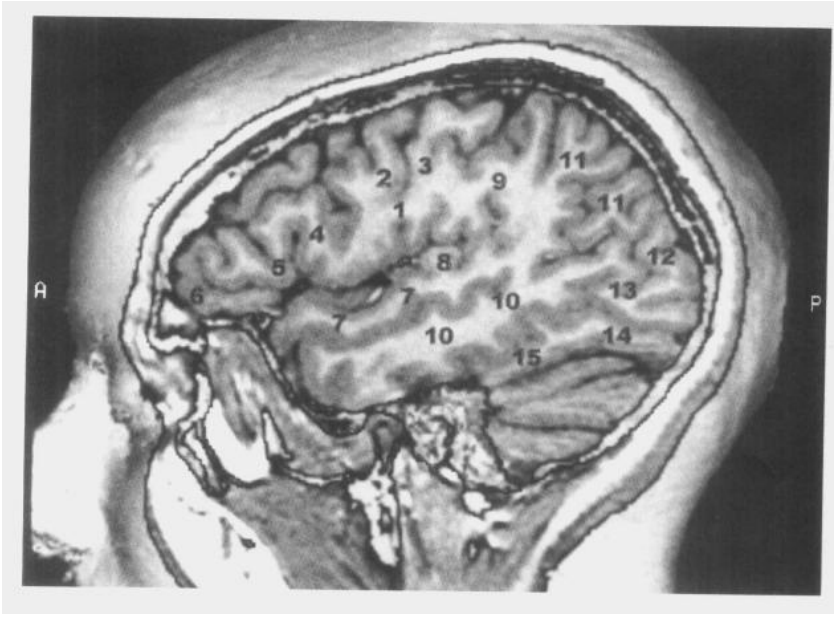


图3.18　显示大脑外侧面的3D-MR矢状层面。1，岛盖额顶部(中央部)；2，中央前回；3，中央后回；4，额下回岛盖部；5，额下回三角部；6，额下回眶部；7，颞上回；8，颞横回(Heschl)；9，缘上回；10，颞中回；11，角回；12，枕上回；13，枕中回；14，枕下回；15，颞下回

在第二段即水平段上有几条可以识别的分支。于额叶可见两条长度(2～3cm)几乎相等的沟：水平支和垂直支。二者的行程分离，形成一三角区的边界，三角区的顶端指向外侧裂。这两条分支分别起自于外侧裂，或者起自于一共同的主干(占1/3)。终末段通常在其终点形成分叉，见于约70%的人中，形成长的升段和短的降段。后者即颞横后沟，以右侧较常见(70%)。这条斜下前走行的脑沟不要与颞上横沟相混淆。颞上横沟见于分隔Heschl回后界与颞平面的第一颞回上。外侧沟邻近的皮质区为覆盖脑岛的额盖、顶盖和颞盖(表3.12)。

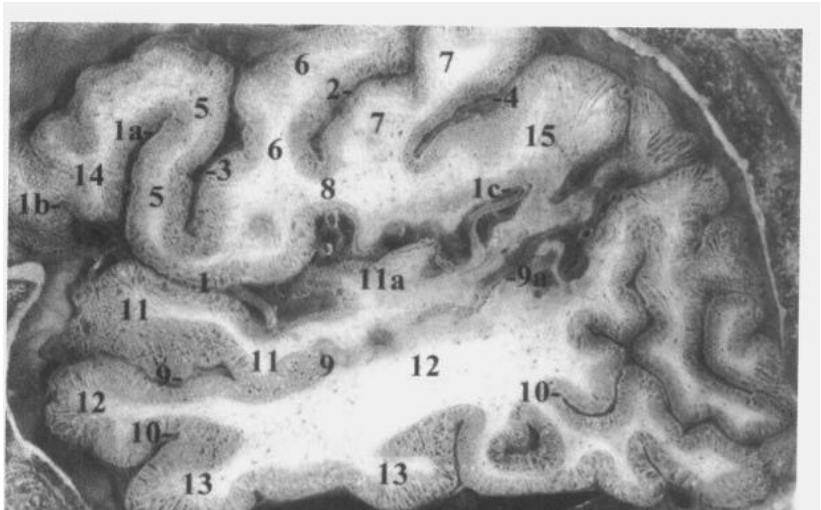


图3.19 显示外侧裂和外侧裂周围区的脑矢状解剖层面。1、外侧裂；1a、外侧裂升支；1b、外侧裂水平支；1c、外侧裂末端升支；2、中央沟；3、中央前下沟；4、中央后下沟（顶内段升支）；5、额下回，岛盖部；6、中央前回；7、中央后回；8、岛盖中央部；9、颞上沟；10、颞下沟；11、颞上回；11a、颞横回（Heschl）；12、颞中回；13、颞下回、14、额下回、三角部；15、缘上回

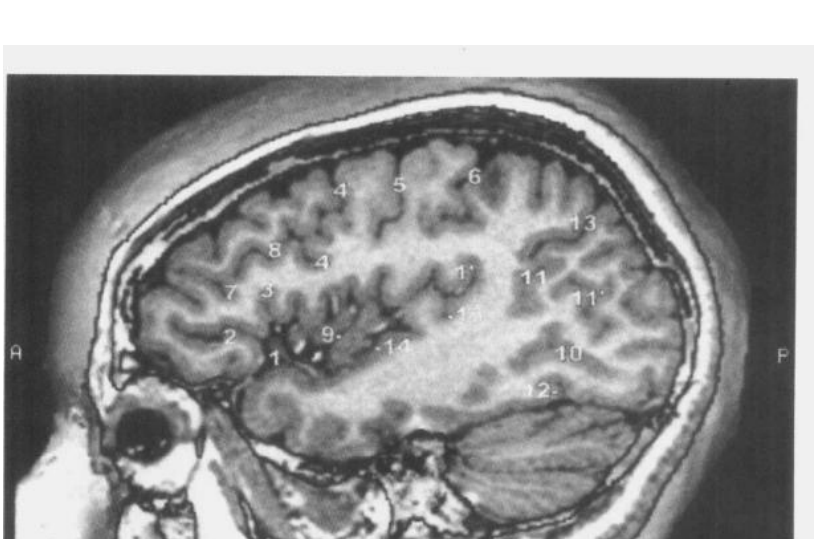


图3.20 显示主要脑沟的通过脑岛皮质的头3D-MR矢状层面。1、外侧裂；1'、外侧裂末端升支；2、外侧裂水平支；3、外侧裂升支；4、中央前沟；5、中央沟；6、中央后沟；7、放射沟（头切迹）；8、额下沟；9、脑岛中央沟；10、枕下沟；11、平行沟升支；11'、枕上沟；13、枕前切迹

2 中央沟（Rolando沟）

在1829年由Rolando报道的中央沟将额叶和顶叶分隔（图3.22～3.31）。Broca又描述了与之相关的三个弯曲，即上膝和下膝。位于上膝和下膝之间的大脑皮质代表着支配上肢运动的中央前回部位。中央沟的深度在躯干和上肢运动区之间增大。中央沟的走行方向为从上到下向前斜行。

Rolando沟一般走行连续，通常不到达外侧裂水平，在多数人中形成一个勾形的末端。在50%的人中中央沟与中央下沟、中央前沟和中央后沟相吻合。延伸到外侧裂的中央沟见于约20%的人中，通常是与中央下前或后沟的吻合部。

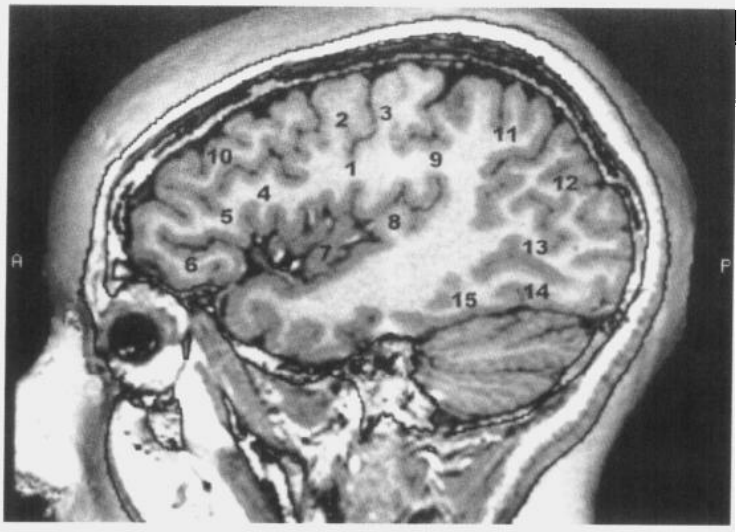


图 3.21 显示主要脑回的通过脑岛皮质的头3D-MR矢状层面。1、岛盖额顶部；2、中央前回；3、中央后回；4、额下回岛盖部；5、额下回三角部；6、额下回眶部；7、脑岛；8、Heschl颞横上回；9、顶下小叶缘上回；10、额中回；11、顶下小叶角回；12、枕上回；13、枕中回；14、枕下回；15、颞下回

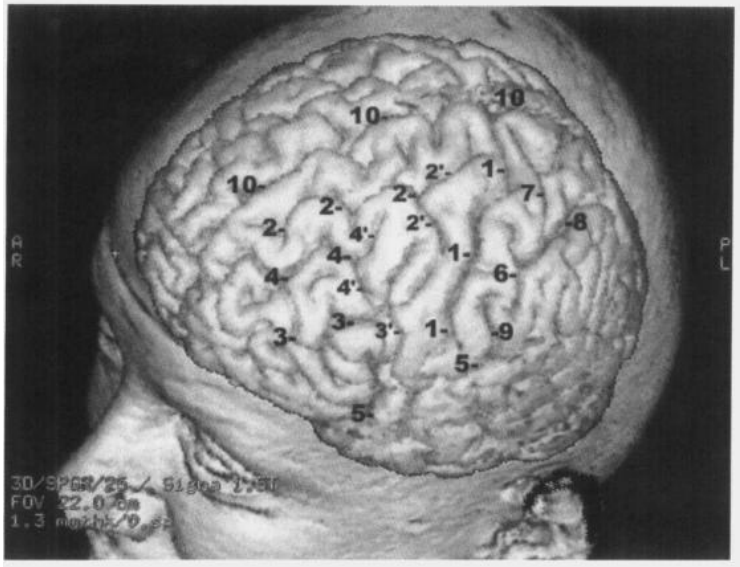


图 3.22 显示额沟及中央沟的脑3D-MR图像。1、中央沟；2、额上沟；2'、额前上沟；3、额下沟；3'、中央前下沟；4、额中间沟；4'、额中间沟Y形分叉后支；5、外侧裂；6、中央后沟（顶内沟升段）；7、中央后上沟；8、顶内沟；9、中央后横沟；10、半球间裂

表 3.12 外侧裂岛盖

Ono 等 1990	Duvernoy 等 1991
· 岛盖额部	· 岛盖额部
眶部	三角部
三角部	岛盖部
· 岛盖额顶部	· 岛盖中央部
岛盖部	中央前回（下端）
中央前回	中央下回
中央后回	中央后回（下端）
顶下下叶	· 岛盖顶部：顶下小叶
· 岛盖颞部	· 岛盖颞部
颞上回	颞上回



图 3.23　显示额回及中央回的脑 3D-MR 图像。1、中央回（下膝）；1'，中央回（中间弯曲或膝部）；1"、中央回，上膝；2、中央后回；3、额上回；4、额中回；5、额下回；5'，额下回，三角部；5"，额下回，岛盖部；6、顶上回；7、顶下小叶；8、颞叶

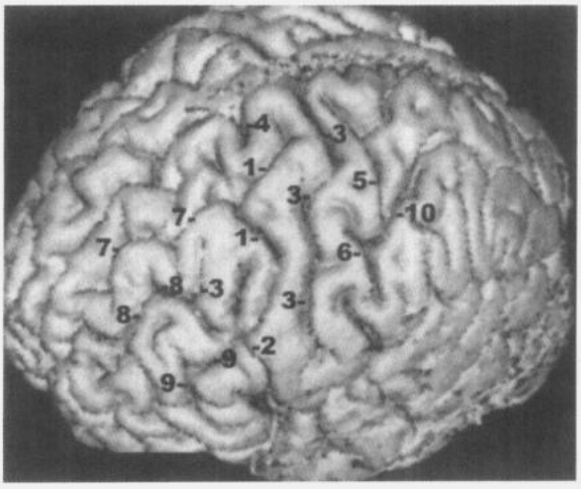


图 3.24　显示中央沟周围脑沟的脑 3D-MR 图像（外侧面）。1、中央前沟（上段）；2、中央前沟（下段）；3、中央前沟（中间段）；4、中央前内侧沟；5、中央后沟，上段；6、中央后沟，下段；7、额上沟；8、额中沟；9、额下沟；10、顶内沟



图 3.25　显示中央回周围脑回的脑 3D-MR 图像（外侧面）。1、中央前回；1'，中央前回上膝；1"、中央前回下膝；2、中央后回；3、额上回；4、额中回；5、额下回；6、顶上小叶，前部；7、顶上小叶，后部；8、缘上回；9、角回；10、顶后回

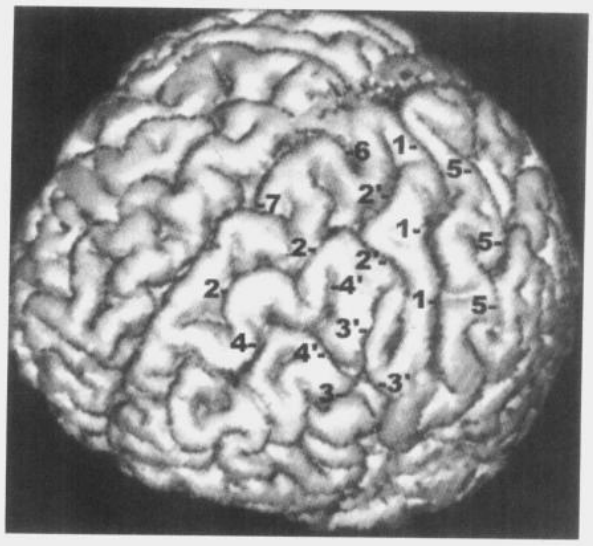


图 3.26　显示中央和额叶脑沟的脑 3D-MR 图像（斜前位）。1、中央前沟；2、额上沟；2'、中央前上沟；3、额下沟；3'、中央前下沟；4、额中间沟；4'、额中间沟后支；5、中央后沟；6、中央前内侧沟；7、中央旁沟



图 3.27　显示中央和额叶脑回的脑 3D-MR 图像（斜前位）。1、中央前回；2、中央后回；3、额上回；4、额中回；5、额下回

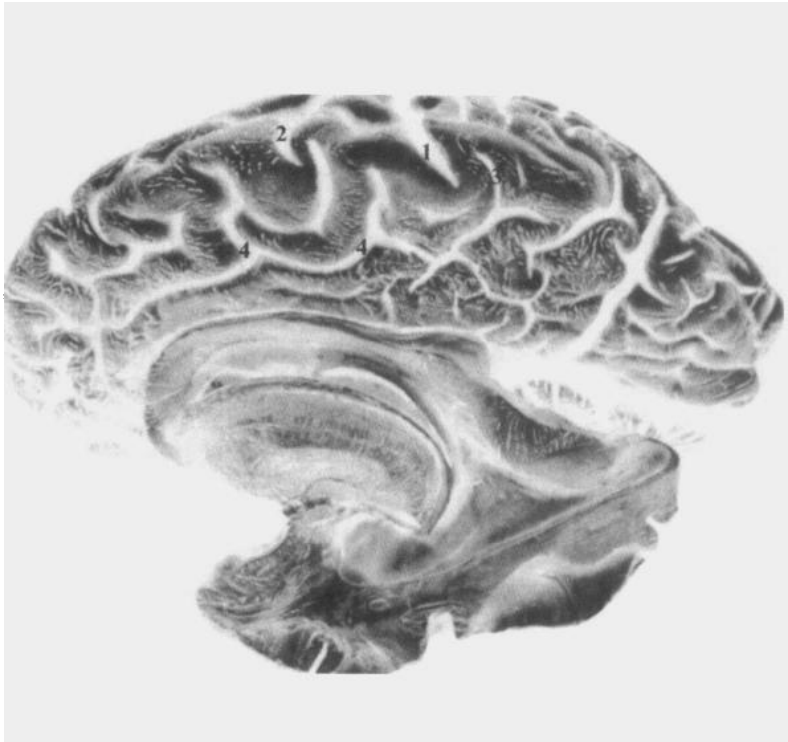


图 3.28　中央旁小叶：大脑半球正中面的脑沟解剖。1、中央沟、内侧范围；2、中央前内沟；3、扣带沟缘支；4、扣带沟

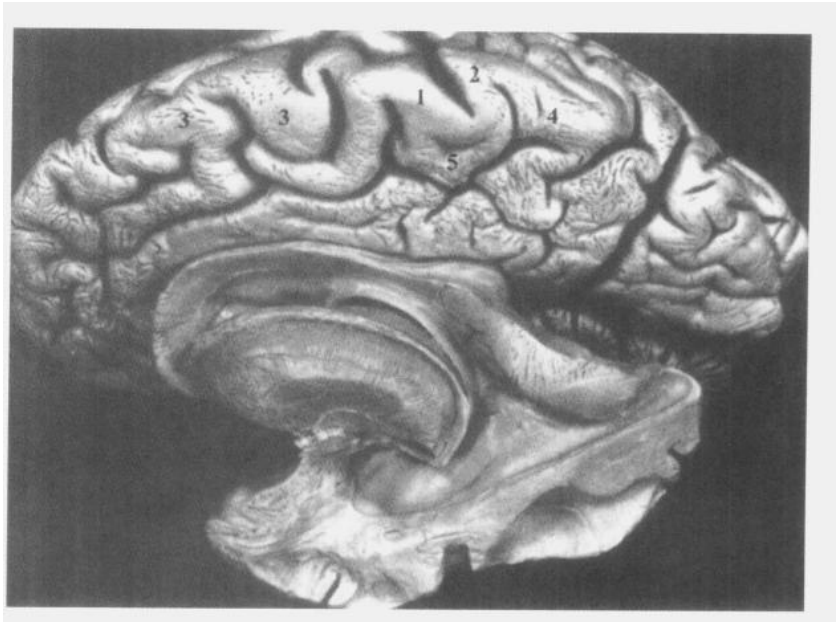


图3.29　中央旁小叶：大脑半球正中面的脑回解剖。1、中央前回，上部和内侧部；2、中央后回，上部和内侧部；3、额内侧回（额上回）；4、楔前回；5、中央旁小叶

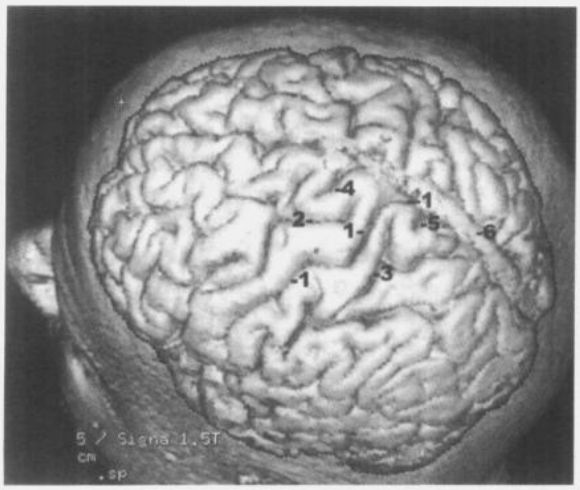


图3.30　显示中央上区脑沟的脑上面的3D-MR图像。1、中央沟；2、中央前上沟；3、中央后上沟；4、中央前内侧沟；5、边缘沟；6、上矢状窦



图3.31　显示中央区脑回模式的脑上面的3D-MR图像。1、中央前回；1'、中央前回上段；2、中央后回；2'、中央后回上段；3、额上回；4、顶上回

Rolando沟向上到达大脑半球的上缘，它可以延伸至大脑半球的内侧面，形成一条小脑沟－crochet Rolandique沟（80%）。根据Eberstaller报道，中央沟向内侧面的延伸是恒定的。根据Lang报道它见于88%的大脑半球中，而Retzius的报道仅为64%。

3 额下沟

额下沟起自于眶外侧回水平的前方，呈Y形分叉，走行大致与外侧沟平行（图3.32、3.33）。Eberstaller将其前界定位于三角部的中间部位。额下沟为一深沟，几乎到达脑岛平面，终止于中央前下沟，据Eberstaller报道此处经常可见一隐匿的脑回。此皱襞通道可以到达脑表面，将额下沟和中央前下沟分隔。额下沟较额上沟发育完善且位置恒定，在大约30%的人中额下沟被两条皱襞通道阻断，通常发生在该沟的中部。在大约50%的人中额下沟的行程是连续的。

4 额上沟

额上沟起自于大脑半球的眶缘，走行与半球间裂平行，沿额叶的2/3延伸（图3.34、3.35）。在走行过程中，它逐渐与半球间裂分离。且常形成两支，并因种族不同而有差别。额上沟走行中断（26%～50%），向后终止于中央前沟T形分叉部（50%）。额上沟在前方可以与额缘沟相吻合。根据Eberstaller所述，额上沟可以与额中沟相吻合（45%）。

5 中央前沟

中央前沟通常被中央前回与额中回之间的连接分隔为中央前上沟和中央前下沟（75%）（图3.34、3.26）。中央前沟可以由三段组成（15%），第三段构成中央前中间沟。中央前沟走行与中央沟平行，它是由额下沟和额上沟的后分叉所形成。中央前下沟的上端位于中央前上沟下端的前方。中央前下沟的下端既可直接，又可以通过中央下前沟或斜沟与外侧裂连接。中央前上沟一般小于中央前下沟。中央前上沟一般不能到达大脑半球的上缘，并可被不恒定的水平状的中央前沟边缘支——中央前上沟内侧的小浅凹所分隔。中央前上沟的前方可有一条中央前内沟，它伸入到大脑半球的背侧缘。

6 顶内沟

顶内沟分三部（图3.36～3.41），升段（中央后段）、水平段和降段（或枕段）。升段为一垂直段，相当于中央后沟的下部，主要在右侧可以延伸到外侧裂。根据Cunningham报道，水平段（即真正的顶内段）与中央后下沟和中央后上沟的关系是多变的。最常见的类型以第四型为代表，该型中顶内沟与中央后下沟和中央后上沟相连续（40%）。在60%以上的人中，中央后下段与中央后上段相连续。第三降段（或枕段）几乎总是终止于枕叶，甚至可以延伸到枕极。顶内沟很深，几乎可以到达侧脑室顶，如在冠状和矢旁切面上所见。

顶内沟的枕段（或枕上沟）在70%的人中显示为一T形的结尾，称枕横沟。中央后沟的上端较常终止于大脑半球的外侧面，呈Y型结构，而不延伸到内侧面。在Y型结构的末端，中央后沟与扣带沟的边缘支相连，向大脑半球的外侧面延伸并终止其上，在其上缘形成一切迹。

7 颞上沟

颞上沟又称平行沟，因为它紧随外侧裂走行。此沟是灵长类动物脑中最原始的脑沟之一。在冠状切面上显示为一条深沟（2.5～

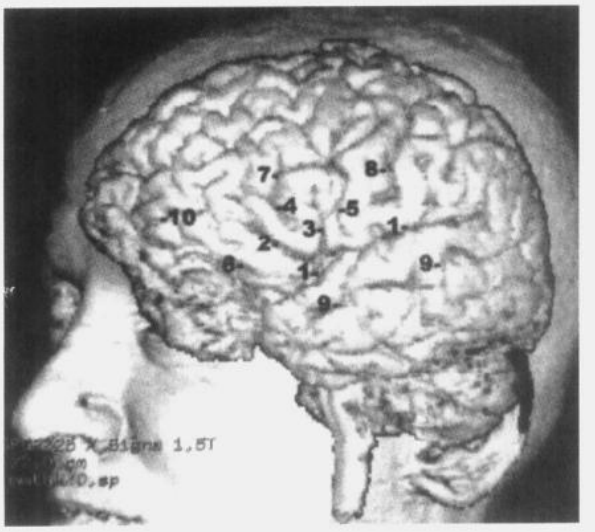


图 3.32 显示额下区脑沟模式的脑 3D-MR 图像。1、外侧裂；2、外侧裂水平支；3、外侧裂升支；4、放射沟（头切迹）；5、中央前下沟；6、眶外侧沟；7、额下沟；8、中央沟；9、颞上（平行）沟；10、额缘沟

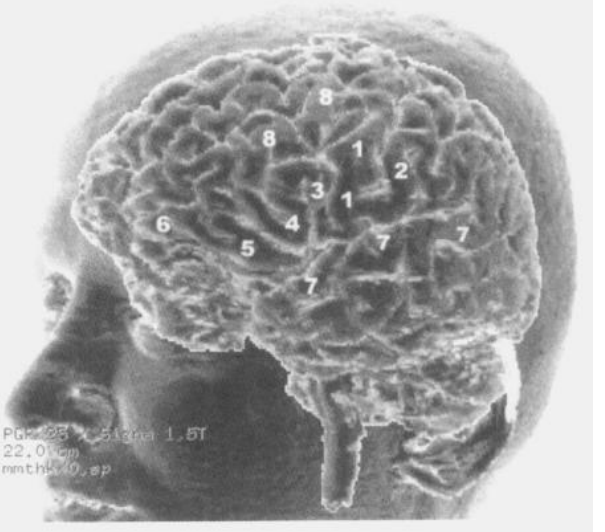


图 3.33 显示额下区的脑回模式的脑 3D-MR 图像。1、中央前回；2、中央后回；3、额下回岛盖部；4、额下回三角部；5、额下回眶部；6、额缘回；7、颞上回；8、额中回

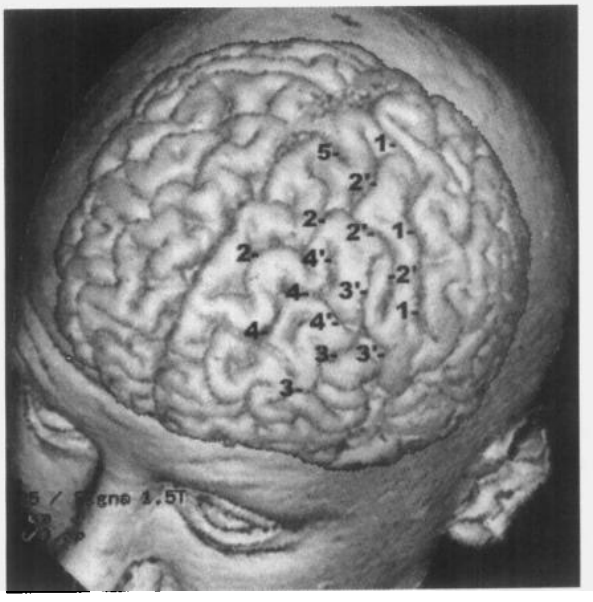


图 3.34 显示额叶脑沟解剖的 3D-MR 图像。1、中央沟；2、额上沟；2'、中央前上沟；3、中央下沟；3'、中央前下沟；4、额中间沟；4'、额中间沟后支；5、中央前内侧沟

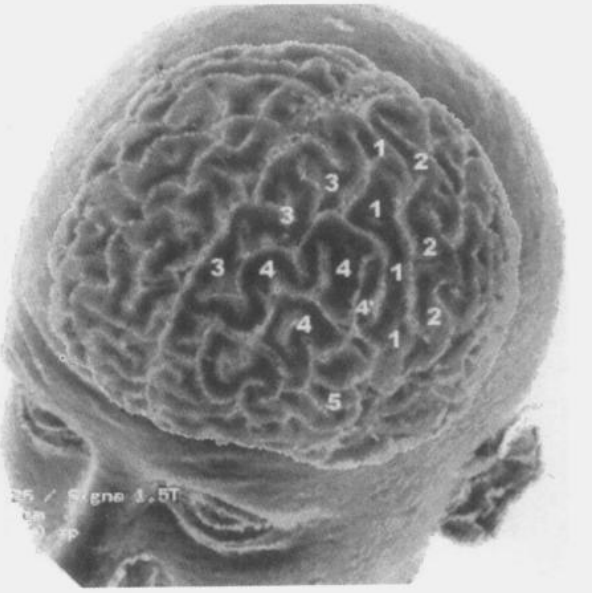


图 3.35 3D-MR 图像显示的额叶脑回解剖。1、中央前回；2、中央后回；3、额上回；4、额中回；4'、额中回与中央前回间的皱襞通道；5、额下回

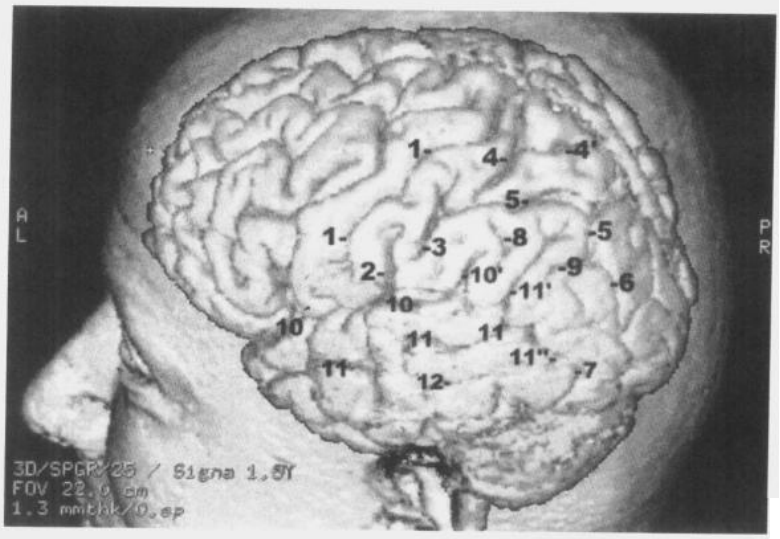


图3.36　显示颞叶及顶叶脑沟解剖的脑外侧面3D-MR图像。1、中央沟；2、中央后横沟；3、中央后下沟(顶内沟升支)；4、中央后上沟；4'、中央后上沟Y形分叉的上支；5、顶内沟(水平段)；6、顶内沟(降段或枕段)；7、枕前切迹；8、第一次中间沟(Jensen)；9、第二次中间沟(Eberstaller)；10、外侧裂、后升支；11、颞上平行沟；11'、平行沟升支；11"、平行沟降支；12、颞中沟

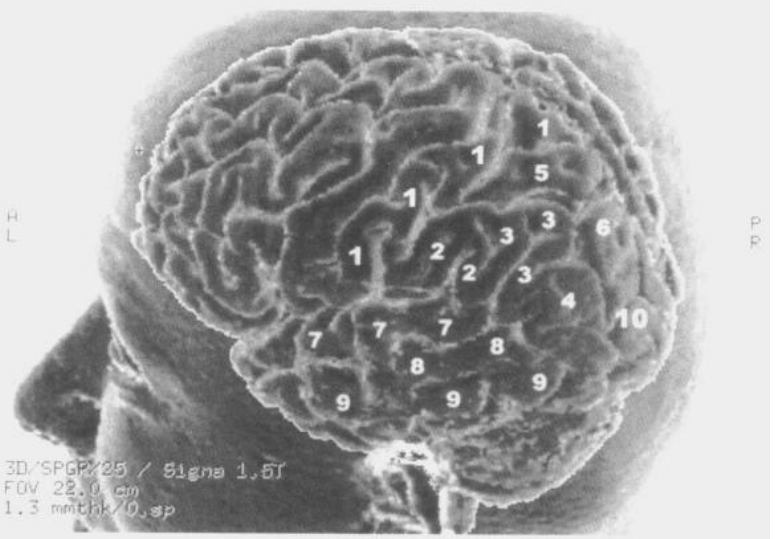


图3.37　显示颞叶及顶叶脑回解剖的脑外侧面3D-MR图像。1、中央回；2、缘上回(顶下小叶)；3、角回(顶下小叶)；4、顶后回(顶下小叶)；5、顶上小叶(前部)；6、顶上小叶(后部)；7、颞上回；8、颞中回；9、颞下回；10、枕叶

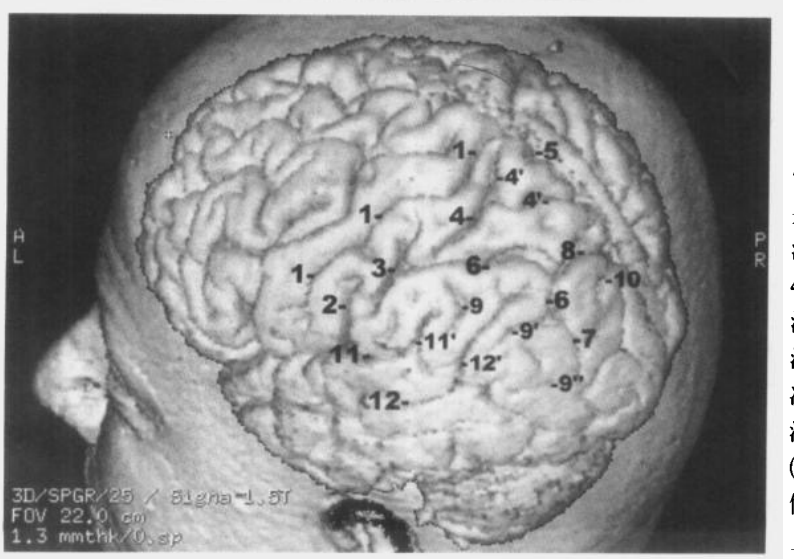


图3.38　显示顶下区脑沟解剖的脑外侧面3D-MR图像。1、中央沟；2、中央后横沟(Eberstaller)；3、中央后下沟(顶内沟升段)；4、中央后上沟；4'、终末支；5、扣带沟缘支；6、顶内沟(水平段)；7、顶内沟(降段或枕上沟)；8、顶横沟(Brissaud)；9、第一次中间沟(Jensen)；9'、第二次中间沟(Eberstaller)；9"、第三次中间沟(Eberstaller)；10、顶枕外侧沟；11、外侧裂；11'、外侧裂末端升支；12、颞上(平行)沟；12'、平行沟升支

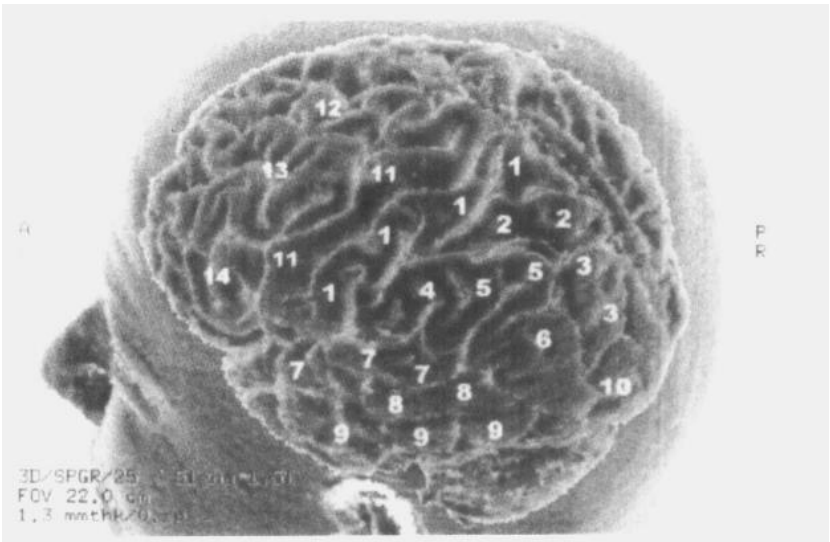


图 3.39　显示顶下区脑回解剖的脑外侧面3D-MR图像。1、中央后回；2、顶上回（前部）；3、顶上回（后部）；4、缘上回（顶下小叶）；5、角回（顶下小叶）；6、顶后回；7、颞上回；8、颞中回；9、颞下回；10、枕叶；11、中央前回；12、额上回；13、额中回；14、额下回

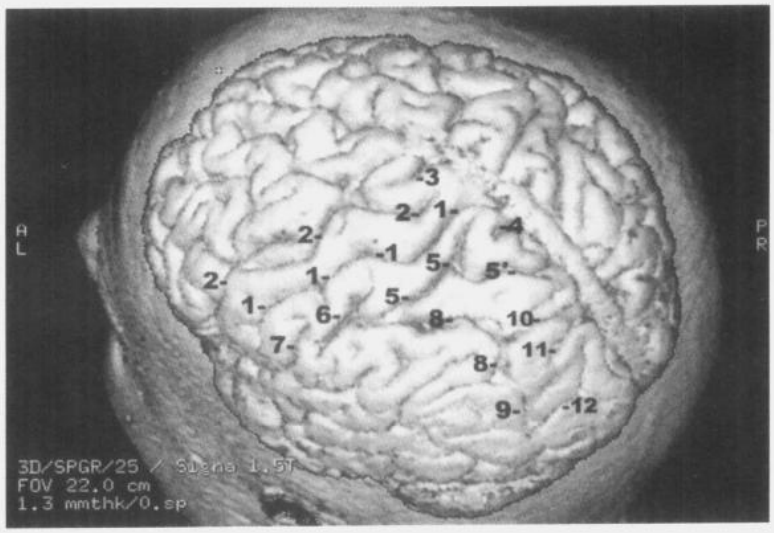


图3.40　显示顶上区脑沟解剖的脑上面3D-MR图像。1、中央沟；2、中央前沟；3、中央前内侧沟；4、边缘沟（外侧部分）；5、中央后上沟；6、中央后下沟（顶内沟升支）；7、中央后横沟（Eberstaller）；8、顶内沟（水平段）；9、顶内沟（降段或枕段）；10、顶横沟（Brissaud）；11、顶枕沟（外侧部分）；12、枕横沟



图 3.41　显示顶上区脑回解剖的脑上面3D-MR图像。1、中央前回；2、中央后回；3、顶上回；4、顶枕弓形回；5、缘上回；6、角回；7、顶后回；8、枕极；9、额上回；10、额中回；11、额下回；12、颞叶

3cm），可以到达脑岛下缘水平，走行大致与颞上回的岛盖面相平行（图3.42～3.45）。颞上沟很少中断（32%），可分为前部和后部，后部为角沟，穿入顶下小叶，通常在角回内又分出三支。

颞上沟最为恒定的中断点位于中央沟下端之下。颞上沟的前端从不延伸到颞极。这说明颞极是由颞上回明显的延伸而形成。颞上沟为颞上回下部的分界。在中央沟水平，颞上回可显示出一条不恒定的脑沟——听神经沟。听神经沟起自于平行沟，向外侧裂走行，是颞横回（Heschl回）的前界。

8 额缘沟

Wernicke描述的额缘沟是一相当恒定的、位置较深的、位于额极的脑沟，走行与眶缘平行（图3.32、3.33、3.46）。它与在猩猩脑中所见的额缘沟相一致。额缘沟在后方与额中沟连接，比与额上沟连接较常见。额缘沟比额中沟要深，它看起来好像起自于额中沟。额缘沟将额极横回与下方的额缘回分隔。

C 大脑半球外侧面的脑回

由主要的脑裂所决定大脑半球外侧面的脑回是：在外侧裂上区从前到后分布的是额下回、额中回和额上回，中央前回和中央后回，顶下回和顶上回。在外侧裂下区分布的为颞上回、颞中回和颞下回。顶叶和颞叶的脑回在后方与多变的枕回相融合。枕回一般由枕上沟、枕外侧沟和枕下沟所分界。

1 额叶

额叶是大脑半球中最大的脑叶，占据脑半球表面的1/3。它由四个脑回组成，自大脑半球的外侧向内侧和基底部延伸。在内侧面，额叶在内侧由勾形的脑回组成，下方以扣带沟为下界、前方对应于眶区。大脑外侧面的脑回是额下回、额中回和额上回。它们的走行大致平行于外侧裂和大脑半球的上缘。第四额回即中央前回，与中央沟平行，几乎与其他额回垂直。

a 额下回

额下回最小，位于外侧裂和额下沟之间，与外侧裂的水平支和垂直支相关（图3.15、3.17、3.19、3.32、3.33）。水平支和垂直支将额下回分为三部分：眶部、三角部和岛盖部。眶部通过大脑半球眶底面，岛盖部与中央前回的下部相连接，组成岛盖额部。在右利者中额下回的左侧发育较好，特别是其三角区和岛盖部。额下回又称Broca回，被视为说话运动中枢。

岛盖部常被斜沟所横越（70%）。斜沟起于中央前沟或额下沟，从不累及脑岛的环状沟，终止于外侧裂或其附近。根据Turner报道斜沟是人类大脑中具有特征性的脑沟。不过它是多变的。

三角部在1/3以上的人中被放射沟横越（图3.44）。放射沟又称头切迹。

b 额中回

额中回位于额下沟和额上沟之间，在后方由中央前沟的分支使其与中央前回分隔（图3.22、3.23、3.26、3.27）。额中回由一深在的连接回与中央前回连接。额中回被一不恒定的额中沟所横断，额中沟走行平行于额下沟和额上沟。它的长度变异较多，它起自于中央前回与眶缘间的中部，通常终止位于眶背侧缘的分叉点，构成额缘沟的一部分。

c 额上回

额上回位于额上沟与大脑半球背侧缘之间，因此它长于其他的额叶平行脑回（图3.34、3.35）。在大脑半球内侧面上延伸构成额内侧回，并在后方与中央回连接。

d 中央前回

中央前回又称额升回，其后方为中央沟，

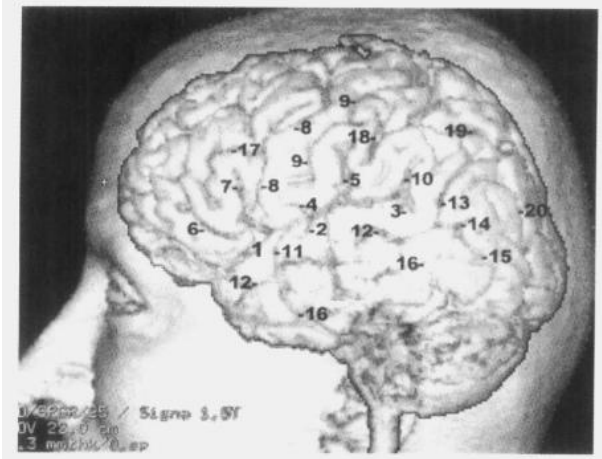


图 3.42　3D-MR 的大脑半球外侧面脑沟解剖。1，外侧裂；2，颞上横沟；3，颞横后沟；4，中央下前沟；5，中央后横沟；6，外侧裂水平支；7，外侧裂升支；8，中央前沟；9，中央沟；10，外侧裂末端升支；11，听神经沟；12，颞上（平行）沟；13，颞上沟升支；14，平行沟水平支或降支；15，枕外侧沟；16，颞下沟；17，额下沟；18，中央沟（顶内沟升支）；19，顶内沟，水平段；20，顶内沟（降段或枕段）



图 3.43　3D-MR 的大脑半球外侧面的脑回解剖。1，中央前回；2，中央后回；3，额下回岛盖部；4，额下回三角部；5，额下回眶部；6，额中回；7，颞上回；8，颞中回；9，颞下回；10，缘上回；11，角回；12，顶后回；13，顶上回；14，枕上回

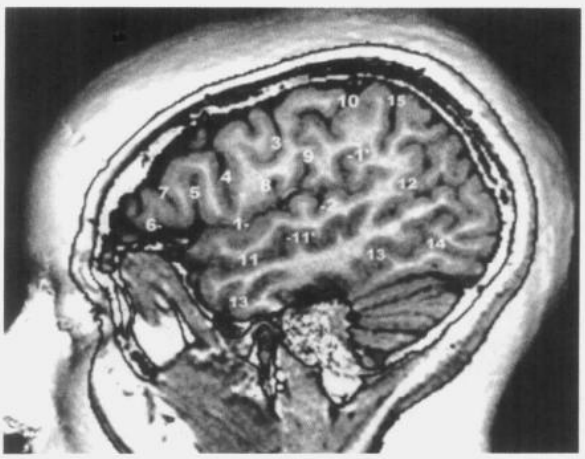


图 3.44　矢状 MR 层面上显示的大脑半球外侧面脑沟的解剖。1，外侧裂；1'，外侧裂末端升支；2，颞横沟；3，中央沟；4，中央前下沟；5，外侧裂升支；6，外侧裂水平支；7，放射沟（头切迹）；8，中央下前沟；9，中央下后沟；10，中央后沟；11，颞上（平行）沟；11'，听神经沟；12，平行沟升支；13，颞中沟；14，枕下沟；15，顶内沟

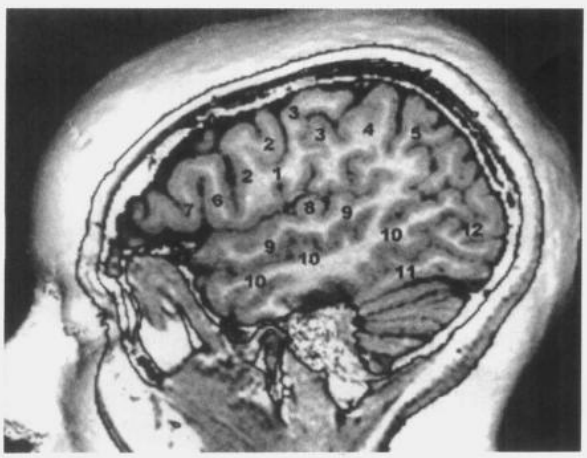


图 3.45　矢状 MR 层面上显示的大脑半球外侧面脑回的解剖。1，岛盖额顶部；2，中央前回；3，中央后回；4，缘上回；5，角回；6，额下回岛盖部；7，额下回三角部；8，上横回；9，颞上回；10，颞中回；11，颞下回；12，枕中回

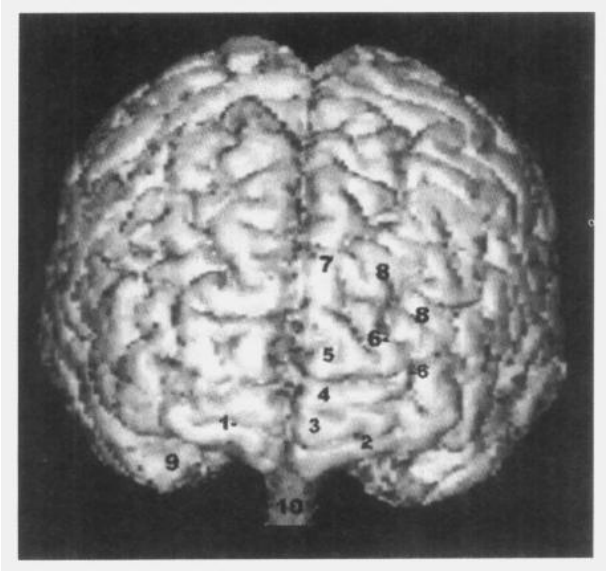


图 3.46 额极的 3D-MR 解剖（前面观）1、额缘沟；2、额缘回；3、额极下横回；4、额极中横回；5、额极上横回；6、额中间沟；7、额上回；8、额中回；9、颞极；10、脊髓

前方介于额下沟和额上沟之间（图3.22～3.25、3.30），下界为外侧裂，向上延伸可达大脑半球的上缘，并在该处与中央旁小叶相延续。中央前回的下端可以被中央下前沟横越，此沟长度多变，起自外侧裂上缘，终止于中央前下沟之后的中央前回。中央下前沟与中央前下沟可以发生吻合。

2 顶叶

顶叶位于外侧裂之上，中央沟之后，向后延伸至顶枕沟外缘与枕前切迹的连线。顶叶向大脑半球内侧面延伸的部分为楔前回，向前到达中央后回内侧。顶叶的最大部分在大脑半球外侧面上，该部被顶内沟分为三个脑回：顶下回，顶上回和中央后回。顶下回通常又细分为三个小脑回。

a 中央后回

中央后回又被称为中央后升回，见于中央沟之后，尾侧界为中央后下沟和中央后上沟（图3.24、3.25、3.40、3.41）。它的下端与中央前下回相连接，并可被中央下后沟所横越。中央下后沟起于外侧裂，终止于岛盖顶部，在其上形成小切迹。

b 顶下回

顶下回小叶位于下方的外侧裂和上方的顶内沟水平段与前方的顶内沟的中央后升段之间（图3.36、3.37）。从前到后，顶下回由缘上回、角回和顶后回所组成。缘上回呈弓形位于外侧裂末端升支之上，角回呈弓形位于平行沟返支末端之上，最后相对应的顶后回覆盖在颞下沟后端之上。缘上回和弓状的角回被一条短的脑沟所分隔，此沟为 Jensen 提出的原始中间沟，它通常与顶内沟结合，但也可以与外侧裂相吻合。角回也可以由另外一条第二中间沟将其与顶后回分隔，第二中间沟可以与平行沟吻合。

c 顶上回

顶上回位于顶下小叶的背侧，下界为顶内沟，前界为中央后上沟，并且向后延伸到顶枕沟的外侧末端，并越过顶枕沟，进入枕叶形成顶枕弓（图3.38、3.39）。顶上回被顶横沟分为前后两部分。顶横沟起自于大脑半球的内侧面，延伸到大脑半球上部的外侧，在该部可见顶横沟位于中央后沟和顶枕沟之间。顶上回沿大脑半球的外侧面上方向后伸展，到达枕叶的外侧，在顶枕沟的外侧面上呈弓状弯曲，形成顶枕上 Gratiolet“皱襞通道”。

3 颞叶

颞叶略呈椎体形，分为外侧面、基底面、背侧面及一位于前方的尖端或称颞极。外侧面的上界为外侧裂，将颞叶与额顶叶分隔。在尾侧，颞叶在上方与顶下小叶相连续，在下方与枕叶相连续 。在腹侧面，颞叶延伸到位于大脑半球基底面的侧副沟，后者将颞叶与边缘叶分开。颞叶外侧面有三条脑回，呈前后方向走行，大

致与外侧裂相平行，从上到下分别为颞上回、颞中回和颞下回。

a 颞上回

颞上回位于上方的外侧裂与下方的平行沟之间（图3.15、3.42、3.43、3.45）。它的前部构成颞极的成分，其尾侧与缘上回融合。颞上回的背侧面从前到后延伸，长度大约超过9cm，形成外侧裂的下缘，称为颞叶的岛盖面。颞上回分为盖段和岛段。盖段的位置与额盖和顶盖相关，而岛段与脑岛相关。有一至两条颞横回，即Heschl回，它斜行向前，在外侧裂的深部与颞上回背侧面相交叉。在右侧较常见到两条颞横回，这些脑回至少也是部分地被颞横内侧沟所分隔，在后面经颞上横沟与颞平面分隔，颞上横沟起自外侧裂，常见于颞上回的外侧面。甚至颞中间沟也可以伸入到第一颞回的外侧面。颞横回的额界以颞上横沟的前界为标志。颞横回的前部以听神经沟为界，后者起自平行沟，并伸入到第一颞回的外侧面。

b 颞中回

颞中回几乎与颞上回相平行，经颞上沟或平行沟与颞上回分界，以颞下沟作为下界，颞下沟是一条经常中断的脑沟（图3.15、3.17、3.37、3.45）。颞中回在其后极上方与角回相延续，在下方与枕叶相连续，沿着颞下沟的下支走行，即枕前沟。颞中回走行比颞上回更为曲折，且体积也较大。

c 颞下回

颞下回以颞下沟为上界，并向下越过大脑半球的外侧基底缘，到达大脑半球的下面，限定在颞枕沟水平（图3.15）。颞下回大多发生中断（70%），主要在后方，颞下回像颞枕回一样延伸到枕前切迹附近。在此水平，颞下回在后方和下方与枕下回相连续。

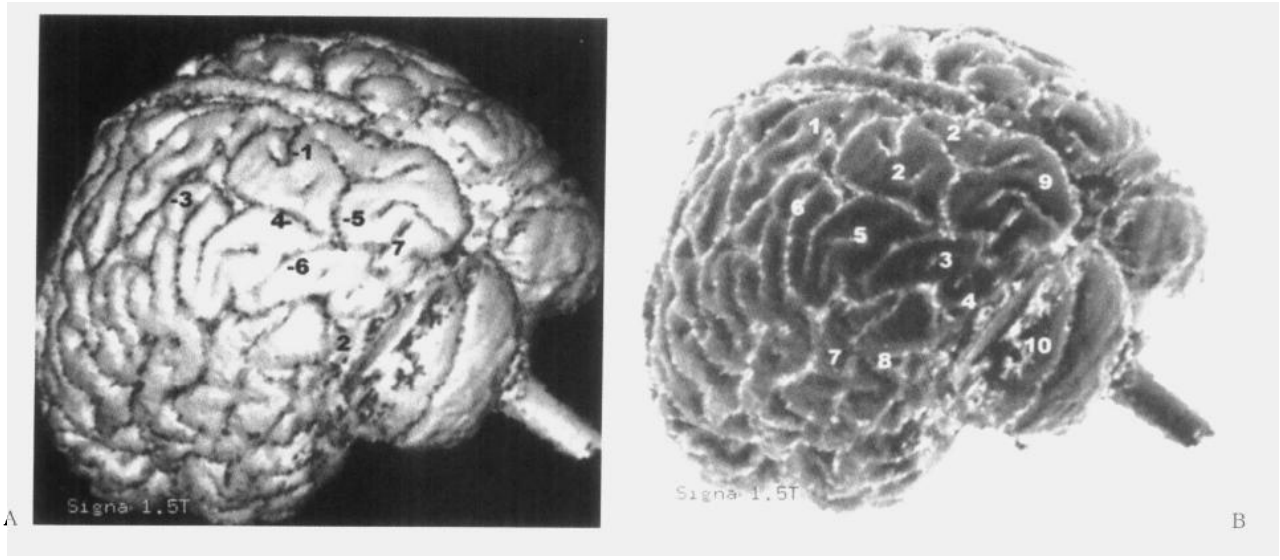
4 枕叶

枕叶在整个大脑半球脑叶中体积最小，它占据大脑半球的后部，位于小脑幕之上（图3.18、3.47A-C）。在猿类中枕叶的前方以顶枕外侧沟为界，但在人类中，顶枕外侧沟已缩小为大脑半球上缘的一条切迹，这是由于两条具有特征性的纵行顶枕Gratiolet“皱襞通道”的出现。第一条顶枕“皱襞通道”位于大脑半球的上面，与大脑半球的上缘平行，使顶上回与枕上回或第一枕回相连，其外侧以顶内沟枕段为界。因此此段也称为枕上沟，其末端可能与枕横沟相交。枕横沟通过枕叶外侧面的长度变异较多，可能相当于顶内沟（Wilder枕旁沟）的枕段的末端分支。另一条顶枕“皱襞通道”使角回与枕中回，又称第二枕回相连。枕中回或枕外侧回是枕叶外侧面最大的脑回，它又可以被枕中沟或枕外侧沟分为上下两部分。枕中沟在前方可与平行沟吻合。在后方枕中沟的后端与易变的凹形月状沟相连，在人类中月状沟的存在仍有争议。枕中回的上界为枕上沟、下界为枕下沟。另外两条颞枕“皱襞通道”占据在枕叶的下外侧。二者被易变的枕下沟所分隔，枕下沟相当于颞下沟的一条侧分支。这些弯曲的“皱襞通道”在所有灵长类动物中都存在。枕下沟的内侧界为枕下回，后者又称第三枕回，向后延伸正好达枕极的前面。枕下回的前部边界不清，见于枕前切迹（Meynert枕前下沟）水平。枕前切迹是大脑半球外下缘上的陷沟。枕下回在前方与颞下回相连续。

颞枕下区脑沟和脑回的构成在形态学上变异很多，这说明作者之间缺少一致的意见。脑沟是浅表的，可显示许多不同的分支，导致相异的描述。

5 脑岛

脑岛即Reil岛，是见于外侧裂深部最小的脑叶（图3.48、3.49、3.50、3.51）。脑岛在外侧裂盖部切除后显示最好。它呈三角形，尖端指向前下方，称为小隆凸。小隆凸通过岛阈与前穿质相连接。脑岛经环状沟与额顶叶及颞盖



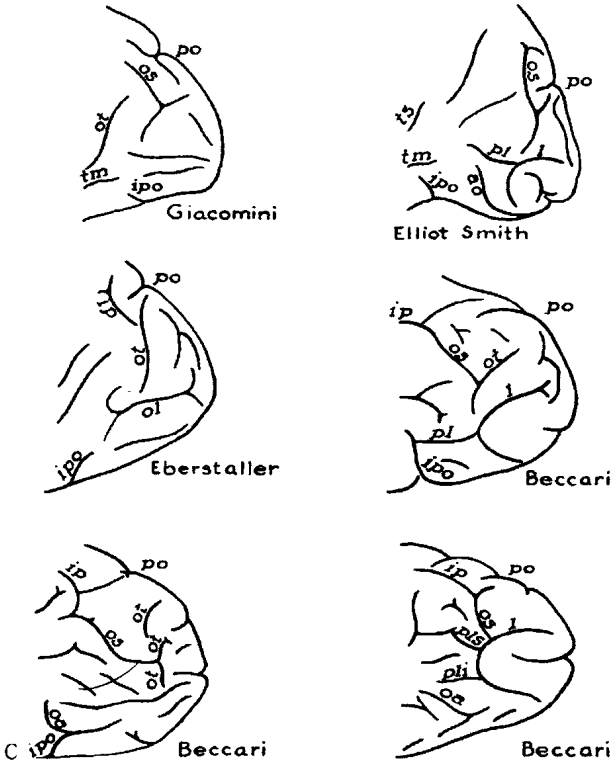


图 3.47 A 枕叶脑沟的 3D-MR 解剖图像（后外侧面）。1，顶枕外侧沟；2，枕前切迹；3，顶内沟；4，枕上沟（顶内沟枕段）；5，枕横沟；6，枕外侧（中）沟；7，月状沟。B 枕叶脑回的 3D-MR 解剖图像（后外侧面）1，顶上回；2，枕上回（顶枕弓形回或 Gratiolet 第一顶枕皱襞通道）；3，枕中回（Gratiolet 第二顶枕皱襞通道）；4，枕下回；5，顶后回；6，角回；7，颞上回；8，颞中回。C 枕叶外侧面脑裂形态的变异。左侧，垂直型；右侧，水平型

相分隔。

脑岛的皮质由聚集的扇形排列的脑回构成，通常被脑岛的中央沟分隔成三条短回和一至两条长回，脑岛上较深在的脑沟总是延伸到环状沟。两个被中央沟分隔的脑岛小叶分别通过两条“皱襞通道”，即岛盖额部和岛盖颞部与第三额回和颞上回相连接。

D 大脑半球的内侧面

半球间区特征性脑回形态的发育受胼胝体发育的影响。胼胝体缺如导致脑沟呈垂直走向和扣带沟缺如（图3.52）。大脑半球内侧面的脑沟和脑回在矢状位和矢旁位的脑断面上显示最佳（图3.53）。

1 扣带沟

扣带沟也称胼胝体额上回沟或者边缘裂。它起于胼胝体嘴部下方，在胼胝体下区，之后向前绕过胼胝体膝部，与胼胝体平行（图3.54、3.55）。扣带沟在后面将额中回与扣带回分隔，终止为顶叶的边缘分支，将楔前叶与中央旁小叶分隔。边缘支与中央沟有一完全的恒定关系，边缘支终止于中央沟后方大约10mm处（8～12mm），见于96%的大脑半球。在24%的大脑半球中扣带沟是重复的，主要发生在前段，从而引起边缘区内副沟的出现。根据Weinberg的报道，扣带前沟成双在左侧大脑半球的发生率是右侧的两倍。在扣带沟的行程中高达三个的中断是常见的（40%）。扣带回中断导致额中回被套入扣带回内，这相当于Broca“额边缘皱襞通道”。

2 顶枕沟

首次被Gratiolet分析的顶枕沟深达2～2.5mm，这是灵长类动物大脑的恒定的且具有特征性的表现。主要位于大脑半球的后内侧面的顶枕沟向下，从大脑半球的背侧缘向前延伸，到达胼胝体压部的尾部，在此部位与距状裂的主干相连（图3.54、3.55、3.56）。在此水平，形成一个“Y”形沟。实际上，顶枕沟常被楔缘回将其与距状沟分隔，楔缘回连接楔叶顶端与峡部，其上有许多皱襞在深部连接楔叶与楔前叶。顶枕沟如同外切迹在大脑半球外侧面续了一段大约10～12mm的短距离，之后伸入到大脑边缘的深部。接近于大脑背侧缘时，顶枕沟形成分叉伸入到楔叶前界沟，此沟在25%的人中与顶内沟相连。在大脑外侧面上划一条从顶枕切迹到枕前凹口的连线可作为分隔枕叶同颞叶及顶叶的分界线。

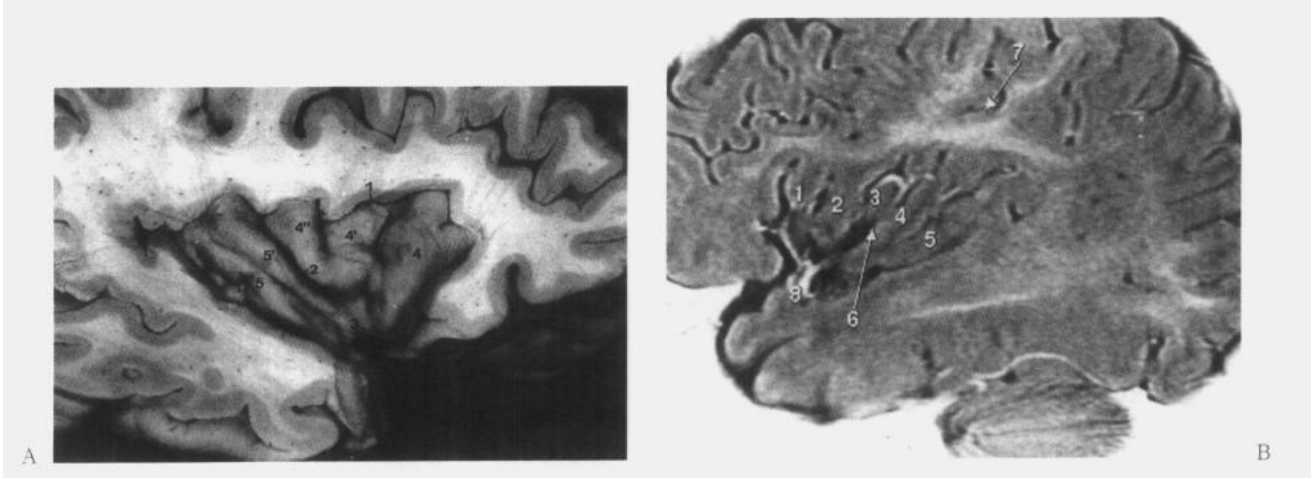


图3.48 A 脑岛皮质解剖断面。1，脑岛环状沟；2，脑岛中央沟；3，镰状沟；4，4’，4”，脑岛短回；5，5’，脑岛长回。B MR矢状面 STIR脉冲序列翻转图像上的解剖相关性。1，2，3，脑岛短回（岛前叶）；4，5，脑岛长回；6，脑岛中央沟；7，中央沟，下端；8，外侧裂动脉和它的脑岛分支

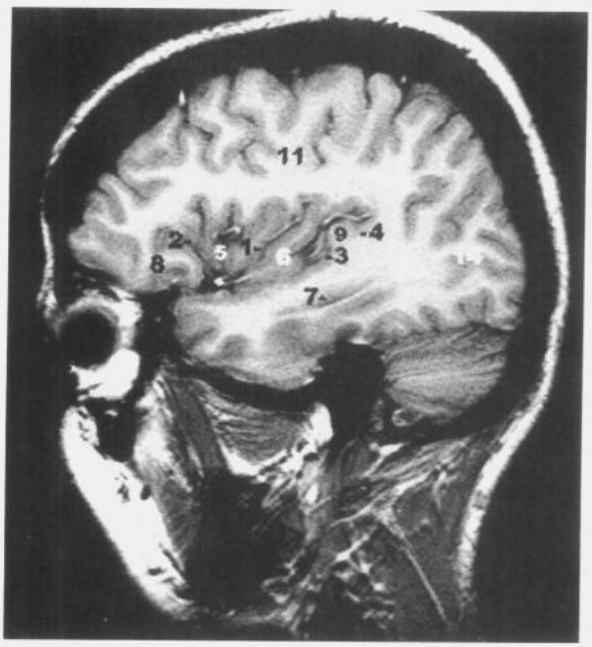


图 3.49 通过脑岛的矢状 MR 层面。1、脑岛中央沟；2、脑岛环状沟；3、颞上前横沟（Holl沟前界）；4、颞上后横沟；5、脑岛短回；6、脑岛长回；7、侧脑室下角；8、眶外侧回；9、颞横回；10、额下回；11、岛盖中央部；12、顶下小叶；13、颞叶；14、枕叶

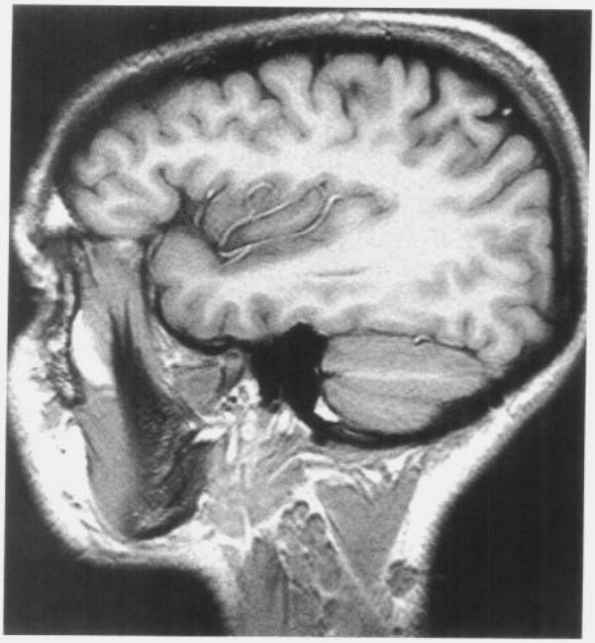


图 3.51 显示大脑中动脉脑岛分支的 MR 矢旁层面

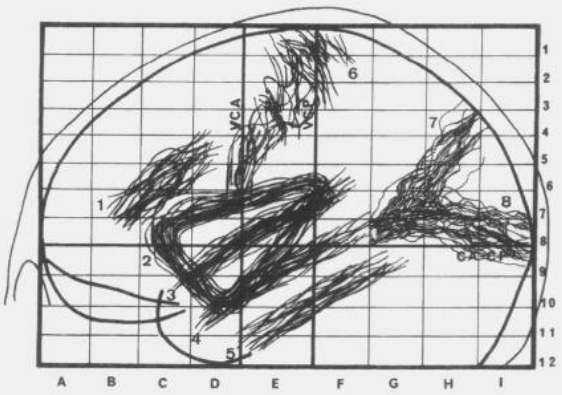


图3.50 在方格比例表上显示的脑岛的恒定位置。1、额上沟；2、脑岛；3、外侧裂；4、颞上沟或平行沟；5、颞下沟；6、中央沟；7、顶枕沟；8、距状沟。注意除了中央沟以外，额叶和颞叶的脑沟大约都与外侧裂平行

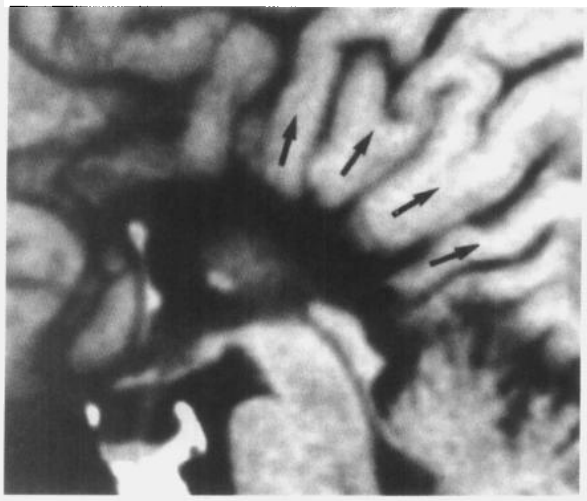


图 3.52 显示脑回特征性异常辐射状形态的 MR 正中矢状层面（箭头）

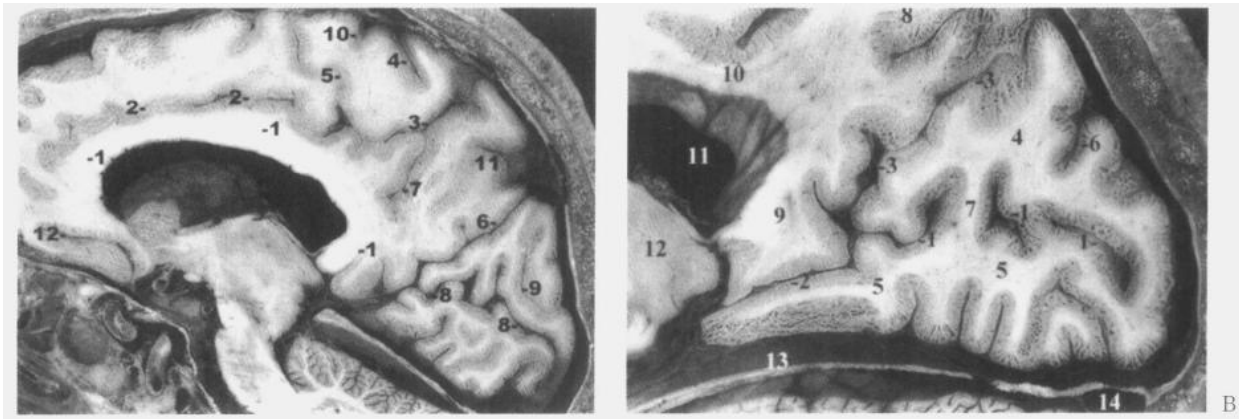


图 3.53 A 大脑的矢旁解剖层面，显示大脑半球内侧面主要的脑沟。1、胼胝体沟；2、扣带沟；3、扣带沟边缘支；4、中央沟；5、中央旁沟；6、顶枕沟；7、顶下沟；8、距状沟；9、距状旁背侧沟；10、中央前内侧沟；11、顶横沟；12、喙上沟。B 距状沟和顶枕沟：矢旁内侧解剖层面。1、距状沟、后段；2、距状沟、前段；3、顶枕沟；4、楔叶；5、舌回；6、楔沟；7、楔舌前回；8、楔前叶；9、峡部；10、扣带回；11、侧脑室体部；12、丘脑；13、小脑幕；14、横窦

3 距状沟

距状沟起自于胼胝体压部的下后方，向后方枕极走行，终止于该部并形成分叉，但可超出正常界限，最常见的是其上支侵入大脑半球的外侧面（图 3.54、3.55、3.56）。距状沟是一条深沟（2.5～3cm），在与顶枕沟的交界点处分为两段。第一段为距状前沟，为交界点的向头侧部分，其对应段在禽距内，另一段尾侧部分为距状后沟。距状后沟在后方终止于大脑半球内侧面的分叉部，见于半数病例。上支较常延伸到枕叶的外侧面。距状后沟的走行和弯曲是多变的。它的变异与头指数之间的关系仍不清楚。

在距状沟后段内可以发现一至两条隐匿的脑回，为Déjerine楔舌前皱襞和楔舌后皱襞。例外的是这些吻合的皱襞中的一条可以变得表浅并使距状沟中断。距状后沟的上下唇与距状前沟的下唇相当于纹状皮质（第 17 区）。

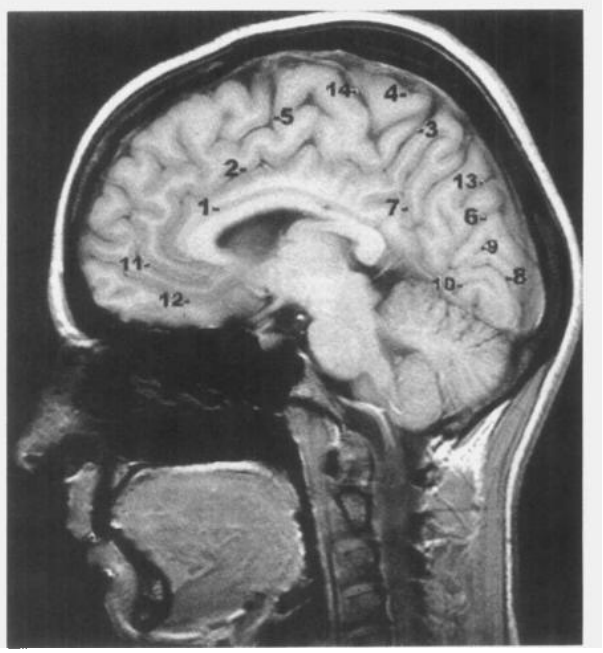


图 3.54 显示大脑半球正中面脑沟解剖的 MR 矢旁层面。1、胼胝体沟；2、扣带沟；3、中央沟；4、边缘沟；5、中央旁沟；6、顶枕沟；7、顶下沟；8、距状沟；9、距状旁背侧沟；10、距状旁腹侧沟；11、喙上沟；12、喙下沟（喙副沟）；13、顶横沟；14、中央前内侧沟

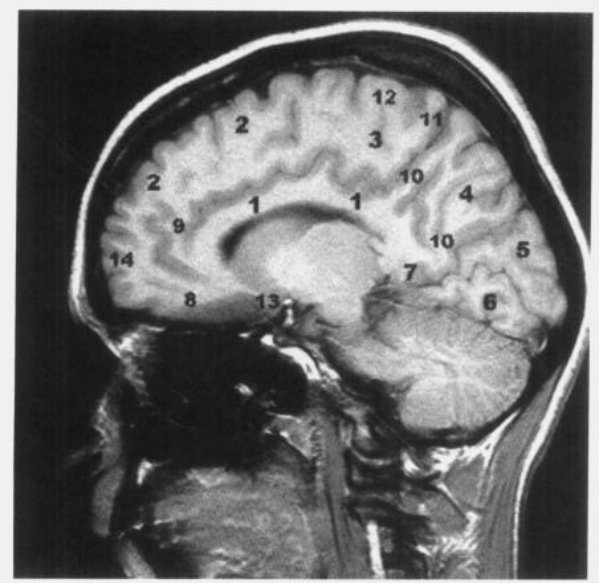


图3.55 显示大脑半球正中面脑回解剖的MR矢旁层面。1，扣带回；2，额内回；3，中央旁小叶；4，楔前叶；5，楔叶；6，舌回；7，峡部；8，眶内回；9，额缘"皱襞通道"；10，顶缘"皱襞通道"；11，中央后回；12，中央前回；13，胼胝体下回；14，额眶回

4 喙沟

Eberstaller提出的喙上沟或Broca"眶下切迹"围绕胼胝体嘴部呈前后走行，它起于Broca"嗅交叉"附近，终止于额极后面附近(图3.57)。它是独立走行的，根据Beccari报道在2/3的人中喙上沟走行大致平行于扣带前沟，并常常与喙下浅沟成对出现，后者又称喙副沟。

5 大脑半球内侧面的脑回

大脑半球内侧面由7个脑回组成，从前至后描绘如下:

a 直回

直回前界为前颅窝底，外侧界为嗅沟，上界为喙上沟。喙横沟将直回与嗅交叉或胼胝下回分隔（图3.58～3.64）。Beccari报道胼胝下回见于约60%的人中。

b 扣带回

扣带回的腹侧界为胼胝体沟，腹侧和前界为嗅旁前沟，上界为扣带沟，后上界为顶下沟，后下界为距状前沟（图3.53、3.54、3.55）。扣带回通过峡部，即"颞边缘皱襞通道"与海马旁回相连接。这个弓形的脑回又可细分为三个部分: 位于胼胝体嘴部下方和胼胝体膝部之前的前部，大略呈水平状且与胼胝体体部上缘平行的中间部，以及凹面向前、绕过胼胝体压部向下向前与峡部相连续的后部。后部将扣带后回与海马旁回相连接。扣带前回沿胼胝体下区而行，并于该处与胼胝下回毗邻。胼胝下回前界为胼胝下前沟（又称Beccari 喙横沟），后界为胼胝下后沟。胼胝下后沟的前界为终极旁回。扣带回由胼胝下回、海马峡部和海马旁回以及边缘叶构成。

c 额内侧回

额内侧回腹侧前界为直回（图3.53、3.62、3.64）。上方组成大脑半球的上缘，后界为中央旁沟。中央旁沟边界清晰，与扣带沟相接的部位恒定。偶尔它可延伸至整个大脑半球的内侧面，与大脑半球上部毗邻，位于中央前内侧沟的前方。由于扣带沟的干扰，额内侧回可套入扣带内。

d 中央旁小叶

中央旁小叶上界为大脑半球的上缘，前界为中央旁沟（图3.52、3.53、3.65）。当中央旁沟向内侧缘延伸与扣带沟相连时，就是中央旁小叶前界的标志。中央旁小叶的后界为扣带沟的延伸部——缘支。扣带沟缘支终止于大脑半球的边缘，在80%的大脑半球中缘支延伸到大脑半球外侧面。有两条最常见的沟。中央沟突然向后伸入中央旁小叶，见于65%的大脑半球，认为是特征性的形状。更前方中央前内侧沟构成中断的中央前沟的最上界，标志第一运动区的解剖界限。中央旁小叶本体或固有部通常延伸至中央前沟的前方。

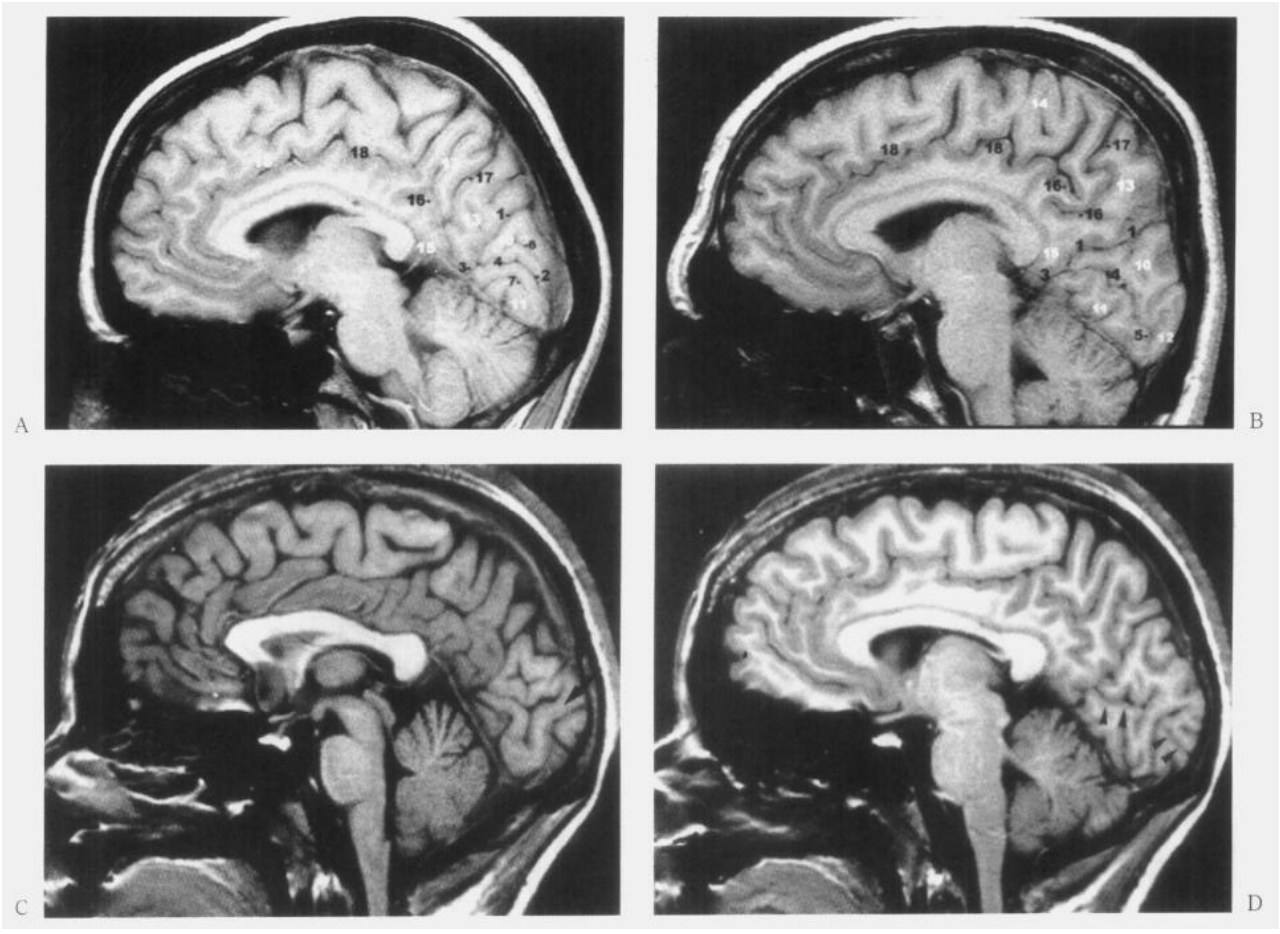


图 3.56 A，B 枕叶正中面：与 MR 的相关性。1，顶枕沟；2，距状沟；3，距状前沟；4，距状后沟；5，距后沟；6，距状旁沟（背侧）；7，距状旁沟（腹侧）；8，楔缘前，皱襞通道；9 楔缘后，皱襞通道；10，楔叶；11，舌回；12，Ecker 降回；13，楔前叶；14，中央旁小叶；15，扣带回峡部；16，顶下沟；17，顶横沟；18，扣带沟。C，D 楔舌回（箭标）通过距状沟（箭头）连接楔叶与舌回，图所示为很罕见的模式

尽管已有许多令人激励的研究，扣带沟缘支与中央区之间的关系仍未得到充分的评估。在解剖学上，缘支与中央沟有一相对恒定的关系，缘支终止于中央沟的后方，见于97%的大脑半球。位于大脑半球外侧缘的中央前沟的解剖极为复杂。中央前沟常是中断的，它起于下外方，像中央前下沟一样与外侧裂相接触，并描绘出额升回的前界。第一额回的上后界较为复杂，分别为中央前缘沟和中央前内侧沟组成。中央前内侧沟越过大脑半球的内侧面。中央旁沟常位于中央前内侧沟之前。由于中央前内侧沟通常表浅，并不向下延伸到扣带沟，所以在大脑半球内侧面上的第一运动区的前界是不清楚的。在 20%～40% 的大脑半球中，中央后沟伸延至大脑半球的内侧面。中央后沟最常位于扣带沟缘支的后方。因此，在解剖学上第一感觉区（腿和足）超越了中央旁小叶的界限。

e 楔前叶

楔前叶前界为边缘支，上界为大脑半球上缘，后界为顶枕沟，下界为顶下沟（图 3.53、3.65）。顶上沟伸延至大脑半球内侧面，并伸入楔前叶。顶枕沟为一恒定的深

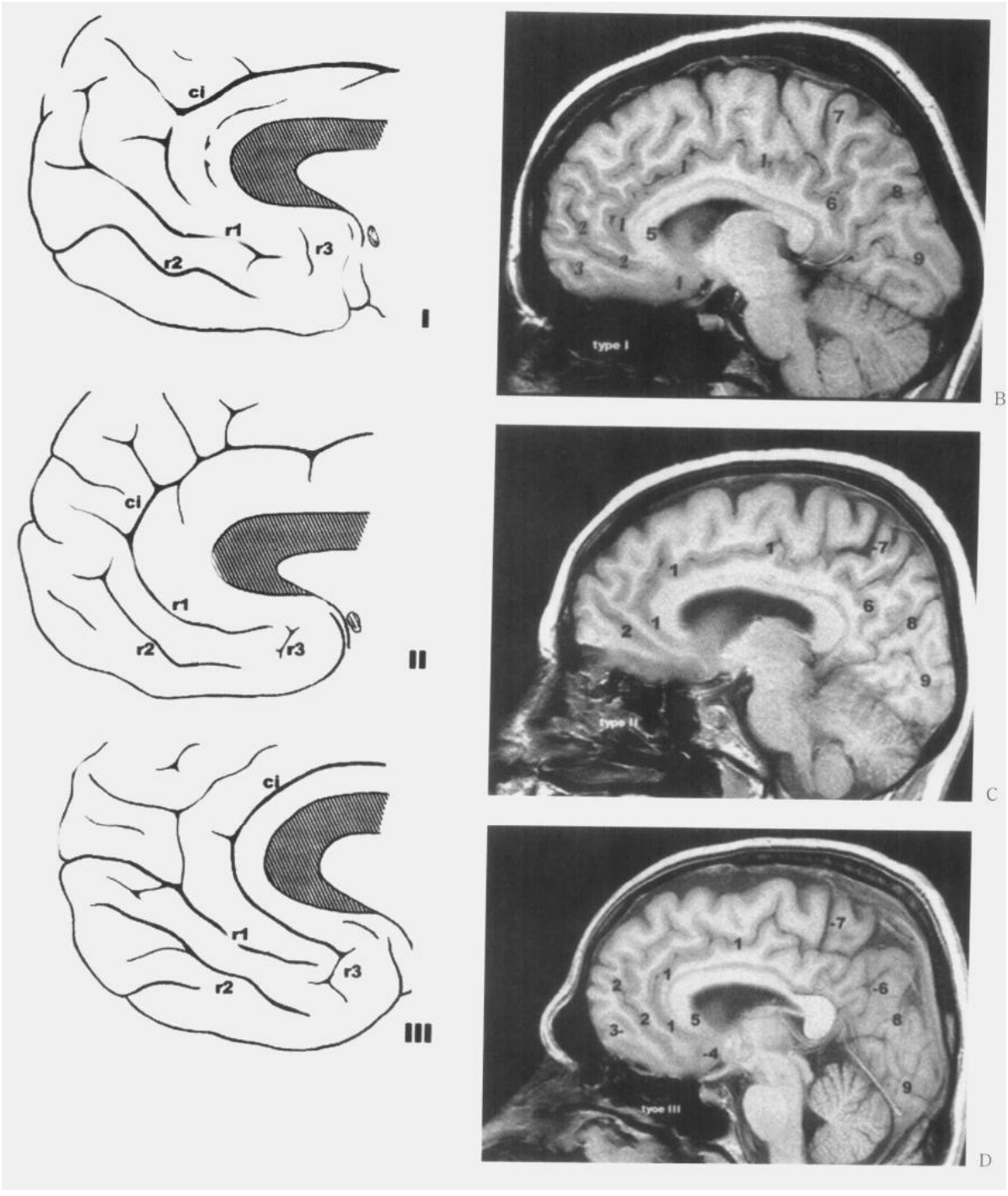


图 3.57A–D　喙沟及其与MR的相关性。A　三种主要的形态：第I型（23%），第II型（25%），第III型（52%）。r1、喙上沟；r2、喙下沟或喙副沟；r3、喙横沟；ci、扣带沟。B–D 1、扣带沟；2、喙上沟；3、喙下沟；4、嗅旁沟；5、胼胝体、膝部和嘴部；6、顶下沟；7、扣带沟边缘支；8、顶枕沟；9、距状沟

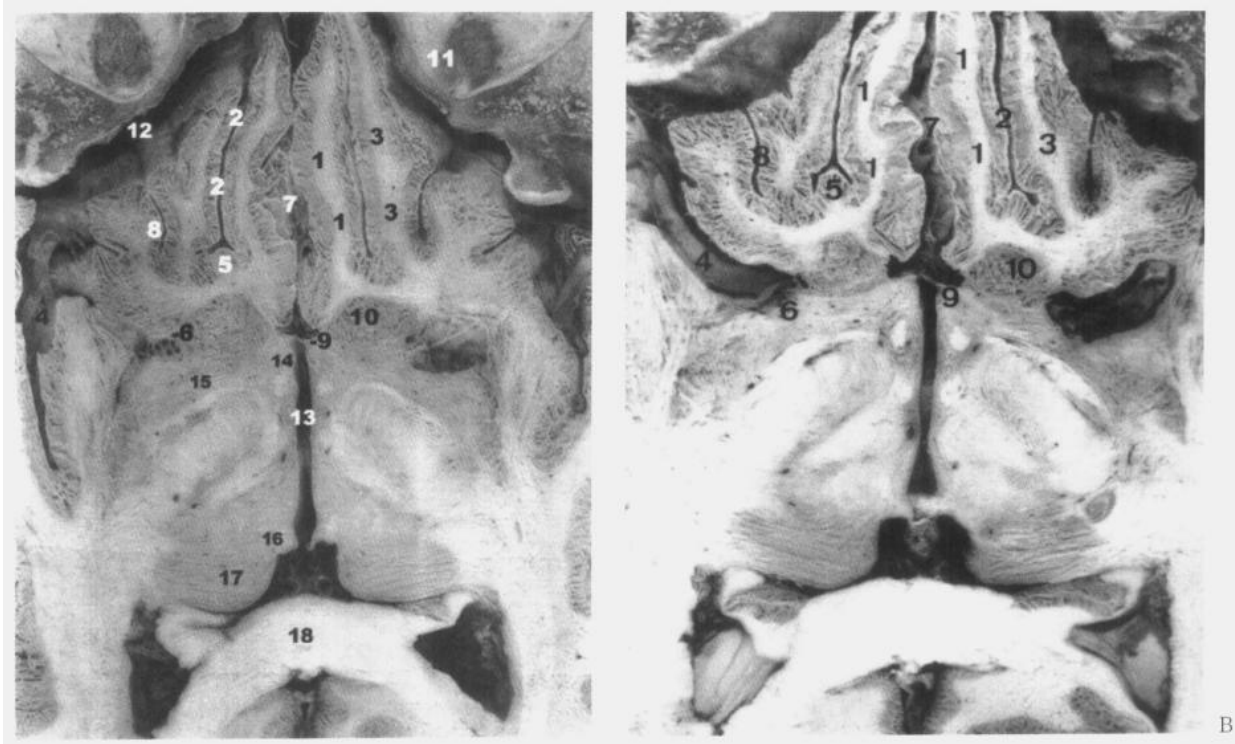


图 3.58A,B 显示额眶沟和额眶回的脑水平断面。1、直回；2、嗅沟；3、眶内回；4、外侧裂；5、嗅沟的主支；6、前穿质；7、半球间裂；8、额眶内侧沟；9、终板；10、腹侧纹状体；11、眶顶；12、前颅窝；13、第三脑室；14、下丘脑；15、无名质；16、缰；17、丘脑枕；18、胼胝体压部

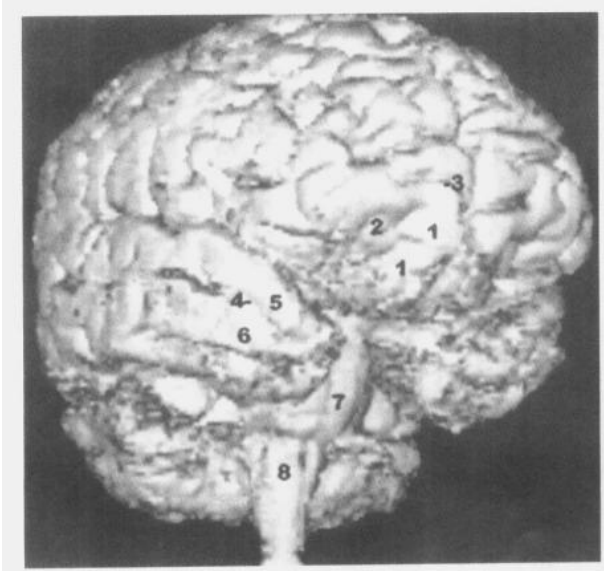


图 3.59 显示颞极和额眶区的3D-MR图像。1、直回；2、额眶回；3、缘上沟；4、颞上沟；5、颞上回；6、颞中回；7、脑桥；8、延髓

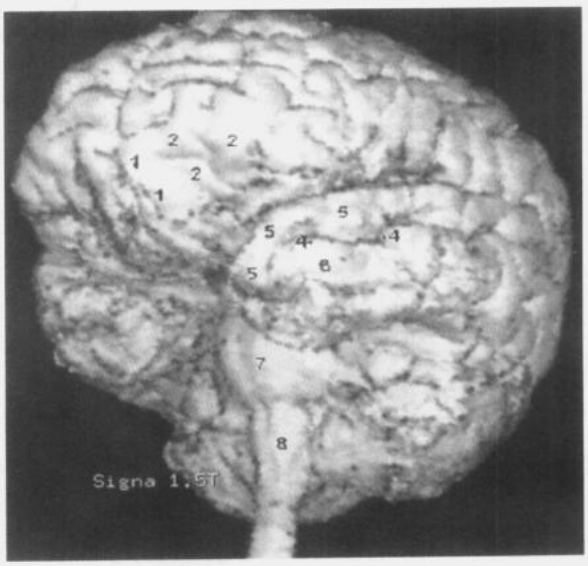


图 3.60 显示额极和颞极区的脑3D-MR图像。1、直回；2、额眶回；4、颞上沟；5、颞上回；6、颞中回；7、脑桥；8、延髓

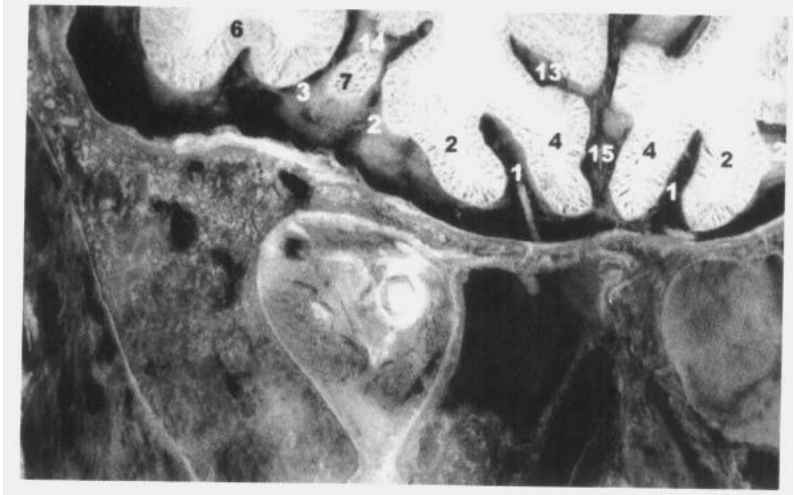


图3.61　显示额眶叶的脑沟和脑回解剖的冠状解剖层面。1、嗅沟；2、眶内沟；3、眶外侧沟；4、直回；5、眶内回；6、眶外侧回；7、眶前回；8、扣带沟；9、扣带回；10、额上沟；11、额上回；12、额中回；13、喙上沟；14、眶弓状沟；15、半球间裂

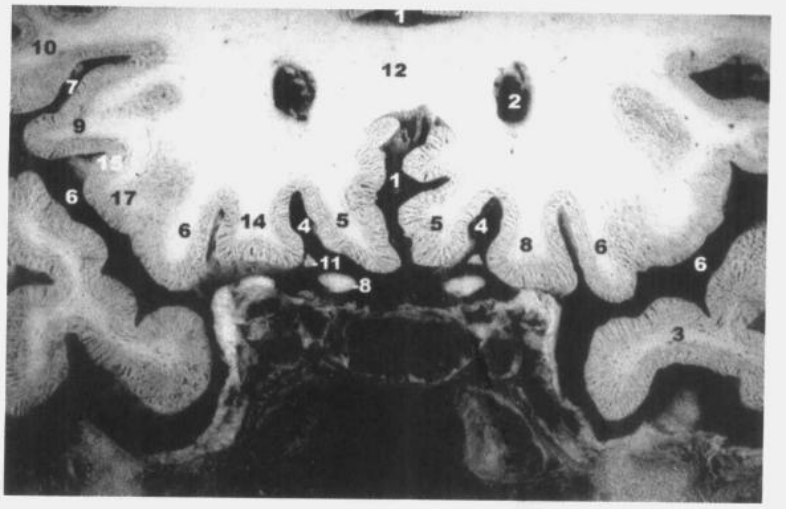


图3.62　额眶回的冠状解剖层面。1、半球间裂；2、额角尖；3、颞极；4、嗅沟；5、直回；6、眶后回；7、外侧裂水平支；8、脑池段视神经；9、额下回、眶部；10、额下回、三角部；11、嗅束；12、胼胝体、膝部；13、额下沟；14、眶内回；15、眶外侧沟；16、扣带沟；17、眶外侧回



图3.63　通过眶额叶、平行于联合－脑门参考线的脑MR冠状层面。1、嗅沟；2、眶内沟；3、眶外侧沟；4、直回；5、眶内侧回；6、眶外侧回；7、眶前回；8、扣带沟；9、扣带回；10、额上沟；11、额上回；12、额中回；13、喙上沟；14、眶弓状沟

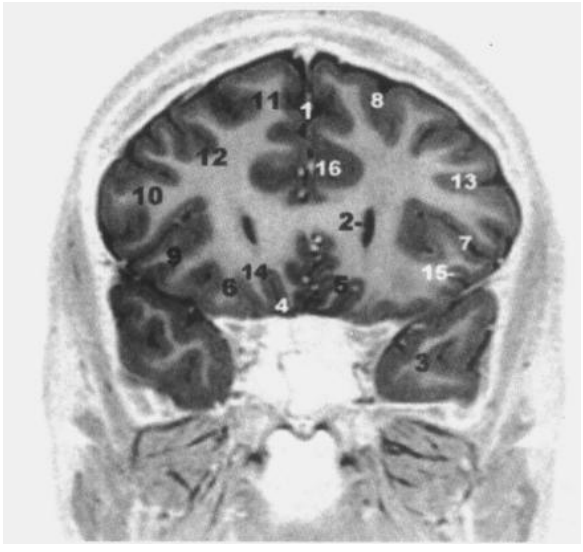


图 3.64 通过胼胝体膝部和侧脑室额角尖部的脑冠状解剖层面。1，半球间裂；2，额角尖部；3，颞极；4，嗅沟；5，直回；6，眶后回；7，外侧裂水平支；8，额上沟；9，额下回，眶部；10，额下回，三角部；11，额上回；12，额中回；13，额下沟；14，眶内回；15，眶外侧沟；16，扣带沟

沟，它将楔前叶与枕叶的楔叶分隔。顶下沟变异较多，可以表现有多种分支（“H”形或分离的“H”形），也可以作为扣带沟的后支。它常被一至两条顶边缘“皱襞通道”横断。在顶下沟的下方，扣带回变宽，继而在胼胝体压部突然变尖。

f 楔叶

呈三角形的楔叶是边缘清楚的唯一枕回。实际上它的前界为顶枕沟，上界为大脑半球的上界和后界，下界为距状后沟（图3.55、3.56）。楔叶与大脑半球的外侧面相连续。距状沟向前伸延，终止在侧副沟的最后部，在此部位扣带回的峡部延伸到海马旁回内。楔叶经深在的Broca楔边缘皱襞通道与邻近的扣带回后部相连接。在除长臂猿之外的所有灵长类动物中，楔叶是表浅的，将顶枕沟与距状沟分离。在枕极，距状沟终止为垂直的距状后沟，在距状后沟之后有Ecker降回。Ecker降回有时位于大脑半球的外侧面，有时以枕极沟为后界，与纹状区分隔。

g 舌回

舌回构成枕叶的下面和内侧面，其上界为距状沟（图3.55、3.56）。舌回通过距状后沟，由一至两条楔舌回，即“Broca楔边缘皱襞通道”与楔叶相连接。舌回在前方与海马旁回相连续。一条不恒定的舌沟将舌回进一步分为上部和下部，两者在前方都与海马旁回相连接。

E 大脑半球的基底面

额颞叶基底面的脑沟和脑回在与连合-门参考线平行的脑冠状层面上显示最佳并便于分析。在先前的研究中，已经有了关于冠状面解剖关系的资料。在以下部分中我们将大脑半球基底面分为前眶额叶基底叶及后颞叶基底叶。

1 眶额叶

额叶的眶面上有最原始沟或第一次沟即嗅沟，和第二次合成沟即眶沟，后者的个体变异很大（图3.58～3.64、3.66）。

a 嗅沟和直回

嗅沟起于前穿质的前缘，并且发出两条分支。其中的较长外侧支可与外侧裂吻合，也可与眶弓沟吻合，但比较少见。它从后向前走行，大致平行于半球间前裂，终止于额极后大约15mm处，相对接近于半球间裂。它与嗅束有关。

嗅沟将内侧的直回与外侧的眶回分隔。直回较易分辨，它为宽约1cm的狭长皮质带，位于嗅沟内侧，为纵行的弓形区的一部分，相当于额上回的眶部。

b 眶或眶额沟和回

眶沟或称眶额沟有较多变异，由两条经横沟连接的纵行沟组成，呈“H”形（Broca H切迹），“X”形或“K”形（图3.66、3.67）。这

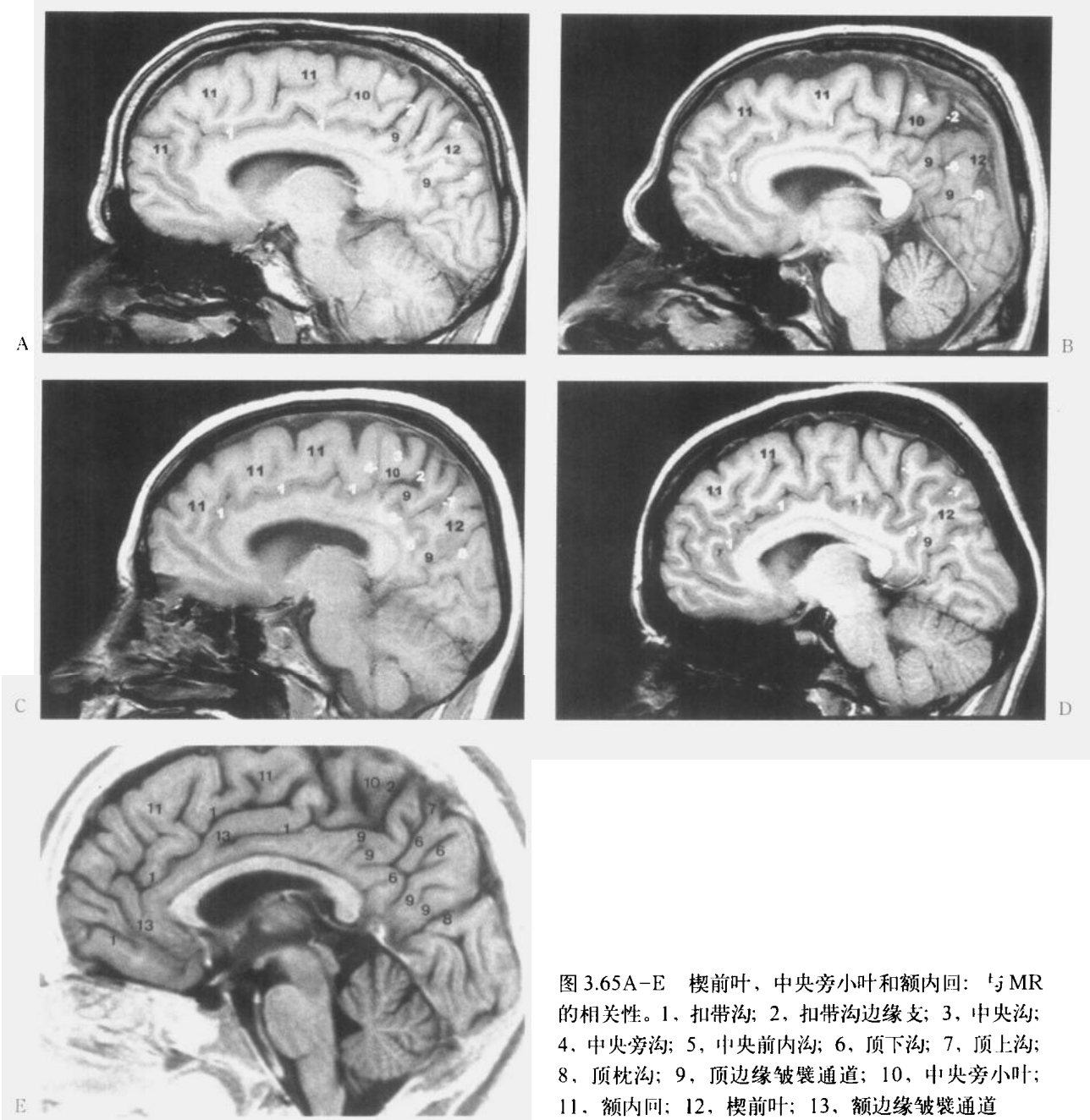


图 3.65A–E 楔前叶、中央旁小叶和额内回：与MR的相关性。1、扣带沟；2、扣带沟边缘支；3、中央沟；4、中央旁沟；5、中央前内沟；6、顶下沟；7、顶上沟；8、顶枕沟；9、顶边缘皱襞通道；10、中央旁小叶；11、额内回；12、楔前叶；13、额边缘皱襞通道

两条纵行沟为眶内侧沟和眶外侧沟，它们将眶面分隔为眶内侧回和眶外侧回及眶间皮质。眶间皮质被眶弓形沟再横分为眶中间前回和眶中间后回。眶弓形沟位于额极附近，其凸面指向额极。眶中间前回和眶中间后回不是独立的，而是大脑半球外侧面额上回和额下回的组成部分。眶外侧沟是眶额叶与额下回外侧面的界沟。

2 颞叶基底面

颞叶的腹侧面从大脑半球外下缘向外侧

延伸，止于横裂外翼处的颞叶内侧缘（图3.68～3.71）。从颞极到枕下叶除了枕前切迹外，没有明确的解剖学分界标志。于枕前切迹与胼胝体压部后方的峡部之间作一条任意连线作为颞腹侧回的后界。从内侧到外侧，由两条纵行的沟即侧副沟和枕颞沟，将颞下叶分为三条纵行的脑回，分别是海马旁回、梭状回和颞下回。颞下回位于大脑半球侧面及下面的结合部。

a 侧副沟和海马旁回

侧副沟为颞叶基底面上的第一次沟，又称颞枕内侧沟，为一条恒定、伸长的S形沟。根据Landau报道有半数的人中，侧副沟的走行是不连续的，但是根据Ono等人报道它的走行是连续的。它通常起于颞极附近的侧副横沟，终止于另一条颞枕横沟，颞枕横沟显示为一条（Retzius梭回矢状沟）或几条与颞下沟相连的小斜沟。侧副沟在其末端处可以与距状沟相融合。侧副沟在外侧将海马旁回和舌回与外侧的梭状回相分隔。在冠状面上观察，侧副沟的深度可压印在侧脑室的颞角和三角区的下壁上。

b 颞枕沟和梭状回

颞枕外侧沟是颞叶基底面上的第二次沟，它走行于侧副沟的外侧，大脑半球的侧下缘附近，在大约2/3的人中它终止于枕前切迹附近。颞枕外侧沟常有中断，根据Ono等人报道在不到40%的人中它走行连续。它构成颞枕回或梭状回的外界，内侧界为侧副沟或颞枕内侧沟。梭状回在前方不及颞极。其宽度从颞极处到其后端逐渐增宽，之后宽度再次减小而与枕下叶融合。

F 白质核和主要的联络束

以提出“半卵圆中心”而出名的Raymond Vieussens首次报道了大脑半球的白质是由纤维束组成。Baillarger强调脑灰质和白质是密切相连的。Meynert对髓鞘纤维的分类作出了主要的贡献，他将髓鞘纤维分成三组：（1）联络纤维，它使各皮质区相互连接，并且构成的白质最多；（2）连合纤维，连接两侧大脑半球，并通过胼胝体、前连合和穹窿；（3）投射纤维，位于皮质和皮质下中心之间，提供辐射冠的形成（图3.72）。

我们将把重点集中在长联络纤维上，该纤维在质子密度T2或STIR脉冲序列的MR（特别是冠状位）图像上可被清楚识别（图3.73）。弥散加权图像对揭示这些纤维束更为有效，并将修正显微外科切除脑瘤的方法。

髓状白质和很长的联络纤维束见于辐射冠的内侧或外侧上的白质核的深部。这些纤维系统目前在大体解剖断面上识别最好，正如Meynert、Déjerine、Klingler发表的重要文献中所述（图3.74）。为了进行MR的相关研究，我们将用Ludwig和Klingler在Basel解剖学院完成的解剖断面。

在大脑半球上可以发现七种联络纤维系统：（1）扣带纤维束；（2）额枕上纤维束；（3）上纵行纤维束；（4）弓形纤维束；（5）额枕下纤维束；（6）钩状纤维束；（7）下纵行纤维束。

1. 扣带纤维束是一条长联络纤维，在额叶的MR断面像上于扣带的回状白质和海马旁回内容易显示。它见于胼胝体之上扣带沟的下方。它可分为环绕胼胝体的前部、与胼胝体体部平行的水平部和越过胼胝体压部、并向海马旁回延伸的后部。扣带纤维束使额、颞、顶、枕叶的皮质（在新大脑中）与边缘叶连接。楔前叶接收定量的扣带纤维束（图3.75）。
2. 额枕上纤维束位于胼胝体与侧脑室的上外侧界和邻近的尾状核所构成的夹角内。这是Déjerine报道的，并且推测额枕上纤维束与在胼胝体发育不全的病例中所见到的

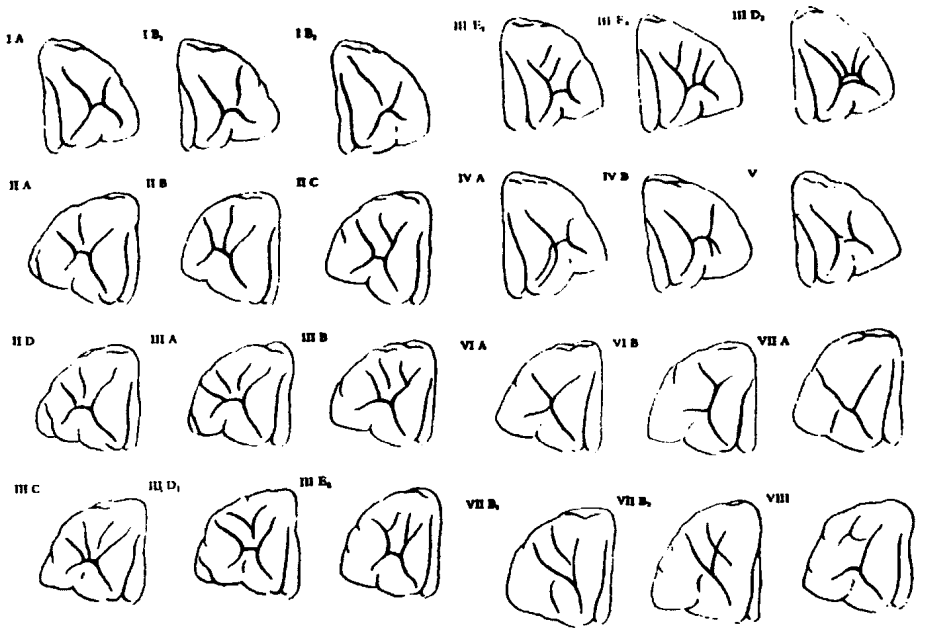


图 3.66 额眶区的脑裂模式图

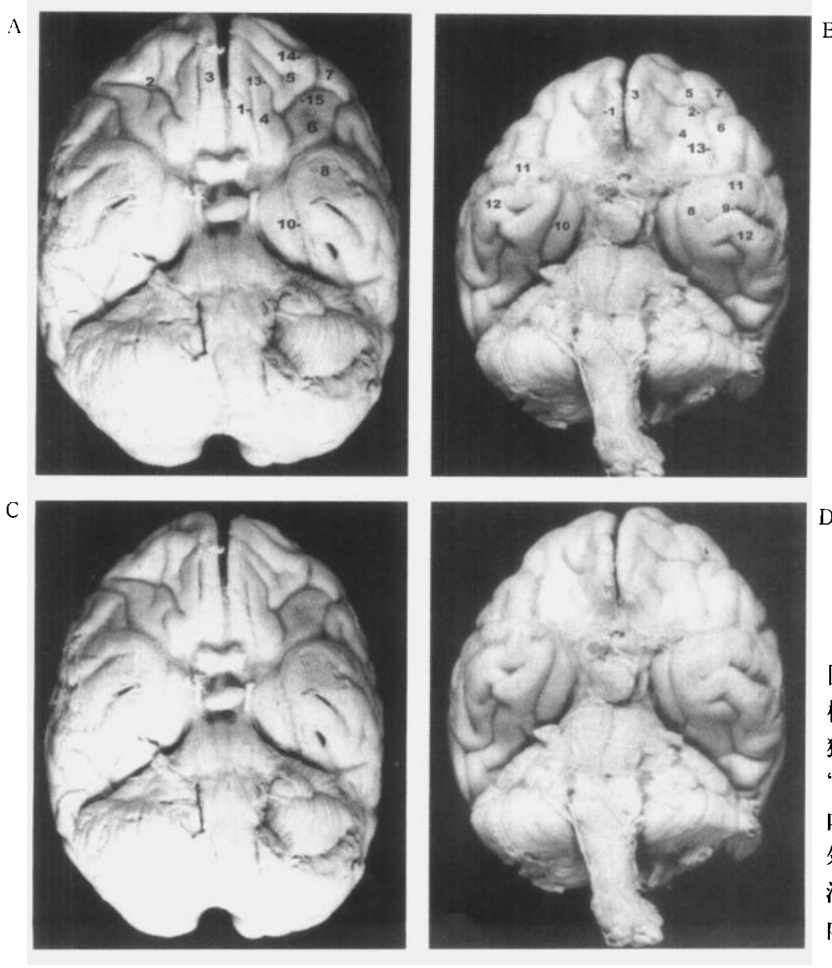


图3.67A-D 显示额眶叶和颞极脑裂模式的类人猿大脑下面图像。A.C 大猩猩，B.D 猩猩。1、嗅沟；2、额眶“H形”沟（十字形）；3、直回；4、眶内回；5、眶前回；6、眶后回；7、眶外侧回；8、颞极；9、平行沟；10、鼻沟；11、颞上回；12、颞中回；13、眶内沟；14、眶外侧沟；15、弓状沟

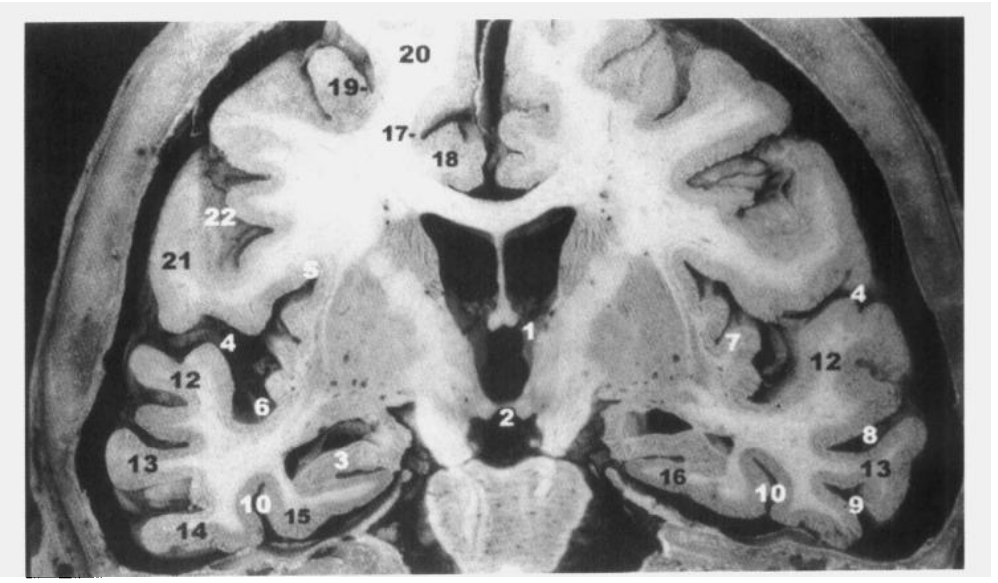


图 3.68 通过室间孔和乳头体的脑冠状解剖层面。1，室间孔；2，乳头体；3，海马头部；4，外侧裂；5，环状上沟；6，环状下沟；7，脑岛；8，颞上（平行）沟；9，颞下沟；10，颞枕沟；11，侧副沟；12，颞上回；13，颞中回；14，颞下回；15，梭状回；16，海马旁回；17，扣带沟；18，扣带回；19，额上沟；20，额上回；21，中央前回；22，中央沟

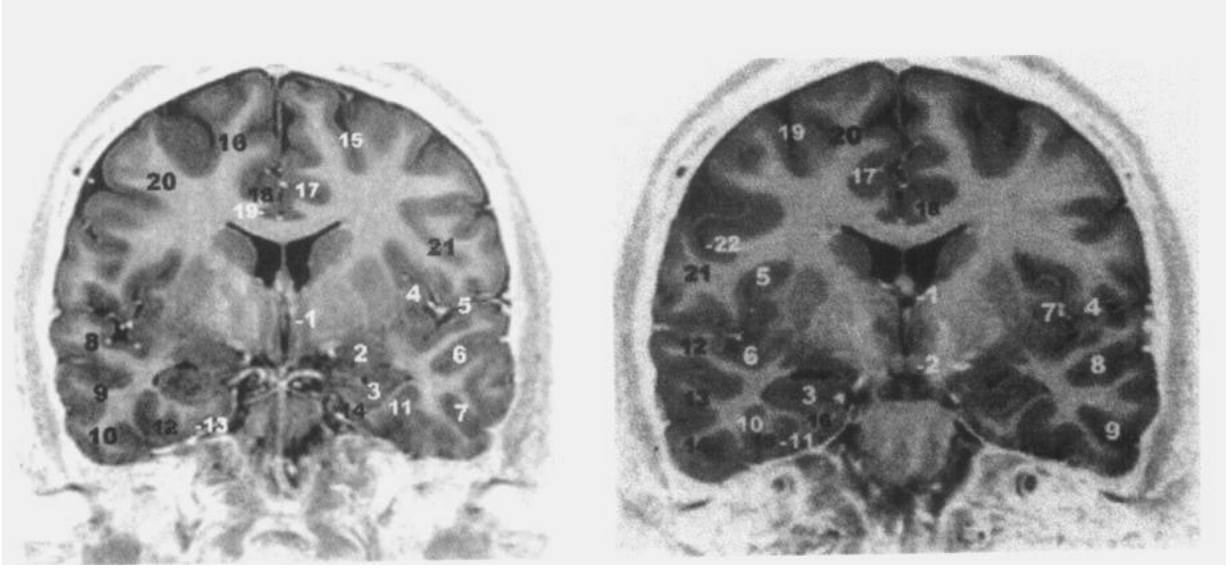


图 3.69 通过穹窿前柱和乳头体，平行于连合－脑闩参考线的脑 MR 冠状层面。1，穹窿前柱；2，杏仁体；3，海马头部；4，脑岛；5，外侧裂；6，颞上（平行）沟；7，颞下沟；8，颞上回；9，颞中回；10，颞下回；11，颞枕沟；12，梭状回；13，侧副沟；14，海马旁回；15，额上沟；16，额上回；17，扣带沟；18，扣带回；19，胼胝体沟；20，额中回；21，中央前回

图 3.70 通过室间孔和乳头体，平行于连合－脑闩参考线的脑 MR 冠状层面。1，室间孔；2，乳头体；3，海马头部；4，外侧裂；5，环状上沟；6，环状下沟；7，脑岛；8，颞上（平行）沟；9，颞下沟；10，颞枕沟；11，侧副沟；12，颞上回；13，颞中回；14，颞下回；15，梭状回；16，海马旁回；17，扣带沟；18，扣带回；19，额上沟；20，额上回；21，中央前沟；22，中央沟

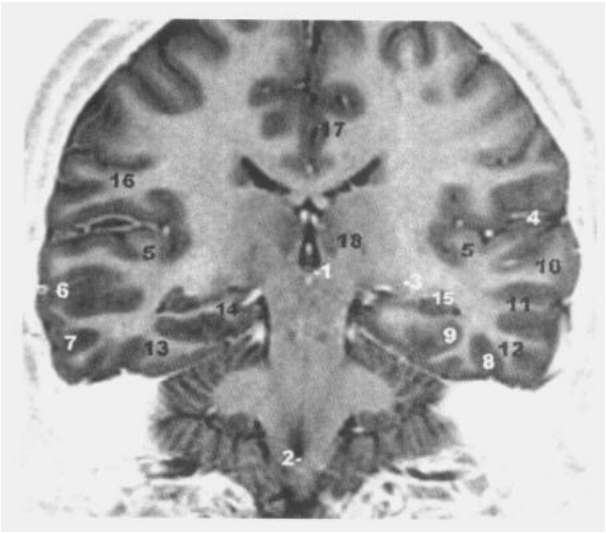


图3.71 通过后连合和脑闩的脑MR冠状层面（与连合－脑闩定位线一致）。1、后连合；2、丘；3、外侧膝状体；4、外侧裂；5、Heschl横回；6、颞上沟；7、颞下沟；8、颞枕沟；9、侧副沟；10、颞上回；11、颞中回；12、颞下回；13、梭状回；14、海马旁回；15、海马；16、缘上回；17、扣带回；18、丘脑

在，推测它使部分额叶与枕叶相连（图3.78～3.79）。

6. 钩状纤维束是额眶叶和部分额叶中、下回，与颞前叶和颞极之间的联络纤维束，它沿外侧裂底部走行。钩状纤维束走行通过外囊的前下缘和屏状核外下部。据Landau报道钩状纤维束也可能通过外囊(图3.77～3.79)。
7. Burdach下纵行纤维束是一条长联络纤维束，位于颞枕叶，紧邻侧脑室下角的外侧面。它从枕极向颞极伸延。

大纤维束是同源的（图3.76）。它将额叶与枕叶的皮质相连接。此纤维束的特性和作用目前仍有争议。此纤维束在额叶白质切除后发生损害。

3. 上纵行纤维束是一条长联络纤维束，位于脑岛上缘的背侧。它从额叶向后传导神经冲动至顶叶和枕叶的联络区。上纵行纤维束所在的优势半球发生病损将损害对物体识别或者对说话或书写文字的理解能力（图3.77、3.78、3.79）。
4. 弓形纤维束位于脑岛的背侧，并掠过脑岛，是部分额叶与颞叶之间的连接束。Zenker报道连接额叶的中回、下回与颞叶中、下回之间的联络纤维。这可能代表上纵行纤维束的一部分。
5. 额枕下纤维束，位置较钩状纤维束更为深

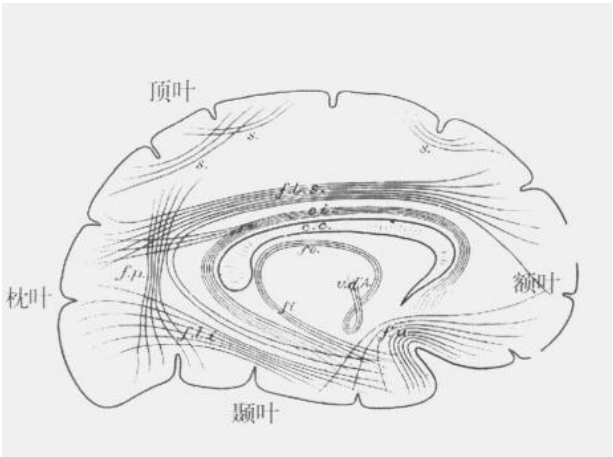
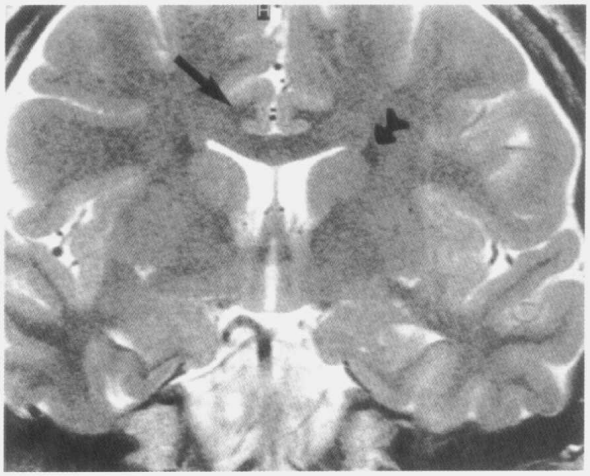
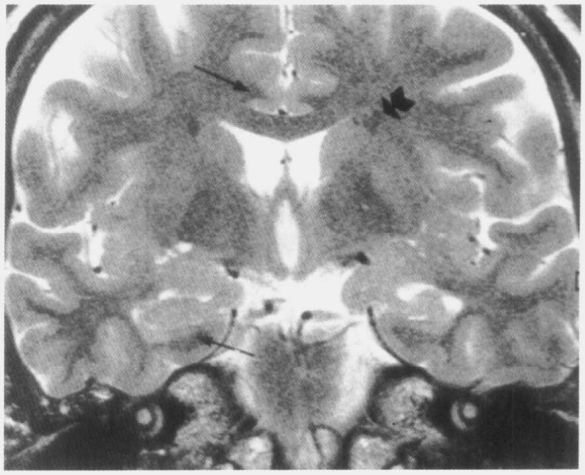


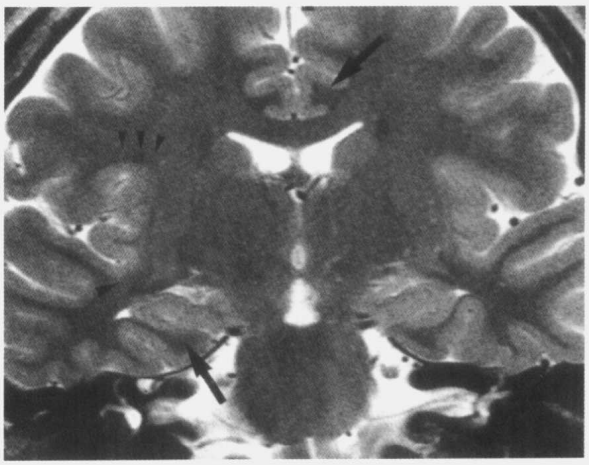
图3.72 大脑半球内的联络纤维束。s、邻近脑回间的短联络纤维束；f.l.s.、上纵行纤维束；ci.、扣带纤维束；f.l.i.、下纵行纤维束；f.u.、钩状纤维束；f.p.、垂直纤维束；f.i.、海马伞；f.o.、穹窿；v.d' A.、Vicq d' Azyr丘脑纤维束；c.c.、胼胝体



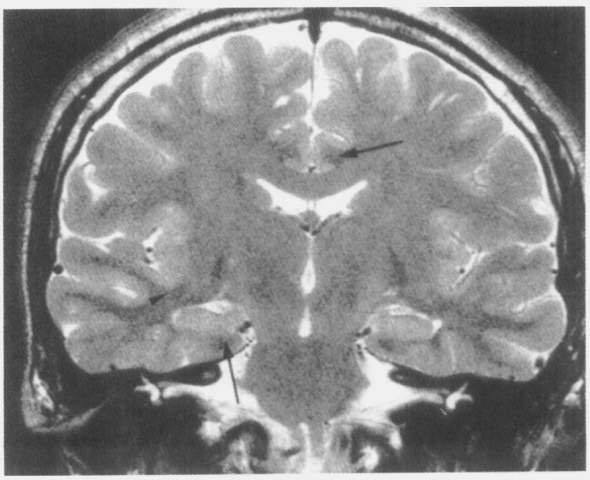
A



B



C



D

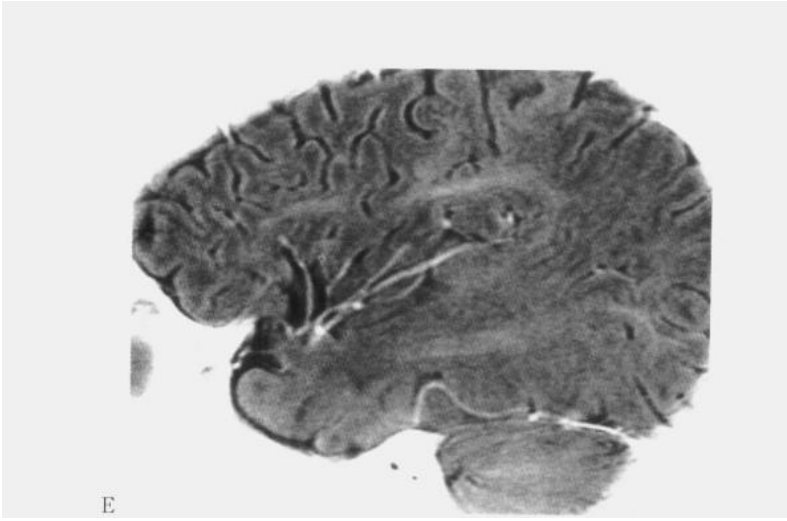
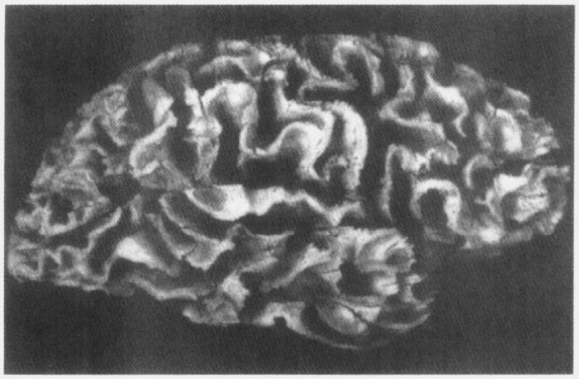
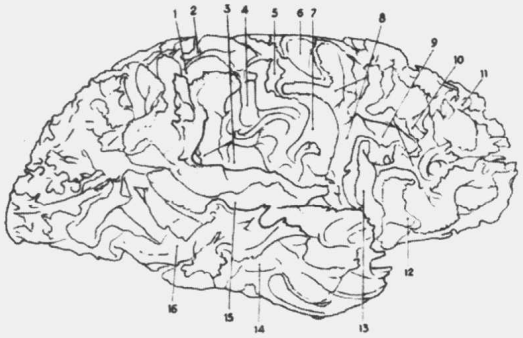


图 3.73A–E　应用 FSE–T2 加权 MR 图像显示脑的长联络纤维束。A,B 通过穹窿前柱层面；C,D 通过脚间池底的脑干前部层面。以上两个层面均平行于连合－脑门参考线。显示了扣带（长箭头）、位于扣带回的白质内；海马旁回；额枕上纤维束（短箭头），位于胼胝体与侧脑室外上缘形成的夹角处；上纵行纤维束（三重箭头），位于脑岛上缘背侧；以及额枕下纤维束（单箭头），位于外侧裂底部、屏状核和外囊之下。E 婴儿矢旁位 MR 层面显示早期有髓鞘的弓状纤维束

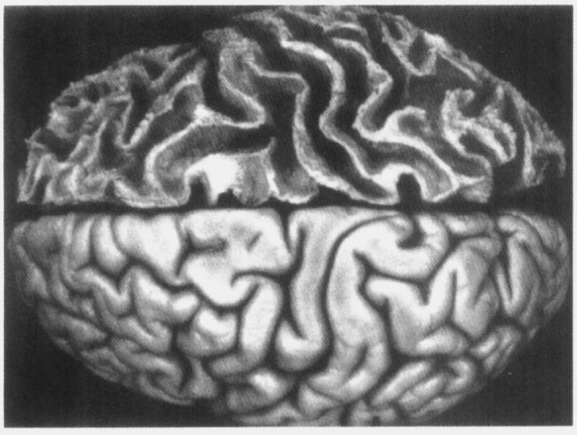
图 3.74A–H　脑解剖标本显示脑回下髓状白质和短联络纤维。A,B 外侧面。1，顶内沟；2，中央后沟；3，外侧沟；4，中央后沟；5，中央沟；6，中央前沟；7，中央沟；8，中央前沟；9，额下沟；10，额中沟；11，额上沟；12，外侧沟，前支；13，外侧沟，升支；14，颞中沟；15，颞上沟；16，颞中沟。C,D 上面。1，额下回；2，额上回；3，额中回；4，中央前回；5，中央沟；6，中央后回；7，顶内沟；8，顶上小叶。E,F 内侧面。1，额上回；2，扣带回；3，透明隔；4，穹窿；5，胼胝体；6，丘脑髓纹；7，中央旁小叶；8，扣带沟边缘支；9，楔前叶；10，顶枕沟；11，楔叶；12，距状沟；13，扣带回峡部；14，松果体；15，海马旁回；16，中脑导水管；17，钩；18，乳头体；19，丘脑间粘合；20，前连合；21，室间孔。G,H 下面。1，嗅球；2，嗅束；3，直回；4，嗅三角；5，视神经；6，穿质；7，视交叉；8，视束；9，乳头体；10，大脑脚；11，黑质；12，中央顶盖；13，中脑导水管；14，丘脑枕；15，胼胝体压部；16，扣带回峡部；17，顶枕沟距状沟连合部；18，颞下沟；19，侧副沟；20，枕颞外侧回；21，海马旁回；22，鼻沟；23，颞极；24，眶回；25，嗅沟（表 1～4）



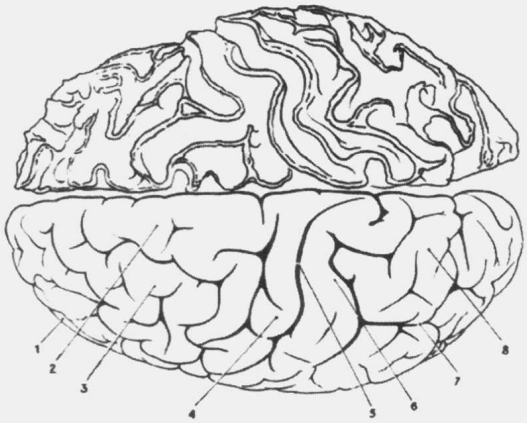
A


1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16

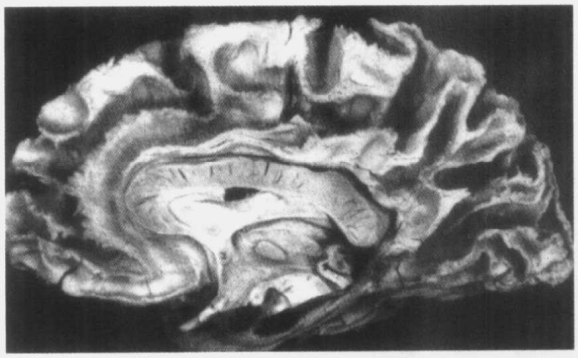
B



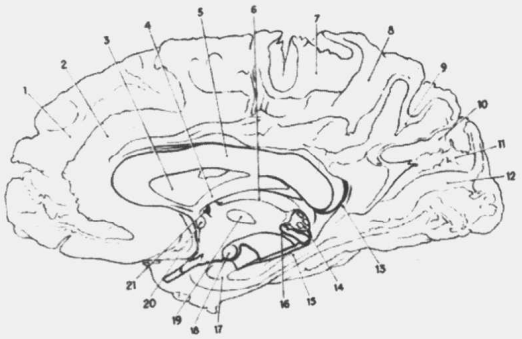
C


1 2 3 4 5 6 7 8

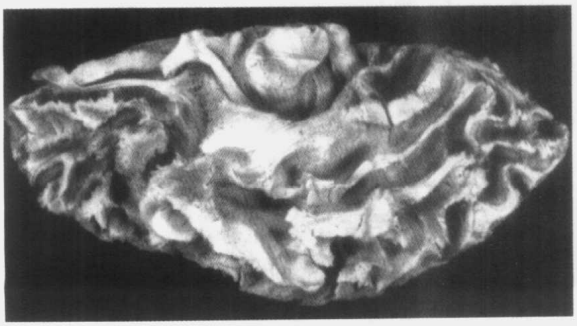
D



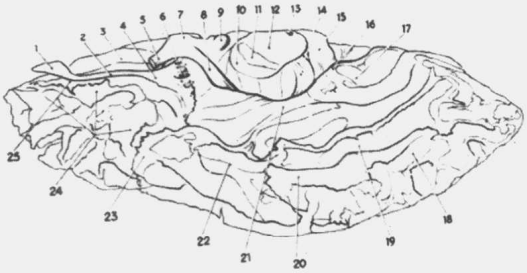
E


1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21

F



G


1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25

H

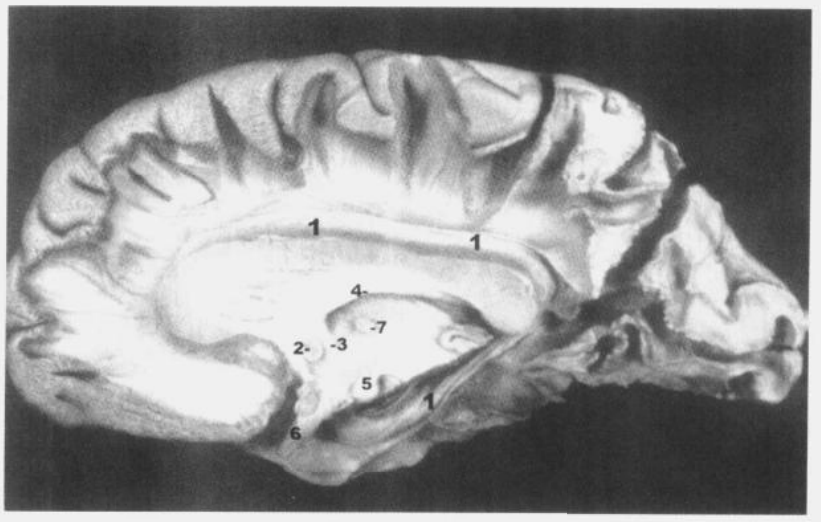


图3.75 脑主要联络纤维束和扣带的解剖标本。1，扣带；2，前连合；3，穹窿前柱；4，穹窿体部；5，乳头体；6，视交叉；7，丘脑间粘合（表9）

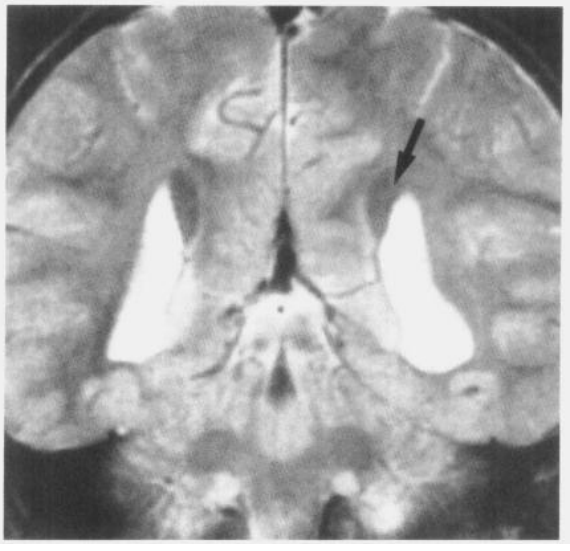


图3.76 冠状位T2加权MR图像，显示胼胝体发育不全的病例中的Probst束（箭头）

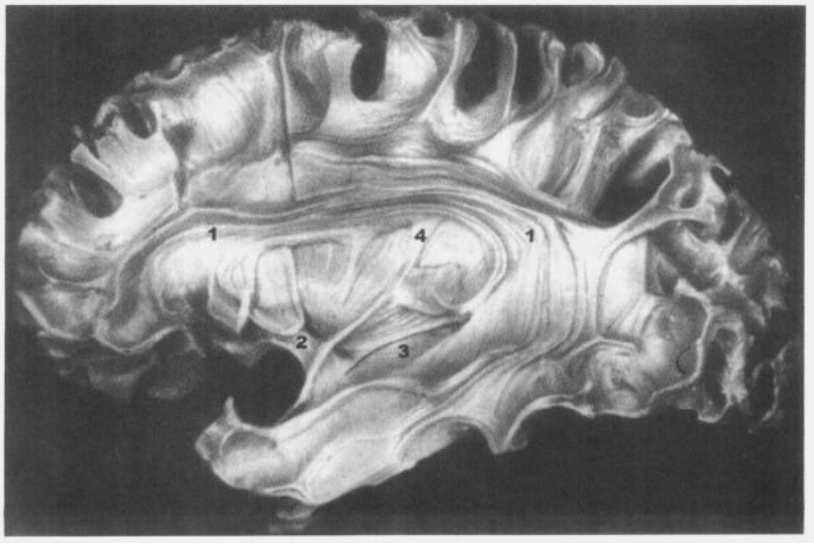


图3.77 脑主要联络纤维束的解剖标本，显示上纵行纤维束。1，上纵行纤维束；2，钩状纤维束；3，下纵行纤维束；4，脑岛的髓质（表6）

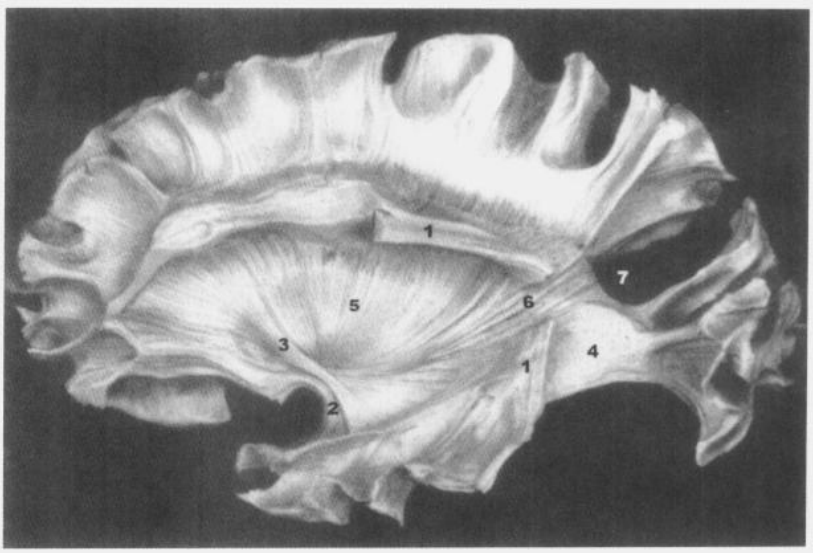


图 3.78 脑主要联络纤维束的解剖标本，显示钩状纤维束和外囊。1，上纵行纤维束；2，钩状纤维束；3，额枕下纤维束；4，矢状层；5，外囊；6，压部纤维；7，顶枕沟（表 8）

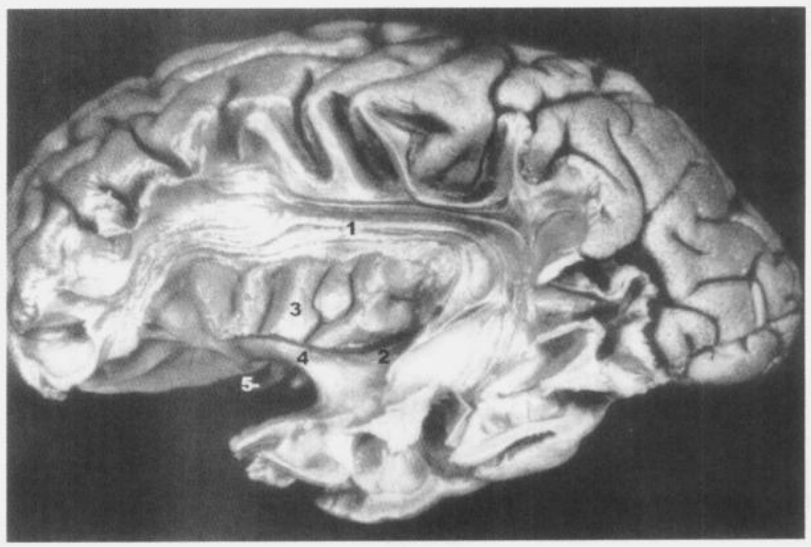


图3.79 脑岛水平的主要联络纤维束的脑解剖标本。1，上纵行纤维束；2，额枕下纤维束；3，脑岛；4，钩状纤维束；5，视交叉（表5）

III 大脑的血供

A 大脑的动脉血供

大脑由颈内动脉系统和椎动脉系统供血（图3.80）。左侧颈总动脉直接起于主动脉弓。右颈总动脉起自头臂动脉（即无名动脉）的分支。颈总动脉在甲状软骨上方相当于第四颈椎上缘水平分叉，形成颈内动脉和颈外动脉。椎动脉起于颈部，是两侧锁骨下动脉的第三条分支、椎动脉进入第六颈椎体的横突孔，并沿横突孔上行到达第二颈椎水平。在此处，椎动脉向外侧走行，穿过寰椎的横突孔，然后向上向内侧走行，穿破寰枕膜和硬膜进入枕大孔。左侧和右侧椎动脉于脑桥下缘水平合并形成基底动脉（图 3.81）。

1 颈内动脉

颈内动脉分为四段：颈段、岩内段、海绵窦段和床突上段。海绵窦段和床突上段因为具

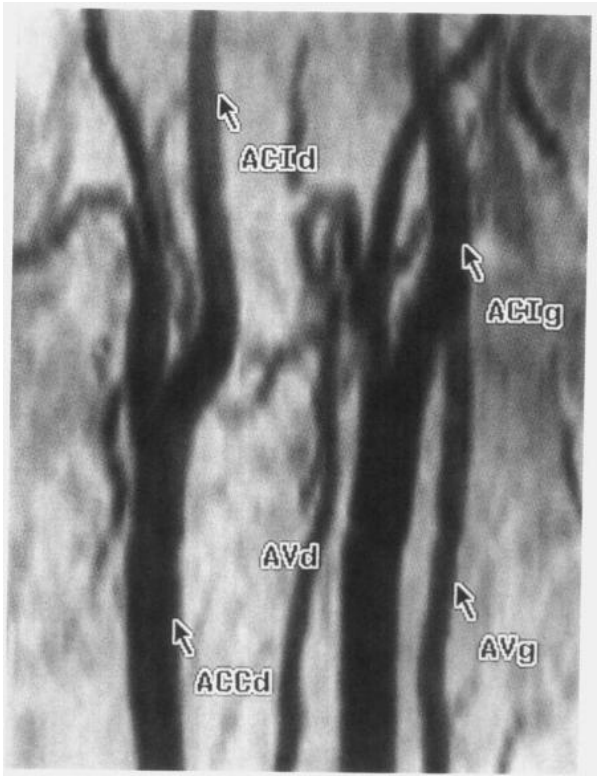


图3.80　颈动脉和椎动脉的MRA。应用2DTOF序列和颈椎表面线圈。ACId，右侧颈内动脉；ACIg，左侧颈内动脉；ACCd，右侧颈总动脉；AVd，右侧椎动脉；AVg，左侧椎动脉

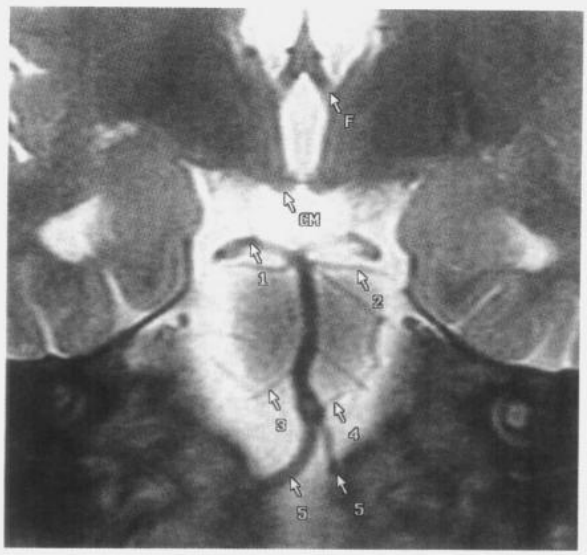


图3.81　椎－基底动脉系统及其主要分支，应用FSE T2加权序列，MR冠状平面。1，大脑后动脉；2，小脑上动脉；3，小脑中动脉；4，小脑后下动脉；5，椎动脉；F，穹隆；CM，乳头体

有特征性的形状，因此被称为“颈内动脉虹吸部”。

颈内动脉的颈段起自于颈总动脉分叉部，没有分支，终止于颞骨岩部的颈动脉管入口处。颈内动脉在颈动脉管内的一小段为岩内段，其周围被硬膜外蜂窝组织包绕。颈内动脉海绵窦段位于海绵窦内，并靠近窦的内侧壁。应该注意在MR血管造影上此段动脉在进入海绵窦时显示一环形的收缩，不要与血管的异常狭窄相混淆。在海绵窦内，颈内动脉在鞍底水平或正好在其上方，几乎呈水平走行。颈内动脉海绵窦段与动眼神经、滑车神经、外展神经和三叉神经第二支——上颌支有非常重要的位置关系，这些神经沿着海绵窦壁排列，都能够被识别。外展神经位于海绵窦内紧邻颈内动脉。颈内动脉从海绵窦出来的一段为床突上段，它向内侧凸出到前床突，成为硬膜内结构，并向上、向后延伸到分叉部发出几条主要的分支。

颈内动脉的主要分支包括眼动脉、后交通动脉、脉络膜前动脉、大脑前动脉和大脑中动脉（图3.82）。

a　眼动脉

颈内动脉离开海绵窦之后即发出眼动脉，它通过视神经孔进入眶内，走行于第二对颅神经——视神经的腹外侧，然后转向上内侧，越过眶内视神经。眼动脉发出几条分支，包括泪腺动脉、眶上动脉、筛动脉、睑动脉和视网膜中央动脉。视网膜中央动脉也可以起自于脑膜中动脉。眼动脉的分支与颈外动脉的分支间有丰富的吻合支。

b　后交通动脉

后交通动脉起于颈内动脉虹吸部背侧，向内后方走行，在基底动脉分叉部远侧约10mm处与大脑后动脉连接（图3.82）。在后交通动脉与颈内动脉虹吸部的结合处可以见到轻度的扩张，不要与病变的血管扩张相混淆。后交通动脉也可以与起自大脑后动脉的顶枕支和起自于颈内动脉虹吸部的颞后支相连接。

c 脉络膜前动脉

脉络膜前动脉在75%的人中起于后交通动脉起始部的远侧，向后穿过脑池和视束。然后转向外侧到达颞叶的内侧面，之后通过脉络裂进入侧脑室颞角供应脉络丛。脉络膜前动脉也供应海马结构和部分基底节区。它的长度一般约30mm。

d 大脑前动脉

大脑前动脉起于颈内动脉分叉部，位于视交叉外侧，是颈内动脉两条终末支之一(图3.83)。它又分水平段和垂直段。水平段(A1段)在脑池段视神经上方向前内侧走行，到达前交通动脉。在此水平，大脑前动脉急剧转弯沿半球间裂上行形成垂直段(即A2段)。在胼胝体嘴部和膝部结合处，大脑前动脉转向背侧形成所谓的动脉“膝部”(即A3段)，然后沿胼胝体上方继续向后走行(即A4段和A5段)。大脑前动脉发出纹状内侧动脉或称为Heubner回返动脉、眶动脉、额极动脉、胼胝体边缘动脉和胼胝体周围动脉。

纹状内侧动脉通常起于前交通动脉的远侧(80%)，但也可以起于前交通动脉近侧或起于同一水平。回返动脉向下外侧走行，在进入前穿质之前多次发出分支，部分地供应纹状体和内囊。它也可以发出分支供应额叶的下面。

眶动脉，有时包括两到三条分支，起于大脑前动脉的升段(即A2段)。它向前、向下延伸供应额叶的眶面和内侧面。

胼胝体边缘动脉是大脑前动脉的主要分支。它起自于大脑前动脉的膝部，额极动脉起始部远侧，绕行于胼胝体膝部。它发出额前动脉、额中动脉、额后动脉或额内动脉，并以中央旁动脉而终结。当额内动脉和中央旁支到达大脑半球上缘时，与大脑中动脉的中央前支和中央后支相吻合，供应中央旁小叶和部分扣带回。

胼胝体周围动脉，又称大脑前动脉的终末支，一般位于邻近胼胝体上面，发出中央旁动支，一般位于邻近胼胝体上面，发出中央旁动脉。中央旁动脉也可以起自胼胝体边缘动脉。胼胝体周围动脉以楔前动脉终结，供应顶叶内侧面包括楔前叶。胼胝体后动脉供应胼胝体，与大脑后动脉的分支相吻合。在25%的人中，大脑前动脉会发生解剖学变异，包括大脑前动脉水平部发育不全，少数完全缺如。

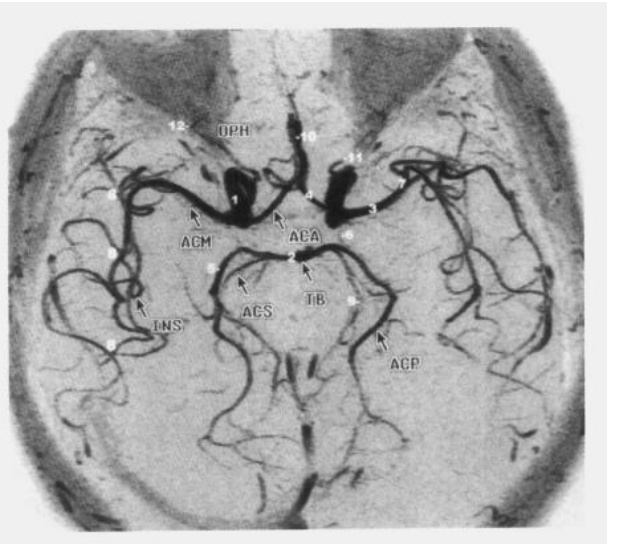
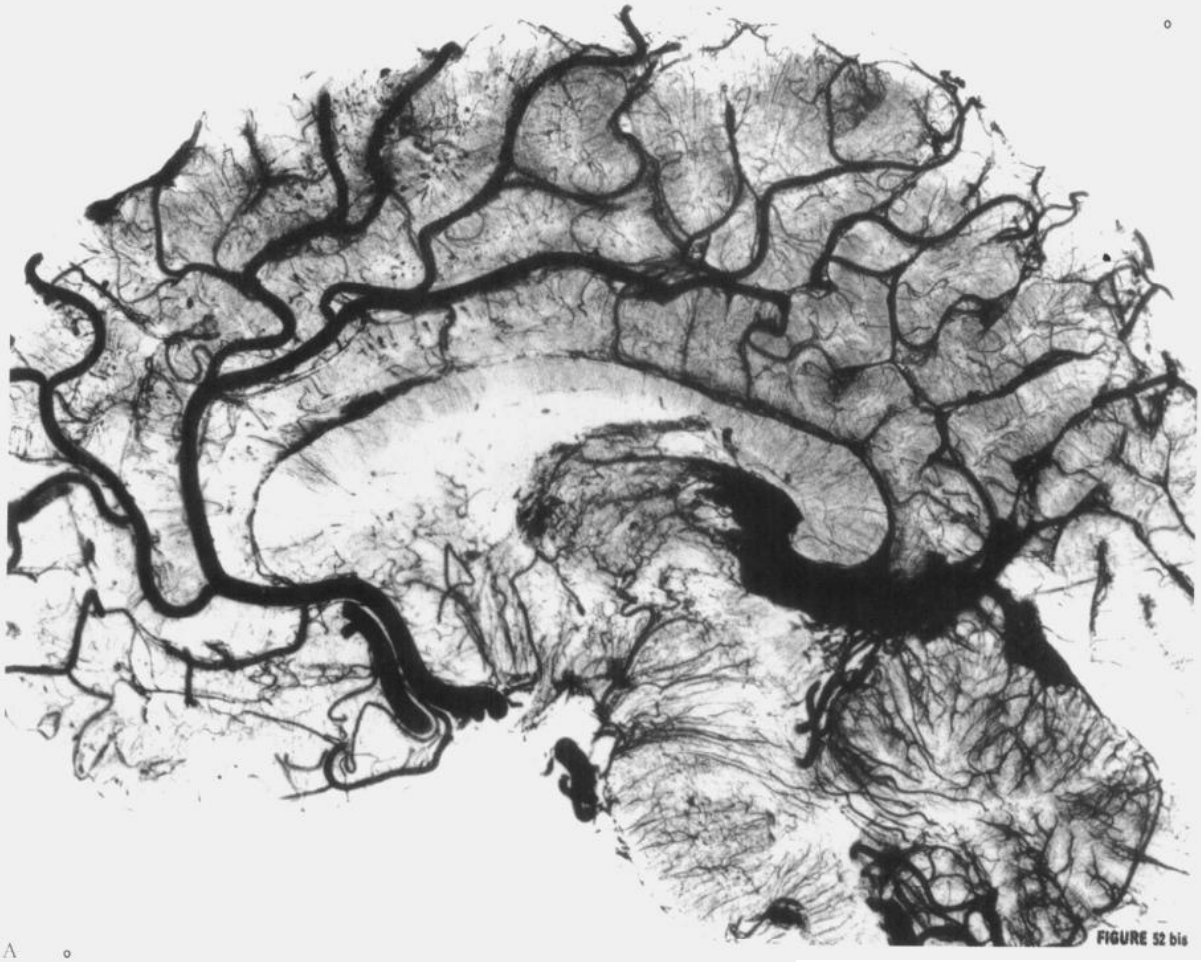


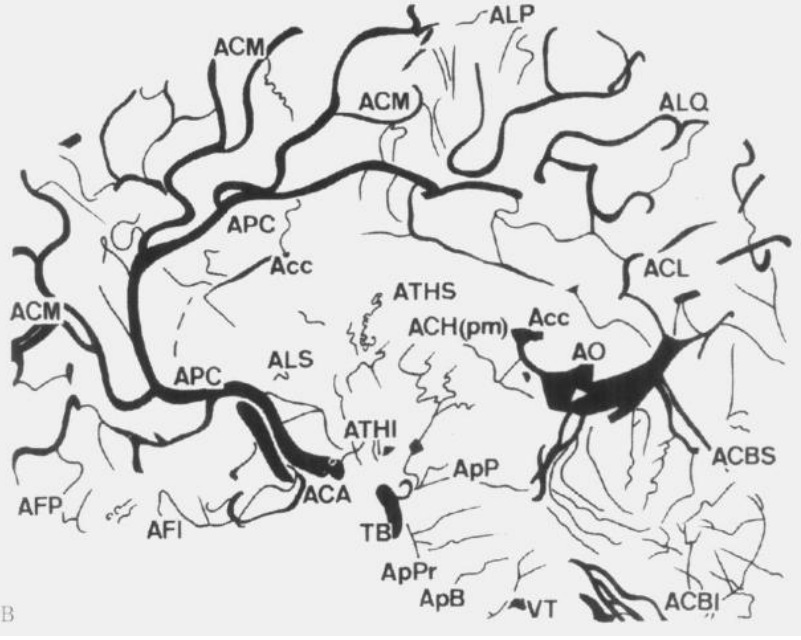
图3.82 Willis动脉环(MRA应用3D TOF序列)。1、颈内动脉；2、基底动脉；3、大脑中动脉近段；4、大脑前动脉近段；5、大脑后动脉近段；6、后交通动脉；7、大脑中动脉分叉；8、大脑中动脉脑岛支；9、小脑上动脉中脑周围段；10、胼胝体周围动脉；11、眼动脉；12、眼动脉视神经周围袢；OPH，眼动脉；ACA，大脑中动脉；ACM，大脑前动脉；INS、大脑中动脉脑岛支；TB，基底动脉；ACP，大脑后动脉；ACS、小脑上动脉

e 大脑中动脉

大脑中动脉较大脑前动脉分布为广，被认为是颈内动脉的直接延续，或者为主要的分支。通常从未发生缺如。大脑中动脉近侧部分即(M1)几乎呈水平走行向外侧越过前穿质进入位于颞叶与脑岛下面之间的大脑侧窝(图3.84、3.85)。然后，大脑中动脉转向脑岛下部，向上后走行进入外侧裂深部形成许多大的分支。在M1段的末端出现两或三条分支是常见的变异(图3.84、3.85)。



A



B

图3.83A,B 大脑前动脉（ACA）及其皮质支。脑标本的肉眼解剖层面（A）及其相应的图解（B），显示动脉分支的分布。ACA，大脑前动脉；ACBI，小脑后下动脉；ACBS，小脑上动脉；Acc，胼胝体动脉；ACH，脉络膜后内侧动脉；ACL，距状沟动脉；ACM，胼胝体边缘动脉；AFI，眶额动脉；AFP，额极动脉；ALQ，楔前动脉；ALP，中央旁小叶动脉；ALS，豆纹动脉；AO，枕动脉；ApB，延髓穿支动脉；APC，胼胝体周围动脉；ApP，大脑脚动脉；ApPr，脑桥动脉；ATHI，底丘脑动脉(丘脑下动脉)；ATHS，丘脑上动脉；TB，基底干；VT，椎动脉

在脑岛区域，大脑中动脉发出五至八条分支。从外侧裂发出的最后一条分支血管的位置相当于外侧裂点。大脑中动脉的分支自外侧裂发出分布于大脑半球外侧面（图3.86）。

大脑中动脉水平段在发出皮质支之前，先发出纹状动脉。纹状动脉由两组三至六条小动脉组成，这两组小动脉分别称为纹状内侧动脉和纹状外侧动脉，它们通过前穿质进入大脑。这些小的穿动脉多从主干血管上呈近似直角发出（图3.87）。

在叙述大脑中动脉皮质支之前，先了解大脑中动脉分支在外侧裂内走行所形成的所谓“外侧裂三角”的解剖是重要的。在侧位切面或投影上所显示的外侧裂下界是由一条起自外侧裂的后点，即血管造影上的外侧裂点，到大脑中动脉前端的连线所构成。外侧裂三角的前上面相当于第一条能识别的岛盖血管分支的顶端。外侧裂或Sylvius裂的确切位置，在侧面的血管造影上是划定在一条连接那些岛盖血管分支在下行之后转而离开外侧裂的各个转折点上的连线上。在正面图像上，相当于大脑中动脉最后一条分支血管走出外侧裂之前最内侧端位置的外侧裂点，位于眶顶与颅盖骨内板最高点水平切线的中心。

位于眶额皮质的眶额动脉与大脑前动脉的额极动脉吻合。大脑中动脉其余的分支血管于额顶叶的外侧面上行，其中包括中央前动脉、中央动脉又称为Rolando动脉、中央后动脉和顶后动脉。颞后动脉供应枕叶外侧面。大脑中动脉的终末支——角动脉供应角回。大脑中动脉是大脑半球外侧面的主要动脉，供应大脑皮质广泛和重要的功能区，包括中央运动中枢、躯体感觉和听中枢以及大面积的联络皮质（图3.86、3.88）。

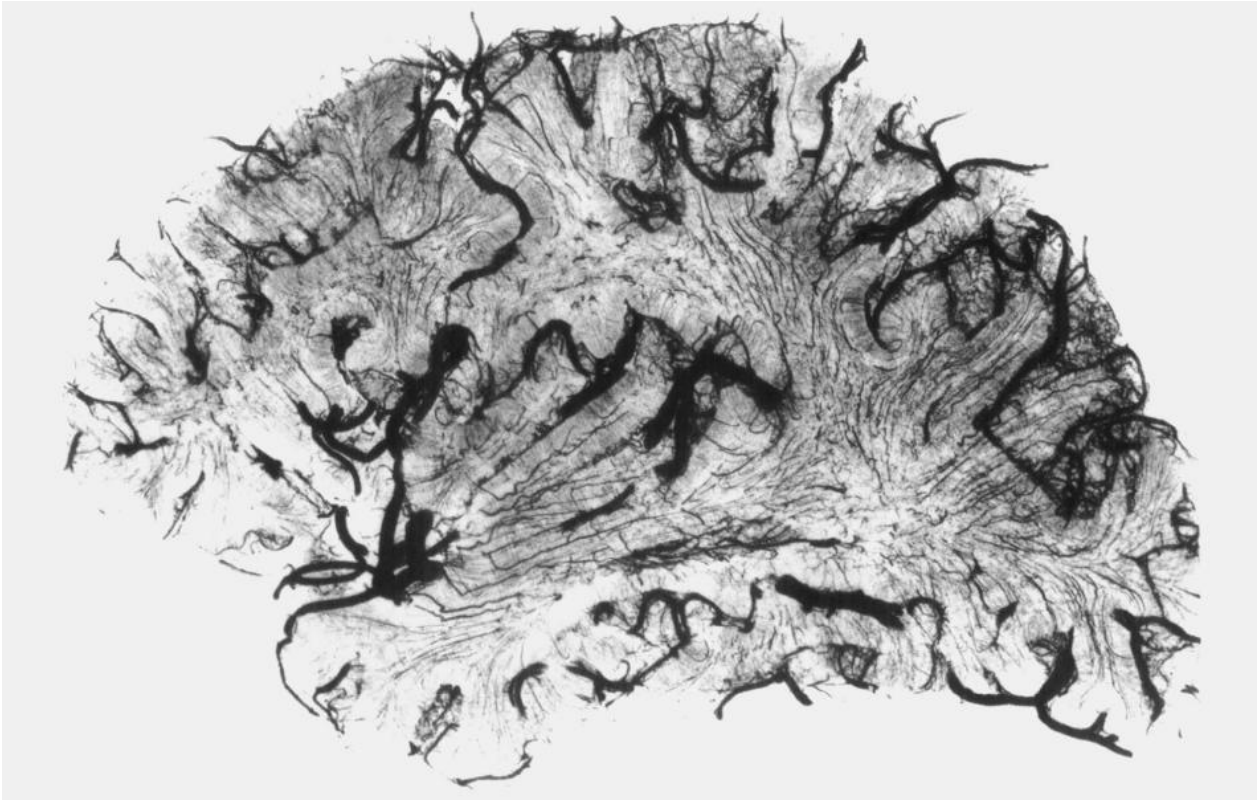
2 Willis动脉环

Willis报道的Willis动脉环是一个吻合动脉环，位于大脑半球基底面的一个恒定的解剖结构，于视交叉池内，环绕视交叉、灰结节和脚间窝（图3.82）。它由颈内动脉和基底动脉的吻合支：前交通动脉、后交通动脉，以及大脑前动脉、大脑中动脉和大脑后动脉的近侧段构成。Willis环有几种变异，常见的是其组成部分不对称的发育。在大约20%的人中Willis环是对称的。

从Willis动脉环和几条主要的脑动脉发出中央动脉和皮质动脉。小的中央动脉起于Willis动脉环和大脑前、中、后动脉的近侧段。这些动脉垂直地进入脑基底质，供应基底节、内囊和间脑。皮质血管又称为周缘动脉，是三条主要的大脑动脉的分支，沿大脑半球的外侧面和内侧面走行。从这些皮质支发出许多较小的终末动脉，呈直角进入脑实质，其中一些终末动脉在皮质内分叉，较长的分支供应皮质下深部的脑白质（图3.89）。这些皮质血管并非终末动脉，当其中一支血管闭塞时，它们会与邻近的血管发生吻合而在不同程度上代偿供血。在分水岭区，在血压过低的病人中可以发生缺血。分水岭区相当于位于由两条主要动脉分别供血的大脑皮质、基底节和内囊之间（图3.87、3.90）。

B 后颅凹的血供

后颅凹由两侧椎动脉供血。两侧椎动脉在脑桥延髓交界处合并形成基底动脉。椎动脉和基底动脉的分支血管可以分三种类型：穿支动脉，它在中线部位穿过脑干的腹侧面；短缘动脉和长缘动脉。脑干的各段都有一条发展突出的缘动脉为该部的脑干和小脑供血。在延髓水平，小脑后下动脉供应部分延髓和小脑的枕下面。脑桥和小脑岩面由小脑前下动脉供血，中脑和小脑的小脑幕面由小脑上动脉供血。



A



B

图3.84A,B 大脑中动脉（MCA）脑岛支及其皮质分支。脑标本的肉眼解剖层面（A）及其相应的图解（B），显示动脉分支的分布。ACHA，脉络膜前动脉；ACP，大脑后动脉；AGA，角回动脉；AINS，岛动脉；ALS，豆纹动脉；AO，枕动脉；APR，Rolando前动脉；AR，Rolando动脉；ARO，视辐射动脉；ASB，白质动脉；ASV，外侧裂动脉；ATP，颞后动脉

A B

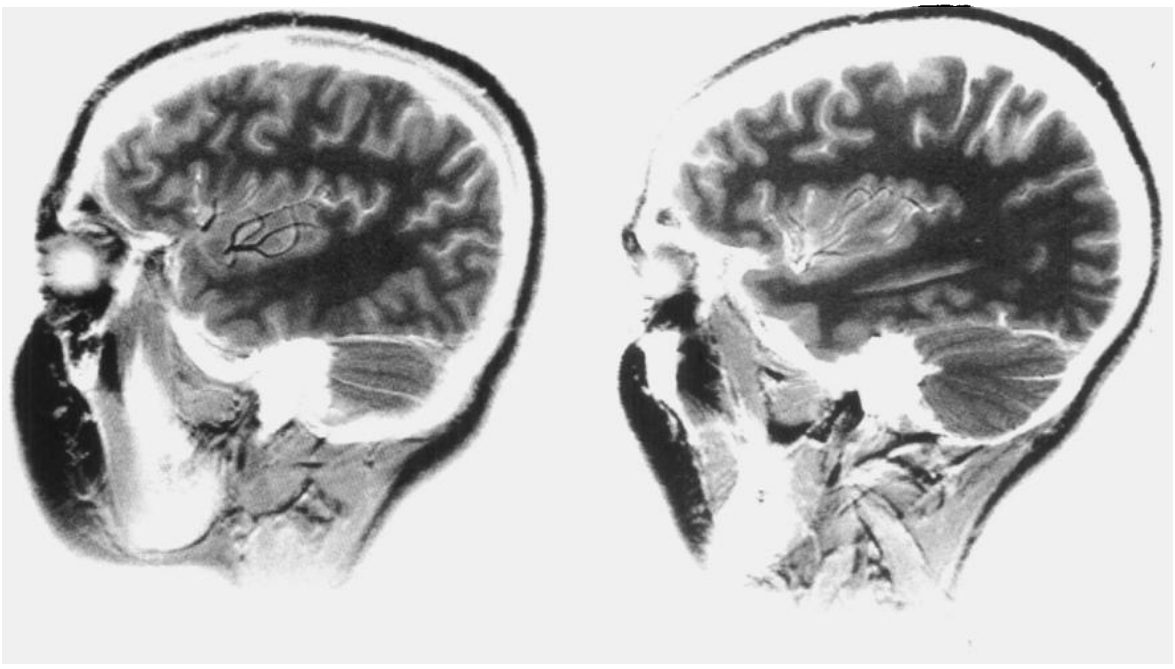
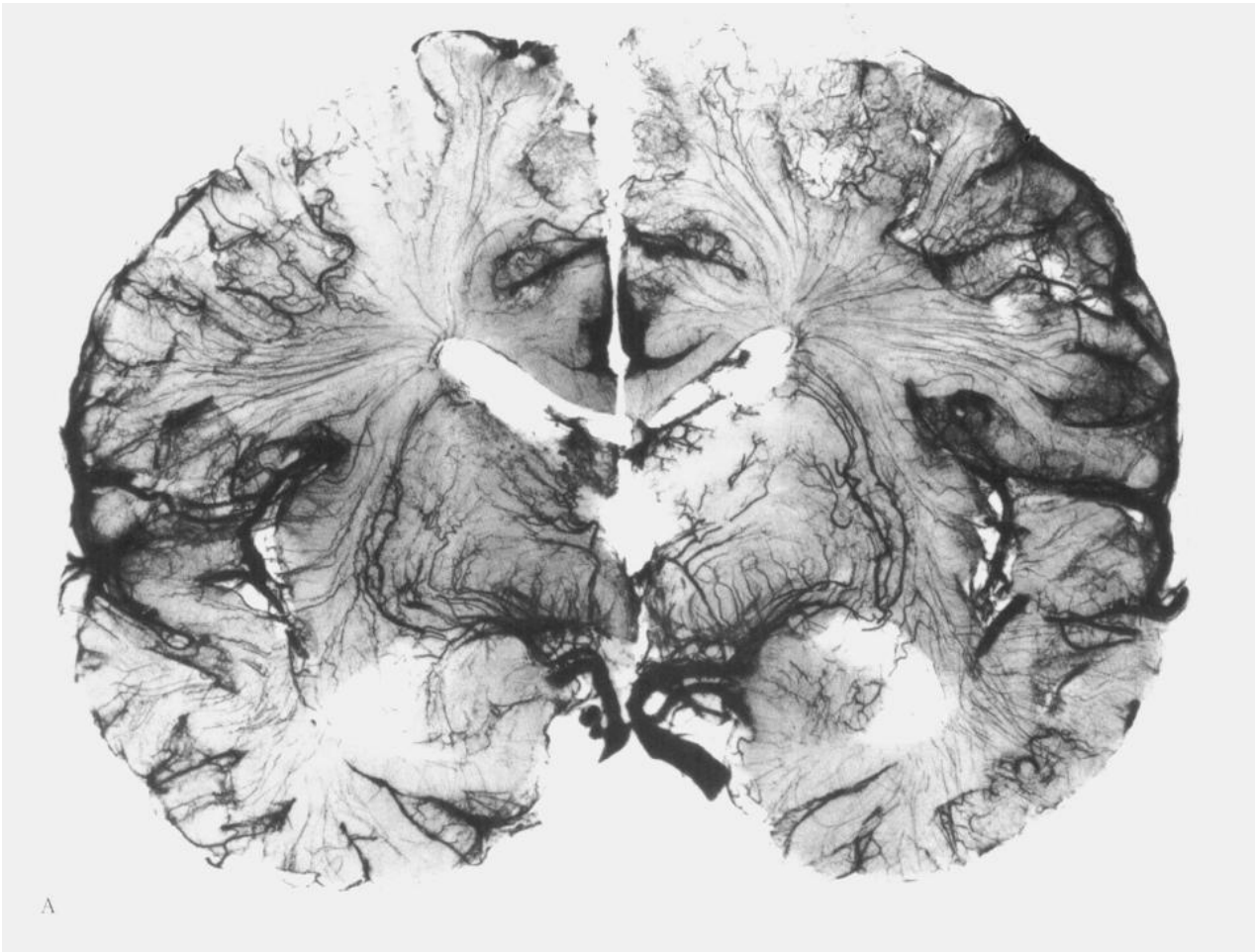


图 3.85A,B　矢旁位 MR 图像显示大脑中动脉脑岛支的分支变异



图3.86　右侧大脑半球外侧面上大脑中动脉皮质分支的解剖分布。1、眶额动脉；2、额前动脉；3、中央前动脉；4，中央动脉；5，顶前动脉；6、顶后动脉；7、角回动脉；8、颞后动脉；9、颞中动脉；10，颞前动脉



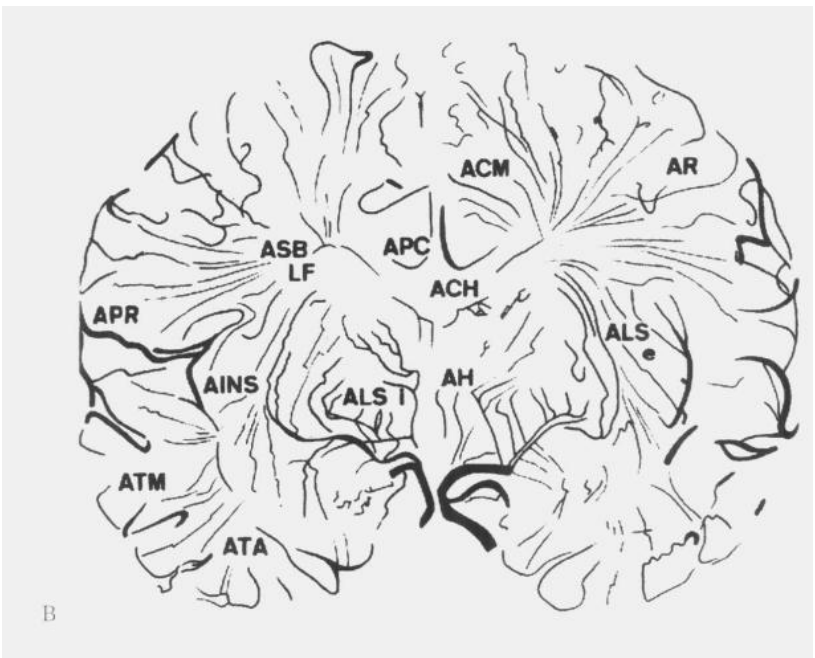


图3.87A,B 间脑的纹状动脉。脑标本的肉眼解剖层面（A）及其相应的图解（B）以及相关的血管造影。ACH，脉络膜动脉（上组）；ACM，胼胝体边缘动脉；AH，Heubner动脉；AINS，岛动脉；ALS，豆纹动脉；e，外侧纹状体；i，内侧纹状体；APC，胼胝体周围动脉；APR，Rolando前动脉；AR，Rolando动脉；ASB，额叶白质动脉；ATA，颞前动脉；ATM，颞中动脉

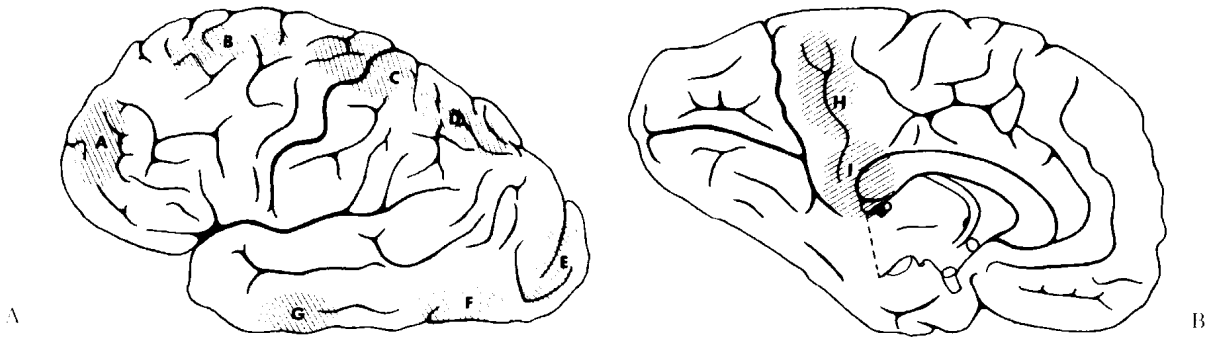


图 3.88 A 脑主要动脉终末支间的吻合区（影线）（大脑半球外侧面） A、大脑前动脉和大脑中动脉的眶部吻合支；B、大脑前动脉的胼胝体边缘动脉与大脑中动脉的额盖动脉；C、大脑中动脉的中央动脉与大脑前动脉的中央周围动脉；D、大脑中动脉的顶后动脉和大脑后动脉；E、大脑中动脉的颞后动脉与大脑后动脉的距状沟动脉；F、大脑中动脉的颞后动脉与大脑后动脉的大脑后支；G、大脑中动脉的颞前动脉与大脑后动脉。B 主要大脑动脉终末支间的吻合区（影线）（大脑半球内侧面）。H、大脑前动脉的楔前动脉与大脑后动脉的顶枕动脉；I、大脑前动脉的胼胝体周围动脉与大脑后动脉的胼胝体后动脉

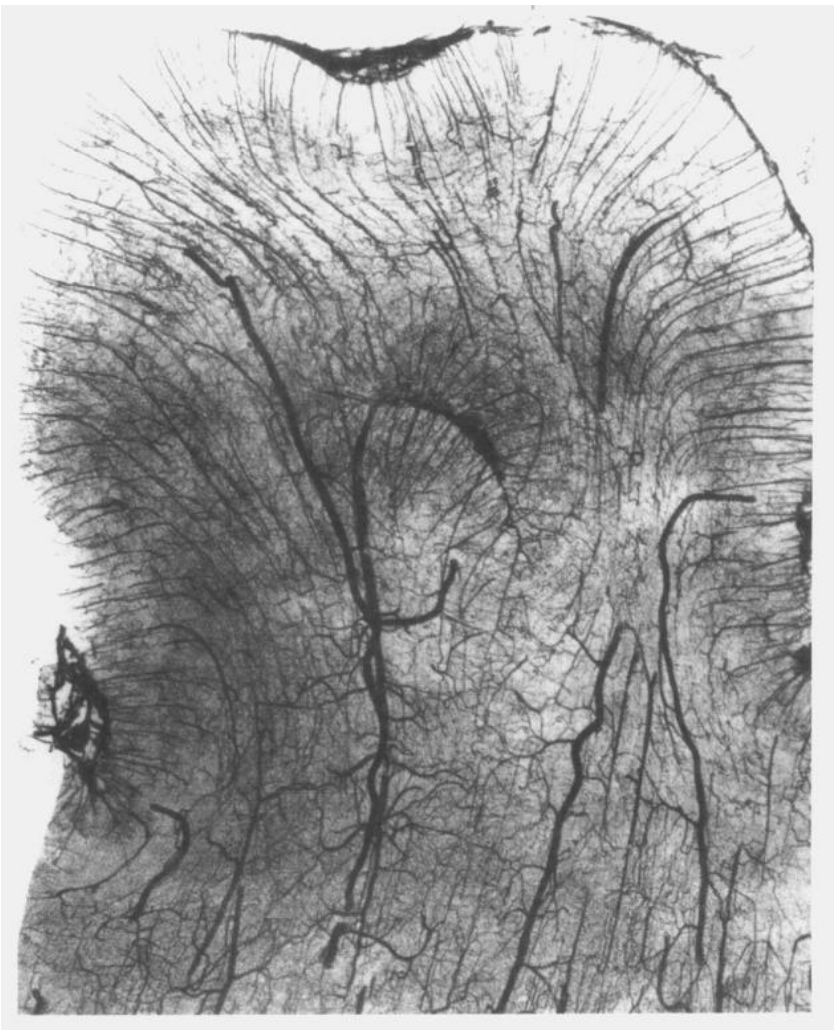


图 3.89 大脑半球中央皮质的穿支动脉，相当于小的终末动脉呈直角穿入脑实质，供应皮质及皮质下白质 +100

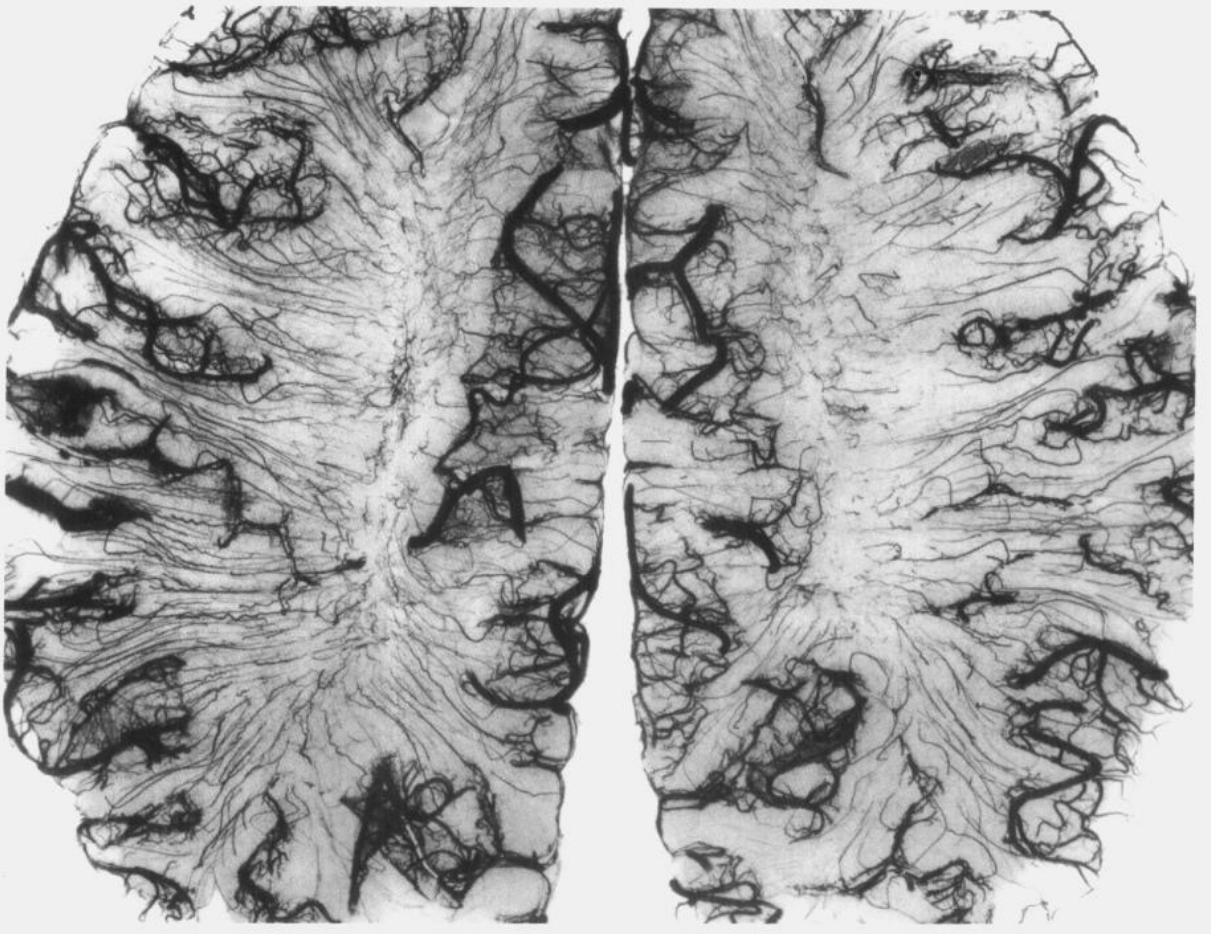


图 3.90 通过半卵圆中心的横轴位层面，显示深部白质的分水岭结合带，大致呈对称性分布

1 小脑后下动脉

小脑后下动脉（PICA）是椎动脉最大的分支，最常见起于椎动脉的硬膜内段。Rhoton将小脑后下动脉分为五段：延髓前段，开始于小脑后下动脉起始部，终止于下橄榄核水平，与延髓第二段（或延髓外侧段）相连续。延髓外侧段终止于下部颅神经水平。第三段，延髓小脑扁桃体段，此段与小脑扁桃体关系密切，形成一个尾状的环。第四段，小脑扁桃体后支，它起始于小脑扁桃体中部，终止于此段动脉进入小脑半球处。最后一段为小脑半球段，供应蚓部的枕面和小脑半球。

小脑后下动脉的供血区变化万千，反映了这支动脉的高度变异性。它看来好像与后颅窝其他主要血管的供血处于平衡状态。在50%的人中它供应延髓的外侧区，它在小脑的供血区包括小脑球状核和栓状核。

2 小脑前下动脉

小脑前下动脉（AICA）于脑桥延髓沟水平起自基底动脉，向后弯曲走行，包绕脑桥，并向小脑桥脑角延伸。在此水平，它分为上干和下干，下干沿小脑绒球之下走行，供应小脑半球岩部下面。上干向上弯曲走行，与小脑上动脉吻合。

3 小脑上动脉

小脑上动脉（SCA）起自于基底动脉的上段，通常与大脑后动脉起始部相隔几个毫米。在80%的人中小脑上动脉是成对的。小脑上动脉的走行与大脑后动脉平行，与大脑后动脉间以第三对颅神经分隔。小脑上动脉与大脑后动脉都绕过脑干向四叠体板走行。在此处，小脑上动脉突然转向上行到达小脑半球。它供应中脑下部、脑桥上部、齿状核和小脑半球的小脑幕面。

C 大脑静脉系统

大脑的静脉系统由大脑浅静脉和大脑深静脉组成。所有的静脉与硬膜窦一样，都无静脉瓣。大脑浅静脉与大脑深静脉之间有丰富的吻合（图3.91）。大脑浅静脉的变异极大，大多向上走行，终止于上矢状窦。一般说来，这些静脉将皮质和皮质下脑白质的血液引流到上矢状窦或基底窦。大脑深静脉将脉络丛、间脑、基底节、脑室周围和深部脑白质的血液引流到大脑内静脉和大脑大静脉。

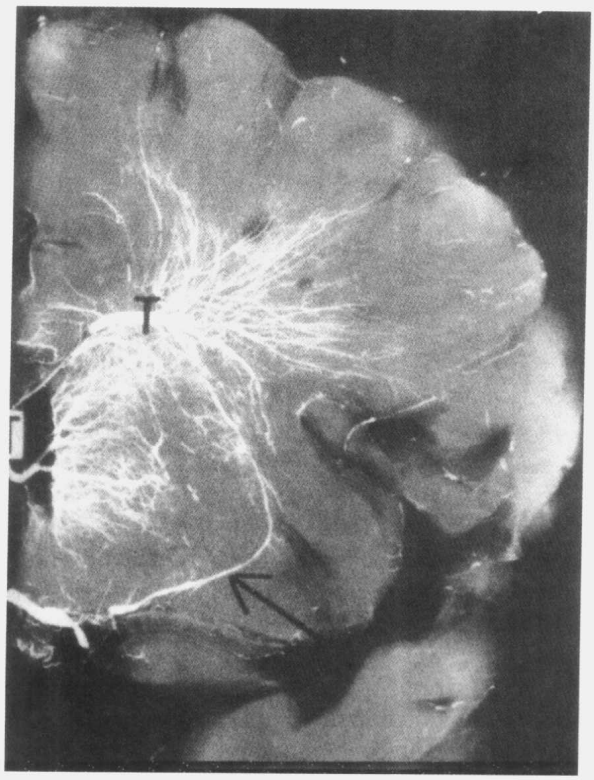
大脑浅静脉在软脑膜上形成一层静脉网，然后汇合成更大的静脉引流入硬膜窦。这些静脉引流大脑半球内侧面和外侧面的血液入上矢状窦。大约有10～15条大脑浅静脉，它们的位置差别极大，大多数静脉在汇入上矢状窦之前都是逆着血流方向而上行。大脑半球内侧面的一些静脉也可以引流入下矢状窦。其中最粗大的一支为上吻合静脉或Trolard静脉，它与下吻合静脉或Labbé静脉相吻合。上吻合静脉与下吻合静脉在位置、大小和形态上是有差别的。这两条静脉连接大脑中浅静脉与上矢状窦和横窦。大脑中静脉在外侧裂内向下向前走行，汇入蝶顶窦或海绵窦。大脑的下面有广泛的静脉丛，引流入基底窦。起自颞前叶和脚间窝的静脉汇入海绵窦和蝶顶窦。眶区的静脉可以引流入矢状窦。横窦和岩窦汇集小脑幕的静脉血。大脑半球内侧面和下面皮质区的血液也可以通过吻合支汇入大脑深静脉系统。

大脑深静脉，在血管造影上较大脑浅静脉更为重要，是由岛静脉、纹静脉、大脑内静脉和Rosenthal基底静脉、Galen大脑大静脉组成。

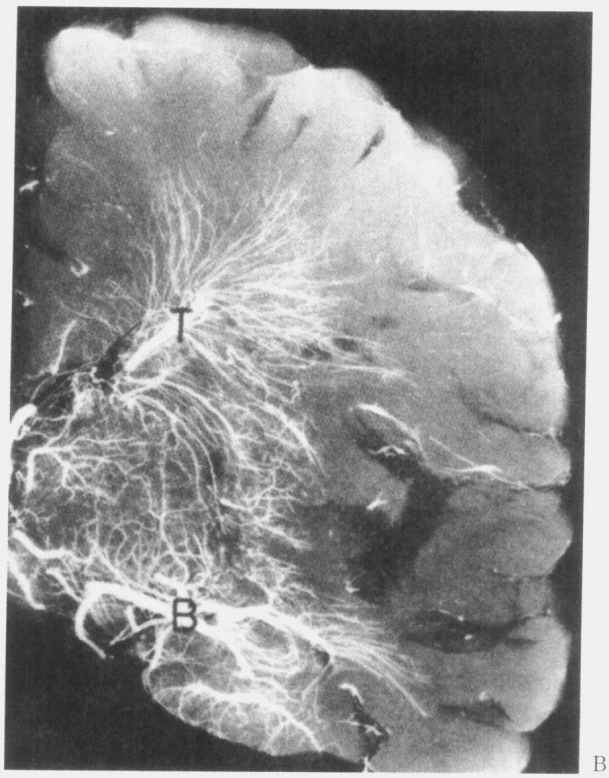
岛静脉系统在形态上与大脑中动脉的动脉支分布形态相类似，甚至显示为近似的三角形——“静脉外侧裂三角”。这些静脉引流入大脑中深静脉，然后依次引流入大脑基底静脉或者蝶顶窦。纹静脉与起自于额叶下面的静脉也引流入大脑中深静脉。走行于颞叶内侧面的钩静脉引流入蝶顶窦或海绵窦。

位于第三脑室顶脉络膜组织中线旁的成对的大脑内静脉，从室间孔伸出，越过丘脑的上面和内侧面，而到达四叠体池的上部。在此处两条大脑内静脉结合形成Galen大脑大静脉。大脑大静脉走行呈一凹面向上的曲线，汇入直窦。大脑内静脉主要组成分支是：（1）丘纹静脉，沿尾状核和丘脑所形成的凹槽向前走行；（2）脉络膜静脉，沿脉络丛的外侧缘走行，到侧脑室的下角，引流脉络丛和邻近海马区的血液；（3）隔静脉，引流胼胝体嘴部和透明隔的静脉血，之后在室间孔处与大脑内静脉连合。（4）丘脑上静脉，引流间脑背侧的血液，之后与大脑内静脉连合。间脑腹侧的血液引流入脚间区的软脑膜静脉丛。侧脑室静脉走行于丘脑上后部之上，与大脑内静脉结合。

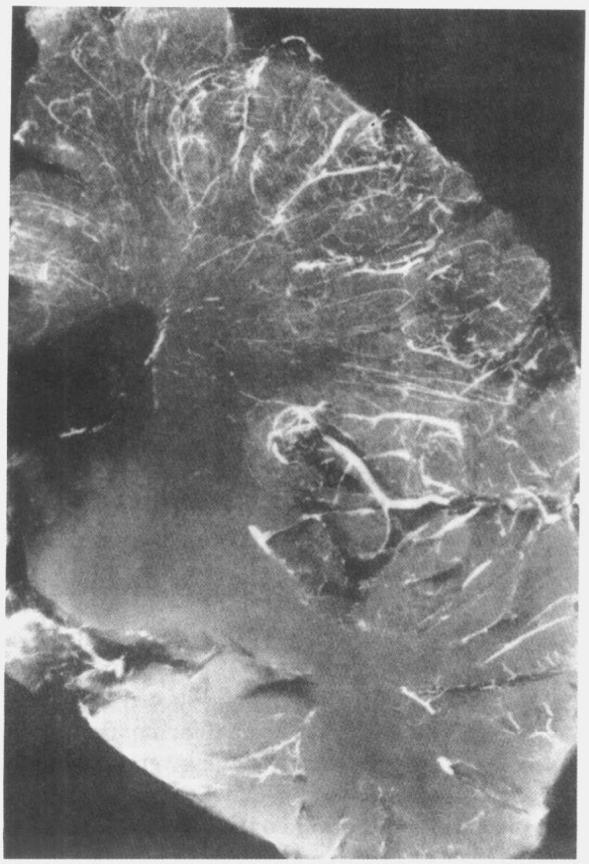
Rosenthal基底静脉起自于颞叶前部的内侧面，它接受来自于与大脑前动脉相伴行的小的大脑前静脉的血液，并引流眶额区、胼胝体前部和扣带回上的对应部位的静脉血。位于外侧裂深部的大脑中深静脉引流脑岛和岛盖皮质的血液。纹下静脉离开纹状体通过前穿质引流入大脑中深静脉。上述这些静脉都与基底静脉连合。基底静脉向后绕过脑干与Galen大脑大静脉连合。



A



B



C

图 3.91A–C　层厚为 1cm 的冠状位层面，通过尾状核头（A）和丘脑（B）。B，基底静脉；T，终末静脉；I，大脑内静脉。C　上矢状窦内注入造影剂后通过后丘脑的层厚为 1cm 的冠状位层面

Galen 大脑大静脉由成对的大脑内静脉、成对的基底静脉、成对的枕静脉和胼胝体后静脉联合而成，其中枕静脉引流枕叶和邻近顶叶的内面和下面的血液、胼胝体后静脉引流胼胝体压部和邻近脑内部区域的血液。大脑大静脉是一支短静脉，位于胼胝体压部的下方，它引流入直窦。

参考文献

Aresu M (1914) La superficie cerebrale nell'uomo. Arch Ital Anat Embr 12:380–433

Ariens Kappers CU (1947) Anatomie comparée du système nerveux. Masson and Cie, Paris (with the collaboration of E.H. Strasburger)

Ariens Kappers CU, Huber GC, Crosby EC (1936) Comparative anatomy of the central nervous system of vertebrates, including man, vols 1 and 2. Macmillan, New York

Bailey P (1948) Concerning the organization of the cerebral cortex. Tex Rep Biol Med 6:34–56

Bailey P, von Bonin G, Mc Culloch WS (1950) The isocortex of the chimpanzee. University of Illinois Press, Urbana, Ill

Bailey P, von Bonin G (1951) The isocortex of man. University of Illinois Press, Urbana, Ill

Baillarger JGF (1840) Recherches sur la structure dela couche corticale des circonvolutions du cerveau. Mem Acad R Med 8:149–183

Beccari N (1911) La superficie degli emisferi cerebrali dell'uomo nelle regioni prossime al rinecefalo. Arch Ital Anat Embr 10:482–543

Benedikt M (1906) Aus meinem Leben. Stulpnagel, Vienna

Betz W (1874) Anatomischer Nachweis zweier Gehirnzentra. Centr Med Wissensch 12:578–580, 595–599

Brissaud E (1893) Anatomie du cerveau de l'homme. Masson, Paris

Broca P (1878) Nomenclature cérébrale. Rev Anthropol 2:3

Brodmann K (1909) Vergleichende Lokalisationslehre der Großhirnrinde. Barth, Leipzig

Cabanis EA, Doyon D, Halimi PH, Iba-Zizen MT, Sigal R, Tamraz J (1988) Atlas d'IRM de l'encéphale et de la moëlle. Masson, Paris

Calori L (1870) Del cervello nei due tipi brachicefalo. zzz

Campbell AW (1905) Histological studies on the localization of cerebral function. Cambridge University Press, Cambridge

Chi T, Chang C (1941) The sulcal pattern of the Chinese brain. Am J Phys Anthropol 28:167–209

Chi JG, Dooling ED, Gilles FH (1977) Gyral development of the human brain. Ann Neurol 1:86

Chusid TG, Sugar O, French JD (1948) Corticocortical connections of the cerebral cortex lying within the arcuate and lunate sulci of the monkey (Macaca mulatta). J Neuropathol Exp Neurol 439–446

Comair Y, Hong SC, Bleasel A (1996a) Invasive investigation and surgery of the supplementary motor area. In: Lüders HO (ed) Advances in neurology, vol 70. Lippincott-Raven, Philadelphia

Comair YG, Choi HY, Tamraz J (1996b) Cortical anatomy: sulcal and gyral patterns. In: Wyllie E (ed) The treatment of epilepsy: principles and practice, 2nd edn. Lea and Febiger, Philadelphia

Connolly CJ (1950) External morphology of the primate brain. Thomas, Springfield, Ill

Cunningham DJ (1890) The intraparietal sulcus of the brain. J Anat Physiol 24:137–155

Cunningham DJ, Horsley V (1892) Contribution to the surface anatomy of the cerebral hemispheres. Royal Irish Academy, Dublin

Déjerine J (1895) Anatomie des centres nerveux, vol 1 and 2. Rueff, Paris

Delmas A, Pertuiset B (1959) Topométrie crânio-encéphalique chez l'homme. Masson, Paris

Duvernoy H, Cabanis EA, Iba-Zizen MT, Tamraz J, Guyot J (1991) The human brain surface three-dimensional sectional anatomy and MRI. Springer, Vienna New York

Eberstaller O (1884) Zur Oberflächen-Anatomie der Grosshirn-Hemisphären. Wien Med Bl 7:644–646

Eberstaller O (1890) Das Stirnhirn. Ein Beitrag zur Anatomie des Oberfläche des Großhirns. Urban and Schwarzenberg, Vienna

Ecker A (1869) Die Hirnwindungen des Menschen. Vieweg, Braunschweig

Elze K (1929) Einige Fasersysteme des menschlichen Grosshirns mit der Abfaserungs-methode untersucht. Z Anat Entwicklungsgesch 88:166–178

Filimonoff IN (1947) A rational subdivision of the cerebral cortex. Arch Neurol Psychiatr 58:296–311

Flechsig P (1898) Neue Untersuchungen über die Markbildung in den menschlichen Grosshirnlappen. Neurol Centrlbl 17:977–996

Giacomini C (1878) Guida allo studio delle circonvoluzioni cerebrali dell'uomo. Camilla e Bertolero, Turin, pp 96

Gillilan (1974) Potential collateral circulation to the human cerebral cortex. Neurology 24:941–948

Geyer H (1940) Über Hirnwindungen bei Zwillingen. Z Morphol Anthropol 38:51–55

Gratiolet P (1854) Mémoire sur les plis cérébraux de l'homme et des primates. Bertrand, Paris

Hassler H (1966) Deep cerebral venous system in man. Neurology 16:505–511

Henneberg R (1910) Messung der Oberflächenausdehnung der Grosshirnrinde. J Psychol Neurol 17:144–158

Heschl RL (1878) Über die vordere quere Schläfenwindung des menschlichen Grosshirns. Braumuller, Vienna

Higeta K (1940) Morphologische Untersuchungen des Gehirns bei den japanischen Zwillingsfeten. Okajimas Fol Anat Jpn 19:239–284

His W (1904) Die Entwicklung des menschlichen Gehirns während der ersten Monate. Hirzel, Leipzig

Holl M (1908) Die Insel des Menschen und Affenhirns in ihren Beziehung zum Schlafenlappen. Sitz Berl Akad Wissensch Wien Math Naturw Kl 117(3):365–410

Huang CC (1991) Sonographic cerebral sulcal development in premature newborns. Brain Dev 13:27

Huxley TH (1861) On the brain of Ateles paniscus. Proc Zool Soc Lond pp 247–260

Jaeger R (1914) Inhaltsberechnungen der Rinden und Marksubstanz des Grosshirns durch planimetrishce Messungen. Arch Psychiatr Nervenkrankh 54:261–272
Jefferson G (1913) The morphology of the sulcus interparietalis. J Anat Physiol 47:365–380
Jensen J (1870) Die Furchen und Windungen der menschlichen Grosshirnhemispharen. Allg Z Psychiatr 27:473–515
Jensen J (1875) Untersuchungen uber die Beziehungen zwischen Grosshirn und Geistesstörung an sechs Gehirnen geisteskranker Individuen. Arch Psychiatr Nervenkrankh. 5:587–757
Kanai T (1938) Über die Furchen und Windungen der Orbitalfläche des Stirnhirns bei Japanern. Okajimas Fol Anat Jpn 18:229–306
Karplus JP (1905) Über Familienähnlichkeiten an den Grosshirnfurchen des Menschen. Arb Neurol Inst Wien Univ 12:1–58
Karplus JP (1921) Zur Kenntnis der Variabilität und Vererbung am Zentralnervensystem des Menschen und einiger Sauger, 2nd edn. Deuticke, Leipzig
Kaufman E (1887) Über Mängel des Balkens im menschlichen Gehirn. Arch Psychiatr Nervenkrankh 18:769
Klingler J (1935) Erleichterung der makroskopischen Präparation des Gehirns durch den Gefrierprozess. Schw Arch Neurol Psychiatr 36:247–256
Kohlbrugge JHF (1906) Die Grosshirrfurchen der Javanen. Verh K Akad Wetens, Sect II, Amsterdam Deel 12(4):195 (9 plates)
Kraus WM, Davison C, Weil A (1928) The measurement of cerebral and cerebellar surfaces. Arch Neurol Psychiatr 19:454–477
Kükenthal W, Ziehen T (1895) Untersuchungen über die Grosshirnfurchen der Primaten. Jen Z Naturwiss 29:1–122
Landau E (1910) Über die Orbitalfurchen bei den Esten. Z Morphol Anthropol 12:341–352
Landau E (1911) Über die Grosshirnfurchen am basalen Teile des temporooccipitalen Feldes bei den Esten. Z Morphol Anthropol 13:423–438
Landau E (1914) Über die Furchen an der Lateralfläche des Grosshirns bei den Esten. Z Morphol Anthropol 16:239–279
Landau E (1919) The comparative anatomy of the nucleus amygdalae, the claustrum and the insular cortex. J Anat 53:351–360
Larroche J-C, Feess-Higgins A (1987) Development of the human foetal brain. An anatomical atlas. Editions INSERM. Masson, Paris
Lazorthes G, Gouazé A, Salamon G (1976) Vascularisation et circulation cérébrales. Masson, Paris
Leboucq G (1929) Le rapport entre le poids et la surface de l'hemisphere cerebral chez l'homme et les singes. Mem Acad R Belge Cl Sc 10(9):57
Leuret F, Gratiolet P (1839) Anatomie comparée du système nerveux, considérée dans ses rapports avec l'intelligence, vol 1 and 2. Baillière, Paris. Atlas. Masson, Paris
Lorente de No R (1933) Studies on the structure of the cerebral cortex. I. The area endorhinalis. J Psychol Neurol 45:381–438
Ludwig E, Klingler J (1956) Atlas cerebri humani. Karger, Basel
Marchand F (1895) Die Morphologie des Stirnlappens und der Insel der Anthropomorphen. Arb Pathol Inst Marb 2:1–108
McLardy T (1950) Uraemic and trophic deaths following leucotomy: neuro-anatomical findings. J Neurol Neurosurg Psychiatry 13:106–114
Meynert T (1867/1868) Der Bau der Grosshirnrinde und seine örtlichen Verschiedenheiten, nebst einem pathologisch-anatomischen Corollarium. Vierteljahrsch Psychiatr 1:77–93, 125–217, 381–403; 2:88–113
Meynert T (1877) Neue Studien über die Associationsbundel des Hirnmantels. Sitz Berl K Akad Wiss Wien Kl 101(3):361–380
Naidich P, Valavanis G, Kubik S (1995) Anatomic relationships along the low-middle convexity. I. Normal specimens and magnetic resonance imaging. Neurosurgery 36(3):517–531
Nieuwenhuys R, Voogd J, Van Huijzen C (1988) The human central nervous system. A synopsis and atlas, 3rd edn. Springer, Berlin Heidelberg New York
Ono N, Kubik S, Abernathy DG (1990) Atlas of the cerebral sulci. Thieme, Stuttgart
Onufrowicz W (1887) Das balkenlose Mikrocephalengehirn Hofmann. Arch Psychiatr Nervenkrankh 18:305–328
Paturet G (1964) Traité d'anatomie humaine, vol 4: système nerveux. Masson, Paris
Perlmutter D, Rhoton AL Jr (1976) Microsurgical anatomy of the anterior cerebral-anterior communicating-recurrent artery complex. J Neurosurg 45(3):259–272
Pfeifer RA (1936) Pathologie der Hörstrahlung und der corticale Hörsphäre. In: Foerster O (ed) Handbuch der Neurologie, vol 6. Springer, Berlin, pp 533–626
Ramon y Cajal S (1911) Histologie du système nerveux de l'homme et des vertébrés, vol II. (translated by L. Azoulay) Maloine, Paris
Retzius G (1896) Das Menschenhirn. Studien in der makroskopischen Morphologie, vol 1. Norstedt, Stockholm
Rose M (1926) Über das histogenetische Prinzip der Einteilung der Grosshirnrinde. J Psychol Neurol 32:97–158
Rössle R (1937) Zur Frage der Ähnlichkeit des Windungsbildes an Gehirnen von Blutsverwandten, besonders von Zwillingen. Sitz Ber Preuss Akad Wissensch pp 146–68
Salamon G (1971) Atlas of the arteries of the human brain. Sandoz, Paris
Salamon G, Raynaud C, Regis J et al (1990) Magnetic resonance imaging of the pediatric brain. An anatomical atlas. Raven, New York
Sano F (1916) The convolutional pattern of the brains of identical twins. Philos Trans R Soc Lond B 208:37–61
Schlesinger B (1953) The insulo-opercular arteries of the brain, with special reference to the angiography of striothalamic tumors. Am J Roentgenol 70:555–563
Schnopfhagen F (1890) Die Entstehung der Windungen des Grosshirns. J Psychiatr 9:197–318
Shellshear JL (1926) The occipital lobe in the brain of the Chinese with special reference to the sulcus lunatus. J Anat 61:1–13
Slome I (1932) The bushman brain. J Anat 67:47–58
Symington J, Crymble PT (1913) The central fissure of the

cerebrum. J Anat 47:321–39
Szikla G, Bouvier G, Hori T, Petrov V (1977) Angiography of the human brain cortex: atlas of vascular patterns and stereotactic cortical localization. Springer, Berlin Heidelberg New York
Talairach J, Szikla G, Tournoux P, Prossalentis A, Bordas-Ferrer M, Covello L, Iacob M, Mempel E (1967) Atlas d'anatomie stéréotaxique du télencéphale. Masson, Paris
Tamraz J (1983) Atlas d'anatomie céphalique dans le plan neuro-oculaire (PNO). MD Thesis, Schering, Paris (1986)
Tamraz J (1991) Morphometrie de l'encephale par resonance magnetique: application à la pathologie chromosomique humaine, à l'anatomie comparée et à la teratologie. These Doct Sci Paris V, Paris
Tamraz J, Rethoré M-O, Iba-Zizen M-T, Lejeune J, Cabanis EA (1987) Contribution of magnetic resonance imaging to the knowledge of CNS malformations related to chromosomal aberrations. Hum Genet 76:265–273
Tamraz J, Saban R, Reperant J, Cabanis EA (1990) Définition d'un plan de référence céphalique en imagerie par résonance magnétique: le plan chiasmato-commissural. CR Acad Sci Paris 311(III):115–121
Tamraz J, Saban R, Reperant J, Cabanis EA (1991) A new cephalic reference plane for use with magnetic resonance imaging: the chiasmato-commissural plane. Surg Radiol Anat 13:197–201
Tamraz J, Rethoré M-O, Lejeune J, Outin C, Goepel R, Stievenart JL, Iba-Zizen M-T, Cabanis EA (1993) Morphométrie encéphalique en IRM dans la maladie du cri du chat. A propos de sept patients, avec revue de la littérature. Ann Génét 2:75–87
Testut L, Latarjet A (1948) Traité d'anatomie humaine. Tome 2: système nerveux central, 9th edn. Doin, Paris
Turner OA (1948) Growth and development of the cerebral cortical pattern in man. Arch Neurol Psychiatr 59:1–12
Turner OA (1950) Some data concerning the growth and development of the cerebral cortex in man II. Postnatal Psychiatr (Chic) 64:378–385
Turner W (1891) The convolutions of the brain. J Anat Physiol 25:105–153
van Bork-Feltkamp AJ (1930) Utkomsten van een onderzoek van een 60-tal hersenen van chineezen. Versluis Uitgevers-Maatschappij, Amsterdam
Vint FW (1934) The brain of the Kenya native. J Anat 68:216–223
Vlahovitch B, Gros C, Fernandez-Serrats A, Adib-Yazdi IS, Billet M (1964) Repérage du sillon insulaire supérieur dans l'angiographie carotidienne de profil. Neurochirurgie 10:91–99
Vlahovitch B, Gros C, Fernandez-Serrats A (1965) Les repères de l'insula dans la partique de l'angiographie carotidienne. Expansion Scientifique Française, Paris
Vlahovitch B, Frerebeau P, Kuhner A, Billet M, Gros C (1970) Etude des lignes supra et infra-insulaires dans l'angiographie carotidienne normale et pathologique. Neurochirurgie 16:127–183
Vogt C, Vogt O (1919) Allgemeinere Ergbnisse unserer Hirnforschung. J Psychol Neurol (Lpz) 25:279–461
von Bonin G, Bailey P (1947) The neocortex of macaca mulatta. University of Illinois Press,Urbana, Ill (Illinois Monographs in the Medical Sciences, vol V, no 4)
von Economo C (1927) L'architecture cellulaire normale de l'ecorce cerebrale. Masson, Paris
von Economo C (1929) The cytoarchitectonics of the human cerebral cortex. Oxford University Press, London
von Economo C, Koskinas GN (1925) Die Cytoarchitektonik der Hirnrinde des erwachsenen Menschen. Textband und Atlas. Springer, Vienna New York
Wagner H (1864) Massbestimmungen der Oberfläche des Gehrins. Wigand, Cassel
Weinberg R (1905) Die Gehirnform der Polen. Ztschr Morphol Anthropol 8:123–214; 279–424
Wernicke C (1876) Das Urwindungsstystem des menschlichen Gehirns. Arch Psychiatr Nervenkr 6:298–326
Wernicke C (1881–83) Lehrbuch der Gehirnkrankheiten, vol 1–3. Fischer, Kassel
Wilder BC (1886) The paroccipital. A newly recognized fissural integer. J Nerv Ment Dis 8:301–315
Willis T (1664) Cerebri anatome, cui accessit nervorum descriptio et usus. Martyn and Allestry, London
Zenker W (1985) Benninghoff Makroskopische und mikroskopische Anatomie des Menschen. Nervensystem. Urban and Schwarzenberg, Munich
Zernov D (1877) The individual types of the brain sinuosity. University of Moscow, Moscow
Zuckerkandl E (1906) Zur Anatomie der Fissura calcarina. Arb Neurol Inst Wien Univ 13:25-61

第4章　中央区和运动皮质

I　序言

1870年，两个独立的研究小组首先阐述了运动感觉皮质的兴奋性。Hughling Jackson根据癫痫发作时观察到的临床症状推测大脑皮质具有兴奋性，尤其是运动区。Fritsch和Hitzig的观察则是建立在实验的基础上。1876年Ferrier将运动皮质局部切除，并描述了其造成的功能缺损。1924年Dusser de Barenne阐述了感觉皮质。

此后，许多学者继续对这一区域进行观察，其中最为杰出的是Foerster和Wilder Penfield及其同事。他们绘制了运动感觉皮质的详细图像，并论述了补充运动区、第二感觉区和对于语言区的定位。

II　运动感觉皮质的胚胎学

充分了解脑沟的发育是对运动感觉皮质精确定位的关键。运动感觉皮质通常分为主运动感觉区、一个前运动区和一个补充运动区（图4.1A-D）。

中央沟于妊娠后26周出现，几乎与扣带回和颞上回同时出现，早于距状沟和顶枕沟。这一短暂过程在此时几乎完成。中央沟可以认为是沿斜向后走行，在此期间它向下的发育较好。于额叶中部凸面可见一条脑沟，被一些学者命名为中央前沟。与其他灵长类动物相比，人类中央沟的发育不是自两个独立的原基发出，进而合并成一个单一的沟。这就解释了在对人脑的研究中，为什么中央沟中断甚为少见，其发生率仅为1%。

至妊娠28周，中央沟已覆盖全部大脑凸面，而且仍然呈一条直线，于大脑半球上缘形成凹口。中央后沟则表现为顶内沟的升部。

中央前沟的发育较为复杂，它好像起自额上回和额下回的后部，这些脑沟向后的分支形成中央前下沟和中央前上沟。这两条脑沟并不汇合，但在大脑凸面的中部留有一间隙使额中回易于靠近大脑皮质运动区。

正如在前面第3章中提到的，额下沟是一条深沟向脑岛延伸。同样，中央前下沟是一条连续的沟，延伸到额盖区深部。中央前上沟的深度和范围的变化较多。它很少到达大脑半球上缘，在这一区域补充运动区混入皮质运动区。

随着脑组织继续生长，中央沟逐渐变深、卷曲，于妊娠36～37周发育接近成熟。

III　形态学和影像学

A　中央沟

中央沟是一条深沟，贯串整个大脑凸面。它以两个膝或弯曲为特征：上曲和下曲（图4.2～4.6）。依照Symington和Crymble的研究，它们是插入前部大脑凸面内的凹陷的

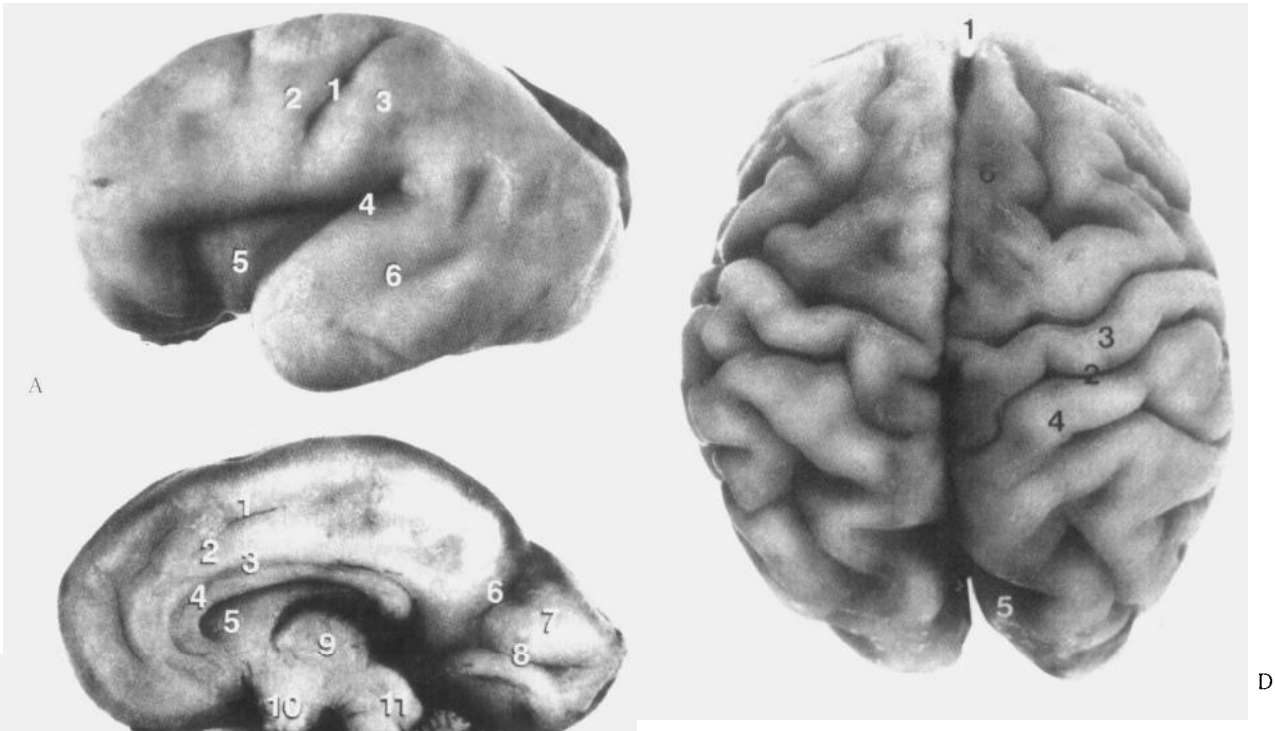


图4.1A-D 感觉运动区发育解剖学。A 25~26周大脑半球外侧面观：1、中央沟；2、中央前区；3、中央后区；4、外侧裂；5、脑岛；6、颞上沟。B 25~26周大脑半球正中矢状面观：1、扣带沟；2、扣带回；3、胼胝体沟；4、胼胝体；5、透明隔间腔；6、顶枕沟；7、楔叶；8、距状沟；9、丘脑；10、下丘脑；11、顶盖。C 32~33周大脑半球外侧面观：1、中央沟；2、中央后回；3、中央前回；4、中央后沟；5、中央前沟；6、额上回；7、额下回；8、脑岛；9、外侧裂；10、缘上回；11、颞上回；12、平行沟；13、枕叶。D 32~33周大脑半球上面观：1、半球间裂；2、中央裂；3、中央前回；4、中央后回；5、顶枕沟；6、额上回

弯曲。这些弯曲好像是起于沟前壁上的一个或两个突出部分所致。还可见到一些小刺切入邻近的脑回，此外还有两个被覆盖的脑回，它们分别位于中央沟的上端和下端。中央沟平直长度为9.1cm ± 0.6cm，如果沿着中央沟的弯曲测量，其全长为10.2cm ± 0.7cm。在多数病例中，中央沟下端止于外侧裂上方，留有一额顶岛盖，法语中称为“额－中央沟皱襞通道”。在大脑外侧裂水平，可见一起自外侧裂的小沟，称为前中央下沟。这条小沟与中央沟下端汇合、也经常与前中央沟汇合。中央沟上端在大脑半球上面弯曲，形似逗号，法语中称为“crochet rolandique”。

作者注意到两种非典型的脑沟类型：中央沟中部可见一额外的突起或膝，另一种为更少见的变异，位于半球间裂的紧上方。

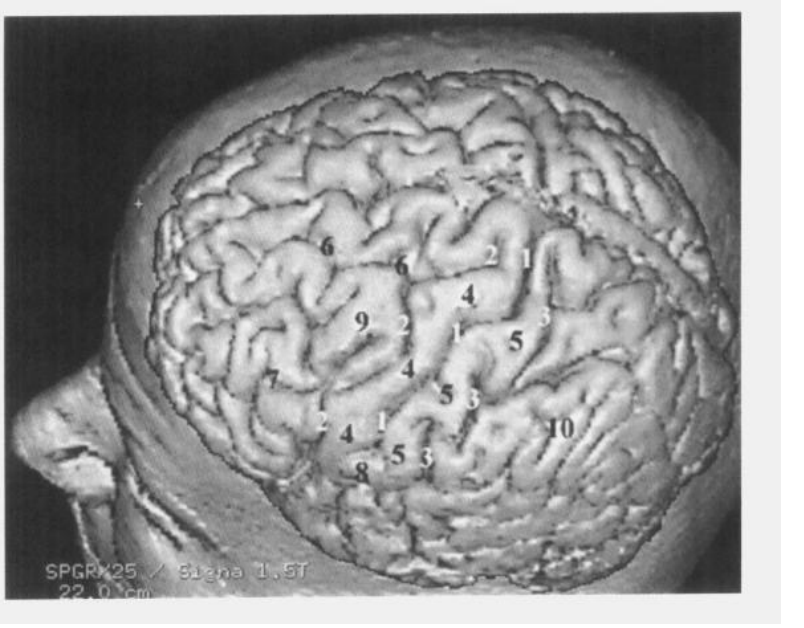


图4.2 中央沟。1，中央沟；2，中央前沟；3，中央后沟；4，中央前回；5，中央后回；6，额上沟；7，额下沟；8，中央背盖；9，额中沟；10，顶下小叶

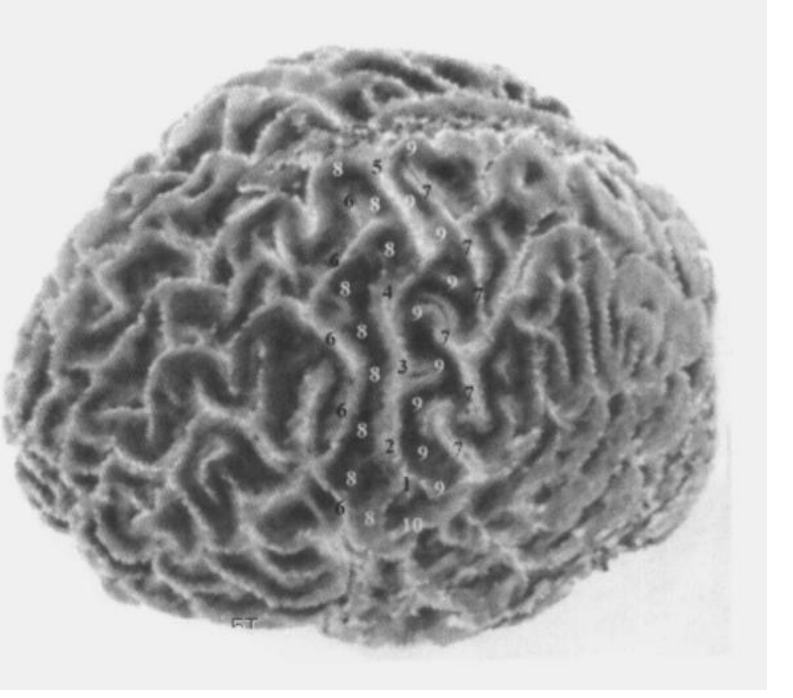
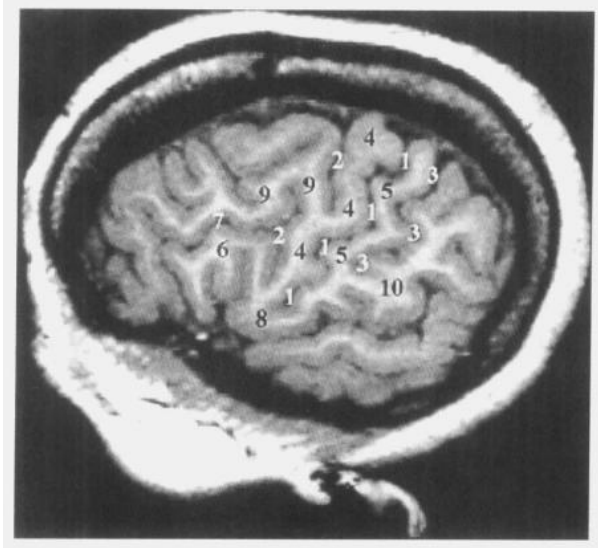
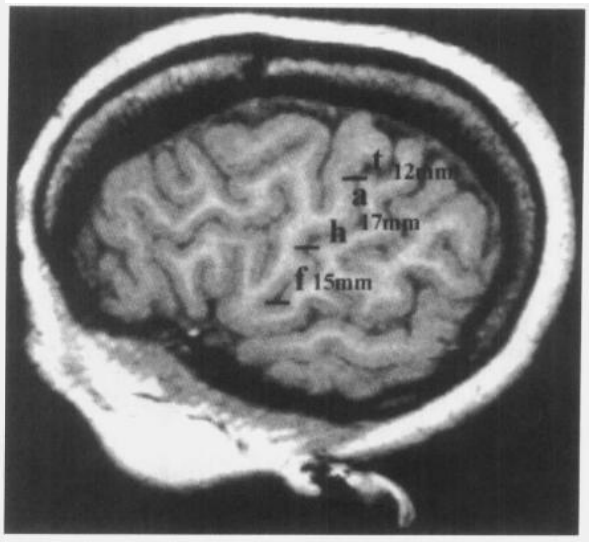


图4.3 中央沟和感觉运动皮质。1，中央沟下末端；2，中央沟下膝；3，中央沟中膝；4，中央沟上膝；5，中央沟上端；6、中央前沟；7，中央后沟；8，中央前回；9，中央后回；10，岛盖中央部

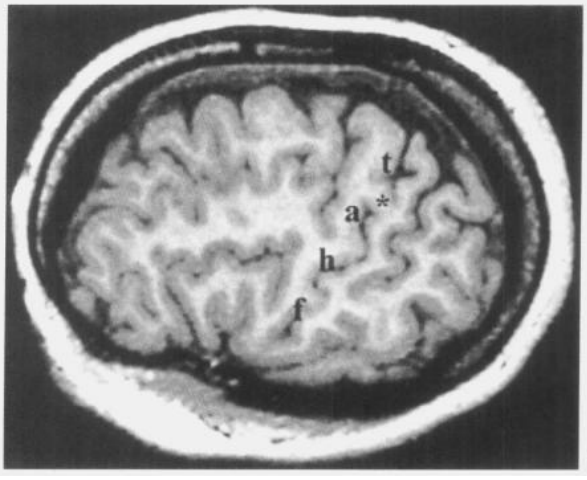
中央沟的深度随着其走行发生变化。最深处位于手、臂反射区水平，大致相当于沟的中部。在面反射区水平相当于脑沟前3cm处深度略有减少，平均15mm。在躯干反射区水平，由于连接回反复出现，使脑沟深度减少至12mm。位于大脑半球内侧腿反射区的脑沟深度最多13mm（图4.5、4.6）。





A

图4.4 平行于穹窿参考平面的MRI斜向重建切面（2cm）（见第10章Ⅲ节），显示中央区及额区。1、中央沟；2、中央前沟；3、中央后沟；4、中央前回；5、中央后回；6、额下回；7、额下沟；8、额叶岛盖；9、额中回；10、顶下小叶



B

图4.6A,B 中央沟深度的变异。大脑半球外侧面的局部变异。面部（f）：15mm；手、臂：17mm；躯干：12mm。注意B中一条连接回的表现（以星号标记）。腿区位于内侧面，中央旁小叶内所以未显示（深度约为13mm）

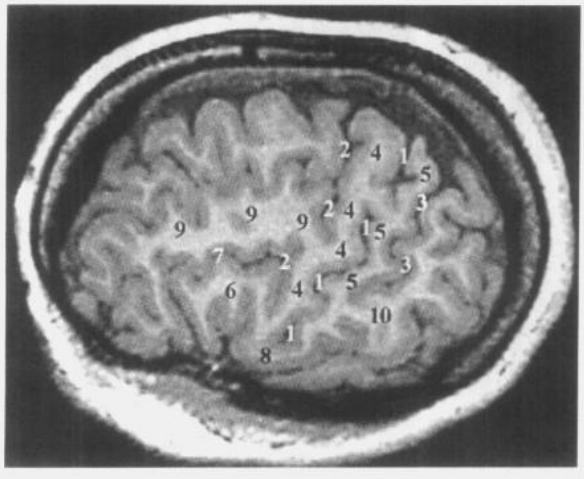


图4.5 平行于穹窿参考平面的MRI斜向重建切面（2cm）（见第10章Ⅲ节），显示中央区及额区主要是下部。1、中央沟；2、中央前沟；3、中央后沟；4、中央前回；5、中央后回；6、额下回；7、额下沟；8、额叶岛盖；9、额中回；10、顶下小叶

B 中央前沟

如前所述，中央前沟起自额上沟后部。多由两段组成，即中央前上沟和中央前下沟（图4.4、4.5），两段之间由额中回分隔，后者延伸至大脑皮质运动区。这种固定不变的分隔其意义尚不清楚。

中央前下沟向下终止于外侧裂水平。通常为直接的终止，有时是由于插入的脑沟——起自外侧裂的中央下前沟（图4.4、4.5）。

中央前上沟与大脑皮质运动区的关系较为复杂。它很少达到大脑半球上缘，在此它可由一到两条脑沟代替：（1）位于第一额沟上方，与纵裂平行走行的水平沟，是中央前边缘沟，沟的深度较浅，较容易与第一额沟区分；（2）中央前内侧沟，最常位于中央前沟前部的垂直沟、与半球间边缘相交。因此在这一区域没有明确的脑沟划分第一运动区与补充运动区的界限（图4.7、4.8）。

C 中央后沟

中央后沟是顶内沟的升支，它有较多的变异。此沟已在第3章中做了详述。它常比中央沟更深。沟的水平段是大脑半球外侧面最深的一段脑沟，深达20cm。

D 局部解剖与功能解剖及影像

1 第一运动感觉皮质或中央皮质

第一运动感觉皮质（Primary Motor and Sensory Cortices, PMSC）包括中央前回和中央后回。第一运动皮质起自中央前沟底部止于中央沟底部，第一感觉皮质在中央沟底部到中

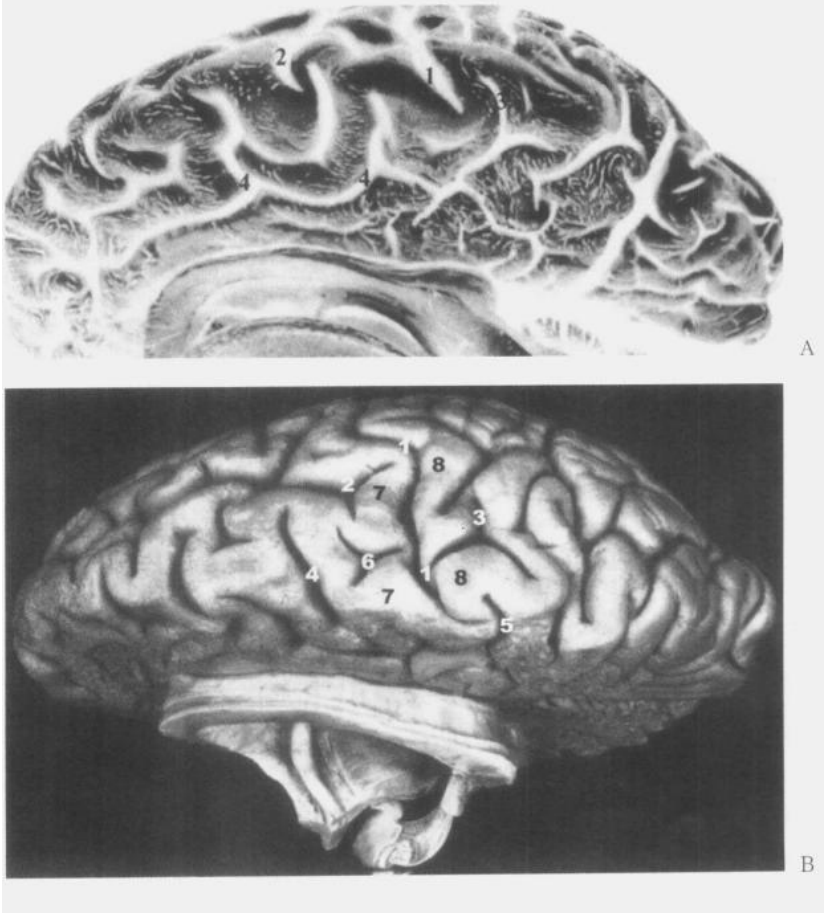


图4.7 A 大脑半球内侧解剖。1，中央沟；2，中央前内侧沟；3，扣带沟边缘支；4，扣带沟。B 大脑半球内侧解剖。1，中央沟；2，中央前沟；3，中央后上沟；4，中央前内侧沟；5，扣带沟边缘支；6，中央前边缘沟；7，中央前回；8，中央后回

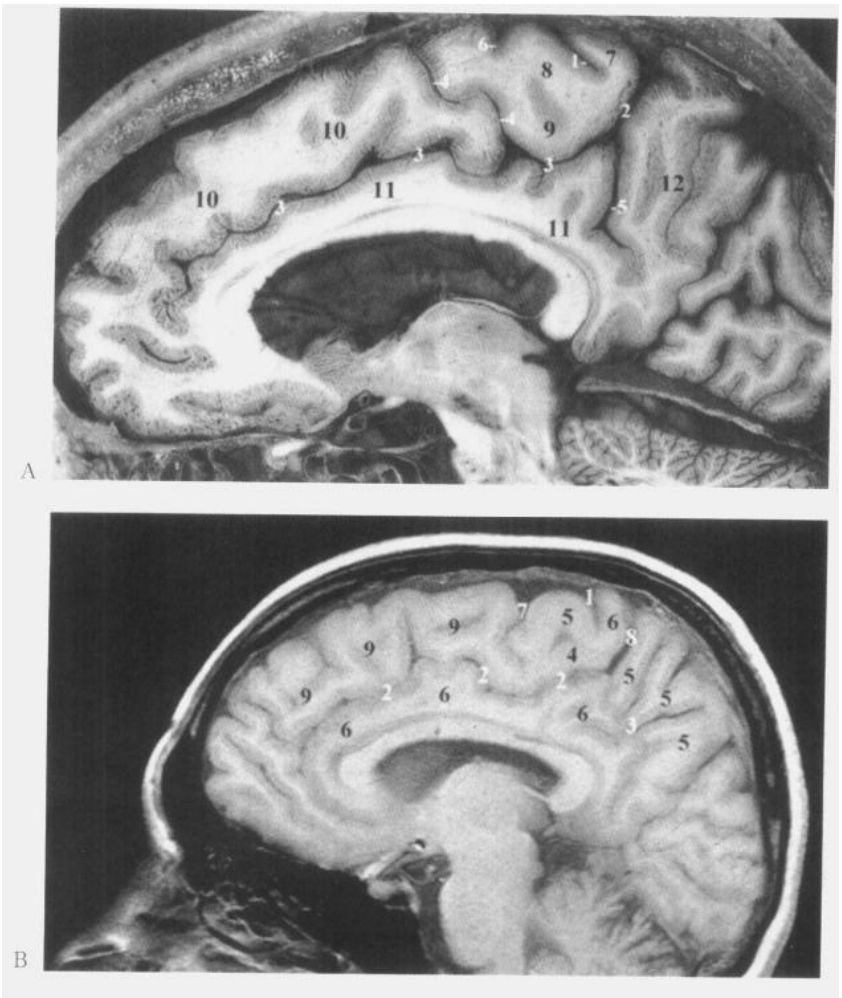


图4.8　A 中央旁小叶矢旁解剖切面。1，中央沟内侧延长部；2，扣带回边缘支；3，扣带回；4，中央旁沟；5，顶下沟；6，中央前中间沟；7，中央后回；8，中央前回；9，中央小叶；10，额中间回；11，扣带回；12，楔前叶。B 中央沟上端、矢旁 MR 切面。1，中央沟上端；2，扣带回；3，顶下沟；4，中央旁小叶；5，楔前叶；6，扣带回；7，中央前中间沟；8，扣带沟边缘支；9，额中央回

央后沟底部之间（图4.2～4.5）。

PMSC的范围是由该领域内的几位学者主要是基于在局麻下进行的兴奋研究而确定的。Penfield将中央前回定义为“某种类型的随意运动必不可少的首要运动器官”并将中央后回断定为“鉴别不同的触觉和本体感觉必不可少的感觉器官”。Penfield还推论“将这两个器官合二为一构成运动感觉功能单位”。这一定义后来被Rasmussen发展为中央叶的概念。

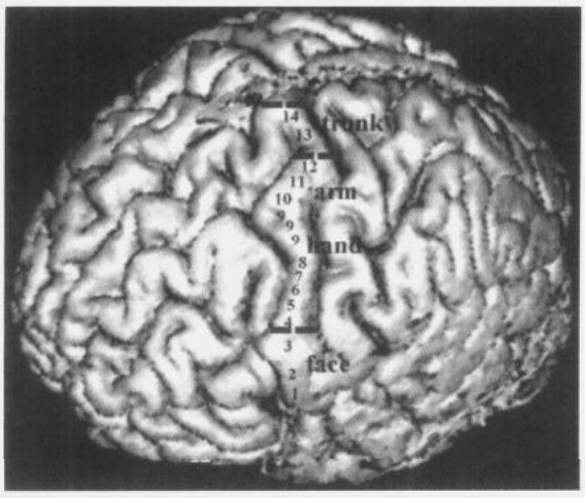
a　第一运动皮质或中央前回

中央前回的细胞结构不是同质的。其中包括以Brodmann4区和6区为代表的无颗粒皮质，4区的特点是在第五层存在大锥体细胞或称Betz细胞（图4.9A－C）。这种细胞的体部延伸出最长和最大的轴突。而且该区的皮质非常厚，这有利于运动皮质的定位。

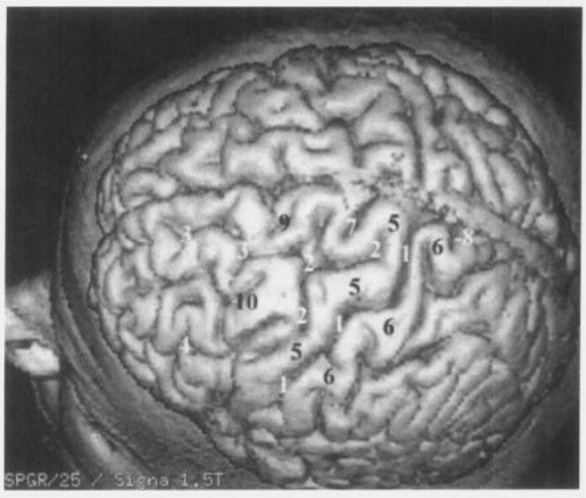
中央前回在解剖学上被中央旁小叶及该脑回上的三个弯曲分为四段：

1　下段向前突出，靠近作为其下界的外侧裂（图4.4、4.5）。它往往与中央后回相连，形成中央岛盖。其内侧到达脑岛。下段也常与额叶的岛盖对相连（图4.10、4.11）。

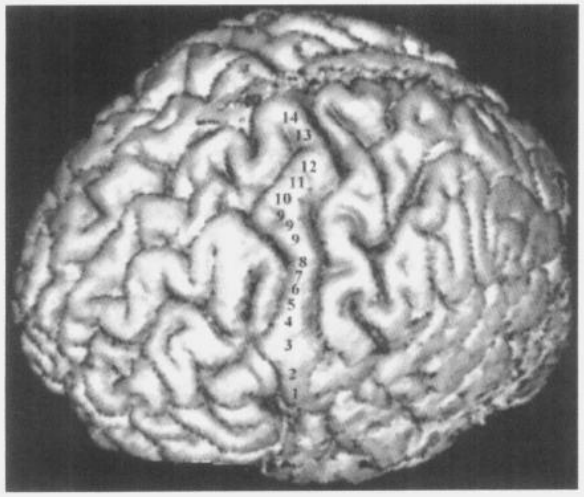
2　中段向后突出。在下段和中段的连接处有一段逐渐变细或变薄的脑回，相当于面部与拇指反射区的过渡区。当该段延伸至运动前区中，其前部的边界不清，这是由于



A



B



C

图 4.9 A 中央前回及其四段功能性分区。下段：面部功能单位；中段：手、臂功能单位；上段：躯干功能单位；及大脑半球内侧的中央旁小叶：腿部功能单位。1、舌部；2、唇部；3、面部；4、拇指；5、食指；6、中指；7、无名指；8、小指；9、手；10、腕部；11、肘部；12、肩部；13、躯干；14、近侧腿部。B 中央沟上端、大脑半球三维MR侧面观。1、中央沟；2、中央前上沟；3、额上沟；4、额下沟；5、中央前回（5'上端）；6、中央后回；7、中央前中间沟；8、边缘分支；9、额上回；10、额中回。C 中央前回（小矮人）。1、舌部；2、唇部；3、面部；4、拇指；5、食指；6、中指；7、无名指；8、小指；9、手；10、腕部；11、肘部；12、肩部；13、躯干；14、近侧腿部

该区内中央前沟的干扰所致。其后方以中央沟为界，内侧边界为辐射冠，呈扇形伸向内囊。中段向后走行（图4.4、4.5、4.11、4.12、4.13）。

3 上段向前突出，其起始段与前运动皮质界限清晰。而接近半球间裂时其边界难于确定，表现为胚胎学上多变的脑沟，从而使中央前回与补充运动区（Supplementary Motor Area，SMA）相联系。其后方以中央沟为界，上方以半球间裂为界，内侧以辐射冠为界。由于横过胼胝体的神经纤维使上段的纤维偏斜，因此上段的偏斜程度小于中段（图 4.14～4.17）。

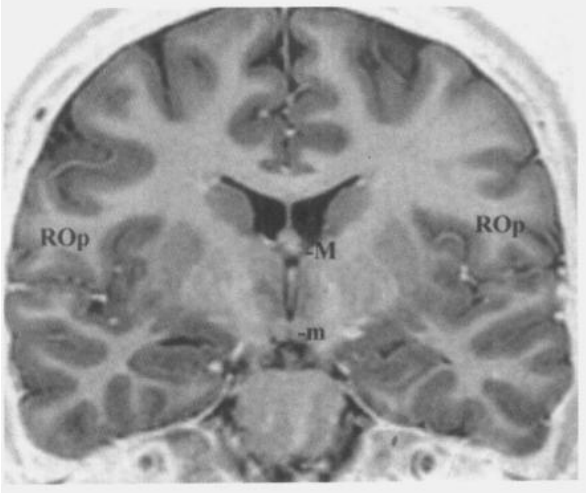


图4.10 室间孔－乳头体MR冠状脑切面，平行于PC-OB参考平面，经过中央区岛盖下端。ROp，Rolandic（中央）岛盖；M，室间孔；m，乳头体

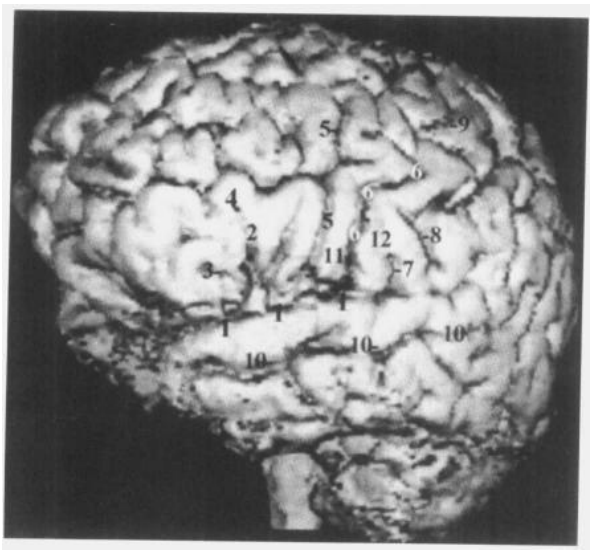


图 4.11　额下回和中央前回下端。1、外侧裂；2、额下回；3、外侧裂水平支；4、外侧裂垂直支；5、中央前下沟；6、中央沟；7、中央下后沟；8、中央后下沟；9、中央后上沟；10、颞上沟（平行沟）；11、中央前回；12、中央后回

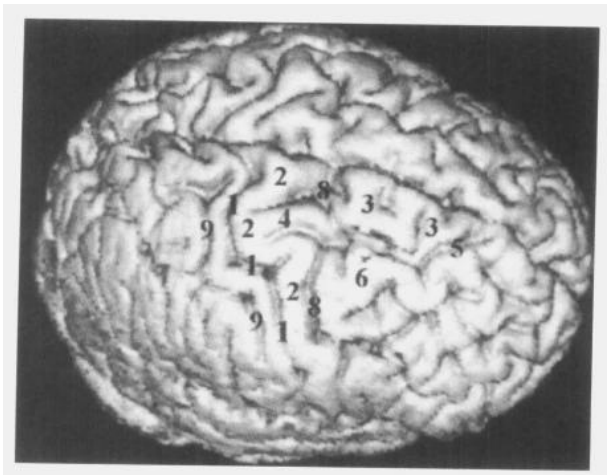


图 4.13　额上回与中央前回的稀有连接。1、中央沟；2、中央前回；3、额上回；4、F1 延入中央前回；5、额上沟；6、额中回；7、中央前上沟；8、中央前下沟；9、中央后沟

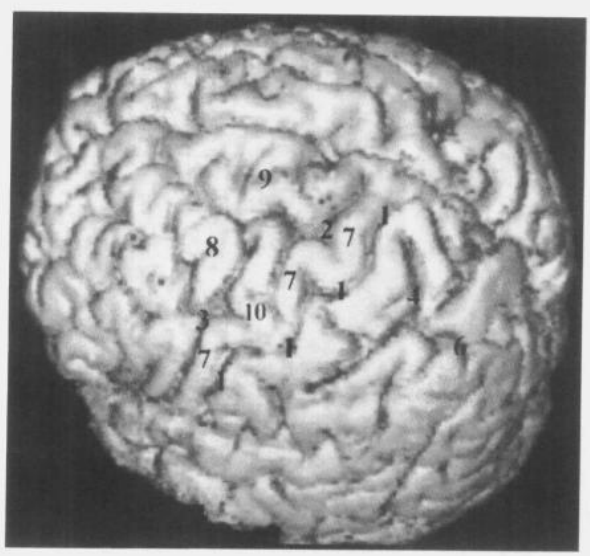


图4.12　额中回与中央前回中膝部的连接。1、中央沟；2、中央前上沟；3、中央前下沟；4、中央后上沟；5、中央后下沟；6、顶间沟；7、中央前回；8、额中回；9、额上回；10、额中回

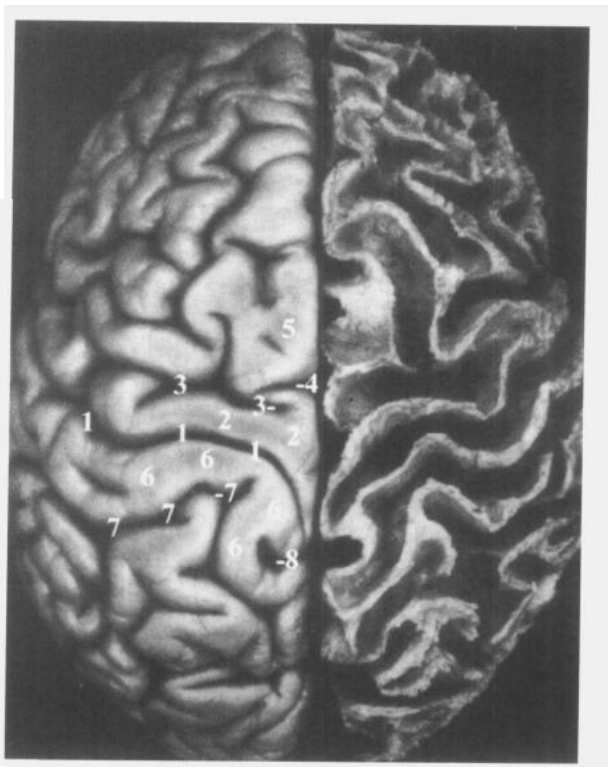


图 4.14　大脑半球上面观。1、中央沟；2、中央前回；3、中央前上沟；4、中央前中间沟；5、额上沟；6、中央后回；7、中央后上沟；8、扣带沟边缘支

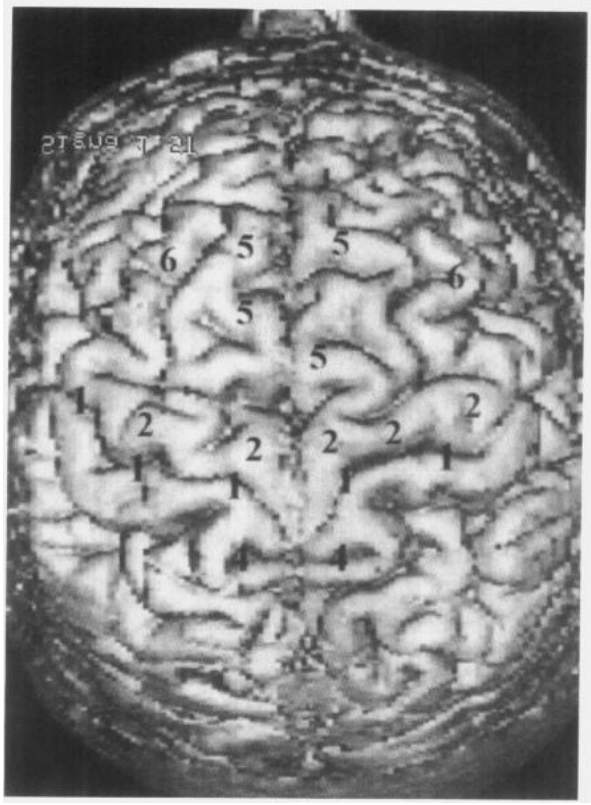


图4.15 大脑半球上面观。1，中央沟；2、中央前回；3、中央后回；4、扣带沟边缘支；5、额上回；6、额中回

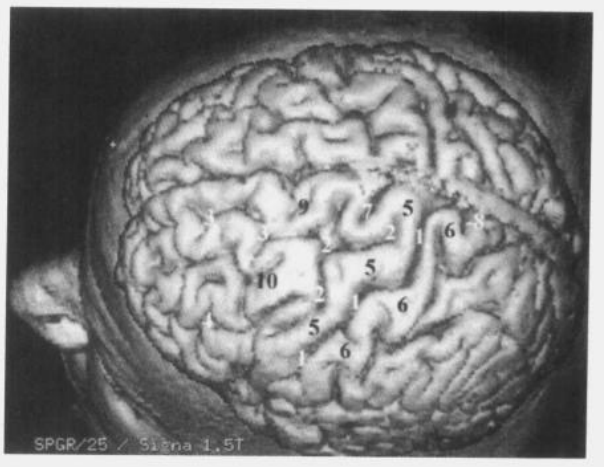


图4.16 中央前回上端三维MR大脑半球侧面观。1、中央沟；2、中央前上沟；3、额上沟；4、额下沟；5、中央前回（5'上端）；6、中央后回；7、中央前内侧沟；8、边缘支；9、额上回；10、额中回

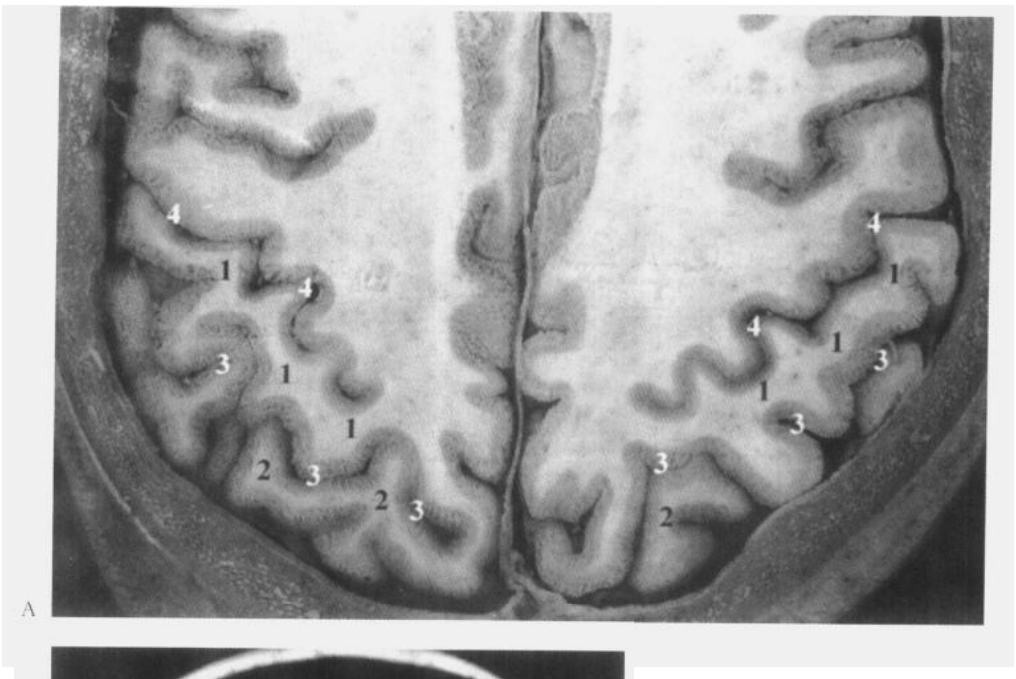
4 中央旁段：此段中脑沟的变异最像是由于中央沟、额上沟、扣带沟同时发育的结果。它占据了中央旁小叶的后部。中央旁段没有明显的前界。中央前边缘沟和中央前中间沟均表浅，有时构成其前缘。其后方的一小段与中央沟为界。因此，中央旁小叶还与第一感觉区存在另一联系（图4.7、4.8）。根据Brodmann图像中细胞结构的解释，中央旁段的下界估计是扣带沟。然而大多数兴奋性研究与此发现并不一致，因为在中央旁小叶下部并未引出主运动区和第一感觉区的神经反射。

b 中央后回

中央后回也可分为四段（图4.2、4.3、4.5、4.18）。其结构与中央前回极相似。下段至岛盖区，比与其相应的运动区皮质较宽、较厚。中段和上段较薄，清楚地与中央后沟为界。在上方由于中央后沟终止于扣带沟的边缘分支的尾侧，腿的主感觉区超越中央旁小叶。

c 第一运动感觉皮质中的运动和感觉代表区

有证据表明在特定的功能区中的代表区内存在着不同功能的重叠，但是在第一运动感觉皮质内引出了一连串有条理的反射，并在Penfield和Rasmussen的小矮人上展示出来。Penfield观察到如果刺激是在接近脑回顶端的中央沟的深部或在前中央沟邻近引发的，则所获得的反应是相同的。他设想运动感觉单位是从中央前沟经中央沟到中央后沟，呈水平的带状分布。他的这一观察后来经动物试验证实。因此，运动感觉皮质由下向上可分为四个功能



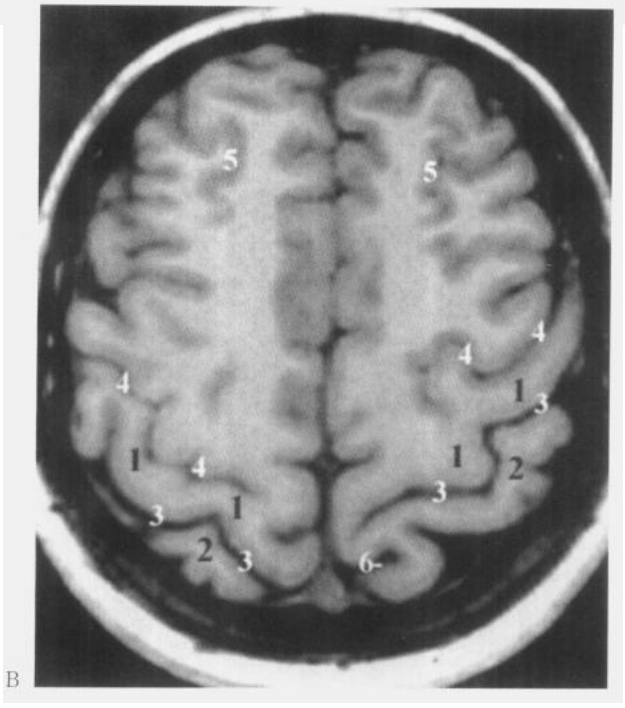


图4.17 A 脑室上方水平解剖切面显示中央区后部的局部解剖结构，与较斜行的双联合定位的比较（见第2章）；注意中央前回与中央后回皮质厚度的相对差别，这在高对比分辨率MR图像上，有助于对中夹沟与中央前沟及中央后沟的鉴别。中央前沟与中央后沟的平均比值约为1.5，与细胞构筑学资料相一致。1，中央前回；2，中央后回；3，中央沟；4，中央前沟。B 脑室上方水平MR切面，显示中央区后部的局部解剖结构，与较为斜行的双联合定位的比较（见第2章）。1，中央前回；2，中央后回；3，中央沟；4，中央前上沟；5，额上沟；6，扣带回边缘支

单元：（1）面功能单元，起自外侧裂上方约3cm；（2）手－臂功能单元，起自拇指运动感觉区，相当于下膝部，止于肩反射区；（3）躯干功能单元，以纵裂为界；（4）腿－足功能单元，位于大脑半球内侧中央旁小叶内（图4.9A、C、4.19～4.21）。

2 运动前皮质

运动前皮质区是位于额极与第一运动区之间的过渡区。在细胞构筑上，它由无颗粒皮质构成，而额极由颗粒层皮质组成。人类运动前区的边界未经确定，变化较多。其前界是主观

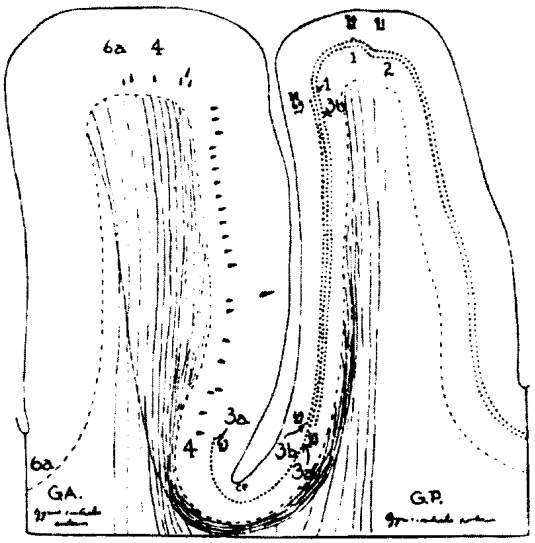


图 4.18 通过中央前回（GA）和中央后回（PA）的横断面，显示巨锥体细胞层内的第一层有髓鞘纤维

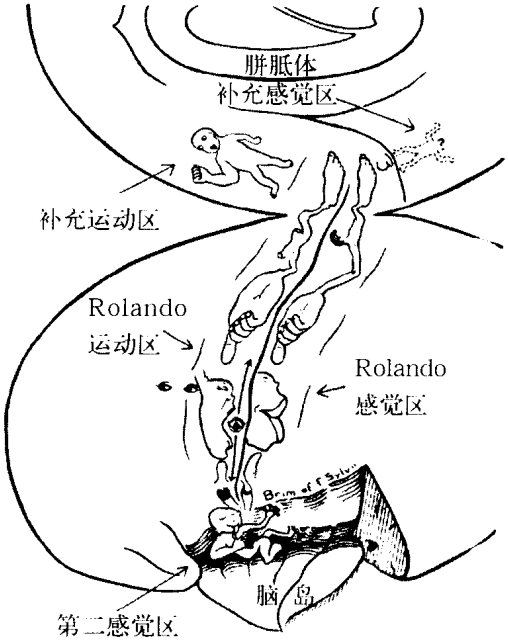


图 4.19 Penfield 的小矮人：小雕像画在左半球上

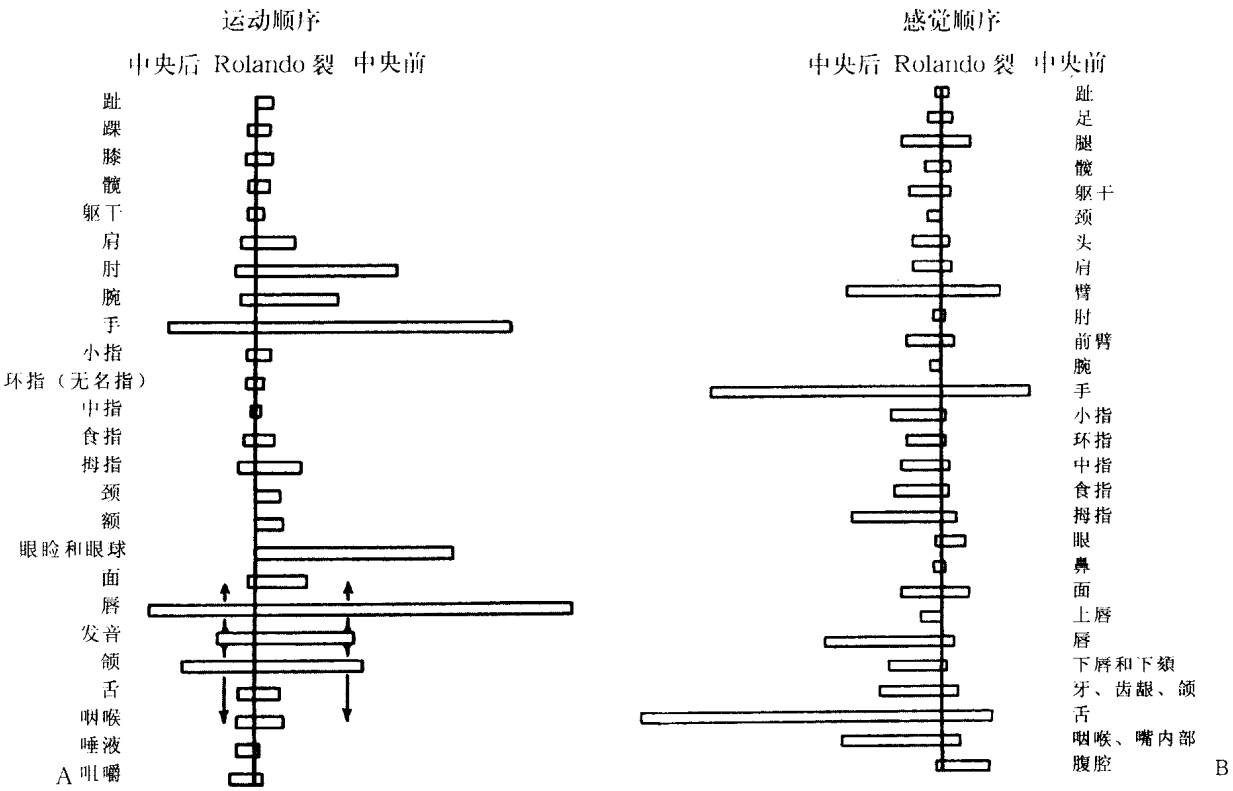


图 4.20 A 右侧大脑半球运动序列腹腔。B 右侧大脑半球感觉序列

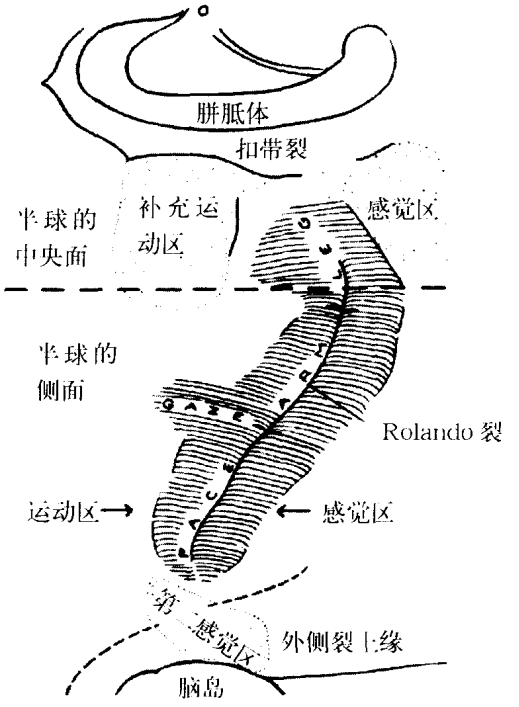


图 4.21 躯体中央皮质感觉运动区和补充区的图像

地确定为一条自补充运动区前部到眼皮质区的连线。于后部，运动前皮质延伸到中央前沟的深处。

运动前皮质的作用尚不完全清楚，传入前运动皮质的冲动包括经由丘脑腹外侧核到小脑、而传出皮质，运动前皮质的传出纤维被指定到头侧的脊段，而不像是终止在末脊段、另一种重要的传出是经由锥体束到达延髓的网状结构的离皮质投射。在运动期间，运动前皮质的激活需要感觉的线索，特别是视觉，不同于第一运动皮质，在人类不存在躯体皮质定位组织。

在人类，运动前皮质在运动的设计和组织中的作用看来是有限的。保留补充运动区，沿中央前沟的广泛额叶切除，不会导致永久甚至短暂的运动障碍。

3 补充运动区

补充运动区（Supplementary Motor Area，SMA）如同Penfield和Welch所描述的那样，其范围是多变的，位于第一额回的内侧，下肢的第一运动皮质之前和扣带沟上方。它可以向上延伸到大脑半球的侧凸面。此外Penfield和Welch推测，在第一运动感觉区的后方，还有补充感觉区。

自从这一界标提出以来，补充运动区的解剖分界就成了广泛争论的主题。Van Buren和Fedio描述了刺激扣带回引发的复杂的感觉反应，断定补充运动区向下延伸到扣带回内。Talairach等通过刺激同一区域也获得相似的运动反应。补充运动区的前界被Talairach和Bancaud定义为一条经过胼胝体膝部最前缘而与AC-PC线垂直的线。由于在这些研究中，并未进行神经刺激的结果与多变的脑回解剖之间的相关研究，因此补充运动区的解剖边界仍有待确定。在未来的研究中，重视已经受到关注的额叶及顶叶内侧的脑沟、脑回的变异是非常必要的。

中央旁小叶与中央区之间的关系如（图4.8A、B）所示。中央前沟中部向前与第一运动区为界。刺激中央旁小叶前部时常出现补充运动区型反应，这是因为中央前沟位于中央旁沟后部，而不向下延伸到扣带沟内。同样的是由于扣带沟在其行程中有很多中断，使补充运动区陷入扣带内，所以刺激该区能够出现补充运动区型反应。第一感觉区内侧总是在边缘支的后方。所以第一感觉区的反应超出中央旁小叶的范围。

双侧补充运动区通过胼胝体紧密相连。胼胝体体部的大部分被这些纤维占据，从而解释了刺激的迅速蔓延或猝发的神经冲动发放，而造成猝发神经冲动发射偏侧性困难。起自补充运动区的直接的皮脊投射构成直接皮脊束，主要终止于不同水平的脊髓前角的灰质内。刺激补充运动区可获得躯干和近侧肢体反应，甚至在中央区切除之后。

Ⅳ 锥体束

锥体束被形容为“由多种离皮质纤维交通组成的脑高速公路”。人类的锥体束由将近100万有髓鞘神经纤维和不计其数的无髓鞘神经纤维组成。专门用于对运动神经控制的有髓鞘纤维、最多起源于Brodmann4区的Betz细胞。

虽然锥体束生来就有，但在出生后仍要进行几次变体。首先，是削减最初起源于广泛皮质区的纤维。这种纤维数量进行性减少是配合脊髓的靶区内纤维分布的增加，与运动原技能的获得相关。

成人的锥体束似乎起自4区、3a区和3b区，

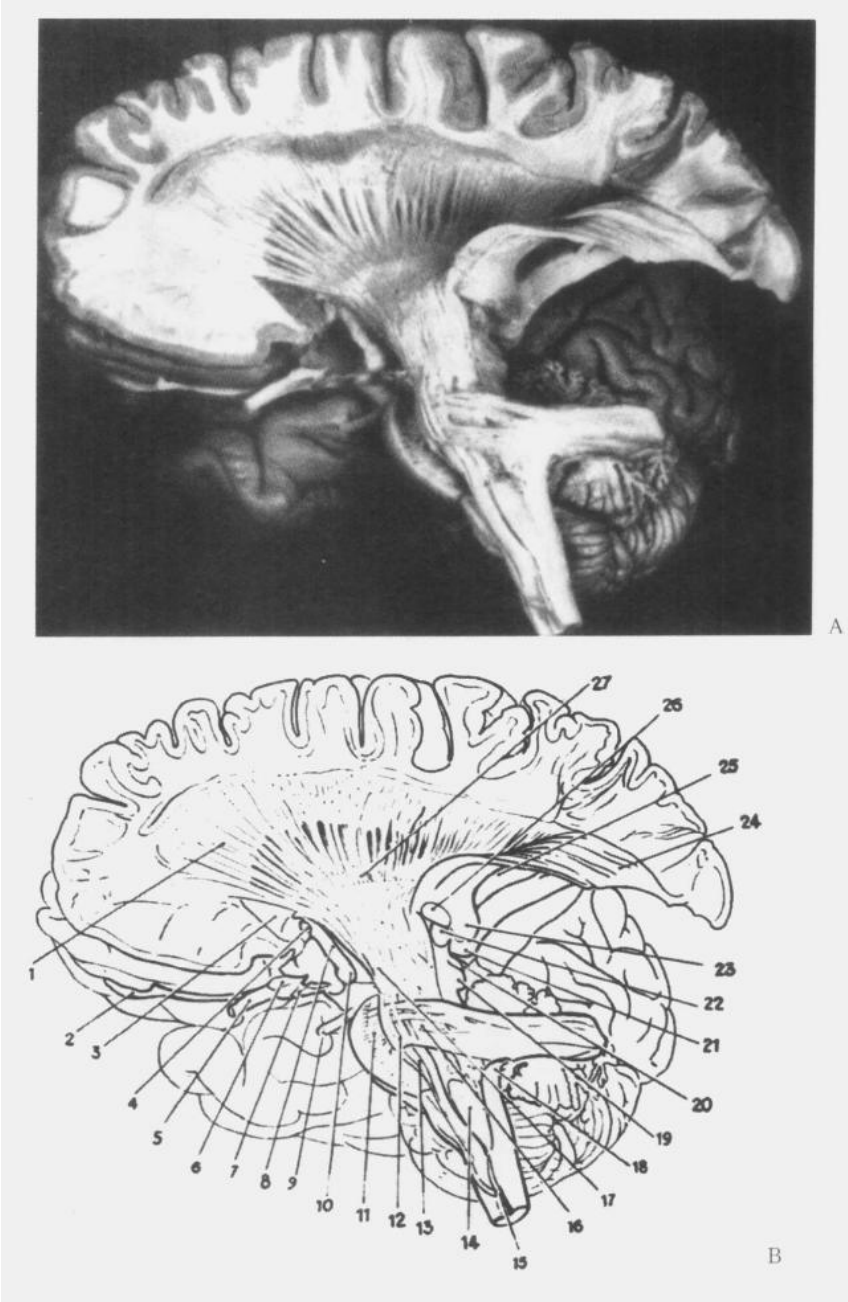


图 4.22A,B 皮质脊髓束的解剖

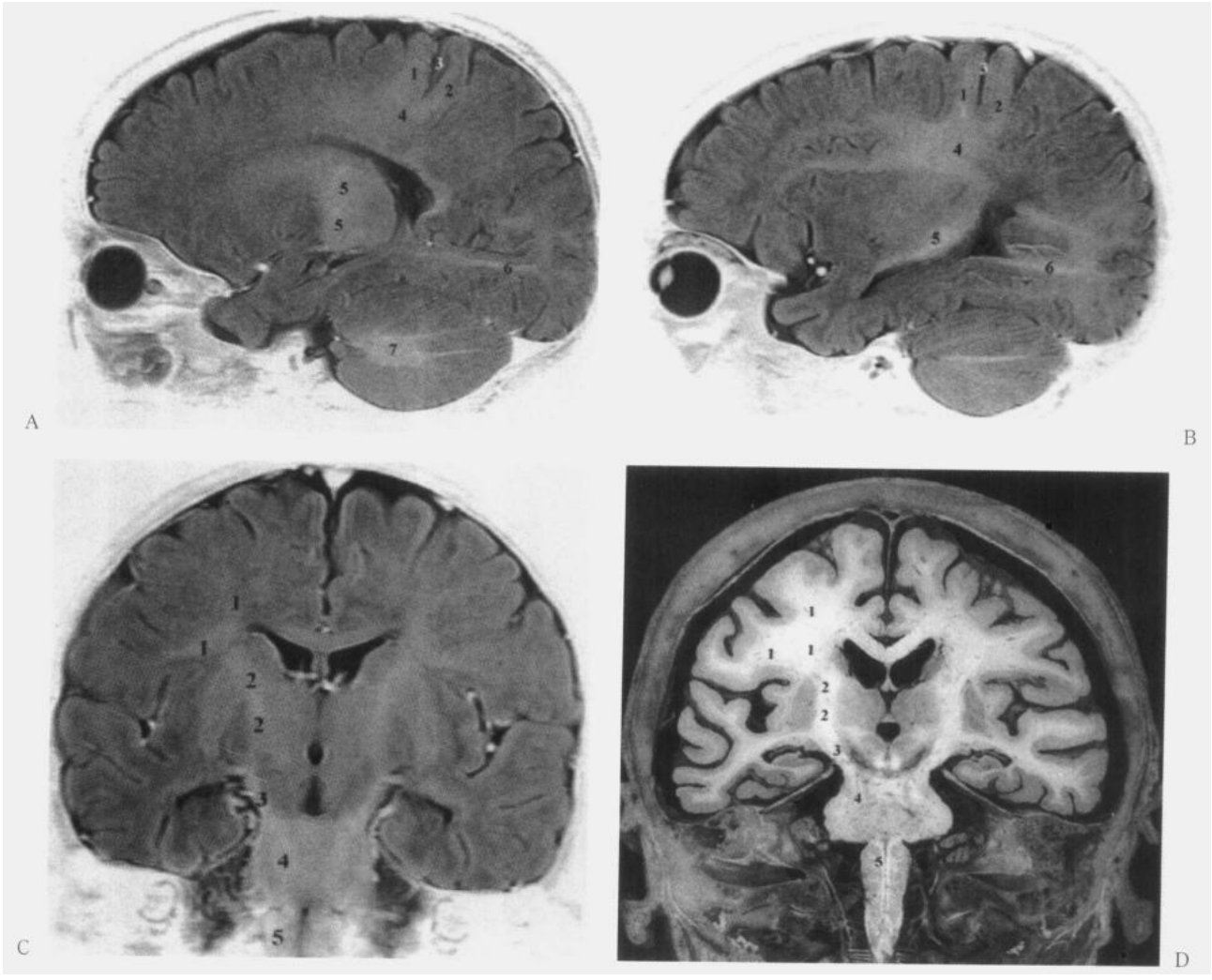


图4.23　A 婴儿的矢旁切面，显示位于中央沟（3）水平，辐射冠（4）内和内囊后肢（5）内的早期髓鞘化的皮质脊髓束。1，中央前回；2，中央后回；3，中央沟；4，辐射冠内的皮质脊髓束；5，内囊，后肢；6，视辐射；7，小脑白质。B 婴儿矢旁切面，显示位于中央沟（3）水平，辐射冠（4）内的早期髓鞘化的皮质脊髓束。1，中央前回；2，中央后回；3，中央沟；4，皮质脊髓束；5，内囊，豆状核下部；6，视辐射。C 婴儿的冠状切面，显示早期髓鞘化的皮质脊髓束。1，辐射冠内的皮质脊髓束；2，内囊；3，大脑脚；4，在桥脑底部的皮质脊髓束；5，延髓锥体。D 脑和脑干的冠状切面，1，辐射冠；2，内囊；3，大脑脚；4，在桥脑水平的皮质脊髓束；5，在延髓水平的锥体束

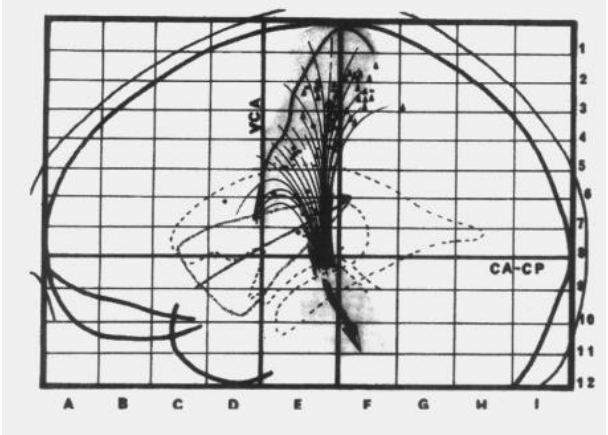


图4.24　依照双联合坐标描绘的中央沟和皮质脊髓束

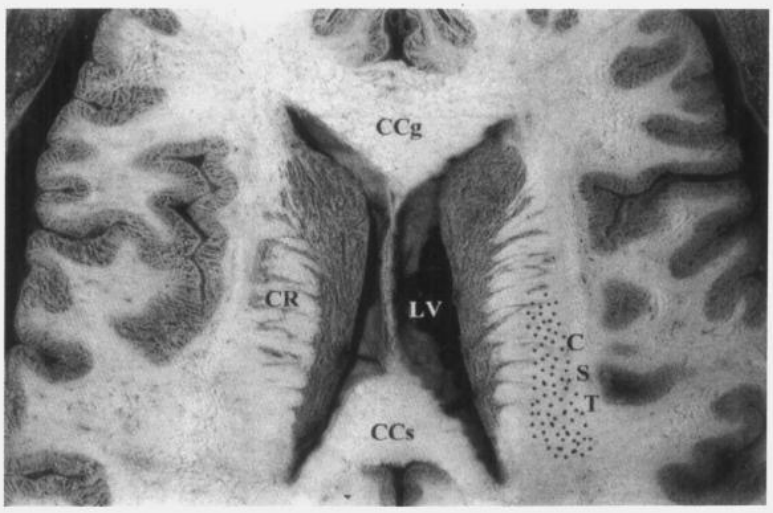


图 4.25 皮质脊髓锥体束在辐射冠内的定位。CCg，胼胝体膝部；CCs，胼胝体压部；CR，辐射冠；CST，皮质脊髓束(点区)；LV，侧脑室

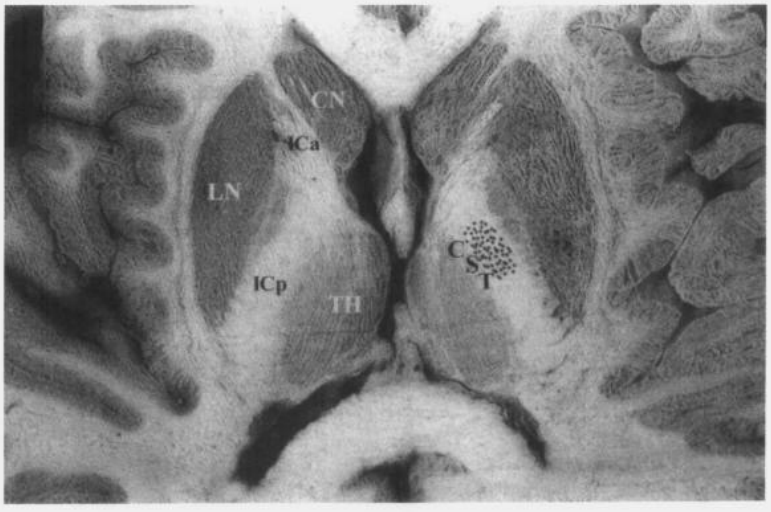


图 4.26 局部皮质脊髓锥体束在内囊内（较上水平）的定位。CN，尾状核；CST，皮质脊髓束（点区）；ICa，内囊前肢；ICp，内囊后肢；LN，豆状核；LV，侧脑室；TH，丘脑

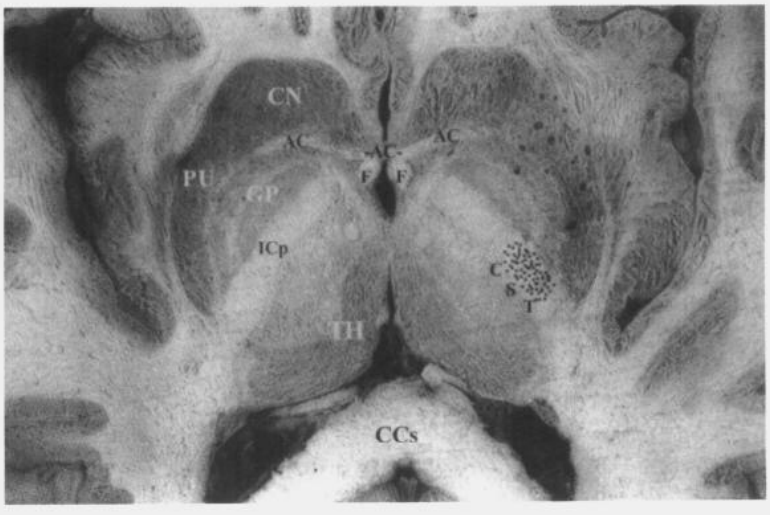


图4.27 皮质脊髓锥体束在内囊内(低水平)的定位。AC，前连合；CCs，胼胝体压部；CN，尾状核；CST，皮质脊髓束（点区）；F，穹窿；GP，苍白球；ICp，内囊后肢；LN，豆状核；LV，侧脑室；PU，壳核；TH，丘脑

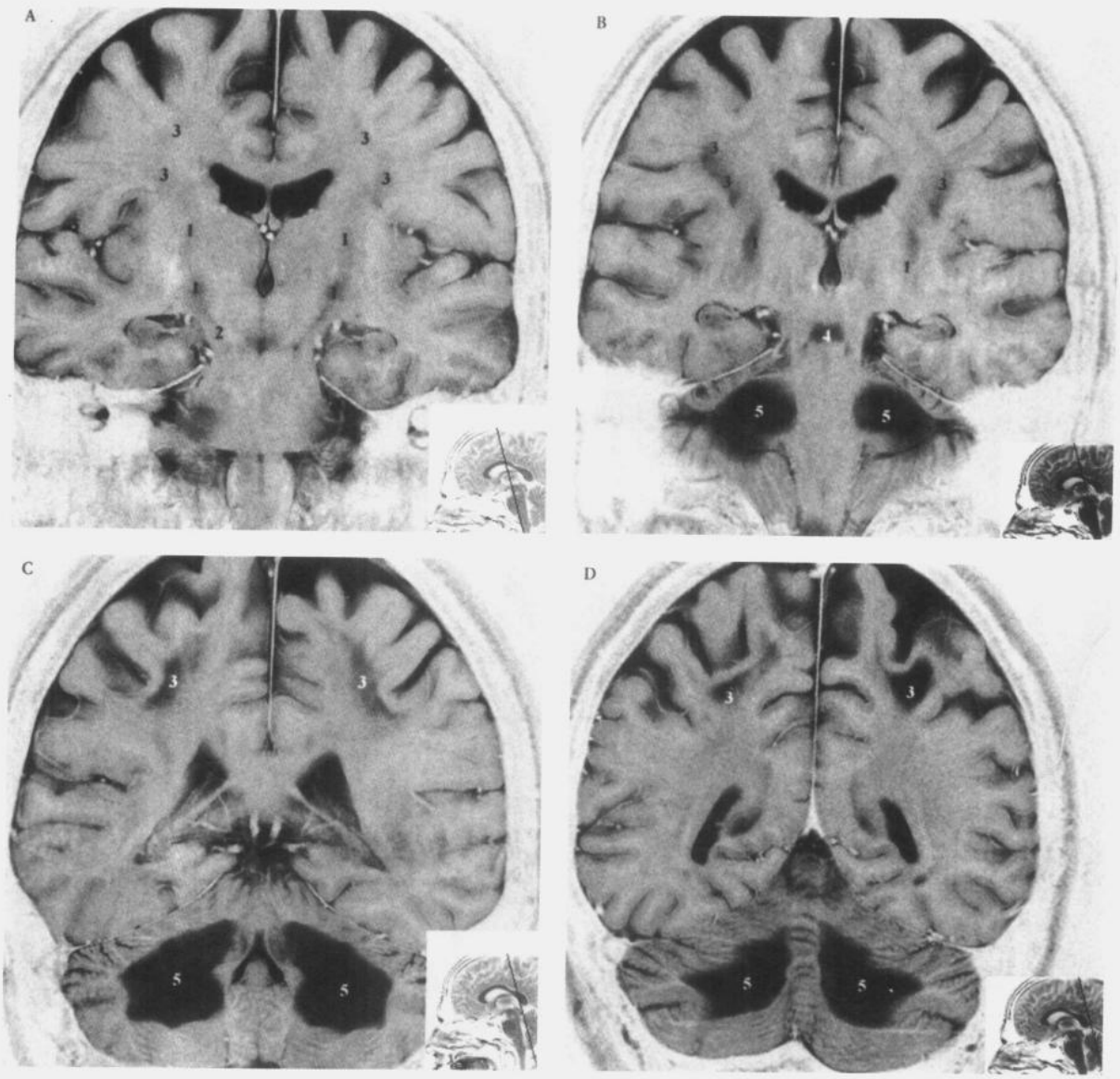


图4.28 A-D 皮质脊髓通路：在冠状平面平行于PC-OB面（B）和在轴位平面平行于Sylvian方位/CH-PC参考面（E）与双联合的AC-PC参考平面（F）相比较，T2WI（反转）显示镇静药中毒所致Waller变性

此外尚有起自6区和顶联络皮质的传入纤维（图4.22～4.28）。补充运动区的分布对锥体束是重要的。有证据表明，补充运动区主要是使同侧直接锥体束专用于对近侧肢体的控制。纤维向辐射冠汇聚占据这一结构的中心位置。在内囊里锥体束的位置由前向后移动，最初位于内囊后支的前、中1/3处，而后逐渐向后，在下丘脑水平位于内囊的中、后1/3之间。

锥体束由三条动脉供血。大脑中动脉及位于内囊水平的豆纹动脉为辐射冠供血。豆纹动脉和脉络膜前动脉共同为这一结构供血。每条动脉的血供有相当大的重叠，这也解释了这些动脉的某一分支闭塞后临床情况的多样性。

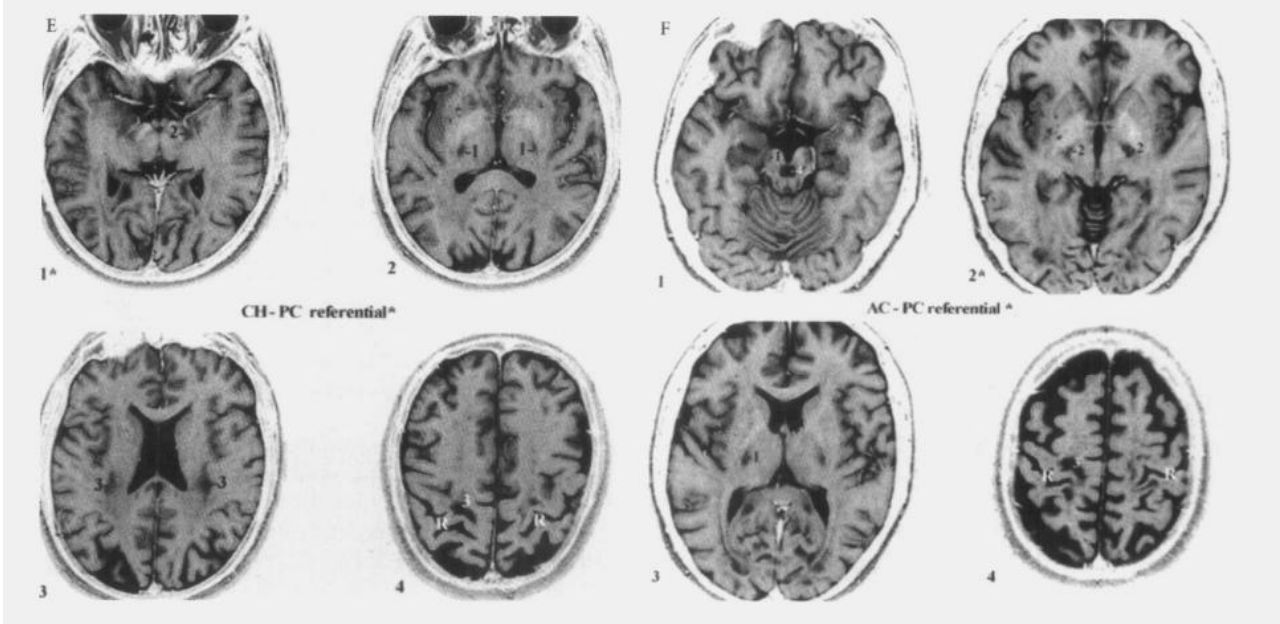


图 4.28 A–D 皮质脊髓通路：镇静药中毒所致的 Waller 变性，与 PC–OB 参考平面（B）平行的冠状面 T2 加权 MR（反转）像，和平行外侧裂定位线／CH–PC 参考平面（E）的轴面 T2 加权 MR（反转）像，与双联合 AC–PC 参考平面（F）相比较

V 运动感觉皮质的血液供应

A 运动感觉皮质的动脉血供

1 大脑半球外侧面的动脉血供

在MRI问世之前，中央区这个重要的功能区域的血供已经受到很大关注，同时，它也是定位过程中的重要部分，充分显示该区的动脉和静脉在神经外科手术计划的制定和实施是重要的（图 4.29）。

有两条动脉向中央区供血，即大脑前动脉和大脑中动脉。Bailey 描述的中央沟前动脉及中央沟动脉，随后 Testut 与 Latarjet 也描述的中央沟动脉，该动脉延伸到有时超过大脑半球上缘。

Salamon和Huang叙述了中央区外侧面的供血动脉：中央沟前动脉、中央沟动脉和顶前动脉（图4.29）。在Sainte–Anne医学院，Szikla的不朽著作中对这三支动脉做了详细描述。证实了立体血管造影对这些动脉与其供血的脑回范围之间关系的了解起了重要作用。

Gibo等检查了中央组动脉的供血区域。大脑中动脉的中央前支供应中央前回的下部和中部，并且延伸到背盖后半部和额中回。中央支供应中央前回的上部和中央后回的下半部。中央后支供应中央沟的上部、中央后回和顶下小叶的前区和顶上小叶的前下区。

2 大脑半球内侧面的动脉血供

大脑半球内侧面由大脑前动脉供血，它的皮质支有相当大的变异。最为恒定不变的胼胝体周围动脉，它起于前交通动脉的远侧，在胼胝体池内走行。胼缘动脉通常是胼周动脉最大的分支。可见于82%的脑检查中。胼缘动脉在扣带沟内走行，并且与胼周动脉大小成反比的关系。任

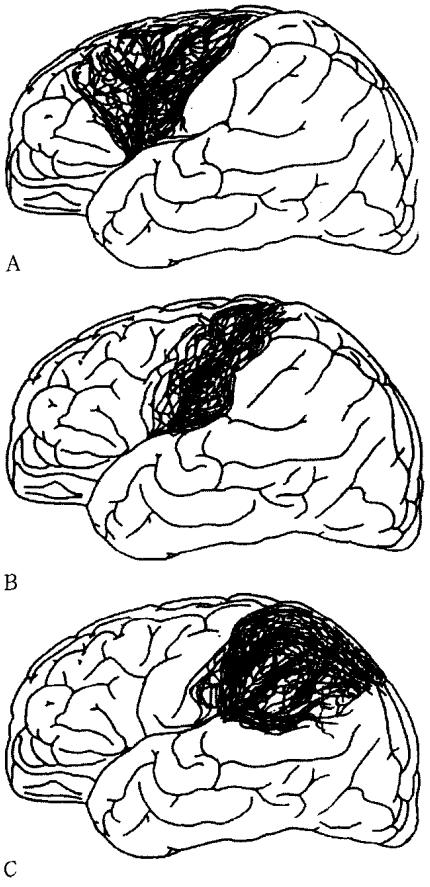


图4.29A-C 由中央沟前动脉（A）中央沟动脉（B）和顶动脉（C）的中央区血供

何一支胼缘动脉都可能起源于胼周动脉。

大脑前动脉通常有8个皮质支，从前向后依次为:

1. 眶额动脉，最常起自于大脑前动脉A-2段，供应直回。
2. 额极动脉，起自于A-2段，供应额极的内侧面及外侧面。
3. 三支额内动脉，供应上额回并返回到旁中央叶，分为前、中、后三支动脉。额前内动脉供应额叶内侧面的前部；额中内动脉供应额上回的内侧面及外侧面的中部；额后内动脉终止在中央前裂，供应额上回的后部和中央旁叶的前部。
4. 旁中央动脉，在中央旁沟内走行，供应中央旁叶，额中内动脉和旁中央动脉最常起自胼缘动脉。
5. 顶动脉，分为上、下组：顶上动脉供应楔前叶上部，在扣带沟的边缘支内走行，顶下动脉是大脑前动脉最后方的皮质支，供应楔前叶和楔叶的下部。

B 运动感觉皮质的静脉引流

1 外侧静脉引流系统

大脑半球有两组静脉引流系统，一组为内侧，另一组为外侧系统。外侧引流系统可分为三组，即前、中央、后凸面上行引流系统。有三支引流静脉：额极静脉、前额静脉、中额静脉。它们起自于第三和第二额回的连接处，并且向前走行。在沿血流方向与上矢状窦连接之前，进入额极下腔。

中静脉引流系统由额后、中央前、中央和中央后静脉构成。中央前、中央和中央后静脉几乎垂直走行在各自的沟内。在上方，它们离开静脉腔隙外侧的蛛网膜下腔，然后在逆向血流进入矢状窦之前，在静脉腔隙下方的硬膜下间隙内走行。中央静脉通常是最下的。中央后静脉通常最大，常常构成Trolard吻合静脉。

三条静脉构成大脑凸面后部的静脉引流系统：（1）顶前静脉，起自缘上回和角回，并且向上引流到中央后静脉或引流到上矢状窦。（2）顶后静脉，起自顶叶的下后部，在顶内沟中走行，然后在大脑凸面上与上矢状窦平行向后走行几厘米后，进入上矢状窦。（3）外侧枕静脉，引流枕叶的外侧部，位于顶枕沟附近。在汇入上矢状窦前，于硬膜下腔内向前走行几厘米。

两个值得注意的无静脉分支区。第一区位

于前及中央凸面组之间。此区间很少或无升静脉，常用为前半球间裂的入口。在后方，因为外枕静脉是向前走行，在汇入窦汇前的4～5cm的距离，没有大的静脉进入上矢状窦。

2 内侧静脉引流系统

内侧静脉引流分为汇入上矢状窦的升组和汇入下矢状窦或Rosenthal基底静脉的降组。两者的分布与其外侧的对应者相似。升组的静脉常与凸面组的静脉相连，进入上矢状窦。

Ⅵ 中央沟的影像学定位方法

中央沟定位有三种方法，间接方法，是根据颅骨的界标，之后则依据脑的参考性坐标。这些方法在第2章内已做了复习。有两种广泛应用的间接方法，即基于AC-PC参考平面的Talairach定位法，和以胼胝体为参考平面的Olivier法。

直接方法是依靠应用现代的影像学方法对中央沟的识别。许多作者已描述了中央沟的定位标志，这些标志可在CT和MR的轴位和矢状位像上看出。但是，所有这些方法都不能显示中央沟从上到下的整个范围，因此，3D-MR是更为实用的代替方法，然而，这种方法由于技术上的困难而复杂，缺乏更好地显示细节的能力，应用这种方法难于显示第二级和第三级脑沟。

我们相信，应用斜位2D的方法（图4.30）获得与脑室平行的参考平面（或在第6章中描述的与穹窿平行的参考平面），可以容易而详细地显示中央周围区的解剖及更为精细的形态学细节。几乎现有的成像设备都能迅速而可靠地提供这种成像方法。因为中央沟的全部都能显示出来，我们想这种方法可能用于功能检查。

第三种方法是依靠PET或功能性MRI，利用功能激活的技术对运动感觉皮质的识别。对这些方法可靠程度的讨论已超出本书范围。读者可参考书中选择的有关本主题的文章和综述。

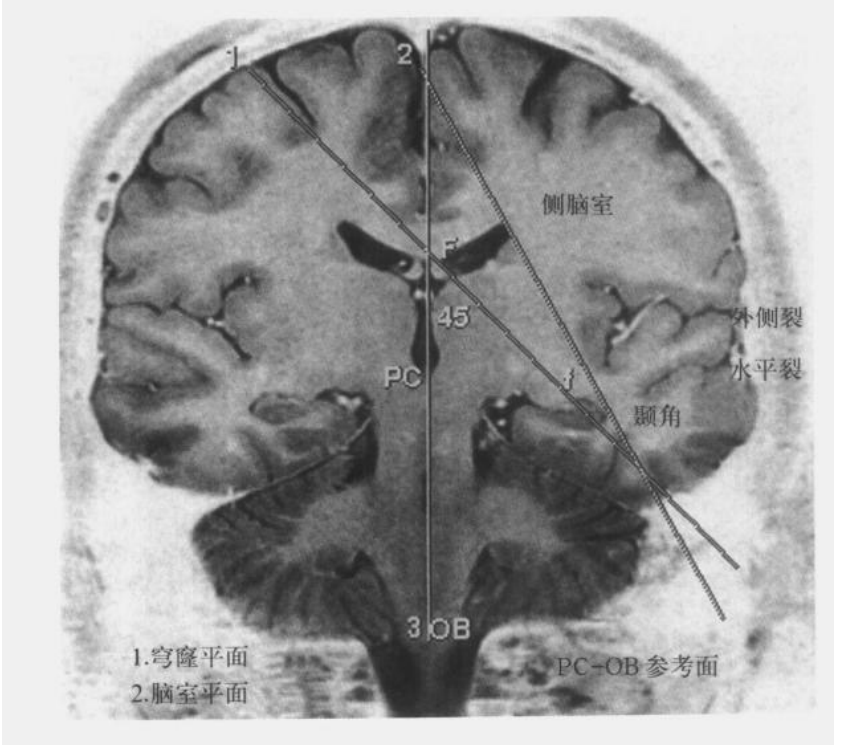


图4.30 局部解剖显示投射在冠状PC-OB参考面上的斜行参考线。1，穹窿（Ff）平面（见图4.4和4.5），2，“脑室”平面

参考文献

Bailey P (1933) Intracranial tumors. Thomas, Springfield, Ill

Bailey P, von Bonin G (1951) The isocortex of man. University of Illinois Press, Urbana, Ill

Berger MS, Cohen WA, Ojemann GA (1990) Correlation of motor cortex brain mapping data with magnetic resonance imaging. J Neurosurg 72:383–387

Bergvall U, Rumeau C, Van Bunnen Y, Corbaz JM, Morel M (1988) External references of the bicommissural plane. In: Gouaze A, Salamon G (eds) Brain anatomy and magnetic resonance imaging. Springer, Berlin Heidelberg New York, pp 2–11

Bertrand G (1956) Spinal efferent pathways from the supplementary motor area . Brain 79:461–473

Broca P (1878) Nomenclature cerebrale. Rev Anthropol Ser 2:3

Bucy PC (1944) The precentral motor cortex. University of Illinois Press, Urbana, Ill

Connelly A, Jackson GD, Frackowiak RSJ, Belliveau JW, Vargha-Khadem F, Gadian D (1993) Functional mapping of activated human primary cortex with a clinical MR imaging system. Radiology 188:125–130

Cunningham DJ, Horsley V (1892) Contribution to the surface anatomy of the cerebral hemispheres. Royal Irish Acad, Dublin

Dassonville P, Zhu XH, Ugurbil K, Kim SG, Ashe J (1997) Functional activation in motor cortex reflects the direction and the degree of handedness. Proc Natl Acad Sci USA 94:14015–14018

Davidoff RA (1990) The pyramidal tract. Neurology 40:332–339

Déjerine J (1895) Anatomie des centres nerveux, vol 1 and 2. Rueff, Paris

Denny-Brown D (1982) Relations and functions of the pyramidal tract. In: Schaltenbrand G, Walker AE (eds) Stereotaxy of the human brain, 2nd edn. Thieme, Stuttgart, pp 131–139

Devaux B, Meder JF, Missir O, Turak B, Dilouya A, Merienne L, Chodkiewicz JP, Fredy D (1996) La ligne rolandique: une ligne de base simple pour le repérage de la région centrale. J Neuroradiol 23:6–18

Dusser de Barenne (1924) Experimental researches on sensory localization in the cerebral cortex of the monkey (macacus). Proc R Soc Lond 96B:272–291

Ebeling U, Steinmetz H, Huang Y, Kahn T (1989) Topography and identification of the inferior precentral sulcus in MR imaging. AJNR 10:937–942

Eberstaller O (1890) Das Stirnhirn. Ein Beitrag zur Anatomie der Oberfläche des Großhirns. Urban and Schwarzenberg, Vienna

Feess-Higgins A, Larroche JC (1987) Le developpement du cerveau foetal humain: atlas anatomique. INSERM/CNRS, Masson, Paris

Ferrier D (1876a) The localization of functions in the brain. Proc R Soc 22:229–232

Ferrier D (1876b) The function of the brain. Smith Elder, London

Foerster O (1936) The motor cortex in man in the light of Hughling Jackson's doctrines. Brain 59:135–159

Fritsch G, Hitzig E (1870) Über die elektrische Erregbarkeit des Grosshirns. Arch Anat Physiol Wiss Med 37:300–332

Gibo H, Carver CC, Rhoton AL, Lenkey C, Mitchell RJ (1981) Microsurgical anatomy of the middle cerebral artery. J Neurosurg 54:151–169

Hammeke TA, Yetkin FZ, Mueller WM, Morris GL, Haughton VM, Rao SM, Binder JR (1994) Functional magnetic resonance imaging of somatosensory stimulation. Neurosurgery 35(4):677–681

Horsley V (1892) On the topographical relations of the cranium and surface of the cerebrum. In: Cunningham DJ (eds) Contribution to the surface anatomy of the cerebral hemispheres. Academy House, Dublin, pp 306–355

Jack CR, Thompson R, Butts RK, Sharbrough FW, Kelly PJ, Hanson DP, Rieder SJ, Ehman RL, Hangiandreou NJ, Cascino GD (1994) Sensory motor cortex: correlation of presurgical mapping with functional MR imaging and invasive cortical mapping. Radiology 190:85–92

Jackson JH (1870) A study of convulsions. Trans St Andrews Med Grad Assoc 3:162–207 (selected writings 1:8–36)

Jefferson G (1912) The morphology of the sulcus interparietalis. J Anat Physiol 47:365–380

Kahn T, Schwabe B, Bettag M, Harth T, Ulrich F, Rassek M, Schwarzmaier HJ, Mödder U (1996) Mapping of the cortical motor hand area with functional MR imaging and MR imaging-guided laser-induced interstitial thermotherapy of brain tumors. Radiology 200:149–157

Kido DK, LeMay M, Levinson AW, Benson WE (1980) Computed tomographic localization of the precentral gyrus. Radiology 135:373–377

Kim JH, Shin T, Kim JS, Kim HJ, Chung SH (1996) MR Imaging of cerebral activation performed with a gradient echo technique at 1.5 T: sources of activation signals. AJNR 167:1277–1281

Kuypers HGJM (1987) Pyramidal tract. In: Adelman G (ed) The encyclopedia of science, vol 2. Birkhäuser, Basel

Larroche JC (1987) Le developpement du cerveau foetal humain. Atlas anatomique. INSERM/CNRS, Masson, Paris

Li A, Yetkin Z, Cox R, Haughton VM (1996) Ipsilateral hemisphere activation during motor and sensory tasks. AJNR 17:651–655

Luders HO (1996) The supplementary sensorymotor area: an overview. In: Luders HO (ed) Supplementary sensorimotor area. Lippincott-Raven, Philadelphia, pp 1–16 (Advances in neurology, vol 70)

Ludwig E, Klingler J (1956) Atlas cerebri humani. Karger, Basel

Manelfe C, Clanet M, Gigaud M, Bonafe A, Guiraud B, Rascol A (1981) Internal capsule: anatomy and ischemic changes demonstrated by computed tomography. Am J Neuroradiol 2:149–155

Matsui T, Kawamoto K, Labarre L, Imai T, Tamotsu O, Hirano A (1977) Anatomical and pathological study of the brain by CT scanner. II. Anatomical study of the normal brain at various angles. Multiple angle examination. Comput Tomogr 2:1–16

Mattay VS, Frank JA, Santha AK, Pekar JJ, Duyn JH, McLaughlin AC, Weinberger DR (1996) Whole-brain functional mapping with isotropic MR imaging. Radiology 201:399–404

Meyer JR, Roychowdhury S, Russel E, Callahan C, Gitelman D, Mesulam M (1996) Location of the central sulcus via cortical thickness of the precentral and postcentral gyri on MR. Am J Neuroradiol 17:1699–1706

Missir O, Dutheil-Desclers C, Meder JF, Musolino A, Fredy D (1989) Aspect du sillon central en IRM. J Neuroradiol 16:133–144

Murphy JT, Kwan HC, Mackay WA, Wong YC (1978) Spatial organization of the precentral cortex in awake primates. III. Input-output coupling. J Neurophysiol 41:1132–1139

Murray EA, Coulter JD (1981) Organization of corticospinal neurons in the monkey. J Comp Neurol 195:339–365

Naidich T, Brightbill TC (1996) Systems for localizing frontoparietal gyri and sulci on axial CT and MRI. Int J Neuroradiol 4:313–338

Naidich P, Valavanis G, Kubik S (1995) Anatomic relationships along the low-middle convexity: part I. Normal specimens and magnetic resonance imaging. Neurosurgery 36(3):517–531

Olivier A, Peters TM, Clark JA, Marchand E, Mawko G, Bertrand G, Vanier M, Ethier R, Tyler J, de Lotbinière A (1987) Intégration de l'angiographie numérique, de la résonance magnétique, de la tomodensitométrie et de la tomotroencephalogr. Neurophysiol Clin 17:25–43

Ono N, Kubik S, Abernathy DG (1990) Atlas of the cerebral sulci. Thieme, Stuttgart

Orita T, Tsurutani T, Izumihara A, Matsunaga T (1991). Coronal MR imaging for visualisation of wallerian degeneration of the pyramidal tract. J Comput Assist Tomogr 15(5):802–804

Orrison WW, Davis LE, Sullivan GW, Mettler FA, Flynn ER (1990) Anatomic localisation of cerebral cortical function by magnetoencephalography combined with MR imaging and CT. AJNR 11:713–716

Penfield W, Jasper H (1954) Epilepsy and the functional anatomy of the human brain. Little Brown, Boston

Penfield W, Rasmussen T (1950) The cerebral cortex of man. A clinical study of localization of function. Macmillan, New York

Penfield W, Welch K (1951) The supplementary motor area of the cerebral cortex. A clinical and experimental study. Arch Neurol Psychiatr 66:289–317

Perlmutter D, Rhoton AL (1978) Microsurgical anatomy of the distal anterior cerebral artery. J Neurosurg 49:204–208

Posner MI, Raichle ME (1998) The neuroimaging of human brain function. Proc Natl Acad Sci USA 95:763–764 (colloquium paper)

Rao SM, Binder JR, Bandettini PA, Hammeke TA, Yetkin FZ, Jesmanowicz A, Lisk LM, Morris GL, Mueller WM, Estowski LD, Wong EC, Haughton VM, Hyde JS (1993) Functional magnetic resonance imaging of complex human movements. Neurology 43:2311–2318

Rassmussen T (1969) The neurosurgical treatment of focal epilepsy. In: Niedermeyer E (ed) Epilepsy, recent views on its therapy, diagnosis and treatment. Karger, Basel (Moderns problems of pharmacopsychiatry, vol 4)

Roberts TPL, Rowley HA (1997) Mapping of the sensorimotor cortex: functional MR and magnetic source imaging. AJNR 18:871–880

Ross ED (1980) Localization of the pyramidal tract in the internal capsule by whole brain dissection. Neurology 30:59–64

Rowland LP, Mettler FA (1948) Relation between the coronal suture and cerebrum. J Comp Neurol 89:21–40

Rumeau C, Gouaze A, Salamon G, Laffont J, Gelbert F, Einseidel H, Jiddane M, Farnarier P, Habib M, Perot S (1988) Identification of cortical sulci and gyri using magnetic resonance imaging: a preliminary study. In: Gouaze A, Salamon G (eds) Brain anatomy and magnetic resonance imaging. Springer, Berlin Heidelberg New York, pp 11–32

Salamon G, Huang YP (1976) Radiologic anatomy of the brain. Springer, Berlin Heidelberg New York

Salamon G, Lecaque G (1978) Choice of the plane of incidence for computed tomography of the cerebral cortex. J Comput Assist Tomogr 2:93–97

Stievenart JL, Cabanis EA, Menart P, Knoplioch J, Lopez A, Tamraz J, Iba-Zizen MT, Philippe B, Prevost G, Bertrand JC (1993) A survey of different high resolution visualization modes of a volumetric object with applications. Surg Radiol Anat 15(1):47–54

Szikla G, Talairach J (1965) Coordinates of the Rolandic sulcus and topography of cortical and subcortical motor responses to low frequency stimulation in a proportional stereotactic system. Confin Neurol (Basel) 26: 474–475

Szikla G, Bouvier G, Hori T (1975) In vivo localization of brain sulci by arteriography: a stereotactic anatomoradiological study. Brain Res 95:497–502

Szikla G, Bouvier G, Hori T, Petrov V (1977) Angiography of the human brain cortex. Springer, Berlin Heidelberg New York

Symington J, Crymble PT (1913) The central fissure of the cerebrum. J Anat Physiol 47:321–339

Takase M, Tokunaga A, Otani K, Horie T (1977) Atlas of the human brain for computed tomography based on the glabella-inion line. Neuroradiology 14:73–79

Talairach J, Bancaud J (1966) The supplementary motor area in man. Anatomic functional findings by stereotactic encephalography in epilepsy. Int J Neurol 5:330–347

Talairach J, Tournoux P (1988) Co-planar stereotaxic atlas of the human brain. 3-dimensional proportional system: an approach to cerebral imaging. Thieme, Stuttgart

Talairach J, De Ajuriaguerra J, David M (1952) Etudes stéréotaxiques des structures encéphaliques chez l'homme. Presse Med 28:605–609

Talairach J, Szikla G, Tournoux P, Prossalentis A, Bordas-Ferrer M, Covello L, Iacob M, Mempel E (1967) Atlas d'anatomie stéréotaxique du télencéphale. Masson, Paris

Talairach J, Bancaud J, Seier S, Bordas-Ferrer M, Bonis A, Szikla G, Rusu M (1973) The cingulate gyrus and human behavior. Electroencephalogr Clin Neurophysiol 34:45–52

Taylor EH, Haughton WS (1900) Some recent researches on the topography of the convolutions and fissures of the brain. Trans R Acad Ireland 18:511–522

Taylor AJ, Haughton VM, Syvertsen A, Ho KC (1980) Taylor-Haughton line revisited. AJNR 1:55–56

Testut L, Latarjet A (1948) Traité d'anatomie humaine, vol 2: Angiologie, système nerveux central, 9th edn. Doin, Paris

Tokunaga A, Takase M, Otani K (1977) The glabella-inion line as a baseline for CT scanning of the brain. Neuroradiology 14:67–71

Uchino A, Imada H, Ohno M (1990) MR imaging of Wallerian degeneration in the humain brain stem after ictus. Neuroradiology. Springer, Berlin Heidelberg New York

Van Buren JM, Fedio P (1976) Functional representation on the medial aspect of the frontal lobes in man. J Neurosurg 44:275–289

Vanier M, Roch Lecours A, Ethier R, Habib M, Poncet M,

Milette PC, Salamon G (1985) Proportional localization system for anatomical interpretation of cerebral computed tomograms. J Comput Assist Tomogr 9 (4):715–724

Villemure JG, Marchand E, Peters TM, Leroux G, Olivier A (1987) Magnetic resonance imaging stereotaxy: recognition and utilization of the commissures. Appl Neurophysiol 50:57–62

Waterston D (1907) Complete bilateral interruption of the fissure of Rolando. J Anat 41:143–146

Yagishita A, Nakano I, Oda M, Hirano A (1994) Location of the corticospinal tract in the internal capsule at MR imaging. Radiology 191:455–460

Yetkin FZ, Papke RA, Leighton PM, Daniels DL, Mueller WM, Haughton VM (1995) Location of the sensorimotor cortex: functional and conventional MR compared. AJNR 16:2109–2113

Yetkin FZ, Mueller WM, Morris GL, Mcauliffe TL, Ulmer JL, Cox RW, Daniels DL, Haughton VM (1997) Functional MR activation correlated with intraoperative cortical mapping. AJNR 18:1311–1315

Yoshiura T, Hasuo K, Mihara F, Masuda K, Morioka T, Fukui M (1997) Increased activity of the ipsilateral motor cortex during a hand motor task in patients with brain tumor and paresis. AJNR 18:865–869

Yousry TA, Schmid Urs D, Jassoy AG, Schmidt D, Eisner WE, Reulen HJ, Reiser MF, Lissner J (1995) Topography of the cortical motor hand area: prospective study with functional MR imaging and direct motor mapping at surgery. Radiology 195:23–29

第5章　外侧裂周围识别区

I　外侧裂与外侧裂周围岛盖

外侧裂或Sylvius裂是大脑侧面主要的界标性的脑沟。它是最重要而恒定的脑沟。也是大脑半球侧面仅有的真正的裂缝，在妊娠第14周发育的初期外侧裂在额叶与颞叶之间呈一条浅表的垂直凹陷。在后来的胚胎时期由于脑岛之上的额顶和颞盖戏剧性的膨胀，外侧裂呈现水平走行。

外侧裂分为三段：第一段是隐藏的干段，从前穿质的侧界沿岛阈上方延伸至脑镰状沟。第二段是水平段，它是最长和最深的一段，在大脑半球的侧面走行。第三段的前部以颞上横沟，或Bailey“颞上后横沟”为界，将Heschl回和颞平面分隔，并深入颞上回。最后一段是复杂的、不对称的，似乎和半球优势相关。

在水平段上可以识别出几条分支。可见两条几乎等长的（2～3cm）的脑沟进入额下回：水平支和垂直支。在大约1/3的人中这两支在大脑外侧裂内从主干上分开。在大约80%的人中终末段通常在其末端分叉，形成一条长的终末升支和一条短的降支，后者较常见（70%）于右侧。末端升支是外侧裂的真正延续部分。短的降支是易变的和较浅的，最常见于右侧大脑半球的上方，表现为“锐利突起”，这是由于升支的急剧的弯曲所致（图5.1～5.8）。

邻近侧沟的皮质区是覆盖脑岛的额、顶和颞部的岛盖或唇（见第3章）。

II　Reil 脑岛

Reil 岛位于外侧裂水平段的深部。它是最小的脑叶，呈锥形。锥形脑岛的特点是其三角形的底部、尖端向前、下。Reil岛的前界是嘴侧沟，背侧是上界沟，腹尾侧是下界沟。因为这些界沟呈环形并且是连续的，总称环形沟。脑岛在前方与岛前区相连，后方与岛后区相连（图5.9～5.14、5.28）。

A　岛前区

岛前区相当于由额侧与额极皮质汇合而成的带状皮质。该区环绕Broca镰状沟。镰状沟短而深，是人类的残余结构而在动物中则发育良好。折叠的岛前区形成边缘，缘的内侧相当于外侧裂的主干，缘的外侧为脑岛尖端的基底部。

B　脑岛

脑岛是一个三角形的突起结构。三角区的顶端指向前下并悬于镰状沟和岛前区之上。尽管岛阈或“seuil de l' insula”常用于神经外科教科书中，但尚无确切的定义。法国解剖学家把它定义为相当于岛前区。

脑岛的环形沟的前、下界沟常在镰状沟区被连接脑岛的前极和前方的额下回与后方的颞



图5.1　大脑半球外侧的解剖，显示外侧裂和周围的岛盖。1、额下回眶部；2、额下回三角部；3、额下回岛盖部；4、中央前回；5、中央后回；6、顶下小叶；7、颞上回；8、颞横回；9、颞横后回；10、颞横前回；11、外侧裂水平支；12、外侧裂升支；13、中央前下沟；14、中央沟；15、中央后下沟；16、平行沟；17、颞中间横沟

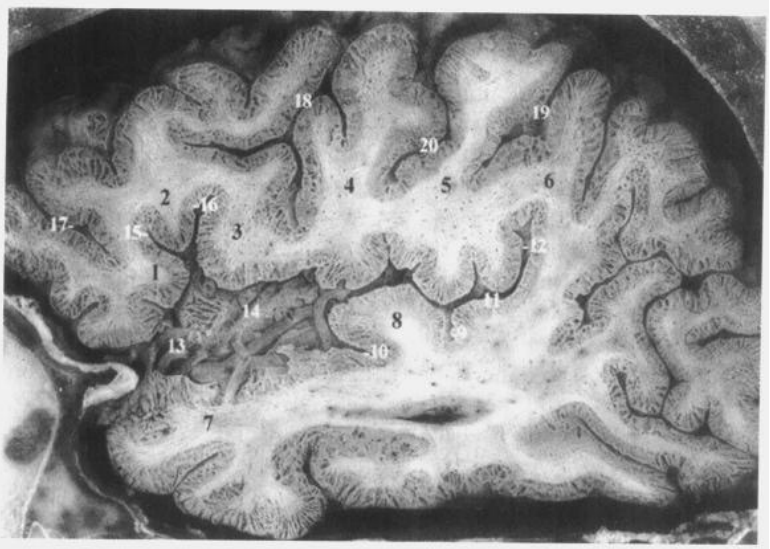


图5.2　经过脑岛外侧面的大脑半球解剖层面，显示外侧裂后支的分支。1、额下回眶部；2、额下回三角部；3、额下回岛盖部；4、中央前回下端；5、中央后回；6、缘上回；7、颞上回；8、颞横回；9、颞横后沟；10、颞横前沟；11、颞平面；12、外侧裂终末升支；13、岛阈；14、脑岛；15、外侧裂水平支；16、外侧裂垂直支；17、眶外侧裂；18、中央前下沟；19、中央后下沟；20、中央沟

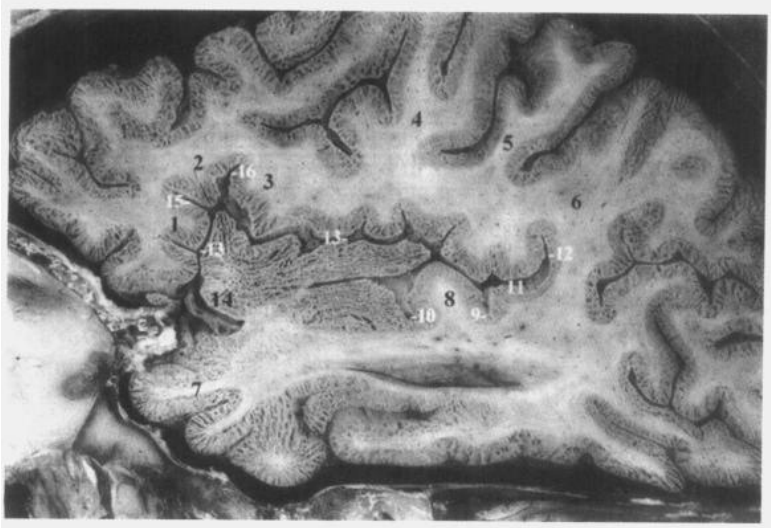


图5.3　经过脑岛的大脑解剖层面，显示额顶下叶及颞上叶。1、额下回眶部；2、额下回三角部；3、额下回三角部；4、中央前回；5、中央后回；6、缘上回；7、颞上回；8、颞横回；9、颞横沟；10、颞横前沟；11、颞平面；12、外侧裂终末升支；13、脑岛环状沟；14、岛阈；15、外侧裂水平支；16、外侧裂垂直升支

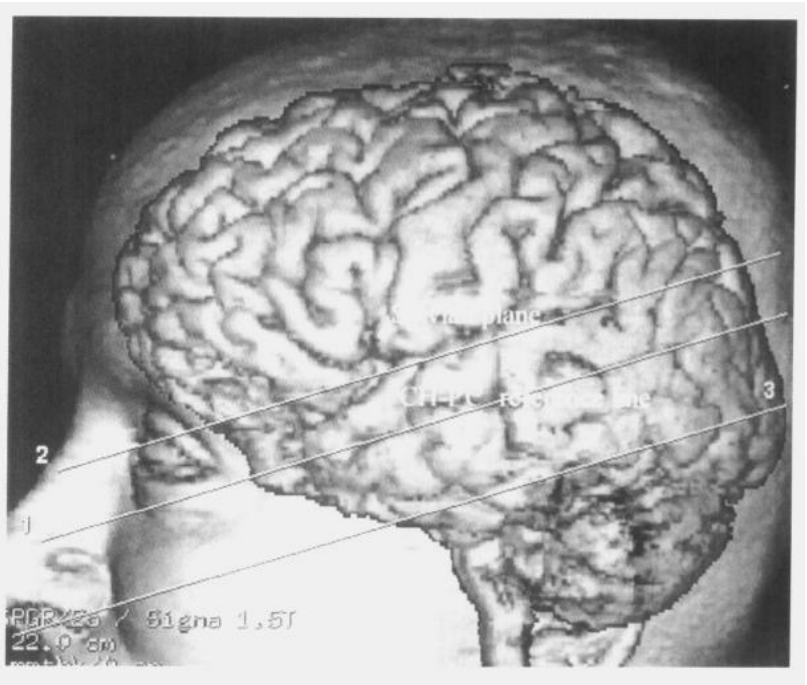


图5.4 大脑外侧面显示交叉－联合参考平面(CH-PII)的外侧投影、及其与平行沟(1)极近的平行关系、因而也与外侧裂的方位平行(2)。注意CH-PH参考平面几乎平行于皮肤的参考平面（3）连接鼻下点与耳底点(otobasion)、并平行于颞极下面

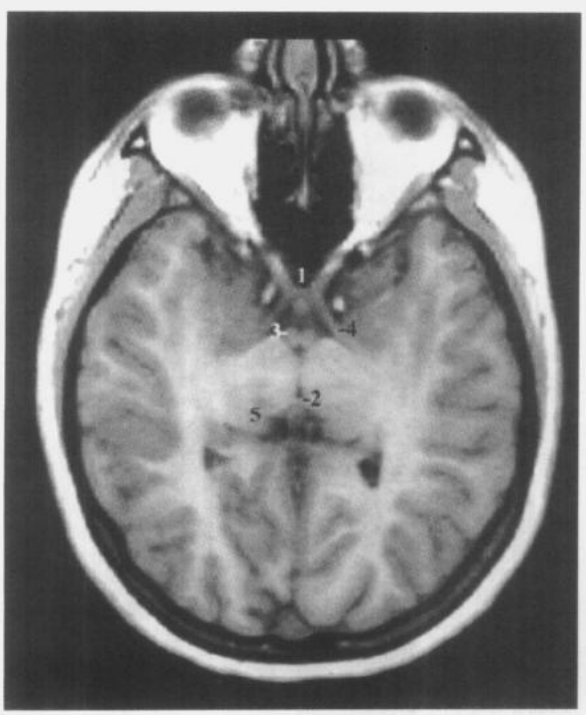


图5.5 通过交叉－连合（CH-PC）参考平面的水平MR层面。该断面显示包括通过大脑半球外侧面上的平行沟的层面上的重要解剖界标。1，视交叉点；2、后连合；3、乳头体；4，脑池段视束；5，枕丘及外侧，外侧膝状体。这些解剖结构呈在局部解剖上的高度一致、证实了这个参考平面的准确性

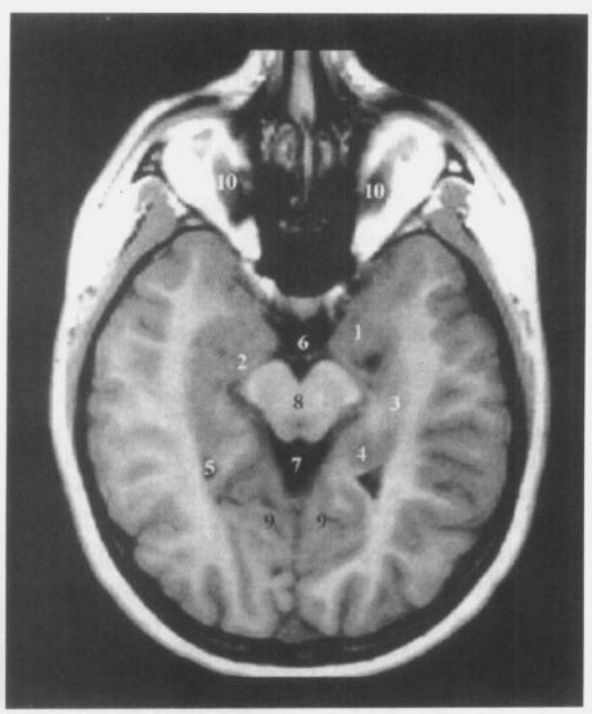


图5.6 平行于交叉－连合（CH-PC）参考平面，通过杏仁核－海马复合体及侧脑室下角，见于眶下直肌水平的水平MR层面。1，杏仁核；2、海马头；3、海马体；4，海马尾；5，侧脑室下角；6，交叉池；7、环池；8，中脑；9，距状沟；10，下直肌

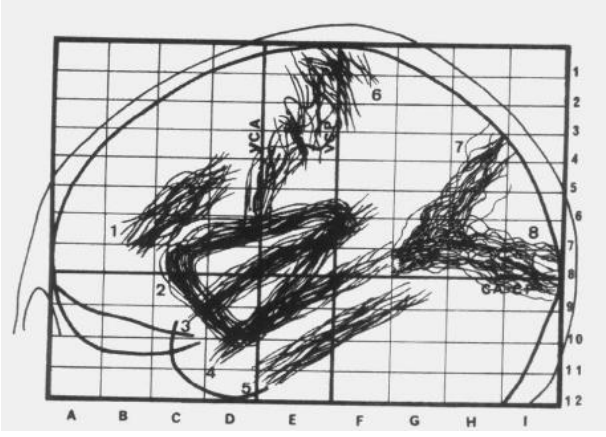


图5.7　根据Szikla的报道外侧裂外侧放射及额颞叶的主要环绕平行沟，运用均衡系统进行定位

叶之间的“皱襞通道”所阻断（图5.10）。

该脑岛本部呈扇形结构由前叶和后叶组成。这两个叶总是被发育良好的脑岛中央沟所分隔。中央沟是最深最长的岛沟。它起源于上界沟并斜向镰状沟。

前叶呈三角形，基底向上，由三条短回组成。前、中和后回被两条短沟分开。顶部由三条脑回联合而成。

后叶小于前叶。由两个斜行的长回组成，起自下方的主干。这两条长回被一条长沟分隔，并与颞极相连。

已经有几位作者研究过脑岛的大小。Kodama报道在矢状面上脑岛的长度约为：左侧56.04 ± 0.64mm，右侧52.8 ± 0.52mm。高度为：左侧38.1 ± 0.45mm，右侧37.5 ± 0.38mm。所以脑岛的左侧表面积大于右侧。

脑岛的解剖变异报道很少，有人报道在前叶或后叶可见额外的脑沟。

C　脑岛的解剖关系

脑岛覆盖着豆状核，由外侧到内侧被端囊、屏状核和外囊分隔。

钩状纤维束走行于脑岛的极区，其外侧被前方的眶额盖、上方的额顶盖和下方的颞盖所覆盖。

脑岛上的脑沟与其上方皮质的脑沟有相对恒定的关系。大脑半球的中央沟与脑岛中央沟似乎相连，在隐藏的中央岛盖水平发生中断。中央前回覆盖着脑岛的部分前叶，中央后回覆盖着脑岛的后叶。

脑岛与前说话区的关系令人关注。外侧裂的垂直支经脑盖延伸到上界沟。水平支也延伸

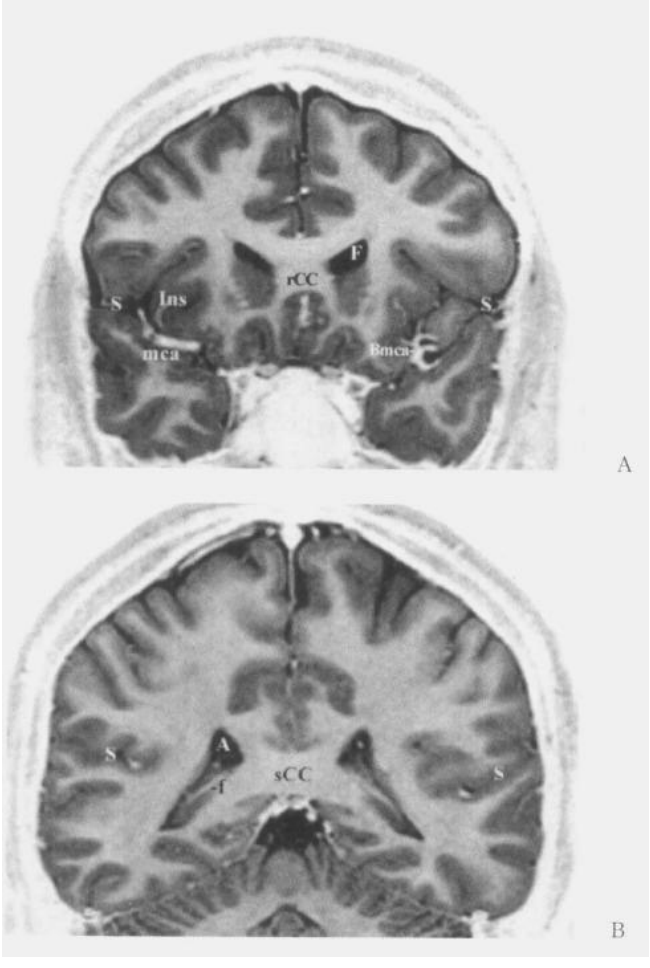


图5.8A,B　平行于连合-门参考平面（PC-OB），通过外侧裂后支的前面（A）和后端（B），分别包括胼胝体喙与压部的冠状MR层面。A，侧脑室三角区；Bmca，大脑中动脉分支进入脑岛分支；F，侧脑室额角；f，穹窿脚；Ins，脑岛；mca，大脑中动脉；rCC，胼胝体喙；S，外侧裂；sCC，胼胝体压部

至环形沟（图 5.9）。

D 脑岛的血管关系

大脑中动脉与脑岛关系密切。“外侧裂三角”是脑岛的血管造影标志，脑岛的走行相同，其顶端指向前下方。外侧裂三角的顶端与大脑中动脉干相一致，走行入镰状沟（图 5.2、5.7、5.8A、5.11、5.13）。

外侧裂三角的前缘有时难于追踪，它与大脑中动脉前支的全支相对应，走行于前界沟的

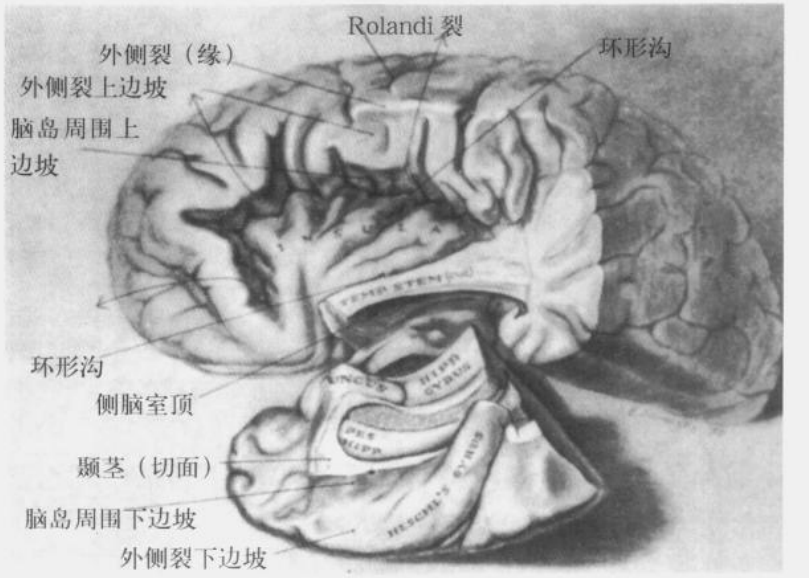


图 5.9 暴露外侧裂深部显示的脑岛解剖及其与额下叶各条脑沟的联系，并显示颞茎的局部解剖

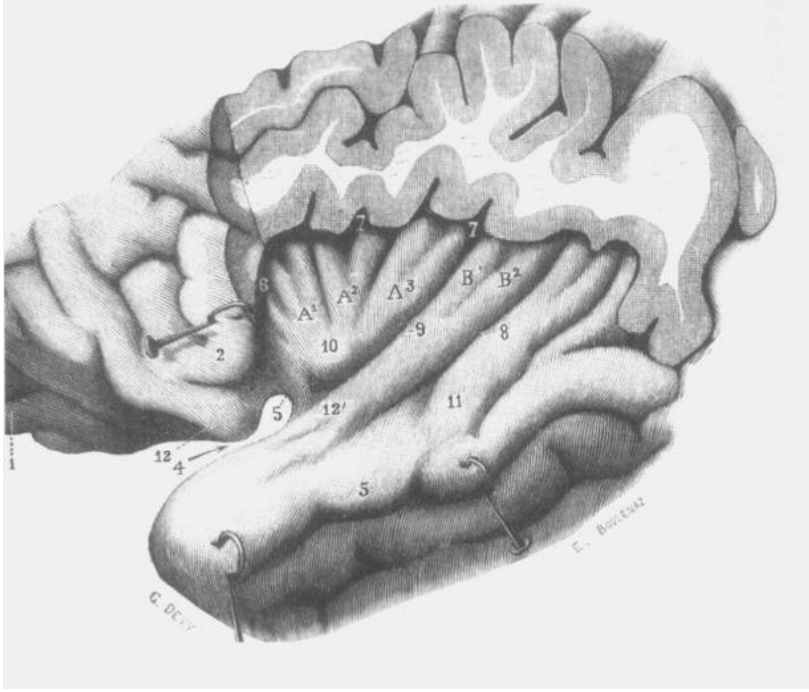


图 5.10 脑岛解剖，颞上区及脑岛后区。1，额－眶叶；2，额下叶三角部（“帽”）；3，颞上回；4，外侧裂；5，镰状沟；6，脑岛环状沟前部；7，脑岛环状沟上部；8，脑岛环状沟后部；9，脑岛中央沟；10，岛极；11，颞顶“皱襞通道”；12，12’，脑岛环状沟的中断；A1、A2，A3，岛前小叶的第一、第二、第三短回；B1，B2，岛后小叶的第一、第二长回

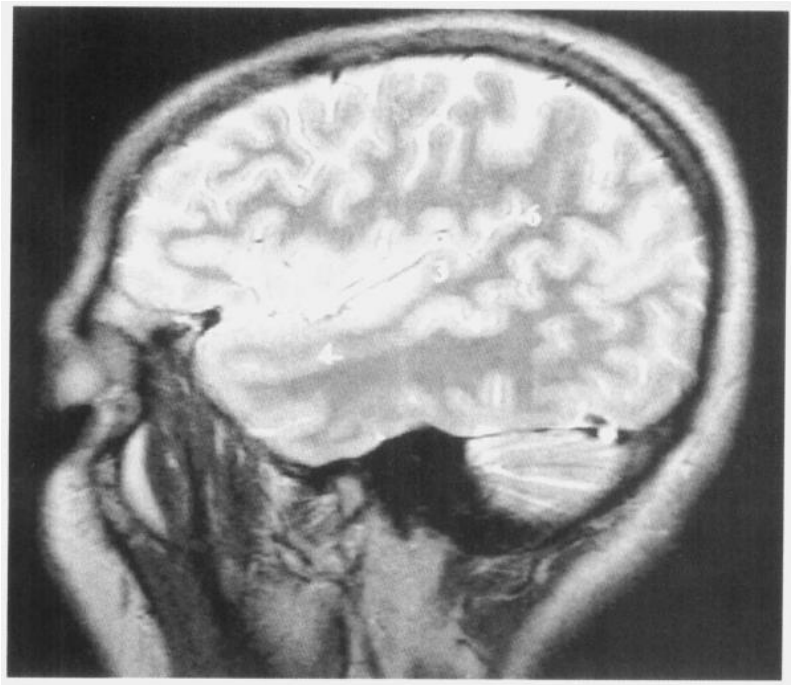


图5.11 通过外侧裂的矢状MR层面。1、脑岛；2、大脑中动脉；3、颞横回；4、平行沟；5、水平支与垂直支的主干；6、外侧裂终末端升支

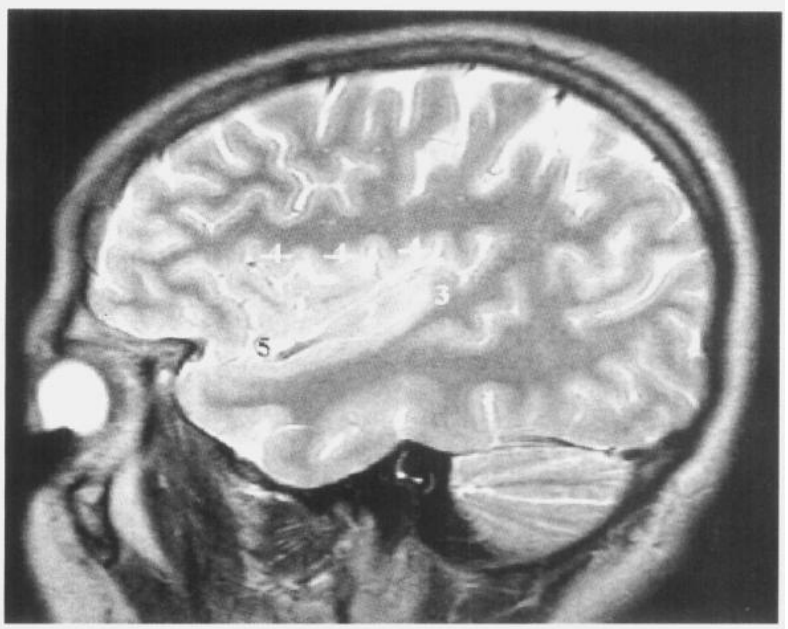


图5.12 通过脑岛的矢状MR层面。1，脑岛短回；2，脑岛长回；3，颞横回及听辐射；4，脑岛上线；5，镰状沟

邻近。前沟的上部与大脑中沟的弯曲部相对应，当其通过上界沟时向岛盖发出分支。三角区的下界被定义为颞和颞顶的最下方分支。它因为Heschl回的存在而略向上弯曲。

脑岛上线的最后的弯曲与Heschl回相对应。该弯曲在沿Sylvius裂CH-PC参考平面定位的轴面MR图像上显示最好。

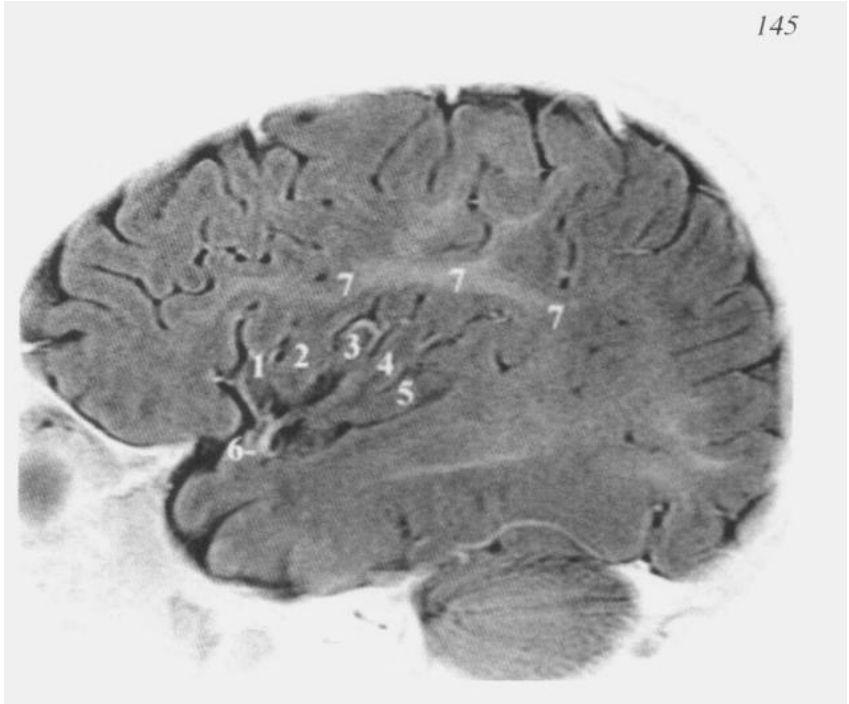


图 5.13　通过脑岛的矢状 MR 层面，显示隐藏叶的脑回解剖（见图5.10脑岛解剖）。1-3，脑岛短回（前小叶）；4、5、脑岛长回（后小叶）；6、大脑中动脉；7，髓鞘化的弓形纤维束

E　脑岛的功能

脑岛的确切功能尚不了解，因为它的位置不容易进行皮质刺激研究。少数报道指示脑岛涉及多种内脏运动功能，包括心率、嗅觉和味觉。Penfield和Jasper描述了第二躯体感觉区。近来的研究所见提示脑岛在功能上可分前中央前运动区和后躯体感觉区。前运动区似乎与语言运动计划有关。后中央后区的功能似乎是作为第二躯体感觉程序区。

III　前说话区

前说话区由Broca定义，包括左额下回的后1/3。在巴黎人类学学会上Broca在对连续8例于左侧第三脑回后部损伤后发生运动性失语症的病人进行观察后，指出了这个解剖区的重要性。

Penfield和Roberts、Penfield和Rasmussen以及Ojemann等人进行了广泛的皮质刺激研究，显示在前说话区存在个体差异。Rasmussen将说话区划定在优势额叶的三角区和被盖区。这与Broca的描述是相一致的。皮质刺激与功能成像研究显示的前说话代表区位于上述的Broca区之外。

前说话区包括细胞结构学上的Brodmann44和45区。在人类中没有44区。前说话区在解剖学上的前界是外侧裂的水平支，后界是前中央沟下段。后下界是外侧裂的后支，上界是Broca额下沟。因此该区由两个脑回组成，即三角区和额下叶的岛盖（图5.15～5.19）。

A　前说话区脑沟的解剖

1　水平支

水平支是一条深沟起自外侧裂穿过额下回正中部，到达脑岛环形沟的前缘。上方未及额下回。根据Ono等的报道，右侧的水平支在8%的人中缺如，左侧的有16%的人缺如。

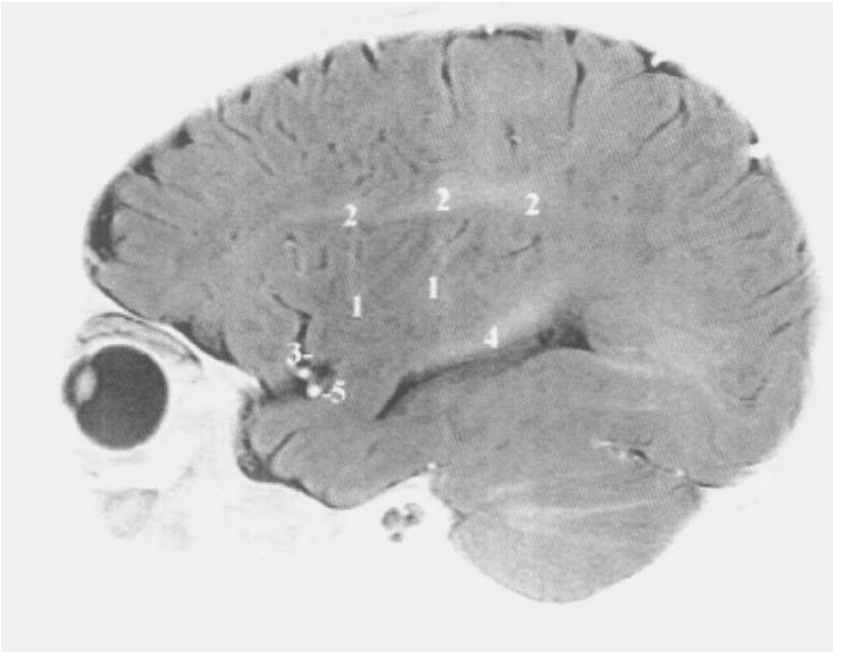


图5.14 通过婴儿脑岛的矢状MR层面，显示髓鞘化的弓形纤维束及视辐射。1、脑岛皮质；2、髓鞘化的弓形纤维束；3、镰状沟；4、视辐射；5、大脑中动脉分支

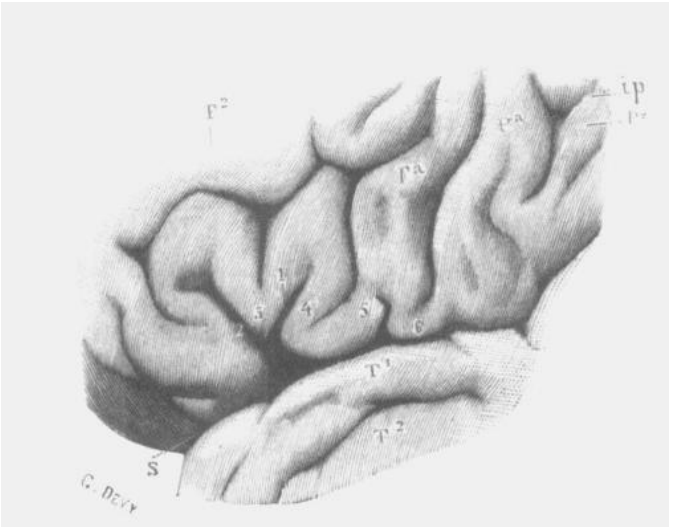


图5.15 左侧大脑半球额下叶解剖图，显示Broca区。1、外侧裂升支；2、外侧裂水平支；3、额下回三角区；4、额下回被盖区；5、中央下前沟；6、中央被盖（连接回）；Fa、中央前回（“额升回”）；F2、额中回；ip、顶内沟；Pa、中央后回（顶上回）；P2、顶下小叶；T1、颞上回；T2、颞中回；S、外侧裂

水平支是三角区的前缘，其后界是外侧裂的垂直支。水平支缺如时，出现的斜沟可与三角区的外形相似，但它不会延续到脑岛水平。

2 垂直支

垂直支的定义是因为它延伸至脑岛的环形沟。垂直支起自外侧裂是一条独立的脑沟，在1/3的人中与水平支同起于总干。垂直沟是恒定的，根据Eberstaller和Ebeling等人的报道，在3%的人中此沟缺如，并在上方此沟未达额下沟。

3 中央前下沟

中央前下沟是重要的界标，代表额下沟的延伸。根据Cunningham报道在15%的人中，Lang等人报道在42%的人中此沟与额下沟相通。Ono等人报道其出现率约为25%。

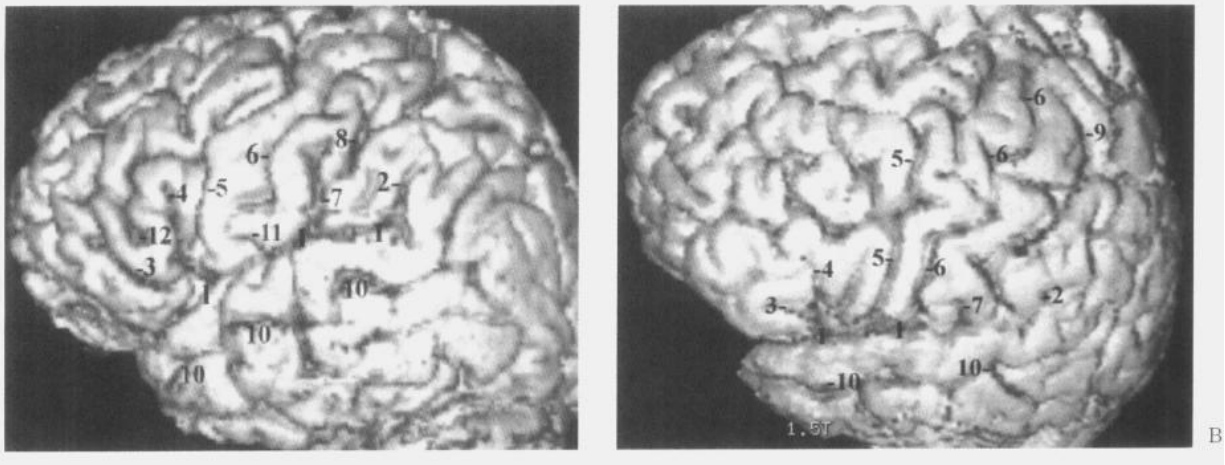


图 5.16A,B　显示外侧裂区前部沟回解剖的大脑外侧面三维 MR 影像。1、外侧裂；2、外侧裂升支；3、外侧裂水平支；4、外侧裂垂直支；5、中央前下沟；6、中央沟；7、中央下后沟；8、中央后下沟；9、中央后上沟；10、颞上沟或平行沟

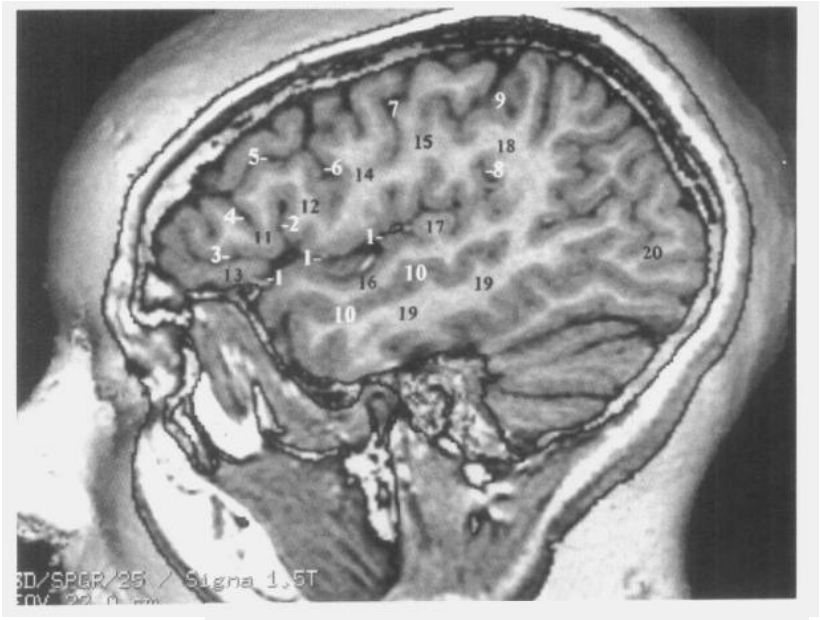


图5.17　显示额下区及Broca区解剖的矢状MR层面。1、外侧裂；2、外侧裂升支；3、外侧裂水平支；4、辐射沟；5、额下沟；6、中央前下沟；7、中央沟；8、外侧裂终末升支；9、中央后沟；10、平行沟；11、额下回三角部；12、额下回岛盖部；13、额下回眶部；14、中央前回；15、中央后回；16、颞上回；17、颞横回；18、缘上回；19、颞中回；20、枕叶

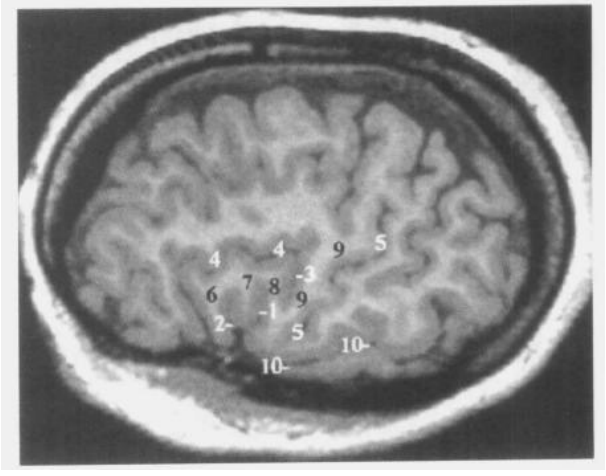


图5.18　平行于“穹窿参考平面”的斜位MR层面，显示额下回及Broca区（7及8）的精细解剖。1、外侧裂垂直升支；2、外侧裂水平支；3、中央前下沟；4、额下沟；5、中央沟；6、眶部；7、三角部；8、岛盖部；9、中央前回；10、外侧裂

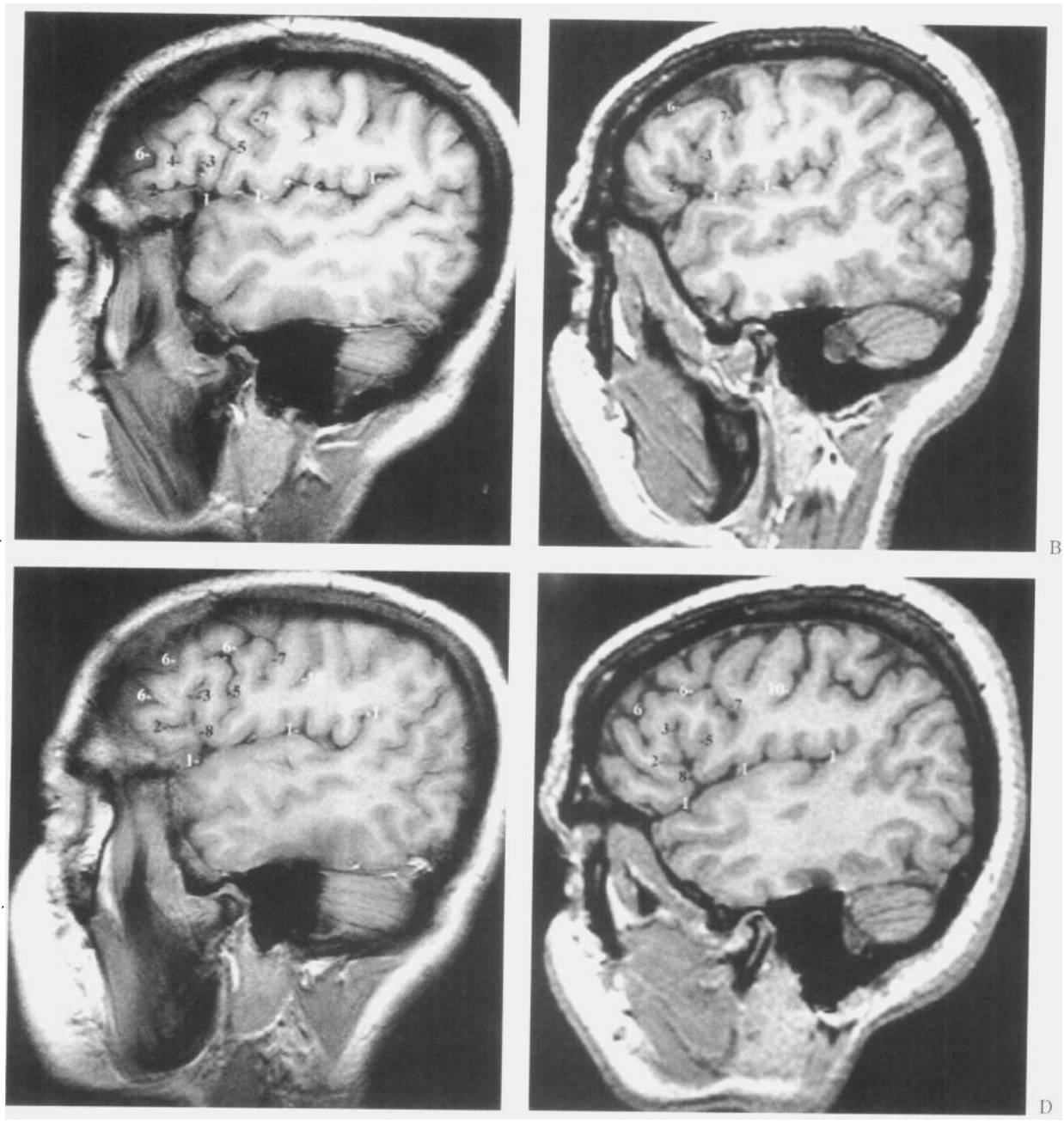
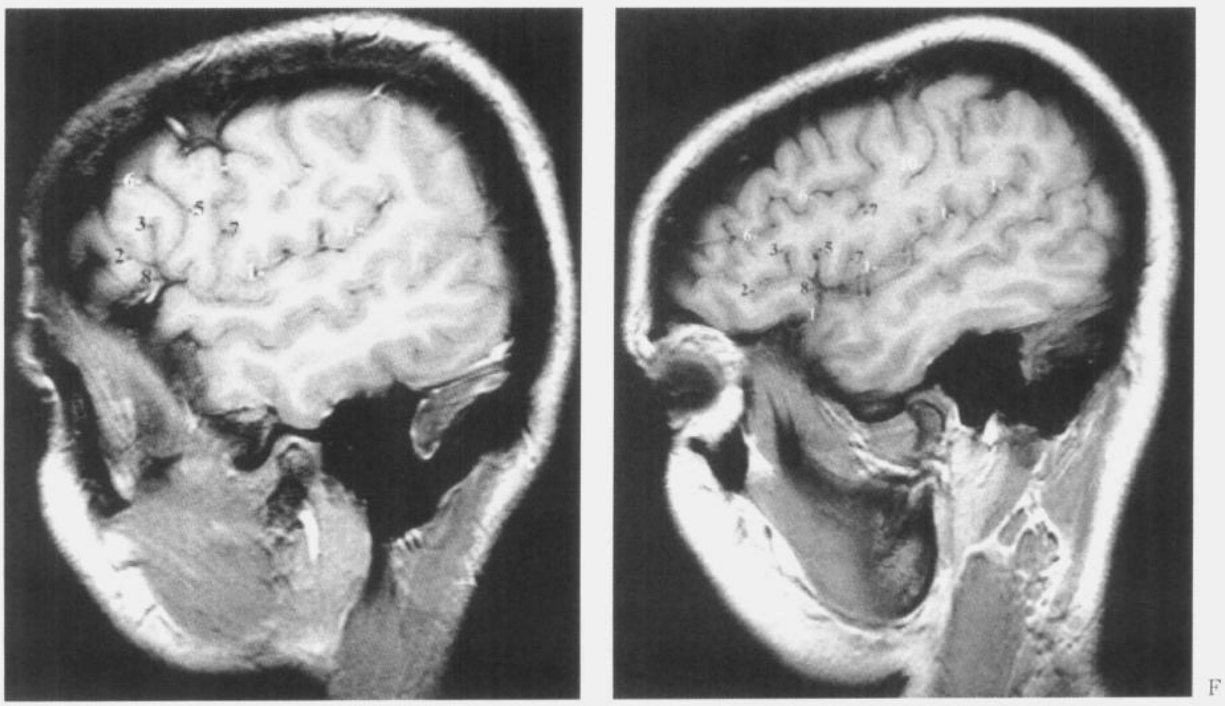


图 5.19A–F　显示额下区一些脑沟形态变异的大脑半球外侧面矢状 MR 层面。1、外侧裂后支；2、外侧裂水平分支；3，外侧裂垂直升支；4，辐射沟；5、斜沟；6、额下沟；7、中央前下沟；8、水平支与升支的主干；9、中央下前沟；10，中央沟。A 辐射沟穿入三角部形成头切迹和与外侧裂后支相连续的斜沟；B 外侧裂水平支与垂直支分叉的末端；C 起于主干的外侧裂水平支与垂直支；D 与水平支和垂直支主干相连的斜沟；E 与外侧裂后支相连的中央前下沟；F 与主干相连的斜沟和与外侧裂相连的中央前下沟



E F

图 5.19A–F 显示额下区一些脑沟形态变异的大脑半球外侧面矢状 MR 层面。1，外侧裂后支；2，外侧裂水平分支；3，外侧裂垂直升支；4，辐射沟；5，斜沟；6，额下沟；7，中央前下沟；8，水平支与升支的主干；9，中央下前沟；10，中央沟。A 辐射沟穿入三角部形成头切迹和与外侧裂后支相连续的斜沟；B 外侧裂水平支与垂直支分叉末端；C 起于主干的外侧裂水平支与垂直支；D 与水平支和垂直支主干相连的斜沟；E 与外侧裂后支相连的中央前下沟；F 与主干相连的斜沟和与外侧裂相连的中央前下沟

B 前说话区脑回的解剖

1 三角区

三角区的前界是外侧裂的水平支，后界是外侧裂的垂直支，相当于Brodmann45区。在优势半球它呈特征性的U字形，在非优势半球呈Y字形。辐射沟的头切迹在上方横越三角区。三角区延伸到第三额回的深部到达脑岛水平。

2 盖部

盖部位于中央前下沟与垂直支之间。它的下界是外侧裂，上界到达额下沟。在前、上方它与三角区相通。在后、下方与中央前回连接。根据Eberstaller的描述，它可被斜沟分为两部分。根据Ono等人报道，这种情况较常出现在左侧，右侧较少（左侧和右侧分别为72%和64%），在右侧斜沟几乎都与外侧裂相连，在左侧是不常见的。

Eberstaller报道斜沟是一条浅沟并未到达脑回的深部，因而在脑岛水平并不明显。

IV 后说话区

由于其显著的可变性，后说话区的解剖定位和范围难于确定，只能用皮质刺激测定。近来，MR功能成像研究已对说话区的组织结构

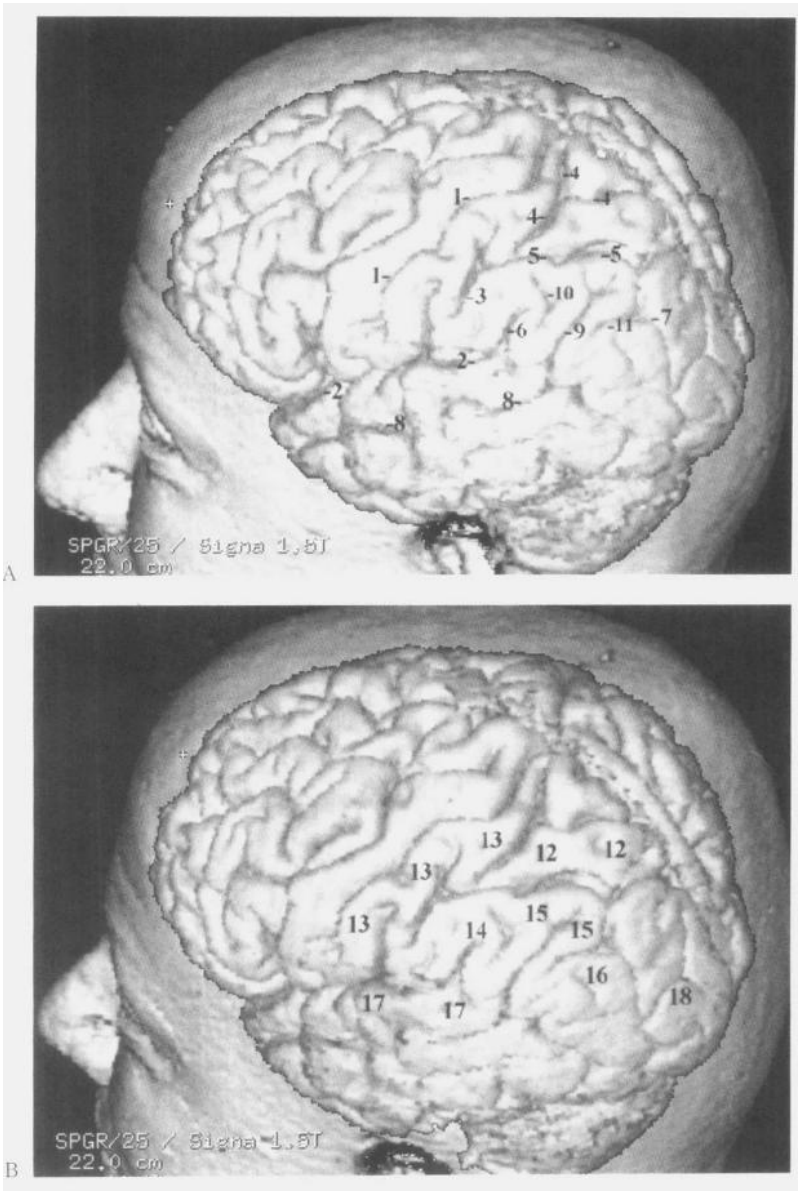


图5.20A,B 显示外侧裂后部周围颞顶叶功能区沟（A）与回（B）的大脑三维MR表面成像。1、中央沟；2、外侧裂；3、中央后下沟或顶内沟升段；4、中央后上沟；5、顶内沟水平段；6、外侧裂终末升支；7、顶内沟枕升分支；8、平行沟；9、平行沟末端上升支；10、Jensen第一中间沟；11、第二中间沟；12、顶上小叶；13、中央后回；14、缘上回；15、角回；16、顶后回；17、颞上回；18、枕叶

和位置做了一些深刻了解（图5.20～5.25）。

许多刺激研究（图5.24）、皮质切除（图5.25）和病理检查显示说话接受区最常在外侧裂下、包括第一颞回的后部和第二颞回的中后部。说话区似乎不延伸至第三颞回，在一些人中只出现在外侧裂上方。这样，就将后说话区定位于缘上回和角回。

A 后说话区的脑沟解剖

对该区脑沟的描述包括外侧裂的第三段、顶下沟和平行沟的后部。

1 外侧裂的第三段

它起自颞上横沟，延伸至外侧裂升支的末

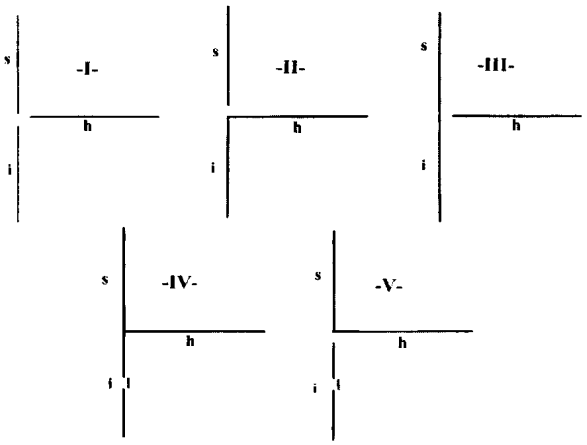


图 5.21 顶内沟的五型（I–V）解剖变异。s，后中央上沟；i，后中央下沟；h，顶内沟水平段和其发生率是根据Retzius（R），Cunningham（C）和Jefferson（J）的报道。I，中断I、s、h三条沟：R（9）；C（6.3）；J（35）。II，i和h沟的汇合：R（11）；C（19.1）；J（26.3）。III，i和s沟与后中央沟相连：R（17）；C（11.1）；J（25）。IV，I、s、h三条沟的汇合：R（55）；C（60.3）；J（8.8）。V，s和h沟的汇合：R（4）；C（2）；J（5）

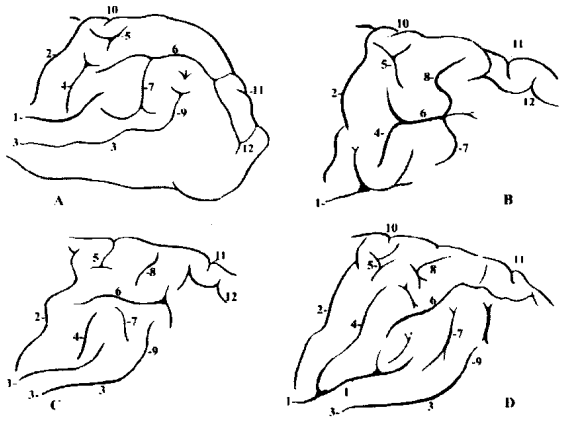


图 5.22 四个成人大脑半球顶下小叶脑沟的形态。顶下沟分隔角回与缘上回。1，外侧裂；2，中央裂；3，平行沟；4，中央后下沟；5，中央后上沟；6，水平顶沟（顶内沟水平段）；7，顶下沟；8，顶上沟；9，平行沟终末升支；10，扣带沟边缘支；11，顶枕切迹；12，枕旁沟

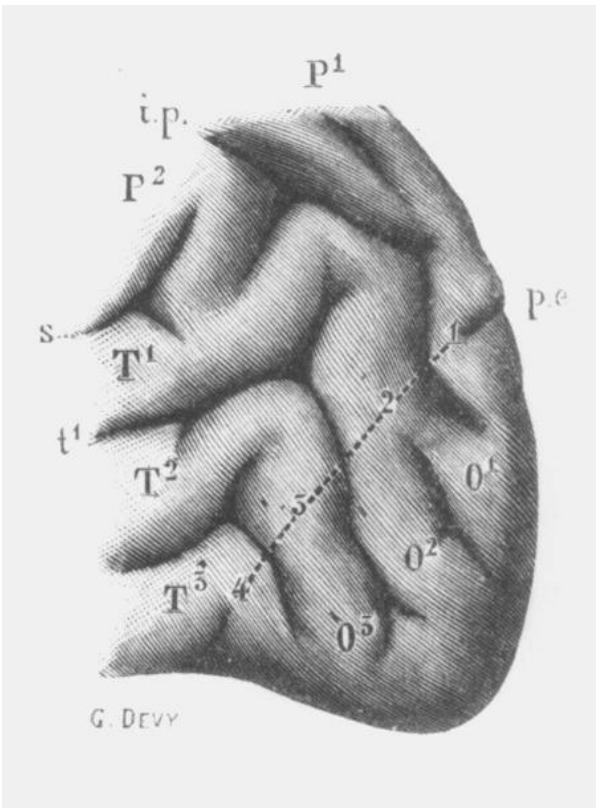


图 5.23 顶枕区的解剖；Gratiolet的四条“皱襞通道”。点线示顶枕结合部的顶枕外侧沟（p.e.）的方向。这条线被第一（1）和第二（2）顶枕“皱襞通道”、及第三（3）和第四（4）颞枕“皱襞通道”横越，为Gratiolet所定义。i.p.，顶内沟；S，外侧裂；t1，平行沟；T1，颞上回；T2，颞中回；T3，颞下回；P1，顶上小叶；P2，顶下小叶；O1，枕上回；O2，枕中回；O3，枕下回

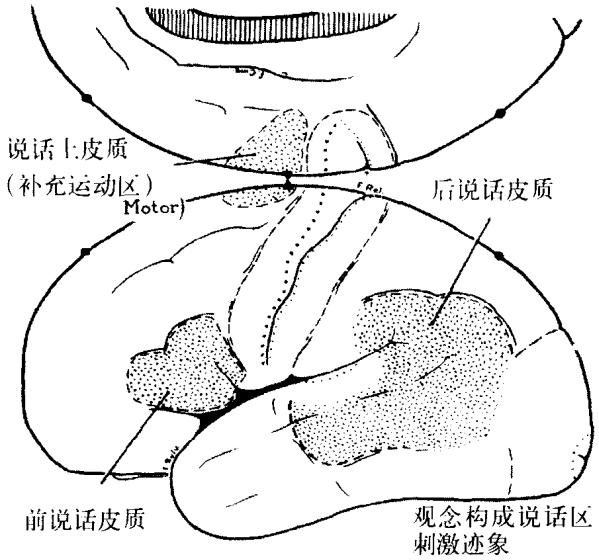


图 5.24 说话皮质区：图来源于电刺激图像

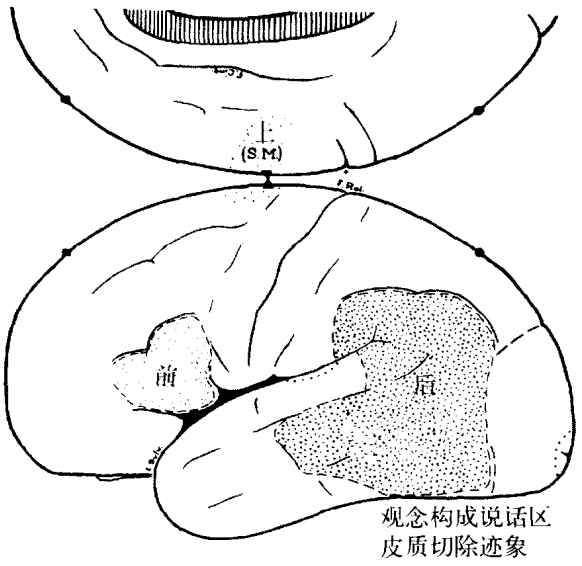


图 5.25 说话皮质区：图来源于皮质切除

端。包括在该段内的还有短降支。第三段的方向和倾斜角度与颞平面的存在和范围相关（图 5.1～5.3、5.17）。

根据 Witelson 和 Kigar 的描述，第三段是三种形态之一：I 型（H 和 V 型）有一个中央后水平部和一个上升垂直段；II 型（H 型）是第二段的水平状延伸；III 型（V 型）具有水平部缺如的特性，整段呈上升趋势。

2 顶下沟

根据 Jefferson 报道，顶内沟具有多样性，其表现和各自的发生率见图 5.22 和图 5.21。最近，Ebeling 和 Steinmetz 用 MRI 对 100 例大脑半球的研究发现，在 77% 的人中中央后沟和顶内沟相互联合。有四条重要的沟需要显示以描绘该区：顶内沟的升段和水平段、外侧裂的第三段和水平沟的后部，和介于上述两条脑沟之间的 Jensen 第一中间沟（见第 3 章）。

Eberstaller 将顶下小叶分为三个相邻的弓形脑回：缘上回、角回和顶后回，它们由两条中间沟分隔。根据 Turner 报道，这些脑沟在胚胎发育后期并不出现，而是逐渐出现在出生后的发育期。第一中央内沟（相当于 Jensen 第一中间沟）24% 的人中出现在右侧，80% 的人在左侧。第二中间沟，64% 的人出现在右侧，72% 的人在左侧。

Naidich 等人指出顶下小叶的脑回形态的变异性。这些作者报道，在 50 例大脑半球中，顶下小叶内的副余回出现率为：缘上前回 16% 在左侧，4% 在右侧；角前回 28% 在左侧，16% 在右侧。Steinmetz 等人重点研究顶盖区的脑沟形态。根据他们对 80 例解剖标本和 20 例志愿者的矢状 MR 图像的研究发现，38% 的脑呈现相对性的左－右不对称，且脑沟形态变异较常见于左半球。

3 平行沟后界

第一颞沟向后延伸经过外侧裂，其终末段在颞顶区分出一、二或更多的分支。颞上沟或水平沟终止于顶下小叶内形成角沟。这条终末端升支是最深的分支，深入到顶下小叶。末

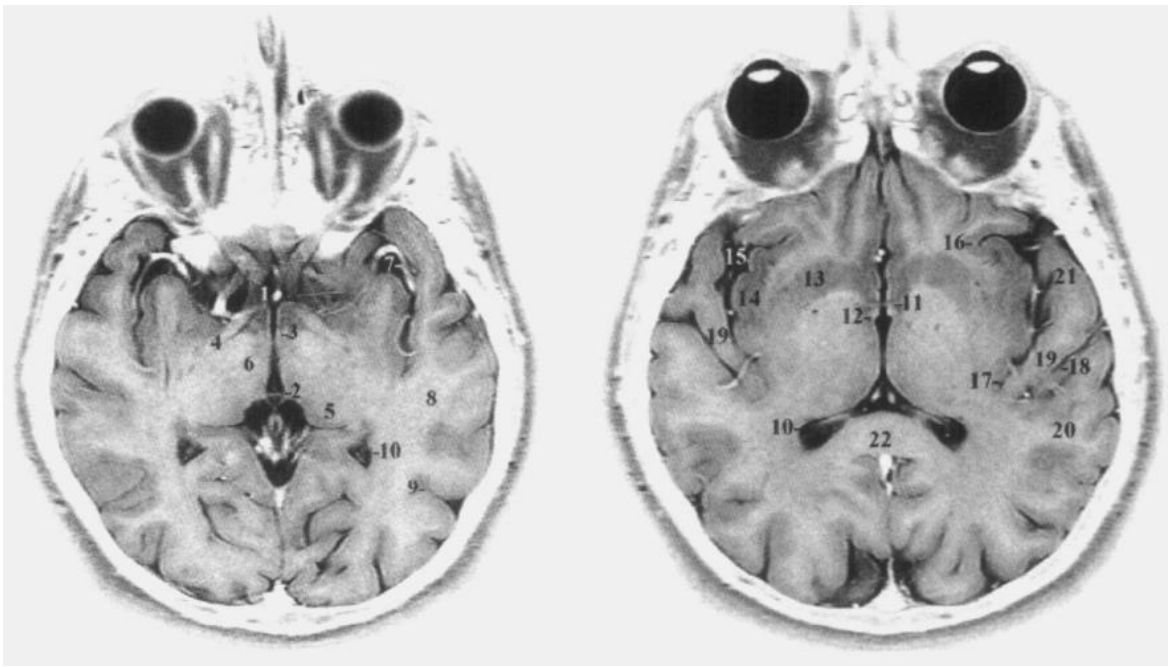


图 5.26A,B 颞上区。按外侧裂方向（CH-PC 平面）定位的轴位 MR 层面，显示该参考线水平的解剖结构，平行于颞上沟（A），位于前连合水平（B),平行于颞上平面，包括颞极平面、Heschl 回及颞平面。1、视交叉点；2、后连合；3、乳头体；4、脑池段视束；5、丘脑枕；6、中脑－间脑连合部；7、外侧裂中的大脑中动脉；8、颞上回；9、颞上沟或平行沟；10、侧脑室三角区；11、前连合；12、穹窿前柱；13、纹状体（壳核与尾状核头）；14、Reil 脑岛；15、外侧裂；16、脑岛环状沟前缘；17、脑岛环状沟后缘；18、颞上后横沟（Heschl 沟）；19、颞横回或 Heschl 回；20、颞平面

端上升且为单一者 56% 在右侧，48% 在左侧。28% 在右侧，24% 在左侧可见双末端支。当出现这种变异时，上末端支是角沟，下支是枕前沟（见第 3 章）。

B 后说话区的脑回解剖

后说话区包括：Heschl 回、颞平面、岛盖顶部和颞顶部与说话相关的脑回（图 5.10、5.23、5.26～5.28）。

1 Heschl 回的解剖

Heschl 回是一个隐藏的弓形脑回，完全位于外侧裂内。该脑回在颞上平面内从中央下区外侧向后斜延伸至脑岛内侧，该部相当于侧脑室三角区的侧壁。这种解剖关系见于以外侧裂定向的轴位 MR 图像上，与用 CH-PC 参考平面所获得的图像相同。

Heschl 回的前、后界为颞上横沟。有关进入岛盖颞侧部的各种脑沟的命名中，不同作者应用的术语仍有争议。Holl 的描述包括：(a) 前界沟将 Heschl 回与颞极平面或 Heschl 回前方的颞叶隐藏面分隔；(b) 颞上横沟或 Heschl 沟将 Heschl 回与后方的颞平面分隔。颞横沟是一条深沟，自前向后斜行与第一颞叶回的侧面相交。Holl 还描述了颞上横沟当其出现时，可与 Heschl 回相交，并将其分隔成前、后两段。

但是这个命名未被广泛应用。Niessl Von

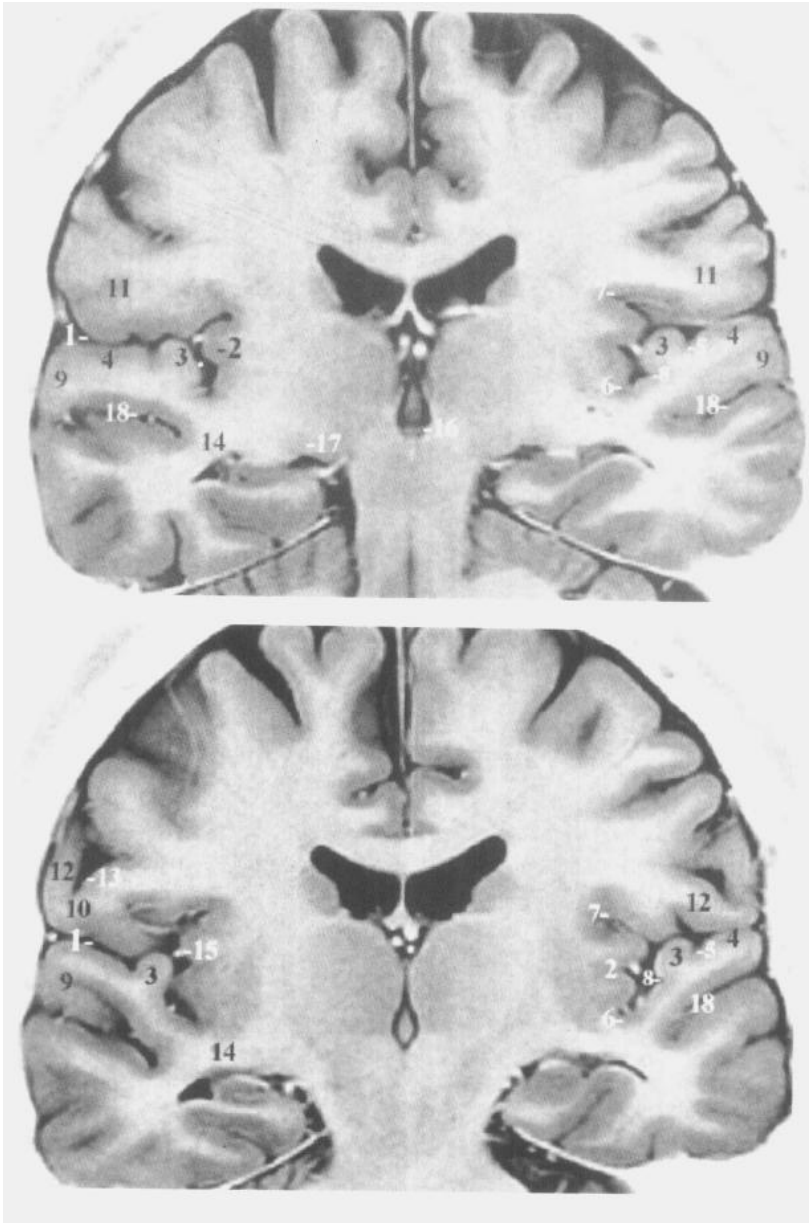


图5.27A,B 颞上区。垂直于外侧裂平面、沿脑干纵向长轴（PC-OB、连合-下参考平面）的冠状MR层面，显示脑岛后区的解剖结构，包括Heschl回及颞平面。A 通过参考平面的层面；B 通过脑干全长的参考点前方的层面。1、外侧裂；2、脑岛；3、Heschl回；4、颞平面；5、颞上后横沟（Heschl沟）；6、脑岛环状沟下缘；7、脑岛环状沟上缘；8、颞上前横沟（Holl沟前缘）；9、颞上回；10、中央岛盖；11、中央后回下端；12、中央前回下端；13、中央沟；14、颞茎；15、大脑中动脉脑岛分支；16、后连合；17、外侧膝状体；18、平行沟

Mayendorf把与Heschl区相关的颞叶外侧面相交的任何脑沟统称为"听神经沟"。von Ecnomo和Koskinas将Heschl回的后界沟描述为第二颞深沟和相当于Holl中间沟的第一深沟。Bailey和von Bonin在三个横沟的基础上进行命名：前沟、中间沟和后颞上横沟。Szikla等人用1972年修订的国际解剖命名法，将颞横沟一名用于Heschl回的后界沟。最近，Duvernoy也采用了国际命名法。但是他将起自平行沟并在中央沟水平、与第一颞回相交的沟设定为听神经沟。Ono等人最近选用了Bailey和von Bonin的命名法。但是该命名法的作者并未确定颞横沟与Heschl回或颞平面各自的关系。

我们的意见是，Bailey和von Bonin的命名应当采用：后颞上横沟是最恒定的脑沟，因为在颞叶侧面上容易显示它起自外侧裂及明确的斜向前方的走向。该沟的位置紧邻后中央沟。它将Heschl回与颞平面分隔。另外它深达

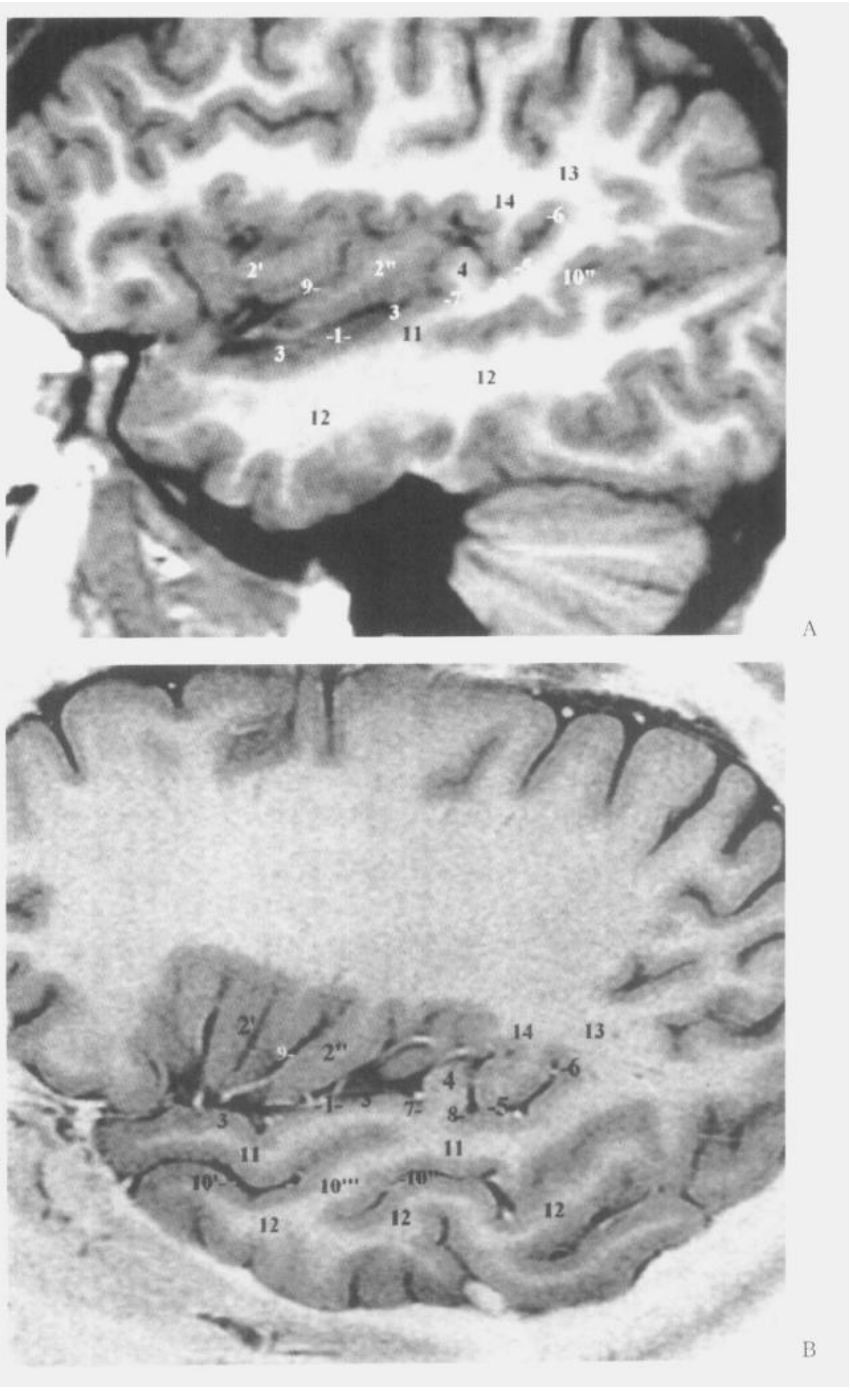


图5.28A,B 颞上区。矢状面(A)及斜矢状面(B)平行于脑室平面的MR层面,显示脑岛水平颞上面的区域解剖。1、颞上平面; 2、脑岛; 2',前叶(短回); 2",后叶(长回); 3,颞极平面; 4、Heschl回; 5、颞平面; 6、外侧裂终末升支; 7,颞上前横沟(Holl沟前缘); 8,颞上后横沟(Heschl沟); 9,脑岛中央沟; 10,平行沟; 10',前段; 10",后段; 10"',"皱襞通道"; 11,颞上回; 12,颞中回; 13,缘上回; 14,角回

脑岛水平。前颞上横沟构成Heschl回的前缘,有时,在中央沟水平它可延伸到颞叶侧面。中间沟是变化无常的,当有两条Heschl回(主要在右侧)出现时它才存在。根据Duvernoy的建议,在这本书中将起于平行沟,并向Heschl区走行的沟称为听神经沟。

我们对Heschl回的现代影像研究很少。Pfeifer及von Economo和Horn注意到Heschl回在右侧常是2个甚至3个,而在左侧为单发。它在左侧为斜行,在右侧是垂直于脑的长轴。

Tezner和Tezner等人通过对100例解剖标本的研究，显示左侧Heschl回较大且更为倾斜，而右侧的较短。虽然我们原来认为Heschl回的全长相当于第一听皮质，但刺激实验引出的反应却来自该脑回邻近脑岛水平的后内侧部。利用MR功能成像来研究第一听皮质的激活看来很有前途，将会增加我们对Heschl回的了解。Strainer等人用纯音频激活实验发现，根据听觉刺激频率的不同，在Heschl回内可显示出不同的响应组织：低频（1000Hz）刺激引出的反应主要在外侧颞横回，而高频（4000Hz）反应位于内侧颞横回。

2 颞平面的解剖

最初的研究是由von Economo和Horn进行的，后来是由其他一些人进行的。颞平面是一个三角形的皮质表面，早在怀孕第29周就已经出现。它的外侧界是外侧裂，前界是后颞上横沟或Heschl沟。它的后界尚未明确划定。Habib等人和Steinmetz等人认为外侧裂的终末降支是它的后界。此支缺如时，颞平面包括外侧裂第三段的颞上部的全长。因为岛盖顶部后方与颞平面融合，所以颞平面的后界常为曲线形。在细胞结构学上该平面相当于Brodmann22区的后部和von Economo和Koskinas的TA区。

在大多数个体中，左侧颞平面比右侧的宽，是由几条小的向上斜行的脑回组成。右侧颞平面有一个较小的皮质表面和一个平伏的表面。

3 后说话区的影像表现

利用双连合AC-PC坐标对后说话区进行影像识别已被Salamon及其合作者广泛开展。作者证实用有限数量的扫描层面（4层，层厚5mm）能准确地发现外侧裂周围说话皮质区和顶下小叶，扫描方向平行于双连合平面、在参考线以上45mm和50mm水平可以显示第一和第二颞回的后部；在60mm和70mm水平可显示缘上回和角回。

利用MRI，颞平面可在垂直于外侧裂CH-PC参考平面的冠状面得到最佳显示，和应用PC-OB参考平面（见第2章）获得的效果相同。这种冠状位扫描可以识别左侧外侧裂的后段，和位置较高的左侧外侧裂。冠状面扫描也可以直接估计颞平面的全深并且易于显示两侧的Heschl回及外侧裂底。轴位切面要与CH-PC平面平行（图5.4、5.5），该平面与外侧裂定位平面相一致，垂位切面能对颞上区做最佳评估，并由前到后显示颞极平面脑回的解剖，颞横回或Heschl回和后方的颞平面（图5.6、5.26）。

V 脑的不对称性

根据Alajouanine报道，左大脑半球说话优势早在19世纪的1836年就被Marc Dax注意到，Dax是左半球说话定位概念的发起者，其后是Paul Broca和Wernicke。

人脑功能的不对称性与形态学差异之间相关性的研究已经进行了几次尝试。最初的尝试着重于左右半球的重量和长度的差别。1925年Kakeshita开始研究岛盖的不对称性。此项工作一直被忽视直到Geschwind和Levitsky作出的划时代的贡献。

- 脑不对称的个体发育：大脑半球的不对称发育早在妊娠第29周就已出现。Wada等通过对100例胎儿的研究证实，有67%的标本左侧颞平面大于右侧。Chi等报道右侧Heschl回的发育比对侧早1或2周，并且也较大（54%）。

- 说话相关区的不对称：Broca说话运动区位于三角区和第三额回岛盖部分。Eberstaller注意到岛盖部分常是左侧的大。但是Wada等发现右侧优势者。Falzi等报道，当测量半球的表面积时不存在不对称性。但是用测面法测量全部脑回表面显示在体积上有显著差异，且左侧大于右侧。近来Comair等对说话优势与基于Broca区容积分析的MR做了相关研究。左侧说话优势与同侧岛盖部分较大有关。这种不对称在双侧或右侧说话优势的人中并未得到证实。

Eberstaller也对外侧裂的形态学和不对称做了研究，他报道左外侧裂的平均长度比右侧长6.4mm。后来Rubens及Witelson和Kigar对此进行了证实。其后的作者们指出一般男性和惯用左手和右手的人的外侧裂解剖有显著的相关性。但是这种相关性不出现在女性中。早在1892年Cunningham就注意到外侧裂第三段的斜度在右侧更为尖锐。更多的研究再次证明了这一发现。

因为应用血管造影和MRI容易确定颞平面在形态学和放射学上的范围，从而使这个区域受到更多的关注。测面法的研究是由von Economo和Horn发起的，后来是Geschwind和Levitsky等。上述作者指出60%到84%的测量结果左侧表面大于右侧。

音乐家的活体颞平面MRI检查结果证明具有音乐能力的人表现出左侧明显的不对称。影像学研究显示精神分裂症病人出现全脑和脑局部的病理改变。全脑的异常表现有侧脑室和蛛网膜下腔增大。脑局部形态学研究发现更多的特异性脑叶或脑回的异常，如颞叶或额叶体积减小，更为特异性的变化是在中间边缘结构，包括杏仁体－海马复合体和海马旁回。Barta等指出左颞上回体积的减小与幻听有关，而Shenton等报道了左侧颞上回后部体积的减小与料想的疾病之间的临床解剖关系的证据。Turetsky等人通过71例无症状临床的病人的研究，发现解剖不对称的出现与左侧颞叶体积减小有关。对15对不符合精神分裂症的单卵双胞胎做了MR形态学研究，发现其中14例病人左侧海马的前部较小。作者们断定解剖上的不对称异常符合疾病的病理特征。需要更多的资料来确定临床－影像相关性的恒定性，并更为准确地评估外侧和局灶的解剖异常，与弥漫性脑改变相比，所具有的确切意义。利用大样本、高分辨率的MR成像和精确的形态学和方法学标准将有助于对不同发现的理解。

参考文献

Alajouanine T (1968) L'aphasie et le langage pathologique. Baillière, Paris

Andreasen NC, Nasrallah HA, Dunn V, Olson SC, Grove WM, Ehrhardt JC, Coffman JA, Crossett JHW (1986) Structural abnormalities in the frontal system in schizophrenia: a magnetic resonance imaging study. Arch Gen Psychiatry 43: 136-144

Bailey P, von Bonin G (1951) The isocortex of man. Univ. Illinois Press, Urbana, Ill

Barta PE, Pearlson GD, Powers RE, Richards SS, Tune LE (1990) Auditory hallucinations and smaller superior temporal gyral volume in schizophrenia Am J Psychiatry 147: 1457-1462

Binder JR, Rao SM, Mammeke TA, et al. (1994) Functional magnetic resonance imaging of human auditory cortex. Ann Neurol 35: 662-672

Binder JR, Rao SM, Hammeke TA, Frost JA, Bandettini PA, Jesmanowicz A, Hyde JS (1995) Lateralised human brain language systems demonstrated by task subtraction functional magnetic resonance imaging. Arch Neurol 52: 593-601

Binder JR, Swanson SJ, Hammeke TA, Morris GL, Mueller WM, Fischer M, Benbadis S, Frost JA, Rao SM, Haughton VM (1996) Determination of language dominance using functional MRI: a comparison with the Wada test. Neurology 46:978-984

Bogerts B, Ashtari M, Degreet G, Alvir JM, Bilder RM, Lieberman JA (1990) Reduced temporal limbic structure volumes on MRI in first episode schizophrenia Psychiatry Res Neuroimaging 35: 1-13

Broca P (1861a) Perte de la parole, ramollissement chronique et destruction partielle du lobe antérieur gauche du cerveau. Société d'Anthropologie. Bull SocAnthropol 11:235-238

Broca P (1861b) Remarques sur le siège de la faculté du language articulé, suivies d'une observation d'aphémie (perte de la parole) Bull Soc Anat 36: 330-357

Broca P (1861c) Nouvelle observation d'aphémie produite par une lésion de la moitié postérieure des deuxième et troisième circonvolutions frontales. Bull Soc Anat 6: 398-

407
Broca P (1863) Localisation des fonctions cérébrales – siège du langage articulé. Bull Soc Anthropol Paris 4: 200–208
Broca P (1865) Du siège de la faculté du langage articulé dans l'hémisphère gauche du cerveau. Bull Soc Anthropol VI: 377–393
Broca P (1875) Instructions craniologiques et craniometriques de la Societe d'Anthropologie de Paris. Bull Soc Anthropol 16: 534–536
Charpy A (1889) Cours de splanchnologie. Les centres nerveux. Guillau, Montauban
Chen CY, Zimmerman RA, Faro S, Parrish B, Wang Z, Bilaniuk LT, and Chou TY (1995) MR of the cerebral operculum: topographic identification and measurement of interopercular distances in healthy infants and children. AJNR 16: 1677–1387
Chi Je G, Dooling EC, Gilles FH (1977) Gyral development of the human brain. Ann Neurol 1: 86–93
Choi H, Comair YG, Najm I, Chung C, Siemionow V, Luders H, Ruggieri P (1996) Non invasive method of hemispheric lateralization for language in patients with intractable epilepsy. Epilepsia 37 [Suppl] 5: 207
Connolly CJ (1950) External morphology of the primate brain. Thomas, Springfield, Ill
Dauphinais D, Delisi LE, Crow TJ, Alexandropoulos K, Colter N, Tuma I, Gershon ES (1990) Reduction in temporal lobe size in siblings with schizophrenia: a MRI study. Psychiatry Res Neuroimaging 35: 137–147
Dax M (1865) Lesions de la moitie gauche de l'encéphale coincidant avec l'oubli des signes de la pensee. Gazette Hebdo Med Chir 33: 259
Duvernoy H (1991) The human brain, surface, three dimensional sectional anatomy and MRI. Springer, Vienna
Eberstaller O (1884) Zur Oberflächenanatomie der Grosshirnhemisphären. Wien Med Bl 7
Eberstaller O (1890) Das Stirnhirn. Ein Beitrag zur Anatomie des Oberfläche des Großhirns. Urban and Schwarzenberg, Vienna
Ebeling U, Steinmetz H, Huang Y, Kahn T (1989) Topography and identification of the inferior precentral sulcus in MR imaging. AJNR 10: 937–942
Ebeling U, Steinmetz H (1995) Anatomy of the parietal lobe: mapping the individual pattern. Acta Neurochir Wien 136 (1–2): 8–11
Economo C von, Koskinas GN (1925) Die Cytoarchitektonik der Hirnrinde des erwachsenen Menschen. Springer, Vienna,
Economo C von, Horn L (1930) Ueber Windungsrelief, Masse und Rindenarchitektonik der Supratemporalfläche, ihre individuellen und ihre Seitenunterschiede. ZGes Neurol Psychiatrie 130: 678–757
Falzi G, Perrone P, Vignolo LA (1982) Right-left asymmetry in anterior speech region. Arch Neurol 39: 239–240
FitzGerald DB, Rees G, Cosgrove GR, Ronner S, Jiang H, Buchbinder BR, Beliveau JH, Rosen BR, and Benson RR (1997) Location of language in the cortex: a comparison between functional MR imaging and electrocortical stimulation. AJNR 18:1529–1539
Fronkers NF (1996) A new brain region for coordinating speech articulation. Nature 384: 159–160
Galaburda AM, Le May M, Kemper TL, Geschwind N (1978) Right-left asymmetries in the brain. Science 199: 852–856
Galaburda M, Sanides F, Geschwind N (1978) Human brain – cytoarchitectonic left-right asymmetries in the temporal speech region. Arch Neurol 35:3–7
Galaburda AM (1980) La région de Broca: Observations anatomiques faites un siècle après la mort de son découvreur. Rev Neurol 136:609–616
Galaburda AM (1993) The planum temporale. Arch Neurol 50: 457
Galaburda AM, Corsiglia J, Rosen GD, Sherman G F (1987) Planum temporale asymmetry: reappraisal since Geschwind and Levitsky. Neuropsychologia 25 (6): 853–868
Gelbert F, Bergvall U, Salamon G, Sobel D, Jiddane M, Corbaz JM, Morel M (1986) CT identification of cortical speech areas in the human brain. J Computer Assist Tomogr 10(1): 39–46
Geschwind N, Levitsky W (1968) Human brain: left-right asymmetries in temporal speech region. Science 161: 186–187
Gur RE, Mozley PD, Resnik SM, Shtasel D, Kohn M, Zimmerman R, Herman G, Atlas S, Grossman R, Erwin R, Gur RC (1991) MRI in schizophrenia. I Volumetric analysis of brain and cerebrospinal fluid. Arch Gen Psychiatry 48: 407–412
Habib M, Renucci RL, Corbaz JM, Salamon G, Gouaze A (1983a) Computed tomography localization of visual and auditory primary cortex. Otoneuroophtalmol 55:39–46
Habib M, Renucci RL, Corbaz JM, Salamon G, Gouaze A (1983b) Reperage en tomodensitométrie des aires corticales visuelle et auditive primaires. Rev Otoneuroophtalmol 55:39–46
Habib M, Renucci RL, Vanier M, Corbaz JM, Salamon G (1984) CT assessment of right-left asymmetries in the human cerebral cortex. J Comput Assist Tomogr 8(5):922–927
Hecaen H ,Albert ML (1978) Human neuropsychology. Wiley, New York
Hertz-Pannier L, Gaillard WD, Mott SH, Cuenod CA, Bookheimer SY, Weinstein S, Conry J, Papero PH, Schiff SJ, Le Bihan D, Theodore WH (1997) Noninvasive assessment of language dominance in children and adolescents with functional MRI: A preliminary study. Neurology 48: 1003–1012
Heschl RL (1878) Uber die vordere quere Schläfenwindung des menschlichen Grosshirns. Braumuller, Vienna
Holl M (1908) Die Insel des Menschen- und Affenhirns in ihrer Beziehung zum Schläfenlappen. Sitz Ber D k Akad Wiessensch Wien, Math Naturw Kl 117:365–410
Inglessis M (1919) Einiges über Seitenventrikel und Hirnschwellung. Arch Psychiatrie 74:159–168
Jack CR, Gehring DG, Sharbrough FW, Felmlee JP, Forbes G, Hench VS, Zinsmeister AR (1988) Temporal lobe volume measurement from MR images. Accuracy and left-right asymmetry in normal persons. J Comput Assist Tomogr 12:21–29
Jefferson G (1913) The morphology of the sulcus interparietalis. J Anat Physiol 47:365–380
Jensen J (1870) Die Furchen und Windungen der menschlichen Grosshirnhemispharen. Allg Z Psychiatrie 27:473–515
Kakeshita T (1925) Zur anatomie der operkularen temporal region (Vergleichende Untersuchung der rechten und linken seite) Arbeiten aus dem Neurologischen Institut an der Wiener Universität, 27:292–326

Kelsoe JR, Cadet JL, Pickar D, Weinberger DR (1988) Quantitative neuroanatomy in schizophrenia: a controlled MRI study. Arch Gen Psychiatry 43:136-144
Kimura D (1983) Sex differences in cerebral organization for speech and praxic functions. Can J Psychol 37:19-35
Kodama K (1934) Beitrage zur Anatomie des Zentralnervensystems der Japaner. VIII. Insula Reilii. Fol Anat Japon 12:423-444
Kopp N, Michel F, Carrier H, Biron A, Duvillard P (1977) Etude de certaines asymetries hemispheriques du cerveau humain. J Neurol Sci 34:349-363
Lang J, Betz J (1981) Form und Masse der Gyri und Sulci an der Facies superolateralis und Facies inferior hemispherii. J Hirnforsch 22:517-533
Larroche JC (1967) Maturation morphologique du système nerveux central: ses rapports avec le développement pondéral de foetus et son âge gestationnel. In: Minkowski M (ed) Regional development of the brain in early life. Davis, Philadelphia, pp 247-256
Le May M, Gulebras A (1972) Human brain morphologic differences in the hemispheres demonstrable by carotid angiography. N Engl J Med 287:168-170
Liegeois-Chauvel C, Musolino A, Chauvel P (1991) Localization of the primary auditory area in man. Brain 114:139-153
Ludwig E, Klingler J (1956) Atlas cerebri humani. Karger, Basel
McGlone J (1978) Sex differences in functional brain asymmetry. Cortex 14:122-128
Millen SJ, Haughton VM, Yetkin Z (1995) Functional magnetic resonance imaging of the central auditory pathway following speech and pure-tone stimuli. Laryngoscope 105:1305-1310
Milner B, Branch C, Rasmussen T (1964) Observations on cerebral dominance. In: de Reuck AVS, O'Connor M (eds) Disorders of language. Churchill, London, pp 200-222
Milner B (1973) Hemispheric specialization: scope and limits. In: Schmitt FO, Worden FG (eds) The neurosciences: third study program. MIT Press, Boston
Moutier (1908) L'aphasie de Broca. Steinheil, Paris
Naidich P, Valavanis G, Kubik S (1995) Anatomic relationships along the low-middle convexity. I. Normal specimens and magnetic resonance imaging. Neurosurgery 36 (3):517-531
Niessl von Mayendorf E (1911) Die aphasischen Symptome und ihre corticale Lokalisation. Engelmann, Leipzig
Ojemann G, Ojemann J, Lettich E, Berger M (1989) Cortical language localization in left, dominant hemisphere: an electrical stimulation mapping investigation in 117 patients. J Neurosurg 71:316-326
Ono N, Kubik S, Abernathy DG (1990) Atlas of the cerebral sulci. Thieme, Stuttgart
Penfield W, Rasmussen T (1950) The cerebral cortex of man. Macmillan, New York
Penfield W, Jasper H (1954) Epilepsy and the functional anatomy of the human brain. Little, Brown, Boston
Penfield W, Roberts L (1959) Speech and brain - mechanisms. Princeton Univ. Press, Princeton, NJ
Pfeifer RA (1936) Pathologie der Hörstrahlung und der corticalen Hörsphäre. In: Bumke O, Foerster O (eds) Handbuch der Neurologie. vol 6. Springer, Berlin, p 533
Rey P (1885) Du poids des lobes cérébaux. Rev Anthropol 8:385-396
Rubens AB, Mahowald MW, Hutton JT (1976) Asymmetry of the lateral (sylvian) fissures in man. Neurology 22:620-624
Rubens AB (1977) Anatomical symmetries of human cerebral cortex. In: Harnard S, Doty RW, Jaynes J, Goldstein L, Krauthammer G (eds) Lateralization in the nervous system. Academic, New York, pp 329-336
Rumeau C, Gouaze A, Salamon G, Laffont J, Gelbert F, Einseidel H, Jiddane M, Farnarier P, Habib M, Perot S (1988) Identification of cortical sulci and gyri using magnetic resonance imaging: a preliminary study. In: Gouaze A, Salamon G (eds) Brain anatomy and magnetic resonance imaging. Springer, Berlin Heidelberg New York, pp 11-32
Salamon G, Gelbert F, Alicherif A, Poncet M, Khalil R, Sobel D, Von Einseidel O, Morel M, Corbaz JM (1987) Le repérage in vivo des aires corticales du langage. Rev Neurol (Paris) 143:8-9, 580-587
Schlaug G, Jancke L, Huang Y, Steinmetz H (1995) In vivo evidence of structural brain asymmetry in musicians. Science 267:699-701
Schlesinger B (1953) The insulo-opercular arteries of the brain with special reference to angiography of striothalamic tumor. Am J Roentgenol 70:555-563
Schneider R, Friedman DP, Mishkin M (1993) Brain Res 621:116-120
Shenton M, Kikinis R, Jolesz F, Pollak S, Lemay M, Wible C, Hokama H, Martin J, Metgale D, Coleman M, McCarley R (1992) Abnormalities of the left temporal lobe and thought disorder in schizophrenia. A quantitative MRI study. N Engl J Med 327: 604-612
Steinmetz H, Rademacher J, Huang Y, et al. (1989) Cerebral asymmetry: MR planimetry of the human planum temporale. J Comput Assist Tomogr 13:996-1005
Steinmetz H, Volkmann J, Janke L, Freund HJ (1990a) Anatomical left-right asymmetry of language-related temporal cortex is different in left and right handers. Ann Neurol 29:315-319
<referSteinmetz H, Rademacher J, Janke L, et al. (1990b) Total surface of temporoparietal intrasylvian cortex: diverging left-right asymmetries. Brain Lang 39:357-372
Steinmetz H, Fürst G, Freund H-J (1990c) Variation of perisylvian and calcarine anatomic landmarks within stereotaxic proportional coordinates. AJNR 11:1123-1130
Steinmetz H, Ebeling U, Huang YX, Kahn T (1990d) Sulcus topography of the parietal opercular region and MR study. Brain Lang 38(4):513-533
Strainer JC, Ulmer JL, Zerrin Yetkin F, Haughton VM, Daniels DL, Millen SJ (1997) Functional MR of the primary audi
Tamraz J, Saban R, Reperant J, Cabanis EA (1990). Definition d'un plan de référence céphalique en imagerie par résonance magnétique: le plan chiasmato-commissural. CR. Acad Sci Paris 311(III):115-121

第6章　边缘叶和颞叶正中区

I　边缘叶或“边缘大叶”

A　形态学与局部解剖学

边缘叶相当于法国人类学家兼神经外科医生Paul Broca所描绘的“边缘大叶”，正如边缘叶的命名所提示的那样（limbus在拉丁语中是边缘的意思），它包括那些与间脑接壤的解剖结构。在种系发生学上，构成边缘叶的解剖结构是很古老的。在个体发生学上，位于大脑半球中下部构成边缘叶的弓形脑回连续地被较大的脑沟所界定，主要表现在背侧和腹侧扣带回沟或Broca的边缘裂，以及后方的侧副沟和它前面的嗅沟。这些脑沟限定海马钩和海马旁回的外缘，海马旁回向后弯曲通过狭窄的峡部，环绕胼胝体压部将其完全覆盖。海马旁回与胼胝体之间经海马沟分隔。在前部于胼胝体嘴下方，海马旁回与终板旁回连合，这相当于海马前期原基，位于终板的紧前方。起于胼胝体下区的边缘叶的结构，可以在MRI上观察（图6.1），包括胼胝体下部、扣带回、海马旁回、海马、齿状回，环绕在脑干上段及胼胝体周围（图6.2～6.5）。

在1937年Papez有关边缘叶在情感行为的主要作用的报道后，引发了广泛的研究工作。新增的解剖结构与边缘叶在功能上的关系导致Maclean提出非专利性的命名“边缘系统”。这个结构包括间隔核、下丘脑、上丘脑、各种底丘脑核及基底节的一部分和中脑的前部。但是，关于边缘叶的概念仍然有许多争论，尽管有这些相关结构的异质性，但在一定程度上，它们已涉及到有利于促进神经系统内脏、嗅觉、记忆环路和学习功能这一点是清楚的。

B　边缘叶的成像

这些相邻的边缘带的解剖结构大部分是在两侧大脑半球旁中央的表面，环绕并界定胼胝体和脑干上部。边缘带的下弓，包含海马结构和海马旁回，被脑干掩盖。

边缘结构的成像随着高分辨率的MRI的问世发生了戏剧性改善。尽管计算能力能够进行容积测量，且已广泛应用，但它无助于对边

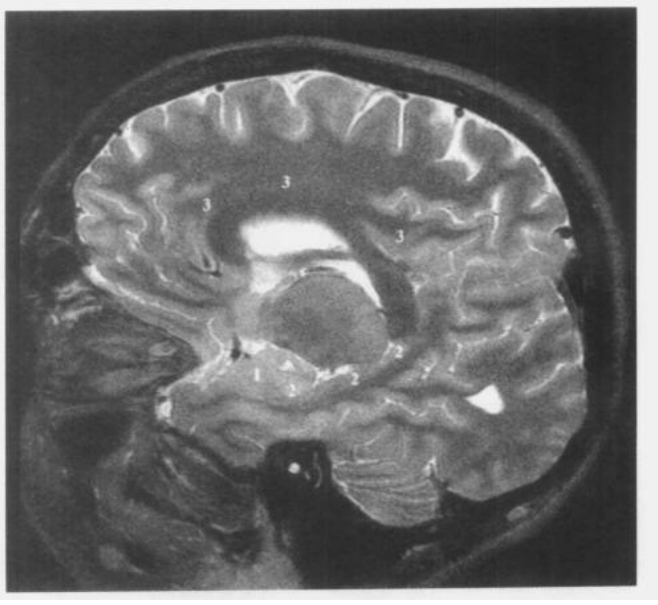


图6.1　边缘叶：脑的MRI斜切面展示构成边缘带主要的解剖结构。1，杏仁体；2，海马；3，扣带回

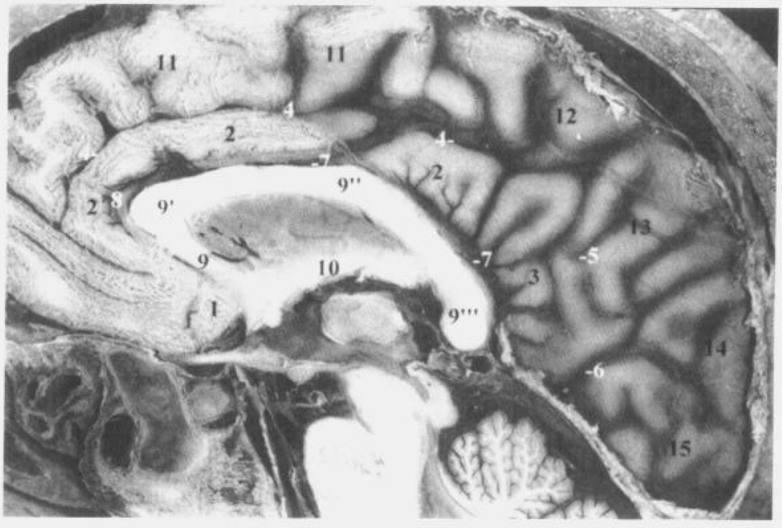


图6.2　大脑半球矢状解剖切面。1，胼胝体下回；2，扣带回；3，顶下回；4，扣带沟；5，顶下沟；6，前距状沟；7，胼胝体沟；8，胼胝体周围动脉；9，胼胝体嘴；9'，胼胝体膝部；9"，胼胝体体部；9"'，胼胝体压部；10，穹窿；11，额内侧回；12，中央旁小叶；13，楔前叶；14，楔叶；15，舌回；

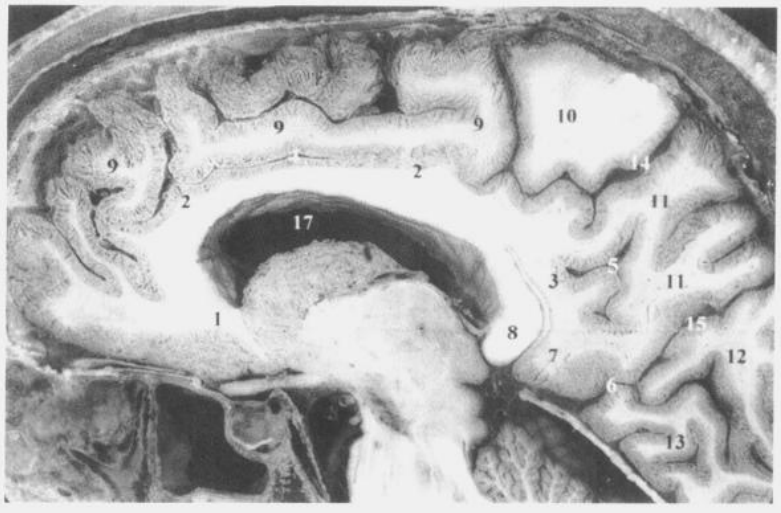


图6.3　大脑半球矢旁解剖切面。1，胼胝体下回；2，扣带回；3，顶下回；4，扣带沟；5，顶下沟；6，前距状沟；7，峡部；8，胼胝体压部；9，额内侧回；10，中央旁小叶；11，楔前叶；12，楔叶；13，舌回；14，扣带沟边缘支；15，顶枕沟；16，中央沟；17，侧脑室

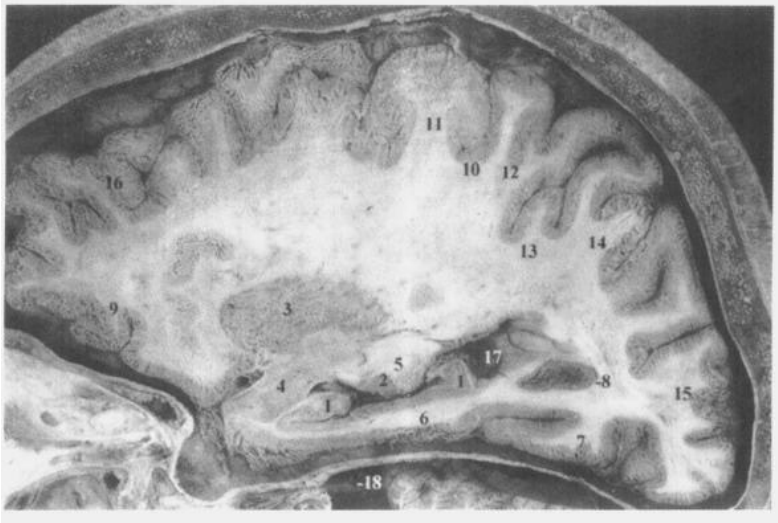


图6.4　在外侧膝状体水平通过海马结构及杏仁体的大脑半球外侧矢状解剖切面。1，海马；2，外侧膝状体；3，豆状核；4，杏仁体，5，Wernicke三角区；6，旁海马回；7，梭回；8，前距状沟；9，眶内侧回；10，中央沟；11，中央前回；12，中央后回；13，顶内沟；14，顶下小叶；15，枕叶；16，额中回；17，侧脑室三角区；18，三叉神经根

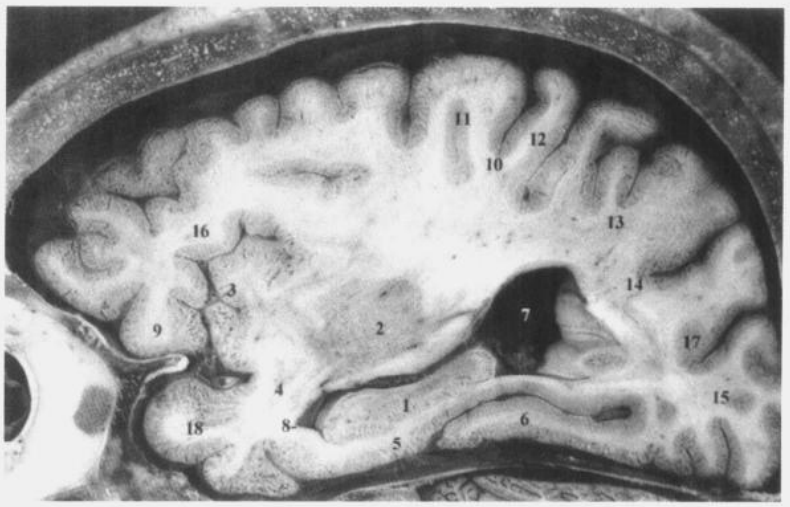


图 6.5 在脑室下角水平，通过海马结构及颞干的大脑半球外侧矢状解剖切面。1，海马；2，壳核；3，脑岛；4，颞干；5，海马旁回；6，梭回；7，侧脑室三角区；8，侧脑室颞角；9，眶外侧回；10，中央沟；11，中央前回；12，中央后回；13，顶下小叶；14，顶内沟；15，枕叶；16，额下回；17，顶枕沟；18，颞极

缘结构的显示，因为低对比分辨率和不能把海马结构以及脑的中心部分从覆盖的解剖结构中显示出来。

按连合－闩参考平面完成的冠状层面（见第 2 章）对杏仁体－海马复合体的容积分析是重要的。

1 “穹窿平面”

在胚胎学上，穹窿与脉络膜裂成弓形共同沿着与复杂的弓形路线相倾斜的平面发育。其形状被脑的颞叶形成的进程所调节。由于颞叶的形成可沿多个轴向发展，因此最终的形状不如用传统的轴位、冠状位、矢状位的成像方法研究的结果那样理想。

所以尝试了沿“穹窿平面”进行成像。该平面被定义为通过自海马内的穹窿伞的外侧部到穹窿脚外侧的连线。这些结构见于冠状位后连合－闩参考平面上（图 6.6A-D）。

按上述标定获得或重建一组斜平面像，包括自颞叶内侧面到其凸面的部分。我们的方案包括在脑的两侧采集 30 张 2mm 连续的层面。

该参考平面看来对海马、杏仁核和颞极皮质结构的研究有重要的意义。此外，在由内侧到外侧的前 20 张的层面上可见大脑核心结构。这些脑核心结构可见于沿发育的平面上。包括脉络膜裂、丘脑、尾状核、豆状核、脑岛、扣带回及胼胝体。该检查平面的缺点是在同一层面上只能显示部分对侧大脑半球，但是在我们的一系列研究中，这点缺点没有造成明显的不便。

我们发现位于外侧的层面对大脑中央区的研究特别有帮助。这些切面将这一区域脑沟复杂的几何图形摊开。清晰地描绘了额叶的外侧裂周围的脑回，有助于对该区的脑沟和脑回解剖结构的认识（见 10.III 节）。在我们的实践中，沿穹窿平面的采集可以取代沿矢状面的采集。

II 颞叶内侧部的解剖

这个区域的解剖十分复杂，由颞极、杏仁体、海马、海马旁结构（图 6.7、6.8）以及与这些结构相关的皮质区组成。

A 颞极皮质

颞极皮质（图 6.9）相当于 Brodmann 38

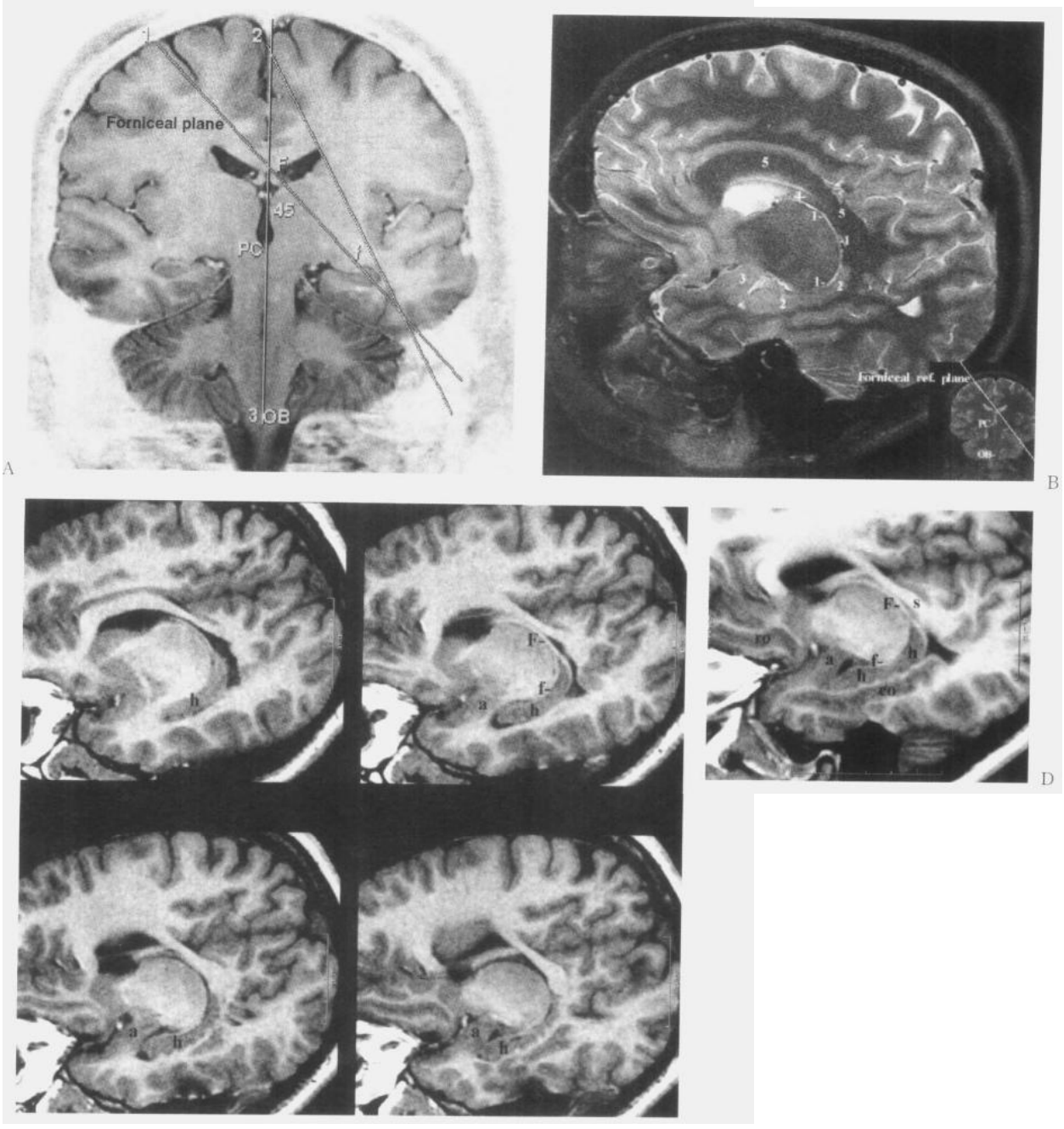


图6.6A-D　穹窿平面。A 在PC-OB冠状参考平面上的穹窿参考平面投射（1）、该平面和另一与正切于侧脑室外侧缘的斜面的比较（2），后者适用于对外侧裂周围皮质的检查。B 穹窿平面、MR上的解剖相关性、显示脉络膜裂（STIR、T2加权序列3mm层厚）。C 穹窿平面、连续切面、显示边缘叶的主要解剖结构、应用这项特殊的斜向定向完成的MRI重建切面（SPGR、T1加权像2mm层厚）。D 穹窿平面；穹窿伞及杏仁体-海马复合体清晰显示在单连续部-斜切面上（2mm）。F 穹窿脚；f、穹窿伞；a、杏仁体；h、海马；co、侧副沟；ro、喙状沟；s、胼胝体压部

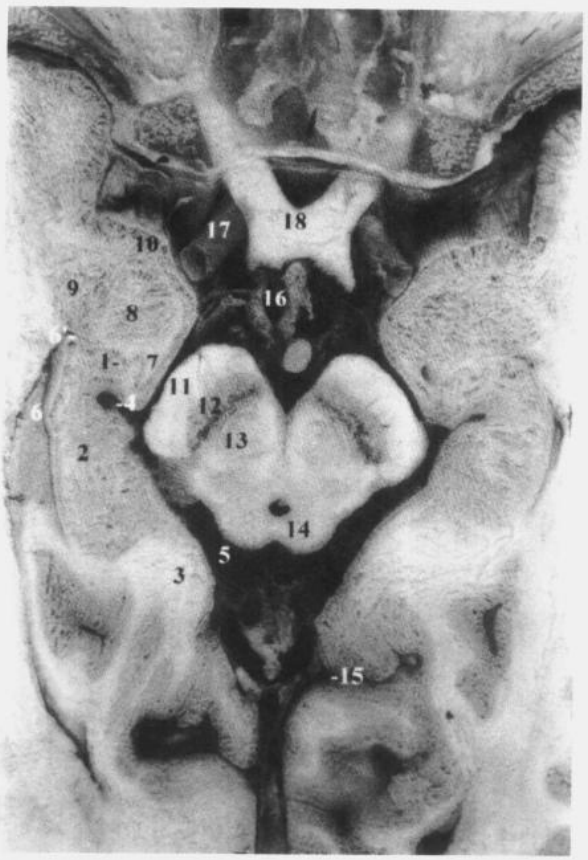


图6.7 通过海马结构和杏仁体的轴位解剖切面。1，海马头（指状突）；2，海马体；3，海马旁回；4，海马沟；5，环池；6，颞角；6'，钩隐窝；7，钩回；8，杏仁体基底核；9，杏仁体外侧核；10，环回；11，大脑脚；12，黑质；13，红核；14，上丘；15，侧副沟；16，交叉池；17，颈内动脉；18，视交叉

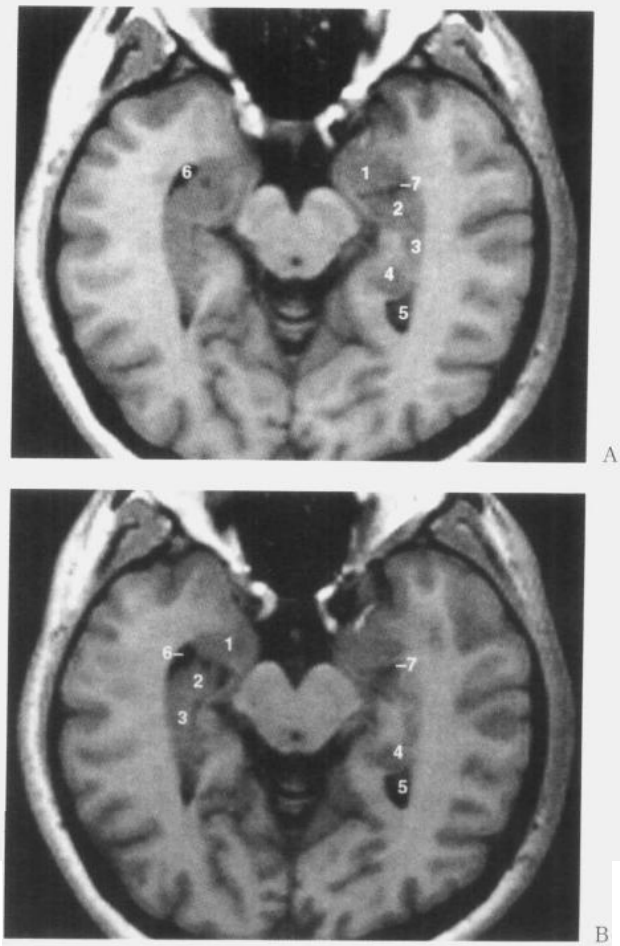


图6.8A,B 通过海马－杏仁体复合体并与CH-PC参考平面平行的MRI轴位切面（3D SPGR-T1加权，层厚3mm）。1，杏仁体；2，海马头；3，海马体；4，海马尾；5，侧脑室三角区；6，侧脑室颞下角

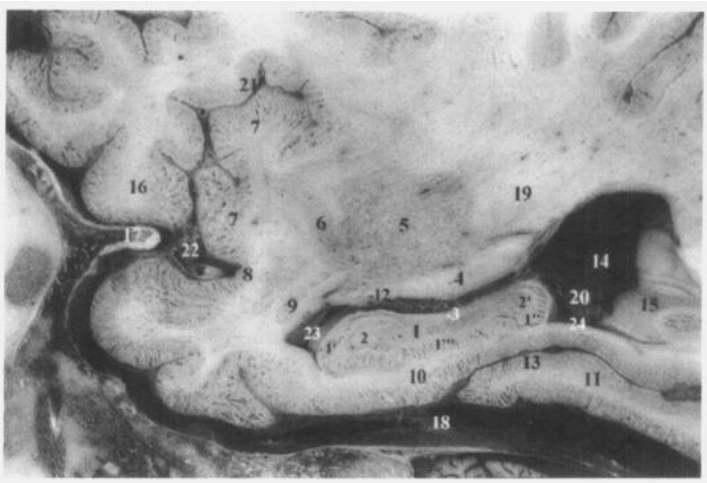


图6.9 通过海马的外侧矢状解剖切面，显示海马内部结构。1，海马；1'，Ammon角，海马头；1"，Ammon角，海马体；1"'，海马回下脚（下托）；2，齿状回，海马头；2'，齿状回，海马体；3，伞部；4，视辐射；5，壳核；6，屏状核；7，脑岛；8，鼻内沟；9，杏仁体外侧核；10，海马旁回；11，梭状回；12，尾状核尾；13，侧副沟；14，侧脑室三角区；15，禽距；16，枕外侧回；17，翼点；18，颞窝；19，内囊、豆状核后部；20，脉络丛；21，脑岛环形沟；22，大脑中动脉分叉部和脑岛支；23，侧脑室颞角；24，侧副三角

区，或von Bonin和Bailey定义的TG区。Insausti对其细胞结构学特点做了定义。在解剖学上，该区域相当于颞极。颞极的范围是从颞叶尖部向外侧及腹外侧至颞上回或颞下回水平，其特征为颞上沟或颞下沟的出现。在腹内侧，颞极皮质与鼻周区相融合，并向背侧扩展到岛阈水平。颞极有三个面：背侧、外侧及内侧面。有一或两条被称为颞极横沟的脑沟位于颞极的背侧部自前向后走行。该沟界定一或两条横行的颞叶脑回，称Schwalbe回。当Schwalbe回出现时，颞极外侧回把颞极皮质与新皮质分开。在腹侧，颞上沟或颞下沟的出现被认为是颞极皮质的界限，后者在腹内侧终止于侧副沟水平。

B 鼻内区

鼻内区占据了海马旁回的大部分区域并向背内侧延伸到杏仁核周围皮质（Brodmann 28区）（图6.10、6.11）。该区向尾内侧延伸达海马下脚前部并向外侧扩展至侧副沟内缘。

鼻内区在岛阈水平向头侧扩展至杏仁核周围皮质的内侧。由半月沟将其与杏仁核分开。它在海马回钩上方的范围包括环回，到达侧副沟水平的外侧。根据Insausti等的报道，鼻沟对于确定鼻内区范围的作用有限。在海马回钩的后内侧水平，鼻内区的边缘以海马裂为标志。在MRI的冠状面像上鼻内区的皮质在一个MRI层面上扩展到边缘内回的后方。

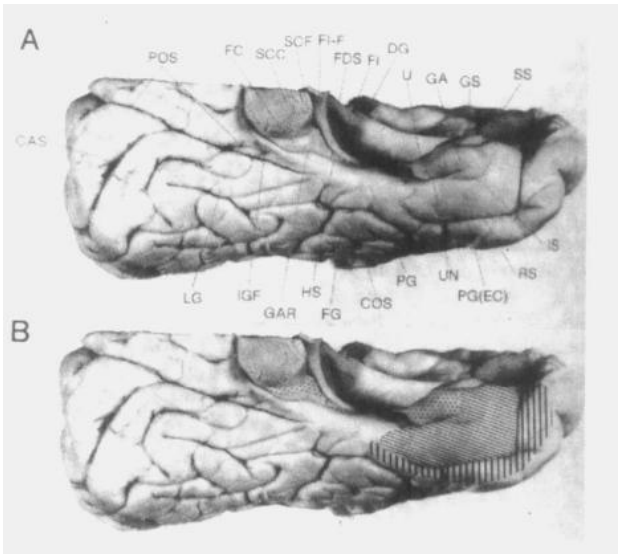


图6.11 A 左侧颞叶内侧皮质的沟回。CAS，距状沟；COS，侧副沟；DG，齿状回；FC，灰质束；FDS，海马伞－齿状沟；FG，梭状回；FI，海马伞；FI-F，穹窿－伞部移行部；GA，环回；GAR，Andres Retzius回；GS，半月回；HS，海马沟；IGF，穹窿回峡部；IS，鼻内沟；LG，舌回；PG，海马旁回；PG（EC），海马旁回（鼻内区皮质部）；POS，顶枕沟；RS，鼻沟；SCC，胼胝体压部；SCF，齿状回的胼胝体下弯曲部；SS，半月沟；U，海马回钩；UN，钩回切迹。B 颞叶内侧部的组成：海马皮质（点区），鼻内区皮质（斜线区），鼻周区皮质（垂直线区）。

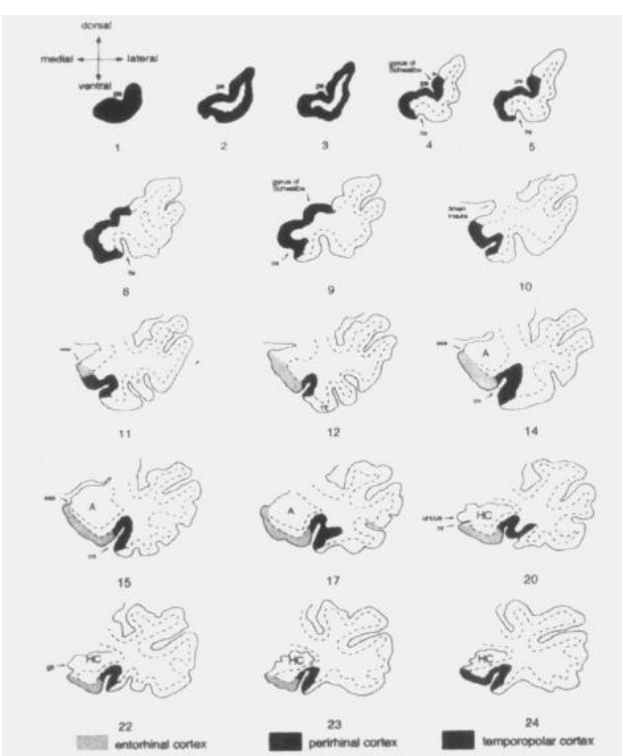


图6.10 鼻内鼻周和颞极皮质

C 鼻周区

鼻周区相当于Brodmann 35区（图6.10、6.11）。鼻周区随侧副沟沿其鼻尾侧范围走行，占据了侧副沟的基底部和内侧缘。此外，鼻周区构成36区。该区的内侧为Brodmann 20区，前方为38区，即von Bonin和Bailey定义的TG区。鼻周区皮质构成残留的鼻沟及更近尾侧的侧副沟外侧缘，近来的研究工作发现侧副沟的头侧部的范围及深度多变，而且其向前走行常不连续并可呈双沟，所以现在已用侧副沟取代了鼻沟这一命名。当这两条沟平行走行时，在颞叶主要的脑沟，即颞上沟、颞下沟和颞枕外侧副沟都出现的部位，可以辨识出侧副沟。

鼻区皮质的范围是非常复杂而多变的，并与侧副沟深度密切相关。Insausti等将侧副沟深度分为三类，当深度小于1cm时为浅沟，1～1.5cm之间时为正常沟，大于1.5cm为深沟。当侧副沟较浅时，鼻周区从侧副沟的深部向梭状



图6.12A-D 在前连合水平通过杏仁核复合体的连续冠状解剖切面，可用后连合－闩平面完成。1，杏仁体；2，海马；3，海马旁回；4，无名质；5，前穿通质；6，前连合；7，屏状核；8，颞角；9，视束；10，杏仁体皮质核；11，杏仁体基底核；12，杏仁体外侧核；13，环回；14，半月沟；15，钩回沟；16，侧副沟；17，鼻内区皮质；18，梭状回；19，环状沟下界；20，脑岛；21，杏仁体周区；22，鼻内沟

回顶的中段延伸。侧副沟的深度正常时，鼻周皮质自侧副沟内缘中点延伸到它的外侧缘。当侧副沟较深时，则从其内缘延伸到外缘中点。鼻周区皮质后部范围相当于位于海马回钩尾后部的内缘回。

D 杏仁核

1 杏仁核的形态学、局部解剖学及影像学

杏仁核或称杏仁核复合体，因其外形酷似杏仁而得名。它沿海马走行，并构成边缘系统的两个主要端脑成分之一（图6.12～6.15）。

杏仁核的局部解剖关系复杂，在MRI的冠状面上可以得到最佳的观察与评价，例如通过后连合－门参考平面获得的影像。这些冠状断面平行于脑干长轴并经过胼胝体嘴和前连合。这些层面可显示杏仁核团位于海马结构的背侧，及侧脑室前角顶端的嘴侧。杏仁核上部部分地与屏状核的下缘相连续，通过外囊及腹侧纹状体的纤维将其与壳核和苍白球分开，并显示其与视束密切相接。在这个水平上，杏仁核与尾状核的尾端融合。

杏仁核是皮质核的过渡区，位于颞叶的背内侧，并构成侧脑室下角的腹上壁和腹内侧壁。在胚胎学上，杏仁核是由胶质小丘内侧区衍化而来。小丘中的细胞注定要形成古皮质和杏仁体。随着基底节及丘脑的发育，杏仁被推入颞叶的顶部，并固定在该位置。

有关杏仁核细分的报道已有很多。Humphrey把杏仁体分为两个大的核团，即外侧基底核与内侧皮质核。虽然有关的命名已获得同意，但对杏仁核的位置并没有达成一致意见。有鉴于此，本书中采用Gloor使用的分类。应用这些标准，杏仁核分为三个大的亚核团：外侧基底核、内侧皮质核和中央核群。

a 外侧基底核群

在种系发生学上，外侧基底核群是比较年轻的一组。此外，它也是杏仁核中最大的核群。体积测定研究显示，其右侧大于左侧，而外侧核是导致杏仁核左右不对称的主要原因。外侧基底核分为两个部分：

1. 外侧核位居腹外侧，并向后延展到外侧角顶端并覆盖海马的顶端。前连合纤维越过其

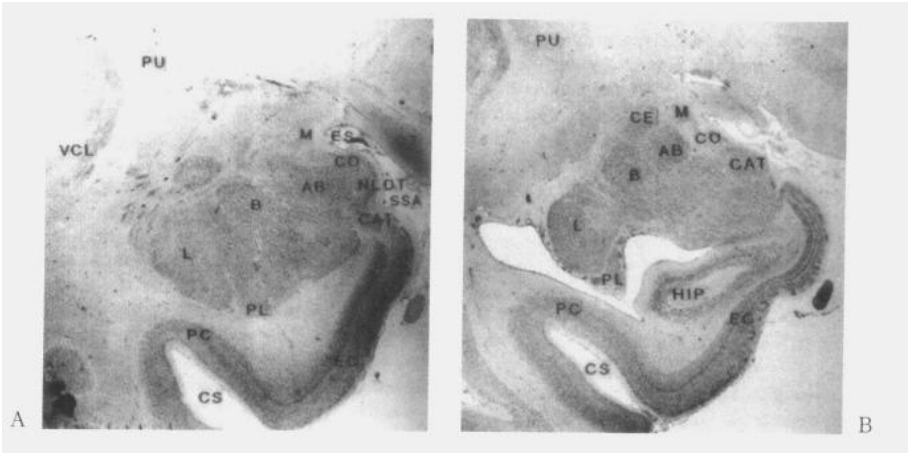


图6.13 A 杏仁核前1/3显示全部的亚核。AB，副基底核；B，基底核；CAT，杏仁体皮质移行区；CO，皮质核；CS，侧副沟；EC，鼻内区皮质；ES，鼻内沟；L，外侧核；M，内侧核；NLOT，嗅束外侧核；OT，视束；PC，鼻周皮质区；PL，板旁核；PU，壳核；SSA，半月沟。B 杏仁体后1/3。AB，副基底核；B，基底核；CAT，杏仁核周围皮质；CE，中央核；CO，皮质核；CS，侧副沟；EC，鼻内区皮质；HIP，海马；L，外侧核；M，内侧核；PC，鼻周皮质；PL，板旁核；PU，壳核

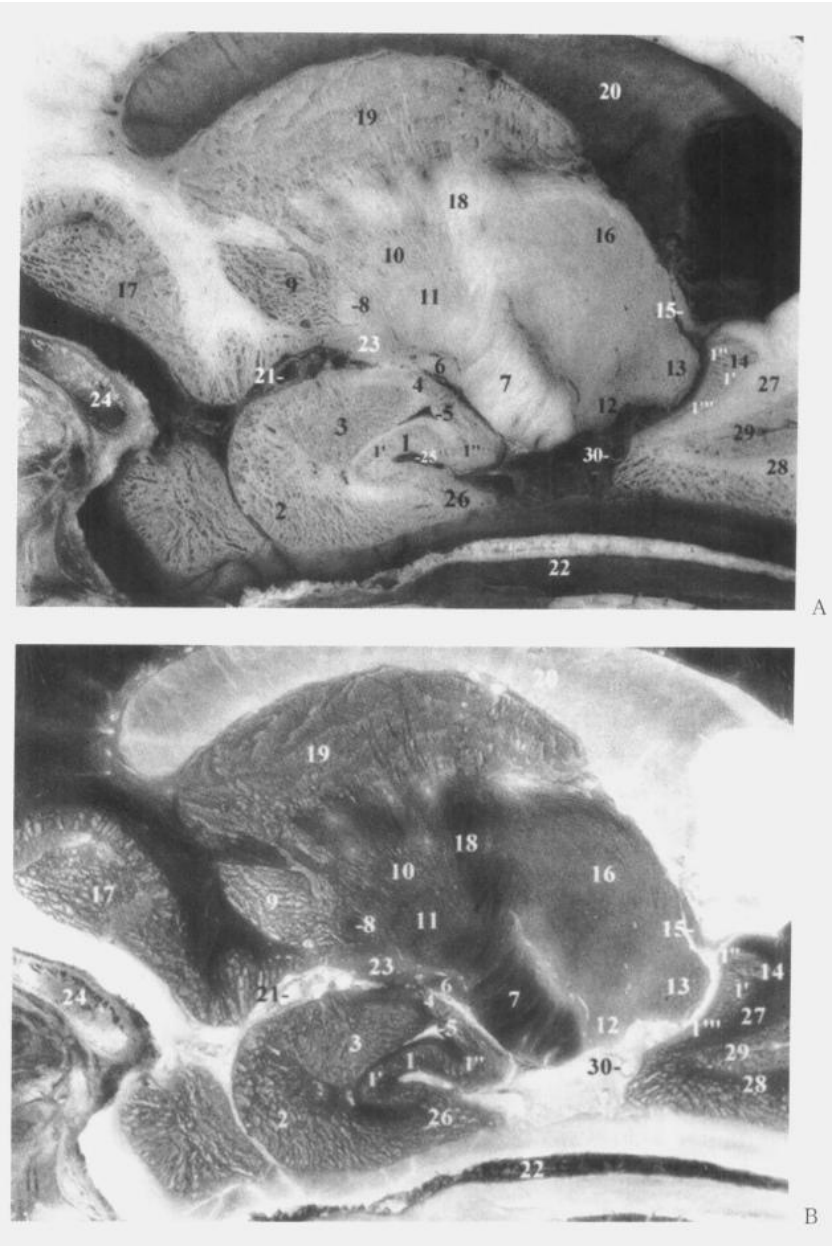


图6.14A,B 通过海马回钩和杏仁体的矢旁解剖切面（A与B为对比翻转的相同的平面）。1，海马；1'，Ammon角；1"，齿状回；1"'，海马回下脚（下托）；2，环回；3，杏仁核，副基底核；4，杏仁体，皮质核；5，侧脑室颞角；6，视束；7，大脑脚；8，前连合；9，壳核；10，苍白球，外侧部；11，苍白球内侧部；12，内侧膝状体；13，丘脑枕；14，海马尾；15，穹窿脚；16，丘脑后外侧核；17，眶内侧回；18，内囊；19，尾状核；20，侧脑室；21，大脑中动脉22，小脑幕；23，前穿质；24，前床突；25，钩回沟；26，海马旁回；27，峡部，28，舌回；29，前距状沟；30，大脑后动脉

外侧缘，该核自尾侧向上与纹状区混合；在内侧，外髓板与基底核分开。

2. 基底核被中间髓板的内侧支与副基底核分开。自上内侧到外侧以杏仁体的皮质核、中央核和脑室下区为界。其下方以副核和颞角顶部为界。

副基底核位于基底核的内上部，被髓板将其与后者分开，其背侧以中央核为界。髓板旁核是一个宽而薄的核群并覆盖外侧核基底部。

b 内侧皮质核群

正如其命名所示，内侧皮质核群远小于外侧基底核群，它形成了杏仁体的皮质壳，该核群由腹侧向背侧依次被分布在嗅束核团、副嗅束核团、皮质核团、内侧核团内。皮质核团形成半月回。内侧核团位于视束水平的鼻内沟的外侧。

c 中央核群

中央核见于杏仁核的背尾侧，填置在苍白

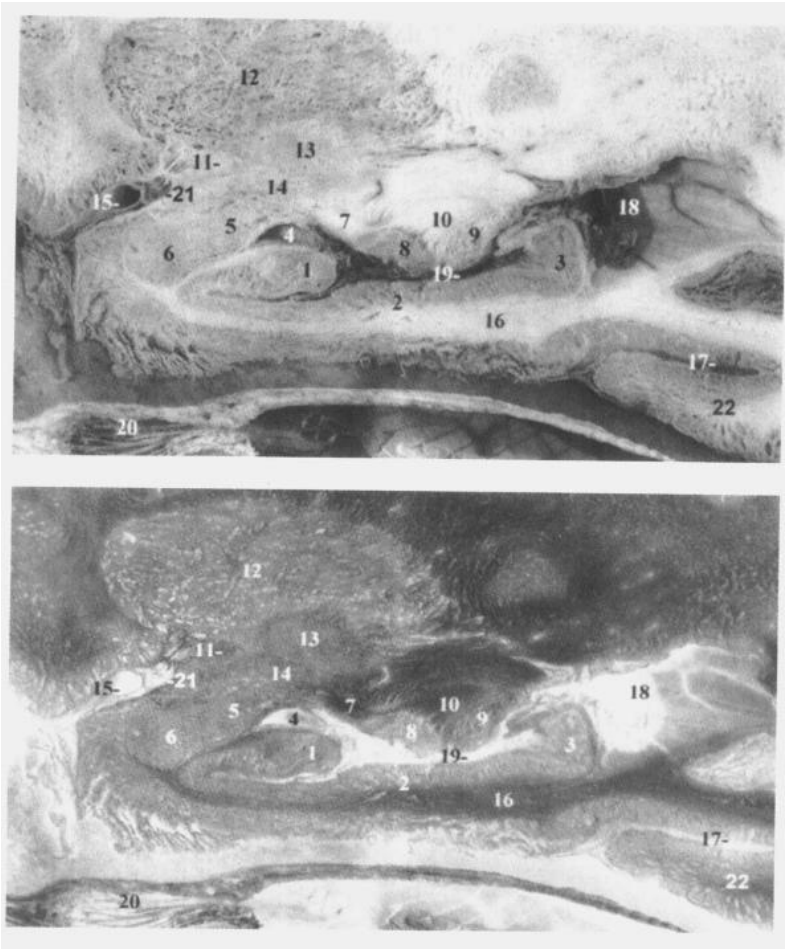


图6.15A,B 通过杏仁核和海马的矢旁解剖断面（A，B为对比翻转的同一切面）。1、海马头；2、海马回前下脚；3、海马尾；4、颞角；5、杏仁核，基底核；6、杏仁核，外侧核；7、视束；8、外侧膝状体；9、丘脑枕；10、Wernicke三角区；11、前连合；12、壳核；13、苍白球外侧部；14、前穿质；15、大脑中动脉；16、海马旁回；17、侧副沟；18、侧脑室三角区；19、脉络膜裂；20、Meckel三叉神经节腔；21、鼻内沟；22.梭状回

球下方，紧邻终纹底部。中央核群内的一些细胞与横隔核相邻。中央核群有时包括在内侧皮质核群内，成为该核群的一部分。Alhide和Heimer把它包括在除纹状体终板底核，无名质的豆状核下部之外的“杏仁核延伸部”。该上内侧延伸部大体上可见于最前部的MR冠状面和矢旁面上。它在上方与前连合的外突部相关，并向颞叶前部弯曲。

三个另外的核是：终纹的间质核，杏仁体尾部的小核以及杏仁前核

d 杏仁核的边界

杏仁核的边界在MRI上难于准确划分。因此，已经开发了用于杏仁核体积测定的指南。这些作者确定了杏仁核前内侧的范围是在鼻内侧沟起始部。

半月沟在MRI上难于显示，而把位于腹侧的小脑幕切迹当作杏仁体的腹内侧面的界限。其下方和侧方的边界以颞叶的白质纤维为界。其上方以鼻内侧沟或视束的上外部和脑岛的环形沟之间的连线为界。

2 功能及临床方面的考虑

在过去，杏仁核复合体的功能在很大程度上被低估了，并且在人类中对其不完全了解。杏仁核与脑的各种区域有广泛的联系。

杏仁核的传出是通过两个传出纤维系统，即终纹和腹侧离杏仁核通路。终纹起于杏仁复合体的尾内侧部，并沿尾状核的内侧缘呈弓状走行，也称为半月纹，到达前连合水平。在此，它分裂开成三部分：连合前部分，其纤维向前

下行到白质连合；连合部，它穿过前连合；后连合部，它向尾侧下行到连合。当终纹到达丘脑前极时，它与构成丘脑的神经元相联系，终纹基底核见于穹窿前柱外侧和前连合的背侧。

第二个主要的传出纤维束是腹侧离杏仁核通路，它起源于杏仁核的背内侧并向外侧走行通过无名质的豆状核下部和豆状核的下部的前穿质。这些纤维向外侧视交叉前－丘脑区内延展。其中一些纤维穿过下丘脑脚，终止于丘脑背内侧核。

终纹与腹侧离杏仁体的通路并不是严格独立的，其间有相互联接的纤维。起自大多数杏仁核的传出纤维主要是通过皮质下的两个传导束。近来有关脊椎动物的资料显示，杏仁核复合体也通过内囊与新皮质连接。杏仁体的投射与单向感觉皮质广泛连接。

杏仁核的传入纤维主要以聚合的感觉纤维为代表，这些纤维主要传导来自许多皮质下区的信息，例如下丘脑、腹侧纹状体、前脑的基底部以及脑干的自律中心。鉴于这些连接的存在，可以把杏仁核看成是一个主要中继中心，通过该中心输入的外部信息可以调节情感状态。

这些投射纤维包括：(a) 来自嗅球和嗅皮质的纤维，(b) 来自丘脑和下丘脑的纤维，(c) 来自前脑基底部的纤维，(d) 来自脑干的传入纤维 (e) 来自大脑皮质的纤维，(f) 来自外侧臂旁核的纤维。

在灵长类中，就嗅觉而言，起自嗅觉系统的纤维并不占主导，即使这些纤维起自嗅球，这些纤维经由外侧嗅束终止皮质内侧核。实际上考虑到在嗅觉缺失的水生哺乳动物中，其杏仁体发育良好，以及双侧杏仁核复合体均遭破坏并不损伤嗅觉的分辨能力，看来杏仁体在嗅觉中的作用并不重要。

Meynert基底核与斜带核沿离杏仁体腹侧通路相互投射到杏仁体。杏仁体接受来自背侧及腹侧丘脑区的信息，并终止于中央杏仁核。但是下丘脑－杏仁体的投射并不显著。

来自脑干的传入纤维也经由腹侧离杏仁核通路投射到中央杏仁核，它们起源于导水管前灰质、黑质、蓝斑、背侧缝核、腹侧被盖区和孤束核。

由皮质向杏仁体的投射起自前扣带回（第24区），并投射到外侧基底核，并从海马回下脚（下托）到中基底核和皮质核，从鼻周皮质（35和36区）到中基底核，新皮质的传入纤维起源于额叶，额前内侧区（11和12区）和尾侧眶额皮质（13和14区），从颞叶，主要是听区（22区），视觉联络区（20和21区），颞极区（38区）和脑岛皮质。上述各区均终止于外侧和基底杏仁核，而各大皮质区均投射到中央核。

3 临床考虑与目标

刺激动物的杏仁体引起恐惧及防御反应，刺激的强度决定行为奋争的反应水平。完全阻碍腹侧离杏仁通路会抑制防御反应。在人类，狂暴的防御反应很少见于颞叶癫痫，但刺激杏仁核仍能产生恐惧、混乱及对相关事件的健忘。在动物中杏仁体双侧损害的效果是感情行为的变异。在猴类中，所谓Kluver-Bucy综合征见于双侧杏仁体破坏，表现为动物变得平静且无恐惧和侵犯反应，以口头触觉和视觉的方式对事物做强迫性探究。也可出现性亢奋行为。这些试验除杏仁体外还涉及颞叶各区。在人类中上述的两侧病变造成侵犯行为减低，感情兴奋明显下降，但无提示Kluver-Bucy综合征的征象。

鉴于痴呆病人中杏仁体的体积明显减小，伴发于阿尔茨海默病的感情成分及其与杏仁体的关系，受到很大的关注。情绪消沉相符合的感情紊乱似乎与记忆丧失无关，后者与海马有关。同样的是在精神分裂症的病人中，基于在杏仁体与额叶皮质之间存在的连接，及被考虑

为精神分裂症的功能障碍的出现，杏仁核似乎与感情变异有关。支配的额叶皮质和腹侧纹状体的中央边缘多巴胺系统的活动增加，推测为本病的神经化学上的特征，这被假定为神经递质疾病，考虑到杏仁体与受多巴胺影响的中脑神经元之间的交互连接，中脑是中边缘系统的通道，应强调杏仁体的作用。

总之，杏仁复合体由于其广泛分布的皮质－杏仁体－顶盖和下丘脑通路在发起和集成与感情行为相关的自主和躯体反应中起重要作用。

E 海马结构

就我们所知，第一位描述海马结构的人是Arantius，J. G. Duvernoy在1729年提供了第一张图解。Vicq d'Azyr提出了通过颞叶和下角的解剖断面，似乎是按视交叉－后连合（CH-PC）参考线定位的，该切面显示海马结构突入颞角的底部，并显示了其前后长轴的全部结构。有关海马复合体命名的回顾可见于Tilney、klingler和Meyer的著作。海马由两层互锁的皮质板层组成即：Ammon角或海马本部与齿状回。

1 胚胎学

端脑在发育期间明显增大，将旧皮质或嗅脑推入颞叶内侧的基底部。包括海马结构和扣带回的旧皮质，最后由位于端脑脑泡内侧壁的薄的皮质带构成。该皮质带自室间孔向尾侧延伸止于脑室的后界。海马体积的增大使其向脑室内突入，并伴有自海马沟衍生的血供进入。海马沟起于脑室的内侧壁并与脉络膜裂平行走行。

由于大脑半球随颞叶的形成而增大，海马结构向后移位，最后向下进入颞叶（图6.16）。于大脑半球内侧面出现一条纵沟，即海马裂，该裂与脉络膜裂平行。脉络膜裂和海马裂从室间孔区呈拱形弯曲止于侧脑室下角的顶端。海马的拱形弯曲并不与之相似。海马裂的上部逐渐有来自胼胝体的连合纤维长入，在几乎没有任何分化的情况下构成残余的脑回，即灰被。随颞叶向前生长，其下部发育并分化为海马结构，海马结构向颞叶下角突入，同时海马裂加深。海马裂的双唇形成齿状回和海马旁回。海马旁回的上部，邻近海马裂，为海马回下脚（下托）。如Warwick和Williams的图解所示，海马及其相关结构在形态学上逐渐发生的变异和折叠，在冠状面上容易显示。

a 脉络丛、脉络组织、脉络带和附着板

在脑的发展过程中，环绕在其周围的血管床陷入脑室，形成脉络丛。内陷的血管床有两个边缘：其一为游离缘，称脉络组织，它连接脉络组织与血管床；另一个是固定缘，附着在丘脑腹侧面，称附着板。脉络带是脉络丛基底部的一簇突入脑室腔内的脉络丛。

颞角的发育把脉络丛推向后方，伴随着旋转，脉络丛的位置被翻转，改变到颞角海马结构的顶部。此外，脉络丛固定缘的位置与其在侧脑室内的位置相比是相反的。

2 形态学与影像学

自从Ramon Y. Cajal和Lorente De No完成的先驱性教科书以来，对海马结构的局部解剖和功能解剖的研究已做了广泛而全面的工作。这些包括Gastaut、Lammers，Crosby等，Blackstaad和Flood，Brodal，Warwick和Williams，Isaacson和Pribram，Carpenter等的著作，值得读者参考。

海马结构在形态学上可分为连合前部，连合上部和连合后部。连合后部代表海马结构，其他部分是残余的解剖结构。连合前部占据胼胝体下区的尾侧部。连合上部相当于灰被或胼

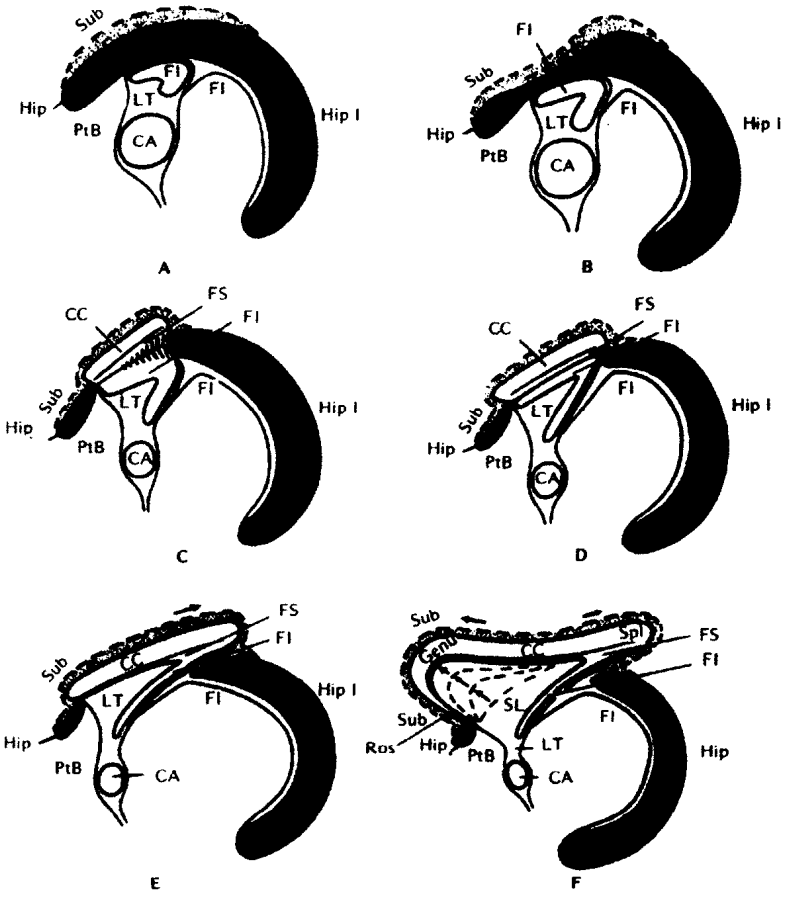


图6.16A-F 海马结构和胼胝体的种系发生和个体发生。A 单孔类；B 中间期；C 刺猬和蝙蝠；D 海马的连合前小残余；E 啮齿类动物；F 灵长类动物。CA，前连合；CC，胼胝体；Fl，下穹窿；FS，上穹窿；LT，终板；PtB，终板旁体；Ros，嘴；Spl，胼胝体压部；Sl，透明隔；Sub，海马回下脚（下托）

胝体上回，其中有两条白质纤维束:内侧和外侧Lancisi纵纹，后者在MRI上不能辨认。

海马位于颞叶的内侧面，在其发育期间沿海马沟转动之后即突入侧脑室的颞角内，其嘴侧端向腹侧延伸到杏仁体。

海马结构的主要局部解剖结构见于垂直于侧脑室下角长轴的冠状解剖和MRI切面上。海马的形态及其组成结构的位置是根据其发育过程中出现的皮质折叠来说明。海马下脚和齿状回的外部在海马沟的深部面面相对。分开海马沟可见齿状回位于其间，位置靠下，海马伞在上部。齿状回随海马伞向后走行直至胼胝体后部。齿状回内侧的皮质区为海马回下脚（下托），它与海马旁回或鼻内区相连。Ammon角，海马结构的第三纵行结构是海马本部，在发育的早期Ammon角与齿状回是连续的。后来，由于不明的原因，齿状回变成凹面形滑落到海马角下方，抵达其最终部位，于该部两种结构彼此适应，并经海马沟分隔。

Ammon角和齿状回及海马回下脚（下托）（后者可分为原下脚、下脚和前下脚和副下脚）均有古皮质结构，而梨状皮质显示为旧皮质结构。邻近侧副沟的海马旁回的大的下部是与六层的同行皮质类似的过渡皮质。实际上在海马旁回上，通过海马副下脚、前下脚、下脚和原下脚延伸最后到海马和齿状回的皮质都显示出逐渐自六层皮质到三层皮质的过渡。

海马结构被白质纤维层覆盖，即海马槽，它在海马的内侧面汇聚形成海马伞，海马伞构成穹窿的起始部。注意海马槽是室管膜下白质

束，它转运进出海马的纤维。

3 海马结构的解剖

海马结构分为两部，即海马本部或Ammon角与齿状回或齿状束（图6.17～6.19A-D）

a 海马本部

海马本部是一个圆柱状结构，其前部庞大，从颞角的顶端到胼胝体压部延展约4～5cm，在压部与穹窿相连。其行程有如一个强大的内部的凹面。海马一般分为头、体、尾三部分。

b 海马头

海马头的特征是其上的几个指状突起，在其腹脑室面上表现显著，代表海马结构上的折叠（图6.20、6.21）。指状突起在海马钩的顶端尤为明显。如前所述，这些折叠是由于人类海马在固定的范围内过度生长所致。

海马回和海马旁回向后弯曲形成海马钩。Ammon角在海马钩内的位置已由几位作者做了检查。Klingler和Duvernoy指出边缘内回被海马结构的C4和C3区域所占据。而CA1区及海马回下脚（下托）复合体占据了Giacomini带前方的区域。

c 海马体

在海马体水平，海马本部的外侧以侧副隆突为界，侧副隆突是侧副沟在颞角上形成的边缘。海马体的脑室面即海马槽，构成海马的传出纤维，并与穹窿伞相连（图6.22～6.26）。在海马体水平，穹窿伞部是一束厚的白质纤维，它呈凹面U字型指向脉络丛和颞角。穹窿伞的内侧面与齿状回被伞缘齿状沟所分隔。

d 海马尾

海马尾的前段类似于海马体。但与其不同之处是海马本体逐渐变细，而穹窿伞逐渐增大（图6.26）。海马尾的后面有两个明显不同的几何学方面的重要结构，齿状回和穹窿伞，呈现为相异的终点。齿状回延伸到胼胝体前部的终点即形成灰被，而穹窿与海马体的其余部分，沿着一条胼胝体下路线移动。这种相异的进程造成伞齿状沟增宽，从而使Ammon角CA3区得以暴露。该区称束状回。

4 细胞结构学与内在环路

在内在细胞结构基础上，海马及海马旁皮质可以细分为几个部分。Ammon角被细分为四部分：CA1、CA2、CA3和CA4（Lorente de No 1934）。CA1区与海马回前下脚上方；CA4区填充于齿状回门部常不被认为是个明确的实体；CA2和CA3区位于CA1和CA4之间。Rose（1927）提出了另一种海马分区。H1区相当于CA1，该区扩展到海马回原下脚，H2和H3分别相当于CA2和CA3；H4和H5相当于CA4，也包括在齿状回的门部。Vogt和Vogt



图6.17 海马结构（矢状解剖切面）。1、海马头；2、海马回下脚（下托）；3、海马尾；4、侧脑室颞角；5、杏仁核外侧核；6、杏仁核基底核；7、前连合；8、前穿质；9、大脑中动脉；10、侧脑室三角区；11、苍白球外侧；12、壳核；13、外侧膝状体；14、Wernicke三角区；15、内囊，豆状核后部；16、灰纹桥；17、尾状核；18、丘脑枕；19、穹窿脚；20、海马槽；21、海马伞；22、侧副沟；23、禽距；24、前距状沟；25、海马旁回；26、梭状回；27、颞极



图 6.18　海马结构（矢状解剖切面）。1、海马头 Ammon 角；1'、海马尾 Ammon 角；2、海马头、齿状回；2'、海马尾、齿状回；3、海马回下脚（下托）；4、海马伞；5、海马沟；6、颞角钩隐窝；7、杏仁核、基底核；8、杏仁核、外侧核；9、杏仁核、皮质核；10、外侧膝状体；11、视脚；12、视束；13、丘脑枕；14、壳核；15、苍白球外侧部；16、苍白球内侧部；17、前连合；18、前穿质 19、禽距；20、侧副三角；21、侧副沟；22、海马旁回；23、内囊后肢；24、尾状核

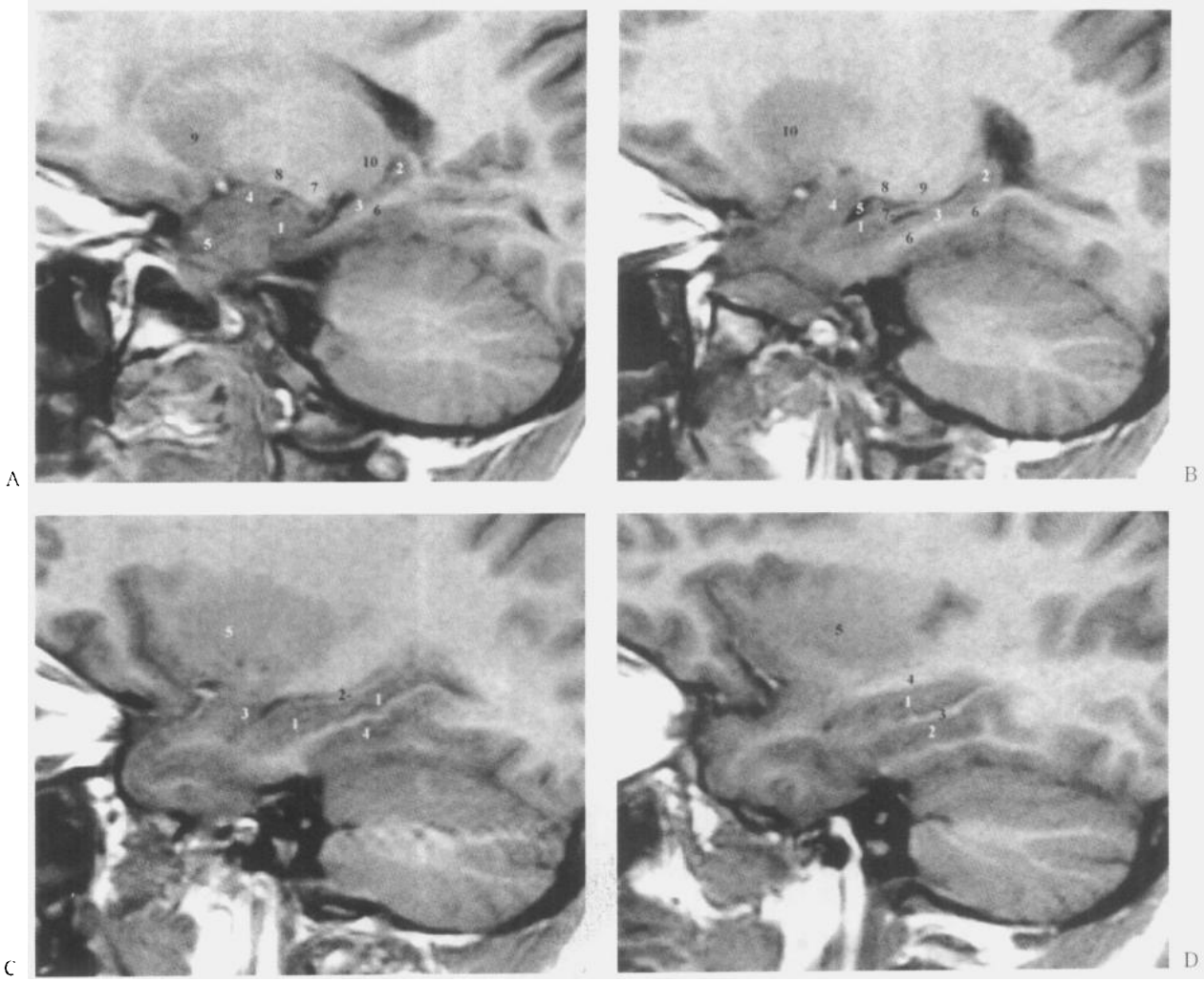


图 6.19A-D　通过海马结构的矢状连续切面（SPGR、T1 加权、4mm 层厚）。A 1、海马头；2、海马尾；3、海马回前下脚；4、杏仁核；5、环回；6、海马旁回；7、大脑脚；8、视束；9、壳核；10、丘脑枕。B 1、海马头；2、海马尾；3、海马回前下脚；4、杏仁核；5、侧脑室颞角；6、海马旁回；7、海马伞；8、视束；9、外侧膝状体；10、壳核。C 1、海马；2、海马伞；3 杏仁核；4、侧副沟；5、壳核。D 1、海马；2、侧副沟；3、海马旁回；4、视辐射；5、壳核

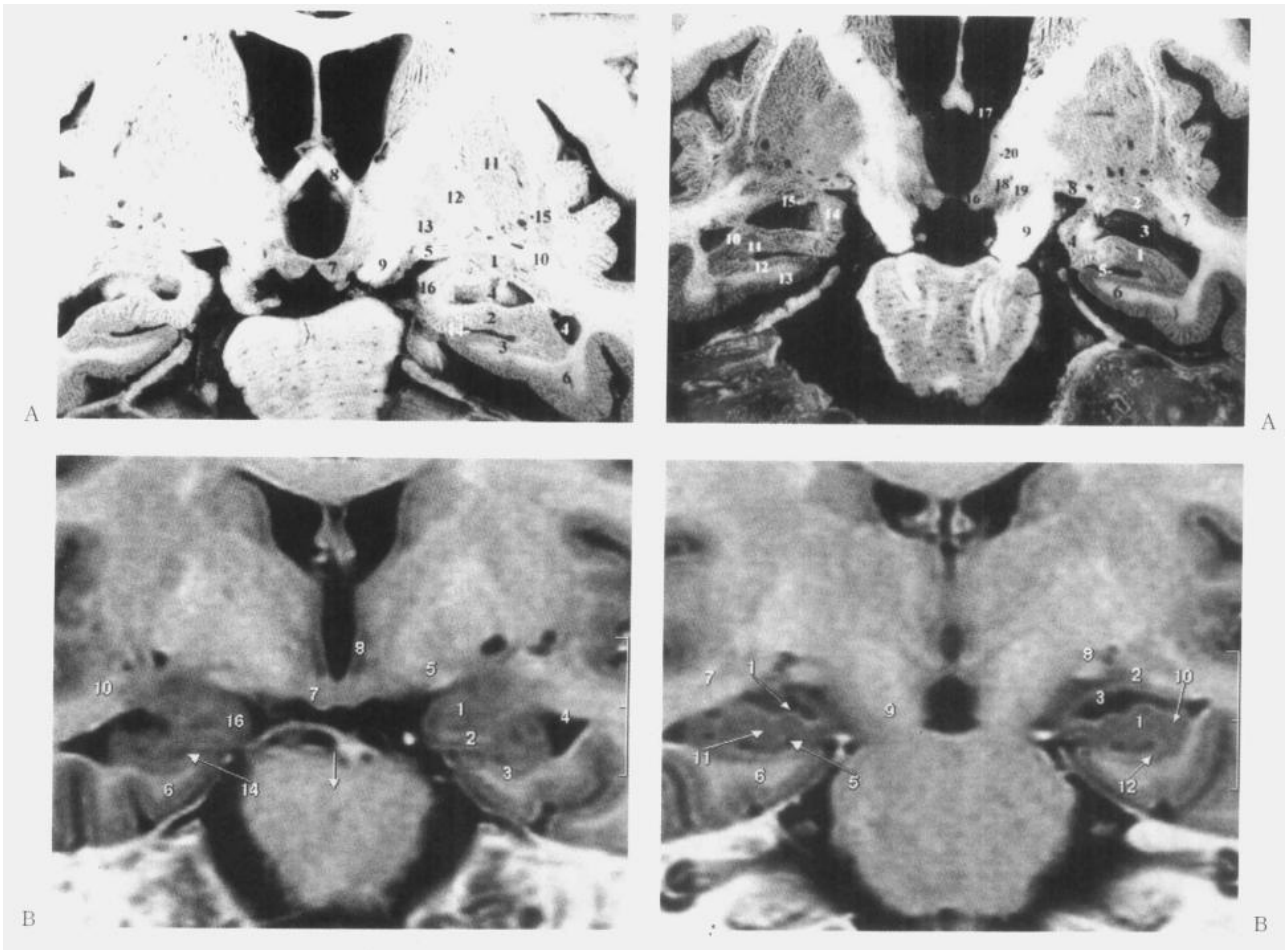


图6.20A,B 海马结构。在穹窿前柱水平通过海马头的冠状解剖切面。1、杏仁核；2、海马；3、海马回下脚（下托）；4、颞角；5、视束；6、海马旁回；7、乳头体；8、穹窿前柱；9、大脑脚；10、颞干；11、壳核；12、外侧苍白球；13、内侧苍白球；14、钩状沟；15、屏状核；16、钩回

图6.21A,B 海马结构。通过海马头并通过室间孔水平的海马头冠状解剖层面。1、海马头、海马指状突起；2、杏仁核的皮质核；3、颞角；4、海马钩；5、钩状沟；6、海马旁回；7、颞干；8、视束脚周部；9、大脑脚；10、Ammon角；11、齿状回；12、海马回下脚（下托）；13、鼻内区皮质；14、钩回；15、终纹；16、乳头体；17、Monro室间孔；18、底丘脑核；19、鸡冠；20、无名区

(1937)提出一种简化分区方法，将分隔部分划分为三个区：H1相当于CA1，H2相当于CA2和CA3，H3相当于CA4。考虑到这些区域对缺氧的敏感性不同，CA1相当于Sommer区（Sommer 1880）为“易损区”，CA3是Spilmeyer提出的耐受区（Spilmeyer 1927）。CA4即Bratz区（Bratz 1899）是或多或少的易损区。

在细胞结构学上，海马有三个主要层，多形层、锥体层和分子层。最典型的是锥体层，其中有大锥体细胞、小锥体细胞和Golgi Ⅱ型细胞。齿状回同样也由三层细胞组成：分子层、颗粒层和多形层。

海马的内在传导系统已超出本书的范畴，仅对其作如下概述。注意所有的内在连接都与海马结构的长轴呈横断排列。这些内在连接的特征是三联

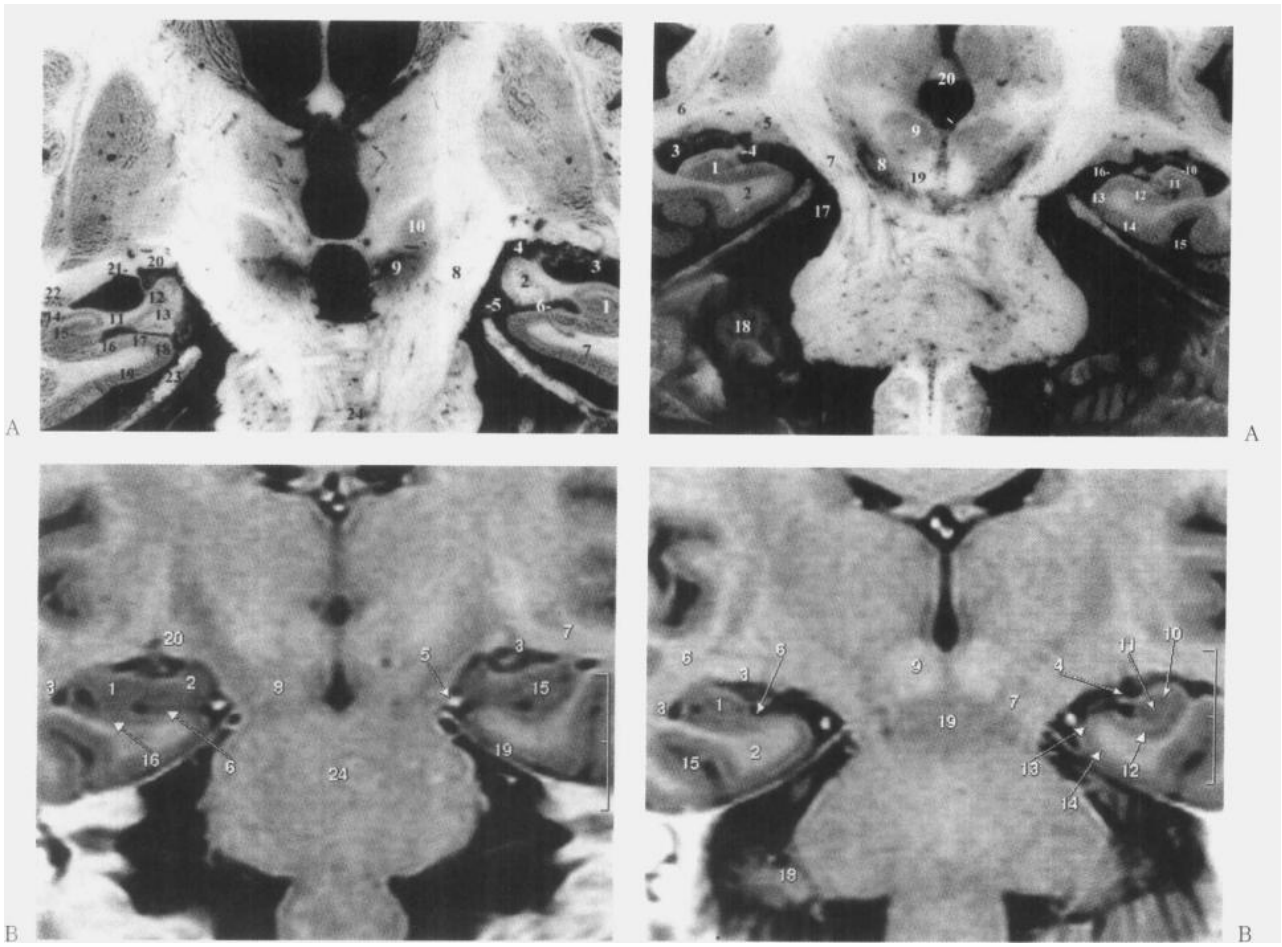


图 6.22A,B　海马结构。在底丘脑核团（10）和大脑脚（8）水平的海马体和边缘内回的冠状解剖切面。1，海马头；2，位于钩顶点的边缘内回；3，颞角和脉络丛；4，脉络膜裂；5，大脑后动脉；6，海马回下脚（下托）与齿状回之间的海马沟；7，海马旁回；8，大脑脚；9，黑质；10，底丘脑核团；11，海马伞；12，海马头 Ammon 角；13，海马头、齿状回；14，海马体、Ammon 角；15，海马体、齿状回；16，海马回下脚（下托）；17，前下脚；18，海马回旁下脚；19，鼻内区皮质；20，视束；21，终纹；22，尾状核尾；23，小脑幕；24，脑桥

图 6.23A,B　海马结构。在小脑出现部的绒球水平的海马体冠状解剖层面。1，海马；2，海马旁回；3，颞角；4，伞部；5，外侧膝状体；6，颞干；7，大脑脚；8，黑质；9，红核；10，海马体，Ammon 角；11，海马体、齿状回；12，海马回下脚（下托）；13，海马回旁下脚；14，鼻内区皮质；15，侧副沟；16，横裂，外侧翼；17，环池；18，小脑绒球；19，小脑上脚；20，丘脑间连接体

突触的传导系统。神经冲动由鼻内区皮质（28区）向海马结构的投射有两条通路：(1)穿质通路，起自鼻内区外侧部止于齿状回外2/3处；(2)海马槽通路，起自鼻内皮质区内侧部止于Ammon角。齿状回依次发出纤维，但不向海马结构外投射，呈苔状纤维终止于CA3区。CA3区投射至CA1区，后者依次向海马回下脚（下托）投射。这些连续的投射构成典型的三联突触的传导系统：鼻内皮质－齿状回，齿状回－CA3区及CA3区－CA1区。在CA1区的纤维反向投射至海马回下脚（下托），后者的纤维反向投射至鼻内皮质。鼻内皮质－海马的内在

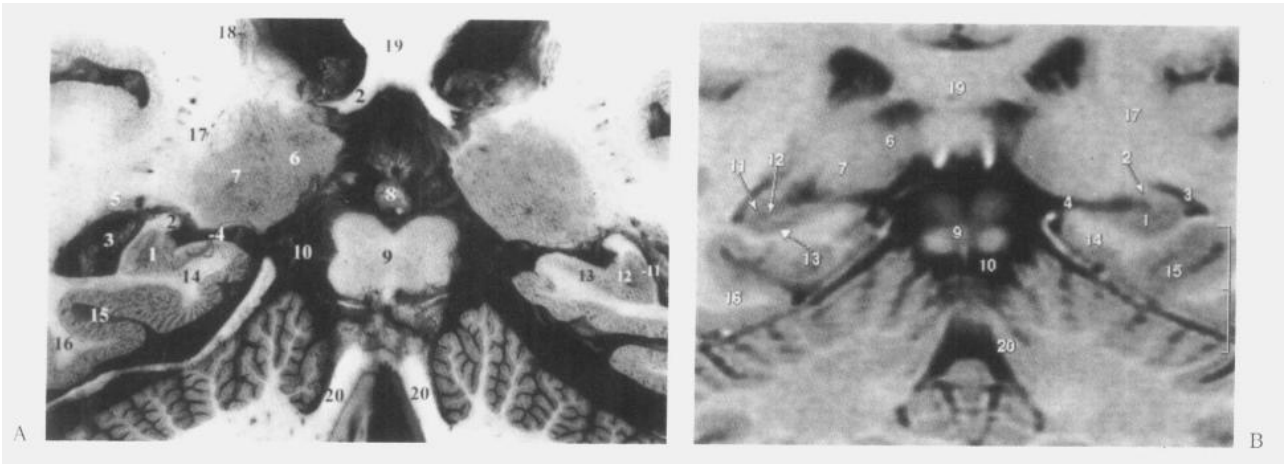


图6.24A,B 海马结构。丘脑枕和四叠体板水平的海马尾冠状解剖层面。1、海马尾；2、穹窿脚；3、颞角及脉络丛；4、横裂外侧翼；5、尾状核尾；6、丘脑枕内侧核；7、丘脑枕外侧核；8、松果体；9、四叠体板；10、四叠体池；11、Ammon角；12、齿状回；13、海马回下脚（下托）；14、海马旁回；15、侧副沟；16、梭状回；17、内囊、豆状核后部；18、尾状核；19、胼胝体压部；20、小脑上角

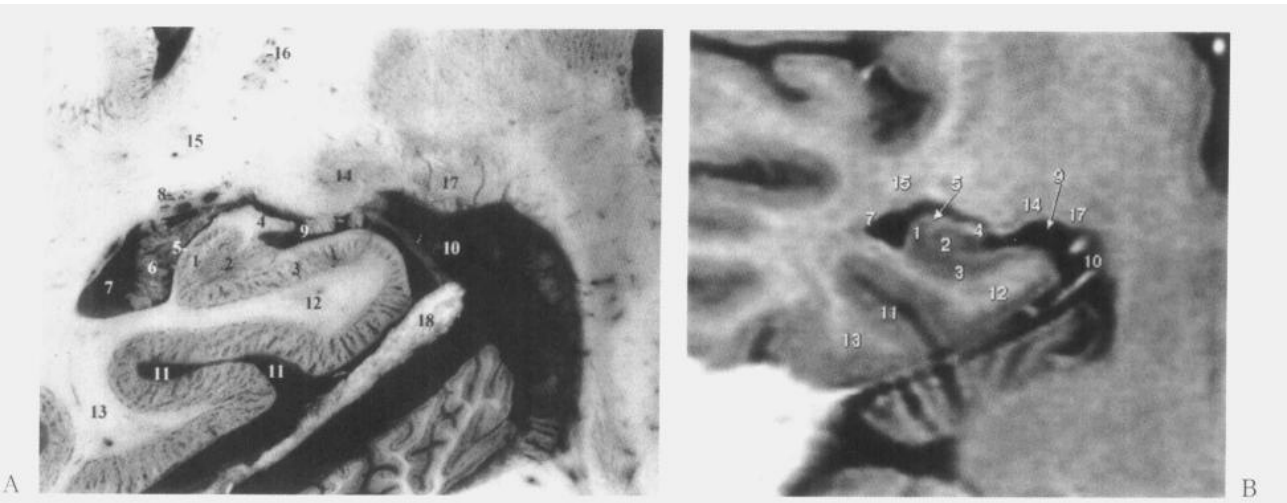


图6.25A,B 在后连合-门参考平面中、外侧膝状体水平的海马冠状断层解剖。1、Ammon角；2、齿状回；3、海马回下脚（下托）；4、海马伞；5、海马槽；6、脉络丛；7、颞角；8、尾状核尾；9、横裂外侧翼；10、环池；11、侧副沟；12、海马旁回；13、梭状回；14、外侧膝状体；15、颞干；16、壳核；17、内侧膝状体；18、小脑幕

投射是特别组成的，虽然对海马结构内部信息处理过程尚有待了解，但目前正在对记忆功能和学习方面进行广泛研究。

5 颞叶内侧（或中间）的血液供应

近来人们对颞内侧区的血液供应产生很大兴趣。有关其详尽的回顾，读者可以参考Erdem、Yazargil、Uchimura、Nagata、Duvernoy和Huther的专著。

海马的血液供应来源于脉络膜前动脉和大脑后动脉的分支。脉络膜前动脉供应海马回钩的几个部分的血液，除海马回钩外大脑后动脉还向海马的体、尾部供血。杏仁核由大脑中动

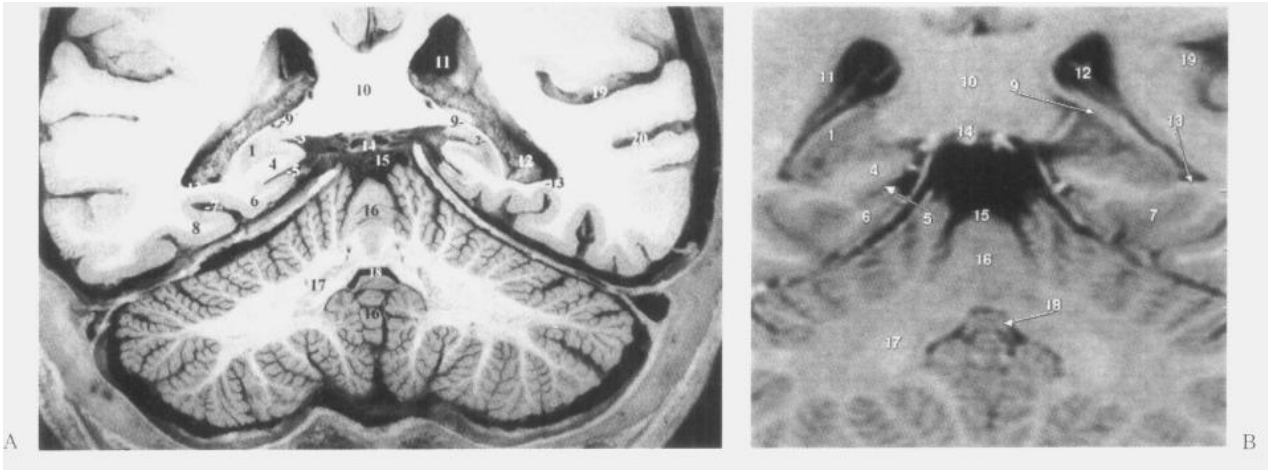


图 6.26A,B 海马结构。在胼胝体压部水平、海马尾冠状解剖层面。1、海马尾、压部下回；2、Ammon 角；3、束状回；4、峡；5、前距沟；6、海马旁回；7、侧副沟；8、梭状回；9、穹窿脚；10、胼胝体压部；11、侧脑室三角区；12、脉络丛；13、侧副三角；14、大脑内静脉；15、四叠体池；16、小脑蚓部；17、小脑、齿状核；18、四脑室；19、外侧裂；20、平行沟

脉 M1 段和脉络膜前动脉分支供血，颈内动脉末支为杏仁核内、外段供血。大脑后动脉很少发出分支到达杏仁核。海马旁回由大脑后动脉 P2 段供血。

6 功能和临床方面的考虑

推测影响这些内在传导系统的主要传入纤维起于：

1. 大脑皮质，皮质海马投射纤维主要终止于鼻内区，其确切的起点是眶额区（12 和 13 区）、脑岛、扣带前区（23和24区）、颞极区（38 区）、边缘内区（25 区）以及第一躯体感觉皮质、听觉皮质、视觉皮质；因此它包括起于嗅球的嗅觉传入纤维在内的所有感觉方式。

2. 杏仁核，主要自其外侧基底部向海马和鼻内皮质投射纤维。

3. 内侧隔核和斜带核，主要通过穹窿但也可通过扣带束或前脑内侧束向海马投射大量纤维。这些投射说明海马结构内胆碱能纤维的存在，而且可能是构成以慢 θ 节律为特征的海马的解剖学亚层。

4. 丘脑前核和正中核，经由扣带束投射至海马及海马旁区，该投射构成 Papez 传导系统的一部分。

5. 去甲肾上腺素能纤维和血清素激活纤维分别从蓝斑和中脑缝核发出，主要经由穹窿投射至海马。

海马结构中主要的传出纤维束以穹窿为代表，其中包括海马回下脚（下托）细胞及海马的锥体细胞的轴突，据估计，人类平均有 120 万条纤维而猴类只有50万条。这些投射纤维形成海马槽，并汇聚于海马的脑室内侧缘上面，而形成海马伞。海马伞呈扁平且较白的纤维，位于齿状回上方，海马伞向后方走行，逐渐增厚形成脉络膜裂下界。其次，海马伞自后上方向胼胝体压部走行并在其下方呈弓状弯曲构成穹窿脚。两侧穹窿脚紧贴于胼胝体下方，通过其间经许多纤维连接形成海马连合，人类中海马连合这一结构发育不良。穹窿脚连合形成穹窿体，附着于透明隔下缘，覆盖丘脑上内侧部，至丘脑嘴末端。于此水平，穹窿体于室间孔上方再次分开，形成前柱向下卷曲至前连合尾侧。在此水平，每一前柱分为两种成分：其一

为穹窿前连合，向嘴侧走行止于前连合，其二为较大的穹窿后连合，继续向后下方走行，越过第三脑室侧壁内的下丘脑区，最后止于乳头体核。

穹窿前连合传递起自 Ammon 角和海马回下脚（下托）的纤维，并将其大部投射至外侧隔核，即先前提到的投射到内侧隔核和斜角小带的纤维，于该处发出传入海马结构的纤维。发自 Ammon 角的纤维可能为谷氨酸能纤维、起自海马回下角的纤维也投射到横核、内侧额叶皮质、直回和嗅前核。横核与腹侧苍白球和中脑建立的联系，可以解释海马对躯体运动活动的影响。

后连合穹窿纤维起自海马回下角皮质止于乳头体。其中一些纤维自后连合穹窿分出，分布于也接收等量的乳头丘脑束纤维的丘脑前核，并分布于外侧隔核、下丘脑腹内侧核和终纹床核。穹窿后连合的一些纤维向尾侧投射至中脑被盖部，并与起自隔核的纤维汇合构成前脑内侧束的主要成分（图6.27）。

一些非发自穹窿的纤维也可起自下脚复合体，投射至邻近的鼻内皮质。这些纤维构成部分交互投射，使下脚与鼻内区相连接。Irle 和 Markowitsch 提出到达大脑皮质的传出纤维，终止于后扣带皮质（23区）和胼胝体压部后皮质（29区和30区）。投射至杏仁核复合体的纤维已被查出。

解剖数据显示海马结构通过直接或间接的投射与隔核、丘脑、下丘脑、中脑网状结构和广泛的皮质区、主要是特殊感觉区和多形式的联络区相互连接。这些皮质连接，解释了海马结构在记忆和学习机制中的功能和作用。

7 临床方面的考虑

海马还有几种功能。Montreal 学院的 Milner所进行的基础性研究证明了海马结构在学习和记忆中的基本作用。另外海马结构与杏仁核共同参与情感行为的形成。海马结构及其传导系统的损伤可引起几种病态。读者可以参考以下的专著。

F 海马回钩

海马回钩包括部分杏仁体、海马和梨状皮质。它向后与海马旁回相延续，其后外侧被钩回沟将其与后部结构分开。

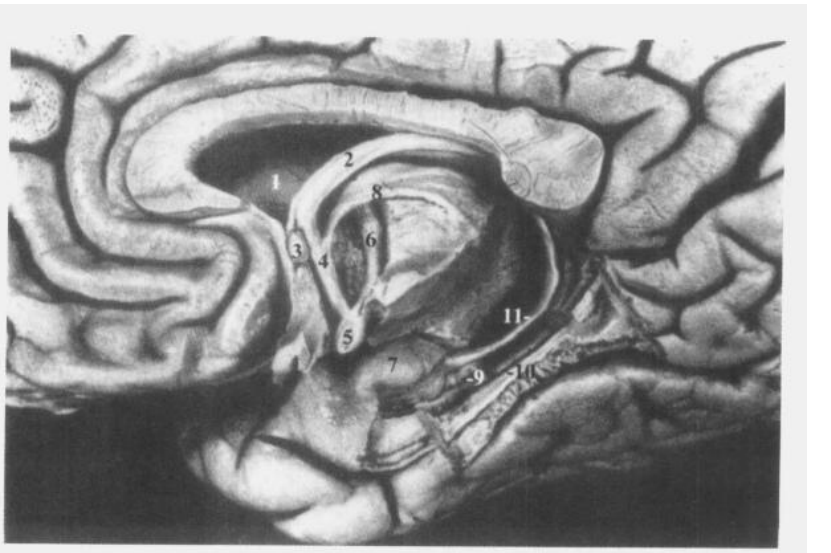


图6.27 主要边缘通路的解剖层面。1，尾状核；2，穹窿体；3，前连合；4，穹窿柱；5，乳头体；6，乳头丘脑束；7，海马回钩；8，丘脑髓纹；9，海马沟；10，海马旁回，髓板；11，穹窿脚

杏仁核在海马钩的表面形成典型的突起，称为半月回。半月回被半圆沟或杏仁沟将其与鼻内区分开。于前方杏仁核或鼻皮质与前梨状皮质、外侧嗅纹混合并被鼻内沟将其与穿质分开。视束构成海马钩的后内侧边界，钩的后面被海马结构的头的部分所占据。

参考文献

Abbie A (1939) J Comp Neurol 70: 12-44

Aggleton JP (1986) A description of the amygdalo-hippocampal interconnections in the macaque monkey. Exp Brain Res 16: 515-526

Aggleton JP (1992) The amygdala: neurobiological aspects of emotion, memory, and mental dysfunction. Wiley-Liss, New York

Alonso A, Kohler C (1984) A study of the reciprocal connections between the septum and the entorhinal area using anterograde and retrograde axonal transport methods in the rat brain. J Comp Neurol 225: 327-343

Alheid GF, Heimer L (1988) New perspectives in basal forebrain organization of special relevance for neuropsychiatric disorders and corticopetal components of substantia innominata. 27: 1-39

Allen WF (1941) Effect of ablating the pyriform amygdaloid areas and hippocampi on positive and negative olfactory conditioned reflexes and on conditioned olfactory differentiation. Am J Physiol 132: 81-92

Amaral DG, Insaust R (1990) Hippocampal formation . In: Paxinos G (ed) The human nervous system, Chap 21. Academic, New York, pp 711-755

Amaral DG, Kurz J (1985). An analysis of the origins of the cholinergic and noncholinergic septal projections to the hippocampal formation of the rat. J Comp Neurol 240: 37-59

Amaral DG, Price JL, Pitkanene A, Carmichael ST (1992) Anatomical organization of the primate amygdaloid complex. In: Aggleton JP (ed) The amygdala: neurobiological aspects of emotion, memory, and mental dysfunction. Wiley-Liss, New York, pp 1-66

Baulac M, Vitte E, Dormont D, Hasboun D, Chiras J, Sarcy JJ, Bories J, Signoret JL (1988) The limbic system: identification of its structures on brain slices. In: Gouaze A, Salamon G (eds) Brain anatomy and magnetic resonance imaging. Springer, Berlin Heidelberg New York, pp 140-150

Bhatia S, Bookheimer SY, Gaillard WD, Theodore WH (1993) Measurement of whole temporal lobe and hippocampus for MR volumetry: normative data. Neurology 43: 2006-2010

Brodal A (1981, 1969) Neurological anatomy in relation to clinical medicine, 3rd edn, Oxford University Press, New York, p 1053

Brodmann K (1909) Vergleichende Lokalisationslehre der Grosshirnrinde. Barth, Leipzig

Bronen RA, Cheung G (1991) MRI of the normal hippocampus. Magn Reson Imaging 9: 497-500

Bronen R. A. Cheung G. (1991) Relationship of hippocampus and amygdala to coronal MRI landmarks. Magn Reson Imaging 9: 449-457

Carpenter MB (1976, 1996) Human neuroanatomy. Williams and Wilkins, Baltimore, pp 521-545

Clifford RJ (1988) Temporal lobe volume measurement from MR images: accuracy and left-right asymmetry in normal persons. J Comput Assist Tomogr 12: 21-29

Cowan WM, Raisman G, Powelll TPS (1965).The connexions of the amygdala. J Neurol Neurosurg Psych 28: 137-151

Crosby EC, Humphrey T, Lauer EW (1962). Correlative anatomy of the nervous system. Macmillan, New York

Daitz HM, Powelll TPS (1954). Studies of the connections of the fornix system. J.Neurol Neurosurg Psych 17: 75-82

Davis M (1992) The role of the amygdala in fear and anxiety. Annu Rev Neurosci 15: 353-375

Domesick VB (1970) The fasciculus cinguli in the rat. Brain Res 20: 19-32

Domesick VB (1976) Projections of the nucleus of the diagonal band of Broca in the rat. Anat Rec 184: 391-392

Duyckaerts C, Derouesne C, Signoret JL, Gray F, Escourolle R, Castaigne P (1985) Bilateral and limited amygdalohippocampal lesions causing a pure amnesic syndrome. Ann Neurol 18: 314-319

Duvernoy H (1988) The human hippocampus. An atlas of applied anatomy. Bergmann, Munich

Duvernoy H (1998) The human hippocampus, 2nd edn. Springer, Berlin Heidelberg New York

Erdem A, Yazargil G, Roth P (1993) Microsurgical anatomy of hippocampal arteries. J Neurosurgery 79: 256-265

Feindel W, Penfield W (1954) Localization of discharge in temporal lobe automatism. Arch Neurol Psychiatry 72: 605-639

Gloor P (1972) Temporal lobe epilepsy: its possible contribution to the understanding of the functional significance of the amygdala and of its interaction with neocortical temporal mechanisms. In: Eleftheriou BE (ed) The neurobiology of the amygdala. Plenum, New York, pp 423-457

Gloor P (1997) The temporal lobe and the limbic system. Oxford University Press, London

Guillery RW (1956) Degeneration in the posterior commissural fornix and the mammillary peduncle of the rat. J Anat 90: 350-370

Honeycut N, Smith CD (1995) Hippocampal volume measurements using magnetic resonance imaging in young normal adults. J Neuroimaging 5: 95-100

Humphrey T (1968) The development of the human amygdala during early embryonic life. J Comp Neurol 132:135-166

Huther G, Dorfl J, Van der Loos H, Jeanmonod D (1998) Microanatomic and vascular aspects of the temporomesial region. Neurosurgery 43: 1118-1136

Hyman BT, Van Hoesen GW, Damasio AR, Barnes CL (1984) Alzheimer's disease: cell-specific pathology isolates the hippocampal formation. Science 225: 1168-1170

Insausti R, Amaral DG, Cowan WM (1987) The entorhinal cortex of the monkey. II. Cortical afferents. J Comp Neurol 264: 396-408

Insausti R, Juottonen K, Soininen H, Insausti AM, Partanen K, Vainio P, Laakso M, Pitkanen A (1998) MR volumetric analysis of the human entorhinal, perirhinal and temporopolar cortices. AJNR 19: 659-671

Irle E, Markowitsch HJ (1982) Widespread cortical projections of the hippocampal formation in the cat. Neuroscience 7: 2637-2647

Issacson RL, Pribram KH (1975) The hippocampus, 2nd edn. Plenum, New York
Issacson RL (1992) A fuzzy limbic system. Behav Brain Res 52: 129–131
Ishizuka N, Weber J, Amaral DG (1990) Organization of intrahippocampal projections originating from CA3 pyramidal cells in the rat. J Comp Neurol 295: 580–623
Jack CR, Gehring DG, Sharbrough FW, Felmlee JP, Forbes G, Hench VS, Zinsmeister AR (1988) Temporal lobe volume measurement from MR images. Accuracy and left-right asymmetry in normal persons. J Comput Assist Tomogr 12: 21–29
Jack CR, Twomey CK, Zinmeister AR, Sharbrough FW, Petersen RC, Cascino GD (1989) Anterior temporal lobes and hippocampal formations: normative volumetric measurements from MR images in young adults. Radiology 172: 549–554
Klingler J (1948) Die makroskopische anatomie der ammonsformation. Denkschriften der schweizerischen naturforschenden Gesellschaft. Fretz, Zürich, 78:82
Kluver H (1952)
Kluver H, Bucy P (1939) Preliminary analysis of functions of the temporal lobes in monkeys. Arch Neurol Psychiatry 42: 979–1000
Kotter R, Meyer N (1992) The limbic system: a review of its empirical foundation. Behav Brain Res 52: 105–127
Krayniak PF, Siegel A, Meibach RC, Fruchtman D, Scrimenti M (1979) Origin of the fornix system in the squirrel monkey. Brain Res 160: 401–411
Lecaque G, Scialfa G, Salamon G, et al (1978) Les arteres du gyrus para hippocampique. J Neuroradiol 5: 3–12
Lewis FT (1923) The significance of the term hippocampus. J Comp Neurol 35: 213–230
Lilly R, Cummings JL, Benson F, Frankel M (1983) The human Kluver-Bucy syndrome. Neurology 33: 1141–1145
Lorente De No R (1934) Studies on the structure of the cerebral cortex. II. Continuation of the study of the ammonic system. J Psychol 46: 113–177
Ludwig E, Klingler J (1956) Atlas cerebri humani. Karger, Basel
MacLean PD (1952) Some psychiatric implications of physiological studies on frontotemporal portions of limbic system (visceral brain). Electroencephalogr Clin Neurophysiol 4: 407–418
Mark LP, Daniels DL, Naidich TP, Williams AL (1993) Hippocampal anatomy and pathologic alterations on conventional MR images. Am J Neuroradiol 14: 1237–1240
Mark LP, Daniels DL, Naidich TP, Williams AL (1993) The fornix. Am J Neuroradiol 14: 1355–1358
Meibach RC, Siegel A (1977) Efferent connections of the hippocampal formation in the rat. Brain Res 124: 197–224
Mesulam MM (1985) Patterns in behavioral neuroanatomy: association areas, the limbic system and hemispheric specialization. In: Mesulam MM (ed) Principles of behavioral neurology. Davis, Philadelphia
Milner B (1973) Hemispheric specialization: scope and limits. In: Schmitt FO, Worden FG (eds) The neurosciences: third study program. MIT Press, Boston
Nagata S, Rhoton A, Barry M (1988) Microsurgical anatomy of the choroidal fissure. Surg Neurol 30: 3–59
Naidich TP, Daniels DL, Haughton VM, Williams A, Pech P, Pojunas K, Palacios E (1988) The hippocampal formation and related structures of the limbic lobe: anatomic-magnetic resonance correlation. In: Gouaze A, Salamon G (eds) Brain anatomy and magnetic resonance imaging. Springer, Berlin Heidelberg New York, pp 32–64
Narabayashi H (1972) Stereotaxic amygdalatomy. In: Eleftheriou BE (ed) The neurobiology of the amygdala. Plenum, New York, pp 459–483
Narabayashi H, Nagano T, Saito Y, Yoshida M, Nagahata M (1963) Sterotaxic amygdalatomy for behavior disorders. Arch Neurol 9: 1–16
Nauta WJH (1956) An experimental study of the fornix in the rat. J Comp Neurol 104: 247–272
Nieuwenhuys R, Voogd J, van Huijzen CHR (1988) The human central nervous system. A synopsis and atlas, 3rd edn. Springer, Berlin Heidelberg New York
Papez JW (1937) A proposed mechanism of emotion. Arch Neurol Psychiat 38: 725–743
Pearson J, Halliday G, Sakamoto N, Michel JP (1990) Catecholaminergic neurons. In: Paxinos G (ed) The human nervous system. Academic, New York, 1023–1049
Porrino LJ, Crane AM, Goldman Rakic PS (1979) Direct and indirect pathways from the amygdala to the frontal lobe in rhesus monkeys. J Comp Neurol 198: 121–136
Powell TPS, Guillery RW, Cowan WM (1957) A quantitative study of the fornix-mammillo-thalamic system. J Anat 91: 419–432
Ramon y Cajal S (1909, 1911) Histologie du Système Nerveux de l'Homme et des Vertébrés (Azoulay L, translation) Maloine, Paris (Reprinted Consejo Superior De Investigaciones Cientificas, Instituto Ramon y Cajal, Madrid, 1972)
Scott SA, DeKosky ST, Scheff SW (1991) Volumetric atrophy of the amygdala in Alzheimer's disease: quantitative serial reconstruction. Neurology 41: 351–356
Scoville WB, Milner B (1957) Loss of recent memory after bilateral hippocampal lesions. J Neurol Neurosurg Psychiatry 20: 11–21
Squire LR, Zola Morgan S (1991) The medial temporal lobe memory system. Science 253: 1380–1386
Salamon G, Lecaque GL, Strother CM (1978) An angiographic study of the temporal horn. Radiology 128: 387–392
Swanson LW, Cowan WM (1977)An autoradiographic study of the organization of the efferent connections of the hippocampal formation in the rat. J Comp Neurol 172: 49–84
Terzian H (1958) Observations on the clinical symptomatology of bilateral partial or total removal of the temporal lobe in man. In: Baldwin M, Bailey P, (eds) Temporal lobe epilepsy. Thomas, Springfield, pp 510–529
Testut L, Latarjet A (1948) Traité d'anatomie humaine, vol 2. Angiologie, système nerveux central. 9th edn. Doin, Paris
Tilney F (1939) The hippocampus and its relations to the corpus callosum. J Nerv Ment Dis 89: 433–513
Tork I, Hornung JP (1990) Raphe nuclei and the serotonergic system. In: Paxinos G (ed) The human nervous system, Chap. 30. Academic , New York, pp 1001–1022
Williams PL, Warwick R, Dyson M, Bannister LH (1989) Gray's anatomy, 37th edn. Churchill Livingstone, London
Witter MP, Griffioen AW, Jorritsma-Bayham B, Krijnen JOM (1988) Entorhinal projections to the hippocampal CA1 region in the rat: an underestimated pathway. Neurosci Lett 85: 193–198
Witter MP, Van Hoesen GW, Amaral DG (1989) Topographical organisation of the entorhinal projection to the dentate gyrus of the monkey. J Neurosci 9: 216–228

Yazargil MG, Teddy PJ, Roth P (1985) Selective amygdalohippocampectomy. Operative anatomy and surgical technique. Adv Tech Stand Neurosurg 12: 93–123

Yeckel MF, Berger TW (1990) Feed-forward excitation of the hippocampus by afferents from the entorhinal cortex: redefinition of the role of the trisynaptic pathway. Proc Natl Acad Sci USA 87: 5832–5836

第7章　前脑基底、间脑和基底神经节

1　间脑的局部解剖与影像

间脑是中线结构，其左、右两部分对称，位于第三脑室两侧。该区域的局部解剖界限为：在尾侧该平面包含后连合（PC）与乳头体（MB），在颅侧该平面连接室间孔与视交叉后界。间脑在尾侧与中脑盖相连，后连合位于中脑－间脑结合处。下丘脑的一部分向前至少延伸至终板。间脑的两侧与内囊毗连。间脑包括丘脑、底丘脑区和上丘脑。

这些结构均有发育和种系发生上的意义。值得关注的是，从功能解剖学观点来看，应将其他有关的局部解剖结构包括由豆状核、尾状核及杏仁核复合体组成的基底神经节增加在上述那些重要的结构中。此外，在人类和类人猿中，这些核心脑结构在功能上相互关联，而且在磁共振成像的切面上，特别是在平行于脑干长轴的连续冠状切面上都能清楚地显示出来（图7.1）。这些间脑和深部端脑的解剖结构均位于相切于胼胝体膝部的冠状切面和向后延伸的后连合－门参考平面，即PC-OB平面之间。于此水平，需除外见于该平面（后连合－门平面）后方的丘脑枕（参见本章最后部分的简图）。

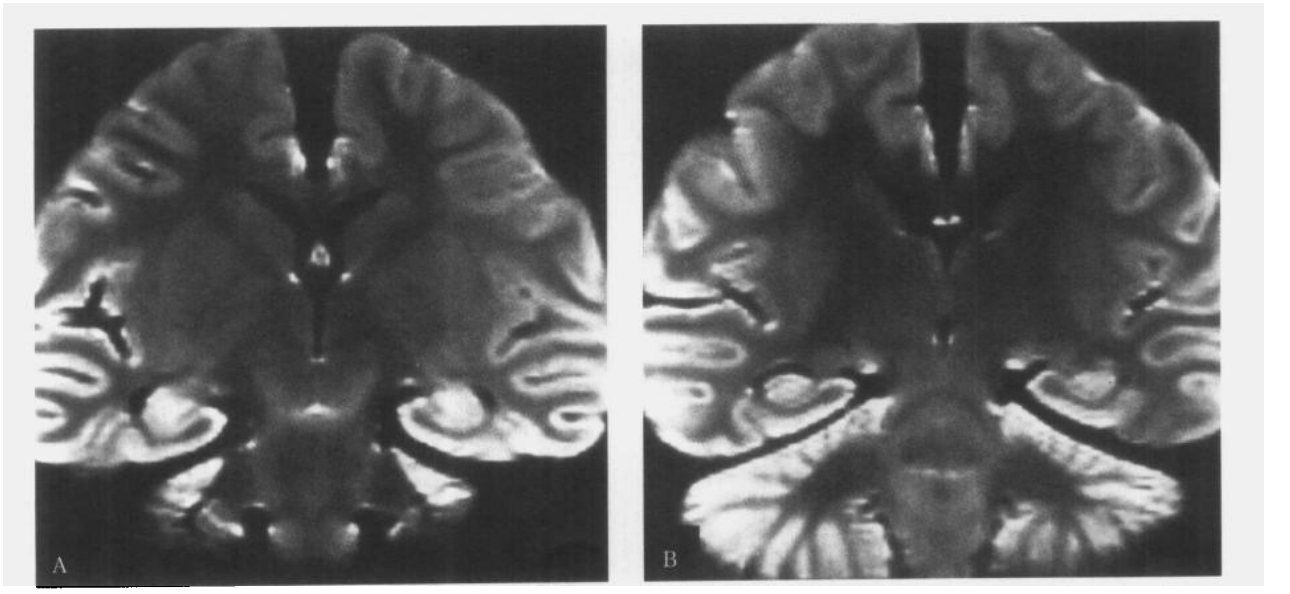


图7.1A,B　按连合－门参考平面（PC-OB），显示黑猩猩脑的脑干和间脑结构的冠状MR切面

前纵裂平面前方的切面包括终板旁回和胼胝体下区，二者构成隔区。于隔区的下方可见隔核，该核与边缘系统有功能上的联系。注意间脑的形态大体上与三脑室及围绕着间脑的解剖上的灰质结构相一致。在丘脑的背侧与下丘脑的腹侧，下丘脑沟将二者分开。丘脑包含在前自室间－乳头体平面，后到与四叠体板及松果体相切的平面的（扫描）层块之内。

功能性区域被双侧侧脑室、胼胝体、第三脑室脉络丛组织（大脑中帆）及穹窿所覆盖。其两侧以脑岛为界。

II 前脑基底及相关结构

隔区和无名质是端脑结构内异种基因起源组中的重要组成部分。端脑占据了大脑半球的正中及腹侧面。这个区域包括所谓的前脑基底，前脑基底由嗅结节延伸至与前穿质重叠的下丘脑。这个定义不清的前脑基底区包括隔区和嗅结节（图7.2、7.3）、无名质及杏仁核的相关部（图7.4、7.5）。为了便于影像检查，该区域可向前延伸，前方包括相关的已在第3章中描述过的眶额部皮质。所有这些前脑基底部的解剖结构

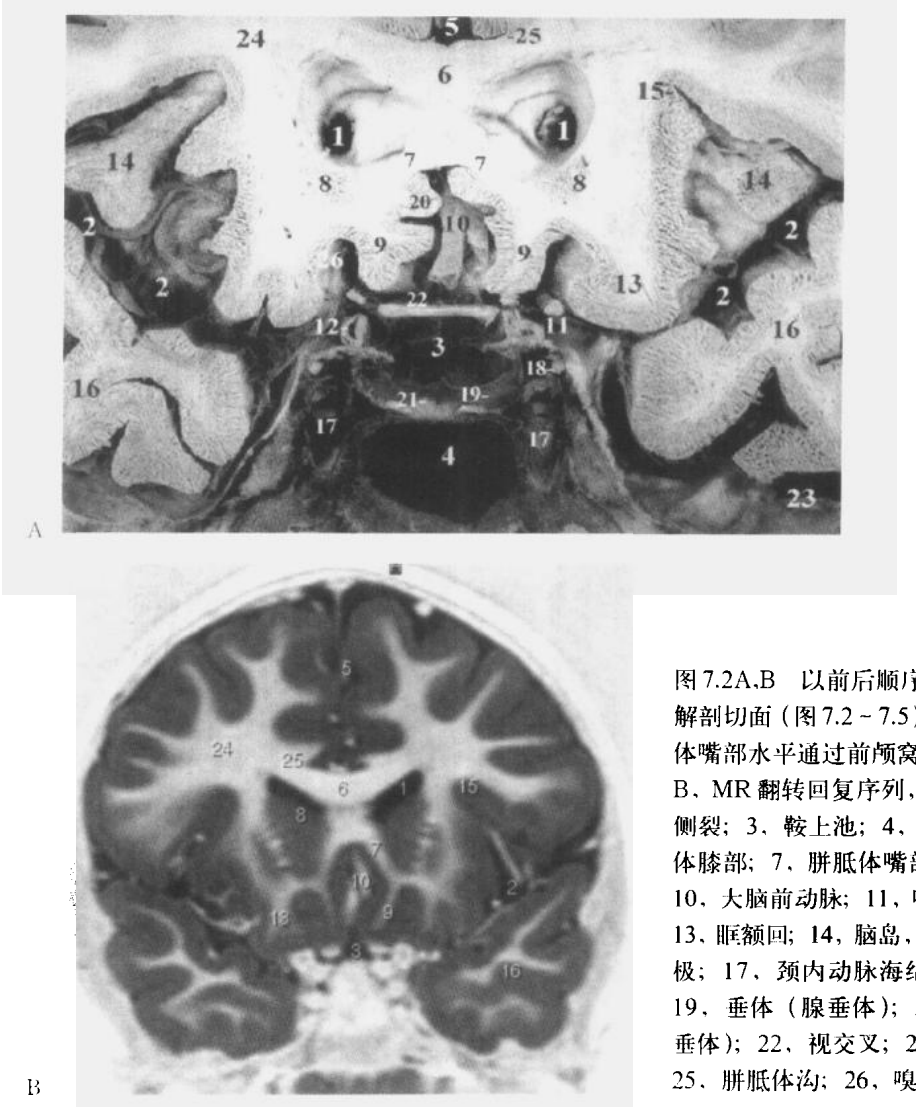


图7.2A,B 以前后顺序显示的通过前脑底前部的冠状解剖切面（图7.2～7.5）与MR图像的相关性。在胼胝体嘴部水平通过前颅窝底前方的冠状切面。A、解剖，B、MR翻转回复序列，T1加权像。1、额角尖；2、外侧裂；3、鞍上池；4、蝶窦；5、大脑间裂；6、胼胝体膝部；7、胼胝体嘴部；8、尾状核头部；9、直回；10、大脑前动脉；11、嗅束；12、颈内动脉床突上段；13、眶额回；14、脑岛，前极；15、环形沟上界；16、颞极；17、颈内动脉海绵窦段；18、动眼神经（III）；19、垂体（腺垂体）；20、扣带回；21、垂体（神经垂体）；22、视交叉；23、中颅窝；24、半卵圆中心；25、胼胝体沟；26、嗅沟

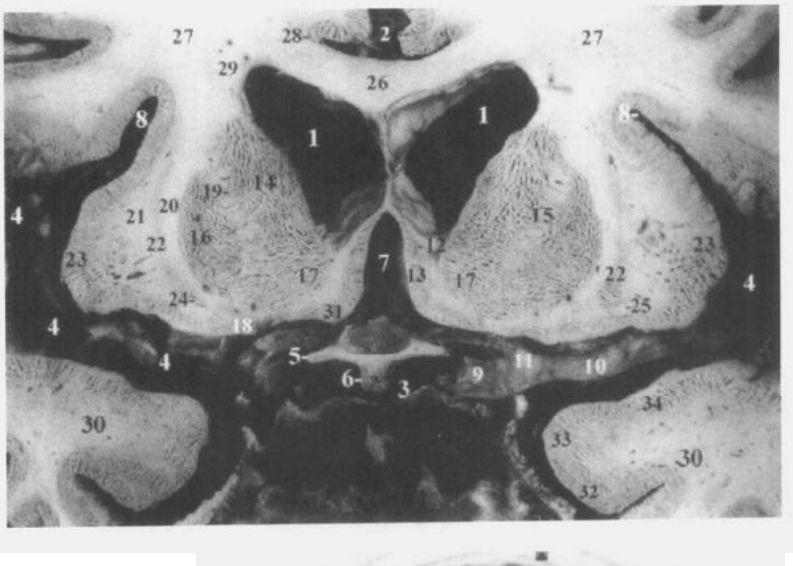
采用垂直于侧脑室颞角长轴的冠状位均可得到高质量的成像，并按照连合-丁平面进行评估。

A 隔区

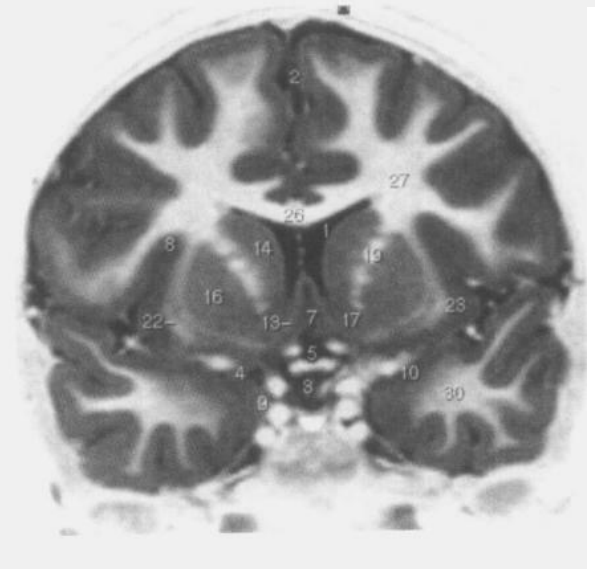
1 形态学、局部解剖学及影像学

隔区又称透明隔腔或连合前隔。起源于端脑、位于终板及前连合的前上方，形成大脑半球内侧壁的一部分。它包括灰质核团和重要的白质纤维束。隔区背侧与胼胝体毗连、尾侧和前连合及视前区毗连。隔区的底部在前连合的腹侧、在侧方与无名质相延续（图 7.4、7.5）。

隔区在不同种属的哺乳动物中存在变异。低等的哺乳动物，隔区非常发达。在较高等的灵长类和人类中，隔区由于胼胝体和新皮质的极度扩大而发生变形，隔区的上部减小成为菲薄的透明隔，它构成了连合上部。连合前隔（septum verum），相当于（隔区）的下部，包含或多或少的特殊细胞团，其内保留有中间隔核，它包括投射到海马的大胆碱能神经元；侧



A



B

图 7.3A,B 于胼胝体下区水平通过前脑基底前部的冠状切面，显示纹状体的前部，包括伏隔核的腹侧纹状体。A 解剖，B MR 翻转回复序列，T1 加权像。1、侧脑室额角；2、半球间裂；3、视交叉池；4、外侧裂；5、视束；6、第三脑室漏斗；7、终板池；8、脑岛环形沟；9、颈内动脉；10、大脑中动脉；11、大脑前动脉；12、嘴部和胼胝体辐射；13、终板旁回（胼胝体下区）；14、尾状核头；15、内囊前肢；16、壳核；17、伏隔核；18、嗅结节（嗅区）；19、壳核尾状核灰质桥；20、外囊；21、最外囊；22、屏状核；23、脑岛；24、腹侧屏状核（前侧）；25、钩状神经束；26、胼胝体；27、半卵圆中心；28、胼胝体沟；29、额枕束；30、颞叶；31、斜束；32、鼻内皮质区；33、环回

隔核，它由小的非胆碱能神经元组成；以及伏隔核，位于壳核与尾状核连接处的内侧的隔的基底部（图 7.3）。Broca 斜带核占据隔区的腹内侧部。

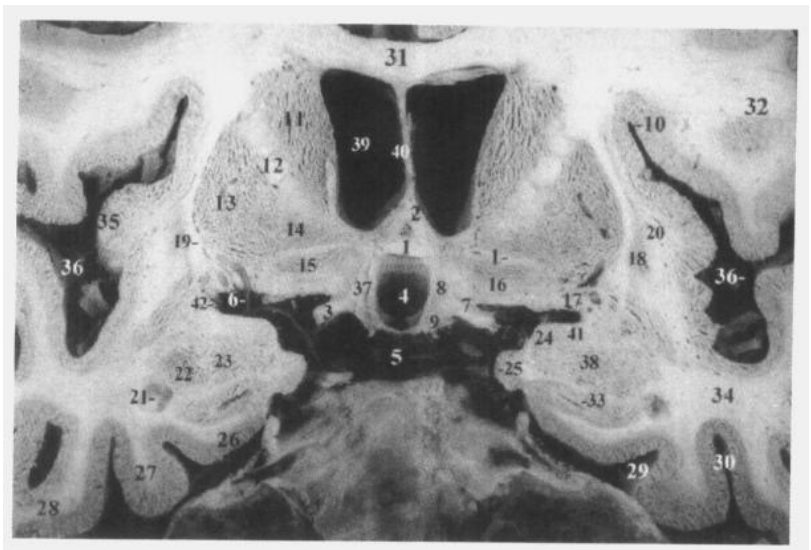
关于隔区的更详尽和精确的资料，可在以下回顾中查寻：Andy 和 Stephan、Nauta 和 Haymaker、Stephan 和 Mesulam 等。

2 功能和临床方面的考虑

由于该区对行为和自律性功能的影响，隔核的联络关系引人关注。通常，外侧隔核接受大部分的传入神经纤维。内侧隔核复合体包括内侧隔核和 Broca 斜带核，发出大部分隔的传出纤维。

经由穹窿前连合到达外侧隔核的主要传入纤维发源于海马结构、海马和海马回下角。其余的起自视前区和几组下丘脑核，还有的起于蓝斑、中缝核、臂旁核及背侧被盖核。内侧隔核复合体接收来自于外侧隔核、乳头核、外侧视前－下丘脑区以及背侧被盖核的重要投射纤维。

来自外侧隔核投射纤维的主要传出纤维通



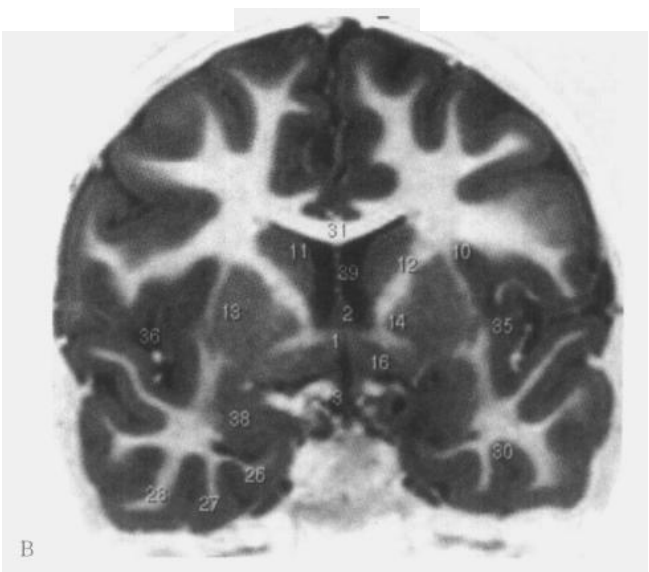


图 7.4A,B　在前连合水平通过前脑前基底部的冠状切面，经过基底节、无名质和杏仁核。A 解剖，B MR 翻转回复序列，T1 加权像。1、前连合；2、穹窿前柱；3、视束；4、三脑室；5、交叉池；6、豆纹动脉；7、下丘脑视上核；8、下丘脑室旁核；9、结节；10、脑岛环状沟；11、尾状核；12、内囊前肢；13、壳核；14、苍白球外侧部；15、腹侧苍白球；16、无名质；17、前穿质；18、屏状核；19、外囊；20、最外囊；21、侧脑室下角；22、杏仁核外侧核；23、杏仁核基底核；24、杏仁核皮质核（半月回）；25、环回；26、海马旁回（鼻外侧区）；27、梭状回；28、颞下回；29、侧副沟／鼻沟；30、外侧颞枕沟；31、胼胝体；32、额下回；33、海马头部；34、颞干；35、脑岛；36、外侧裂；37、下丘脑；38、杏仁体；39、侧脑室额角；40、透明隔；41、内侧杏仁核；42、鼻内沟

过前脑内侧束投射到内侧隔复合体、众多下丘脑核团及中脑网状结构，通过脊髓丘脑髓纹投射到缰核。起源于内侧隔核与斜带核的传出纤维通过穹窿，大部分投射到海马结构、海马回下角和鼻内侧皮质。这些传出纤维与传入纤维交互分布。隔海马纤维弥漫分布在海马内。其余传出纤维分布在外侧下丘脑区和视交叉前区、乳头体核团及中脑网状结构。

在功能上，隔区似乎是一个重要区域，重要的下丘脑与边缘结构在隔区内主要经海马结构相互连接。与流行的观点相反，隔核在灵长类动物中显著发育，并在人类中到达其发育的最高程度。几种功能归因于隔核。

在隔核破坏后，所见的所谓隔综合征，以对环境刺激的过度行为反应为特征。在喂食、喝水、生殖功能及暴怒情绪上出现行为的改变。隔区病变发生后可观察到攻击行为的减少。激素的变化也与行为的改变有关。上述改变也见于杏仁核复合体的病变。

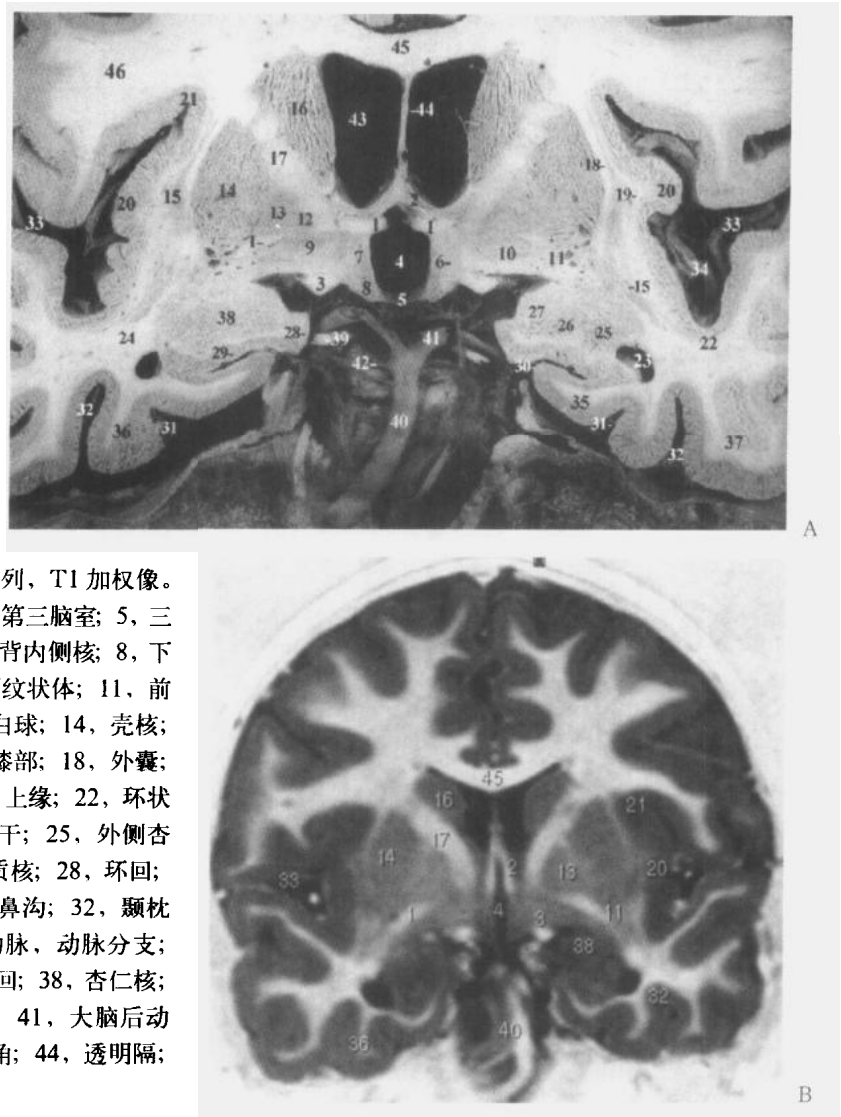


图 7.5A,B　在前连合水平通过前脑前基底部的冠状切面，通过基底节及杏仁核。注意无名质位于苍白球下部。（这个切面几乎与前一层面相连续。）A 解剖，B MR 翻转回复序列，T1 加权像。1，前连合；2，穹窿前柱；3，视束；4，第三脑室；5，三脑室底；6，下丘脑外侧区；7，下丘脑背内侧核；8，下丘脑腹内侧核；9，无名质；10，腹侧纹状体；11，前穿质；12，内侧苍白球；13，外侧苍白球；14，壳核；15，屏状核；16，尾状核；17，内囊膝部；18，外囊；19，最外囊；20，脑岛；21，脑岛沟，上缘；22，环状沟，下缘；23，侧脑室下角；24，颞干；25，外侧杏仁核；26，杏仁基底核；27，杏仁皮质核；28，环回；29，海马；30，钩回；31，侧副沟／鼻沟；32，颞枕外侧沟；33，外侧裂；34，大脑中动脉，动脉分支；35，海马旁回；36，梭状回；37，颞下回；38，杏仁核；39，动眼神经（III）；40，基底动脉；41，大脑后动脉；42，小脑上动脉；43，侧脑室额角；44，透明隔；45，胼胝体；46，中央前回

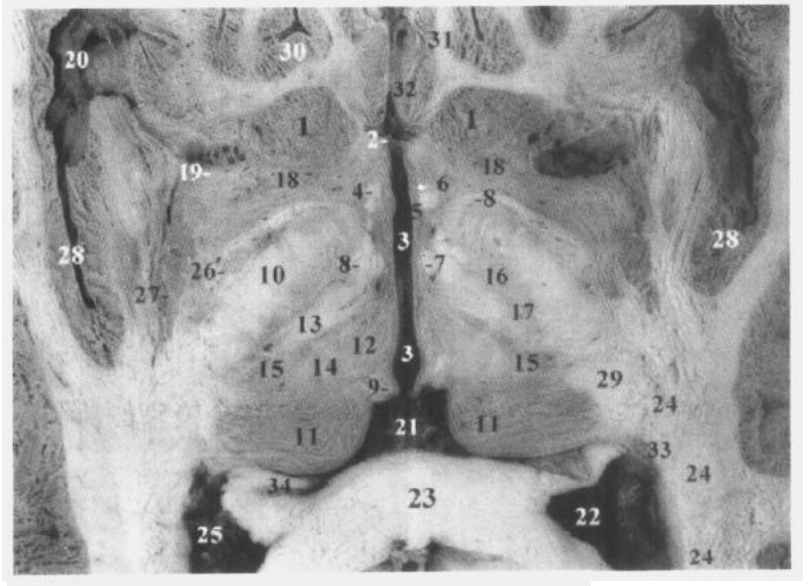
B 无名质

1 形态学、局部解剖学及影像学

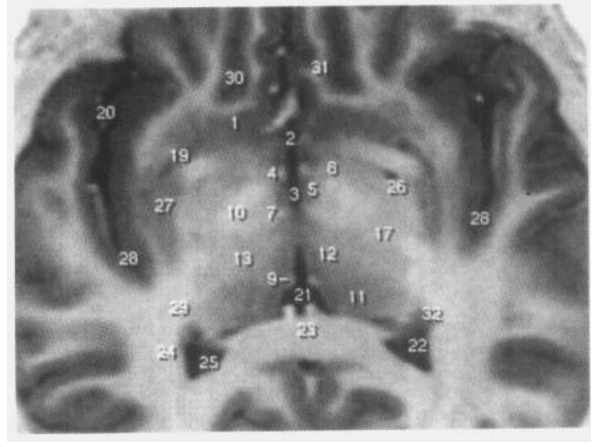
无名质区是前脑基底的一部分，位置靠近脑表面，包括（部分）端脑结构（图7.6）。该区位于苍白球下方，后者将其与前脑前方的腹侧面隔开。此区为包含灰、白质的异质区域，缺乏皮质组织。

无名质的上方是前连合，该结构在与前连合前缘相切的冠状层面上易于观察，它向两侧延伸，和颞肢一样斜向颞前叶。见于无名质内的主要核团是Meynert基底核（Meynert是19世纪维也纳神经科医生）。该基底核内有典型的大细胞，该细胞负责大脑皮质广泛的胆碱能神经支配。无名质内侧以由灰、白质组成的有髓鞘的Broca斜带为界。这两条斜带由隔区内侧发出，沿大脑半球内侧面走行。于该处在前连合前方向下走行，分散到达大脑半球基底面，在向杏仁核的途中横过无名质。因此，Broca斜带在形态学上使隔前区与无名质内侧面相连接。在外侧，无名质占据整个连合下区，向杏仁核复合体的背侧延伸，在冠状位MR层面上，难以同该复合体分辨（图7.4、7.5）。

前连合构成重要的额叶中心界标。从内侧到外侧分隔额角下缘和尾状核头部的前下内侧



A



B

图7.6A,B 通过中脑、间脑连接部的轴位切面。包括底丘脑核和无名质的一部分。注意，中脑上区的外侧与后方与间脑结构围绕。A，解剖。B，MR翻转回复序列，T1加权像。1、尾状核头部；2、终板；3、第三脑室；4、穹窿前柱；5、内侧下丘脑；6、外侧下丘脑；7、丘脑乳头束；8、豆状袢；9、缰核；10、内囊后肢；11、丘脑枕；12、丘脑背中侧核；13、丘脑束；14、丘脑中央正中核；15、丘脑腹后核团；16、底丘脑核；17、未定区；18、Reichert无名质；19、前穿质；20、大脑中动脉脑岛支；21、环池；22、侧脑室三角区；23、胼胝体压部；24、膝距束（视辐射）；25、脉络丛、球；26、内侧苍白球；27、壳核；28、脑岛环状沟；29、Wernicke区（三角区）；30、嗅沟后端；31、直回后端；32、胼胝下区／旁嗅区；33、尾状核尾部；34、穹窿脚

面；向上分隔内囊和苍白球；向前内侧分隔覆盖脑基底面的结构，包括前内侧的Broca斜带及其核团；在连合下区，本体分隔无名质和嗅结节；向两侧，在其内上侧延伸部，分隔杏仁核的背侧（图7.5）。该区域在与前连合前缘相切的冠状面上显示良好，并延伸至通过隔区及前伏纹复合体(striatum accumbens complex)的连续层面。该区域下界为视交叉－后连合（CH-PC）水平参考平面，显示该区的冠状层面在前连合水平。与视束的前脑基底的前部相切；在后方，与视束的背侧相切（图7.4、7.5）。

2 功能和临床方面的考虑

无名质在正常人的大脑中以大细胞神经元的存在为特征，该细胞因含有胆碱酯酶而呈深染。这些神经元散布于前脑基底区，由内侧延伸到大脑半球腹侧面。在连合下区，这些神经元构成Meynert基底核。近来，这个重要的细胞核团由于发现在阿尔茨海默病及阿尔茨海默型老年性痴呆（SDAT）中，发生特异性退变，而备受关注。阿尔茨海默病，通常发生在50岁以上的人群中，是一种伴有记忆丧失、定向力障碍、失用及说话障碍的进行性痴呆。病理上，该病以弥漫性脑皮质退变和出现淀粉样斑块及神经纤维缠结为特征。Meynert基底核和斜带核似乎能使大细胞性神经元减少，这可以解释（阿尔茨海默病）大脑皮质胆碱能的神经支配大量、弥漫性的损坏。看来基底核和斜带核在智力功能上也起着重要的作用，因为功能的作用是通过皮质的胆碱能神经支配来实施的。无名质接受来自于杏仁核以及颞叶、脑岛、鼻内区、梨状皮质的部分投射纤维。

III 丘脑

丘脑是间脑最大、最靠内的结构，包括两个斜形排列的卵圆形灰质核团，位于中脑的前端、第三脑室的两侧。每侧丘脑长约3～4cm，位于前达室间孔－乳头体平面，后至后连合－门平面的扫描层块之间；因此，丘脑枕未包括在内，丘脑枕延伸到与顶盖板后面相切的平面上、在胼胝体压部的前方（参见本章后的简图）。丘脑位于下丘脑沟的背侧，下丘脑沟表浅、位于第三脑室侧壁。注意在通过大脑半球、间脑、脑干并依照后连合－门（PC-OB）平面定位的冠状层面上可显示丘脑及其主要亚核团。该核团的两侧由内囊、尾状核、豆状核以及屏状核围绕；下方为下丘脑核和红核，以及位于中脑、间脑交界区的黑质（图7.7～7.10）。

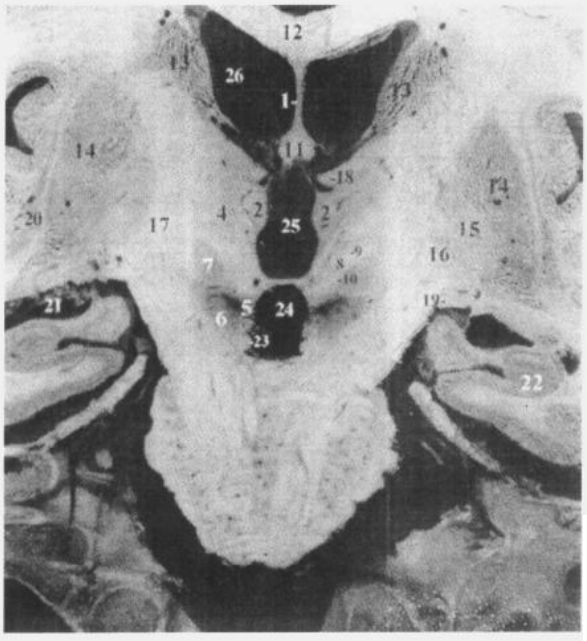
丘脑有“两端”和“四面”。前端狭窄，位于室间孔水平；后端称丘脑枕，是一个悬垂于上丘及上丘臂的膨大的部分（图7.11）。丘脑的上面微凸、为一薄层由白质纤维构成的（丘脑）带状层所覆盖。其两侧由一条白质带，即终纹，与尾状核隔开，终纹与终末静脉同位于丘脑与尾状核的连接处。丘脑的上面可以分成内、外两部分。外侧部的一部分构成侧脑室的底部，内侧部被三脑室脉络丛组织覆盖。在三脑室顶部附近，于丘脑上表面与内侧交界处可见一小束白质纤维，即丘脑髓纹。丘脑外侧面以内囊后肢为界、后者将丘脑核团与纹状体的豆状核隔开。

丘脑的内侧面构成三脑室的侧壁，分别位于两侧下丘脑沟上方。内侧面常常在室间孔后方相连（于80%的人脑中部分融合）。该灰质连合称丘脑间连合或中间块，其前后径约1cm（图7.12）。

丘脑的下面位于中脑结构之上，在底丘脑区、与背盖的前部（嘴侧）延伸区相延续。

A 局部解剖学与核团构成

无论在解剖学标本，还是在高分辨、高对



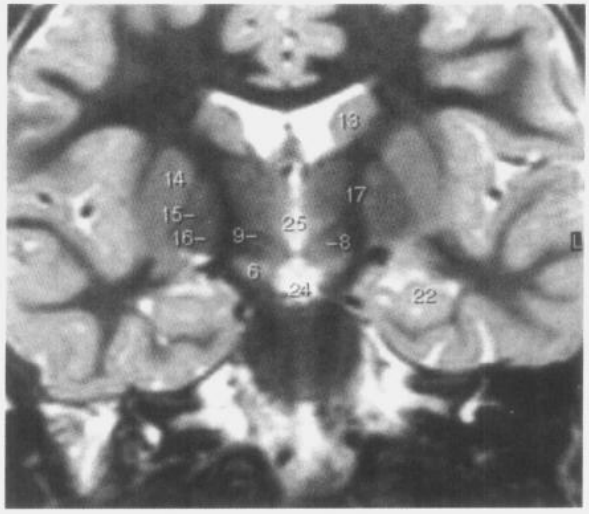
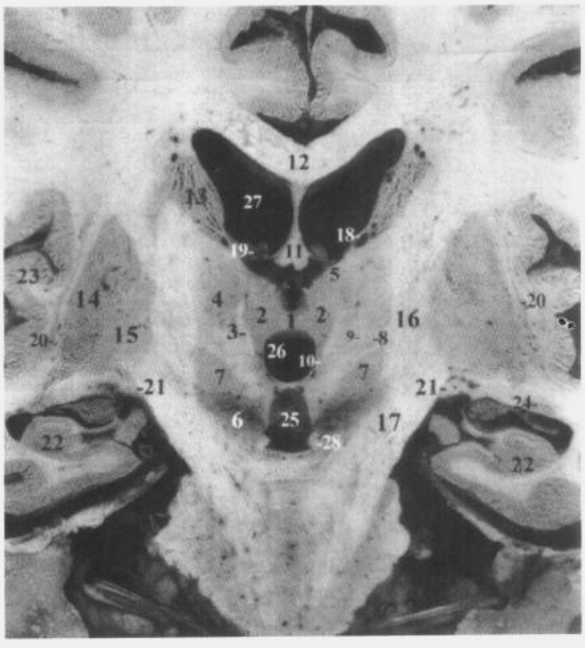


图 7.7A,B 在前部丘脑水平、经中脑－间脑区的冠状切面，通过Forel 区、底丘脑核和黑质。A、解剖（图）。B、MR STIR T2加权像。1、透明隔；2、丘脑背中侧核；3、丘脑乳头束；4、丘脑腹外侧核；5、黑质致密部；6、黑质网状部；7、底丘脑核；8、未定区；9、丘脑束（Forel H1区）；10、豆状束（Forel H2区）；11、穹窿；12、胼胝体；13、尾状核；14、壳核；15、苍白球外侧部；16、苍白球内侧部；17、内囊；18、丘脑髓纹；19、视束；20、屏状核；21、侧脑室颞角；22、海马；23、动眼神经根；24、脚间池；25、第三脑室；26、侧脑室



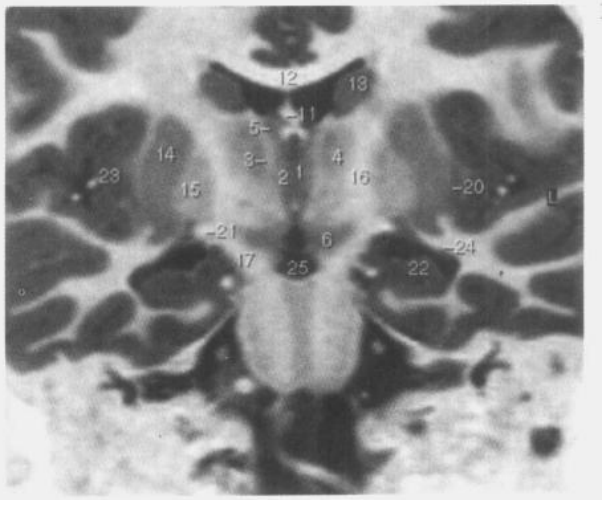
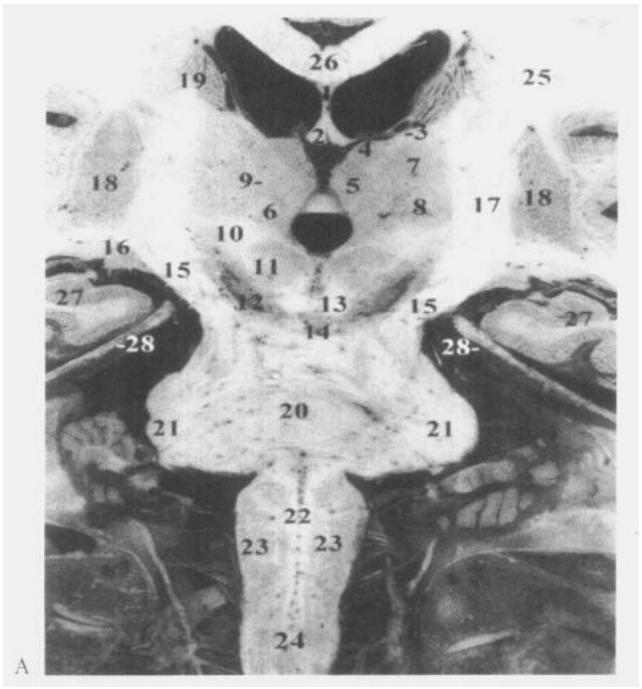


图 7.8A,B 在脚间窝水平、经中脑－间脑区的冠状切面，通过丘脑间连合、丘脑乳头束、底丘脑核后部及黑质。A、解剖图。B、MR 翻转回波，T1加权像。1、丘脑间连合及中线丘脑核群；2、丘脑背中间核；3、丘脑乳头束；4、丘脑腹外侧核；5、丘脑前核；6、黑质；7、底丘脑核；8、未定区；9、丘脑束；10、下丘脑后核；11、穹窿；12、胼胝体；13、尾状核；14、壳核；15、苍白球外侧段；16、内囊；17、大脑脚；18、丘纹静脉；19、侧脑室脉络丛；20、屏状核；21、视束；22、海马；23、脑岛；24、尾状核尾部；25、脚间池；26、第三脑室；27、侧脑室；28、动眼神经根



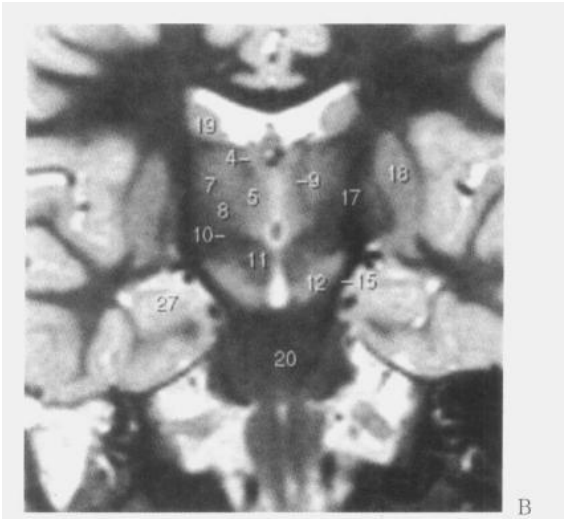


图7.9A,B 经脑干－间脑连续统一体的冠状切面，于红核水平显示主要丘脑核团的亚分类。A，解剖图。B，MR STIR T2加权像。1，透明隔；2，穹窿（体部）；3，丘纹静脉；4，丘脑背外侧核；5，丘脑背内侧核；6，丘脑中央正中核；7，丘脑腹外侧核；8，丘脑腹后外侧核；9，丘脑内髓板；10，Forl H区；11，红核；12，黑质；13，小脑上脚（交叉）；14，脚间核；15，大脑脚；16，外侧膝状体；17，内囊后肢；18，壳核；19，尾状核；20，脑桥核；21，小脑中脚；22，内侧丘系；23，下橄榄核复合体；24，脊髓－延髓交界部延髓；25，辐射冠；26，胼胝体体部；27，海马；28，Pacchioni卵圆孔处小脑幕上缘

比的磁共振成像中，丘脑的大多数的细结构均显示不清。为了在磁共振影像上辨别主要的亚核团，必须依靠不同的标准，例如，有关内髓板的局部解剖学、各核团的相对体积及亚核团的相对细胞密度、以及与主要传入神经纤维束有关的固有的髓鞘形成的了解。主要由灰质构成的丘脑，其背侧面由名为带状层的一层白质覆盖，其外侧面同样由外髓板覆盖（图7.13、表7.1）。丘脑内部由一薄层髓鞘纤维，即内髓板，不完全地分割成为前部、外侧和内侧核团。内髓板上部分离呈“Y”型，可见于脑的冠状切面（图7.12）。

前组核团，即前结节，使嘴内侧明显地膨大。通过髓鞘化的被囊该膨大与其他核团分开（图7.8）。该组核团由前腹核、前内侧核及前背侧核构成，在大多数哺乳动物中这些核可完全一致。在类人猿和人类中，前内侧核与前腹侧核发育良好。

内侧核团位于内髓板的内侧，包含内背侧核。该核团占据脑室周围灰质与内侧髓板间的大部分区域（图7.8、7.12、7.13）。背内侧核位居（丘脑）枕之后，是人体丘脑中的第二大核团。

丘脑核团的外侧部又分为腹内侧和背外侧部。腹侧核团占据丘脑外侧核团的腹内侧部，包括三个分离的核团，由前到后依次为腹前核、腹外侧核和腹后侧核（图7.14）。后者又分为腹后外侧核与腹后内侧核。腹前核是其中最小的一个，且位置最靠前方，其前方腹外侧与丘脑网状核相邻。它占据了丘脑前组核团外侧的丘脑区。Vicq d’Azyr丘脑乳头束穿过该核（图7.8、7.14）。腹外侧核位于腹前核的尾侧。腹后核是最大且最靠后方的腹侧丘脑核。它又分为腹后内侧核和腹后外侧亚核，二者于磁共

振像上无法区分。腹后内侧核呈新月形，见于腹后外侧核内侧及中央正中核外侧（图7.12～7.14）。

丘脑团块的外侧核团位于腹侧核团的背侧，它也细分为三个独立的亚核，由前到后依次为背外侧核、后外侧核和丘脑枕。丘脑枕构成丘脑后方的最大部分，悬垂于膝状体的上方、中脑后外侧（图7.11）。背外侧核见于丘脑的背侧，沿内髓板上界绕以一薄层髓鞘纤维被囊（图7.12、7.13、7.15）。后外侧核见于背外侧核的尾侧、腹侧和外侧，形状不规则，与背外侧核不同，该核团缺少有髓鞘的被囊。该核团见于腹后外侧核的背侧，与外髓板相连续（图7.13、7.16、7.17）。

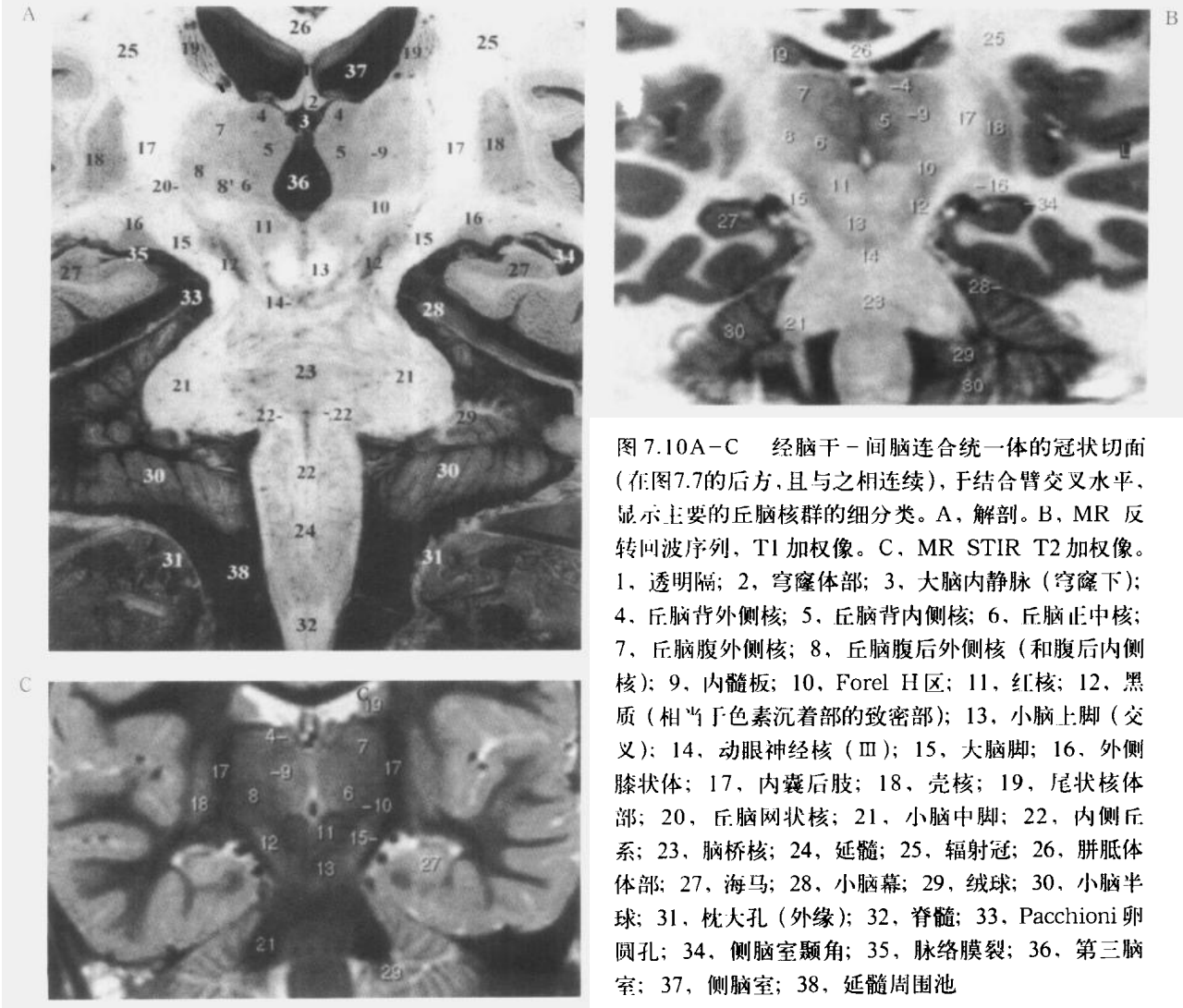


图7.10A－C 经脑干－间脑连合统一体的冠状切面（在图7.7的后方，且与之相连续），于结合臂交叉水平，显示主要的丘脑核群的细分类。A，解剖。B，MR 反转回波序列，T1加权像。C，MR STIR T2加权像。1，透明隔；2，穹窿体部；3，大脑内静脉（穹窿下）；4，丘脑背外侧核；5，丘脑背内侧核；6，丘脑正中核；7，丘脑腹外侧核；8，丘脑腹后外侧核（和腹后内侧核）；9，内髓板；10，Forel H区；11，红核；12，黑质（相当于色素沉着部的致密部）；13，小脑上脚（交叉）；14，动眼神经核（Ⅲ）；15，大脑脚；16，外侧膝状体；17，内囊后肢；18，壳核；19，尾状核体部；20，丘脑网状核；21，小脑中脚；22，内侧丘系；23，脑桥核；24，延髓；25，辐射冠；26，胼胝体体部；27，海马；28，小脑幕；29，绒球；30，小脑半球；31，枕大孔（外缘）；32，脊髓；33，Pacchioni卵圆孔；34，侧脑室颞角；35，脉络膜裂；36，第三脑室；37，侧脑室；38，延髓周围池

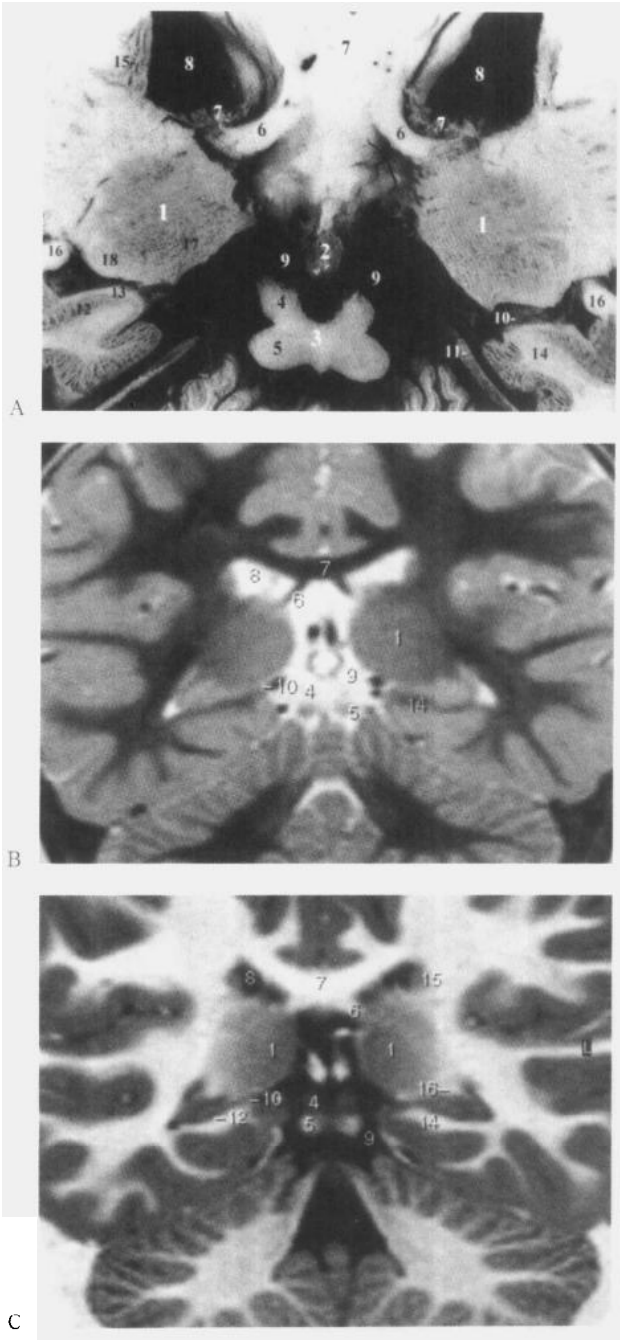


图 7.11A–C　于松果体和环池水平，经丘脑枕核的丘脑后部冠状解剖切面。A，解剖。B，MR STIR T2加权像。C，MR 翻转回波序列，T1 加权像。1，丘脑枕；2，松果体；3，四叠体；4，上丘；5，下丘；6，穹窿脚；7，胼胝体压部；8，侧脑室；9，四叠体池；10，环池翼；11，小脑幕；12，海马回下脚（下托）；13，下脚浅髓层；14，海马旁回；15，尾状核体；16，穹窿伞；17，丘脑枕内侧核；18，丘脑枕外侧核

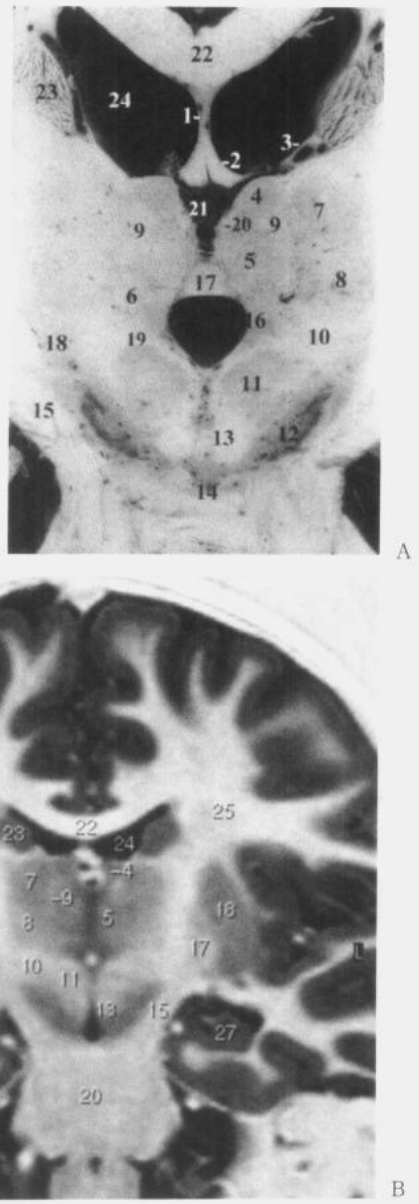


图 7.12A,B　丘脑的主要核群。经丘脑前部的冠状切面，于丘脑间连合水平显示丘脑内部结构。A，解剖。B，MR 翻转回波序列，T1 加权像。1，透明隔；2，穹窿；3，丘纹静脉；4，丘脑背外侧核；5，丘脑背内侧核；6，丘脑中央中核；7，丘脑腹外侧核；8，丘脑腹后外侧核；9，丘脑内髓板；10，小脑红核丘脑束；11，红核；12，黑质；13，小脑上脚（交叉）；14，脚间核；15，大脑脚；16，束旁核；17，丘脑间连合；18，未定区；19，红核前束和Forel H2区；20，丘脑髓纹；21，大脑内静脉；22，胼胝体；23，尾状核体部；24，侧脑室

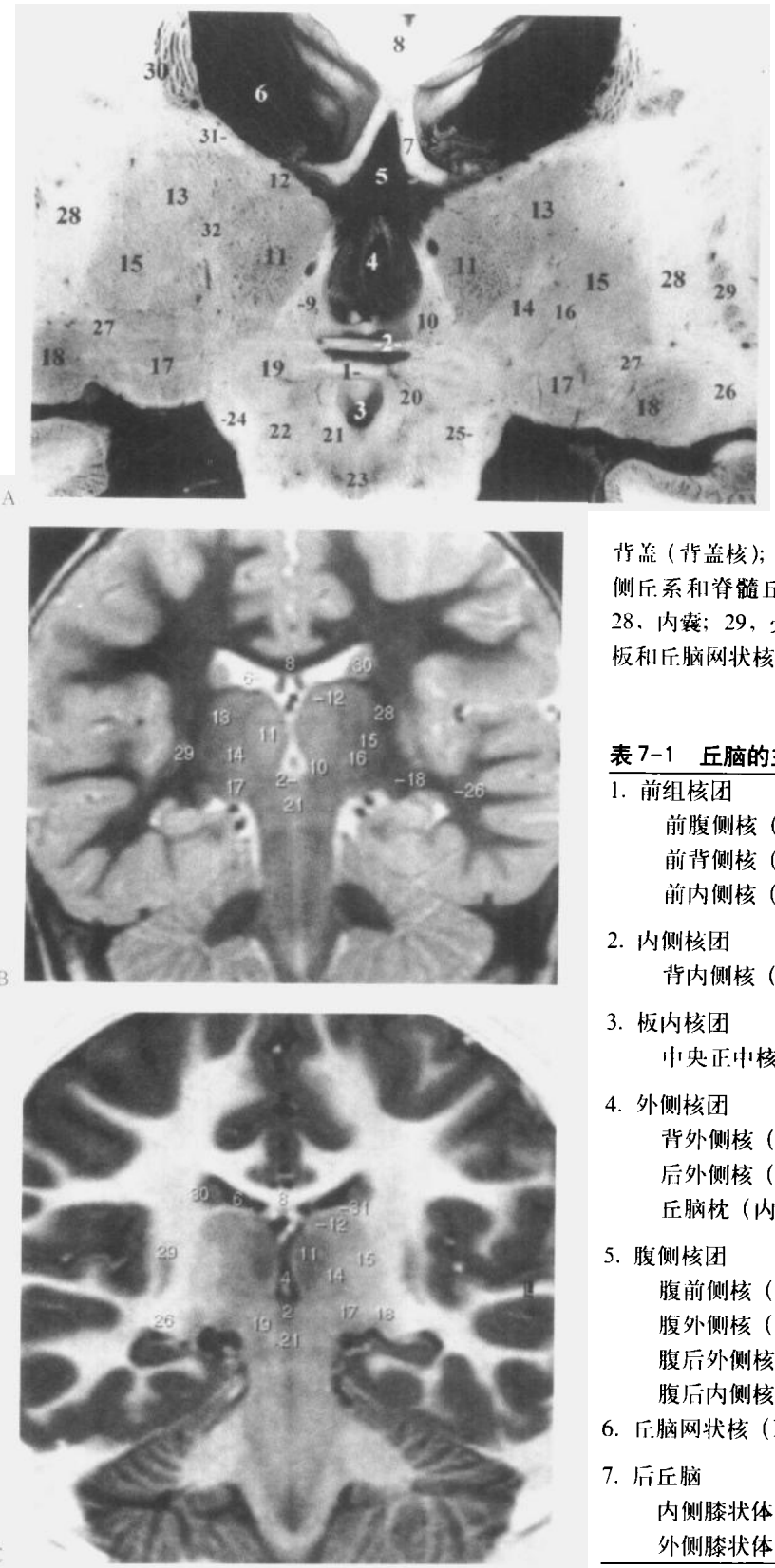


图 7.13A-C　丘脑的主要核群，于后连合及外侧膝状体水平，经丘脑后部冠状切面，显示其内部结构。A、解剖。B、MR STIR、T2 加权像。C、MR 翻转回波序列，T1 加权像。1，后连合；2，缰连合；3，中脑导水管；4，第三脑室；5，四叠体池；6，侧脑室；7，穹窿；8，胼胝体压部；9，丘脑髓纹；10，缰核；11，丘脑背中侧核；12，丘脑背外侧核；13，丘脑后外侧核；14，丘脑中央中核；15，丘脑腹后外侧核；16，丘脑腹后内侧核；17，内侧膝状体；18，外侧膝状体；19，顶盖前区；20，后连合核；21，导水管周围灰质；22，中脑背盖（背盖核）；23，动眼神经根；24，下丘臂；25，内侧丘系和脊髓丘脑束；26，视辐射；27，听辐射；28，内囊；29，壳核后缘；30，尾状核体部；31，外髓板和丘脑网状核；32，丘脑内髓板

表 7-1　丘脑的主要核团

1. 前组核团
   - 前腹侧核（AV）
   - 前背侧核（AD）
   - 前内侧核（AM）
2. 内侧核团
   - 背内侧核（DM）
3. 板内核团
   - 中央正中核（CM）
4. 外侧核团
   - 背外侧核（LD）
   - 后外侧核（LP）
   - 丘脑枕（内、外侧）（P）
5. 腹侧核团
   - 腹前侧核（VA）
   - 腹外侧核（VL）
   - 腹后外侧核（VPL）
   - 腹后内侧核（VPM）
6. 丘脑网状核（RN）
7. 后丘脑
   - 内侧膝状体（MGB）
   - 外侧膝状体（LGB）

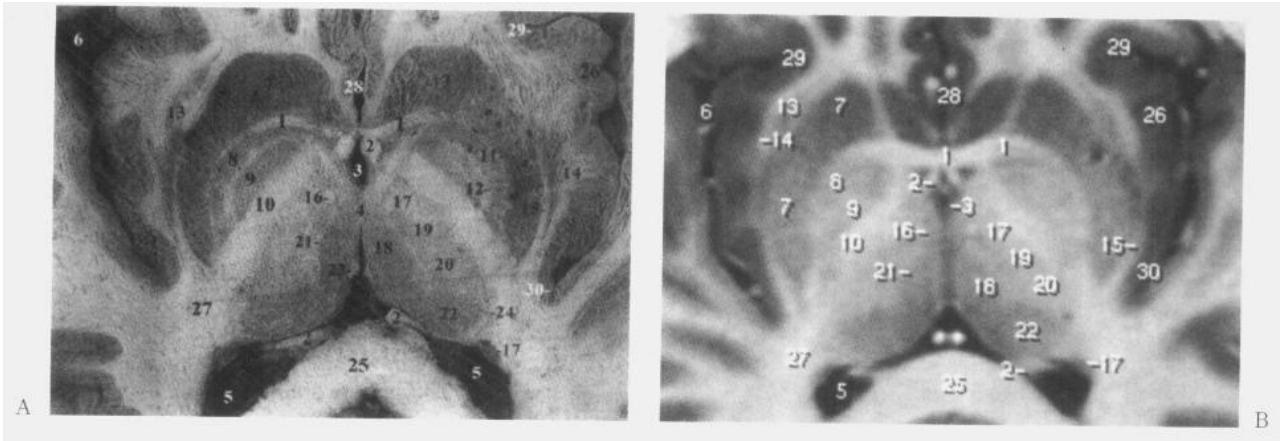


图 7.14A,B　丘脑主要核群。于前连合和缰水平的轴位解剖断层，显示豆状核的主要亚结构。A，解剖（图）。B，MR，翻转回波序列，T1 加权像。1，前连合；2，穹窿前柱；3，第三脑室；4，丘脑间连合；5，侧脑室，三角区；6，外侧裂；7，尾状核头部；8，苍白球，外侧部；9，苍白球，内侧部；10，内囊；11，外髓板；12，苍白球内髓板；13，屏状核；14，最外囊；15，外囊；16，丘脑乳头束；17，丘脑腹前核；18，丘脑背中核；19，丘脑腹外侧核；20，丘脑腹后外侧核及腹后内侧核；21，丘脑内髓板；22，丘脑枕；23，缰；24，丘脑网状核；25，胼胝体，压部；26，脑岛皮质；27，内囊，豆状核后部；28，半球间裂；29，脑岛环状沟，前端；30，脑岛环状沟，后端

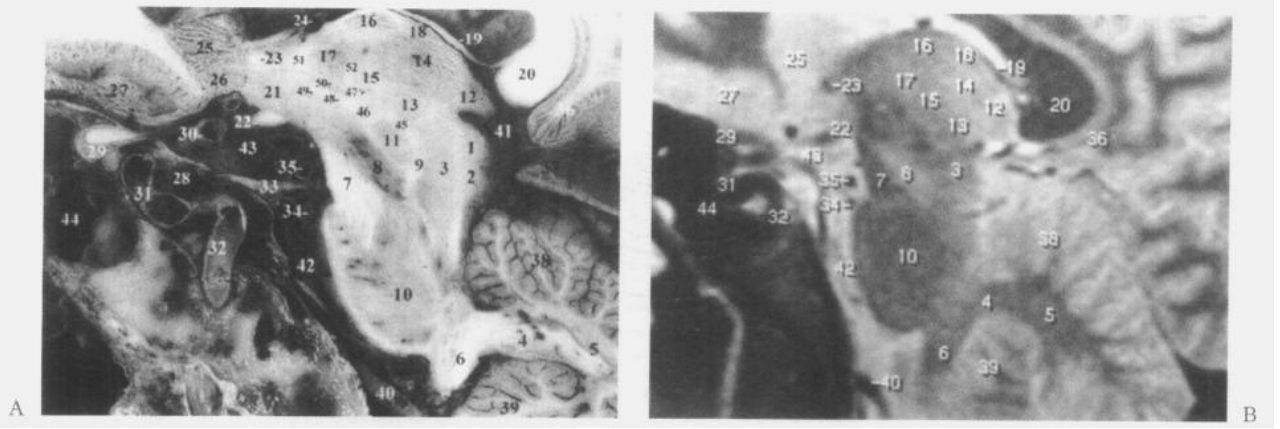


图 7.15A,B　通过丘脑和中脑－间脑区的矢旁切面。A，解剖。B，MR，快速自旋回波，T2 加权像。1，上丘；2，下丘；3，中脑被盖；4，齿状核门；5，齿状核；6，小脑下脚；7，大脑脚；8，黑质；9，颈内动脉，前膝段；10，脑桥（桥核）；11，红核；12，丘脑枕；13，丘脑中央中核；14，丘脑背内侧核；15，丘脑腹外侧核；16，丘脑前核群；17，丘脑腹前核；18，丘脑背外侧核；19，穹窿；20，胼胝体压部；21，下丘脑外侧区；22，视束；23，前连合；24，丘纹静脉；25，网状核头；26，隔区；27，直回；28，海绵窦；29，视神经，管内段；30，颈内动脉床突上段；31，颈内动脉海绵窦段（前膝部）；32，颈内动脉海绵窦段（升段）；33，动眼神经（Ⅲ）；34，小脑上动脉；35，大脑后动脉；36，扣带峡；37，小脑幕；38，小脑前叶；39，小脑扁桃体；40，椎动脉；41，环池；42，桥前池；43，视交叉池；44，蝶窦；45，红核前束；46，Forel H 区（红核前区）；47，Forel H1 区（丘脑束）；48，Forel H2 区（豆状核和豆状袢）；49，豆状袢；50，未定区；51，丘脑前脚（前辐射）；52，丘脑乳头束



图7.16A,B 于海马回沟和视神经管内段水平，通过基底节的矢旁切面。A，解剖。B、 MR 反转回复序列，T1加权像。1，海马回沟；2，视束；3，前连合；4，内侧苍白球；5，外侧苍白球；6，尾状核，头部；7，尾状核，体部；8，内囊前支；9，内囊；10，大脑脚；11，丘脑枕；12，内侧膝状体；13，未定区（底丘脑核）；14，丘脑腹后外侧核；15，丘脑后外侧核；16，丘脑腹外侧核；17，外髓板和网状核；18，穹窿脚；19，豆状束；20，侧脑室，体部；21，颈内动脉，床突上段；22，颈内动脉海绵窦段，前膝段（C2）；23，颈内动脉，海绵窦段，水平段（C3）；24，颈内动脉海绵窦段，后膝段（C4）；25，颈内动脉海绵窦段，升段（C5）；26，海绵窦，静脉间隙；27，蝶窦；28，视神经，管内段

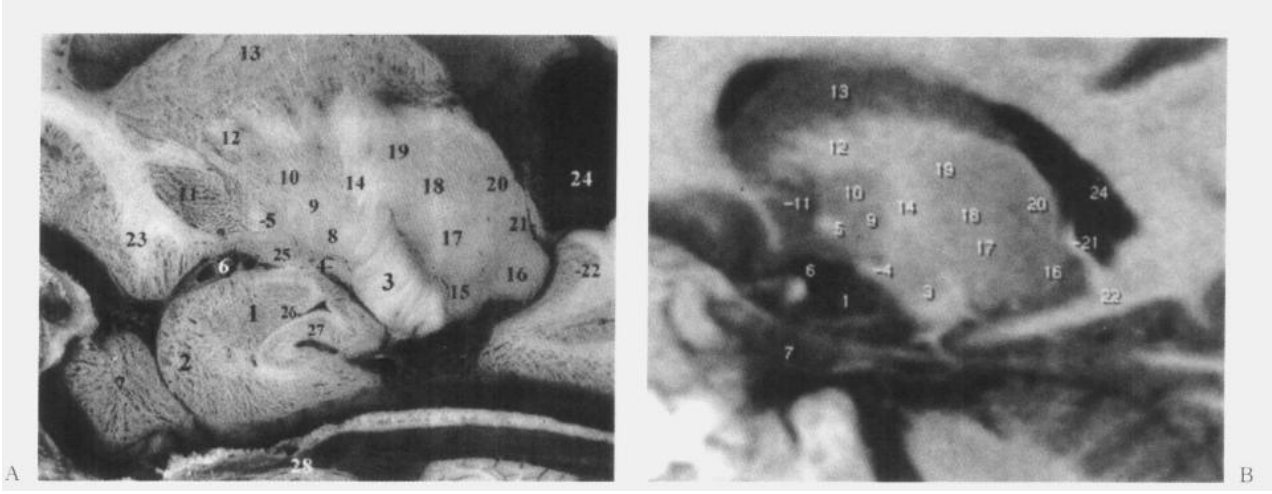


图7.17A,B 于杏仁核及海马头部水平，经脑中央结构的矢旁切面，显示苍白球内缘与视束的密切联系。A，解剖。B，MR反转回复序列，T1加权像。1，杏仁核体部；2，海马回沟；3，大脑脚；4，视束；5，前连合；6，外侧裂；7，颞极；8，苍白球，内侧部；9，苍白球，外侧部；10，外侧苍白球；11，壳核；12，内囊，前支；13，尾状核，体部；14，内囊；15，内侧膝状体；16，丘脑枕；17，丘脑腹后外侧核与丘脑间核；18，丘脑腹外侧核；19，丘脑腹前核；20，丘脑后外侧核；21，穹窿；22，海马尾；23，眶内回；24，侧脑室，三角区；25，无名质和前穿区；26，颞角；27，海马头部；28，三叉神经根

板内核团包括嵌入内髓板的小细胞团，内髓板将丘脑内侧核与外侧核隔开。该核团中，最大的核是中央正中核，该核楔入背内侧核与腹后核尾侧之间，几乎全被内髓板的白质所包绕（图7.12、7.13、7.15）。

中线核团位于侧脑室壁上半部的脑室周围的灰质内，也可见于丘脑间粘合中（图7.8、7.14）。在人类中，该团块的边界很难划定。它构成脑室周围灰质的一部分，该灰质将丘脑的内侧与三脑室的室管膜隔开。

网状核是一层灰质薄板，它将内囊后肢与丘脑的外髓板隔开。网状核围绕丘脑的外、上及前下面（图7.13、7.16）。其前部完全包绕丘脑的前极，其后部变薄，包绕丘脑的外侧面。形态学上，网状核与未定区以及外侧膝状体密切相关。网状核被认为是腹侧丘脑向后移行而形成的衍生物。

当然，有关丘脑核团结构微观细分的详情已超出本书的范畴，目前对磁共振成像来说用处不大。在这里已经对主要的核团和神经核做了叙述，以便帮助读者了解临床与病理的相关性，这种相关性在一定程度上可以在高分辨率、高对比度的磁共振影像上看到。本章所用分类修改自以下著作：Le Gros Clark、Walker、Van Buren和Borke、Jones和Parent。

B 功能和临床方面的考虑

1 丘脑辐射

丘脑经命名为丘脑脚的界线明确的纤维束与大脑皮质各部相连。这些纤维束交互构成丘脑皮质纤维和皮质丘脑纤维，形成一个连续的扇形结构，构成了内囊和辐射冠的主要部分。丘脑还与中枢神经系统的主要皮质下结构相连接，诸如脑干、脊髓、小脑、下丘脑和纹状体。

丘脑辐射线被分为四个脚或柄，它们是（1）前脚或额脚，使丘脑前核和丘脑内侧核与额叶相互连接；（2）上脚，使丘脑中层核与中央前回、中央后回及邻近的额、顶叶相互连接。（3）后脚或枕脚，将顶后回和枕叶与包括丘脑枕、外侧膝状体的丘脑尾侧部，还有投射到纹状皮质的膝距束相连接。（4）下脚或颞脚，比其他脚小，将丘脑后部和内侧膝状体与颞叶下部皮质的限定区域，特别是Heshl颞横回相互连接。这些广泛的投射表现为辐射纤维带，称辐射冠（图7.16），汇聚于丘脑。最多的是投射到中央回、额叶颗粒皮质、横回、禽距皮质的纤维。

有关丘脑形态学和功能学方面完整且权威的评论，可见于John近年的著作中。丘脑的主要功能包括除嗅觉信号外其他所有感觉信息的整合和中继，所有这些信息均终止于丘脑，然后通过丘脑皮质辐射投射到大脑皮质的特定区域。丘脑在对疼痛意识的感知和诠释方面起着特定的作用，疼痛是在丘脑水平诠释的唯一的外周刺激。此外，因为丘脑接受来自小脑、基底神经节区以及不同边缘系统的大部分传入投射，所以它也是运动功能的整合中心。另一方面，通过丘脑非特异性弥漫的投射纤维，丘脑在保持和控制意识、警觉和注意力状态方面起着重要作用。基于生理学的数据，脑电图上的觉醒反应似乎主要由非特异性的板内核和丘脑中线核传递。

C 丘脑的血供

丘脑的血供来自于大脑后动脉的分支。丘脑的内侧及前部接受丘脑穿支的主要血供。这些动脉起自大脑后动脉的最内侧部以及基底动脉的末段。向后走行进入间脑的后内动脉，在丘脑内侧部及下丘脑室旁区形成血管区。丘脑膝状动脉，由丘脑后－外侧动脉构成，营养丘脑外侧核团及丘脑枕。这些动脉来自于大脑后动脉中脑外侧段和脉络膜动脉。丘脑下动脉，

是来自于后交通的分支，但也可起自基底动脉分叉部。这些动脉穿过丘脑底，于丘脑穿支供血区前部形成血管区。丘脑下动脉是后交通动脉的分支，为丘脑上及内侧供血，同时也供应三脑室脉络丛。松果体，或称脑上体和缰，接受脉络丛后内动脉分支的供血。

Ⅳ 上丘脑

上丘脑占据间脑顶部尾段。它包括松果体，或称脑上体，左、右缰核，它们各自接受丘脑髓纹、丘脑带、缰及横过中线的后连合，还有松果体柄的上、下板层的纤维。

A 松果体

松果体是一个位于后连合上方、附着于三脑室顶部的小锥形体。它由内含胶质细胞和松果体细胞的血管结缔组织构成（图7.7、7.11）。松果体是一个未成熟腺体，在哺乳动物中被认为是光敏性神经内分泌器官。松果体主要的分泌物为5-羟色胺、去甲肾上腺素及由5-羟色胺合成的褪黑素。松果体在神经内分泌活动中表现为节律性调节，提示其具有生物钟功能。其日周期的节律为24小时。各种肿瘤如松果体细胞瘤可抑制性腺功能，使青春期延迟，而破坏腺体的肿瘤一般伴发性早熟。在青年人的颅骨平片上常可见松果体钙化，如果需要，有助于间接地确认松果体的局部解剖。

B 缰

人类的缰核位于缰三角基底下方的深部，其中有较小的内侧核及较大的外侧核。两核接受髓纹的终端，并发出缰核脚间束或后曲束（图7.7、7.13、7.14）。髓纹是起自于隔核、外侧的视前－下丘脑区和前方的丘脑核的复合神经束。髓纹的部分神经纤维越过松果体茎部的脑小叶内的缰连合到达对侧。起自缰核的主要传出途径包括传至脚间核的Meynert后曲束。该神经束传至红核的前内侧部到达脚间核，后者投射至中脑网状结构。在功能上，缰核被认为是向中脑上部传导冲动的前脑边缘系统通道上的转换点。

C 后连合

后连合是复合纤维束，在松果体柄后板层内穿越中线（图7.13）。如先前的报告，在背侧，后连合标志着中脑与间脑的连接部。在灵长动物中它的体积较小。后连合位于导水管周围灰质的背侧、于中脑导水管上孔处见于上丘前侧，靠近动眼神经核的嘴侧，与内侧（纵束）丘系紧密相连。后连合髓鞘形成很早。后连合纤维的两侧围绕着不同的小核群，称作间质核（图7.13、7.18）。这些小核群向包括后连合核、顶盖前核、Darkshewitsch核及Cajal间质核的后连合分发纤维。注意后连合的病变可减少正常同感性瞳孔光反射。破坏起自于Cajal核纤维的病变会引起眼球垂直运动和双侧眼睑牵拉的损害。其他中枢也向后连合发出纤维。

于中脑导水管顶部、后连合的尾侧与腹侧，可见一变异的室管膜区，称为连合下器，显示有内分泌功能。在人类，这个室周器的功能尚不明了，但它可能与渴感及水的摄入有关。注意，连合器是无血脑屏障的脑结构之一，在磁共振成像中显示增强。

Ⅴ 下丘脑

下丘脑是间脑的重要部分，位于下丘脑沟

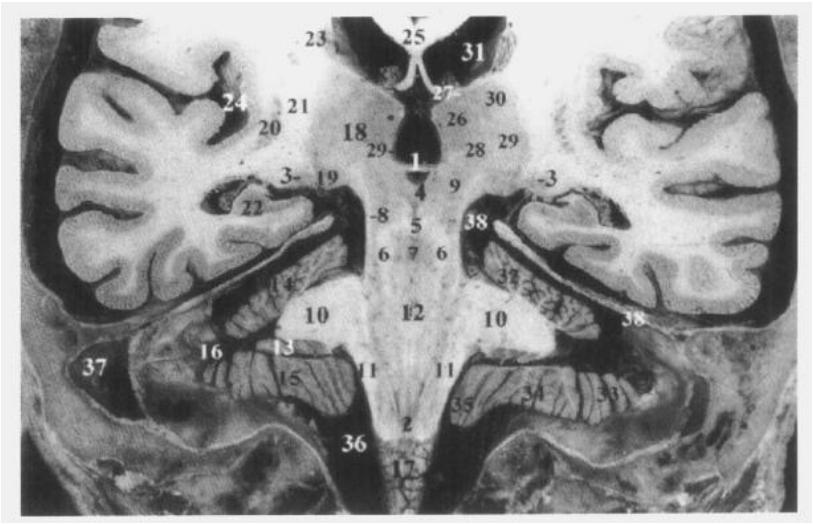


图 7.18 后连合－门参考线定位的冠状解剖切面，包括位于中线的后连合、穹翮下端和两侧的外侧膝状体。该切面依照脑干长轴定位，通过丘脑后部较大范围。1，后连合；2，穹翮下端；3，外侧膝状体；4，中脑导水管（上口）；5，结合臂交叉；6，小脑上脚（结合臂）；7，中脑背盖；8，外侧丘系；9，中脑－丘脑区；10，小脑中脚；11，小脑下脚；12，脑桥背盖；13，绒球和旁绒球；14，小脑半球上面；15，小脑下面；16，Vicq d'Azyr 水平裂；17，延髓；18，丘脑；19，内侧膝状体；20，壳核（后极）；21，内囊；22，海马；23，尾状核；24，脑岛；25，胼胝体（穹窿柱位于其下方）；26，丘脑背中核；27，丘脑背外侧核；28，丘脑中央中核；29，丘脑腹后核；30，丘脑腹外侧核；31，侧脑室；32，小脑半球前叶；33，下半月小节；34，二腹小叶；35，小脑扁桃体；36，小脑延髓池；37，外侧（横）窦；38，小脑幕

的腹侧，通过乳头体尾侧的垂直平面、自视交叉区内视交叉切迹处的终板处伸出（图 7.6、7.19），包括形成三脑室侧壁及底部的结构。

下丘脑从内侧到外侧由正中旁平面分成内、外侧两个核群，正中旁平面包括乳头体内的穹窿端纤维，以及丘脑乳头束和后曲束（图 7.6、7.8）。穹窿的前柱可用作分隔内、外侧区的界标。

从嘴端至尾端，可分出三个区域：（1）前区，位于终板和视交叉后缘之间，包括位于视交叉后方的视前区及视上区（图 7.3）；（2）位于中央的结节区或结节－漏斗区，此处下丘脑最宽（图 7.4、7.5）；（3）后区，称乳头体区（图 7.20）。

下丘脑在嘴侧与外侧和嗅基底区部相延续，嗅区相当于豆状核嘴部及尾状核头部下方的灰质团块区（图 7.3、7.6）。在正中矢状区，下丘脑延伸至前连合的嘴侧，形成隔区（图 7.3、7.6）。后者由内侧隔核、外侧隔核及位于壳核与尾状核连接处内侧的伏隔核构成（图 7.3）。嗅基底区的灰质团块，在豆状核下方，进一步向杏仁核复合体延伸，该结构称无名质，内含 Meynert 基底核（图 7.4、7.5）。

就其解剖关系而论，下丘脑相当于间脑的中央区，其嘴侧、后方及外侧分别以视交叉、乳头体及视束为界（图 7.21）。丘脑位于尾背侧，底丘脑区位于下丘脑的外侧及尾部。下丘脑腹侧突起，连同三脑室隐窝，为下丘脑漏斗，其最远端构成神经垂体（图 7.22）。

下丘脑前后长度为 10mm。虽然很小，但下丘脑包含着对器官生存及垂体激素进行控制的至关重要的神经系统。19 世纪末法国生理学家 C. Bernard 已经强调了下丘脑在维持内部环

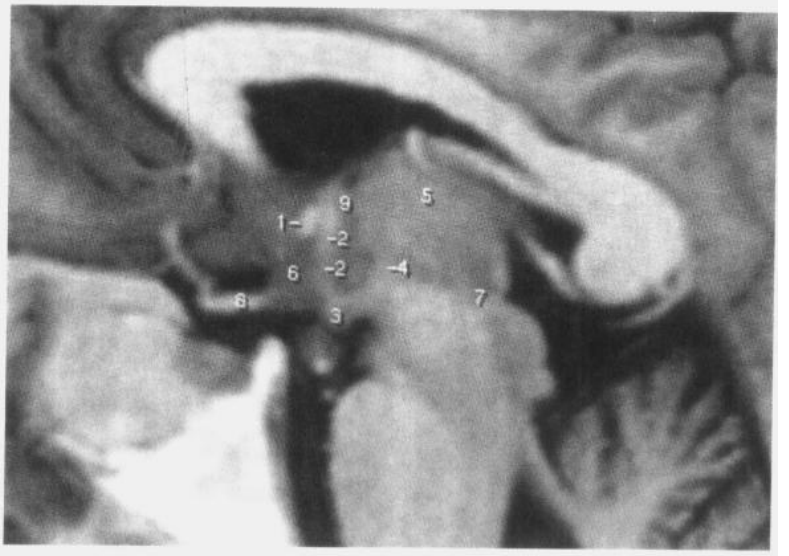
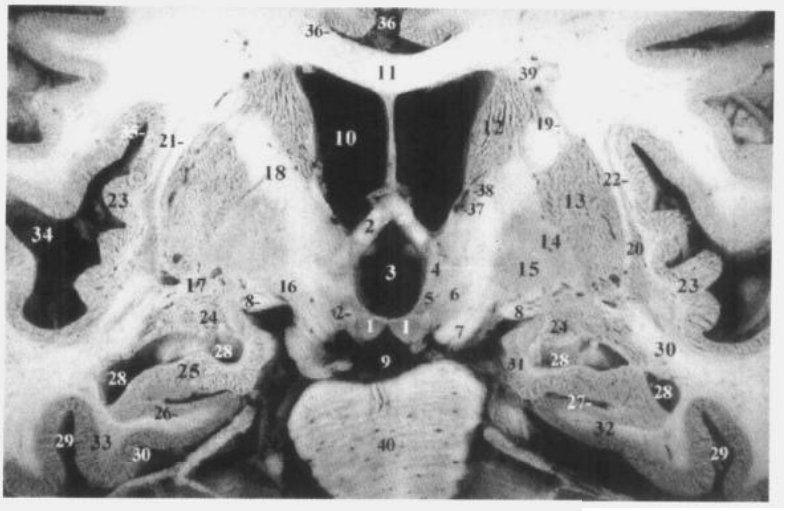
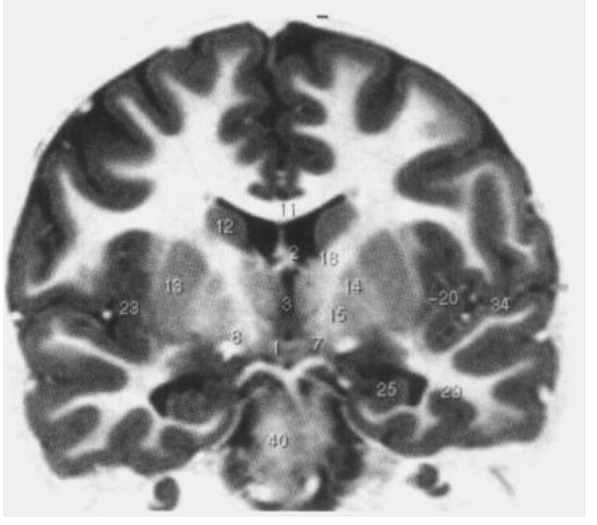


图 7.19 矢状切面，显示穹窿和乳头－丘脑束。1，前连合；2，穹窿前柱；3，乳头体；4，乳头－丘脑束；5，丘脑；6，三脑室及其前方的终板；7，后连合；8，视交叉；9，室间孔



A



B

图 7.20A,B 下丘脑：通过穹窿前柱和乳头体的冠状解剖切面。A，解剖。B，MR 反转回复序列，T1 加权像。1，乳头体；2，穹窿前柱；3，第三脑室；4，下丘脑背内侧核；5，下丘脑腹内侧核；6，下丘脑外侧区；7，大脑脚；8，视束、脚周部；9，脚间池；10，侧脑室额角；11，胼胝体；12，尾状核；13，壳核；14，苍白球外侧部 15，苍白球内侧部；16，苍白球内侧部尖；17，前穿质；18，内囊膝部；19，灰质纹状体桥（尾状核－豆状核）；20，屏状核；21，外囊；22，最外囊；23，脑岛；24，杏仁核；25，海马；26，海马回下脚（下托）；27，钩沟；28，侧脑室下角；29，颞枕外侧沟；30，侧副沟；31，钩回；32，海马旁回；33，梭状回；34，外侧裂；35，脑岛环状沟；36，胼胝体沟；37，丘纹静脉；38，终纹；39，上纵束；40，脑桥

境方面的重要性。这种状态后来被Cannon 和Britton称为“体内平衡”（1925）。

A 下丘脑的细胞结构

人类下丘脑的细胞结构与在其他灵长类动物中看到的类似。但核团的边界不如在其他物种中的那样清晰。在Le Gros Clark等、Haymaker等和Saper等人的著作中可以找到详尽和全面的文献回顾。因此，目前磁共振成像不能识别下丘脑的亚核。如果需要，仅可获得其嘴尾区域的局部解剖分界。由于当前没有这种能力，因此，除乳头体（图7.20）外，尚不能对这些神经核的建筑学做详尽的描述。即便大多数亚核分界明显，但因它们嵌入在连续的细胞基质中，即使在磁共振断层影像上也不能作出鉴别。

1 下丘脑内侧区

下丘脑内侧区位于穹窿和Vicq d'Azyr乳头丘脑束内侧，与三脑室壁相邻，从嘴侧到尾侧分为视前区、视上区、结节漏斗区和乳头体区。视前区构成第三脑室最向嘴部的室周灰质；视上区包括两个边界明确的下丘脑核，即视上核和室旁核；在结节漏斗区内于冠状切面上可见大的略呈圆形的腹内侧核和相对较小的境界欠清晰的背内侧核，以及靠近漏斗隐窝入口处的呈弓形的弓状核。最后是乳头区，人类的乳头区主要由球形的、由一层有髓鞘纤维囊包绕的乳头内侧核构成（图7.20）。乳头体背侧是下丘脑后核。

2 下丘脑外侧区

下丘脑外侧区位于穹窿前柱和乳头丘脑束的外侧（图7.6）。内囊和底丘脑区构成它的外界。它的嘴部和尾部狭窄形成结节区。该区在尾侧与中脑背盖区腹侧相延续，在尾侧与视前外侧区相融合。该区包括边界清晰的核团，即视前外侧核、结节核以及最大的结节乳头核。

B 下丘脑的联系

下丘脑呈现广泛的纤维连接，有些连接轮廓清晰，形成致密的神经束，余下的则较为弥散。有些纤维在磁共振成像上可以辨识。集聚于下丘脑的主要的纤维系统与各种类型的内脏活动有关。下丘脑是调节周围自主性交感和副交感神经系统的主要的皮质下中枢。其他通道例如：嗅路，来自于中脑、间脑，边缘结构以及新皮质的各种的传导束也终止于下丘脑。

主要的连接是（1）前脑内侧束，在非哺乳类脊椎动物中发育很好，在人类相对较小，包括上行的血清素能、去甲肾上腺素能和多巴胺能纤维系统；（2）杏仁核－下丘脑束，为起源于杏仁核的皮质内侧核的终纹和起自杏仁基底外侧核与梨状皮质的腹侧离杏仁核束；（3）海马－下丘脑纤维，它构成穹窿的重度髓鞘化纤维。后者在前连合背侧的隔区内分为连合前纤

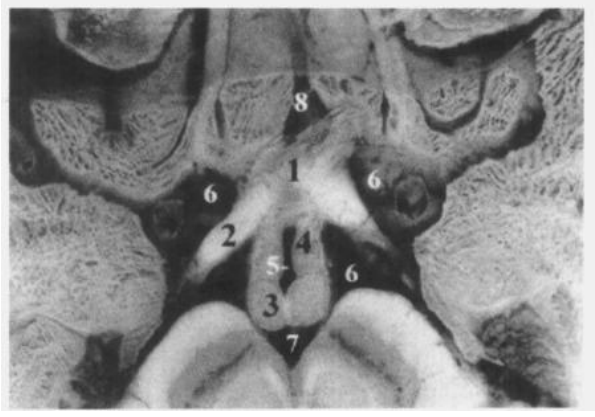


图7.21 下丘脑：通过交叉池的轴位解剖切面。1，视交叉；2，脑池段视束；3，乳头体；4，下丘脑；5，第三脑室漏斗隐窝；6，交叉池；7，脚间池

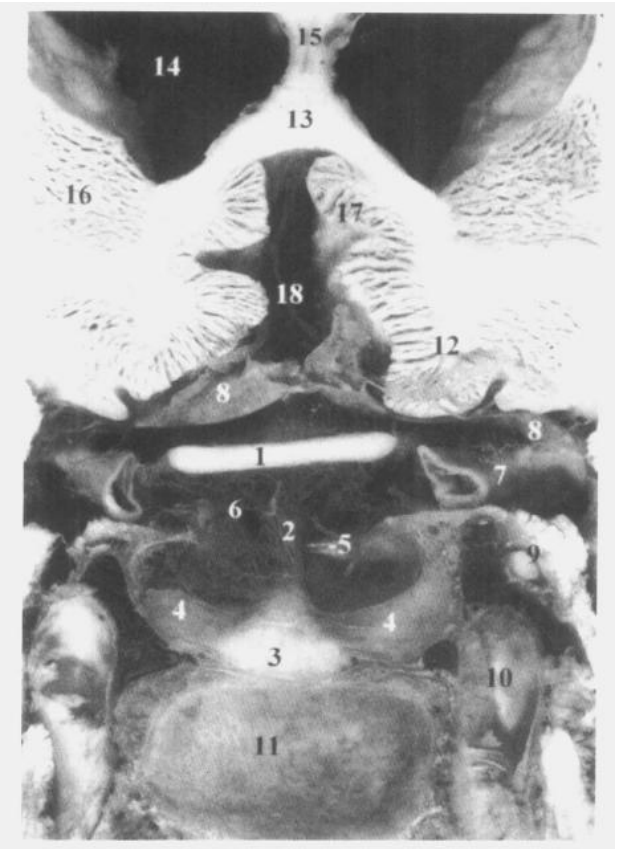


图7.22 视前区和结节－漏斗区。下胼胝体嘴部水平，经过视交叉和垂体的冠状解剖切面，包括漏斗。1、视交叉；2、垂体柄；3、神经垂体（垂体后叶）；4、腺垂体（垂体前叶）；5、鞍隔；6、鞍上池；7、颈内静脉床突上段；8、大脑前动脉近段；9、动眼神经；10、颈内动脉海绵窦段；11、蝶窦；12、直回；13、胼胝体嘴部；14、侧脑室额角；15、透明隔；16、尾状核头部；17、胼胝体下区；18、终板池

维和连合后纤维。前者终止于乳头体。注意，构成穹窿柱的很多纤维在进入下丘脑的行程中失去髓鞘。(4)网状下丘脑纤维向两侧投射到视交叉下核，被认为是全天节律的起搏器；(5)脑干网状结构发出两条主要的传出通道，乳头脚和Schutz背侧纵束。前者起源于中脑，投射于乳头外侧核，在人类该核不易分辨。后者起自于中脑和背盖，构成纵向贯穿导水管周围灰质的纤维系统；(6)皮质下丘脑纤维，来自于额前区、顶叶及枕叶皮质，投射于下丘脑。主要的前脑传入神经纤维起自两个在种系发生上最古老的皮质区域：海马结构和梨状皮质。

传出神经似乎部分地与传入神经相互补偿。下丘脑通过前脑内侧束与海马结构连接；通过终纹和腹侧通道与杏仁核复合体相连；主要通过背侧纵束与中脑背盖相连。背侧纵束是下丘脑和脑干之间主要的交通通道，其中很少髓鞘纤维。背侧纵束与前脑内侧束共同构成连接下丘脑和脑干的主要途径。下丘脑纤维下行至脑干以及脊髓，将下丘脑的调节作用传递到中枢自律神经元。有几条下丘脑传出通道在传入神经系统中没有对应纤维。乳头核与乳头体内侧核发出一条大的上行纤维束，即乳头主束，它分出Vicq d'Azyr乳头丘脑束，投射至同侧的丘脑前核，另一肢为乳头背盖束，该束位于内侧纵束的腹侧，成弓形向尾侧进入中脑背盖到达网状结构的背盖核。

其他重要的下丘脑的传出通道以借助于视上垂体束和结节－漏斗束联系的下丘脑与垂体的连接为代表。视上垂体束起自于下丘脑的视上核和室旁核，投射到垂体后叶。这些核团的细胞是神经分泌性神经元。神经内分泌物在细胞体内合成，通过轴突流动运输，在垂体后叶，即神经垂体内毛细血管旁的轴突末端释放（图7.22）。这个神经分泌过程负责垂体后叶激素，即催产素和加压素的合成和释放。另一个起源于漏斗核的系统又称弓状核。它位于结节区，终止于垂体门脉系统窦状隙旁毛细血管环上的漏斗内。它负责运送由门脉血管传至腺垂体的释放抑制激素。这些释放因子调节垂体激素的合成与释放，并形成下丘脑与垂体前叶之间的神经激素的连接。

C 功能和临床方面的考虑

下丘脑充当自主神经系统的“头神经节”。实际上它与所有类型的内脏活动有关，被认为

是控制和协调自主神经系统的重要皮质下中枢。随着神经内分泌学的发展，关于下丘脑的功能性作用方面已积累了大量的文献。刺激和破坏下丘脑的不同区域会引起不同的自主功能紊乱。下丘脑主要的功能正如已经叙述过的那样与内分泌控制和与神经分泌有关，如体温的控制，水平衡及食物摄取的维持，性行为及生殖功能的控制，生长和行为以及诸如恐惧、高兴、厌恶或愤怒等感情的控制。令人感兴趣的是下丘脑与全日节律有关，在许多动物中，视交叉上核被认为是内源性的自然起搏器，在所有的脊椎动物中充当生物钟。最后，Jouvet的研究显示下丘脑可能参与睡眠－觉醒循环，这提示下丘脑后部包括结节乳头核，在唤醒机制中起着重要作用。这些睡眠与觉醒的周期性状态是全日节律的一个主要例证。

D 下丘脑的血供

Haymaker曾经对下丘脑和垂体的血供做过研究，下丘脑区由来自Willis动脉环的小动脉进行血管化，以存在丰富的吻合血管网为特征。下丘脑前部和视前区由大脑前动脉、前交通动脉和颈内动脉的分支供血。下丘脑的后部由后交通动脉和大脑后动脉进行血管化。两支动脉均为乳头区供血。起于颈内动脉的垂体上动脉与后交通动脉都发出结节－漏斗动脉分支。

VI 底丘脑区、丘脑底部或腹侧丘脑

底丘脑区是间脑的一部分，构成外邻内囊、内靠下丘脑，背邻丘脑的移行区。底丘脑区在腹外侧与交界区相邻，于此处大脑脚融合入内囊，后者将底丘脑部与苍白球隔开。底丘脑区包含重要的核团，许多重要的神经纤维束在到达外囊的途中穿越该区。这些核团包括底丘脑核、无名区、延伸至中脑－丘脑交界区的Forel背盖区（Forel H区）的核团、红核和黑质。穿越该区的主要神经束为豆状束（Forel H2区）、豆状袢、丘脑束（Forel H1区）和底丘脑束。内侧丘系和三叉丘系的嘴端连同起自于对侧小脑上脚的齿状核丘脑束，以及同侧的红核丘脑纤维在到达它们位于丘脑内的末端前，也经过底丘脑区（图7.7、7.10、7.15）。

底丘脑区的局部解剖在按后连合－口(PC-OB)参考线定位的磁共振冠状位切面上最易评估。在连续的冠状位层面上（图7.7、7.8、7.10、7.12）显示了复杂的中脑－丘脑区内的大部分解剖结构。在连续的矢状层面上也清晰地显示了解剖成像的相关性（图7.15～7.17）。为了成像的效果和更好的理解，本章包括了底丘脑区的复杂组织结构和其头尾侧的关系以及中脑上部的主要结构。

A 底丘脑核（Luysi体）

1 形态学和局部解剖学

底丘脑核团包括在由Foix和Nicolesco（1925）命名的“région mésencéphalo-sous-optique”之内，是一个见于内囊内侧面的透镜样结构。该核边界清晰，在人类和灵长类动物中尤为显著，但在大多数哺乳动物则较小，在亚哺乳动物中，该核缺如。在冠状切面上，该核呈双凸型，位于底丘脑区尾侧，甚至延伸至底丘脑－中脑背盖交界区。其尾侧部分位于黑质嘴侧的背外侧和红核上缘的外侧。它通过内囊的内侧面与豆状核的苍白球隔开。底丘脑核在内侧与丘脑邻接，在背侧通过未定区与丘脑核团腹层分开（图7.7、7.8）。

2 功能和临床方面的考虑

主要的传入性投射纤维起于：中央前运动皮质和额叶区、苍白球和脚桥核。皮质底丘脑区投射纤维在局部解剖上是井然有序的。底丘脑核实际上可分为一个大的背外侧部和一个较小的腹内侧部。前者与感觉－运动皮质相对应，后者对应于连合皮质。苍白球外段投射出最多的皮质下纤维至底丘脑核。这些纤维穿越苍白球内段和内囊。Lavoie 和 Parent 以及 Mesulam 等证实，在猴子中，存在大量的投射于底丘脑核的胆碱能纤维。

关于传出投射纤维，底丘脑核发出底丘脑苍白球投射、底丘脑黑质投射和底丘脑纹状体投射。底丘脑苍白球的传出纤维束穿过内囊，以平行于苍白球髓板的方式辐射至苍白球的所有部分。

基于存在着投射于苍白球和黑质的传出神经，而相信组成基底神经节传出系统的神经元的活动是由底丘脑区调节的。人类底丘脑核的小病灶，通常为出血性病变，造成以舞蹈样非控制性暴力和无意识扭转运动为特征的临床疾病，出现于病灶对侧机体。这些异常活动主要累及上肢和下肢的中轴及近端的肌肉组织。面肌亦可受累。

B 无名区

无名区是位于丘脑腹侧的小灰质区，通过丘脑束与丘脑隔开，无名区在外侧与丘脑网状核相延续（图7.7、7.8）。这些分散的细胞群接受来自中央前皮质的皮质离心的投射纤维。

C 红核前区

红核前区又称Forel H区（图7.7、7.12），该区在功能上与未定区相联络。它包括位于未定区尾内侧的分散的神经元核群。该核群构成了红核前区的核团。

D 底丘脑区的血供

底丘脑区由起于后交通动脉和大脑后动脉的后内动脉供血。尤为特殊的是，底丘脑核的血供来自大脑后动脉的分支、后交通动脉乳头前支以及脉络膜前动脉的脚支。黑质的嘴部由后交通动脉的乳头前支和脉络膜前动脉的脚支供血。它的尾侧部接受来自大脑后动脉脚支、后内侧脉络膜后动脉和小脑上动脉的供血。

VII 基底神经节

A 形态学与影像学

基底神经节是皮质下最大的灰质核团，与间脑结构关系密切，但却被内囊纤维隔开（图7.23）。这些基底核团主要起源于端脑。

包括在这个常用术语下的解剖结构在不同的著者之间有所不同，从而导致混乱。解剖学家通常将基底神经节看成是位于前脑基底部的皮质下核，包括纹状体、纹状体由尾状核、壳核和苍白球构成，苍白球与壳核一起形成豆状核，最后是杏仁核和屏状核。

从功能和临床的观点来看，基底神经节只限于除屏状核和杏仁核以外的纹状体和苍白球。因为屏状核与基底核结构没有重要的连接；而杏仁核一般认为是颞区内侧的边缘系统的一部分，这一点已在第6章中有所描述。

通过前脑基底的冠状切面，由于该切面的定位方向，能最有效地显示这些中心结构。所研究的解剖结构除如上所述的间脑结构外，显然应加上豆状核、尾状核以及相关的腹侧纹状体苍白球区。这些脑的中心结构的显示范围为

从胼胝体嘴部水平延伸至后连合－门平面，这得益于平行于后连合－闩参考平面的冠状定位法（图7.3～7.5、7.7～7.10、7.20）。磁共振冠状切面包括略平行于Guiot CA-CM的平面，该切面可见与内侧苍白球的内界密切相关（见第2章）。依据“Flechsig”传统定位获得的轴位切面，即以神经－眼平面定位的解剖切面（图7.14、7.24～7.26），该平面接近Frankfurt-Virchow平面，显示位于前连合到双侧侧脑室顶部间的基底神经节，其两侧以屏状核和脑岛为界。磁共振水平切面按平行于视交叉－后连合的定位平面获得，非常接近于外侧裂定位平面，但与立体定向神经外科所采用的双连合定位有很大差别（前连合－后连合平面与视交叉－后连合平面成角为24°）。

腹侧纹状体苍白球区（图7.3～7.5）包含一个境界不清的解剖区域，它相当于纹状体和苍白球，向大脑下基底面的腹侧延伸。纹状体腹侧包括伏隔核、前穿质和部分相当于无名质的苍白球腹侧部。

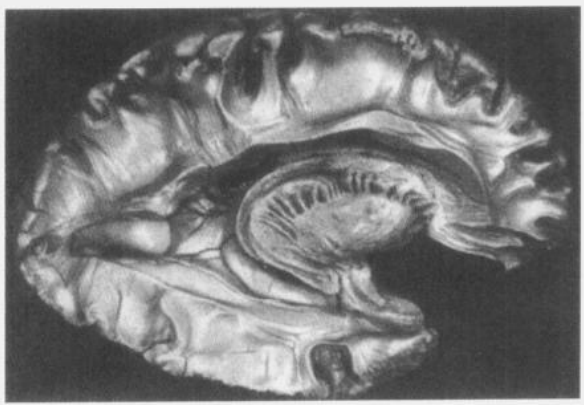


图7.23 基底神经节的局部解剖

B 豆状核的局部解剖

豆状核指的是壳核和苍白球。它形似双凸透镜，完全被大脑半球的白质所覆盖，其两侧覆以外囊，向内则以内囊为界。

在横轴位上，豆状核呈尖向内，底朝外的楔形。该核团分为两部分：较大的外侧部，即壳核；较小且颜色较淡的内侧部，称为苍白球（图7.7、7.14）。于冠状（图7.4、7.5、7.20）和矢旁切面（图7.15～7.17）上可见豆状核的前、后缘及上缘与辐射冠（图7.7、7.8）相关，其下部以前连合向外侧走行到颞叶的进程中形成的槽为界（图7.14）。壳核的嘴部与尾状核的头部相延续（图7.3～7.6）。于前连合槽的前方，纹状体的灰质与前穿质相连（图7.4～7.6）。在冠状面上于此水平可以清晰见到穿过大脑的外侧的纹状体动脉（图7.4）。豆状核的下面位于侧脑室颞角的上方，在该处通过外囊的纤维将二者隔开。

构成豆状核内侧部分的苍白球，被内髓板细分为两部分。大量浓密的髓鞘化纤维穿越苍白球，这解释了在解剖和磁共振成像切面上，与壳核或尾状核相比，苍白球显得苍白的原因。苍白球通过外髓板与壳核隔开（图7.14、7.20）。

C 尾状核的局部解剖

尾状核是一个细长的弓形灰质团块。其整体范围均与侧脑室相关。它占据了前角或称额角的底面和颞角的顶部。其向前膨大的部分称为头部，突入到侧脑室额角内（图7.2～7.4）。尾状核于室间孔处变窄，构成核的体部，位于丘脑的背外侧，与侧脑室的侧壁相连（图7.20、7.25、7.26）。其余部分，称为尾状核尾部，沿侧脑室颞角的弯曲，进入颞叶，终止于杏仁核区。尾状核的侧脑室部分均为室管膜所覆盖。在尾状核的前极，尾状核的头部在前穿质的上方与壳核相融合（图7.3、7.6）。在这个下融合的上方，壳核与尾状核头借助于穿过内囊前肢的灰质束相连接（图7.4、7.5、7.16、7.25）。

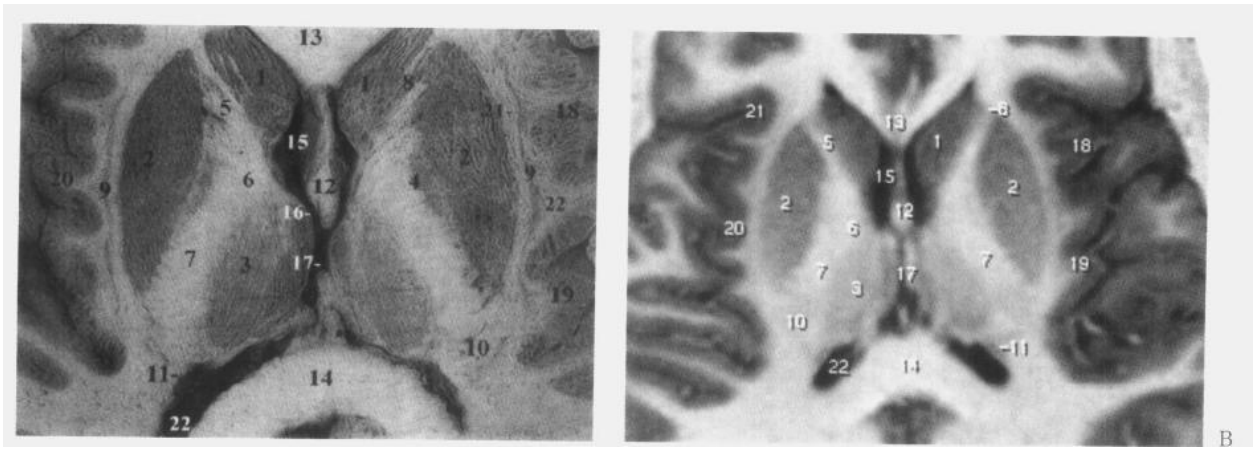


图 7.24A,B 基底神经节：于脑岛和额角水平的轴位解剖切面，显示尾状核与豆状核、包括丘脑和内囊。1、尾状核、头部；2、壳核；3、丘脑；4、苍白球 外侧段；5、内囊、前肢；6、内囊、膝部；7、内囊、后肢；8、壳核尾状核灰质桥；9、屏状核；10、内囊、豆状核后部；11、尾状核、尾部；12、穹窿；13、胼胝体、膝部；14、胼胝体、压部；15、侧脑室、额角；16、室间孔（Monro）；17、第三脑室；18、脑岛皮质、短回；19、脑岛皮质、长回；20、 脑岛；21、脑岛环状沟；22、侧脑室、三角区

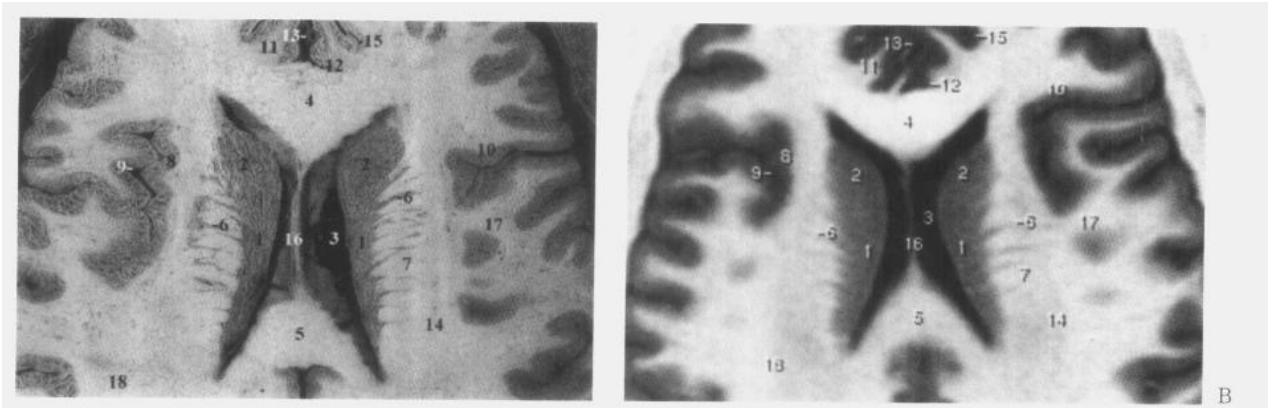


图 7.25A,B 基底神经节：经侧脑室体部的轴位解剖切面，于豆状核水平上方，显示尾状核的前后区域。1、尾状核、体部；2、尾状核、头部；3、侧脑室、体部；4、胼胝体、膝部；5、胼胝体、压部；6、壳核尾状核灰质桥；7、辐射冠；8、脑岛皮质；9、交锁回表面；10、外侧裂、升支；11、扣带回；12、胼胝体沟；13、胼周动脉；14、半卵圆中心；15、扣带沟；16、透明隔；17、岛盖额部；18、顶叶

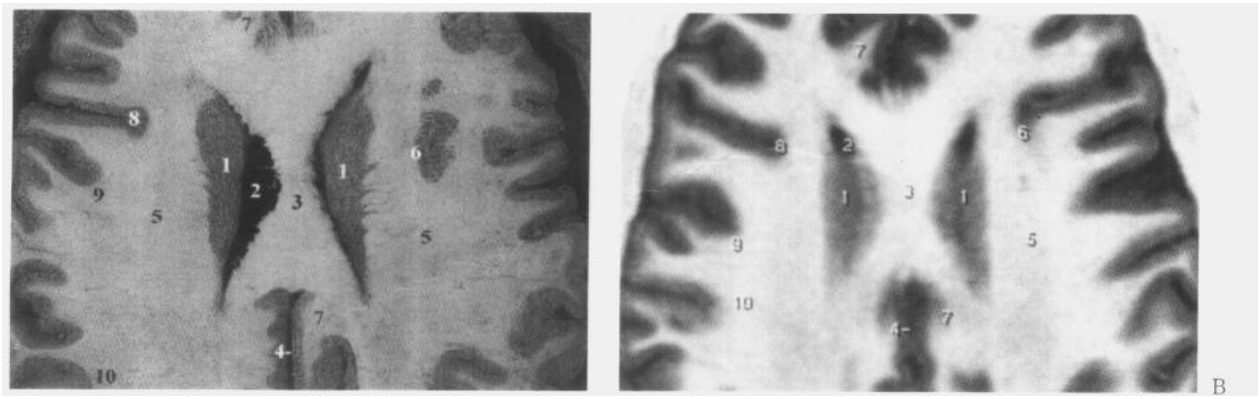


图 7.26A,B 基底神经节：经侧脑室顶部和胼胝体体部的轴位解剖切面，显示尾状核外侧的辐射冠。1、尾状核、体部；2、侧脑室、体部；3、胼胝体；4、半球间裂；5、半卵圆中心；6、上脑岛皮质；7、扣带回；8、外侧裂，升支；9、岛盖额部；10、顶叶

这些灰质桥上的条纹提示了纹状体的命名。沿着侧脑室前角和中央部，尾状核与胼胝体相关。但由额枕束将其二者分开。尾状核外侧扁平的表面与内囊相关。在颞叶，尾状核的尾部通过内囊豆状核下部与来自于外囊的纤维与苍白球的下面隔开。

尾状核与壳核的内部结构相似；二者均富细胞和血管结构，这见于液体衰减翻转回复序列（FLAIR）（图7.27），特别是在注射钆造影剂后运用磁化转移获得的自旋回波，T1加权冠状切面的图像上（图7.28）。形态学测定资料显示人类的壳核比尾状核大约13%，而外侧苍白球占苍白球总体积的70%。

D 功能和临床方面的考虑

纹状体的传入性连接主要起自于大脑皮质、丘脑板内核与黑质。这些传入系统在局部解剖上呈有序的排列。

1. 皮质纹状体投射起自大脑皮质的广泛区域，投射于尾状核与壳核。起于4区的纹状体纤维按躯体皮质特定区域向双侧投射至壳核，并以谷氨酸作为神经递质。

2. 丘脑纹状体投射，起于丘脑中央中核以及其他板内核和中线核团，构成另一个异常丰富的传入神经系统。

3. 起源于黑质致密部细胞的黑质纹状体纤维，上行至底丘脑区，到达内囊，终止于尾状核和壳核。这些黑质纹状体纤维转运多巴胺至其位于纹状体内的末端。其他到达纹状体的传入神经纤维还有诸如起源于中脑的背侧缝核内的血清素能细胞群的神经。

传出纤维则为数有限。大多数纹状体离心纤维终止于苍白球和黑质。纹状体苍白球纤维在局部解剖上呈有序的排列：壳核的外侧部投射于苍白球的外段；而壳核的内侧部与尾状核投射于苍白球的内、外侧段。

起于底丘脑核的、于局部解剖中呈有序排列的纤维投射到苍白球的内外两段。从神经生化的角度来看，几乎所有的纹状体离心神经元均采用γ-氨基丁酸（GABA）作为抑制性神经递质。最重要的起自于纹状体的传出系统，以苍白球离心系统的纤维为代表。该系统由一系列通道中排列有序的粗厚而浓密的髓鞘化纤维构成。该系统包括丘脑束、底丘脑束和其他位于苍白球－被盖、苍白球－黑质及苍白球－缰之间的投射（图7.29）。

除了起自于苍白球外侧部的苍白球丘脑束外，豆状袢、豆状束和苍白球－被盖纤维全部起自于苍白球内侧部。苍白球离心系统从嘴侧到尾侧分别为，豆状袢位于嘴侧端，苍白球底丘脑纤维在尾侧，豆状束在中间位置（图7.29）。苍白球丘脑束交叉或非交叉纤维的主要终点是丘脑的腹前和腹外侧核，二者依次投射于大脑皮质。起自于中央中核的丘脑纹状体纤维作为反馈系统的一部分，也投射于壳核。主要的苍白球离心纤维系统的局部解剖路线可于冠状磁共振切面上见到，在一定程度上有助于对临床与解剖相关性的观察。

基底神经节在功能上包括壳核、苍白球、尾状核、丘脑腹前核、底丘脑核黑质以及其连接纤维，它们通过投射于额叶的纤维对运动活动施加影响。额叶皮质，主要向对侧的中枢神经系统的各个层次依次施加运动控制。注意基底神经节不直接将其纤维投射于脊髓水平。基底神经节控制系统在回路中组成，它作为一个调节系统，抑制或促进运动活动。生理学数据提示这种抑制是纹状体功能表达之下的基本机制。基底神经节的输出系统实际上是GABA能（的神经系统）。苍白球丘脑投射与黑质丘脑投射会抑制向大脑皮质投射的丘脑神经元。作为基底神经节接受部的纹状体依次接受来自大脑皮质和皮质下核，如黑质、丘脑板内核、中脑的缝核的主要的传入纤维，这些都是由各种神经递质调节的投射纤维。

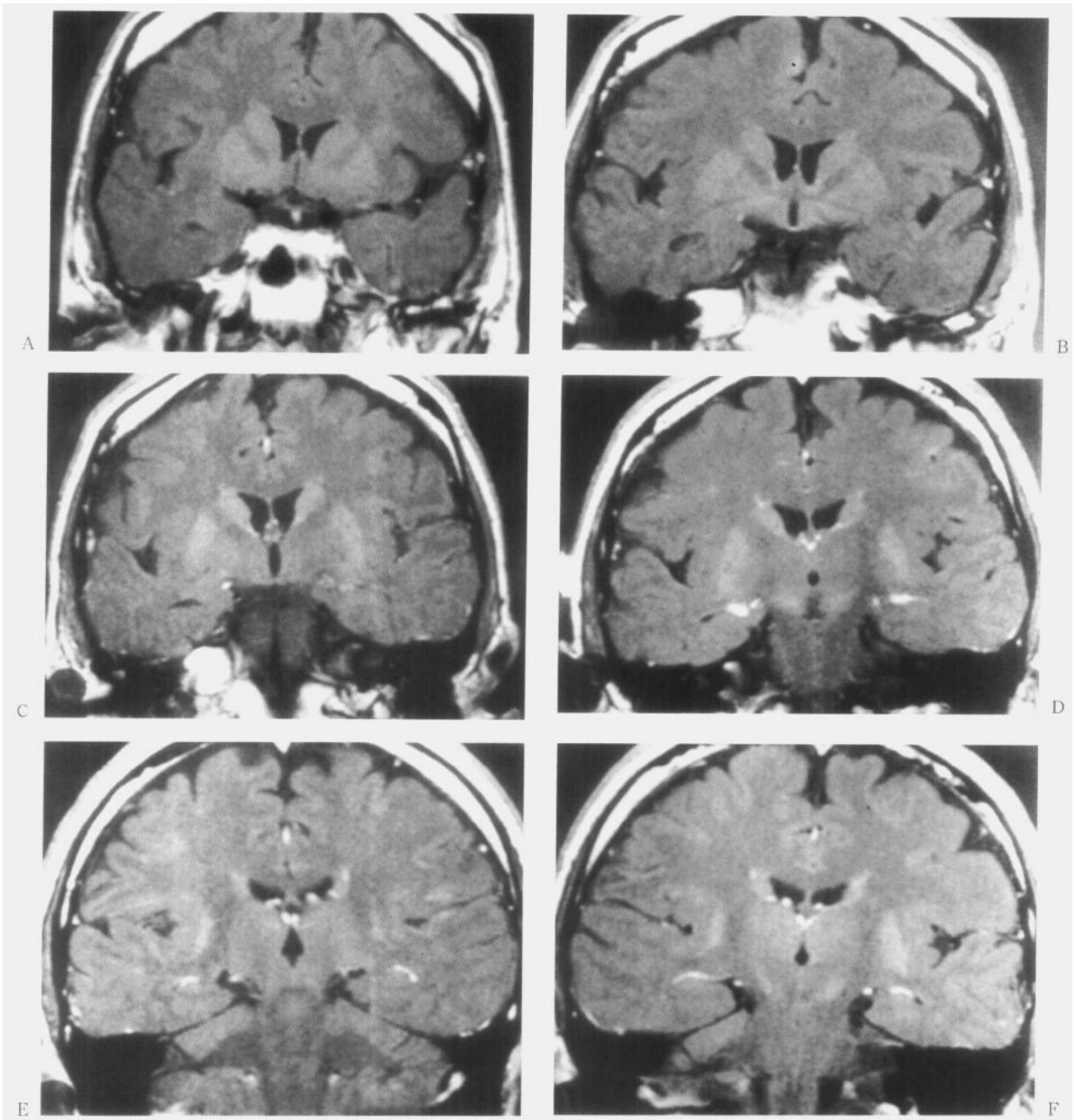


图 7.27A-F 间脑结构：应用液体衰减反转回复（FLAIR）序列的 MR 冠状（后连合－闩线）切面的相互关系（注意与皮质和余下的深部核团相比、纹状体、无名质和黑质信号强度相对升高）。A 纹状体前部及伏隔核；B 纹状体和无名质；C 尾状核与壳核；D 黑质；E 壳核与黑质；F 于后连合－闩水平的壳核后缘

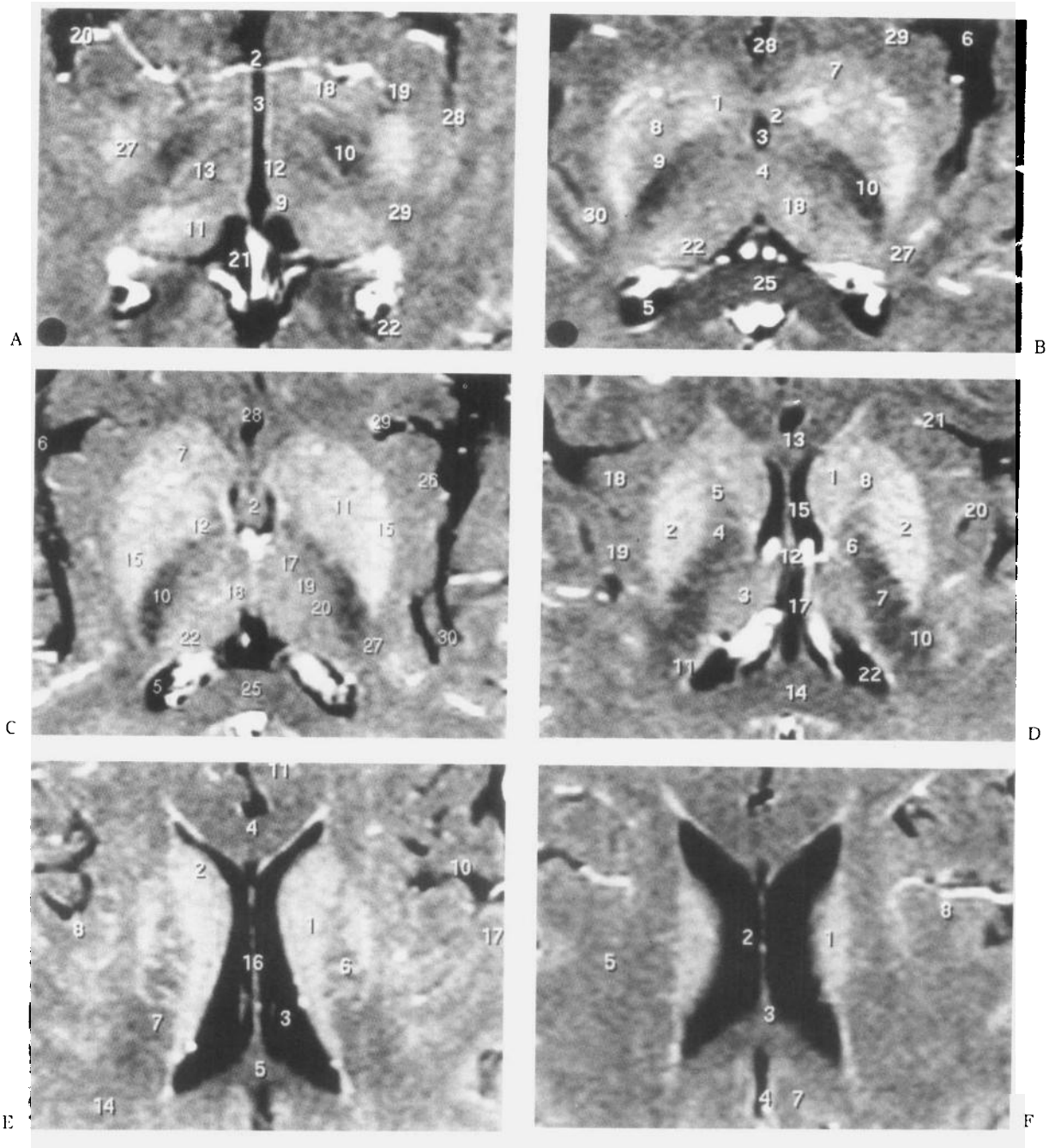


图 7.28A–F　包含基底神经节的间脑结构：应用自旋回波 T1 加权脉冲序列及磁化转移技术和注入造影剂（钆）的 MR 轴位（视交叉 – 后连合）切面的相互关系。注意大多数基底神经节结构相对丰富的血供部分地导致这些结构良好的对比分辨率，这些结构主要有腹侧纹状体 – 伏隔核复合体，纹状体、丘脑枕及丘脑背内侧核。A 腹侧纹状体 – 伏隔核及丘脑枕水平；B 纹状体，下部水平；C 纹状体，中部水平；D 纹状体，上部水平；E.F 尾状核体部。A （见图 7.6B），B （见图 7.14A），C （见图 7.14A），D （见图 7.22A），E （见图 7.25A），F （见图 7.26A）

当这个复杂的调制和相互关联的系统内的平衡破坏时，就出现病态。基底神经节功能障碍所致运动性失调包括从运动功能减退到运动功能亢进或运动功能障碍的大幅度的异常。相关疾病进程的病生理学基础常是一种或几种相关的神经递质缺乏的结果。

帕金森病是运动功能减退性疾病的最佳代表。它以运动的减少或丧失为特征，伴有执行运动的启动，执行和促进性的减少，以及随意运动速度的减少，即运动缓慢。运动功能减退通常伴有肌肉僵直和静止性震颤。

另一方面认为，无症状帕金森病反映了由于相关解剖结构的破坏所致的初期功能缺失。在帕金森病中，病理性改变主要累及黑质，其特征为来自纹状体密部细胞的多巴胺能传入纤维减少。该综合征的面部极少表情，临床表现包括运动过慢和运动不能并伴有行动缓慢、弯曲体态和不活动性、肌肉僵直及静态或体位性震颤。自从哌替啶的类似物，MPTP（1-甲基-4-苯-4-1-2-5-6-四氢吡啶）发现后已经有了帕金森综合征的实验模型。MPTP 是一种神经毒素。可在猴子身上引发慢性型帕金森综合征，该综合征的体征与人类帕金森病相同。

运动亢进性疾病，例如亨廷顿和西德纳姆舞蹈病或颤搐的特征性表现为不自主运动，包括震颤、舞蹈样或手足徐动症、或偏身颤搐。这种过度运动的特殊活性是因为正常调节苍白球的纹状体变性后，苍白球和丘脑活性的释放所致。大脑皮质在引起运动障碍的神经机制方面起着主要的作用。

在皮质脊髓通路的中断或运动皮质外科切除术后，大多数异常不自主运动和运动障碍状态消失。立体定向神经外科手术主要集中在丘脑腹外侧核和苍白球。这些核结构的局限性病变可明显减少，甚至消除某些类型的运动障碍。上述试图减轻各种类型的不自主运动的外科手术是基于如下的假设：运动障碍是释放现象的生理性表达，所见的不自主运动是神经活性过度的结果。

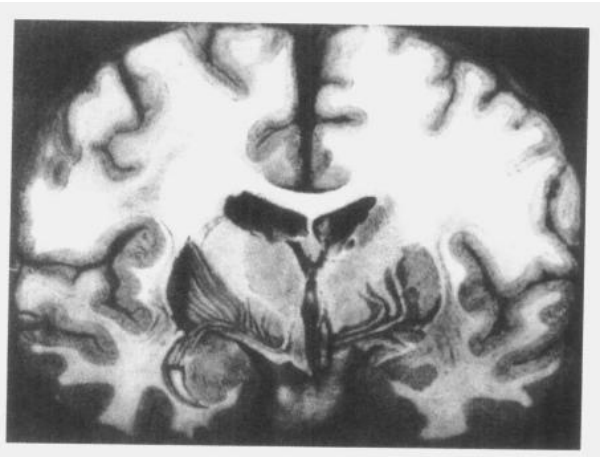


图 7.29　脑基底神经节内主要纤维束的解剖

实验性模型阐明了运动功能减退性疾病的部分病理生理学机制，它可能由于起源于底丘脑核，作用于内苍白球和黑质网状结构的兴奋作用增强所致。事实上，底丘脑核选择性损毁所获得的临床效果显示，患者对侧肢体的运动功能减退、强直和震颤均出现戏剧性的改善。对底丘脑核实验性的高频刺激也证实了该核在运动不能的发生上的积极作用的假定。

E　功能性神经外科学

丘脑和基底神经节的成像已用于运动疾病的外科治疗中。近来，该治疗方法引起广泛的关注，它包括直接针对特殊目标的破坏性外科手术或运用高频刺激的神经扩增疗法。

在立体定向的情况下，目标的定位传统上依赖于脑室造影上对前连合与后连合的确认。

在高分辨率磁共振成像完成的冠状和轴位平面上，可以容易和准确地确定前连合和后连合的坐标。利用常常附加于立体定向软

件中的标准脑图谱，可以获得特定目标的近似定位。在刺激研究和单细胞电极描记的基础上选择目标的精细定位。目前，大多数开展功能性神经外科的单位补充了通过神经影像获得的坐标和术中生理学测验来确定确切的目标定位。

帕金森病的治疗已经逐渐形成。以前，外侧丘脑病变大多采用外科治疗方式。近来，由于严重的致残症状，治疗是因人而异的。此外，高频刺激可获得与破坏性外科手术同样的效果，几乎没有并发症。

对于合并帕金森病的难治的肿瘤，将破坏性或高频刺激用于丘脑的腹中核（VIM）。虽然腹中核不接受来自于豆状袢纤维的任何传入纤维，但它在震颤发生中，似乎起着十分重要的作用。参照标准图谱，诸如Schaltenbrand和Bailey图谱，或用起来更为容易的Guiot平行四边形，可以定位腹中核。该方法在于确定前连合－后连合坐标和丘脑的高度。作一条通过前连合－后连合线中点的丘脑高度线，再从丘脑高度线的中点画一条平行于前连合－后连合线的平行线。将前连合－后连合线与丘脑高线分成12段，特定的核团位于在这两条线之间画出的平行四边形中，且与Hassler的命名法相符（图7.30～7.32）。

正如在动物实验所预料的那样，底丘脑核（图7.33）在帕金森病运动性失调的发病机制中，起着主要作用。因此，近来的研究工作证实，对该核的高频刺激对治疗运动－僵直性帕金森综合征有极好的效果。而且，可在一次做双侧治疗。底丘脑核的显示可用Benebid等研制的方案，在立体定向条件下进行。

高分辨率成像使帕金森病中的苍白球切除术的兴趣区再生。这项技术于1962年报道，在不久之前很少应用。内侧苍白球的定位主要依赖平行于前连合－后连合线的T1和T2加权的薄切面。和以前一样，前连合－后连合线可从立体定向图谱中获得。因为苍白球内段（Gpi）紧邻视束和内囊，所以刺激应避开这些结构，而且定位于苍白球内段运动的诱发神经活性上。当检验病人的视力和运动后再进行破坏。

F 基底神经节的动脉血供

外侧纹状体动脉是大脑中动脉的分支，它在纹状体内形成血管，除了纹状体的内侧部分，大部分壳核由这些外侧纹状体分支滋养，其内侧部分由Heubner返动脉供血，其尾部由脉络膜前动脉分支供血。按Perlmutter和Rhoton所述，起自于大脑前动脉A1段的Heubner动脉滋养尾状核头的嘴内部。尾状核头的背外部和尾状核体部由大脑中动脉的外侧纹状体支供血。值得注意的是，尾状核的头部可以完全由大脑中动脉的外侧纹状体穿支或Heubner动脉供血。尾状核的尾部由脉络膜前动脉和外侧脉络膜后动脉的分支供血。

苍白球的外侧段由大脑中动脉的外侧纹状体支供血，也可来自大脑前动脉的内侧纹状体支、甚至脉络膜前动脉。苍白球内侧段接受来自于脉络膜前动脉的分支于其外侧部形成血管，而它的内侧部接受来自于后交通动脉分支的主要血流。

VIII 内囊和辐射冠

A 大体形态学与影像学

大脑皮质通过广泛的投射纤维系统与丘脑、脑干和脊髓联系，该投射系统穿过Vieussens半卵圆中心的白质，集聚成朝向丘脑的辐射冠（图7.26、7.10、7.16）。在此水平这些辐射状纤维构成致密的带状束介于丘脑、内侧的尾状核和外侧的豆状核之间。这个纤维团块称为内囊（图7.24）。先前描述的组成丘脑辐

射的传入纤维以及皮质离心纤维系统组成大量的内囊纤维。自从Burdach以来，内囊的名称被广泛应用。

内囊的形态学和解剖关系在通过视纹核的水平切面（Flechsig提出的位于外侧裂上方的水平切面）上显示最好。在此方位内囊呈“回飞棒”样，包含一个短的前肢和一个较长的后肢，二者以钝角相汇，开口向外。膝部由前肢和后肢间的交界区构成（图7.24）。前肢将尾状核与豆状核分开，后肢位于内侧的丘脑和外侧的豆状核之间。后肢向后延伸至豆状核后缘的后方，组成内囊豆状核后部。一部分纤维通过豆状核下方朝向颞叶，组成内囊的豆状核下部（图7.9、7.10）。形态学测量数据显示前肢长约2cm，后肢3～4cm（内囊的）豆状核后部向尾侧延伸至豆状核后方10～12mm的范围内（图7.13）。

B 局部解剖与功能解剖

内囊内的纤维系统包括内囊前肢、膝部和内囊后肢。内囊前肢由丘脑前脚和额前皮质脑桥束组成；膝部包括皮质延髓束和皮质网状束；内囊后肢内有丘脑上脚、皮质脊髓束和额桥束，和较小的束代表皮质背盖纤维，皮质红核纤维及皮质网状纤维。Déjerine豆状核后部，由包括顶枕束，皮质脑桥束的丘脑后脚、视辐射以及来自枕叶皮质到顶上丘和顶盖前区的投射纤维构成。豆状核下部由包括听辐射和颞叶皮质脑桥纤维束的丘脑下脚及顶枕投射纤维构成（图7.6）。

近30年来几位学者一直在争议有关锥体束中皮质脊髓束的定位，在其通过辐射冠、内囊、基点和大脑脚到延髓前方的锥体的行程上的定位。

传统上认为，人类皮质脊髓束位于内囊后肢的前半部的膝部邻近或位于后肢的前2/3。基于它们自己对电刺激和细致的神经病理学研究的结论，一些著者一直对该传统定位存有争议。这些著者提供的数据提示皮质脊髓束主要局限于内囊后肢的后半部分。Ross和Elliot证实，有关各种局部解剖资料方面的争议是因为未能把锥体束通过内囊后肢的下行路线的嘴尾侧和前后侧的局部解剖变异考虑在内所致。著者指出在通过视纹核上、中、下部的水平切面上，可见锥体束位于内囊上部水平，后肢的前半部分，而在内囊下面水平，则移至后肢的后半部（图7.14、7.24、7.25、4.22、4.28）。

锥体束向后的移位是为了容纳前肢内的纤维。这些（来自于前肢的）纤维束于底丘脑部移至内囊后肢，与大脑脚相延续。中央沟向前、向后的移位取决于完成水平切面所采用的大脑参考线，由于中央沟向前、向后的位移，皮质

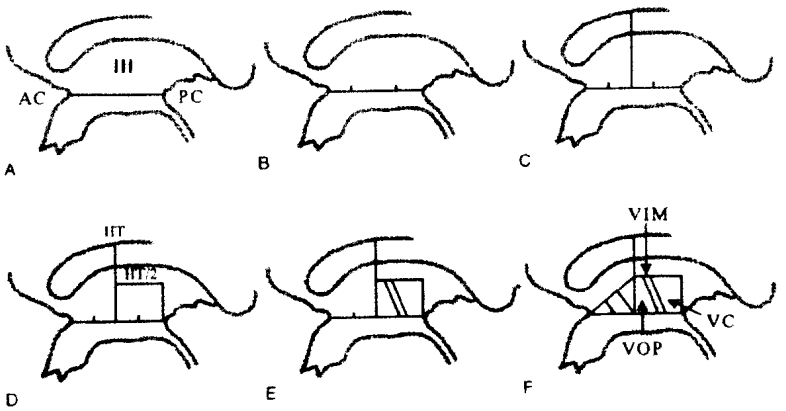


图7.30 根据连合间（前连合－后连合）参考线及脑室造影术定位丘脑腹侧中间亚核的Guiot方法学。AC、前连合；PC、后连合；HT、丘脑高；Vop、腹口后侧核；VC、腹尾核

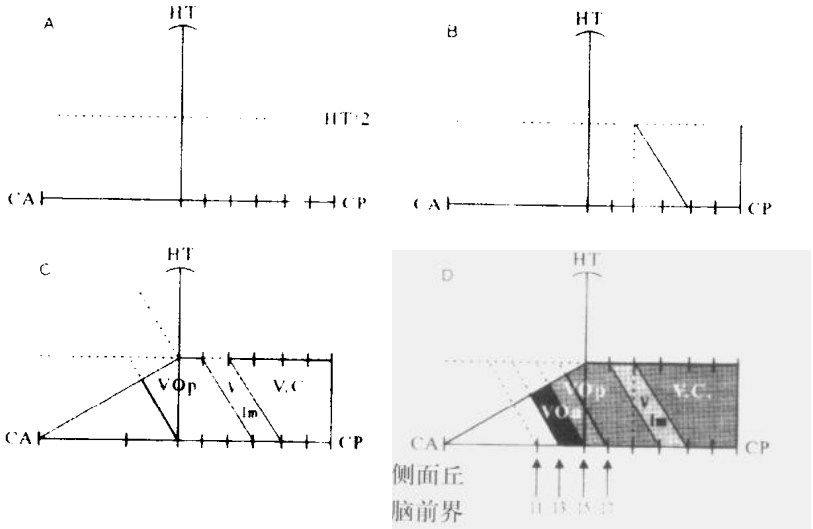


图 7.31　根据连合间参考线（前连合－后连合）及脑室造影术，定位丘脑腹侧中间亚核的 Guiot 方法学。CA、前连合；CP、后连合结合处

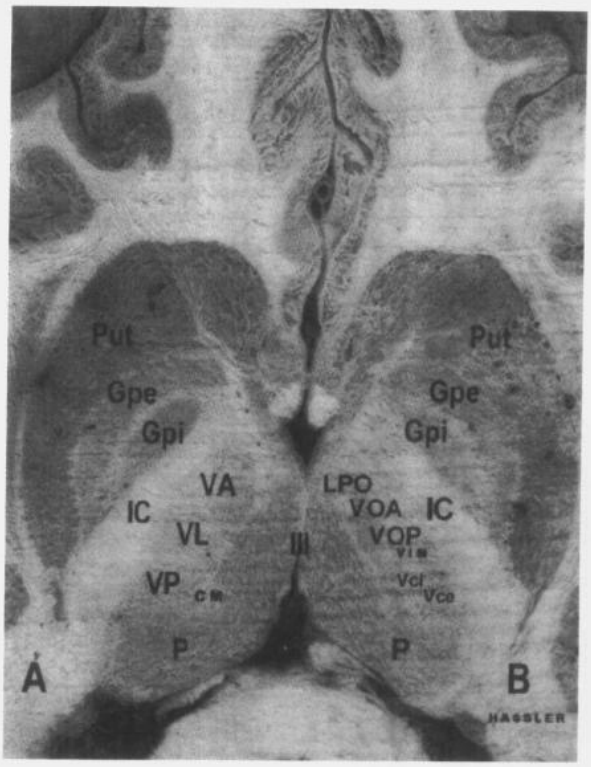


图 7.32　丘脑亚核命名法。A，Anglo-Saxon：VA 腹前；VL，腹外侧；VP，腹后，Gpi，苍白球内侧段；Gpe、苍白球外侧段；Put，壳核。B，Hassler：LPO 外极；VOa 腹侧口部前方；VOp 腹侧口部后方；Vim，腹侧中间侧；Vci，腹侧尾侧内侧；Vce，腹侧尾侧外侧；CM，中央正中

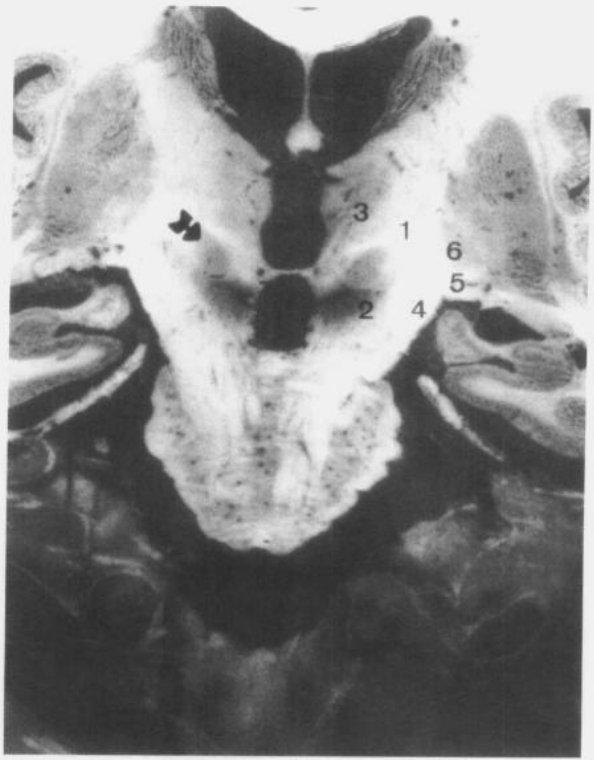


图 7.33　底丘脑核（箭头）、局部解剖与相互关系。1，内囊；2，黑质；3，丘脑；4，大脑脚；5，视束；6，内侧苍白球

脊髓束在辐射冠和半卵圆中心水平，向后方的移位是明显的。锥体束在视交叉－后连合平面或外侧裂定位的平面上的位置比前连合－后连合的平面上更靠后方。在白质束变性或中毒性疾病中，应用液体衰减翻转和多序列和自旋回波T2加权成像，可观察到上述征象（见第4章）。另一方面，皮质脊髓束中的纤维按躯体特定区，以从嘴到尾的顺序排列于内囊后肢中，颈胸纤维束见于腰骶纤维束的前方。累及内囊的病损比大脑其他区域的病损造成的伤残更为广泛。

C 内囊的动脉血供

内囊可分为前肢、膝部、后肢和豆状核后部。前肢由Heubner纹状体内侧动脉分支供血，该动脉于（前肢）嘴内侧部形成血管；而（前肢）背外侧部由大脑中动脉的纹状体外侧支供血。膝部由为其背侧供血的大脑中动脉纹状体外侧支与来自颈内动脉以及大脑前动脉和前交通动脉的分支于其内形成血管。内囊后肢的背侧面主要由大脑中动脉纹状体外侧支供血，其腹侧由脉络膜前动脉分支供血。大脑后动脉的丘脑膝状体分支也可为后肢供血。内囊的豆状核后部由脉络膜前动脉分支供血。

参考文献

Agid Y (1991) Parkinson's disease: pathophysiology. Lancet 337:1321–1324

Alonso A, Kohler C (1984) A study of the reciprocal connections between the septum and the entorhinal area using anterograde and retrograde axonal transport methods in the rat brain. J Comp Neurol 225:327–343

Andy OJ, Stephan H (1968) The septum in the human brain. J Comp Neurol 133:383–410

Aziz TZ, Peggs D, Sambrook MA, Crossman AR (1991) Lesion of the subthalamic nucleus for the alleviation of 1-methyl-4-phenyl1–1,2,3,6-tetrahydropyridine (MPTP) – induced Parkinsonism in the primate. Mov Disord 6:288–293

Bédard PJ, Boucher R, Gomez Mancilla B, Blanchette P (1992) Animal models of Parkinson's disease. In: Boultol A, Baker G, Butterworth R (eds) Animal models of neurological disease. Humana, Totowa, pp 159–173

Benazzouz A, Gross CH, Féger J, Boraud T, Bioulac B (1993) Reveral of rigidity and improvement in motor performance by subthalamic high frequency stimulation in MPTP treated monkeys. Eur J Neurosci 5:382–389

Benebid AL, Pollak P, Louveau A et al (1987) Combined (thalamotomy and stimulation) stereotactic surgery of the Vim thalamic nucleus for bilateral Parkinson'sdisease. Appl Neurophysiol 50:344–346

Benebid AL, Pollak P, Gervason C et al (1991) Long term suppression tremor by chronic stimulation of the ventral intermediate thalamic nucleus. Lancet 377:403–406

Bergman H, Wichmann T, Delong MR (1990) Reversal of experimental Parkinsonism by lesion of the subthalamic nucleus. Science 249:1436–1438

Bernard C (1878) Leçons sur les phénomènes de la vie commune aux animaux et aux végétaux. Baillière, Paris

Bertrand GL, Blundelle J, Musella R (1965) Electrical exploration of the internal capsule and neighboring structures during stereotaxic procedures. J Neurosurg 22:333–343

Bobillier P, Seguin S, Petitjean F, Salvert D, Touret M, Jouvet M (1976) The raphe nuclei of the cat brain stem: a topographical atlas of their efferent projections as revealed by autoradiography Brain Res 113:449–486

Braak H, Braak E (1991) Alzheimer's disease affects limbic nuclei of the thalamus. Acta Neuropathol (Berl) 81:261–268

Brion S, Guiot G (1964) Topographie des faisceaux de projection du cortex dans la capsule interne et dans le pédoncule cérébral. Revue Neurologique Paris 110:123–144

Brodal A (1981) Neurological anatomy in relation to clinical medicine, 3rd edn, vol 9. Oxford University Press, New York

Bucy PC (1958) The cortico-spinal tract. In: Fields WS (ed) Pathogenesis and treatment of parkinsonism, chap 11. Thomas, Springfield, pp 271–293

Burdach KF (1819–1824) Vom Bau und Leben des Gehirns. Dyksche Buchhandlung, Leipzig

Cannon WB, Britton SW (1925) Studies on the conditions of activity in endocrine glands. XV. Pseudoaffective medulliadrenal secretion. Am J Physiol 72:283–294

Carpenter MB (1981) Anatomy of the corpus striatum and brainstem integrating systems, vol 197. In: Brooks V (ed) Handbook of physiology, vol II, sect 1. Motor control, chap 19. Americal Physiological Society, Washington DC, pp 579–603

Carpenter MB, Harbison JW, Peter P (1970) Accessory oculomotor nuclei in the monkey. Projections and effects of discrete lesions. J Comp Neurol 140:131–154

Chevalier G, Deniau JM (1990) Disinhibition as a basic process in the expression of striatal functions. Trends Neurosci 13:277–280

Cooper IS (1956) Neurosurgical alleviation of Parkinsonism. Thomas, Springfield

Copper IS, Bravo GJ (1958) Anterior choroidal artery occlusion, chemopallidectomy and chemothalamectomy in parkinsonism: a consecutive series of 700 operations. In: Fields WS (ed) Pathogenesis and treatment of parkinsonism, chap 15. Thomas, Springfield, pp 325–352

Coyle JT, Price DL, DeLong MR (1983) Alzheimer's disease: a disorder of cortical cholinergic innervation. Science 219:484-490

Crosby EC, Humphrey T, Lauer EW (1962) Correlative anatomy of the nervous system. Macmillan, New York, p 731

Déjerine J (1901) Anatomie des centres nerveux, vol 2. Rueff, Paris

Dekaban A (1954) Human thalamus. An anatomical developmental and pathological study. II. Development of the human thalamic nuclei. J Comp Neurol 100:63–97

DeLong MR (1990) Primate models of movement disorders of the basal ganglia. Trends Neurosci 13:281–285

Dunker RO, Harris AB (1976) Surgical anatomy of the proximal anterior cerebral artery. J Neurosurg 44:359–367

Duvernoy HM (1978) Human brainstem vessels. Springer, Berlin Heidelberg New York

Englander RN, Netsky MG, Adelman LS (1975) Location of human pyramidal tract in the internal capsule: anatomical evidence. Neurology 25:823–826

Flechsig P (1905) Einige Bemerkungen über die Untersuchungsmethoden der Grosshirnrinden insbesondere des Menschen. Arch Anat Entwickl-Gesch 337–444

Foix C, Hillemand J (1925) Irrigation de la couche optique. CR Soc Biol (Paris) 92:52–54

Foix C, Nicolesco J (1925) Les noyaux gris centraux et la région mésencéphalo-sous-optique. Masson, Paris

Gerfen CR (1992) The neostriatal mosaic: multiple levels of compartmental organization in the basal ganglia. Annu Rev Neurosci 15:285–320

Gilbert GJ (1960) The subcommissural organ. Neurology 10:138–142

Gillilan LA (1968) The arterial and venous supplies to the forebrain of primates. Neurology 18:653–670

Guiot G, Brion S (1958) La destruction stéréotaxique du pallidum interne dans les syndromes parkinsonniens. Ann Chir 17/18

Guridi J, Luquin MR, Herrero MT, Obeso JA (1993) The subthalamic nucleus: a possible target for stereotaxic surgery in Parkinson's disease. Mov Disord 8:421–429

Hanaway J, Young RR (1977) Localization of the pyramidal tract in the internal capsule of man. J Neurol Sci 34:63–70

Hara K, Fujino Y (1966) The thalamoperforate artery. Acta Radiol 5:192–200

Hardy TL, Bertrand G, Thompson CJ (1979) The position and organization of motor fibers in the internal capsule found during stereotactic surgery. Appl Neurophysiol 42:160–170

Hassler R (1959) Anatomy of the thalamus. In: Schaltenbrand G, Bailey P (eds) Introduction to stereotaxis with an atlas of human brain, vol I. Thieme, Stuttgart, pp 230–290

Hassler R (1982) Architectonic organization of the thalamic nuclei. In: Schaltenbrand G, Walker AE (eds) Stereotaxy of the human brain – anatomical, physiological, and clinical applications, 2nd edn. Thieme, Stuttgart, pp 140–180

Hassler R, Mundinger F, Riechert T (1979) Stereotaxis in Parkinson's syndrome. Springer, Berlin Heidelberg New York

Haymaker W (1969) Hypothalamo-pituitary neural pathways and the circulatory system of the pituitary. In: Haymaker W et al. (eds), The hypothalamus, chap 6. Thomas, Springfield, Ill., pp 219–250

Haymaker W, Anderson E, Nauta W (1969) The hypothalamus. Thomas, Springfield

Heimer L, Switzer RC III, van Hoesen GW (1982) Ventral striatum and ventral pallidum: components of the motor system? Trends Neurosci 5:83–87

Hirayama K, Tsubaki T, Toyokura Y, Okinaka S (1962) The representation of the pyramidal tract in the internal capsule and basis pedunculi. Neurology 12:337–342

Jones EG (1985) The thalamus. Plenum, New York

Jouvet M (1972) The role of monoamines and acetylcholine containing neurons in the regulation of sleep-waking cycle. Rev Physiol Biochem Exp Pharmacol 64:166–307

Jouvet M (1964) Etude neurophysiologique clinique des troubles de la conscience. Acta Neurochir Wien 12:258–269

Jouvet M (1965) Paradoxical sleep. A study of its nature and mechanisms. Prog Brain Res 18:20–62

Kretschmann HJ (1988) Localization of the corticospinal fibres in the internal capsule in man. J Anat 160:219–225

Kuhlenbeck H (1948) The derivatives of the thalamus ventralis in the human brain and their relation to the so-colled subthalamus. Milit Surg 102:433–447

Langston JW, Ballard P, Tetrud JW, Irwin I (1983) Chronic parkinsonism in humans due to a product meperidine-analog synthesis. Science 249:979–980

Lavoie B, Parent A (1994) The pedunculopontine nucleus in the squirrel monkey. Cholinergic and glutamatergic projections to the substantia nigra. J Comp Neurol 344: 232–241

Lewy FH (1942) Historical introduction. In: The basal ganglia and their diseases. Res Publ Ass Nerv Ment Dis 21:1–20

Le Gros Clark WE (1932) The structure and connections of the thalamus. Brain 55:406–470

Le Gros Clark WE, Beattie J, Riddoch G, Dott NM (eds) (1938) The hypothalamus. Oliver and Boyd, Edinburgh

Lindvall O, Bjorklund A, Moore RY, Stenevi U (1974) Mesencephalic dopamine neurons projecting to neocortex. Brain Res 81:325–331

Ludwig E, Klingler J (1956) Atlas cerebri humani. Karger, Basel

Magoun HW, Ranson SW, Mayer LL (1935) The pupillary light reflex after lesions of the posterior commissure in the cat. Am J Ophthal 18:624–630

Marinkovic SV, Milisavlejic MM, Kovacevic MS (1986) Anatomical bases for surgical approach to the initial segment of the anterior cerebral artery. Surg Radiol Anat 8:7–18

Martin JP (1927) Hemichorea resulting from a local lesion of the brain (the syndrome of body of Luys). Brain 50:637–651

Martin JP, McCaul IR (1959) Acute hemiballismus treated by ventrolateral thalamolysis. Brain 82:104–108

Meibach RC, Siegel A (1977) Efferent connections of the septal area in the rat: an analysis utilizing retrograde and anterograde transport methods. Brain Res 119:1–20

Mesulam MM, Mufson EJ, Levey AI, Wainer BH (1983) Cholinergic nnervation of cortex connections of the septal area, diagonal band nuclei, nucleus basalis (substantia innominata) and hypothalamus in the rhesus monkey. J Comp Neurol 214:170–197

Mesulam MM, Geula C, Bothwell MA, Hersh LB (1989) Human reticular formation: cholinergic neurons of pedunculopontine and laterodorsal tegmental nuclei and some cytochemical comparisons to forebrain cholinergic neurons. J Comp Neurol 283:611–633

Mesulam MM, Mash D, Hersh L, Bothwell M, Geula C (1992) Cholinergic innervation of the human striatum, globus pallidus, subthalamic nucleus, substantia nigra, and red nucleus. J Comp Neurol 323:252–268

Miller MJ, Mark L. P, Yetkin F. Z, Khang-Cheng Ho, Haughton VM, Estkowski L, Wong E (1994) Imaging white matter tracts and nuclei of the hypothalamus: an MR anatomic comparative study. Am J Neuroradiol 15:117–121

Moore RY (1973) Retinohypothalamic projection in mammals: a comparative study. Brain Res 49:403–409

Moore RY (1992) The organization of the human circadian timing system. Prog Brain Res 93:99–105

Naidich TP, Daniels DL, Pech P, Haughton VM, Williams A, Pojunas K (1986) Anterior commissure: anatomic-MR correlation and use as a landmark in three orthogonal planes. Radiology 158:421–429

Nauta WJH, Haymaker W (1969) Hypothalamic nuclei and fiber connections. In: Haymaker W, Anderson E, Nauta WJH (eds) The hypothalamus, chap 4. Thomas, Springfield, pp 136–209

Parent A (1996) Carpenter's human neuroanatomy, 9th edn. Williams and Wilkins, Baltimore

Perlmutter D, Rhoton AL (1976) Microsurgical anatomy of the anterior cerebral-anterior communicating-recurrent artery complex. J Neurosurg 45:259–272

Relkin R (1976) The pineal. Eden, Montreal

Rhoton AL, Fujii K, Saeki N (1979) Microsurgical anatomy of the anterior choroidal artery. Surg Neurol 12:171–187

Ross ED, Elliot D (1980) Localization of the pyramidal tract in the internal capsule by whole brain dissection. Neurology 30:59–64

Salamon G, Lazorthes G (1971) Atlas of the arteries of the human brain. Sandoz, Paris

Saper CB (1990) Hypothalamus. In: Paxinos G (ed) The human nervous system, chap 15. Academic, New York, pp 389–413

Schlesinger B (1976) The upper brainstemin the human. Its nuclear configuration and vascular supply. Springer, Berlin Heidelberg New York

Sherrington CS (1906) The integrative action of the nervous system. Scribner, New York (Reprinted 1947, Yale University Press, New Haven)

Stephan H (1975) Handbuch der mikroskopischen Anatomie des Menschen, vol. 4, part 9: Allocortex. Springer, Berlin Heidelberg New York

Swanson LW, Cowan WM (1977) An autoradiographic study of the organization of the efferent connections of the hippocampal formation in the rat. J Comp Neurol 172:49–84

Swanson LW, Cowan WM (1979) The connections of the septal region in the rat. J Comp Neurol 186:621–655

Talairach J, Paillas JE, David M (1950) Dykinésie de type hémiballique traitée par cortectomie frontale limitée, puis par coagulation de l'anse lenticulaire de la portion interne du globus pallidus. Rev Neurol (Paris) 83:440–451

Tamraz J (1983) Atlas d'anatomie céphalique dans le plan neuro-oculaire (PNO), Md thesis. Schering, Paris (1986)

Tamraz J, Iba-Zizen MT, Cabanis EA (1984) Atlas d'anatomie céphalique dans le plan neuro-oculaire (PNO). J Fr Ophtalmol 7(5):371–379

Tamraz J, Iba-Zizen MT, Atiyeh M, Cabanis EA (1985) Atlas d'anatomie céphalique dans le plan neuro-oculaire (PNO). Bull Soc Fr Ophtalmol 8/9(85):853–857

Tamraz J et al (1989) The chiasmato-commissural plane. Scientific session (poster), Joint meeting of the European society of neuroradiology (ESNR) and the International congress of radiology (ICR), July 6, Paris

Tamraz J, Saban R, Reperant J, Cabanis EA (1990) Définition d'un plan de référence céphalique en imagerie par résonance magnétique: le plan chiasmato-commissural. CR Acad Sci Paris 311(III):115–121

Tamraz J, Saban R, Reperant J, Cabanis EA (1991) A new cephalic reference plane for use with magnetic resonance imaging: the chiasmato-commissural plane. Surg Radiol Anat 13:197–201

Taren J, Guiot G, Derome P, Trigo JC (1968) Hazards of stereotaxic thalamectomy. Added safety factor in corroborating x-ray target localization with neurophysiological methods. J Neurosurg 29:173–182

Testut L, Latarjet A (1948) Traité d'anatomie humaine. Tome 2: angiologie, système nerveux central, 9th edn. Doin, Paris

Van Buren JM, Borke RC (1972) Variations and connections of the human thalamus. Springer, Berlin Heidelberg New York

Walker AE (1938) The primate thalamus. University of Chicago Press, Chicago

Whitehouse PJ, Price DL, Clark AW, Coyle JT, Delong MR (1981) Alzheimer's disease: evidence for selective loss of cholinergic neurons in the nucleus basalis. Ann Neurol 10:122–126

Whitehouse PJ, Price DL, Struble RG, Clark AW, Coyle JT, Delong MR (1982) Alzheimer's disease and senile dementia: loss of neurons in the basal forebrain. Science 215:1237–1239

Whittier JR (1947) Ballism and the subthalamic nucleus (nucleus hypothalamicus; corpus Luysi) Arch Neuro Psychiatry 58:672–692

Wichmann T, DeLong MR (1993) Pathophysiology of parkinsonian motor abnormalities. In: Narabayashi H, Nagatsu T, Yanagisawa N, Mizuno Y, (eds) Advances in neurology, vol 60. Raven, New York, pp 53–61

Williams PL, Warwick R, Dyson M, Bannister LH (1989) Gray's anatomy, 37th edn. Churchill Livingstone, London

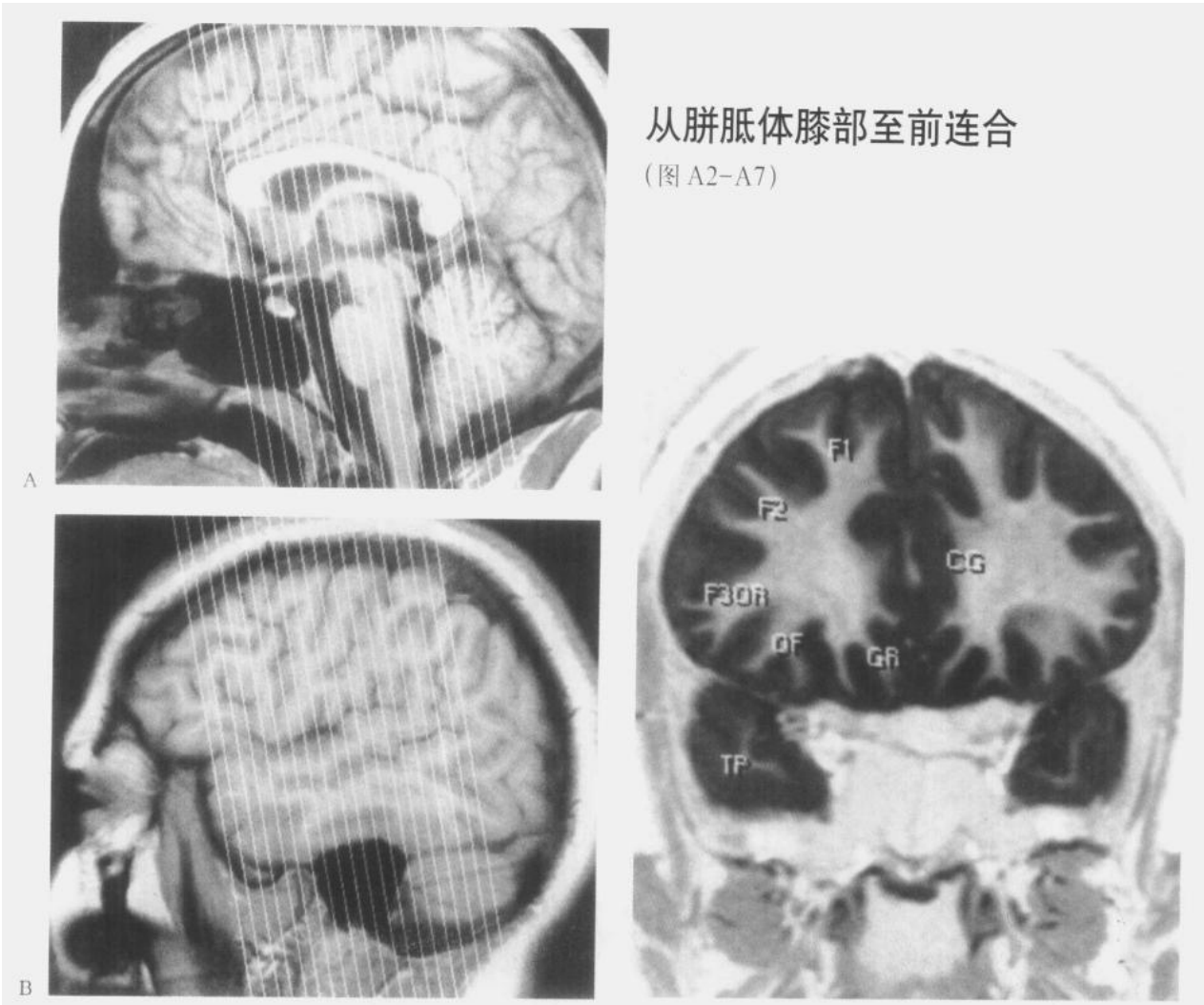
Willis T (1664) Cerebri anatome, cui accessit nervorum descriptio et usus. Martyn and Allestry, London

Yagishita A, Nakano I, Oda M, Hirano A (1994) Location of the corticospinal tract in the internal capsule at MR imaging. Radiology 191:455–460

按后连合－闩（PC-OB）参考平面获得的间脑断层解剖概要图谱

这本人脑断层解剖概要图谱的目的是为了显示在磁共振像上常规见到的连续的解剖界标。这些连续的切面是按PC-OB参考线沿脑干的长轴完成的。

这些连续的冠状切面是用高场强设备，3mm层厚，1mm间隔，反转回复T1加权脉冲序列完成的，以获得最佳对比分辨率，和对间脑灰质和白质的辨别（图A1）。着重于主要结构的相关性，以协助影像学专家确定正在检查的解剖结构的确切的局部解剖和扫描层块内的范围（图A2～A19）。借助通过容易辨识和可靠的解剖界标的恒定解剖切面，从前到后，将该部分隔为五个主要区域。这种脑解剖的冠状定位法在我们科内已常规应用。



图A1　用连合－闩参考线、高场强磁共振系统、3mm层厚、1mm层距、反转回复T1加权脉冲序列完成的连续的冠状切面

从胼胝体膝部至前连合

（图A2-A7）

图A2　通过颞极的切面

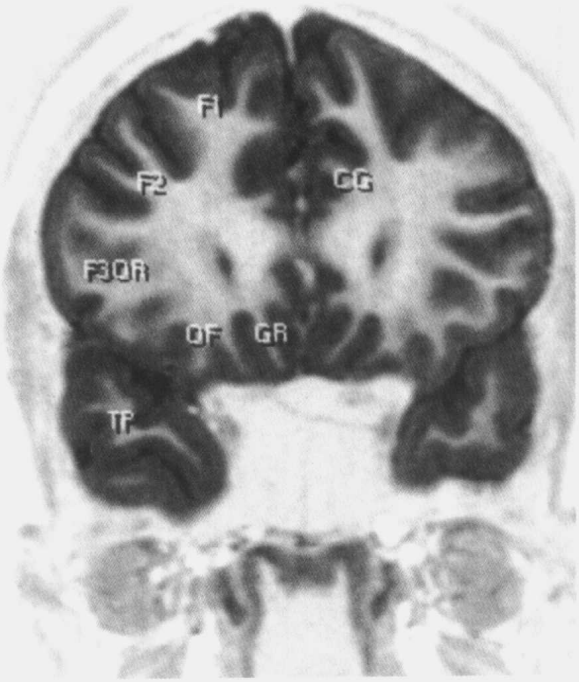


图 A3　通过额角尖部的切面

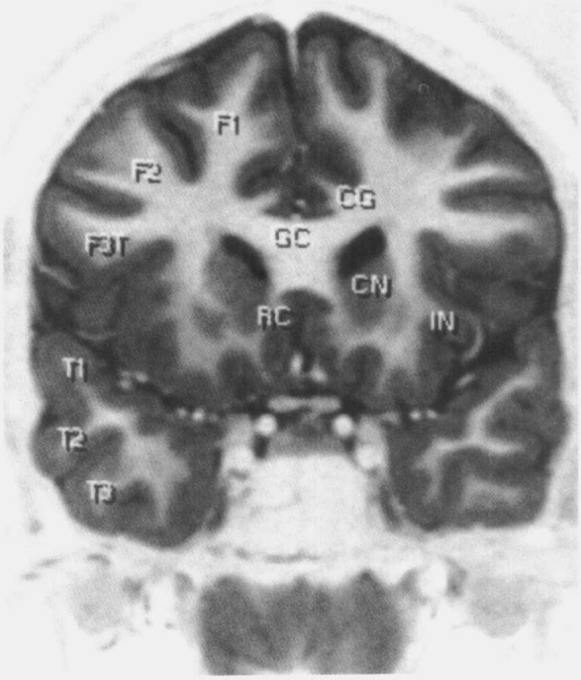


图 A5　通过胼胝体嘴部的切面

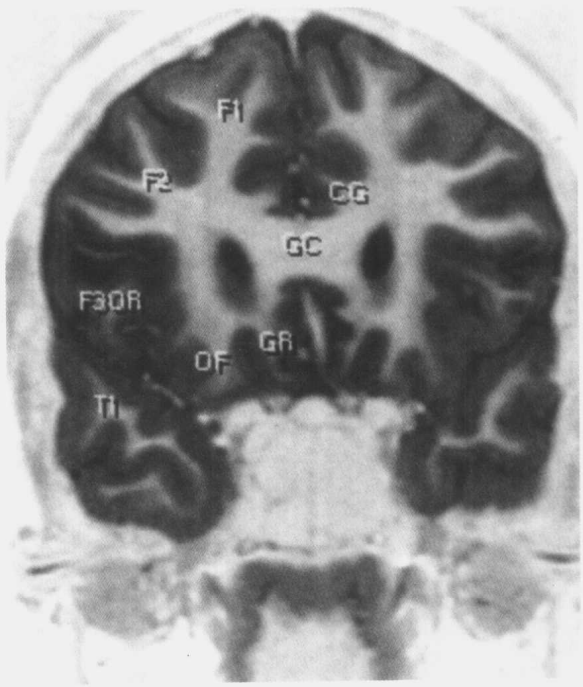


图 A4　通过尾状核头部的切面

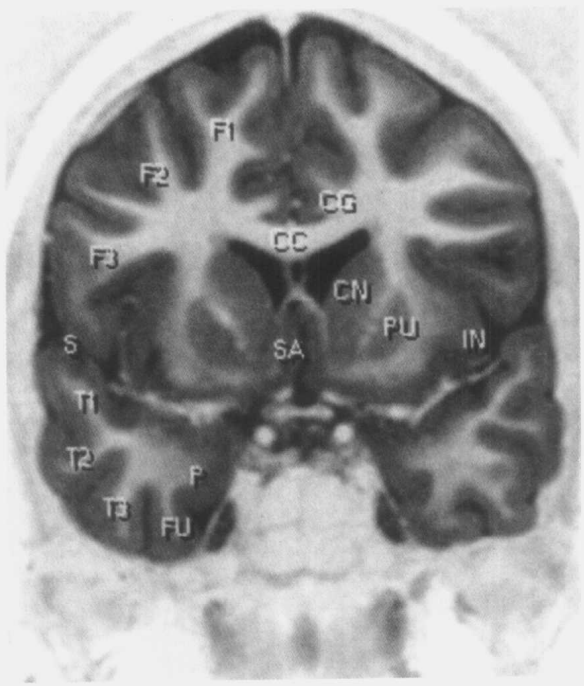


图 A6　通过岛阈和隔区的切面

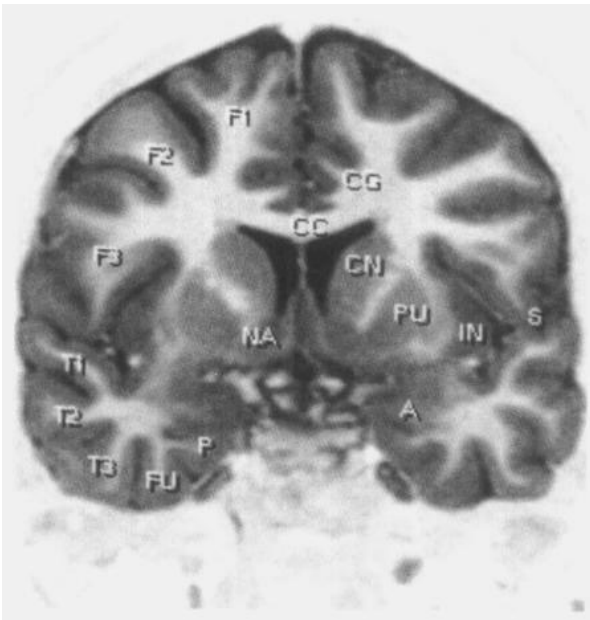


图 A7　通过颞干、伏隔核和杏仁核的切面

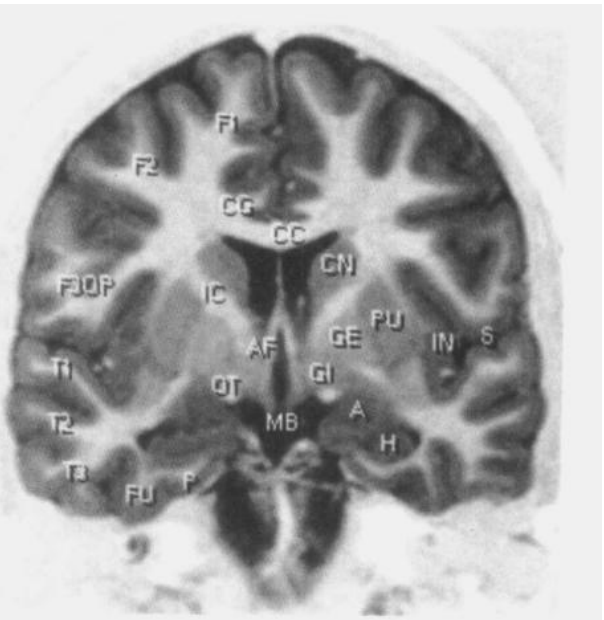


图 A9　通过穹窿前柱的切面

从前连合到后连合－闩的参考平面

（图 A8～A13）

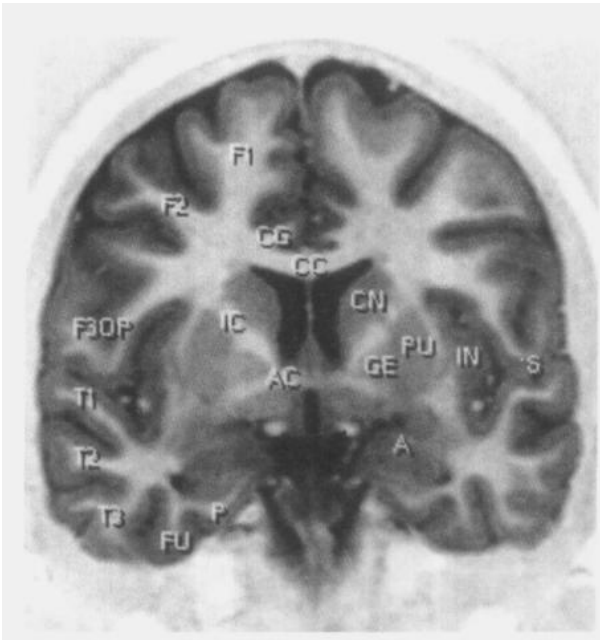


图 A8　通过前连合的切面

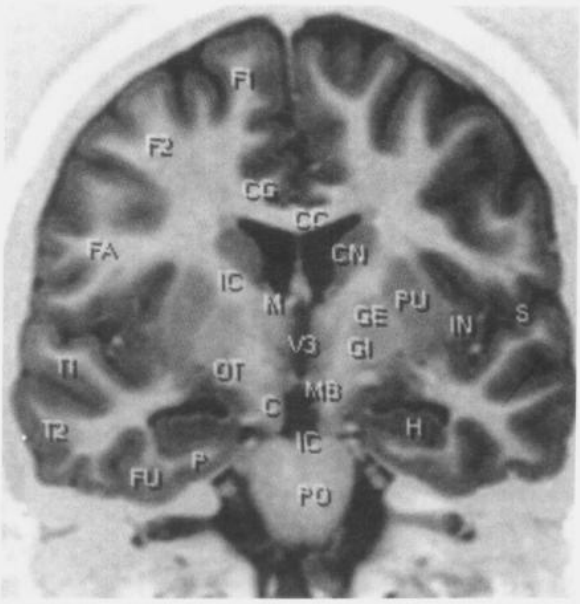


图 A10　通过室间孔和乳头体的切面

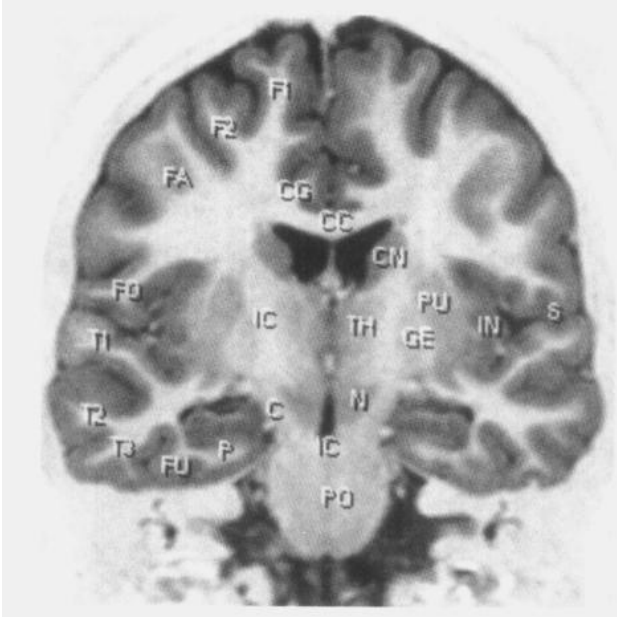


图 A11 通过丘脑和脚间区的切面

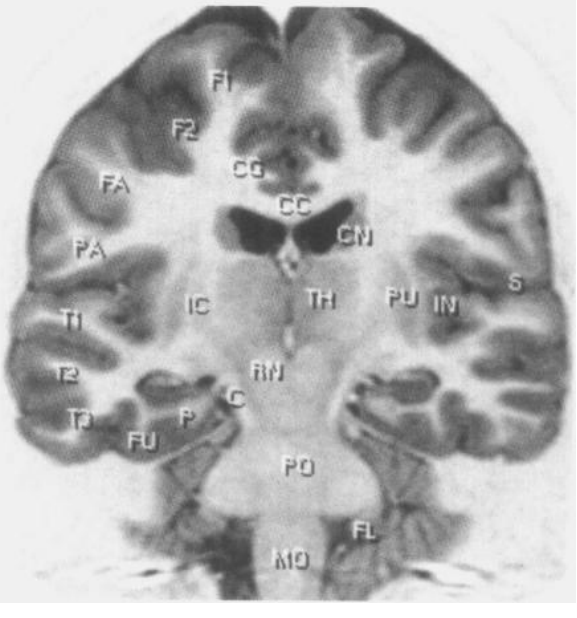


图 A13 通过小脑外膜的切面

从后连合－闩平面至胼胝体压部

(图 A14～A19)

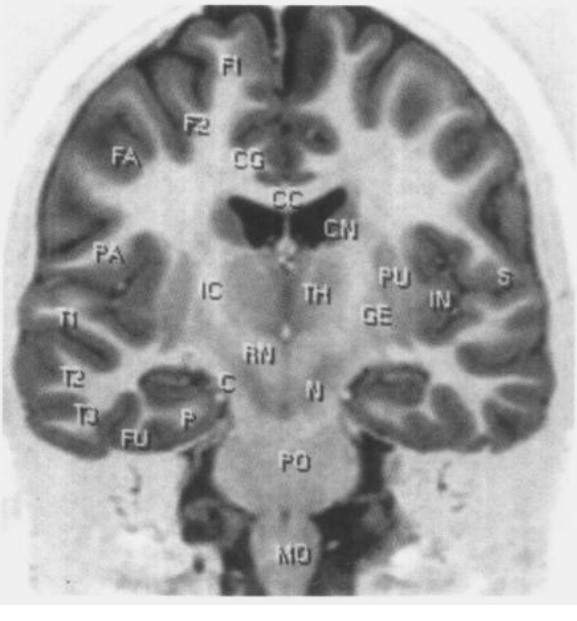


图 A12 通过整个脑干的切面

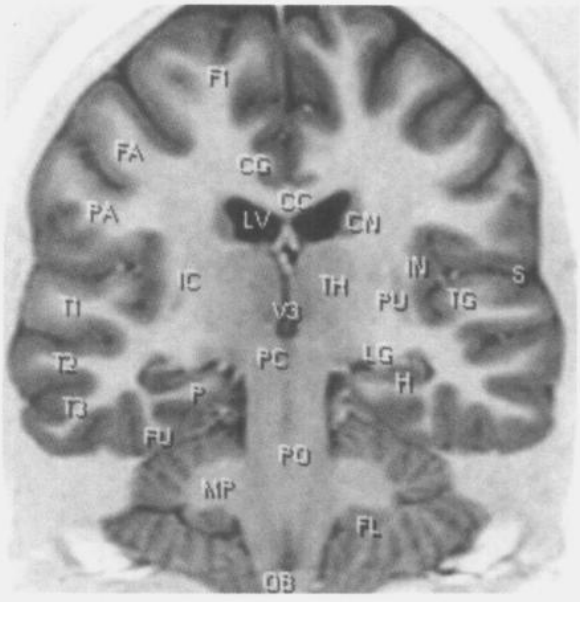


图 A14 通过后连合－闩、外侧膝状体和丘脑中部的切面

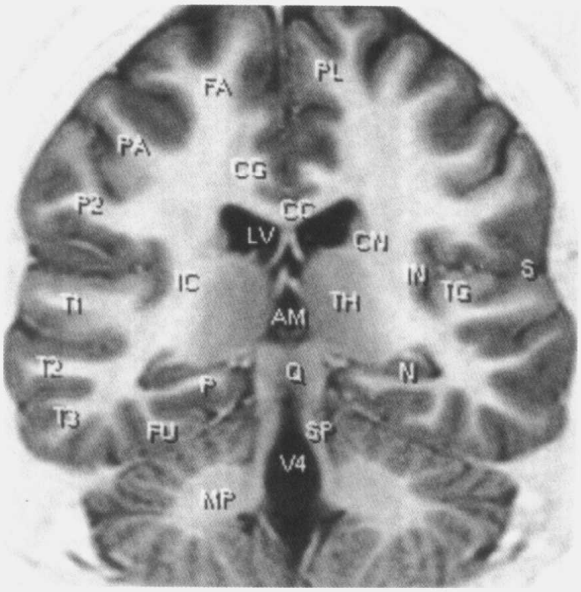


图 A15　通过四叠体板的切面

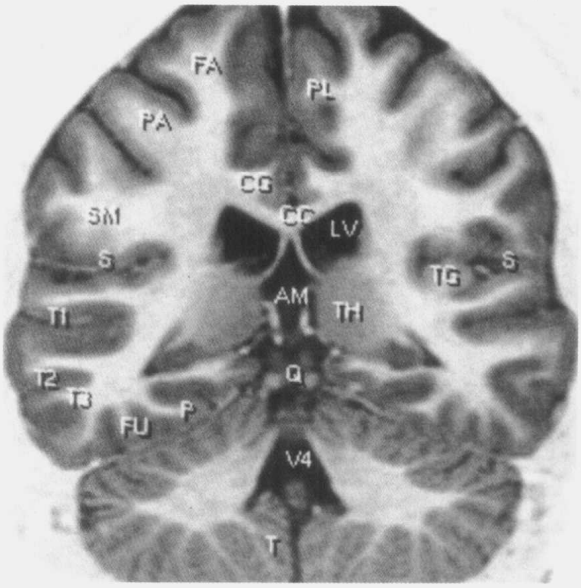


图 A17　通过穹窿脚的切面

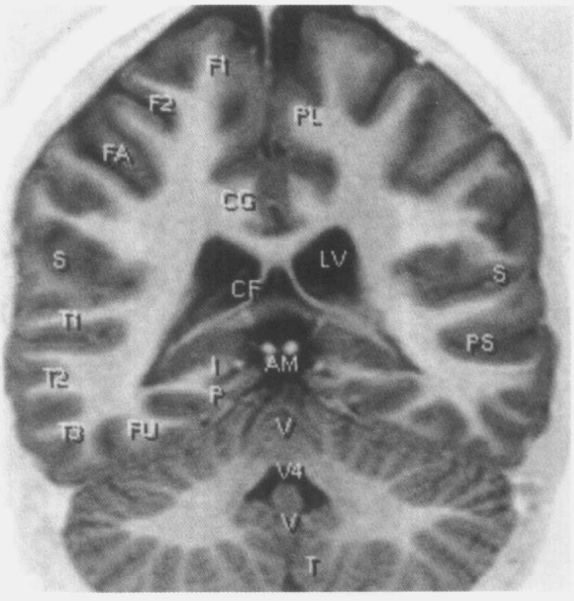


图 A16　通过（丘脑）枕的切面

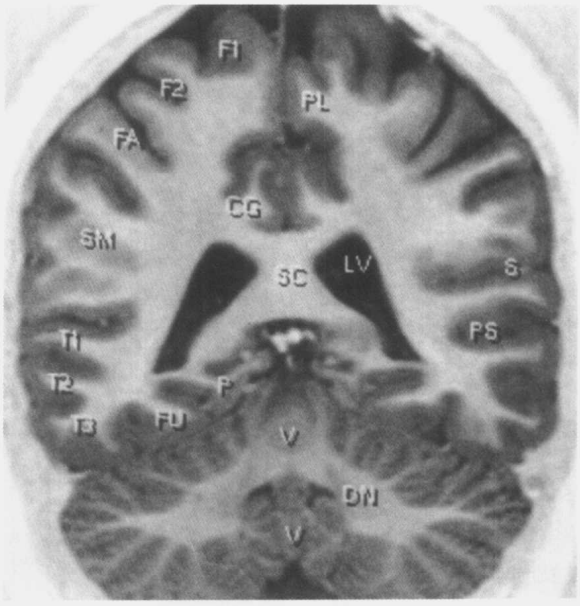


图 A18　通过侧脑室三角区的切面

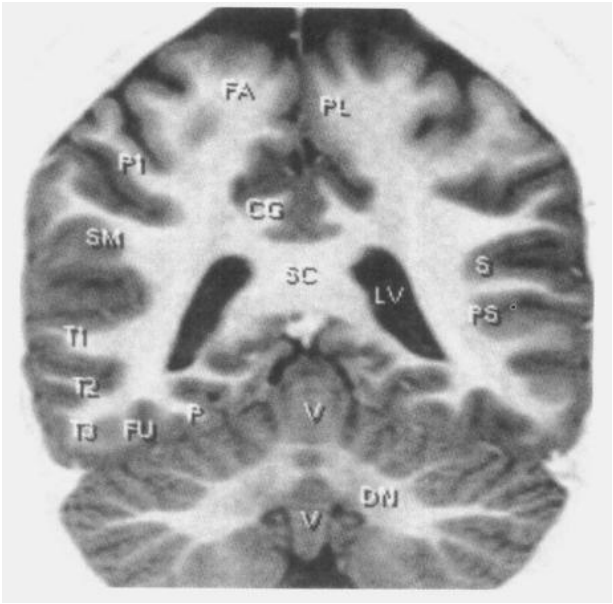


图 A19 通过扣带峡部和小脑蚓顶部的切面

缩写

A	杏仁核
AC	前连合
AF	穹窿，前柱
AG	脚回
AN	伏隔核
C	大脑脚
CA	环池
CC	胼胝体
CF	穹窿脚
CG	扣带回或胼胝体，膝部
CN	尾状核
CR	胼胝体，嘴部
CS	距状沟
D	结合臂交叉
DN	小脑齿状核
F1	额上回
F2	额中回
F3	额下回
F3Op	额下回，岛盖部
F3Or	额下回，眶部
F3Tr	额下回，三角部
FA	中央前回
FL	绒球
FU	梭状回或枕外侧回
GE	苍白球，外段
GI	苍白球，内段
GR	直回
H	海马
I	扣带回峡部
IC	内囊或脚间池
IN	脑岛
LG	外侧膝状体
M	Monro 室间孔
MB	乳头体
MP	小脑中脚
OB	闩
OF	眶额回
OL	枕叶
OT	视束
PI	顶上回
PA	中央后回
PC	后连合
PH	海马旁回
PL	正中旁小叶
PO	脑桥
PS	颞上沟，平行（沟）
PU	壳核
Q	顶盖或四叠体板
R	Rolando 中央沟
RN	红核
S	Sylvius 外侧裂
Sa	隔区
SC	胼胝体压部
SI	无名质
SM	缘上回
SN	黑质
SP	小脑上脚
T	小脑扁桃体
T1	颞上回
T2	颞中回
T3	颞下回
TG	Heschl 颞横回
TH	丘脑
TP	颞极
V	小脑蚓部
V3	第三脑室
V4	第四脑室

第8章　脑干和小脑

I　序言

由于MR具有高对比分辨率及直接获得多平面成像的能力，并且没有CT上通常出现的颞骨伪影，所以MR显著地提高了后颅窝结构的影像显示。本章对脑干和小脑的功能解剖做了复习，这对确切的临床与解剖的相关研究是必不可少的。

后颅窝结构包括后脑和中脑。脑桥、延髓和小脑构成后脑。小脑构成第四脑室的顶部，而第四脑室是菱脑的腔室，脑干的最末端是中脑，相当于桥脑和小脑与前脑连接的上部。脑干后外侧的小脑及上面的间脑的关系于正中矢状面（图8.1）及平行于PC-OB参考平面的冠状切面上显示最好。PC-OB平面为第四脑室和小脑半球的前界（图8.2）。

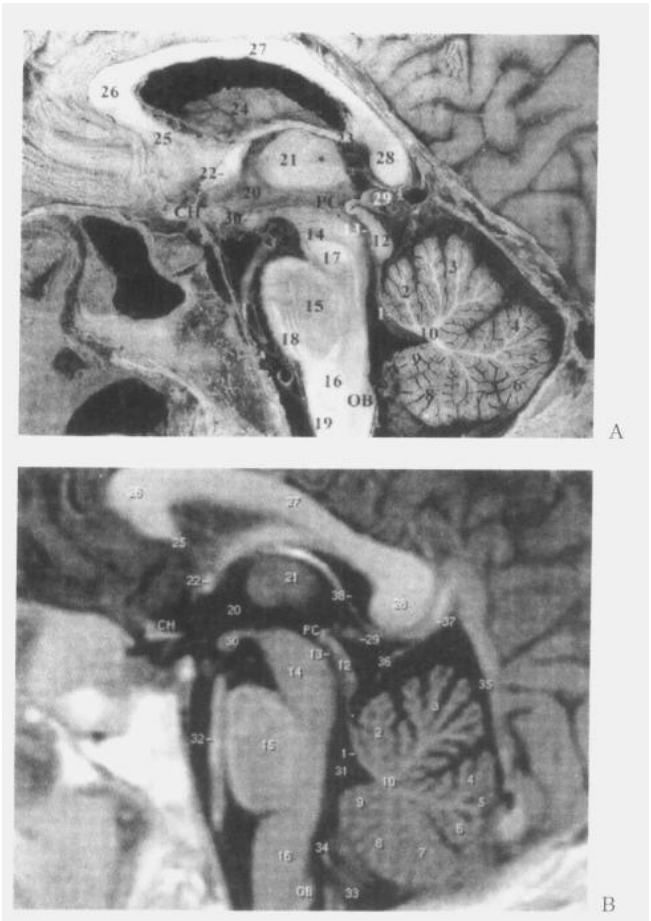


图8.1A,B　1、舌蚓；2、蚓中央小结；3、蚓山顶；4、蚓山坡；5、蚓片；6、蚓结节；7、蚓锥体；8、蚓垂；9、蚓小结；10、中央白质；11、上髓帆；12、顶盖板；13、中脑导水管；14、中脑；15、脑桥；16、延髓；17、小脑上脚交叉；18、皮质脊髓束（锥体束）；19、锥体（锥体束）；20、第三脑室；21、丘脑；22、前连合；23、穹窿；24、尾状核；25、胼胝体嘴部；26、胼胝体膝部；27、胼胝体体部；28、胼胝体压部；29、松果体；30、乳头体

II　脑干

脑干由中脑、脑桥和延髓组成，延髓下续脊髓。脑干一词的定义并不明确，有些学者将间脑包括在内。下文中，我们将间脑排除于脑干之外,将其归纳于脑深部结构中，并在第7章中讨论。

CH-PC平面通过中脑－间脑连接部，将间脑与脑干、小脑分隔开，其相当于幕上、幕下结构的分界。这一分界从成像的观点上看是较为实用的，因为垂直于脑干长轴的轴面或平

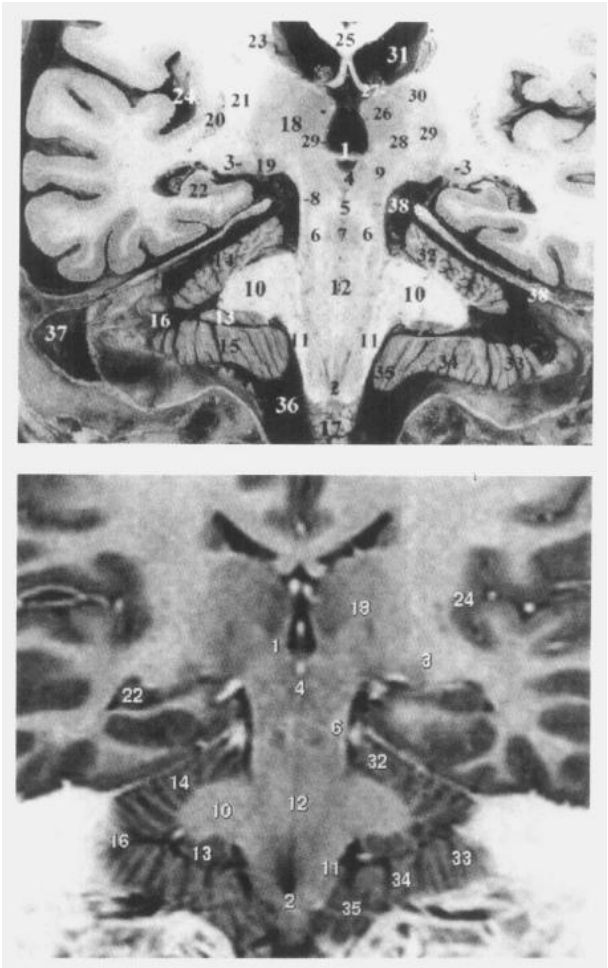


图8.2A,B 1，后连合；2，翩下肢；3，外侧膝状体；4，中脑导水管（上口）；5，结合臂交叉；6，小脑上脚（结合臂）；7，中脑被盖；8，外侧丘系；9，中脑－丘脑区；10，小脑中脚；11，小脑下脚；12，脑桥被盖；13，绒球及副绒球；14，小脑半球上部；15，小脑半球下部；16，Vicq d' Azyr水平裂；17，延髓；18，丘脑；19，内侧膝状体；20，壳核（后界）；21，内囊；22，海马；23，尾状核；24，脑岛；25，胼胝体（紧下方为穹窿后柱）；26，丘脑背中核；27，丘脑背外侧核；28，丘脑正中核；29，丘脑腹后核；30，丘脑腹外侧核；31，侧脑室；32，小脑半球前叶；33，下半月叶；34，二腹小叶；35，小脑扁桃体；36，小脑延髓池；37，外侧窦（横窦）；38，小脑幕

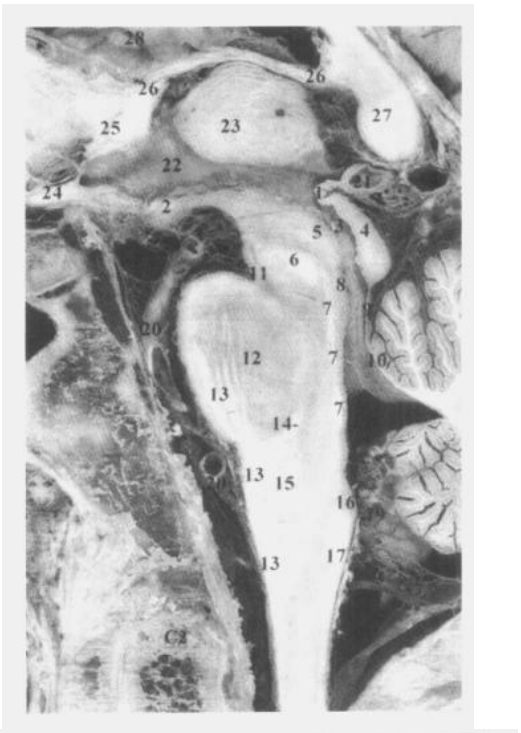
行切面对解剖影像的相关性和结构的分析更为有用。这些切面可通过平行于CH-PC平面获得（图6.13、2.41）。通过与PC-OB面平行、和沿脑干垂直长轴定位的冠状切面可有效显示间脑－脑干连接部，在形态学方面它相当于大脑半球和小脑切除后（图8.4）留下的脑部分和参考平面后方的小脑。

下面，我们将分别讨论中脑、脑桥、小脑、延髓的大体形态、解剖结构和功能解剖，重点在丘脑及中脑的功能上。

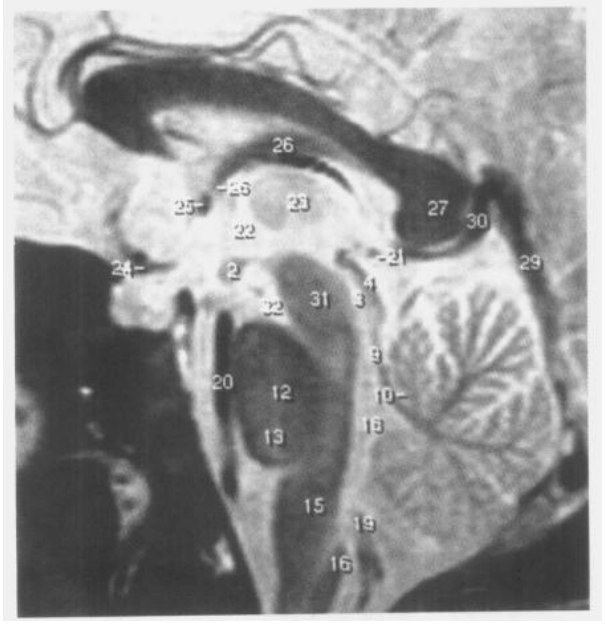
A 中脑

中脑是脑干3个组成部分中最小的部分，位于尾侧的脑桥和背侧的间脑之间。其上界于背侧通过PC，腹侧通过MB，不包括位于第三脑室底的下丘脑核。这一界限在个体发育和种系发生学上位于端脑与间脑之间连接部，通过CH-PC参考平面定位面显示。中脑在尾侧与脑桥和小脑连接，在嘴侧与间脑相连。它是脑干中最短的一段，仅2cm长。中脑的长轴自尾侧至嘴侧向腹侧倾斜。这就解释了为什么平行第四脑室菱脑底部的切面对于中脑显示的准确度不及平行于PC-OB连线的冠状切面或垂直于脑干垂直轴的轴位切面。

中脑分左右大脑脚，每侧大脑脚包括腹侧部、大脑脚、背侧部和被盖。中脑位于中脑导水管的腹侧，而且以黑质为界与大脑脚分开。导水管穿过被盖部连接第三脑室与第四脑室。中脑导水管背侧为顶盖，它由上丘和下丘构成。上丘和下丘是由上下对称排列成对的圆形隆起组成。大脑脚粗大的白质纤维束，包括中脑的腹侧面和起自大脑正中平面两侧的纤维。这些纤维束下行聚合于脑桥入口处。大脑脚构成脚间窝的后界及外侧界，脚间窝的后部相当于后穿质，大脑后动脉的中央支穿过后穿质。大脑脚几乎完全由下行纤维组成，皮质脊髓束



A



B

图 8.3A,B 1，后连合；2，乳头体；3，中脑导水管；4，顶盖板；5，动眼神经核（III）；6，小脑上脚交叉；7，内侧纵束；8，中缝背核；9，上髓帆；10，舌蚓；11，脚间核；12，脑桥基底部；13，皮质脊髓束，锥体束；14，斜方体；15，内侧丘系；16，薄束核（闩）；17，薄束；18，第四脑室；19，Magendie 孔（第四脑室正中孔）；20，基底动脉；21，松果体；22，第三脑室；23，丘脑；24，视交叉；25，前连合；26，穹窿；27，胼胝体压部；28 尾状核

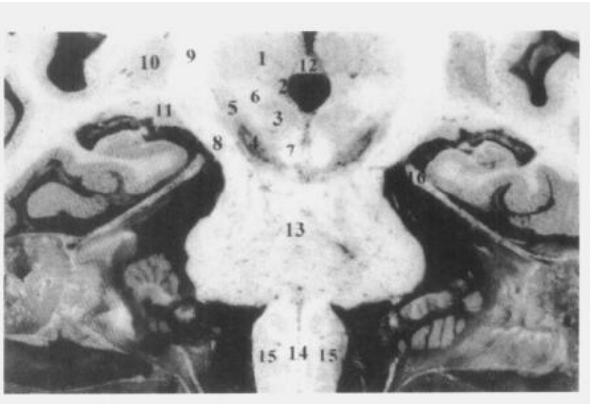


图 8.4 1，丘脑；2，下丘脑；3，红核；4，黑质；5，底丘脑核；6，Forel 区；7，小脑上脚（交叉）；8，大脑脚；9，内囊；10，壳核；11，外侧膝状体；12，丘脑间连合；13，脑桥；14，延髓；15，下橄榄核复合体；16，小脑幕（Pacchioni 卵圆孔上界）

投射至脊髓的索状组织，皮质脑桥束终止至脑桥核，皮质延髓束投射至脑干下部的特定区，主要是脑干网状结构。动眼神经（第III对颅神经）由每侧大脑脚的内侧面伸出。大脑后动脉及小脑上动脉的近侧段由内至外穿过双侧大脑脚的腹侧面。在上部，大脑脚从大脑半球伸出，周围环绕着视束。

中脑内部结构可在两个横断面上显示，第一个在上丘水平横切，第二个在下丘水平横切。中脑内部的主要解剖结构为中央灰质（管周灰质）环绕的中脑导水管，导水管将以四叠体池为代表的顶盖与被盖分隔。后者被呈暗色的色素沉着的黑质从最腹侧与大脑脚隔开。在常规 MR 像上，最显著的结构是大脑脚、红核及黑质。

1 中脑的嘴侧部：上丘水平

上丘水平显示的主要结构包括：（1）顶盖嘴侧的上丘，（2）管周灰质及 V 形动眼神经核复合体，（3）被盖部，中央可见红核，其周围被小脑上脚的白质纤维束围绕，（4）红核外侧，呈弯曲的白质纤维束，相当于背侧的脊髓丘脑

束，腹内侧的内侧丘系，(5) 黑质，位于被盖部的腹侧，大脑脚的背侧，(6) 大脑脚，其凹陷面朝向黑质及被盖，由粗大的白质纤维束构成。

上丘：形态学及功能解剖学

上丘呈大而平的隆起，由顶盖嘴侧半构成，主要参与视觉系统联络。上丘不像下丘那样，在高等脊椎动物中上丘被简化，灵长类动物和人类的上丘体积缩小。丘由灰白质交错排列而成。人类的上丘像非哺乳类脊椎动物的顶盖那样呈复杂的层状结构。包含7种不同命名的层状结构，其组织形态结构类似于大脑皮质，由外至内分为4层：带状层、灰质层、感光层、丘系层。

上丘的表层接受来自视网膜和视皮质的大部分传入纤维，这些纤维主要涉及到视野内物体运动的发现。视束中的视网膜顶盖纤维经由上丘的结合臂之后终止于外侧膝状体。该纤维投射走行在局部解剖上排列有序。对侧的周围视野是以上丘的尾侧2/3为代表，嘴部接受与中心视野有关的纤维。主要由视皮质发出的皮质顶盖纤维也是排列有序的，它经其结合臂投射至上丘。在上丘的视网膜顶盖纤维束和皮质顶盖纤维存在着相似的情况。其余的皮质顶盖纤维束发自额叶神经细胞，特别是额叶视野起自颞叶（例如听皮质）及顶叶。上丘的深层接受经由脊髓顶盖束的脊髓及脑干，主要是下丘和听觉中继核发出的传入纤维。鉴于传出纤维的通道起于上丘，可将其分成起源于表层细胞顶盖丘脑上行纤维，及投射至同侧的外侧膝状体、丘脑枕和顶盖前区的纤维。起源于深层细胞的下行纤维如顶盖网状束、顶盖脑桥束、顶盖延髓束及顶盖脊髓束投射至脑干和脊髓。

上丘可以看成是头和眼的位置对外界视觉、听觉及躯体刺激的反应的反射中枢。在动物实验中，单侧的上丘病损，无眼球运动障碍。然而，如果去除动物的视皮质，上丘就丧失了对视野中物体运动的跟踪能力。

2 中脑尾侧：下丘水平

经中脑下部的下丘，位于脑桥峡部之上的横切面的特点是能显示下列结构：(1) 下丘，位居四叠体的下部，呈卵圆形隆起，较上丘更明显，被外侧丘系覆盖，(2) 中脑导水管及管周中央灰质，滑车神经核位于灰质腹侧近中线处，前界为内侧纵束，并且嵌入至内侧纵束后部纤维中，(3) 小脑上脚的交叉纤维，位居被盖部的中央，此水平的被盖部较中脑上部水平的被盖部体积缩小，小脑上脚的腹外界为内侧丘系，(4) 下部黑质，将中心被盖区与大脑脚的粗大纤维束隔开。

下丘：形态学及功能解剖学

下丘主要包括中心部的卵圆形的团块（中央核群），与之相联络的背侧的中央周围核和外侧的外侧核。下丘周围环绕着髓鞘神经纤维的板层区，它们中的大部分纤维相当于外侧丘系，止于中央核。下丘的神经核及其神经元组织的构成已有广泛叙述。

下丘是脑干主要的听觉中继核，听觉冲动经主要的传入通路－外侧丘系传递至下丘听觉中继核。听觉信息进一步投射到内侧膝状体，之后至第一听皮质。下丘的大部分细胞对双耳刺激有回应，而且可将声音定位的信息译成电码。下丘核群具有明确的音调定位功能。听皮质也发出纤维反投射至下丘的某些亚核。

3 中脑－间脑连接部

后连合（PC）见于上丘的嘴侧，管周灰质的背侧，悬于中脑导水管之上。它标志着中脑和间脑之间的移行带。PC是一个小的连接结构，可在正中矢状切面上清楚显示，是用于头部各种参考线的重要界标。在PC水平和上丘的嘴侧，可见顶盖前区核群，即参与瞳孔对光反射的中脑中心。实际上，顶盖前核接收来自视束、外侧膝状体及大脑皮质区的传入纤维。

PC的病损不损伤瞳孔的光反射，但可使交感性瞳孔性光反射减弱。

4 红核和黑质

在经上丘（图8.5、8.6）及下丘（图8.7、8.8）的轴切面上，中脑被盖覆盖于中脑导水管腹侧及黑质背侧的区域。中脑被盖包括红核、中脑网状结构、动眼神经核及滑车神经核。由于红核和黑质在局部解剖和临床上的重要性及其能在MR像上确切显示，所以下面将进一步对其形态及功能进行讨论。

a 红核：形态学及功能解剖学

红核位于黑质的背内侧，为一椭圆形灰质团，在矢旁切面上（图8.9、8.10）上呈椭圆形，于横切面（图8.5、8.6）及冠切面（图8.11、8.12）上大致呈圆形。红核自底丘脑区延伸至小脑上脚交叉，直径约5mm。红核极富血管，很多色素沉着细胞内含铁。于冠切面的内侧可见其上部有后屈束纤维穿过。其尾侧和外侧部有小脑上脚纤维穿过。动眼神经支根（第III对颅神经）在走向脚间窝的进程中于背腹侧穿过红核的中央部（图8.7）。

b 功能和临床方面的考虑

在功能方面，红核接收从深部小脑核群和大脑皮质发出的传入纤维。皮质红核投射纤维起于中央前皮质和运动前皮质，按躯体皮质定位的方式投射至红核。起于中央前运动皮质的投射纤维为同侧性，在躯体皮质定位上相当于起自红核脊髓的纤维。由深部小脑核群发出的纤维于横越和环绕红核之前，在中脑尾侧交叉。由齿状核发出的纤维投射至对侧红核嘴侧1/3，而由球核和栓状核发出的纤维按躯体皮质定位方式投射至红核尾侧2/3。尾侧部的细胞发出交叉的红核脊髓束，影响屈肌运动张力。在动物中，刺激红核可以引起同侧肢体屈曲，这是由于小脑上脚及红核脊髓束这两个系统相互交叉所致。在临床上，红核的病损可引起同侧动眼神经紊乱，同时伴有对侧不自主运动，例如共济失调、震颤、或舞蹈病样动作，即Benedikt综合征。

c 黑质：形态学及功能解剖学

黑质位于中脑，在大脑脚部与被盖部之间。在矢旁切面（图8.10、8.13）和冠状切面（图8.11、8.12）上黑质位于红核的外侧，大脑脚的内侧。在MR像上呈特征性的V形。黑质仅见于哺乳动物，在灵长类动物中其发育达到顶峰。黑质分为富含细胞和黑色素的致密带及以致密的黑纹纤维为特征的网状带。致密带又分腹层及背层，腹层主要由色素细胞组成。在人类色素沉着最重，于4或5岁时开始出现，此后黑色素的含量随年龄增高。致密带的神经元内含高浓度的多巴胺，而网状带的细胞含GABA。黑质内还含有其他神经递质。

d 功能和临床方面的考虑

局部解剖认为，黑质的主要传入神经来自于纹状体，黑纹纤维投射至黑质网状带的

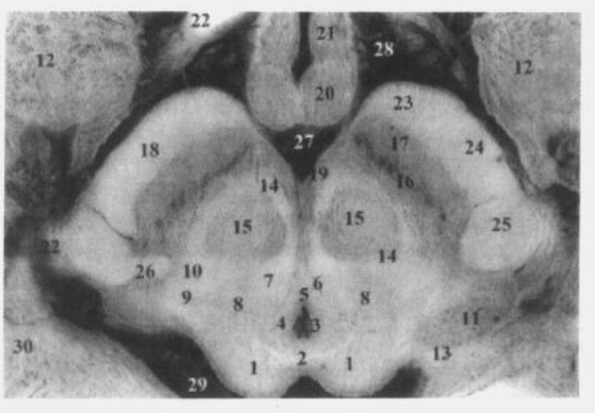


图8.5 1，上丘；2，上丘联合；3，中脑导水管（Sylvius）；4，管周灰质；5，动眼神经核（III）；6，内侧纵束；7，中央被盖束；8，中脑网状结构；9，脊髓丘脑束；10，内侧丘系；11，内侧膝状体；12，钩（杏仁体）；13，上丘臂；14，小脑红核丘脑束；15，红核；16，黑质，致密部；17，黑质，网状部；18，大脑脚；19，被盖腹侧区；20，乳头体；21，下丘脑；22，视束；23，额桥束；24，锥体束（皮质脊髓束和皮质延髓束）；25，枕颞脑桥束；26，苍白球黑质束和皮质黑质束；27，脚间池；28，交叉池；29，环池；30，正中颞区

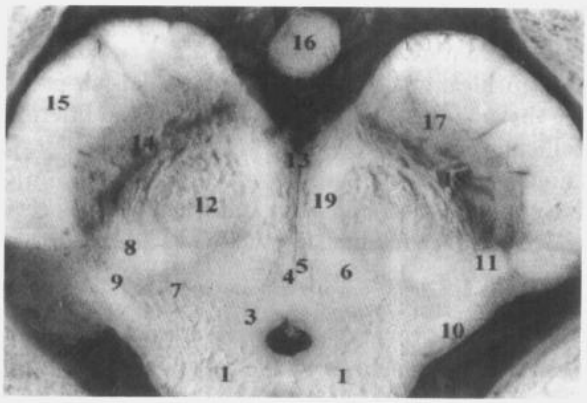


图8.6 1、上丘；2、中脑导水管；3、管周灰质；4、动眼神经（III）；5、内侧纵束；6、中央被盖束；7、中脑网状结构；8、内侧丘系；9、脊髓丘脑束；10、下丘臂；11、苍白球黑质束、皮质黑质束；12、红核；13、被盖腹区；14、黑质；15、大脑脚；16、乳头体；17、黑质，网状部；18、黑质，致密部；19、小脑红核丘脑束；20、脚间池

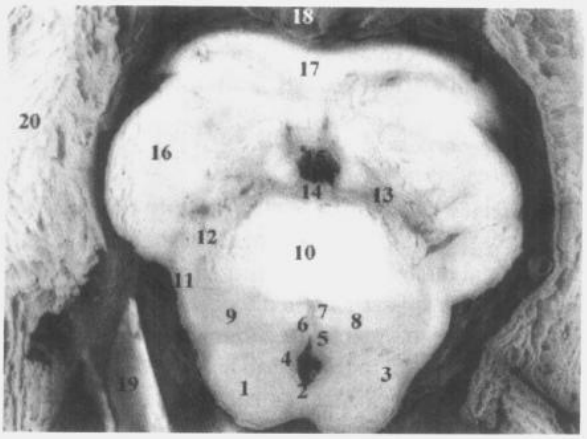


图8.8 1、下丘；2、中脑导水管；3、外侧丘系；4、管周灰质；5、被盖背侧核；6、滑车神经（IV）；7、内侧纵束；8、中央被盖束；9、中脑网状结构；10、小脑上脚交义（结合臂）；11、脊髓丘脑束；12、内侧丘系；13、黑质；14、脚间池；15、脚间窝；16、大脑脚；17、小脑中脚；18、基底动脉；19、小脑幕缘；20、正中颞区

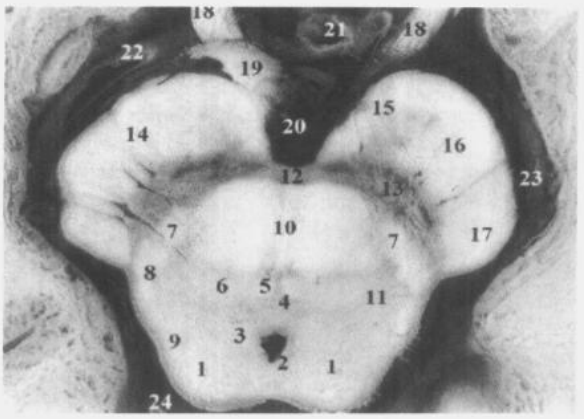


图8.7 1、下丘；2、中脑导水管；3、管周灰质；4、滑车神经核；5、内侧纵束；6、中央被盖束；7、内侧丘系；8、脊髓丘脑束；9、外侧丘系；10、小脑上脚交义（结合臂）；11、中脑网状结构；12、脚间核；13、黑质；14、大脑脚；15、额桥束；16、锥体束；17、枕颞脑桥束；18、动眼神经；19、桥臂；20、脚间池；21、基底动脉；22、大脑后动脉；23、中脑外侧池；24、环池

GABA能神经元。其他的传入纤维起于苍白球外侧段，止于网状带的可能为GABA能的苍白球黑质纤维束；由底丘脑核发出的底丘脑黑质投射纤维止于网状带，传递谷氨酸兴奋作用；最后是由背缝核发出的血清素激活的中缝黑质纤维束。其他投射到黑质致密带的纤维，为起于桥脚核的脚黑质纤维和起自额前皮质的皮质黑质纤维。

黑质的传出纤维连接多巴胺能黑纹纤维，该神经起于致密带，投射到纹状体，黑质的嘴侧2/3，终止于尾状核头和壳核的尾侧部。纹黑纤维和黑纹纤维特征性的交互排列形成闭合的反馈环。其余的传出投射系统，由黑质网状带的GABA能神经元发出的传出投射纤维，包括黑质丘脑纤维束、黑质顶盖纤维束及黑质被盖纤维束，构成基底神经节传出系统的主要部分。在灵长类动物中，黑质丘脑纤维终止于那些缺乏来自小脑或基底神经节的传入纤维的丘脑运动核群。黑质顶盖纤维束终止于上丘，在眼的扫视运动的引发上起重要作用。黑质被盖

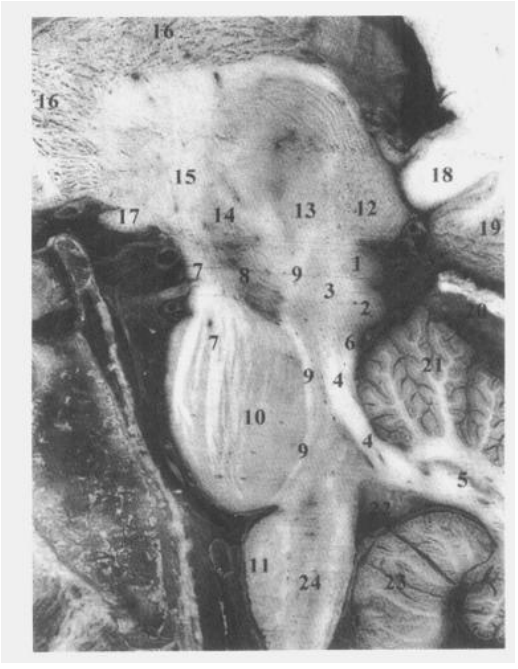


图8.9 1、上丘；2、下丘；3、中央灰质；4、小脑上脚；5、齿状核；6、红核；7、皮质脊髓束；8、黑质；9、内侧丘系；10、脑桥基底部；11、下橄榄核；12、丘脑枕；13、丘脑正中核；14、Forel H区；15、内囊；16、尾状核；17、视束；18、视神经池；19、胼胝体压部；20、峡；21、小脑山顶；22、第四脑室；23、小脑扁桃体；24、延髓

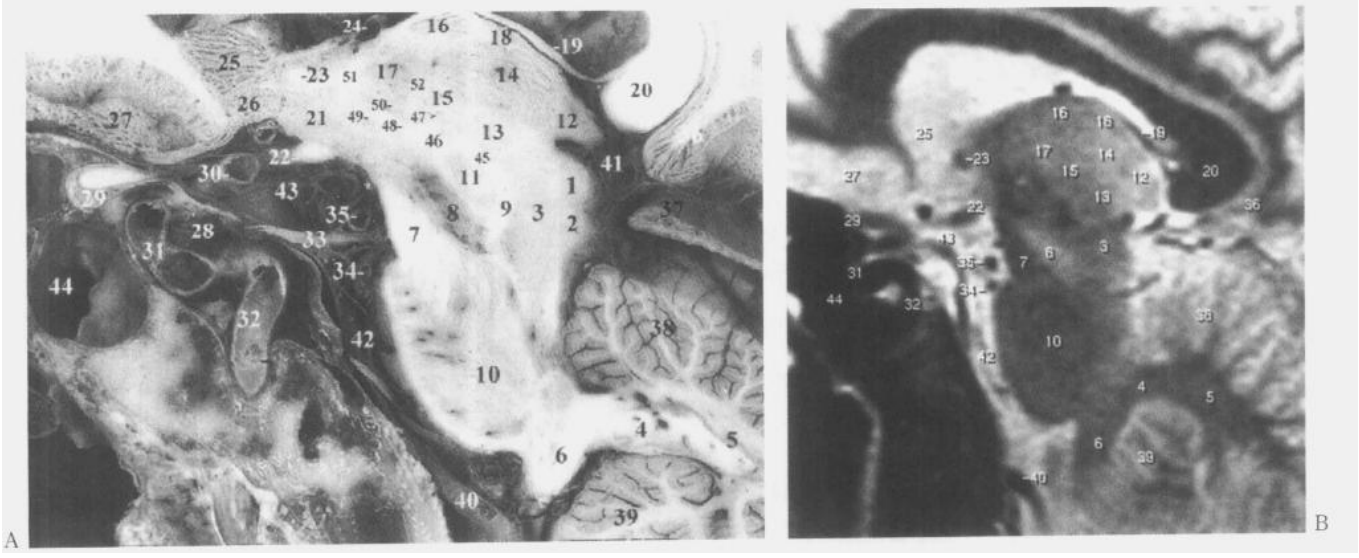


图8.10A,B 1、上丘；2、下丘；3、中脑被盖部；4、齿状核核门；5、齿状核；6、小脑下脚；7、大脑脚；8、黑质；9、小脑丘脑束；10、脑桥（脑桥核）；11、红核；12、丘脑枕；13、丘脑正中核；14、丘脑背内侧核；15、丘脑腹外侧核；16、丘脑前核群；17、丘脑腹前核；18、丘脑背外侧核；19、穹窿；20、胼胝体压部；21、下丘脑外侧区；22、视束；23、前连合；24、丘脑纹体静脉；25、尾状核头；26、隔区；27、直回；28、海绵窦；29、管内视神经；30、床突上颈内动脉；31、颈内动脉海绵窦段（前支）；32、颈内动脉海绵窦段（上升支）；33、动眼神经（III）；34、小脑上动脉；35、大脑后动脉；36、扣带峡；37、小脑幕；38、小脑前叶；39、小脑扁桃体；40、椎动脉；41、环池；42、桥前池；43、交叉池；44、蝶窦；45、红核前束；46、Forel H区（红核前区）；47、Forel H1区（丘脑束）；48、Forel H2区（豆状束及豆状袢）；49、豆状袢；50、未定区；51、丘脑前脚（前辐射）；52、乳头丘脑束

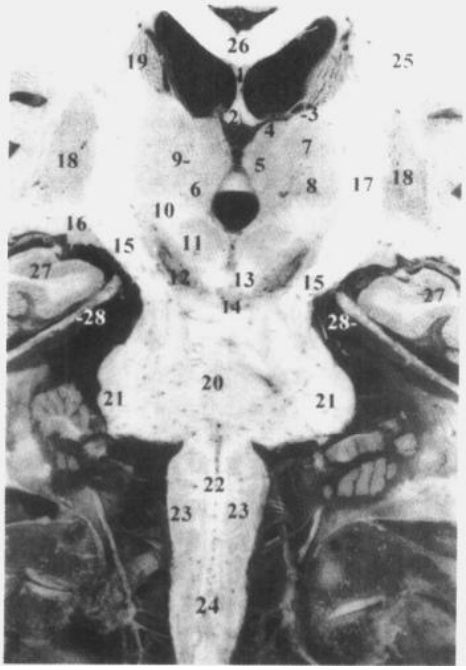


图8.11 1、透明隔；2、穹窿（体）；3、丘脑纹体静脉；4、丘脑背外侧核；5、丘脑背内侧核；6、丘脑正中核；7、丘脑腹外侧核；8、丘脑腹后外侧核；9、丘脑内髓板；10、Forel H区；11、红核；12、黑质；13、小脑上脚（交叉）；14、脚间核；15、大脑脚；16、外侧膝状体；17、内囊后肢；18、壳核；19、尾状核；20、脑桥核；21、小脑中脚；22、内侧丘系；23、下橄榄核复合体；24、延髓－脊髓交界部的延髓；25、辐射冠；26、胼胝体体部；27、海马；28、Pacchioni卵圆孔处的小脑幕缘

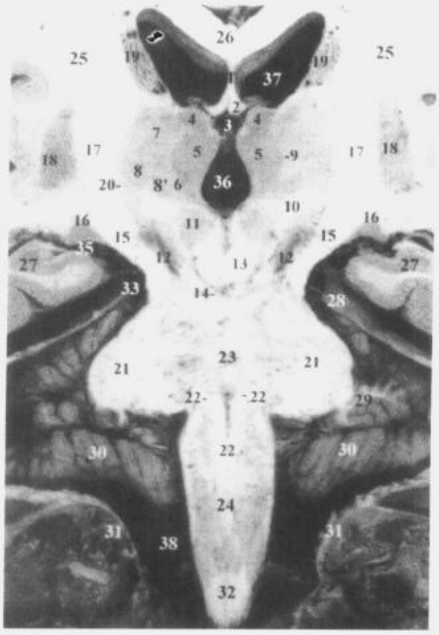


图8.12 1、透明隔；2、穹窿（体）；3、大脑内静脉（穹窿下）；4、丘脑背外侧核；5、丘脑背内侧核；6、丘脑正中核；7、丘脑腹外侧核；8、丘脑腹后外侧核（及腹后内侧核）；9、内髓板；10、Forel H区；11、红核；12、黑质（致密部，即染色区）；13、小脑上脚（交叉）；14、动眼神经（III）；15、大脑脚；16、外侧膝状体；17、内囊，后肢；18、壳核；19、尾状核体；20、胼胝体体部；21、小脑中脚；22、内侧丘系；23、脑桥核；24、延髓；25、辐射冠；26、胼胝体体部；27、海马；28、小脑幕；29、绒球；30、小脑半球；31、枕大孔（外界）；32、脊髓；33、Pacchioni卵圆孔；34、侧脑室颞角；35、脉络裂；36、第三脑室；37、侧脑室；38、延髓周围池

纤维束终止于脚桥核，同时脚桥核发出的纤维又返回至黑质致密带，构成黑质被盖黑质反馈环。

黑质的重要性在于它涉及到很多基底神经节疾病，如帕金森病和其他不同病因的帕金森综合征。这些疾病大多以不随意运动，例如震颤、肌张力障碍、舞蹈病、手足徐动症或颤搐为特征。其他的主要体征包括：运动不能、运动迟缓、肌张力及姿势失常。这类病中以帕金森病或震颤性麻痹最为常见。这种特发性疾病的神经病理学基础是黑质及被盖腹区中的色素细胞的大量丢失。黑色素细胞丢失达50%～90%，并伴有反应性神经胶质增生和Lewy小体的出现。黑色素神经元变性是纹状体中的多巴胺含量显著降低的原因，多巴胺能递质的消耗在壳核中比在尾状核显著，对黑质纹体系统的影响重于中脑边缘皮质（mesolimbico-cortical）系统。纹状体中多巴胺的下降与黑质神经元的变性成正比。

5 大脑脚

大脑脚含大量白质纤维束，占据中脑腹部的大部分。深染的黑质在后方将大脑脚与被盖区隔开。大脑脚于横切面上呈半月形（图8.5～8.8），由皮质离心纤维，主要是皮质脊髓束、皮质延髓束及皮质脑桥束构成。在冠状切面上，大脑脚构成大脑横裂侧翼的内界（图8.11、8.12）。大脑横裂被小脑幕上缘环绕。

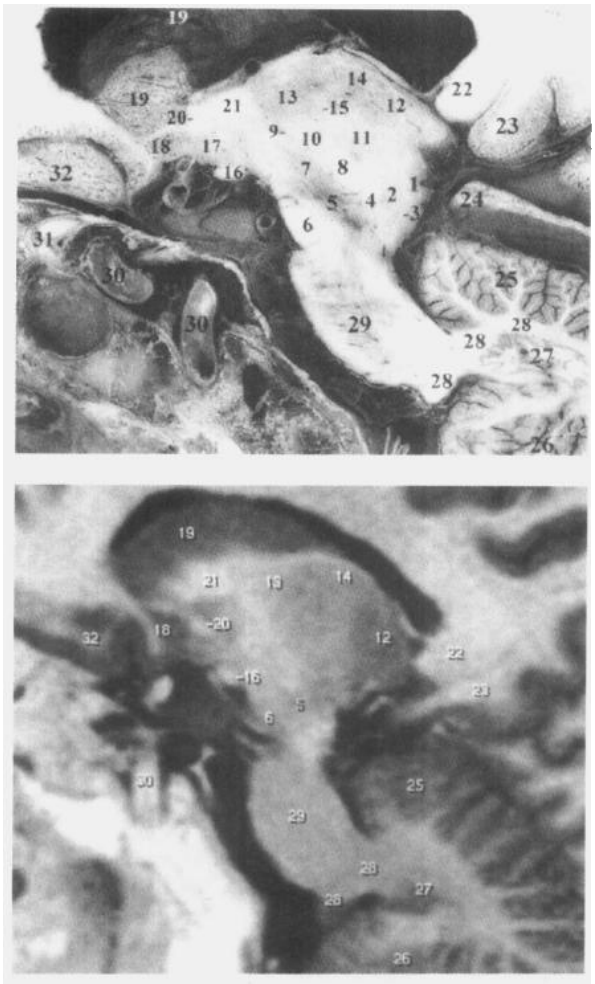


图8.13A,B 1，四叠体板；2，中央灰质；3，外侧丘系；4，内侧丘系；5，黑质；6，大脑脚；7，底丘脑核；8，丘脑束；9，未定区；10，Forel H区；11，丘脑正中核；12，丘脑枕；13，丘脑腹前核和外侧核；14，丘脑后外侧核；15，内髓板；16，视束；17，苍白球；18，壳核；19，尾状核；20，前连合；21，内囊膝部；22，胼胝体压部；23，峡；24，小脑幕；25，小脑半球上面；26，小脑半球下面；27，齿状核；28，小脑下脚；29，脑桥核；30，颈内动脉海绵窦段；31，管内视神经；32，直回

大脑脚内的皮质离心纤维的准确的局部解剖，在一定程度上因作者而异。Déjerine把皮质脊髓束及皮质延髓纤维划定在大脑脚的内侧3/5处，并认为是按照躯体皮质定位的方式排列的。Flechsig和Von Monakow断定这些纤维束占据大脑脚的中央区中的一小部分。传统上皮质脊髓束、皮质延髓束以及皮质脑桥束占据中脑大脑脚的中2/3，也就是它的内、外侧的终末部，其中额桥束位于内侧，颞桥束、顶桥束、枕桥束位于外侧。皮质脊髓束按局部解剖学排列，与上末端相关的纤维位于较外侧，支配面部肌肉的神经纤维位于最内侧。内外部分别占大脑脚的1/6。

B 脑桥

脑桥来自间脑脑泡，构成后脑的前部，可分为背侧的被盖部和腹侧部即脑桥本体，人类脑桥的发育尤为详尽。像对中脑所作的描述那样，为便于对影像与临床的相关性研究，而参照有代表性的轴位解剖切面对脑桥的形态学及内部结构进行分析。轴位解剖切面特别包括自嘴侧到尾侧的后脑峡部及位于三叉神经根水平的桥脑中部，和位于外展核与粗大的小脑中脚水平的桥脑尾侧部。

1 菱脑峡部：脑桥上部水平

此横切面垂直于脑干长轴并通过脑桥上部，在Pacchioni卵圆孔水平部显示良好，在切面的后方包括小脑上蚓的上界，主要是小脑山顶（图8.14）。此切面位于小脑的嘴侧和中脑的紧尾侧，在水平定位切面上以颞叶下内侧为其外界。像中脑那样，这段脑干可分为后部或

顶部，顶部前方的被盖部和腹侧部。

峡顶即上髓帆的上端，呈薄膜状，形成第四脑室嘴部的后界。第四脑室的腹侧为被盖区，由中央灰质组成，其外界为小脑上脚的白质纤维，该纤维移向腹内侧，以便在其上方的中脑下部进行交叉。中脑灰质的外侧缘内有三叉神经核及三叉神经束。于中线部，第四脑室嘴部的前方为内侧纵束，其位于正中矢状平面的两侧，前界为网状结构的灰质。中央被盖束位于外侧。蓝斑和后外侧的三叉神经中脑核在第四脑室侧缘的水平占据了室周灰质的后外缘。蓝斑亦称桥脑色素斑（locus pigmentosus pontis），在大体标本上很容易发现，这是由于其中含有的黑色素颗粒的典型的色素沉着。蓝斑的较大重要性在于它为全部神经轴索提供广泛的去甲肾上腺素能神经支配。两侧的外侧丘系位于小脑上脚的外侧，被盖部的外侧面上，它在下丘水平向嘴侧投射。上行的内侧丘系位于小脑上脚的前内侧部的腹侧，于内外丘系之间的外侧与脊髓丘脑束和脊髓顶盖束融和。内侧丘系的纤维中有三叉神经第二支的纤维。

值得注意的是小脑上脚特殊的位置，它是在被盖灰质的腹外侧，更向腹外侧被两侧的上行感觉神经纤维束所包绕。最后是较被盖部更为膨大的峡的腹侧部，它由皮质脊髓束和皮质脑桥束组成，周围有脑桥核环绕。它们被横行的脑桥纤维束分隔，脑桥纤维束与小脑中脚或下外侧的桥臂会合。

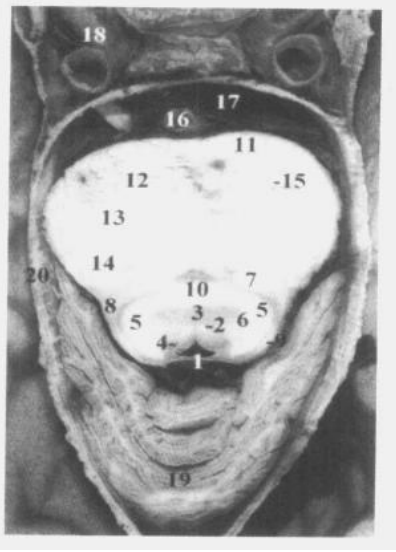


图8.14 1、第四脑室上端和上髓帆；2、内侧纵束；3、网状结构；4、蓝斑核；5、结合臂；6、中央被盖束；7、内侧丘系及腹侧三叉神经丘脑束；8、腹外侧脊髓丘脑束及脊髓顶盖束；9、外侧丘系；10、结合臂交叉；11、桥臂；12、额桥束；13、锥体束；14、枕颞脑桥束；15、桥小脑纤维束；16、基底动脉；17、桥前池；18、海绵窦颈内动脉；19、小脑山顶；20、小脑幕上缘（分界Pacchioni 卵圆孔）

2 三叉神经根水平的脑桥

在此平面上，第四脑室较宽，其顶由上髓帆构成。上髓帆的后面有上蚓覆盖（图8.15）。第四脑室的外侧壁由小脑上脚构成。与大的脑室部相比，脑桥被盖部体积较小，但被盖与其上、下水平上的部分相比仍较大。在正中旁位上、内侧纵束见于第四脑室底紧下方。脑桥被盖部的中心部由脑桥网状结构构成。组成中央被盖束的纤维位于内侧丘系外侧部的背侧。在被盖腹侧部，紧邻脑桥基底部的背侧为内侧丘系。在横切面上可见内侧丘系变扁形成两条。脊髓丘脑束位于内侧丘系的外侧。在前方，脑桥腹侧部可见横行和纵行的纤维束。皮质脊髓束和皮质脑桥束于脑桥腹侧的前半部或多或少地排列成致密的纤维束。于脑桥外侧部，三叉神经根的入口部的背外侧可见小脑中脚的上部。

3 在小脑展现部的脑桥水平

这一轴位切面位于小脑展现部，通过脑桥的尾侧部，切面上可见位于外侧的粗大的小脑中脚（图8.16）。与上层切面相比，第四脑室腔扩大，下蚓小结位于第四脑室顶，第四脑室的

外侧界是小脑白质中的齿状核。腹侧部可见位于前方的粗大的皮质离心束、皮质脊髓束、皮质延髓束及位于前部的桥横束，桥横束纤维构成小脑中脚。斜方体的交叉纤维束位于皮质脊髓纵束的后方，水平地越过内侧丘系的腹侧部，内侧丘系位于正中旁区。外侧可见外侧和腹侧脊髓丘脑束，背外侧可见中央被盖束。中央被盖束的背外侧为一个核团，至少部分地相当于面神经运动核。位于脑桥被盖部的网状结构主要是脑桥尾侧网状核，该核位于内侧丘系的外侧，其中有大的中央被盖束。中央被盖束主要是由来自中脑核团发出的下行纤维构成，该纤维投射至延髓内的下橄榄复合体，起自下部脑干网状结构的上行纤维投射到丘脑。小脑脑桥池的最前外侧可见前庭蜗神经和面神经神经根。于此平面还可见到邻近的绒球。

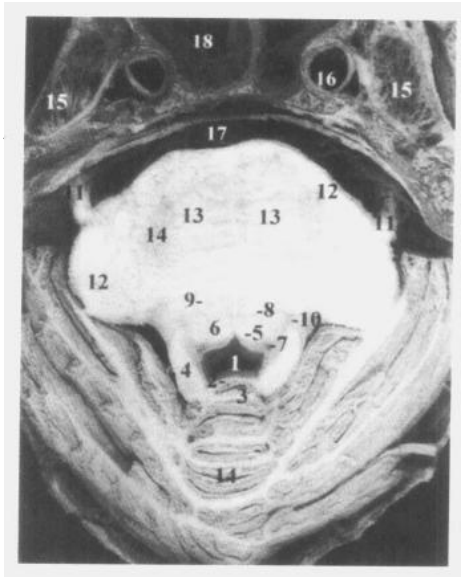


图8.15　1、第四脑室；2、上（前）髓帆；3、小脑舌；4、小脑上脚；5、内侧纵束和前方的顶盖脊髓束；6、脑桥（嘴）网状结构；7、蓝斑核；8、中央被盖束；9、内侧丘系；10、三叉神经主要感觉核和运动核；11、三叉神经根；12、小脑中脚（桥臂）；13、锥体束（皮质脊髓束和皮质延髓束）；14、脑桥核和小脑山顶（后方）；15、三叉神经腔（Meckel腔）；16、颈内动脉（颈动脉管）；17、桥前池；18、蝶窦

C　延髓

这是一个通过第四脑室底下部的断面。延髓的切面在其充分发育部分的切面上可见自中线至两侧背外侧在室周灰质内排列的内侧纵束、前庭神经核及位于外侧的小脑下脚。在延髓的正中外侧的绳状体之前，可见本断面上最具特征性的结构，即大的下橄榄核复合体，它是一个脑回样的灰质带，呈一个折叠的口袋状、口袋的开口朝内。在橄榄核及其周围的形成橄榄核套的髓鞘纤维的前方可见位于前内侧的锥体，其中有皮质脊髓束或锥体下行纤维束。内侧丘系位于锥体背侧、中缝两侧正中旁区和下橄榄核的内侧。脊髓丘脑前束和外束位于延髓的外侧，紧邻下橄榄核的背外侧，且与内侧丘系分隔（图8.17、8.18）。

中央灰质向外延伸覆盖第四脑室底，其腹外侧部为舌下神经核、迷走神经背核和孤束核。在中橄榄核水平切面，延髓的网状结构位于室周灰质的腹侧，下橄榄复合体的背侧。在中橄榄体水平的中心区，主要以下橄榄核内侧和背侧区的大细胞网状核为代表。延髓前面及外侧有延髓周围池环绕，池的前方有椎动脉，在侧方的小脑延髓池内有舌咽神经。舌咽神经由橄榄背侧的后外侧沟发出，下行穿颈静脉孔出后颅窝。

D　脑干的网状结构

网状结构在系统发生上是脑的古老部分，位于脑干中央区，遍布全区之大部，由混合的灰质和白质构成。网状结构一词是指该区的细胞结构是由松散排列的细胞和弥散排列的纤维形成的复合网状结构。脑干中的网状结构在嘴侧与丘脑板内核群及底丘脑区的一些核团相连

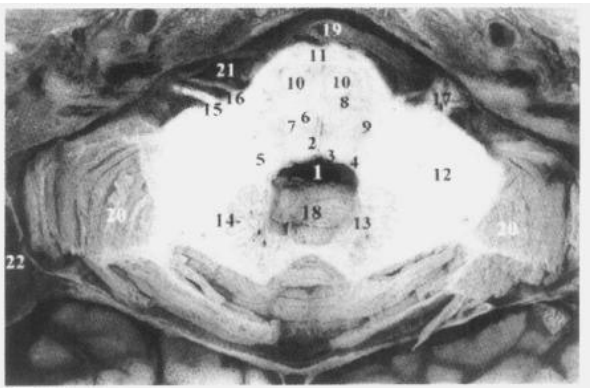


图8.16 1、第四脑室；2、内侧纵束；3、舌下前置核；4、前庭核；5、绳状体（小脑下脚）；6、内侧丘系；7、中央被盖束；8、斜方体；9、面神经核和背侧的脊髓三叉神经背核；10、锥体束；11、横桥束；12、桥臂（小脑中脚）；13、结合臂（小脑上脚）；14、齿状核；15、前庭神经；16、面神经；17、绒球；18、小结；19、基底动脉；20、小脑半球；21、桥小脑角；22、横窦；23、小脑扁桃体；24、耳蜗；25、半规管；26、内听道；27、耳蜗神经；28、下前庭神经；29、小脑中脚；30、脑桥

续。在尾侧与脊髓的中间灰质相连续，脑干中的网状结构以长的上行和下行的纤维束和发出颅神经的核团为界，占据着脑干被盖大部分区域。网状结构在自主功能调整、肌反射、痛觉和行为醒觉方面起重要作用。

1 形态学及局部解剖学

脑干网状结构可分为3个纵向区：（1）正中区，即中缝核，（2）内侧区，区内可见大细胞，（3）小细胞外侧区。这些纵向区具有特殊的细胞结构构成及纤维连接结构。此外，每个纵向区并非独立实体，而是相互之间存在着大量的连接。实际上，几乎所有的网状结构的神经元均向嘴侧和尾侧投射出轴突纤维及其在各方位中的小分支。这些纤维中许多都与脑神经核建立联系。实际上，划定网状结构中的传导通道的解剖界限往往是不可能的，因为它们是以弥散方式相互联系的。生理学资料表明冲动是通过多突触系统传导的。网状核的轮廓往往是很不清楚的，它主要是由埋置在复杂的纤维内聚集的神经元构成，即使在网状结构的某些区域中还存在明显结构上的不同。所以MR不能区别任何更为聚集的亚核就不足为奇了。因此当前只有局部解剖资料可以帮助定位下述的一些主要核结构。

2 功能和临床方面的考虑

a 中缝核或正中区

中缝核位于正中区内，中缝核包括中脑内的中缝背核、中央上核、脑桥中缝核、脑桥内的中缝大核、中缝隐核及延髓内的中缝苍白球核。在局部解剖上中缝大核位于管周灰质内的腹侧。中缝背侧大核位于脑桥尾侧上部，脑桥中缝核位于中缝大核与中央上核之间，中央上核位于脑桥中脑被盖的嘴侧。中缝苍白球核位于延髓腹侧。中缝隐核位于延髓的背侧，与其在同一水平上。组织荧光及免疫组织化学技术的应用发现位于内侧区的许多细胞群是传递吲哚胺血清素的血清素源性神经元。其余神经元是通过以神经肽及氨基酸来表达免疫反应性的。脑干内起于血清素源性神经元的纤维广泛地分布于几乎全部中枢神经系统。

b 内侧网状区

内侧网状区包括：中脑的楔状核和楔状下核、桥嘴网状核、桥尾网状核及网状被盖核和位于延髓内中橄榄水平的巨细胞网状核。后者位于下橄榄核复合体上半部的背内侧，其中有特征性的大细胞，向上延伸至延髓脑桥连接部。巨细胞网状核发出的下行纤维构成延髓网状脊髓束。桥嘴和桥尾网状核是脑桥网状结构的主要组成部分，桥嘴网状核向嘴侧延伸至尾段中脑。未交叉的网状脊髓纤维起自脑桥网状结构。这些在中脑被盖束中上行纤维投射至丘脑板内核，影响大脑皮质的电活性。网状被盖核位于内侧丘系的背侧，是皮质小脑运动通道

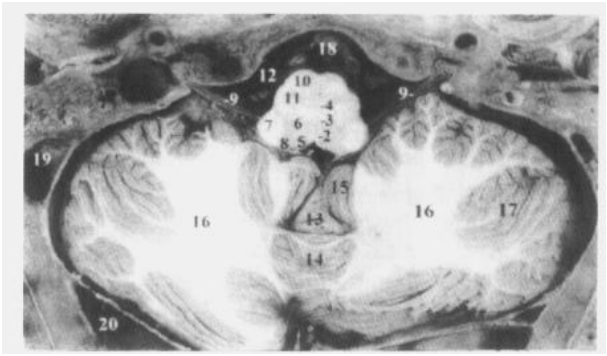


图 8.17 1、第四脑室下部；2、内侧纵束；3、顶盖脊髓束；4、内侧丘系；5、舌下神经核；6、延髓网状结构（大细胞核）；7、绳状体（小脑下脚）；8、前庭核；9、舌咽神经（IX）；10、锥体（锥体束）；11、下橄榄核和橄榄核套；12、小脑延髓池；13、舌蚓；14、蚓锥体；15、小脑扁桃体；16、小脑白质；17、小脑半球皮质；18、椎动脉；19、乙状窦；20、外侧窦或横窦

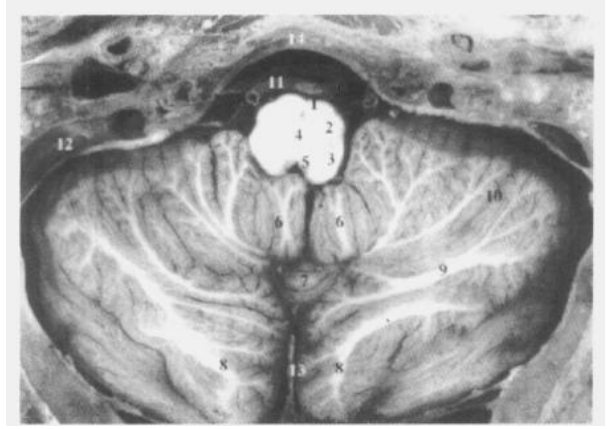


图 8.18 1，延髓锥体；2，下橄榄核和副神经核；3，小脑下脚；4，内侧丘系；5，舌下神经核；6，小脑扁桃体；7，蚓锥体；8，下半月叶；9，小脑白质层；10，小脑皮质（小脑半球下部）；11，椎动脉；12，乙状窦；13，小脑镰；14，斜坡

的一个中继核。中脑楔状核和楔状下核位于顶盖腹侧，前者从上至下遍布中脑。底楔状核位于中脑的腹侧。内侧网状区的连接主要限定在网状结构，虽然有些投射纤维上行到间脑或下行到脊髓，这提示它与运动和感觉通道均有联系。

c 外侧网状区

网状结构外侧区仅限于脑桥和延髓。外侧核群包括脑桥核、脑桥内的内侧及外侧臂旁核和延髓内的外侧网状核。脑桥核见于被盖部外侧、下丘的腹侧。于脑桥水平，内侧和外侧臂旁核环绕在小脑上脚内侧区和外侧区的周围。内侧核接受孤束核中的味觉核的传入支，外侧核接受来自孤束核尾侧部的一般内脏传入支。这些核的传出纤维均投射至下丘脑及杏仁体。臂旁核的细胞群内有多种神经调节器。延髓的外侧网状核占据其前外侧区，其纤维在下橄榄核的尾侧发出，延伸到中橄榄水平。外侧网状核是小脑中继核，接受来自脊髓的传入纤维，如脊髓网状束，和来自脊髓丘脑束的副支，及经由小脑下脚的投射纤维，这些纤维止于小脑前叶的两侧，即苔藓纤维。脑桥外侧网状结构构成外侧网状区的上侧扩展部，主要涉及心血管、呼吸及胃肠活动的调节。

E 脑干的血供

按照 Duvernoy 所述，中脑、脑桥及延髓接受前内动脉、前外动脉及背侧动脉的供血。

1 中脑水平

在中脑水平，前内动脉或正中旁动脉发出内侧血管蒂，在红核、管周灰质、动眼神经核及滑车神经核形成血管。外侧血管蒂在内侧丘系、黑质内侧部及小脑上脚交叉部形成血管。前外动脉又称为短周动脉，起于不同血管的分支，在大脑脚、黑质及内侧丘系形成血管。这些大脑脚分支从大脑后动脉、后交通动脉、小脑上动脉及脉络膜前、后动脉发出。外侧动脉使外侧被盖包括外侧丘系、网状结构及中央被盖束形成血管，这些血管以小脑上动脉、丘动脉及脉络丛后内动脉为代表，均在中脑沟水

平，穿经中脑。后侧动脉是小脑上动脉和丘动脉的分支，穿顶盖区，供血给上、下丘及管周灰质（图8.19）。

2 脑桥水平

前内动脉或正中旁动脉是基底动脉的分支和椎动脉的邻近段发出的分支，供血给被盖正中旁区，包括锥体束、内侧丘系、网状结构、内侧纵束及外展神经核。脑桥外侧区的血管形成是由穿动脉完成，穿动脉起于小脑上动脉，后者向脑桥上外侧部供血，该区主要有小脑上脚、被盖中央束和脑桥网状结构、外侧丘系和蓝斑核。脑桥的尾侧和尾侧部由小脑前下动脉供血，使面神经核、小脑中脚、三叉神经主要的感觉核、外展神经核、外侧丘系和上橄榄核形成血管。脑桥长动脉供血给脑桥核、外侧丘系、中央被盖束及锥体束外侧部分。小脑上动脉末段供血给小脑上脚、蓝斑核及中脑三叉神经核（图8.20）。

3 延髓水平

前内侧动脉或正中旁延髓动脉起于椎动脉及脊髓前动脉，供血给锥体和内侧丘系，同时也供应橄榄下核内侧部及中央网状结构。前外动脉也给下橄榄束和锥体束供血。外侧分支从小脑后下动脉、小脑前下动脉、椎底动脉及椎动脉中发出。这些动脉分支供应下橄榄和延髓外侧窝，包括小脑下角、脊髓丘脑束、脊髓小脑束、迷走神经背侧运动核、孤束及孤束核、脊髓三叉神经核、前庭神经核和疑核。小脑后下动脉形成延髓后区，包括楔状核、薄束核、迷走神经核、前庭神经核和孤束核的血管（图8.21）。

II 小脑

A 发育解剖学及种系发生

为了更好地理解小脑的功能，需要了解一些发育和比较解剖学知识。早在胚胎第三个月开始，小脑原基即由菱脑脑泡的颅部发生。原基由相当于大脑半球的两叶团块及分隔两叶的中间区构成，正中区最终发育成小脑蚓。最先出现的脑裂为后外侧裂，它分隔出小脑原基团块的尾部，并划分出绒球小结叶。于胚胎第三个月末，原裂出现且加深，分隔出相当于前叶的小脑上斜面的大部分颅部。与此同时，小脑蚓下部上的另两条脑裂加深，即次裂和锥体前裂，分隔出蚓舌和蚓锥体。同时小脑团块特别是小脑半球不断发育，覆盖小脑下蚓，将其深埋于小脑谷中。

在种系发生和个体发育上，后外侧裂最先出现，将绒球小结叶与小脑团块分隔，这在大部分脊椎动物中是恒定的，小脑团块的大小从低级到高级脊椎动物不断增加。在种系发生中，后外侧裂的嘴侧小脑的扩展涉及小脑体的中部及以原裂为后界的前叶和蚓锥体及蚓垂。这种扩展见于大多数的脊椎动物，并发生适度的改变。中部结构重要的发育主要见于哺乳动物，包括人类和非人类的灵长类动物中，该部包括新小脑——大致相当于小脑半球。绒球小结叶又称古小脑，旧小脑包括位于前叶的蚓部及蚓锥体、蚓垂和副绒球。哺乳动物的副绒球与人类小脑扁桃体和二腹小叶是同源的。

基于哺乳动物的比较研究，人类小脑分类相当于基于小脑传入神经的分类。实际上，古小脑又称前庭小脑，旧小脑相当于脊髓小脑，新小脑相当于脑桥小脑。这些解剖区域与中枢神经系统的其余各部，包括脊髓和大脑皮质分别相连。Jansen 和 Brodal基于小脑皮质核的投射提出小脑叶结构的纵向带分区法。它们将

小脑皮质划分为3个具有重要功能的纵向带：内侧带，相当于小脑蚓，投射至顶核；中间带，投射至中间核，相当于正中旁区；外侧带，与齿状核相关联。后一种分区法是建立在解剖学和生理学基础上的，似乎更为精确。小脑皮质功能区的更细的纵向分区已被Voogd绘制成图。

1 形态学及局部解剖学

小脑位于后颅窝，被小脑幕覆盖。在人类，成人小脑与大脑的大小比例约为1：8，婴儿约为1：20。小脑是后脑中最大的组成部分，覆在脑桥和延髓的后面。形态学上，小脑由两侧小脑半球及连接两半球的中线部即蚓部组成。小脑蚓呈楔形，具有上下两面，两面由Vicq d'Azyr水平裂——最显著的小脑裂隔开。小脑的上面平坦，中间旁区无深裂，因为小脑上蚓直接与双侧的小脑半球相延续。在前方，上蚓继续延伸越过小脑幕的游离缘。在上方，小脑以浅而宽的小脑前切迹为界。小脑的后下面凸起，伸向枕区。下蚓经一深沟与小脑半球的正中旁区隔开。在后下方，有一狭窄的中间窝即小脑谷，它将双侧小脑半球分开，其间有小脑镰（图8.1）。平行于PC-OB平面，从前至后通过小脑的冠状切面展示出小脑的形态和局部解剖，及其内部结构（图8.22～8.28）。

a 结构的组成

小脑在结构上不同于延髓和脑桥，它由浅表面的灰质皮质罩、即小脑皮质及内部白质核心组成，其中有四对小脑内部核团。皮质灰质覆盖于整个小脑的表面，并折叠成脑裂。白质形成髓性核心，其外侧厚于内侧。因此小脑在结构上与大脑类似。小脑内部结构在通过小脑蚓的正中矢状切面上显示最好，可见小脑特征性的板层分支结构（小脑活树）（图8.1）。

小脑通过上、中、下三对小脑脚与脑干的嘴－尾侧的三个部分相连。小脑中脚在脑桥水平轴切面上显示（图8.16），在PC-OB水平上的最前方冠状切面上显示（图8.2），和通过三叉神经根水平的矢旁切面上显示（图8.29）。于冠状切面（图8.25）及旁正中矢状切面（图8.29）两侧的小脑上脚构成第四脑室顶的外侧壁，在冠状切面（图8.25）和矢旁切面上（图8.29）均显示良好，自小脑齿状核门，走行到下丘水平的交叉部，在通过下中脑的轴位切面

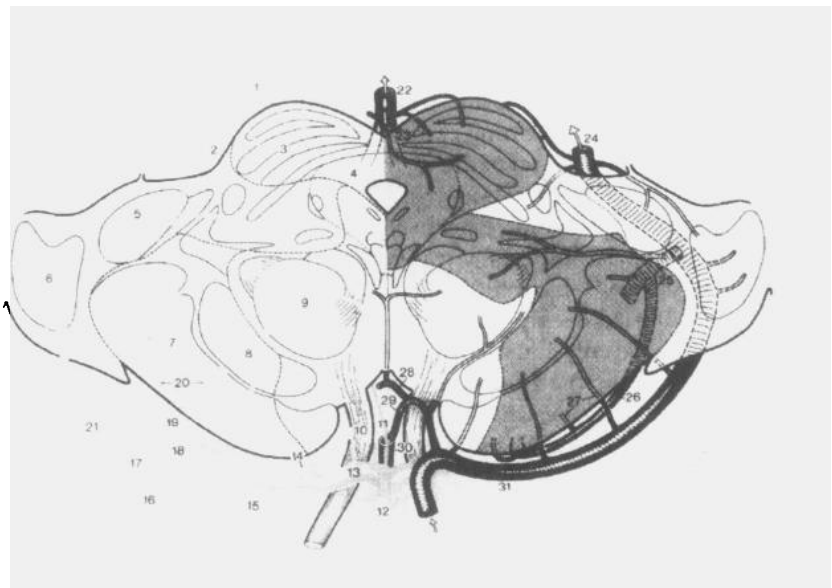


图8.19 中脑水平脑干的血供。图示供血范围（动脉在右，静脉在左）

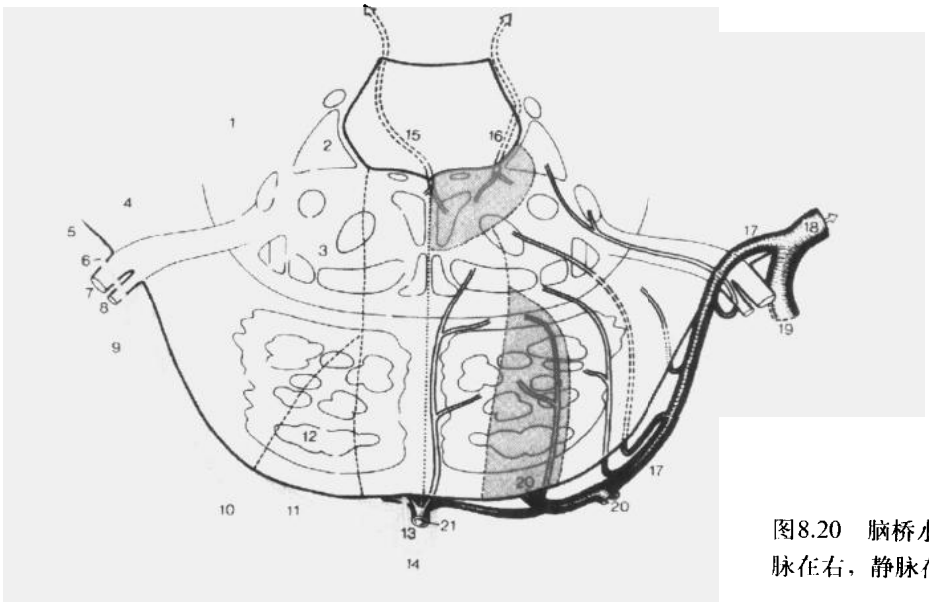


图8.20 脑桥水平脑干的血供。供血范围（动脉在右，静脉在左）

上显示良好（图8.7、8.8）。小脑下脚见于矢旁切面上（图8.10、8.13）。

小脑皮质实际上是由很多横行和相互垂直排列的原层构成，并包括或多或少呈直角分布的次级和三级叶片，这些结构在正中矢状切面（图8.1）和矢旁正中切面上（图8.30）显示良好。在正中矢状切面上于小脑外侧部可识别出五条深裂。它们是：原裂、后上裂、水平裂、锥前裂及后外侧裂。这些脑裂将小脑分成几个叶和小叶（图8.30、8.1），并构成小脑在形态和功能上划分的依据。在小脑的上面可识别出两条脑裂：原裂和前上裂。蚓部和小脑半球位于原裂嘴侧，构成前叶（旧小脑或脊髓小脑）。原裂于山顶和山坡之间凹在蚓的上面形成凹口。蚓部和小脑半球位于原裂和后外侧裂之间，组成小脑后叶（新小脑或大脑小脑），小脑后叶与绒球小结叶（古小脑或前庭小脑）之间有后外侧裂作为分界。

小脑前叶包括：小舌、中央小叶和山顶（图8.1）。前方小叶相当于山顶（图8.30、8.26）。后叶是小脑半球的最大组成部分，位于前叶和绒球小结叶之间。后叶的小脑蚓又分为山坡、叶片、结节、锥体和小脑蚓垂（图8.1）。后方小叶，或单小叶相当于山坡，上半月叶（脚I）相当于叶片，下半月小叶（脚II）相当于结节。注意水平裂将上半月小叶与下半月小叶分隔。这两个半月小叶构成袢状小叶，位于后上裂和薄小叶之间。位于锥前裂和后外侧裂之间的下蚓部、锥体和蚓垂分别与二腹小叶及小脑扁桃体相关联（图8.30、8.27）。最后，在小脑蚓部内，小结紧邻下髓帆的尾侧，通过后外侧裂与蚓垂

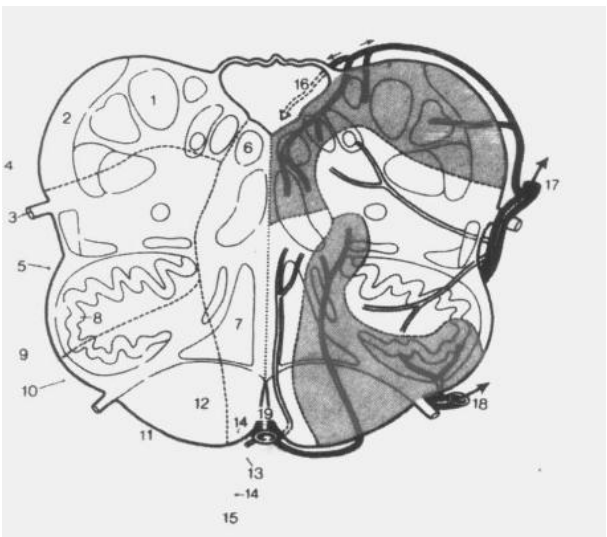


图8.21 延髓水平脑干的血供。供血范围（动脉在右，静脉在左）

分隔（图8.31）。小结是绒球小结叶的一部分，其中有绒球和与其相关脚。绒球（图8.2）是小脑结构中一小部分，部分游离，位于桥小脑脚内前庭蜗神经紧下方，舌咽神经和迷走神经在走向颈静脉孔的路径上穿越绒球的前部（图8.16）。

b 深层小脑核

在通过小脑白质核心的冠状切面及矢旁切面（图8.16、8.30～8.32）和小脑的矢旁切面上可见深层小脑核，位于第四脑室的背侧和背外侧，包括齿状核、栓状核、球状核及顶核。

在Klingler（图8.33）的解剖断面上清楚显示出齿状核最大而且在最靠外侧，形似一个向内侧开口的折叠口带状结构，上述表现在冠状切面上（图8.18）和水平切面上（图8.16）显示良好。齿状核的形状与下橄榄核相似（图8.31、8.32）。起于普尔基涅（Purkinje）细胞的传入纤维，在齿状核周围形成紧密的纤维丛，即小脑齿状核包膜。栓状核正位于齿状核内侧、紧邻齿状核核门，常难于与齿状核区分（图8.32、8.31）。球状核由2个和多个小的卵圆形的核质团块构成，位于栓状核的内侧，顶核的外侧（图8.32）。球状核并非像它的名字所描述的那样呈球形，而是呈前后向伸长的。栓状核和球状核相当于非灵长类哺乳动物中的中间核。在种系发生上，顶核最古老，它是最靠内的小脑皮质下核，紧邻第四脑室顶的外侧和上蚓前部的内侧面（图8.31、8.26）。在人类，它是位居齿状核之后的第二大核。

2 功能和临床方面的考虑

小脑核团主要接受来自同侧的普尔基涅细胞的投射纤维，即皮质核传入纤维束，该纤维为抑制性，以r-氨基丁酸（GABA）为神经递质。小脑皮质所有区域均发出投射纤维，投至小脑皮质下核团。这些投射纤维发自3个嘴尾排列的纵向区。内侧区，又称小脑蚓部区，投至同侧的顶核；正中旁区，又称小脑蚓旁区，投至栓状核；外侧区，又称小脑半球区，投至齿状核。起于小脑皮质并与小脑下核神经元相关的张力抑制性传出纤维，被起于小脑之外的兴奋性传入纤维所压倒，这些纤维主要是下橄榄核发出的橄榄小脑纤维，脑桥核发出的桥小脑纤维和网状被盖核发出的网状小脑纤维。

橄榄小脑纤维起于对侧的下橄榄核复合体、构成小脑下脚的大部结构，并投射至小脑皮质和小脑核的全部。橄榄小脑纤维束分布有序，从橄榄体各个部分发出的纤维都投射到小脑的特定区域。一般认为，投射至小脑核的纤维是那些投射至小脑皮质核的纤维的侧支。传导兴奋的攀缘纤维主要起于下橄榄复合体，终止于普尔基涅细胞的树突。

脑桥核发出的桥小脑传入纤维经小脑中脚、主要投至对侧小脑半球和蚓部两侧，构成最重要的中继结构，它接收起于4个脑叶的传入神经，再投射到小脑皮质的特定部位。最重要的皮质投射纤维起于感觉运动皮质，以躯体皮质定位的方式投射到脑桥核。网状小脑纤维起自网状被盖核及延髓的正中旁和外侧网状核。网状被盖纤维参与小脑网状反馈系统。网状被盖核主要接受来自同侧的额顶叶皮质和小脑齿状核的传入纤维，齿状核发出的纤维构成小脑上脚下行的交叉纤维束，而网状被盖核发出的纤维经小脑中脚投至小脑蚓部。网状被盖投射纤维形成苔藓纤维，终止于双侧的小脑皮质的颗粒细胞层。延髓外侧和正中旁区的网状核似乎是将来自脊髓和大脑皮质的外感觉性信息传递到小脑皮质。

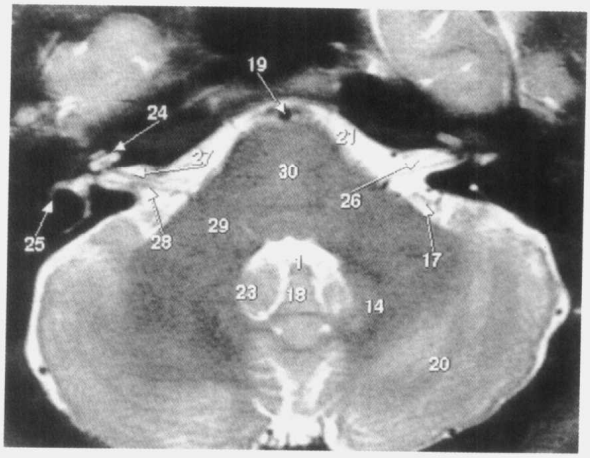
前庭小脑纤维由近绳状体传递，该纤维分为初级和次级传入纤维，初级纤维起于半规管和耳石中，次级前庭纤维主要起于前庭下核。而这两级前庭小脑纤维在整个蚓部内的分布形式是相同的。

脊髓小脑通道包括起于脊髓细胞的前、后和脊髓小脑吻束及发自下部延髓的楔小脑纤维



A

A: 于延髓水平显示舌咽神经（见解剖的相互关系图 8.17）



B

B: 于脑桥尾侧水平显示面神经和前庭耳蜗神经的出现（见解剖的相互关系图 8.16）



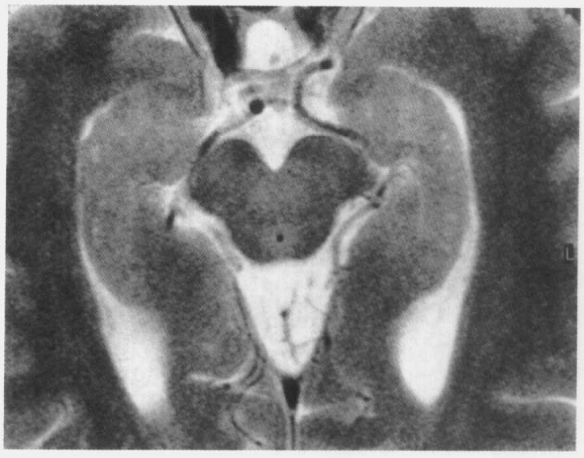
C

C: 于脑桥三叉神经根入口处水平（见解剖的相互关系图 8.15）



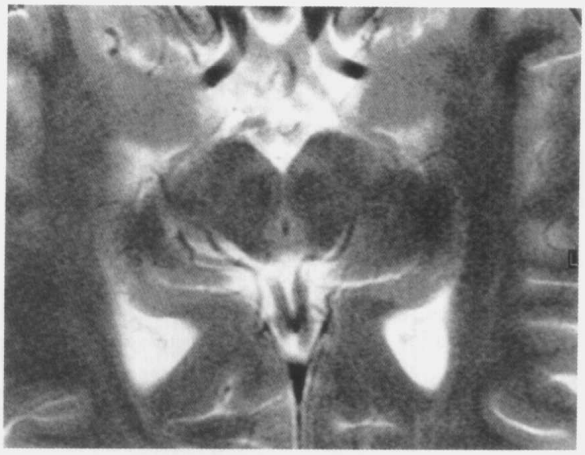
D

D: 于峡部水平，耳蜗神经出口（见解剖的相互关系图 8.14）



E

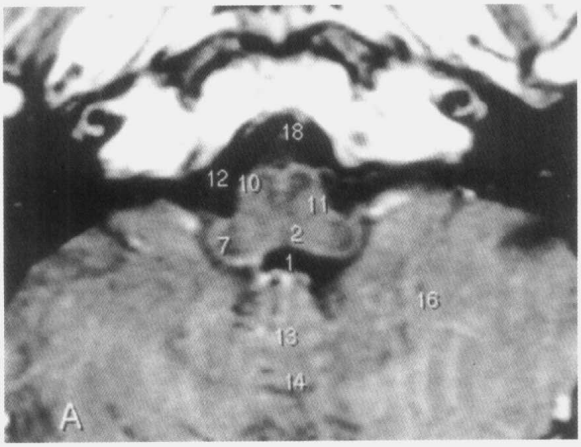
E: 于中脑尾侧下丘水平，显示来自脚间池的动眼神经的出现（见解剖的相互关系图 8.7）



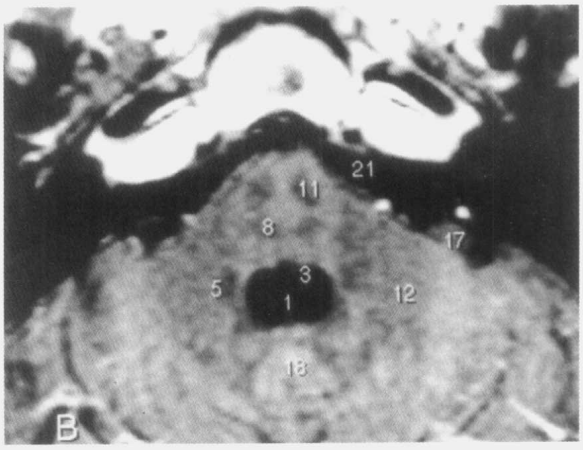
F

F: 在视交叉－后连合平面，于中脑嘴部上丘水平，显示“X”形的脑池段视神经和视束

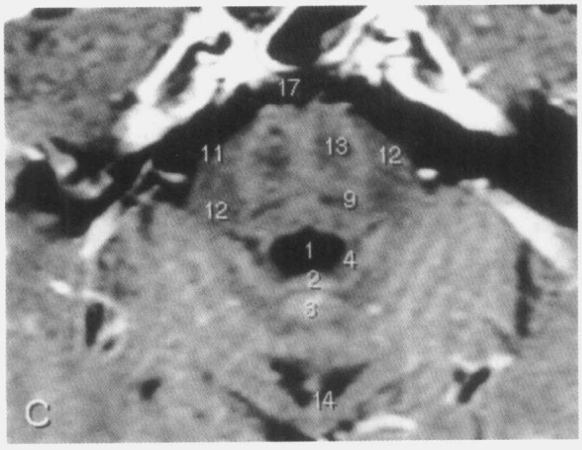
图 8.22　应用快速自旋回波 -T2 加权脉冲序列获得的经脑干的水平交叉－连合（CH-PC）磁共振切面，层厚 4mm，显示部分颅神经大体外部形态及池内段



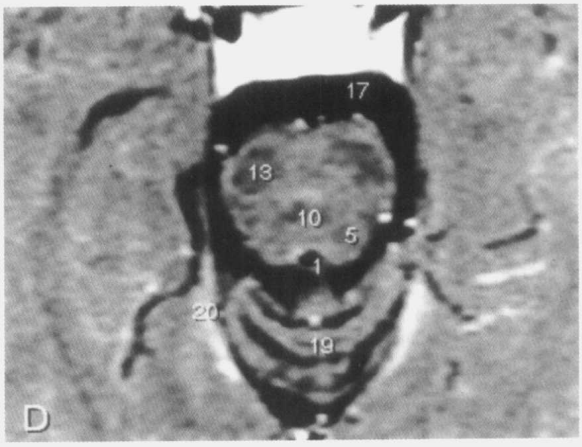
A：于延髓水平（见解剖的相互关系图 8.17）



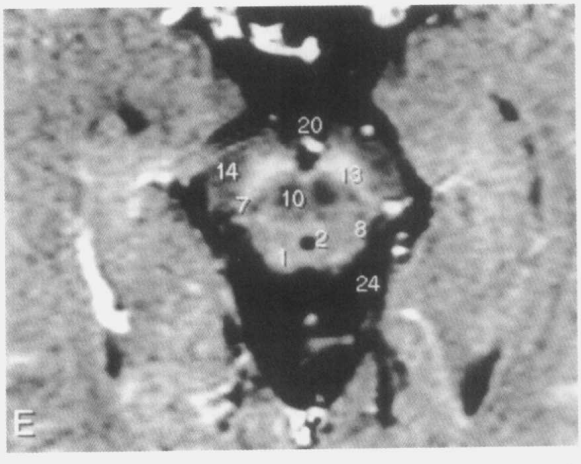
B：于脑桥尾侧和小脑中脚水平（见解剖的相互关系图 8.16）



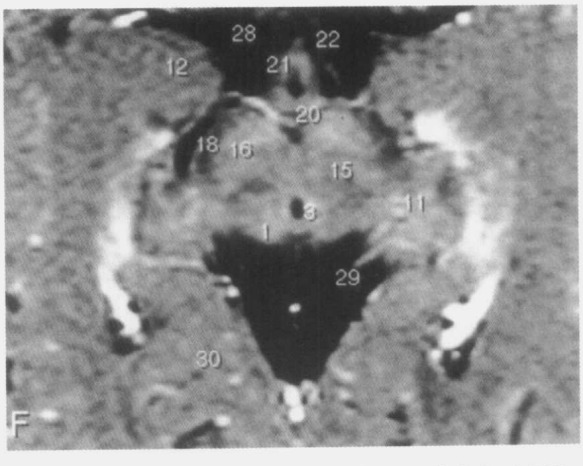
C：于脑桥三叉神经根部水平（见解剖的相互关系图8.15）



D：于峡部水平（见解剖的相互关系图 8.14）



E：于中脑尾侧及下丘水平（见解剖的相互关系图8.7）



F：于中脑－间脑连合水平，视交叉－后连合（CH-PC）平面的上丘（见解剖的相互关系图 8.5）

图8.23　注射钆（造影剂），应用自旋回波－T1加权序列及磁化转移技术，经脑干的水平交叉－连合（CH-PC）磁共振切面，层厚4mm，显示脑干的内部结构，特别是白质束

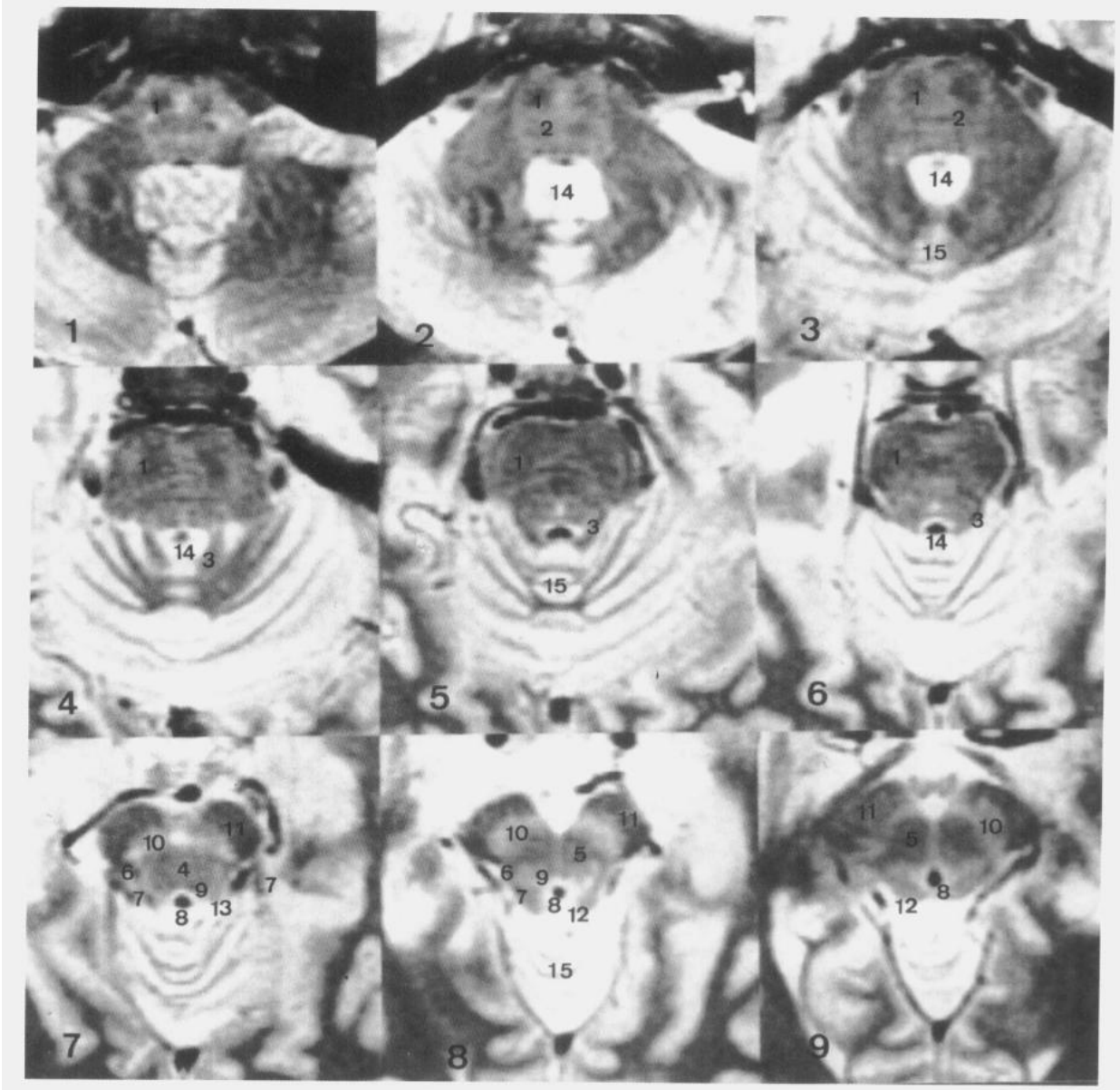


图8.24　快速自旋回波－质子加权脉冲序列，通过脑干的水平交叉－连合（CH-PC）磁共振切面，层厚3mm，显示脑干的内部结构。1，皮质脊髓束；2，内侧丘系；3，小脑上脚；4，小脑上脚交叉；5，红核；6，脊髓丘脑束；7，外侧丘系；8，中脑导水管；9，内侧丘系；10，黑质；11，大脑脚；12，上丘；13，下丘；14，第四脑室；15，小脑蚓部

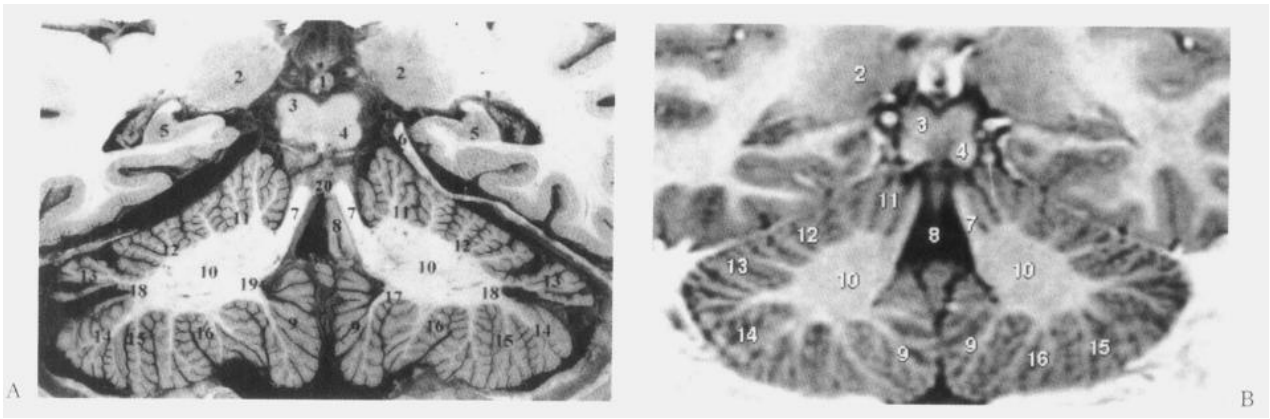


图 8.25A,B 1，松果体；2，丘脑枕；3，上丘；4，下丘；5，海马；6，小脑幕；7，小脑上脚；8，第四脑室（底部）；9，小脑扁桃体（和内侧小脑谷）；10，小脑白质；11，前方形小叶；12，后方形小叶；13，上半圆小叶；14，下半圆小叶；15，薄小叶；16，二腹小叶；17，次裂；18，Vicq d' Azyr 水平裂；19，第四脑室侧隐窝；20，上髓帆（帆系带）

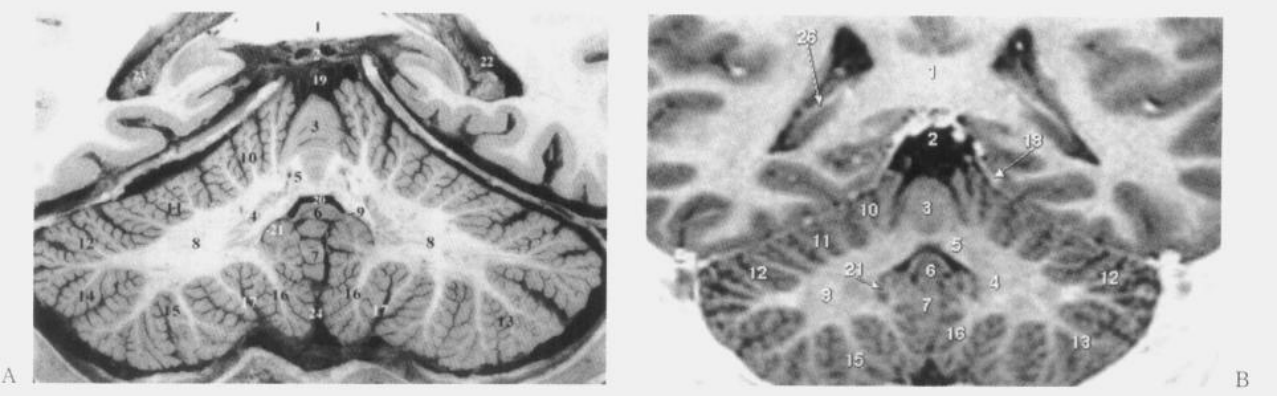


图 8.26A,B 1，胼胝体压部；2，大脑内静脉；3，山顶，蚓部；4，齿状核；5，顶核；6，小结，蚓部；7，蚓垂；8，小脑白质；9，下髓帆；10，前方形小叶；11，后方形小叶；12，上半月小叶；13，下半月小叶；14，薄小叶；15，二腹小叶；16，小脑扁桃体；17，次裂；18，小脑幕；19，环池；20，第四脑室；21，第四脑室侧隐窝；22，侧脑室三角区；23，侧脑室脉络丛；24，小脑

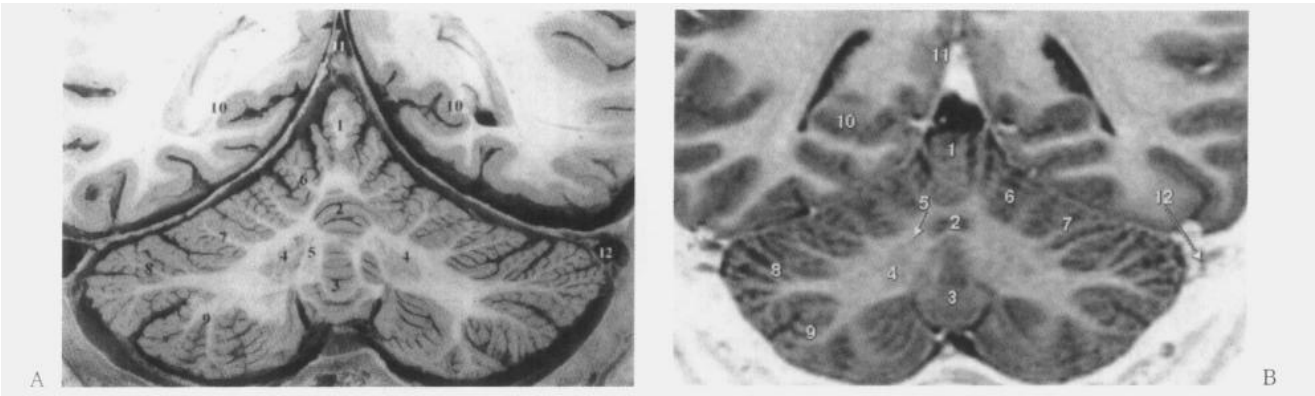


图 8.27A,B 1，山顶，蚓部；2，山坡，蚓部；3，锥体，蚓部；4，齿状核；5，球核；6，前方形小叶；7，后方形小叶；8，上半月小叶；9，下半月小叶；10，距状沟；11，直窦；12，横侧窦



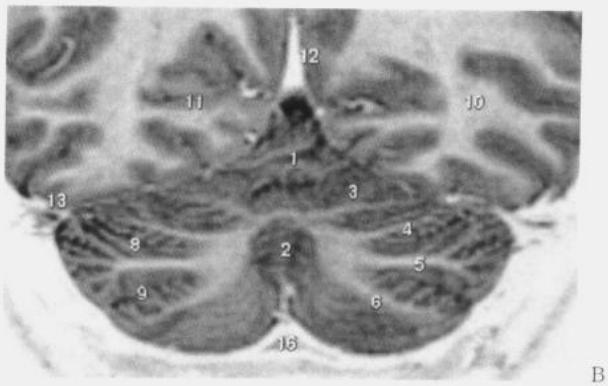
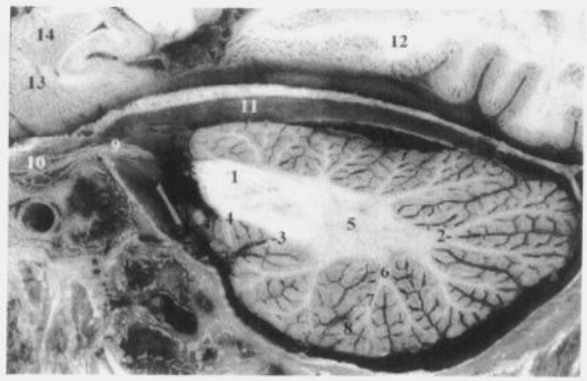


图 8.28A,B 1，山坡，蚓部；2，结节，蚓部；3，前方形小叶；4，后方形小叶；5，上半月小叶；6，下半月小叶；7，原裂；8，上后裂；9，水平裂；10，枕叶；11，距状沟；12，直窦；13，侧窦；14，小脑幕；15，侧脑室枕角；16，内枕隆突

束。这些纤维束均投射至小脑，小脑下脚传递脊髓小脑后束和楔小脑束，而小脑上脚传递脊髓小脑前束 。脊髓小脑吻束经小脑上脚和小脑下脚进入小脑。在功能上，交叉的脊髓小脑前束纤维由来自Golji腱器官的神经冲动所激发，脊髓小脑后束的纤维是未交叉的，是由起于Golji器官和肌梭的神经冲动所激发。楔小脑束是不交叉的，它相当于脊髓小脑后束的上肢区。猫的脊髓小脑吻束相当于脊髓小脑前束的上肢区。经脊髓小脑前束和后束传导的信息达不到意识水平。

小脑的传出纤维起于小脑核和绒球小结叶（前庭小脑）皮质，它们组成3个主要的传出系统 小脑上脚、顶核传出纤维及小脑前庭纤维。小脑上脚传导起于齿状核、栓状核、球核发出的初级传出纤维。全部传出纤维形成紧密的纤维束，在中脑下部完全交叉，构成结合臂交叉（图 8.7、8.8）。大部分上升的传出纤维进入并且环绕对侧的红核，其中一些在投射并终止于丘脑腹外侧核和腹后外侧核之前，终止于红核的嘴侧1/3处。从齿状核发出的纤维按躯体皮质定位方式终止于这些核中，这些核团投射到初级运动皮质的特定区内（4区）。所以齿状核能够监督大脑运动皮质的活动。小脑核也向丘脑背内侧核投射纤维，背内侧核向额前皮质投



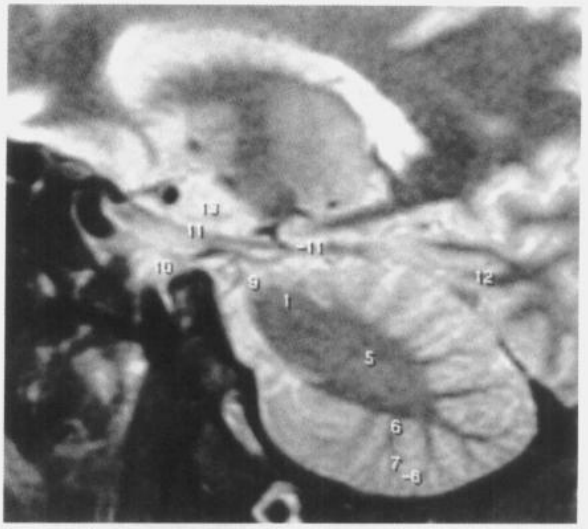


图 8.29 1，小脑中脚；2，Vicq d' Azyr水平裂；3，后外侧裂；4，绒球；5，小脑白质（小脑册）；6，小脑白质板（小叶的）；7，小脑白质层（小叶下的）；8，小脑白质层（皮质下的）；9，三叉神经根；10，Meckel 腔；11，小脑幕；12，舌回（枕叶）；13，颞叶海马钩回；14，杏仁核



A B

图 8.30A,B 1，齿状核；2，小脑上脚；3，第四脑室上髓帆；4，第四脑室下髓帆；5，小脑扁桃体；6，二腹小叶；7，薄小叶；8，下半月小叶；9，上半月小叶；10，后方形小叶；11，前方形小叶；12，中央小叶；13，次裂；14，水平裂；15，环池和小脑中脑池（下部）；16，上丘；17，下丘；18，中脑被盖；19，黑质；20，视束；21，动眼神经（III）；22，大脑脚和皮质脊髓束；23，脑桥（脑桥核）；24，内侧丘系；25，延髓；26，下橄榄核（橄榄）；27，小脑幕；28，枕叶；29，斜坡；30，枕大池；31，延髓前池；32，桥前池；33，脚间池；34，Magendie 孔；35，鞍背；36，大脑后动脉；37，小脑上动脉；38，枕大孔

射纤维。顶核传出纤维束由不交叉的传出纤维和交叉的顶核网状纤维束组成，不交叉的传出纤维传输到近绳状体内，主要投射到前庭外侧核和前庭下核；交叉的顶核网状纤维投至脑桥和延髓的网状核。绒球小结叶发出的前庭小脑纤维为同侧投射纤维，投射到前庭核。因此前庭小脑在保持平衡及控制眼球运动与头运动协调方面起着作用。

为了阐明小脑在功能上的作用，已经做了许多研究。在本章前面的各节中对小脑的主要纤维传导路线的研究所见已做了叙述。关于这方面的内容，已有很多杰出的评论值得参阅。鉴于小脑的重要连接，在向脑干和小脑内的运动中心发放信息之前，小脑在协调来自各种皮肤感受器、本体感受器、眼、耳及脑干网状结构和大脑皮质的传入信息中起重要作用。

实际上，小脑及其皮质下的联络核分为3个矢状皮质区，即蚓区、蚓旁区及外侧区。蚓区涉及顶核，负责对姿势和运动，肌张力和平衡的运动原控制；中间蚓旁区，涉及栓状核和球核，负责远侧肌肉系统的运动原控制；外侧区涉及齿状核，负责同侧运动原活动开始、计划及时间的选择和协调。显然，不同的小脑旁矢状区的联系在功能上也不同。

特别的体征和症状是否与小脑某些特定部位的功能受损相关，这一重要问题仍未很好解决，大多数小脑病灶通常不局限于分离的解剖区域内，而且特殊小脑核团受损的结果并不知道。然而临床征象的解剖定位和定侧通常与小脑解剖连接是一致的。事实上，累及同侧小脑半球的病变在临床上更多地影响上肢和下肢，而体轴的共济失调主要与蚓部的病变相关。前庭小脑涉及动眼和前庭症状。

Gordon Holmes的经典论文论述了小脑疾病的特征性症状。近期，Gilman的文章也对这一课题进行了详尽的评论。总之，小脑功能障碍的主要影响包括：（1）运动协调丧失，又称小脑共济失调，表现为姿势、步态不稳、辨距障碍或轮替动作障碍、运动分解、意图性颤动、小脑构音障碍伴断续言语、言语含混不清和眼

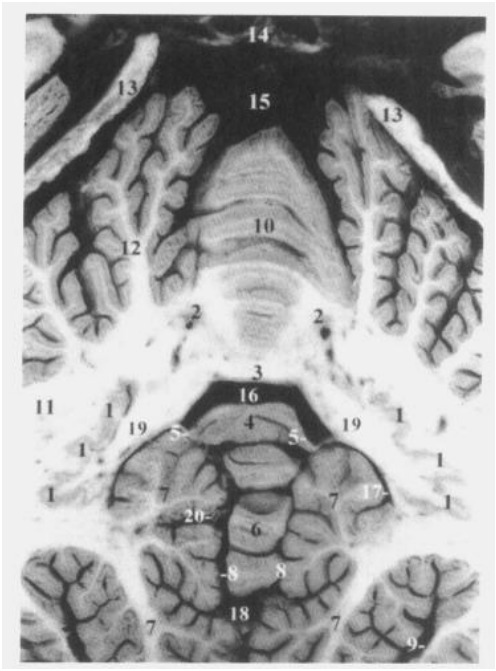


图8.31　1、齿状核；2、顶核；3、上髓帆；4、蚓小结；5、下髓帆(位于小结的两侧)；6、下蚓垂；7、小脑半球扁桃体；8、后外侧裂(位于蚓垂小结复合体和小脑半球之间)；9、次裂(位于小脑半球扁桃体和二腹小叶之间)；10、上蚓山顶；11、小脑半球白质；12、前方形小叶；13、小脑幕；14、大脑内静脉；15、环池正中部；16、第四脑室；17、第四脑室侧隐窝；18、小脑谷；19、小脑上脚(齿状核核门水平)，20、小脑后下动脉

球震颤；(2) 肌肉张力的改变，通常表现为肌张力减退；(3) 无力和肌肉的易疲劳性；(4) 对运动技能学习及运动适应的影响；(5) 额前区的监督及小脑在高级认知功能的涉及，此点仍有争议。

3　小脑血供

小脑的血供来自于3对动脉，它们在前方从脑干向小脑后部走行。

1. 小脑上动脉，正好在基底动脉分出大脑后动脉之前发出，它在环池侧翼环绕大脑脚的外侧部走行。小脑上动脉的起点位于动眼神经紧下方。其末端在后方于下丘水平分成2条分支。它使小脑半球上部及深部小脑核形成血管。

2. 小脑前下动脉（AICA），起于基底动脉，向外走行在小脑脑桥池内，通常发出迷路支，终止于绒球。在经小脑脑桥池的通路上，此动脉沿耳蜗前庭神经、面神经根走行，常在高分辨率的T2加权MR轴切面像上显示。

3. 小脑后下动脉（PICA），发自椎动脉与基底动脉结合部前约2cm处，环绕延髓外侧部，达延髓的后方，于该处供应脉络丛。随后呈袢状、即扁桃体后段，环绕小脑扁桃体，终于小脑下部，并为其供血。

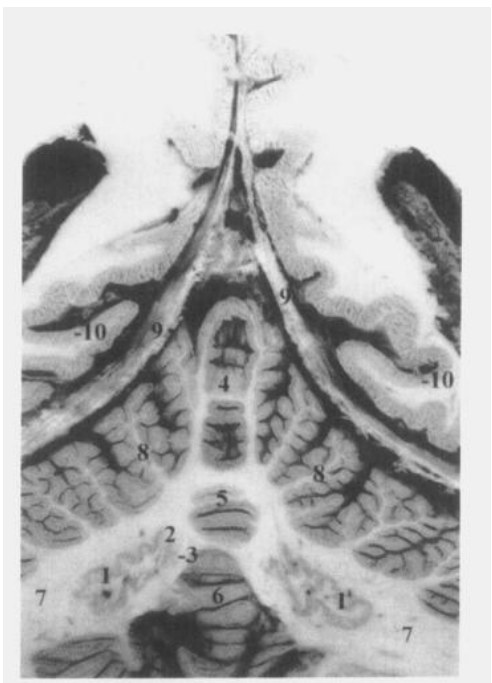


图8.32　1、齿状核；2、栓状核；3、球状核；4、蚓山顶；5、蚓山坡；6、蚓锥体；7、小脑白质；8、前方形小叶；9、小脑幕；10、距状沟

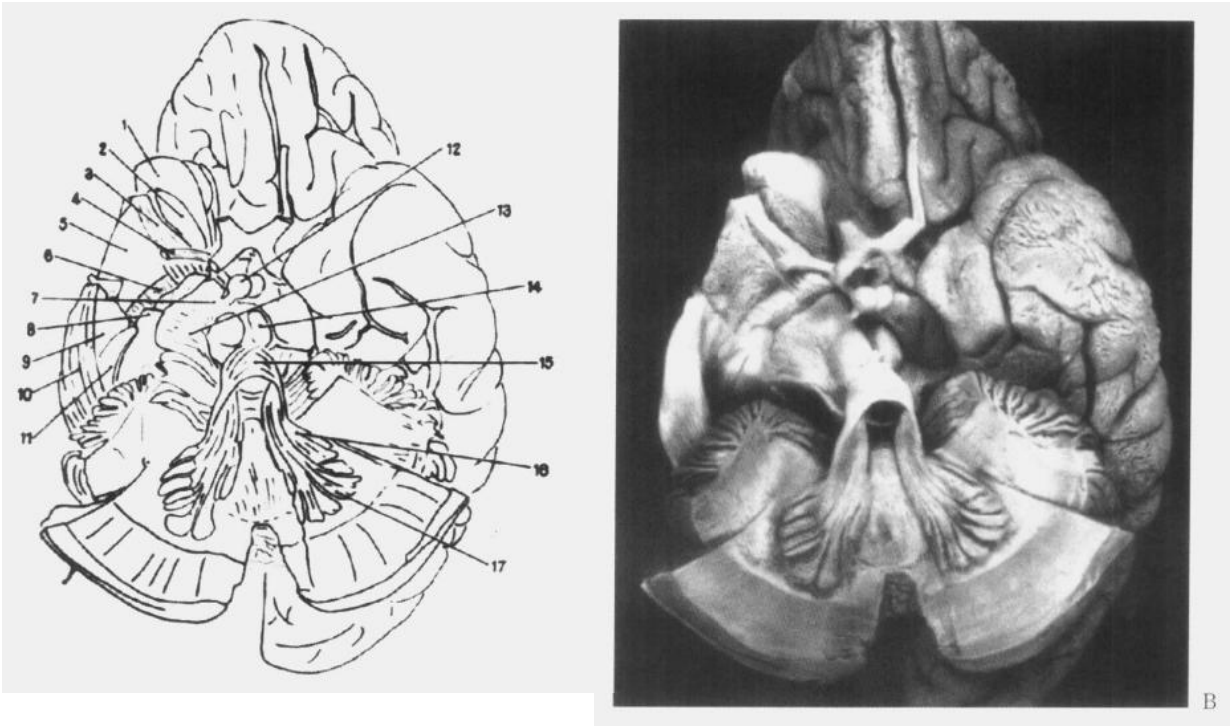


图 8.33 展示小脑齿状核的切面（17）、和小脑上脚（16）及其交叉（15）的平面

参考文献

Adams RD, Victor M, Ropper AH (1997) Principles of neurology. McGraw-Hill, New York

Angevine JB Jr, Mancall EL, Yakovlev PI (1961) The human cerebellum. An atlas of gross topography in serial sections. Little, Brown, Boston

Afshar F, Watkins ES, Yap JC (1978) Stereotaxic atlas of the human brainstem and cerebellar nuclei. A variability study. Raven, New York

Aitkin LM, Webster WR, Veale JL, Crosby DC (1975) Inferior colliculus. I. Comparison of response properties of neurons in central, pericentral and external nuclei of adult cat. J Neurophysiol 38:1196–1207

Aitkin I. M (1989) The auditory system. In: Björklund A, Hökfelt T, Swanson LW (eds) Handbook of chemical neuroanatomy, vol 7: Integrated systems of the CNS, part II. Elsevier, Amsterdam, pp 165–218

Braitenberg V, Atwood RP (1958) Morphological observations on the cerebellar cortex. J Comp Neurol 109:1–27

Bobillier R, Seguin S, Petitjean F, Salvert D, Touret M, Jouvet M (1976) The raphe nuclei of the cat brain stem:a topographical atlas of their efferent projections as revealed by autoradiography. Brain Res 113:449–486

Brodal A (1957) The reticular formation of the brain stem. Anatomical aspects and functional correlations. The Henderson Trust Lectures, vol XVIII. Olivier and Boyd, Edinburgh, VII

Brodal A (1976) The olivocerebellar projection in the cat as studied with the method of retrograde axonal transport of horseradish peroxidase. II. The projection of the uvula. J Comp Neurol 166:417–426

Brodal A (1981) Neurological anatomy in relation to clinical medicine, 3rd edn. Oxford University Press, New York

Braitenberg V, Atwood RP (1958) Morphological observations on the cerebellar cortex. J Comp Neurol 109:1–27

<reference>Brown JR (1949) Localising cerebellar syndromes. J Am Med Assoc 141:518–21

Courville J, Cooper CW (1970) The cerebellar nuclei of *Macaca mulatta*, a morphological study. J Comp Neurol 140:241–254

Courville J, Faraco-Cantin F (1978) On the origin of the climbing fibers of the cerebellum: an experimental study in the cat with an autoradiographic tracing method. Neuroscience 3:797–809

De Coene B, Hajnal J V, Pennock J M, Bydder G M (1993) MRI of the brain stem using fluid attenuated inversion recovery pulse sequences. Neuroradiology 35:327–331

Déjerine J (1901, 1986) Anatomie des centres nerveux, vol 2. Rueff, Paris

Dow RS, Moruzzi G (1958) The physiology and pathology of the cerebellum. University of Minnesota Press, Minneapolis

Duvernoy HM (1978) Human brainstem vessels. Springer, Berlin Heidelberg New York

Duvernoy HM (1991) The human brain stem and cerebellum. Springer, Vienna New York
Eager RP (1963) Efferent cortico-nuclear pathways in the cerebellum of the cat. J Comp Neurol 120:81–83
Eccles JC, Ito M, Szentagothai J (1967) The cerebellum as a neuronal machine. Springer, New York Berlin Heidelberg
Flechsig P (1905) Einige Bemerkungen über die Untersuchungsmethoden der Grosshirnrinde, insbesondere des Menschen. Arch Anat Entwickl Gesch:337–444
Ghez C (1991) The cerebellum. In: Kandel ER, Scwartz JH, Jessel TM (eds) Principles of neural science, 3rd edn. Elsevier, New York, pp 626–646
Gilbert GJ (1960) The subcommissural organ. Neurology 10:138–142
Gilman S, Bloedel JR, Lechtenberg (1981) Disorders of the cerebellum. Contemp Neurol Ser, vol 210. Davis, Philadelphia
Gilman S (1985) The cerebellum: its role in posture and movement. In: Swasch M, Kennard C (eds) Scientific basis of clinical neurology. Churchill Livingstone, New York
Gordon B (1972) The superior colliculus of the brain. Sci Am 227:72–82
Henry JM (1982) Anatomy of the brainstem. In: Schaltenbrand G, Walker AE (eds) Stereotaxy of the human brain – anatomical, physiological, and clinical applications, 2nd edn. Thieme, Stuttgart, pp 37–59
Hikosaka O, Wurtz RH (1983a) Visual and oculomotor functions of monkey substantia nigra pars reticulata. I. Relation of visual and auditory responses to saccades. J Neurophysiol 49:1230–1252
Hikosaka O, Wurtz RH (1983b) Visual and oculomotor functions of monkey substantia nigra pars reticulata. II. Visual responses related to fixation of gaze. J Neurophysiol 49:1254–1267
Hikosaka O, Wurtz RH (1983c) Visual and oculomotor functions of monkey substantia nigra pars reticulata. III. Memory-contingent visual and saccade responses. J Neurophysiol 49:1268–1284
Hikosaka O, Wurtz RH (1983d) Visual and oculomotor functions of monkey substantia nigra pars reticulata. IV. Relation of substantia nigra to superior colliculus. J Neurophysiol 49:1285–1301
Holmes G (1922) The Croonian lectures of the clinical symptoms of cerebellar disease and their interpretation. Lancet i:1177–1182
Holmes G (1939) The cerebellum of man. Brain 62:1–30
Ito M (1989) Long-term depression. Annu Rev Neurosci 12:85–102
Jansen J, Brodal A (1940) Experimental studies on the intrinsic fibers of the cerebellum. II. The corticonuclear projection. J Comp Neurol 73: 267–321
Jansen J, Brodal A (eds) (1954) Aspect of cerebellar anatomy. Tanum, Oslo
Joseph JP (1980) Communications: Le rôle fonctionnel du cortex auditif: comparaison homme-animal. Rev Laryngol 101:327–334
Keene MFL, Hewer EE (1935) The subcommissural organ and the mesocoelic recess in human brain, with a note on Reissner's fibre. J Anat 69:501–7
Korneliussen HK (1972) The comparative anatomy and histology of the cerebellum: the human cerebellum, cerebellar connections and cerebellar cortex. University of Minnesota Press, Minneapolis, pp 164–174
Kunzle H, Akert K (1977) Efferent connections of cortical area 8 (frontal eye field) in *Macaca fascicularis:* a reinvestigation using the autoradiographic technique. J.Comp Neurol 173:147–164
Kunzle H, Akert K, Wurtz RH (1976) Projections of area 8 (frontal eye field) to superior colliculus in monkey: an autoradiographic study . Brain Res 117:487–492
Kuypers HGJM (1958) Corticobulbar connections to the pons and lower brainstem in man. Brain 81:364–388
Kuypers HGJM (1981) Anatomy of the descending pathways. In: Brooks VB (ed): Handbook of physiology, sect 1 The nervous system, vol 2: Motor control, part 2 (American Physiological Society Series) Williams and Wilkins, Baltimore, pp 597–666
Lalonde R, Boetz MI (1990) The cerebellum and learning process in animals. Brain Res Rev 15:325–332
Larsell O (1951) Anatomy of the nervous system, 2d edn. Appleton-Century-Crofts, New York
Larsell O, Jansen J (1972) (eds) The comparative anatomy and histology of the cerebellum: the human cerebellum, cerebellar connections and cerebellar cortex. University of Minnesota Press, Minneapolis
Lassek AM (1954) The pyramidal tract. Thomas, Springfield, Ill
Leblanc A (1995) The cranial nerves. Anatomy, imaging, vascularisation. Springer, Berlin Heidelberg New York
Leiner HC, Leiner AL, Dow RS (1989) Reappraising the cerebellum: What does the hindbrain contribute to the forebrain? Behav Neurosci 103:998–1008
Ludwig E, Klingler J (1956) Atlas cerebri humani. Karger, Basel
Magoun HW, Ranson SW (1935a) The central path of the light reflex: a study of the effect of lesions. Arch Ophthalmol 13:791–811
Magoun HW, Ranson SW (1935b) The afferent path of the light reflex: a review of literature. Arch Ophthalmol 13: 862–874
Magoun HW, Ranson SW, Mayer LL (1935c) The pupillary light reflex after lesions of the posterior commissure in the cat. Am J Ophthalmol 18:624–630
Martin GF, Holstege G, Mehler WR (1990) Reticular formation of the pons and medulla. In: Paxinos G (ed) The human nervous system. Academic Press, New York
Marr D (1969) A theory of cerebellar cortex. J Physiol (Lond) 202:437–470
McCormick DA, Thompson RF (1984) Cerebellum: Essential involvment in the classicaly conditioned eyelid response. Science 223:296–299
Mihailoff GA (1993) Cerebellar nuclear projections from the basilar pontine nuclei and nucleus reticularis tegmenti pontis as demonstrated with PHA-L tracing in the rat. J Comp Neurol 330:130–146
Moore JK (1987) The human auditory brain stem: a comparison view. Hearing Res 29:1–32
Nauta WJH, Kuypers HGJM (1958) Some ascending pathways in the brain stem reticular formation. In: Jasper HH et al. (eds) Reticular formation of the brain. Little Brown, Toronto, vol 99, pp 3–31
Nieuwenhuys R (1985) Chemoarchitecture of the brain. Springer, Berlin Heidelberg New York
Nieuwenhuys R, Voogd J, Van Huijzen Chr (1988) The human central nervous system. A synopsis and atlas, 3rd edn. Springer, Berlin Heidelberg New York
Olszeweski J, Baxter C (1954) Cytoarchitecture of the human

brain stem. Lippincott, Philadelphia
Parent A (1986) . Comparative neurobiology of the basal ganglia. Wiley, New York
Parent A (1996) Carpenter's human neuroanatomy, 9th edn. Williams and Wilkins, Baltimore
Paturet G (1964) Traité d'anatomie humaine, vol 4: Système nerveux. Masson, Paris
Phillips DP (1988) Introduction to anatomy and physiology of the central auditory nervous system. In: Jahn AF, Santos-Sacchi J (eds) Physiology of the ear. Raven Press, New York, pp 407–427
Ramon-Moliner E, Nauta WJH (1966) The isodendritic core of the brain stem. J Comp Neurol 126:311–335
Riley HA (1943) An atlas of the basal ganglia, brain stem and spinal cord. Williams and Wilkins, Baltimore
Schlesinger B (1976) The upper brainstem in the human. Its nuclear configuration and vascular supply. Springer, Berlin Heidelberg New York
Schmahmann JD (1991) An emerging concept. The cerebellar contribution to higher function. Arch Neurol 48:1178–1187
Seeger W (1978) Atlas of topographical anatomy of the brain and surrounding structures. Springer, Vienna New York
Sherrington CS (1906) The integrative action of the nervous system. Scribner, New York (reprinted by Yale University Press in 1947)
Sprague JM (1972) The superior colliculus and pretectum in visual behaviour. Invest Ophthalmol 11:473–482
Sprague JM, Meikle T Jr (1965) The role of the superior colliculus in visually guided behaviour. Exp Neurol 11:115–146
Sterling P, Wickelgren BG (1969) Visual receptive fields in the superior colliculus of the cat. J Neurophysiol 32:1–15
Tamraz J (1983) Atlas d'anatomie céphalique dans le plan neuro-oculaire (PNO) MD Thesis. Schering, Paris
Tamraz J, Iba-Zizen MT, Cabanis EA (1984) Atlas d'anatomie céphalique dans le plan neuro-oculaire (PNO) . J Fr Ophtalmol 7:371–379
Tamraz J, Iba-Zizen MT, Atiyeh M, Cabanis EA (1985) Atlas d'anatomie céphalique dans le plan neuro-oculaire (PNO) Bull Soc Fr Ophtalmol, 8–9, 85: 853–857
Tamraz J, Saban R, Reperant J, Cabanis EA (1990) Définition d'un plan de référence céphalique en imagerie par résonance magnétique: le plan chiasmato-commissural. CR Acad Sciences, Paris, 311, III:115–121
Tamraz J, Saban R, Reperant J, Cabanis EA (1991) A new cephalic reference plane for use with magnetic resonance imaging: the chiasmato-commissural plane. Surg Radiol Anat 13:197–201
Testut L, Latarjet A (1948) Traité d'anatomie humaine, vol 2: Angiologie, système nerveux central, 9th edn. Doin, Paris
Tomasch J (1969) The numerical capacity of the human cortico-ponto-cerebellar system. Brain Res 13:476–484
Thach WT, Goodkin HP, Keating JG (1992) The cerebellum and the adaptive coordination of movement. Annu Rev Neurosci 15:403–442
Von Monakov C (1905) Gehirnpathologie, 2d edn. Holde, Vienna
Voogd J (1964) The morphology of the cerebellum the last 25 years. Eur J Morphol 3:81–96
Voogd J, Feirabend HKP, Schoen JHR (1990) The cerebellum and precerebellar nuclei. In: Paxinos G (ed) The human nervous system. Academic Press, New York, pp 321–386
Wallesch CW, Horn A (1990) A long-term effect of cerebellar pathology on cognitive functions. Brain Cogn 14:19–25
Wickelgren BG, Sterling P (1969) Influence of visual cortex on receptive fields in the superior colliculus of the cat. J Neurophysiol 32:16–32
Williams PL, Warwick R, Dyson M, Bannister LH (1989) Gray's anatomy, 37th edition. Churchill Livingstone, London
Wyke BD (1947) Clinical physiology of the cerebellum, Med J Aust 2:533–40
Yamamoto T, Yoshida K, Yoshikawa H, Kishimoto Y, Oka H (1992) The medial dorsal nucleus is one of the thalamic relays of the cerebellocerebral responses to the frontal association cortex in the monkey: horseradish peroxidase and fluorescent dye double staining study. Brain Res 579:315–320

第9章 视觉通路和纹状皮质

I 序言

视觉通路自前向后延伸依次为视神经、视交叉、视束和视辐射，终止于枕叶内侧面的纹状体或视觉皮质。沿着这条眶颅路径，视觉通路从眼球至距状裂大致维持着横轴位和水平方向。

在简单介绍视觉通路解剖的历史后，我们将在本章中逐步探讨这些长的感觉束，重点在最能描绘解剖细节和疾病进程的MR影像上。其目的主要是明确视觉系统和动眼系统对损伤及小的团块病变的高敏感性的原因。

本章中显示了使用常规薄层(2、3或5mm)高场强（Signa 1.5T或Gyroscan 1.0T）磁共振影像的解剖相关性。主要使用T1加权翻转恢复序列（IR）和三维梯度回波序列（SPGR）等脉冲序列获得的影像研究前部的视觉通路，而使用长TR时间的FSE-T2加权序列或STIR序列则可更明确地显示视辐射。其目的是为了获得视觉通路和邻近其他结构之间的最大对比，提出了适用于与临床相关的特定区域内病变的诊断方法。

II 视觉通路的解剖简史

公元二世纪，Galen（131-201，古希腊名医，译者注）进行了动物神经系统的实验，这标志着他成为第一位生理学家，他形容视神经是一个把感觉从眼睛传递到大脑的充气的管道。这些管道将每只眼与其相应的脑室相连且无左右两侧相交叉的可能。可是，Galen认为这两条管道在中线部汇合，此后在即将分开之前呈"X"形。他相信这种在视交叉水平的互换可以使灵魂进入对侧的眼球，如果一侧眼球损坏时另一侧眼球灵魂进入的强度就会倍增。另外，Galen曾以基于定位于瞳孔的聚集圆锥(converging cones)的几何学原理对双眼视野的解释，来证实视神经和视交叉的排列是正确的。

在公元八世纪，在Calif Al Ma'mum指导下巴格达的医学水平达到了顶峰，Calif Al Ma'mum发起了对重要古代科学和哲学遗产的翻译工作。他邀请来自Hiza基督教部落精通阿拉伯语、波斯语、希腊语、叙利亚语的医师Abu Zayd Hunayn Ibn Ishaq Al'Ibadi掌管这项任务。Hunayn翻译了Galen的著作，并对眼的解剖学描述特别感兴趣，他描绘了第一幅眼部解剖图。他是第一部阿拉伯眼科学教科书的作者，这是拥有10卷的一套书。这些文献由于是多种中世纪拉丁文的译本才得以保存下来。

第一张显示视神经相互交叉的视交叉图像是在1226年，见于一本由Alep的叙利亚人Khalifah Ibn Abi Al-Mahasin Al-Halabi所著的阿拉伯眼科学中。其中的图像（复制在图9.1）显示了脑和脑室。Abou el Ala Hossein Ibn Sina在其公元1000年前后所著的3卷教科书中表示脑和脑室五种感觉的位置。这些图也显示了中空的神经，其中有视灵魂自脑发

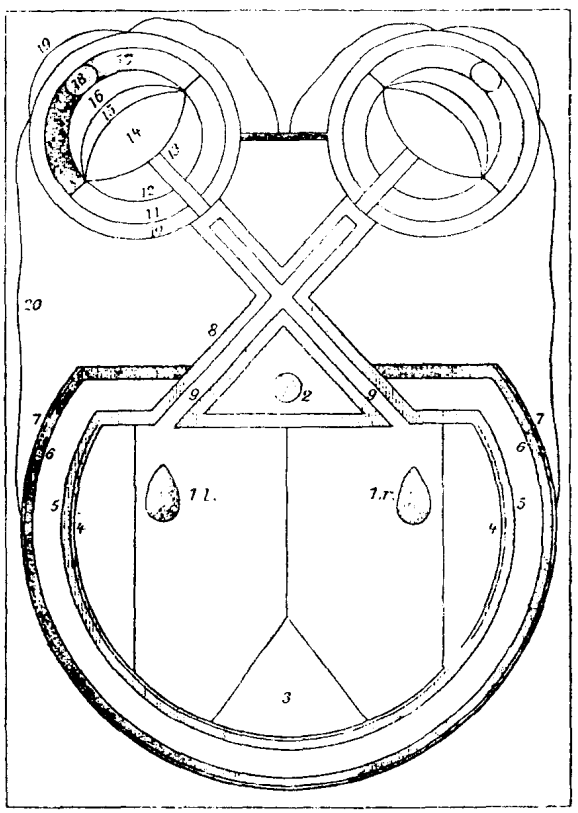


图9.1 第一幅视交叉画图，显示视神经纤维完全交叉，Khalifah（1266）之作。第一幅写实的眼及前部视觉通路图像，阿拉伯文注释，包括视交叉，可能为Ibn Al. Haysem（965–1039）之作

出，以及视神经和其两层鞘穿入眼球。书中还详述了眼球的结构。

阿拉伯人在视觉系统解剖领域中的贡献通常被过于低估。因而应该强调在阿拉伯眼科学著作的原稿中有最古老的眼、视交叉和脑的图像。当然，他们是继承了Galen的工作，但是他们也修正了Galen的一些错误。

此外，第一次动物眼部比较解剖学的尝试也是在Al-Shadhili编著的眼科学中发现的。但是，阿拉伯解剖学中仍然存在着传统的错误，如奇特的眼球后方深在的腔室，位于眼球中心的晶状体和视神经内的小管道等。

在文艺复兴时期，随着活字印刷的发明，大大地促进了知识的传播。在1543年，比利时人Vesali在他的第一部近代解剖学课本中指出了Galen的错误并第一次展示了脑和视交叉下面的精确复制图（图9.2）。他也认为视神经内存在空腔，但在视交叉中可能不存在。但是，他坚持认为没有真正的视神经交叉，只是在视交叉水平的简单的并列。在此半个世纪之前，Da Vinci追随阿拉伯人详尽阐述了视神经完全交叉的观念，在他的解剖学绘画中第一次描述了真正的视神经交叉。遗憾的是，这些图画一直被秘密保存直到19世纪末才被世人发现。

1573年，在意大利，Varoli出版了第一部视神经方面的专著并证明视神经起源于三脑室侧面的丘脑（图9.3）。这已经在1551年被Eustache报道，但没有被世人发现。因为非常贫困，Eustache未能出版他的解剖图谱。于1617年Lancisi医师编辑了他的图集，经过长时间搜寻，Lancisi在Eustache逝世50年后才发现这一作品。

直到17世纪中叶，Galen的理论还一直被广泛接受。法国人Descartes仍然相信机械论的视觉图画，即视神经在视交叉水平并不交叉。认为每支神经起于侧脑室的确切区域，在终止

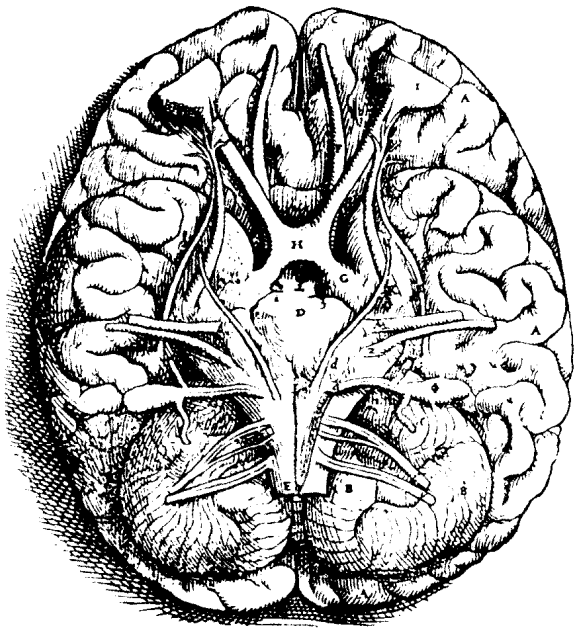


图9.2 Vesali（1543）第一次展示的脑和视交叉下面的精确复制品

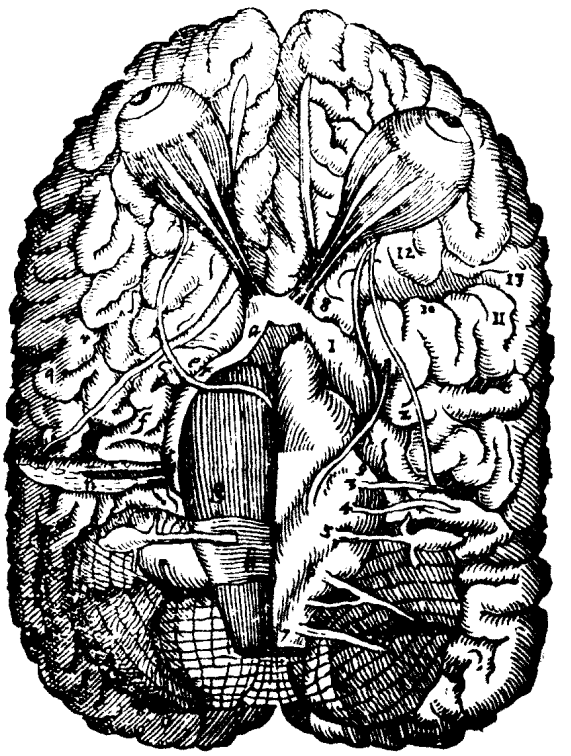


图9.3 Varoli（1573）展示的视神经和视交叉以及视辐射解剖

于视网膜前以准确的规定方式沿平行的视交叉路线行进。因而认为分别来自双眼的影像先被传入松果体，然后记忆在脑内（图9.4）。这些推测可看做是理解视网膜投射分区的开端。

1644年，英国人Willis出版了第一部脑部解剖教科书。他证实视神经是由神经纤维束组成，而不是中空的小管，视神经起源于丘脑。Willis也发现了连接内部结构至皮质的通道，并认定了负责随意运动高级中枢的存在。并把上丘和下丘描述为腺体。Collins在1685年展示了视束及其与丘脑连接很好的解剖图像，他也对侧脑室的颞角进行了解剖（图9.5）。

一个世纪之后在法国，Vicq d' Azyr于1786年证实了枕叶内皮质结构的多样性。他定义了Willis和Vieussens所观察的这些结构的连接通道，并在他的有关脑的著作中，展示了通过视觉通路的大脑半球切面。该层面（图9.6）和当今磁共振图像相似，显示了视神经的连接、视觉束、视顶盖部后结节膨大和大脑“脚”的植入。

此后，视觉通路的解剖学知识飞快发展且持续到19世纪。Burdach在1819年，之后Gratiolet在1854年，描述了视束纤维作为投射到距状沟邻近的终末纤维的连续性。1869年，Meynert证实了外侧膝状体在视觉上的作用，及其经视辐射与颞叶和枕叶的连接。最后，Flechsig最先详细阐述了婴儿髓鞘形成的时间过程，证明仅仅在出生前，视神经和膝状距状束的髓鞘形成才开始。

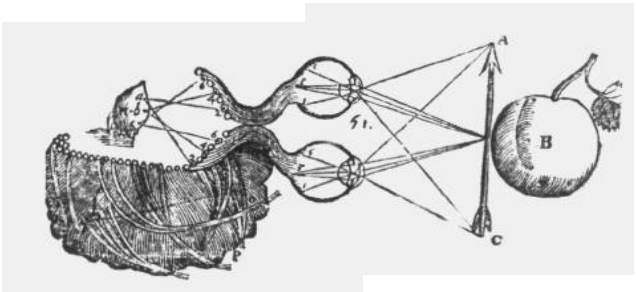


图9.4 Descartes（1664）绘制的第一幅关于视网膜影像在大脑投射的示意图

Tab. XLVIII.

Repreſents an Humane Brain, with its Baſis upward, and diveſted of it's Dura *and* Pia Mater; *the better to ſhew the true Origination of the Nerves, and the running of the Fibres, laid open by Learned* Dr. Edward Tyſon, *in the* Theater *of the Colledge of Phyſicians in* London.

A A A A. THE four Lobes of the Brain, wherein the diviſion of the Anterior from the Poſterior, as alſo the *Anfractus* in each, are more plainly repreſented.

B B The *Cerebellum*, and here the Circles which compoſe it, are plainer and truer than in any Figure yet.

C C. The edges of the Medullary part of the Brain, which lines the inſides of the Ventricles which were here opened, only by ſeparating the Membranes, and Blood-veſſels, and gently dilating it with my Fingers, only at (*c c c c*.) a ſmall Inciſion was made with the knife.

D D. The Ventricles of the Brain.

e e e e. Four large Blood-veſſels on the inſide of the Ventricles.

F F. The *Tunica*, or *Plexus Coroides* in its natural ſituation, but a little expanded.

g g g. The Carotide Arteries.

h. The *Infundibulum*.

i i. Two round protuberant Bodies which Dr. *Willis* calls Glands, but are of the ſame ſubſtance with the Medullary part of the Brain.

K K. The *Crura Medullæ oblongatæ*, compoſed of ſeveral *Faſciculi* of nervous Fibres, which continued, makes the *Striæ* in the *Corpora Striata*, between theſe *Faſciculi*, run ſeveral Blood-veſſels, which pierce them quite through.

L L. The *Caudex Medullæ oblongatæ*, whereby the *Cerebellum* is joyned to the *Cerebrum*, and is covered with ſeveral *Faſciculi* of Fibres, which make the *Protuberantia annularis* of Dr. *Willis*.

M. The *Medulla oblongata*, *ſeu Medullæ Spinalis principium*. This, as likewiſe the former body (*L L*) by Dr *Willis*, are both called *Medulla oblongata*; but I think there is great reaſon to diſtinguiſh them, ſince Nature has ſo remarkably done it to our hands; for the Surface of one is ſtriated, the other plain; the former is common to the *Cerebrum* and *Cerebellum*; the latter is conjoyned to neither of them, but immediately to the *Caudex*.

N N. The Olfactory, or firſt pair of Nerves, where it is obſervable

o o o o. Its double Origination, not before remarked.

P P. The Optic, or Second pair of Nerves.

Q Q. Of the *Thalami nervorum Opticorum*.

r r. The Motory, or Third pair of Nerves.

s s. The Pathetic, or Fourth pair of Nerves.

t t. The Fifth pair of Nerves.

u u. The Sixth pair of Nerves.

w w. The Auditory, or Seventh pair of Nerves, which are double.

x x. The *Par vagum*, or Eighth pair of Nerves.

y y. The acceſſary Nerves, that runs to the *Par vagum*, or Eighth pair.

z z. The Ninth pair of Nerves.

a a. The Tenth pair of Nerves.

Tab. XLIX.

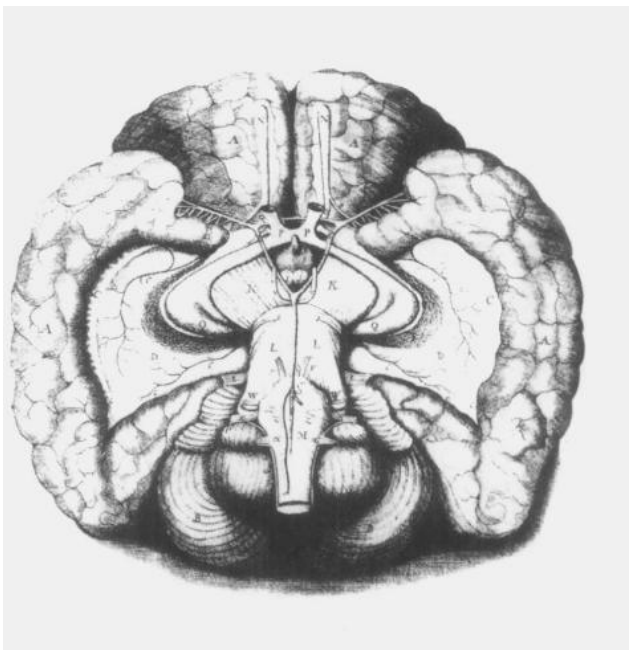


图9.5 Collins（1685）展示的显示视束及其与丘脑连接的杰出图像，以及侧脑室的颞角解剖

III 个体发生、种系发生及畸胎学基础

A 视觉系统的个体发生

视觉通路由神经管喙部发育而来，在高等哺乳动物中，神经管形成前脑及后部视觉通路，而中脑与低等脊椎动物的视感觉和高等脊椎动物包括人类的视运动系统相关。

在神经管前端完全闭合前，球状视囊在两端发育，通过视茎与前脑相连。这种发育模式在3周的4mm大小的人类胚胎中可见。视茎包括一个圆腔，它与两个腔相连续即远端的视囊和近端的前脑。视囊的下部及视茎同时套入形成胎裂或脉络膜裂，使血管性中胚层得以深入。脉络膜裂逐渐变窄直到闭合，其上为舌骨动脉留一开口，上述发展在6周内完成。在此

期间眼球的基本结构已经形成。

不久，在胚胎17mm阶断，来自视网膜神经节细胞的神经纤维开始发育并到达视茎。穿过视茎，神经纤维向近侧的大脑行进，形成未来的视神经。在胚胎25mm阶段，侵入视茎，到7周时，视神经已经形成。视囊、视茎与前脑不再相通。

到第5个月时，可看到硬脑膜，1～2个月后，蛛网膜鞘形成。在此阶段，视神经的长径和直径都增长，达到7～8mm。出生时，视神经约长24mm，视神经长度逐渐随眼眶的发育而增加，直到青春期，此时平均长40mm，直径3～4mm。

在发育的第4周和第6周之间，视神经纤维相互混杂，第7周时形成视交叉。视交叉位于端脑、间脑结合处的三脑室底部。值得注意的是未交叉的纤维要到11周时才出现，与成人相似的部分交叉出现在13周。大约2周后，胚胎100mm阶断视交叉完成定形。

视纤维髓鞘形成依赖于少突神经胶质细胞，到第5个月时髓鞘形成明显，其发育与神经纤维的生长方向相反，始于外侧膝状体。第6个月时，视束和视交叉髓鞘形成，第8个月时，视神经开始髓鞘形成，并向远侧进展，于出生时或于几周后达到筛板高度。在这个时期，后视觉通路开始髓鞘形成，从枕极呈离心性行进，直到生后的5个月停止。

B 前视觉通路的种系发生

对脊椎动物的观察显示人类的脑与其他动物的相似，尤其是灵长类，其相似之处多于相差。脊椎动物中枢神经系统相异的特征是由于构成中枢神经系统的各个部分的进化不相一致。从而，能够进行对不同物种比较解剖结构的研究。视觉系统的进化最有力地阐明了这个事实。关于脊椎动物的眼和视觉通路进化的主要观察在下面讨论。

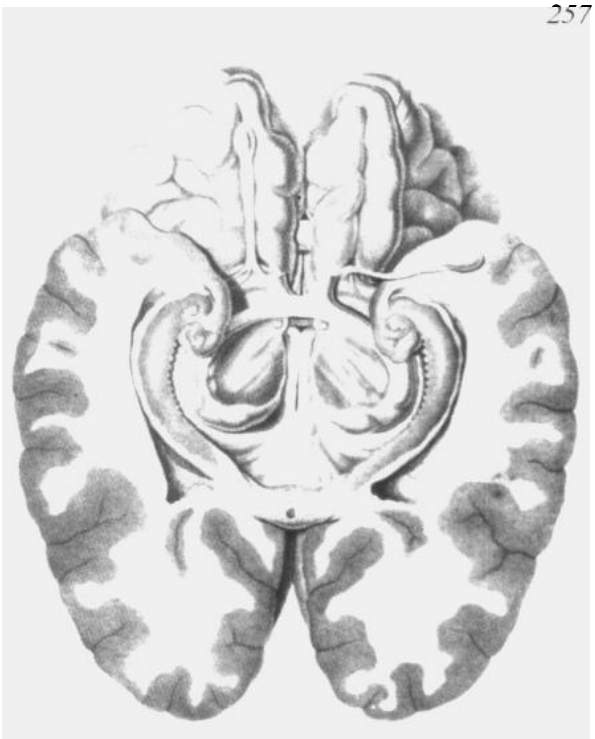


图9.6 Vicq d'Azyr（1786）展示的通过视交叉后视觉通路的实际解剖切面，包括视交叉和两侧被海马结构围绕的脚周视束，精细地显示其与颞角关系。这是严格的颞叶切面，显示了额眶皮质的基底部分，与按照交叉-连合（CH-PC）方向定向的MR切面显示的图像所见相同

1 眼

在所有脊椎动物中，眼基本是相似的，但是，每个纲类中都有其特殊功能模式。眼的比较解剖学已经被几位作者详尽地描述了，包括Rochon-Duvigneaud和Polyak。几乎所有脊椎动物都长有双眼，虽然在一些物种中眼睛很小。视神经的直径取决于眼球的大小。灵长类中，眼球大小约为30mm，在人类，正好是24mm。在无视力的动物中，如金色鼹鼠，眼睛变成线状。

人类中存在几种罕见的发育缺陷，如眼球缺损，它来源于胚胎期眼的脉络膜裂闭合缺陷，但在一些动物中，却是正常情况，如硬骨鱼。一些低等脊椎动物显示第三只眼，位于前

额中央颅顶窝中。这个中间的眼睛出现在泥盆纪时期的骨鱼及古代的两栖类和爬行动物中，在某些鱼类及蜥蜴中仍可找到。从胚胎学角度，位于顶骨的眼睛由松果体发育而来。低等脊椎动物的“顶眼”与人类畸胎的巨眼不同源，巨眼是人类双眼融合所致的。

2 视神经

视神经见于所有长眼睛的脊椎动物中，它由视网膜神经节细胞的轴索组成。视神经纤维止于低等动物的视顶盖及哺乳动物的外侧膝状体。于低等脊椎动物中，纤维被认为是视顶盖纤维的侧支。哺乳动物中，投射到外侧膝状体的纤维占优势。在人类和其他哺乳类动物中，也可能在所有的脊椎动物中，视神经纤维按一种精确的视网膜模式排列。

在低等动物中，视神经纤维无髓鞘形成，但在陆栖的脊椎动物中是很广泛的(图9.7)。近来，已经能够用电子显微镜对哺乳动物中不同物种的视神经纤维所包含的纤维种类进行研究。例如，有袋类动物有230 000根纤维，98%有髓鞘，食肉动物中减少到145 000根纤维，啮齿类动物有130 000根纤维，鲸类有155 000根纤维。

3 视交叉

视神经在第三脑室底部交叉形成视交叉。在灵长类中，与原猴亚目动物如狐猴和狭鼻类动物如长臂猿相比，视交叉逐渐嵌入颞叶之间，而颞叶由于枕叶显著的发育而向前移位。就视交叉的体积而论，在灵长类动物中体积较大的视交叉其活动力大部分是朦胧的，如狐猴的视交叉比长臂猿的大（图9.8）。

Cajal充分证实了视神经交叉在代偿所有脊椎动物视像翻转的必要性。在人类及古老的灵长类动物中，视束内来自每只眼睛的神经纤维的数目几乎是相同的。其他哺乳动物中，在每束中来自对侧的视神经纤维占优势。在非哺乳的脊椎动物中，视神经轴索不完全交叉。因此，在视神经中至少有少部分未交叉的纤维出现，在种系发生上是非常古老的表现(图9.9)。

4 外侧膝状体

外侧膝状体是人类及其他哺乳类动物主要的中继结构，将视觉冲动传递到视皮质。外侧膝状体也见于许多低等脊椎动物中，甚至在一些物种中与在人类中发现的结构不是完全同源性的(图9.10)。在爬行动物及低等哺乳动物中外侧膝状体是非常大的。在大多数脊椎动物中，它包括腹、背侧神经核。

5 视皮质

在亚哺乳的脊椎动物中，视顶盖是重要的视觉中心，而在哺乳动物中，其功能转移到大脑皮质，这种概念一般为人接受，即使并不完全正确。种系发生中，视功能头部优势发育的概念是根据视顶盖的相对容积与低级脊椎动物很小的前脑的比较，以及哺乳动物的皮质广泛发育而提出的。在后者中，视神经的重要皮质区在枕叶内显然有别。

在有胎盘的哺乳动物中，第一视皮质是相对分离的，位于大脑半球的内侧，沿距状裂分布。在爬行动物特别是鸟类中，在新纹状体内可见一种类似于哺乳动物的第一视皮质的板层结构。这意味着，鸟类中最高级视觉中枢同样位于端脑，而且提示视觉是端脑的功能，在低等脊椎动物和哺乳动物中，视觉功能很早就开始进化。

或许，灵长类动物枕叶最引起兴趣的特征是其脑回形态的进化，这主要在纹状区。事实

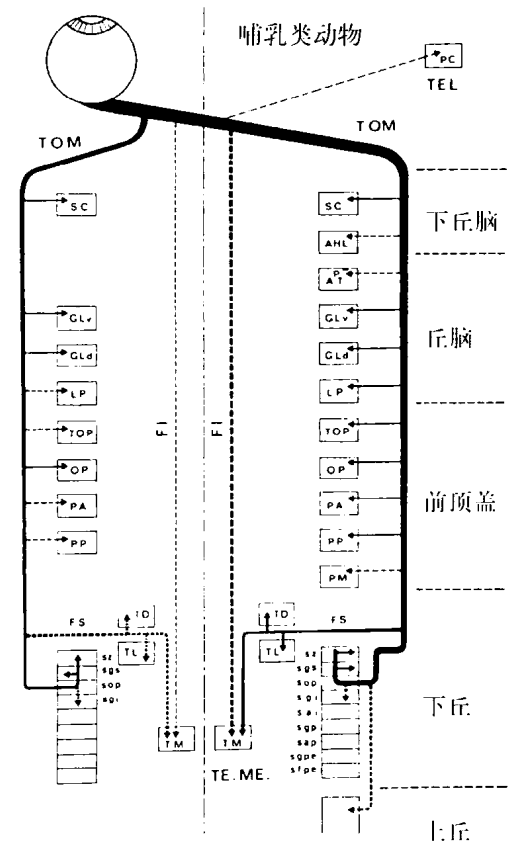


图 9.7 哺乳动物中第一视觉系统图解

上、狐猴的距状裂由大脑半球中部区域组成，而人类中，它是一个包括一条垂直走行的短沟和一条向后延伸的长沟，即后距状沟组成复合体。从类人猿开始，这个短沟被后距状沟唇掩盖（图9.11）。在大脑半球内侧面，通常唯一能看到的是后距状裂。在阔鼻类动物和某些狭鼻类动物（狒狒和猕猴）中，该裂隙在大脑半球外侧面表面化形成外侧距状裂。

6 磁共振成像对脑进化的探讨

现代影像技术使我们有机会对头部比较解剖学进行研究，这项研究是基于来自巴黎国家自然历史博物馆比较解剖学实验室收集的

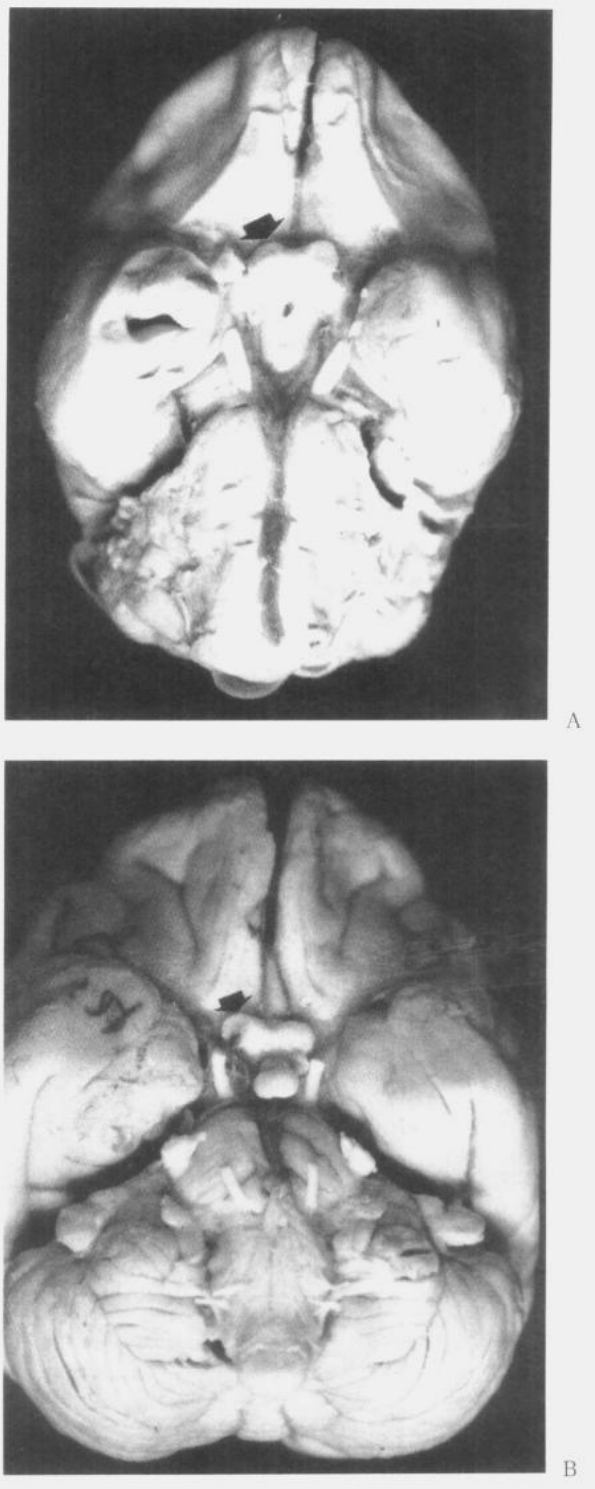


图9.8A,B 狐猴脑的下面观（A）与长臂猿的比较（B），显示视交叉（箭标）体积，比在夜间活动的灵长类动物如狐猴的相对要大。（A）

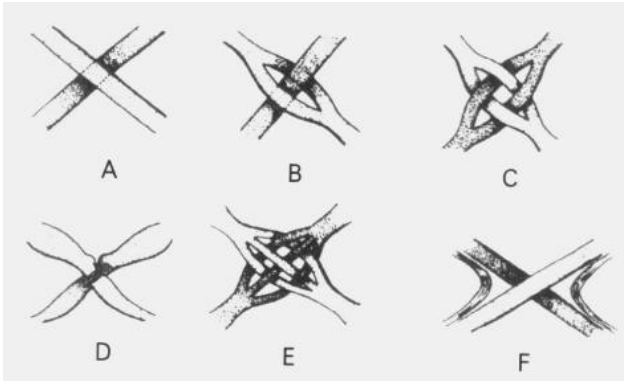


图9.9A-F 脊椎动物的视交叉。在鱼类中，视神经交叉形成可以是简单地重叠（A）或相互交叉（B）。在爬行动物中，可见视神经束分离和完全交叉（C-E）。在哺乳动物中另一种新的排列，包括交叉及未交叉两个部分（F），这与立体视觉的幻影相关

经福尔马林处理的500例标本的MR图像进行的。

由于头部参考平面的定界能对人类及动物的解剖层面进行比较，而使生物统计的研究成为可能。神经－眼平面（NOP）已经用于活体动物中。在福尔马林固定的脑中，神经－眼平面缺乏明显的标志，MR成像活体定位可以用CH-PC参考平面，该平面和NOP接近，大致沿后视觉通路的方向走行，与侧脑室颞角相符合。

C 畸胎学基础：独眼畸形的病谱

自从定义了独眼畸形、头部发育不全及猴头畸形的系统畸胎学之父Geoffroy Saint-Hilaire和其子Isidore完成详细的早期工作以来，伴发于各型前脑无裂畸形面容的显著的形态学异常仍然吸引着众多研究者。这些颅面部异形的眼睛和眼眶大概是令人印象最深刻的部位，且几乎是前脑无裂畸形的特征性表现。

利用MR成像，我们有机会无创性地对福尔马林固定的一些畸形胎儿的标本做研究，这些标本均来自巴黎国家自然历史博物馆比较解剖学实验室历来的收集品中。

前脑无裂畸形一词是由Demyer等人提出的，包括以下的情况，按程度的最重至最轻依次是：独眼畸形，头部发育不全，猴头畸形，正中唇裂伴眼眶距离过近，上颌骨发育不全，正中上颌骨倾斜伴眼眶距离过近。中间型是常见的。

独眼畸形表现为正中的独眼畸形（图9.12）、并眼畸形（图9.13）或无眼畸形。但是，诊断的必要条件是单一中间眶的出现。一般面部可表现出一个长管状结构，它可能是单一的或者成双的，自眉间伸出，恰好在正中的眼睛的上方，但眼睛也可能缺如。真正的独眼畸形是无鼻和无鼻骨的完全无鼻畸形，但具有鼻的同源结构，正中的管状结构长鼻。不应把具有一个外侧的长管状结构及两个眼眶的病人视为独眼畸形，他们有存活的可能。独眼畸形的发生率估计平均为1/40 000出生人口。面部畸形程度与脑畸形严重程度密切相关，所谓“面预示脑”。

头部发育不全的典型表现是距离较近的两个分离的眼球在两个单独的眼眶内并且有一个正中的长管状结构作为发育不全的鼻子，它可向上移位。正中的面骨发育不全，或者像独眼畸形一样面骨缺如。这种畸形考虑为独眼畸形和猴头畸形之间的过渡形式，是非常罕见的类型（图9.14）。

由Saint-Hilaire定义的猴头畸形，表现为面部特征是眼眶距离过近且具有两个单独的眼球在两个单独的眶内，只有一个鼻孔的鼻子。它的正中唯一的管腔闭合为盲端。猴头畸形的发生率大约为1/15 000出生人口。

关于预后，在大多数独眼畸形或头部发育不良的患者生存超不过新生儿期。猴头畸形的患者可能存活数天、数周或数月。早在妊娠19周时，超声和子宫内MR检查可能发现胎儿面部畸形。

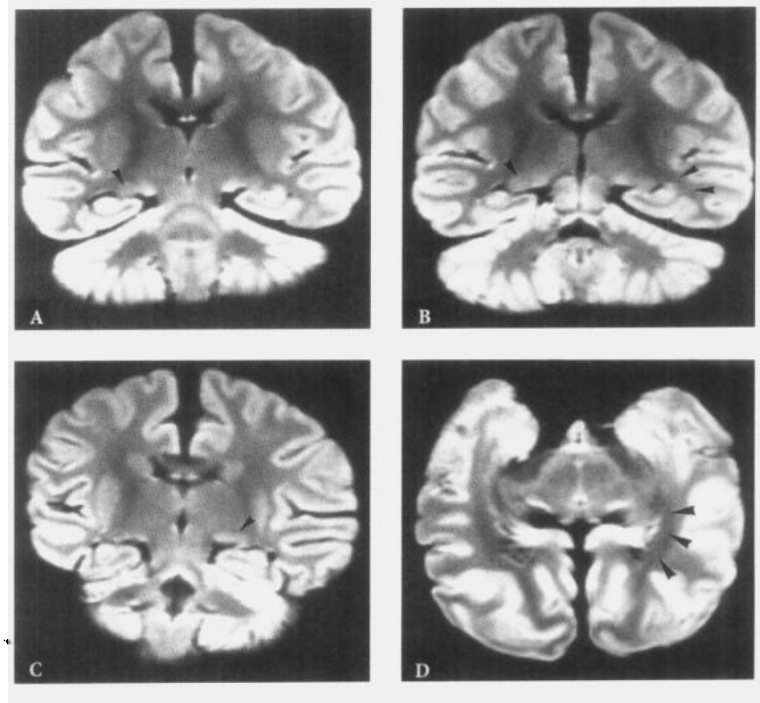


图 9.10A–D 经福尔马林处理的脑磁共振切面（层厚 3mm）显示外侧膝状体及灵长类动物的视辐射：黑猩猩（A、B 冠状位）及猩猩（C 冠状位；D 轴位）。按联合 脑门（PC–OB）参考平面完成的冠状切面，该切面中也包括在人类中定义的外侧膝状体（箭标）。D 交叉－联合平面定位的轴切面显示视脚起于（箭标）外侧膝状体

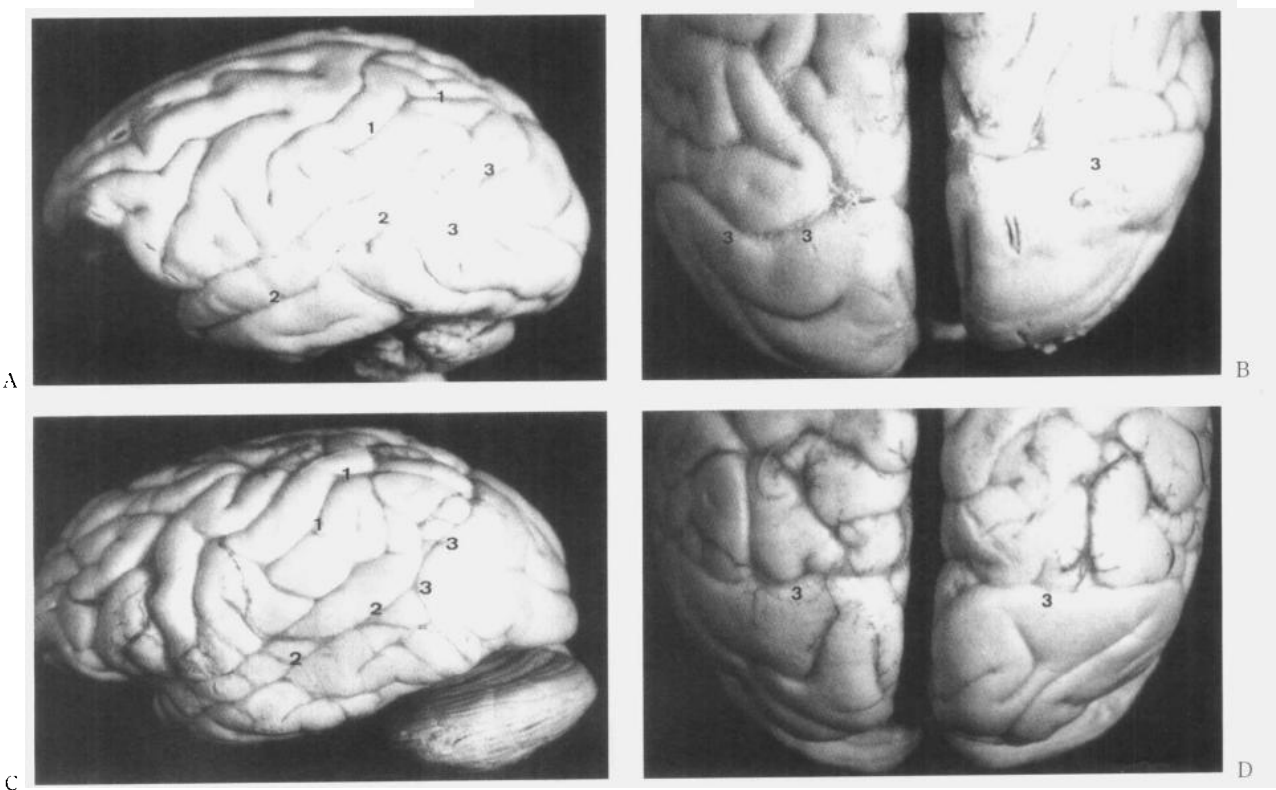


图 9.11A–D 经福尔马林处理的灵长类动物脑的侧面观，显示脑沟的形成（A 狒狒、C 黑猩猩），半球的后面观显示枕叶（B 狒狒，D 黑猩猩）。狭鼻类动物中顶叶内的脑沟增多（1），可见平行的（2）和半月形的（3）脑沟。这一表现在更像人的动物如黑猩猩中比猕猴类的狒狒明显。在狒狒中仍然能见到外侧距状裂

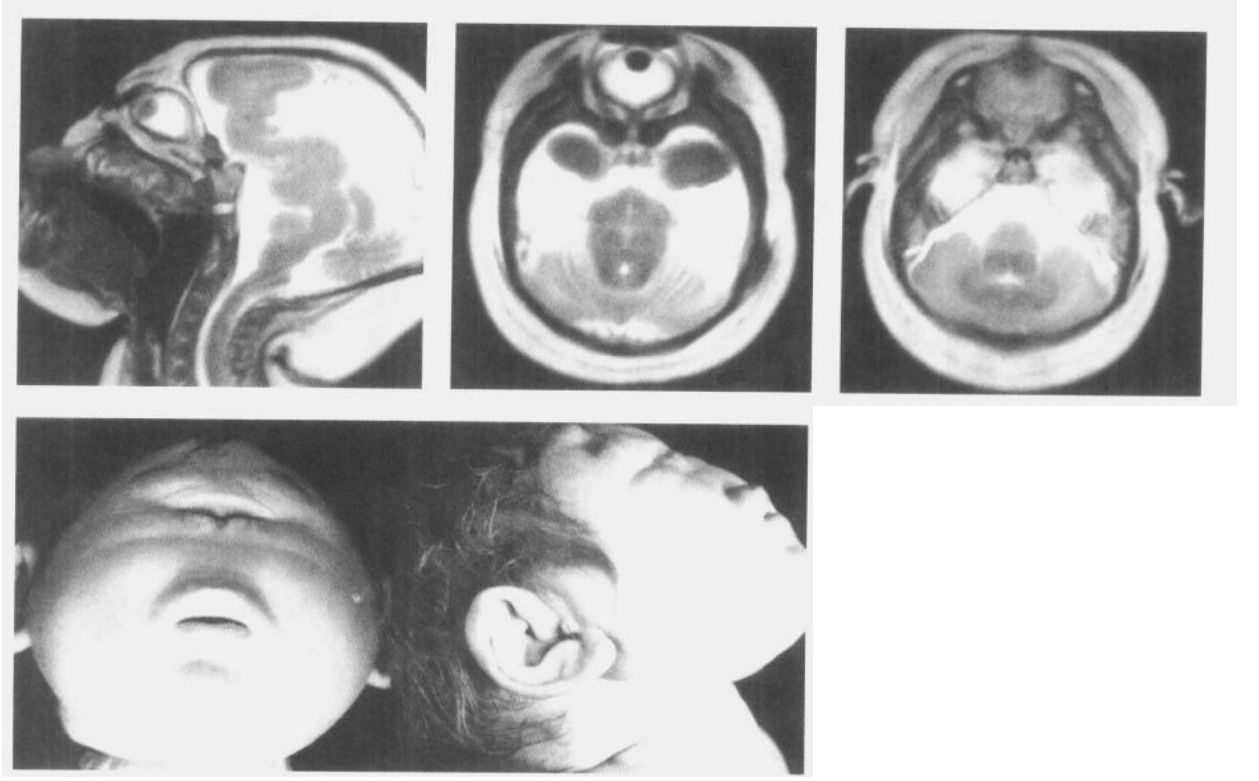


图9.12A-D 独眼畸形：面部（D）显示出一些典型的临床特征，包括单一的中间孔（藏于眶内）、无鼻也无鼻部的管状结构、无人中但有嘴。矢状位（A）及轴位（B、C）MR显示单一的眼眶骨、视神经管、正中已发育完全的眼及视神经。这些伴发的脑畸形包括跨叶前脑无裂畸形伴向前倾斜的端脑无裂畸形也被显示

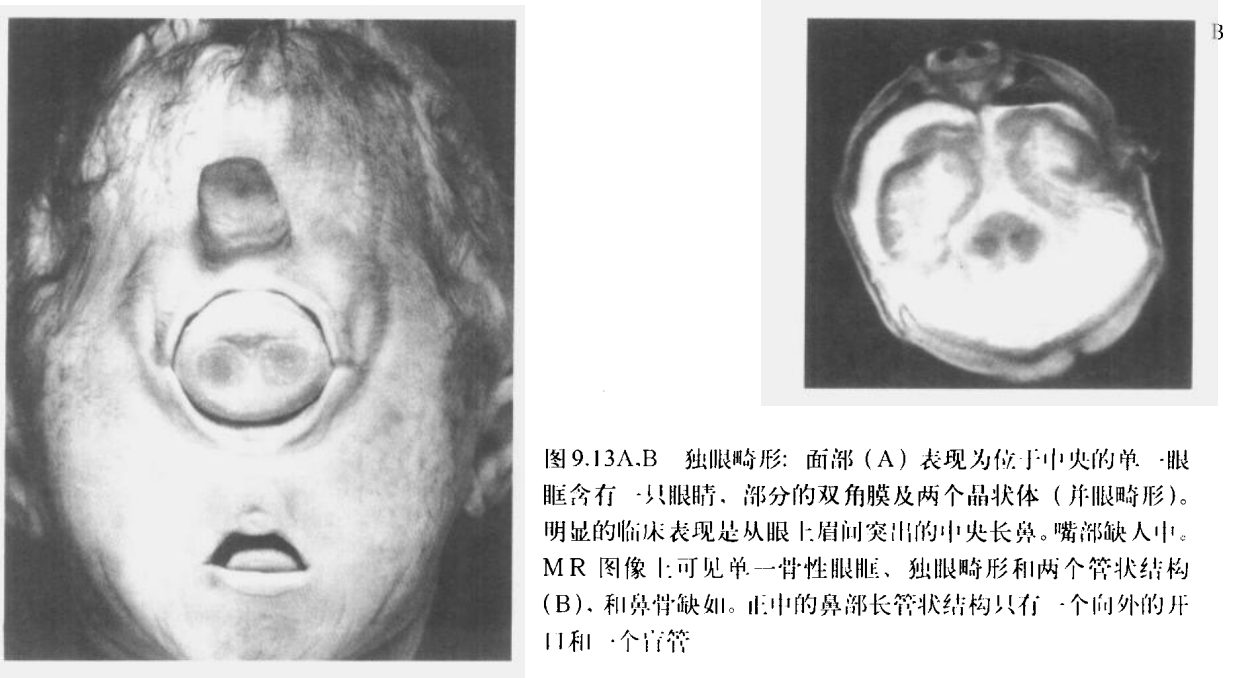


图9.13A,B 独眼畸形：面部（A）表现为位于中央的单一眼眶含有一只眼睛、部分的双角膜及两个晶状体（并眼畸形）。明显的临床表现是从眼上眉间突出的中央长鼻。嘴部缺人中。MR图像上可见单一骨性眼眶、独眼畸形和两个管状结构（B），和鼻骨缺如。正中的鼻部长管状结构只有一个向外的开口和一个盲管



图9.14A-C 畸胎（“双面联婴”）：面部（A）显示头发育不全的畸胎面容，伴有两个分离的眼睑裂、距离过近的眼眶及位于双眼正中的鼻部长管状结构。MR轴位（B）和冠状面像（C）显示出令人印象深刻的一对眼眶和两个后颅窝的排列，在轴位NOP层面上面面相对，两个脑干在两边通过且在冠状面上与正中矢状面的方位呈对称关系

前脑无裂畸形中的脑畸形可分为三个主要的类型：（1）无叶前脑无裂畸形，相当于无裂隙的双侧大脑半球的异常小的前脑脑泡；（2）半叶前脑无裂畸形，为一种中间型畸形，显示为单一脑室伴脑叶发育不全及不全半球间裂；（3）脑叶前脑无裂畸形，它包括明显的半球间裂，可能还有中线部皮质连续，主要在额叶、以及由于透明隔缺如所致的两侧脑室相通。

在胚胎学上，前脑无裂畸形是由于前脑的脑裂未能进入大脑脑泡和眼泡引起的。在人类及动物中，伴发的大脑和面部的畸形可能由于脊索前中胚层的初期缺陷，从而不能产生正常的面部结构（额鼻隆凸，自该处衍生出面的内侧部分）而且引起脑发育畸形。也有迹象表明与遗传因素有关。自从关于D组染色体的三体

性及E组染色体短臂缺失第一次报道以来，大部分有关显型－染色体组型相关性的报道关系到三体性13和单体性18p。此外可能还有在其他综合征出现的染色体3远端双重短臂和染色体7远端长臂的缺如。

Ⅳ 视觉系统的形态学、功能解剖学及磁共振成像

A 头部定向及视觉通路

解剖学家、人类学家及神经外科医生对解剖学及局部解剖学相关性所显示的兴趣，广泛地载录在科学文献中。大多数脑的参考书和图谱都是基于在第2章中讨论的立体定向双连合线的方法。遗憾的是，这种粗略平行于眶耳线的脑定位与视觉通路过于偏斜。这就是为什么使精确的脑定位成为必要，因为这样可以更有效地显示包括视神经、视交叉及视辐射的视觉通路。

许多学者提出了各种参考平面并叙述了这些参考平面与眶耳线或人类学基线形成的不同角度。最好的折衷方法是一个同时适合于视觉通路和脑的参考平面。

基于这个理由，神经－眼平面（NOP）作为解剖生理上的头部参考平面，看来无疑是最适合视通路的研究。我们认为在常规工作中，NOP也能足以有效地评价视交叉后通路。

1 神经－眼平面

a 解剖成像的相关性

从解剖学的观点，NOP的定义是在病人保持基本的凝视状态下穿过晶状体、视神经头和视神经管的平面。这种定位是CT或MR显示眶内结构的最佳条件，特别是把视神经的容积效应减少到最小（图9.15）。NOP与Frankfurt-Virchow平面（FVP）之间的平均角度是7°。这个平面从人类学基线平面的平均移位是33mm。眶耳线平面是传统的放射学参考平面，大约与FVP平面倾斜10°。Fenart等在一本详细的著作中描述了眶轴平面与其他几种颅面参考线的关系，特别指出了眶轴平面与牙槽中点－颅后点基线之间近于平行的关系（见第2章）。

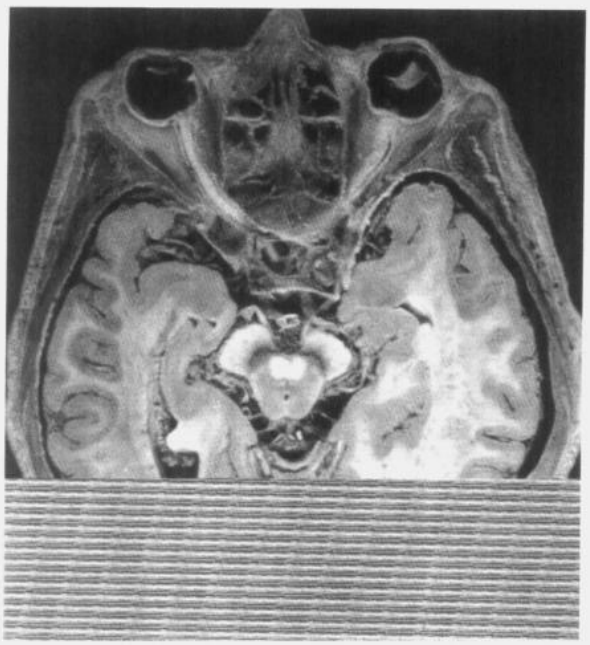
值得注意的是，NOP提供了一条切过眼球并通过水平的眼直肌，从总腱环到眼球上肌腱附着部的经线。在NOP上方的层面及下方的层面上，显示垂直的眼直肌（图9.16），与MR图像相一致（图9.17）。用NOP定位取得的垂直于视神经的冠状切面，最佳显示了肌圆锥，展示了眼－眶肌群、相关的圆锥内外间隙和视神经。

在视交叉区，NOP内的CT和MR切面是由该区域的个体解剖、蝶鞍的高度、视交叉的类型和斜度来决定的。考虑到交叉后视通道，这些都受益于这种头定位方法。事实上，整个视觉通路大致平行于NOP的连续切面，且取决于层厚。然而部分视觉通路与理想的水平平面有偏离，比如视交叉，因为它在视交叉池内的位置不同；视辐射，它们比单一的切面厚；距状裂，特别是它的上升段。

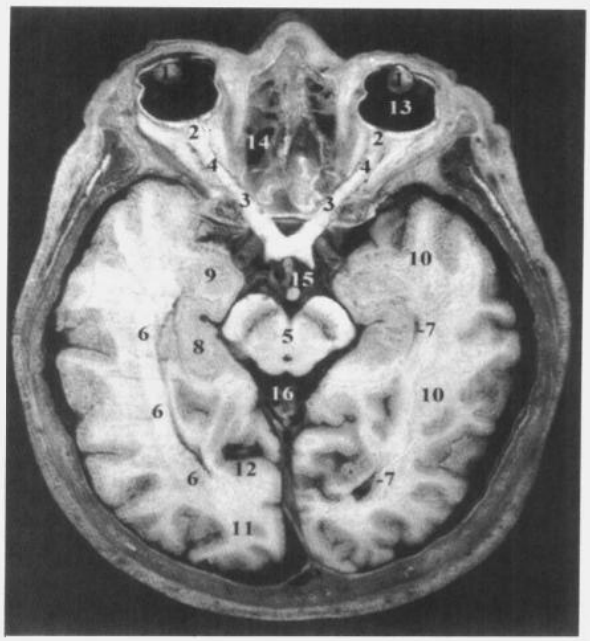
实际上，NOP容易确定，并可在机架内迅速做头部定位。两个瞳孔中心的连线，正常情况下呈精确的水平方向，用于确定平面的前部。第二个定点位于耳屏点上约33mm。外部表皮的标志实验上由接近Camper线的眦耳线确定并显现（见第2章），这在日常工作中对患者头部的定位是有帮助的。骨界标如牙槽中点－颅后点基线，在定位像上也可用于确定此平面，如在CT中的应用（图9.18）。

b 眼－眶局部测量

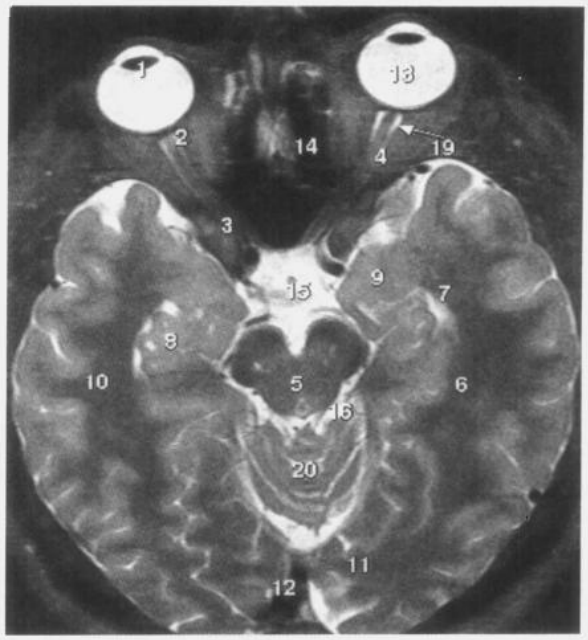
NOP定位的主要优点是有能力完成几种生



A



B



C

图9.15A–C 神经–眼平面（NOP），显示该参考平面头部界标解剖的相关性：晶状体、视杯和视神经管。A 主要的解剖图像；B 择自3D横断解剖图谱。B比A略向尾侧倾斜，并在上丘和红核水平穿过中脑的上半部（B），该参考切面穿过下丘水平和大脑上脚的交叉并切过眶内视神经的全长。C 使用T2加权序列显示的MR相关性。1，晶状体；2，视神经乳头；3，管内视神经；4，眶内视神经；5，中脑；6，视辐射；7，侧脑室颞角；8，海马；9，杏仁体；10，颞叶；11，枕叶；12，距状沟；13，眼球；14，筛窦；15，交叉池；16，环池；17，脑池内视神经；18，乳头体；19，视神经周围的蛛网膜下腔

物统计学测量，有助于对许多正常的、发育的或者病理的疾病的评估，例如在眼球突出测量中的应用（图9.19）。Cabanis等人创建并报道了使用统计学证实的生物统计学和CT资料，它们包括以下几方面：（1）外双眦平面（PBCE）构成NOP中连接双眶外缘的第一条参考线（平均97.5mm ± 4.4）；（2）连接双侧晶状体中心的眼内距离（DIO）（平均63.7mm ± 3.6）；（3）分离两侧眶内壁的最大平面间距离（DIPM）（平均28.7mm ± 2.6）；（4）最大眼球前后轴长度（LAM）（平均24.1mm ± 1，左右相一致）；（5）眼球的外双眦平面PBCE前段（ABCE）（平均16mm ±

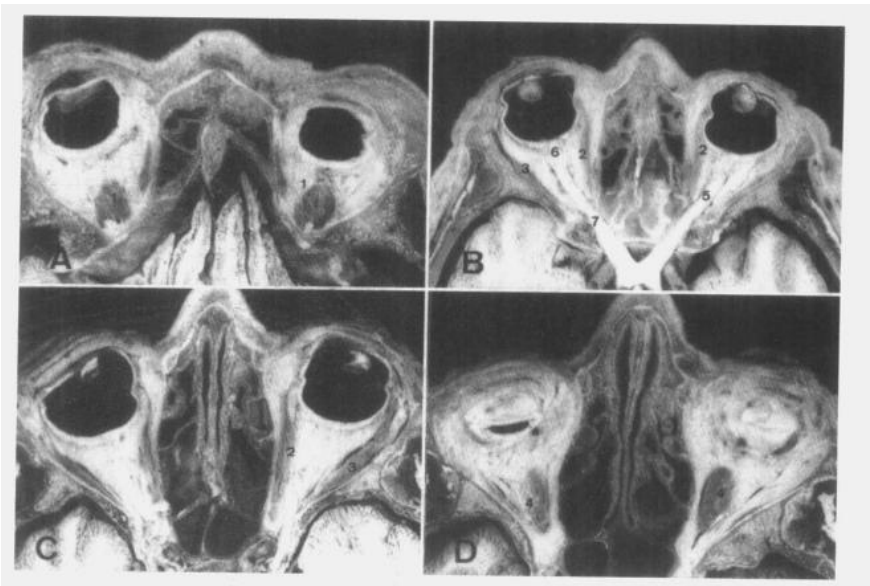


图 9.16A–D　神经–眼平面（NOP）内的眼眶解剖。轴切面上显示的自上到下的眼肌：上直肌（A）、外直肌（B、C）、下直肌（D），清楚地显示了它们从眼的附着点到眶尖的全部。1、上直肌；2、内直肌；3、外直肌；4、下直肌；5、眶内视神经；6、视神经乳头；7、管内视神经；8、眶内脂肪；9、晶状体；10、眼球；11、眼动脉（侧眼环）；12、管内眼动脉；13、颈内动脉（床突上段）；14、前床突；15、上斜肌（滑车）；16、蝶窦；17、筛泡；18、交叉池；19、眼上静脉；20、蝶鞍；21、泪腺；22、眶上裂

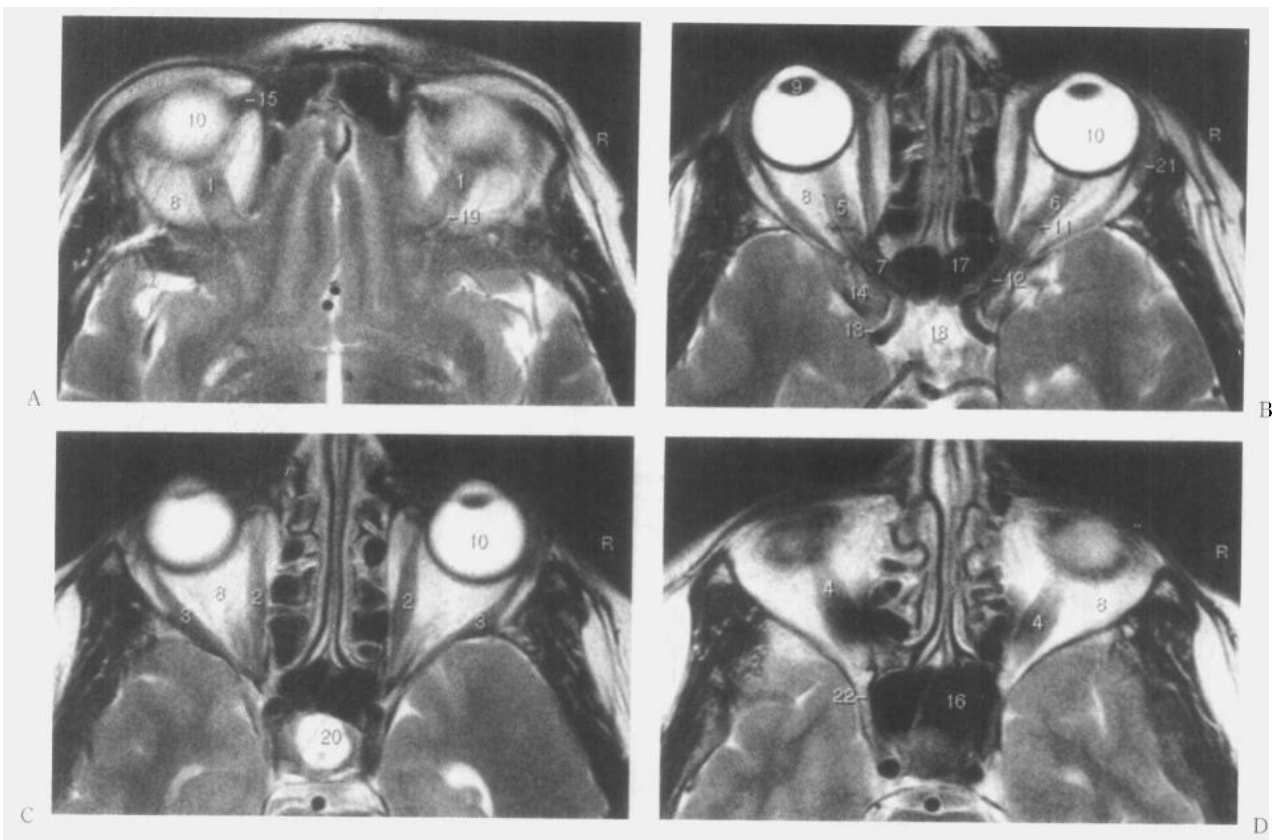


图 9.17　轴面眼眶解剖与 MR 相关性

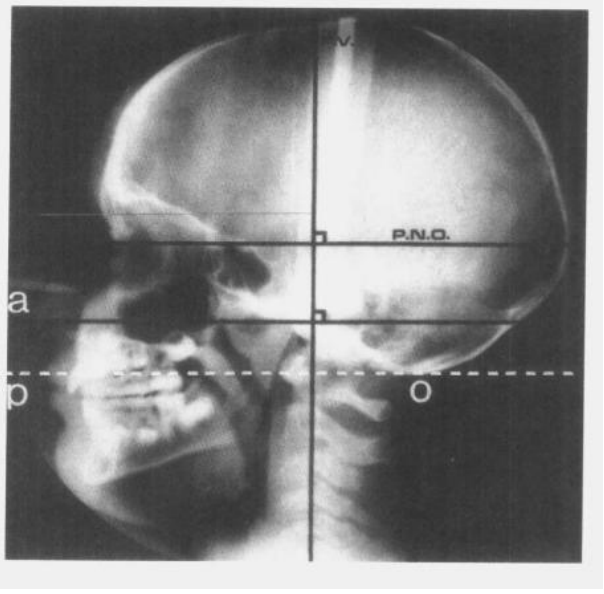


图9.18 神经－眼平面（NOP）皮肤和头颅的界标。显示皮肤“眦耳线”在颅骨上的投影及其与NOP方位的平行关系，及与牙槽中点－颅后点头颅骨参考线的近于平行关系。PNO，神经－眼平面；a，眦耳线（皮肤标志）；po，牙槽中点－颅后点线（头颅界标）

1.9)；(6) 眼球的外双眦平面后段（RBCE），与前－PBCE呈互补关系；(7) 眶内视神经的横断面直径，从中间部分测量（平均3.5mm ± 0.5）。并提出一些指数：（1）神经－眼指数（INO），相当于DNO/LAM(平均14.8 ± 0.74)；（2）眼－眶指数，或（眼球）突出指数，相当于前－PBCE段/LAM（平均65.44），意指在正常情况下成人中65%的眼球位于外双眦平面之前；（3）眼球间距离指数（IDIO）相当于DIO/DBCE（平均65.3），表明双眼瞳孔间距离相当于外双眦间距离（DBCE）的2/3。也确定了其他距离、指数及角度测量值。

2 交叉－连合平面

为了便于神经解剖学的探讨，并且尽可能地完善对脑，尤其是交叉后视觉通路及动眼系统的局部测量的研究：应用交叉－联合参考线（CH-PC线）确定交叉－连合平面。它的解剖界标是：前面的视交叉点（CH）和后面的PC，它们在正中矢状位MR定位像上容易显示。大脑中线结构定位于中脑间脑连接部，无论从解剖学或种系发生学的观点上考虑，均无须证实这些脑中线结构的准确性。这个由PC-OB界定的且与脑干的长垂直轴呈直角的平面，与第三颞沟的方向近于平行，证实这个平面确实是水平的，其与侧脑室下角的关系密切，正如以前在第2章中介绍的。

因此这些轴向和冠状的参考线是适合于脑干和小脑成像的，而且随时可用于解剖-临床相关性研究。按这些界标和参考线定位的切面的可重复性有助于在动眼神经失常的病例中见到的那些令人非常关注的小病变的随访观察。

a 解剖关系

在连续多层矢状面上横断参考标示的投影所显示的解剖相关性说明了CH-PC参考线与外侧裂－后分支平面的平行关系，认为与AC-PC线呈23°～25°角。它说明了CH-PC线与第三颞沟的密切关系。因此，侧脑室颞角以及视辐射可沿着它们的前后长轴进行研究。另外，CH-PC水平线在中脑－间脑结合部呈现恒定的局部解剖结构，几乎总是通过位于胼胝体压部下方与小脑山顶上界之间的环池，并通常与顶枕沟和距状沟的主干相交叉。

大多数距状裂能够可靠地在下部的轴面上

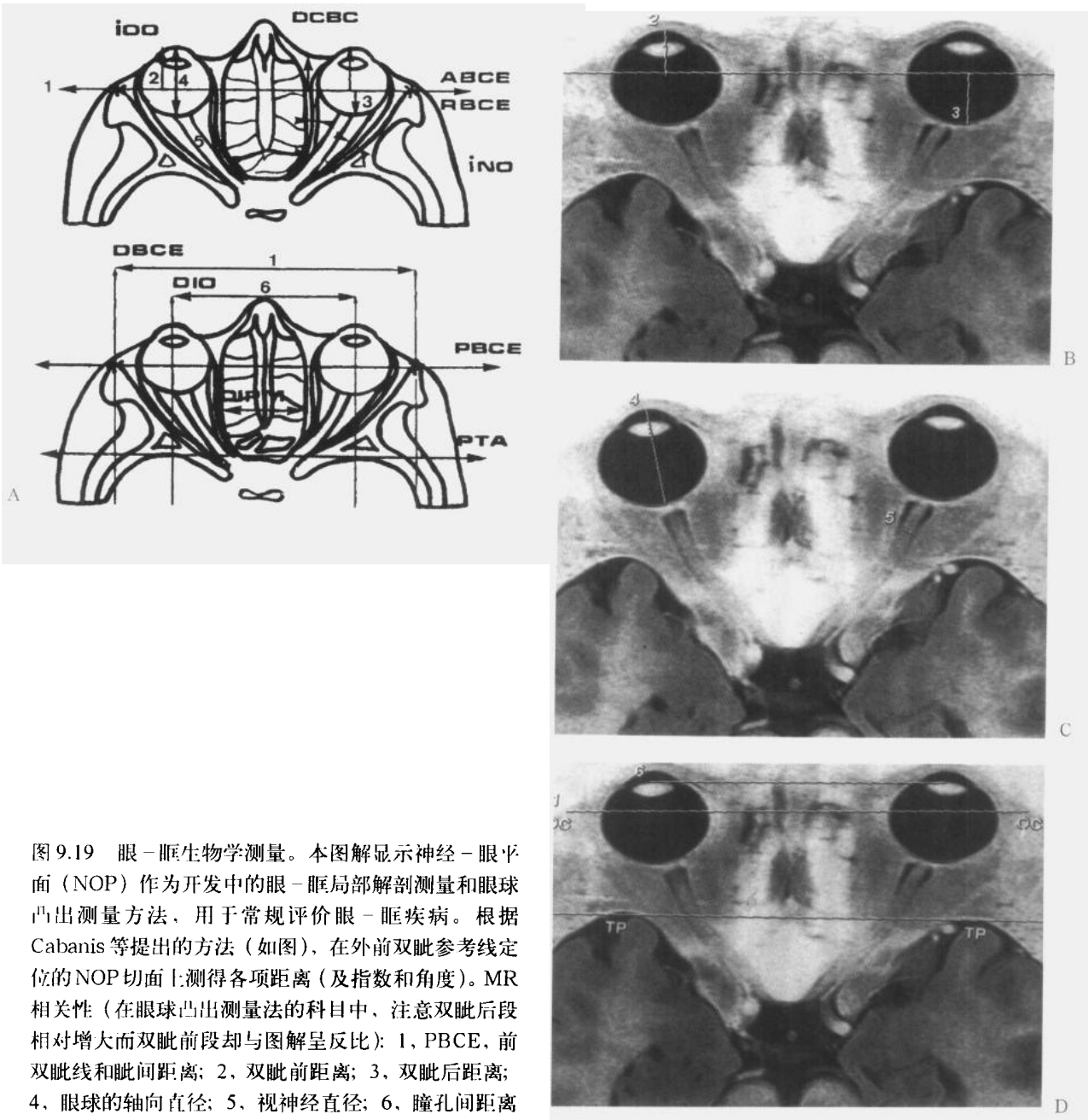


图9.19 眼－眶生物学测量。本图解显示神经－眼平面（NOP）作为开发中的眼－眶局部解剖测量和眼球凸出测量方法，用于常规评价眼－眶疾病。根据Cabanis等提出的方法（如图），在外前双眦参考线定位的NOP切面上测得各项距离（及指数和角度）。MR相关性（在眼球凸出测量法的科目中，注意双眦后段相对增大而双眦前段却与图解呈反比）：1、PBCE，前双眦线和眦间距离；2、双眦前距离；3、双眦后距离；4、眼球的轴向直径；5、视神经直径；6、瞳孔间距离

看到，这取决于枕叶的局部解剖，它因头颅的形态类型而异。

另一种主要解剖结果说明了CH-PC参考线与脑干长轴呈垂直关系。与PC-OB参考线平行的冠状切面能很好地显示膝状距状束以及它起源于外侧膝状体的颞叶部分，该部位于丘脑的侧下方，见于PC-OB参考线本身。

视束、视神经的脑池段及管内段在冠状切面上也容易充分显示，不受部分容积效应的影响。这可解释为PC-OB平面与通过穹窿前柱的切面的平行，几乎平行于前连合－乳头体线（AC-CM），正如Guiot所证实的那样（见第2

章)。尽管众所周知视交叉有角度上的变异，这种头部定位方法也有助于它的显示，成人中大多数病例沿着CH-PC平面定位，在单一层面上显示出特征性的X形态，包括脑池段视神经和视交叉，且更为特征性地平行于脑池段和脚周段的视束（图9.20)。

总之，为了探讨和生物统计研究，对眼病和在轴位和冠状面上的眶内段视神经的随访观察，NOP仍是最佳的头部定位方法。沿视神经轴及／或视神经管定位的斜矢状切面在某些特殊疾病中会有很大帮助。

B 眼

眼部表面线圈MR成像大大地改善了眼球影像的解剖分辨率，可获得小于1mm的空间分辨率。但是MR对于CT的主要优势是无离子辐射、无致白内障的作用，方便的直接多层面成像。当然还有具有很高的对比分辨率，例如在晶状体影像中，可以清楚地区分皮质和内核。前房、玻璃体腔及巩膜也易于显示。修改脉冲序列可提供更多信息。例如晶状体显示为中度T1和短T2，而含水的玻璃体显示为长T1和长T2。巩膜在T2加权和质子密度加权序列上能清楚识别，因为它的纤维本质而呈低信号。新型表面线圈的发展，用更快的脉冲序列成像以减少眼球运动的伪影提高了分辨率，使我们对眼和筛板上视神经头疾病的解剖学方法得到改善。对于眼球的前半部，尤其是晶状体和睫状体的了解，已经得益于血眼屏障的研究，正如在对比增强MR中显示的那样（图 9.21)。

C 视神经

视神经从眼球到视交叉的测量距离大约为50mm长。可分为四部分：眼内、眶内、管内及颅内段。

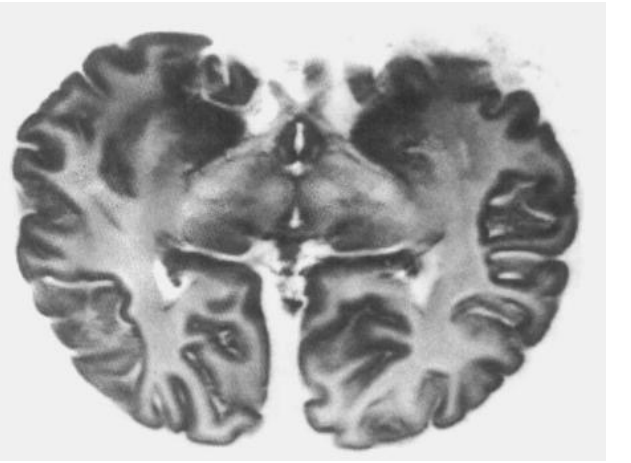


图9.20 视交叉－连合平面（CH-PC）比神经－眼平面（NOP）倾斜（平均-5°到-10°），前者显示由视神经和视交叉形成的典型的“X”形态，并于脑池和脚周段视束呈特征性平行关系，这见于经福尔马林处理过标本的一张层厚3mm的MR层面上。注意脚周段视束见于中脑间脑结合部

1 眼内视神经

视神经头大约长1mm，直径1.5mm，当它离开眼球时，稍微变宽。其前方的表面为临床上可见的视盘位于眼底，直径1.5～2mm。事实上，视神经头包含在NOP本身之内，其周围为眼色素巩膜，边缘清楚。按NOP精确定位的薄层切面，或穿过视神经的斜矢状平面有助于更准确地评价位于低信号巩膜管内的视神经眼内段（图9.22 A、B)。

2 眶内视神经

视神经眶内部分始于视神经头穿出巩膜后。该段从眼球后极延伸到视神经孔，测量长度约为20～30mm（图9.23A)。其眶内段的平均直径为3.5mm，比视神经头直径大。该段神经由软脑膜、蛛网膜及硬脑膜包裹，硬膜是最外侧鞘。硬脑膜在前方与巩膜融合，在后方与眶周融合，穿过视神经孔与颅内硬膜相

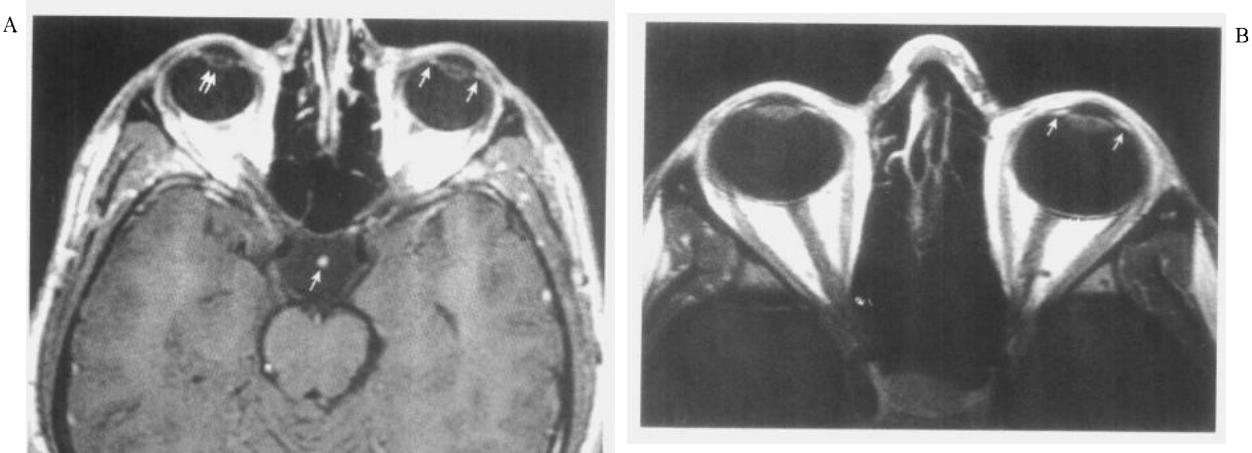


图9.21A,B 使用头线圈（A）和表面线圈（B）完成的眼图像：造影剂增强SE-T1加权轴位切面显示睫状体（箭标）及晶状体固有结构的增强及皮质部分和内核（双箭标）鉴别

连。因此，视神经鞘与脑的柔脑膜相连续，运输脑脊液。蛛网膜绒毛已见于这些鞘中。当视神经离开眼球时，即被后睫状体动脉及眼动脉分支所包围。视网膜中心动脉及静脉从眼后视神经下方及中部5～15mm之间穿过。眼动脉自眶尖沿眼眶下外侧面向眶中间部行进，然后跨越视神经或在其下方向内侧突出（图9.23B）。注意在眶尖部视神经被来自总腱环的四条直肌环绕，即部分起自视神经鞘的内直肌及上直肌。通过眶区的冠状切面显示圆锥内球后间隙的眼眶结构和眶内视神经及其周围的鞘膜（图9.24A-C）。

有髓鞘的神经纤维类似于大脑的白质，在MR影像上是明显的，在T1或T2加权（FSE或STIR）序列上，眶内视神经显示的信号和大脑白质相似。在质子密度脉冲序列上，视神经和它周围的鞘之间没有区别（图9.25），因此有时呈发灰色略有均质的表现，给人以视神经肿大的假象。质密的纤维性硬膜鞘，在T1加权影像上，与脑脊液边缘没有区别，但在高分辨率重度T2加权脉冲序列上能显示。这种表现可能不会同应用高场强设备（1.5T）成像或由于射频-编码梯度方向上的化学移位匹配不当效应引起的视神经边缘伪影相混淆。这种伪影特别在应用窄的带宽时更为显著，在冠状面上呈两个垂直的眶内视神经截面影像。

关于视网膜的局部解剖和视神经的功能结构，许多报道评估每条神经大约由100万有髓鞘的纤维组成。来自视神经乳头的轴索在神经的颞部占据一个楔形区，并且，当它向视交叉走行时向中心移动。上视网膜纤维见于神经的上部，下部的在下方。鼻、颞纤维在各自的两侧。事实上，可以说所有的视网膜神经保持在视觉通路的相应位置上，正如对视神经所报道的，除了在视束和外侧膝状体中的纤维要经历90°旋转。

3 管内视神经

视神经的管内部分使用MR检查显示极好，因为其周边的皮质骨没有信号。对视神经管形态及大小的全面了解有助于对任何微小病理改变的准确评估。视神经管本身是由蝶骨小翼的两个根部联合组成。硬膜紧密地附着在视神经管内的骨上，MR检查不能区分骨和硬膜

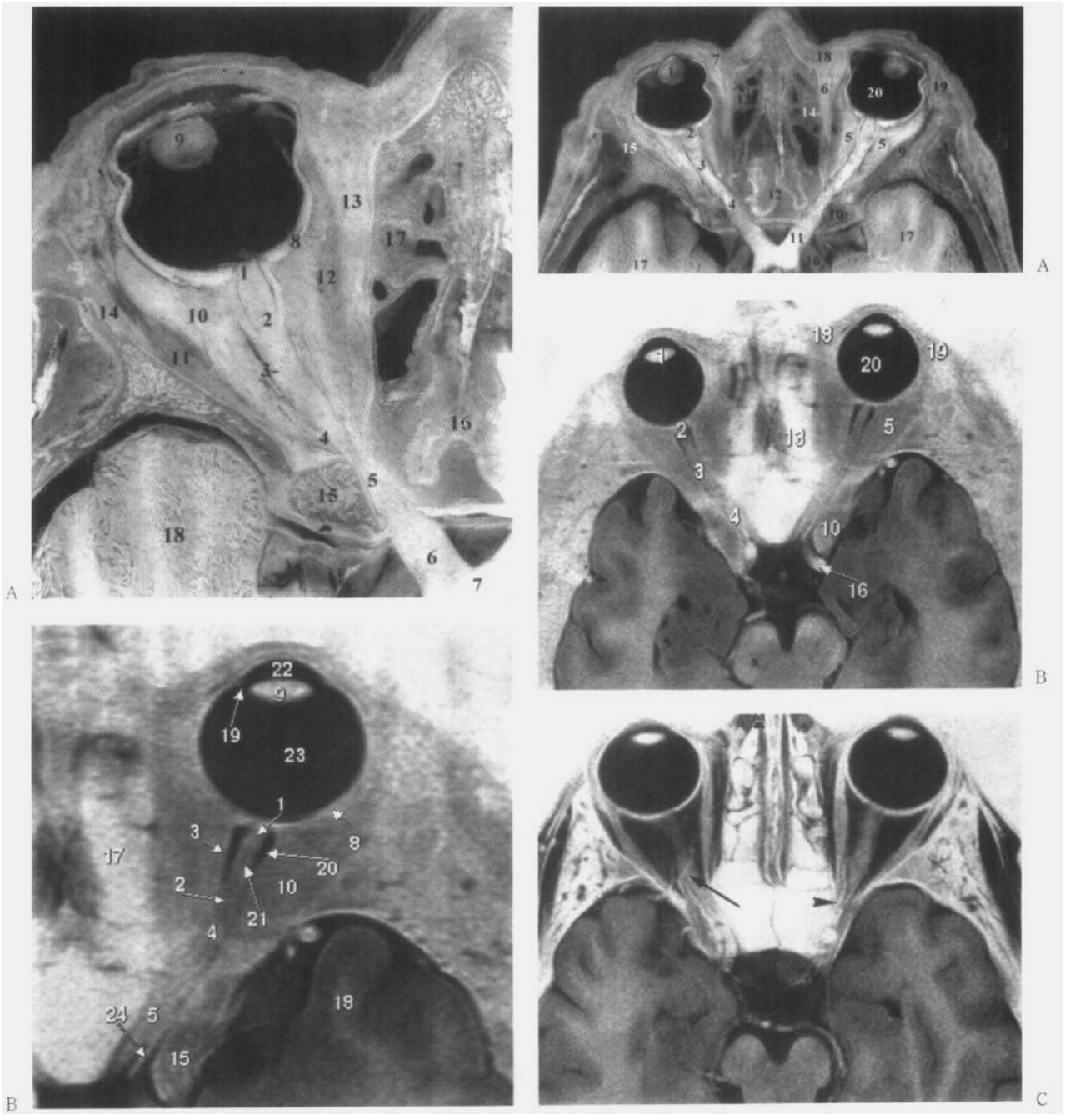


图 9.22A,B　眼内视神经（视神经乳头）；A 轴平面（神经－眼平面，NOP）和 B 斜矢状平面上的解剖 MR 对照。1，视神经乳头；2，眶内视神经；3，硬膜鞘；4，眶尖；5，管内视神经；6，脑池内视神经；7，视交叉；8，巩膜；9，晶状体；10，眶内脂肪；11，外直肌；12，内直肌；13，鼻侧圆锥外间隙；14，颞侧圆锥外间隙；15，前床突；16，蝶骨隆突；17，筛窦气泡；18，颞极；19，睫状体；20，视神经周围蛛网膜下腔；21，视神经内血管；22，眼球前房；23，玻璃体；24，管内眼动脉

图 9.23A－C　神经－眼平面 A：前视觉通路的研究；解剖和 MR 对照 B，C。1，晶状体；2，视神经乳头；3，眶内视神经；4，管内视神经；5，眶内脂肪（圆锥内间隙）；6，圆锥外（鼻侧）间隙；7，前隔膜区；8，内直肌；9，外直肌；10，前床突；11，脑池内视神经；12，蝶骨隆突；13，筛窦气泡；14，筛窦纸板；15，眶外侧壁；16，颈内动脉；17，颞极；18，内眦；19，外眦；20，眼球。C NOP 内 MR 切面显示管内（箭头）和眶内（箭标）眼动脉的跨视神经过程

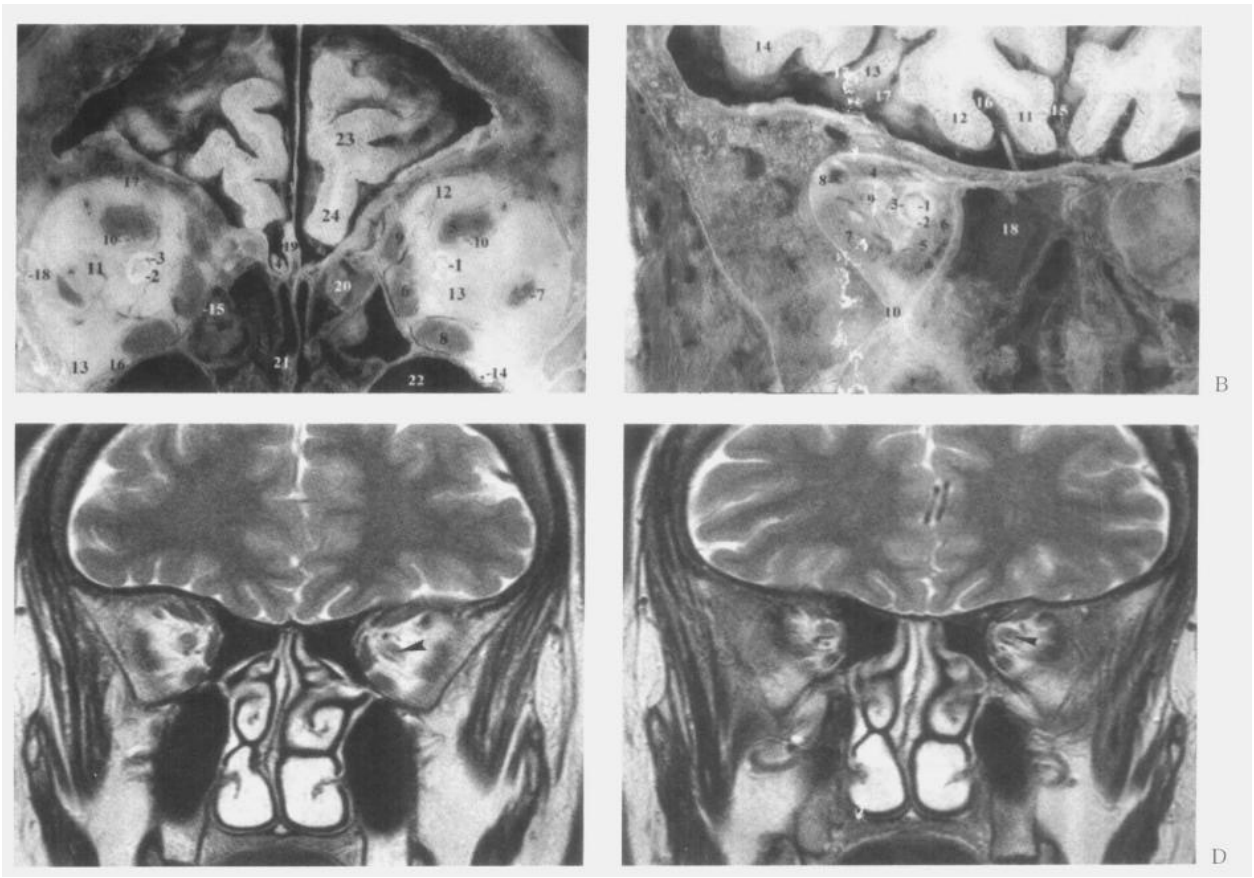


图 9.24 A 眶内视神经，眶正中冠状解剖切面。1、眶内视神经；2、硬膜鞘；3、视神经周围蛛网膜下腔；4、嗅球；5、上直肌和提睑肌；6、内直肌；7、外直肌；8、下直肌；9、上斜肌；10、眼上静脉；11、眶内脂肪；12、圆锥外上间隙；13、眶下裂；14、眶下管和神经；15、筛窦纸板；16、眶底；17、眶顶；18、眶外侧壁；19、鸡冠；20、筛窦；21、鼻中隔；22、上颌窦；23、额极；24、直回。B 眶内视神经，近眶尖的冠状解剖切面。1、眶内视神经；2、硬膜鞘；3、蛛网膜下腔；4、上斜肌；5、下直肌；6、内直肌；7、外直肌；8、眼上静脉；9、眶内脂肪；10、眶下裂；11、直回；12、眶内侧回；13、眶后回；14、眶外侧回；15、半球间裂；16、嗅沟；17、十字形沟（H眶沟）；18、后组筛窦。C 眶内视神经和鞘（箭标）：冠状平面的MR相关性，眶正中部（a）和近眶尖（b）水平，显示眶内视神经与肌肉圆锥的关系

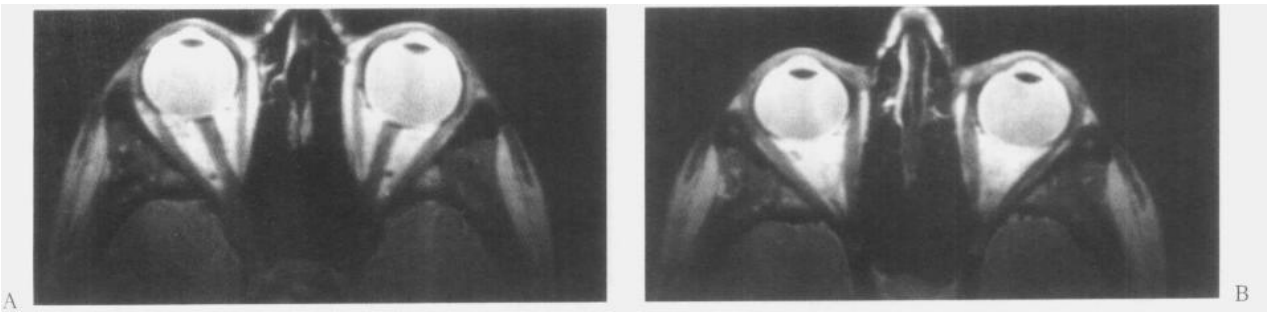


图 9.25 神经－眼平面定位（NOP）的眶内视神经质子密度像，显示视神经及其周围的神经鞘包括蛛网膜下腔之间没有区别

（图9.26）。注意唯有视神经的近端部分可能被硬膜覆盖，其平均长度为3mm。如行减压手术时，则需对视神经管壁的厚度和结构的变异有所了解。眼动脉在视管内可被显示，但是因为它的流空信号可能会被丢失或者与骨皮质相混淆（图9.27）

视神经管的长度平均9mm，每个视神经管向后及向内走行，差不多在鞍背中点汇合。视神经管的轴和正中矢状平面之间的角度约为40°。视神经管的轴与Frankfurt-Virchow平面之间的角度成大约15°，新生儿大约42°，因此与眦耳线大约呈25°，也就是大致在CII-PC平面的方位。视神经管前方的眼眶部开口或者视神经孔是椭圆形的，其最宽径是垂直的。它位于距离眶上开口约50mm处。颅内的开口也是椭圆形的，其最大直径是水平的（图9.28）。在MR轴位像上不要把后者的表现误诊为视神经增大。视神经管的两个眶内开口之间的距离大约28mm，而两个颅内开口之间的距离约为15mm。

视神经管由一骨嵴与眶上裂分开，这一表现有时被误诊为由于轴位切面定位不准所显示的视神经管。分析MR图像时，鼻窦和视神经管的各种异常也必须认真地评价。视神经管与鼻窦的关系是多种的，并且可能有临床重要性，当鼻窦感染或膨大时可导致视觉降低，后者被称为“膨胀性气窦”。鉴于眶内视神经随着眼球运动而自由移动，而管内段视神经不能自由运动，从而能够进行准确的MR评价，摆脱运动和骨性伪影，使用连续薄层和小视野进行

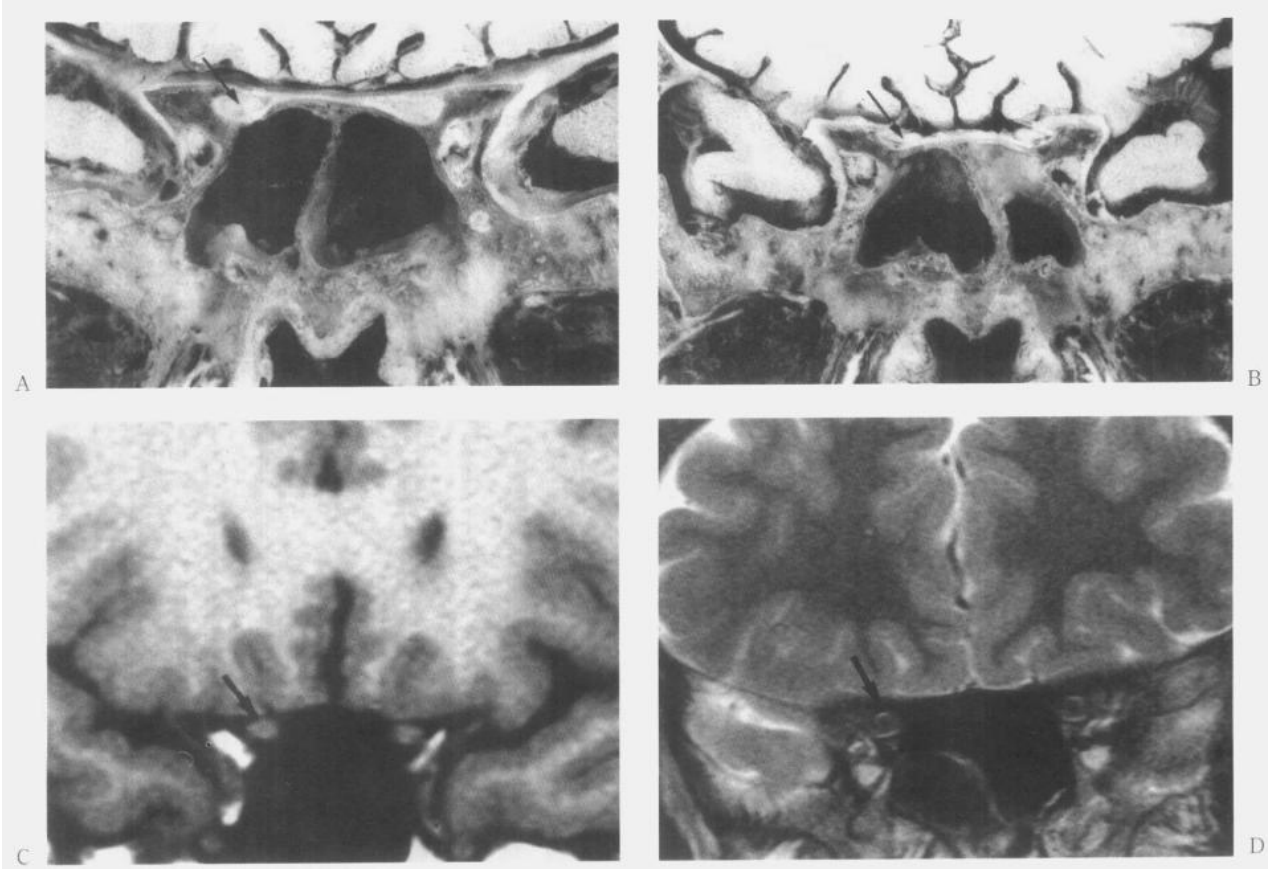
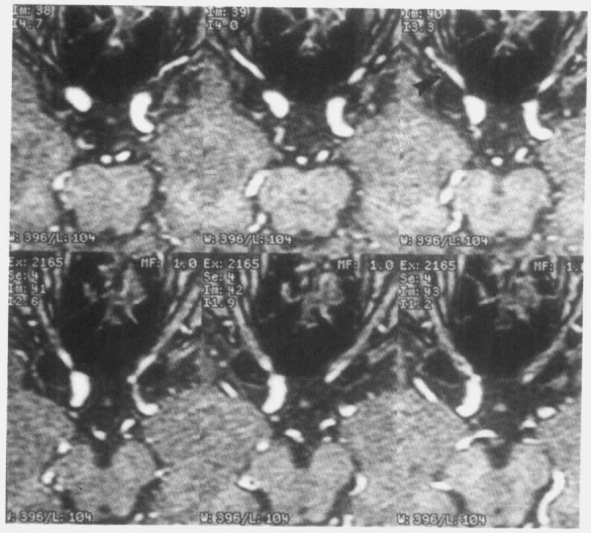


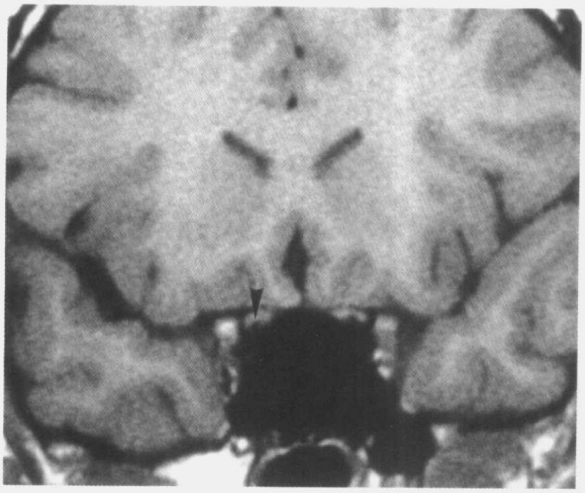
图9.26A-D 管内视神经和鞘（箭标）。A、B 冠状解剖切面和MR使用SE-T1加权（C）及SE-T2加权序列（D）的冠状位的MR图像的对照



A



B



C



D

图 9.27A–D　眼动脉 MR 成像（箭标）与眼动脉起点处和用 3D–TOF MR 血管造影的管内段视神经的关系。原有的轴切面（A） 轴位投影（B）、SE–T1 加权（C）及 SE–T2 加权（D）冠状切面

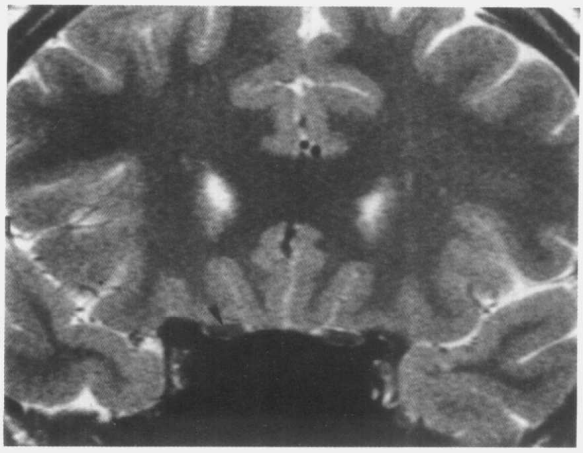


图 9.28　SE–T1 加权冠状切面通过视管的颅内开口，及脑池段视神经的起点（箭标），其外边缘是前床突

检查。

利用MR评价管内视神经的横断面的大小以及邻近的脑池部分仍是困难的，并且需要高分辨率、薄层（2或3mm）和垂直于视神经管轴的斜冠状切面（图9.29A）或较容易的严格沿视神经管前后轴定位的斜矢面像。为了更准确地评估视神经直径，需要不同的层面进行比较，这些层面包括由T1加权（IR或SE）或重度T2加权（FSE或STIR）脉冲序列垂直于CH-PC平面的冠状平面，如果可能，可更为有效地采用单次采集，和垂直于各组神经管的斜冠状切面。在已有的形态学资料中补加FSE-T2加权或STIR序列是必要的，这些序列对于病变的检出较为敏感，如水肿、神经胶质增生或脱髓鞘改变。如为外在性（视神经之外）病变或在STIR序列（T2加权）

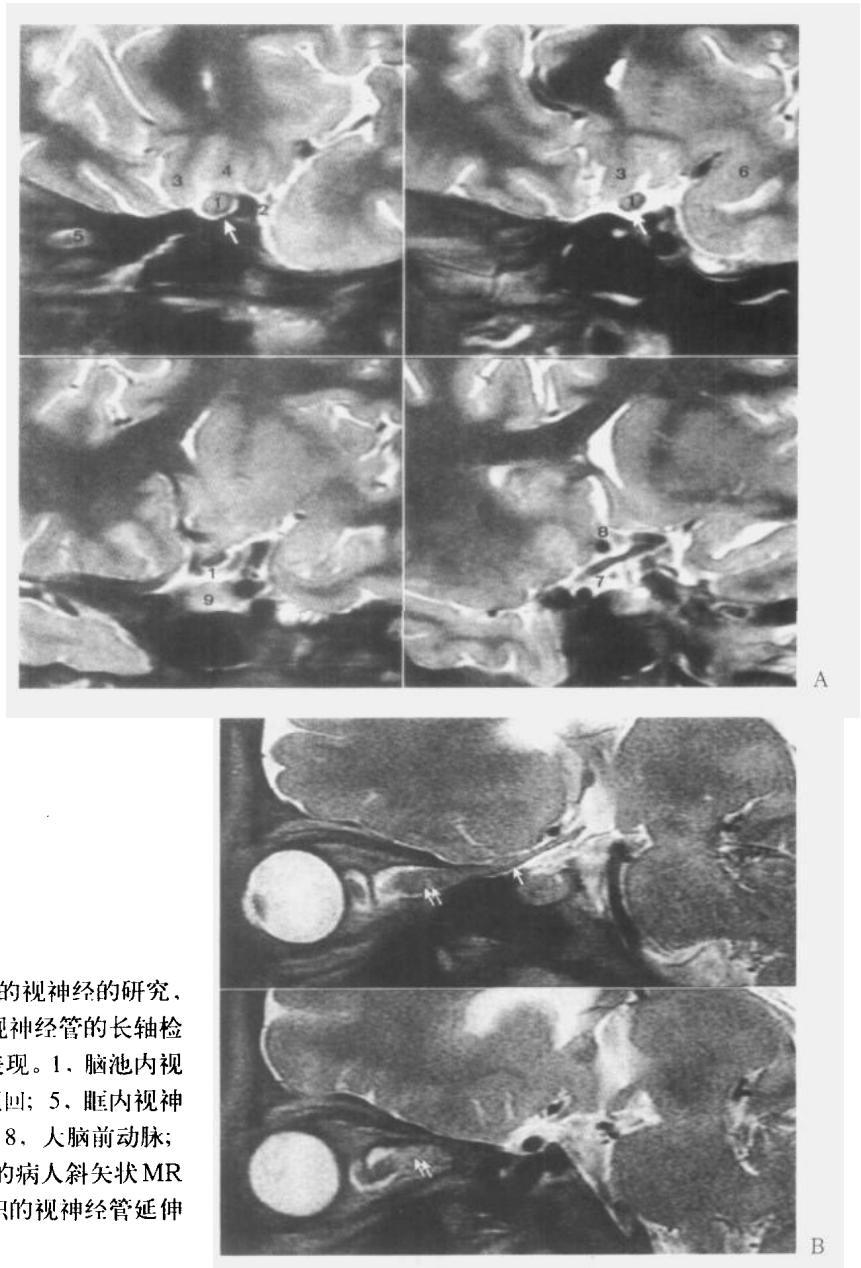


图9.29 A 管内视神经及邻近脑池的视神经的研究，使用T2加权、斜冠状MR切面，沿视神经管的长轴检查，患者有视神经瘤向颅内延伸的表现。1、脑池内视神经；2、前床突；3、直回；4、额眶回；5、眶内视神经；6、杏仁核；7、视交叉和视束；8、大脑前动脉；9、腺垂体。B 另一患神经纤维瘤病的病人斜矢状MR切面显示，视神经肿瘤穿过正常体积的视神经管延伸累及脑池段视神经

为阴性结果，管内视神经无亮信号的情况下，则应加用静脉注射顺磁造影剂（Gd-DOTA或Gd-DTPA）检查。增强效果通常在T1加权SE序列上显示最好，证实血脑屏障渗透性的异常增加。

4 颅内视神经

视神经颅内部分在长度上是多变的，从3mm到16mm，平均10mm，在冠状位上变平，测量的最大直径约为4.5mm。视神经脑池段被额叶后部的下表面覆盖，这就是甚至在MR检查的轴面像上也很难将其显示的原因。使用冠状MR方法检查可避免部分容积效应，可评价双侧视神经，在SE-T1和SE-T2序列中通过周围脑池内CSF的低信号（图9.30，9.31）或高信号清晰地分别描绘出视神经的轮廓（图9.32A、B）。在外侧上方，嗅束也被完全显示。

使用非常薄的连续层面（3mm）去评估颅内段视神经轻度萎缩和增大的形态及体积时，平行于PC-OB参考定位线的层面是最佳选择。由于PC和脑闩（OB）这一界标远离视神经，使用脑下参考平面（PC-OB）定位一定能获得可重复性层面。这个定位法也能显示视交叉和视束。

D 视交叉

视交叉是位于第三脑室前壁与其底部连接处的扁平的、四边形纤维连合束。它是由鼻侧视网膜纤维部分交叉到对侧视束的双侧视神经融合形成的。视交叉的横径平均为14mm（10～20mm），前后宽度约为8mm（4～13mm），厚

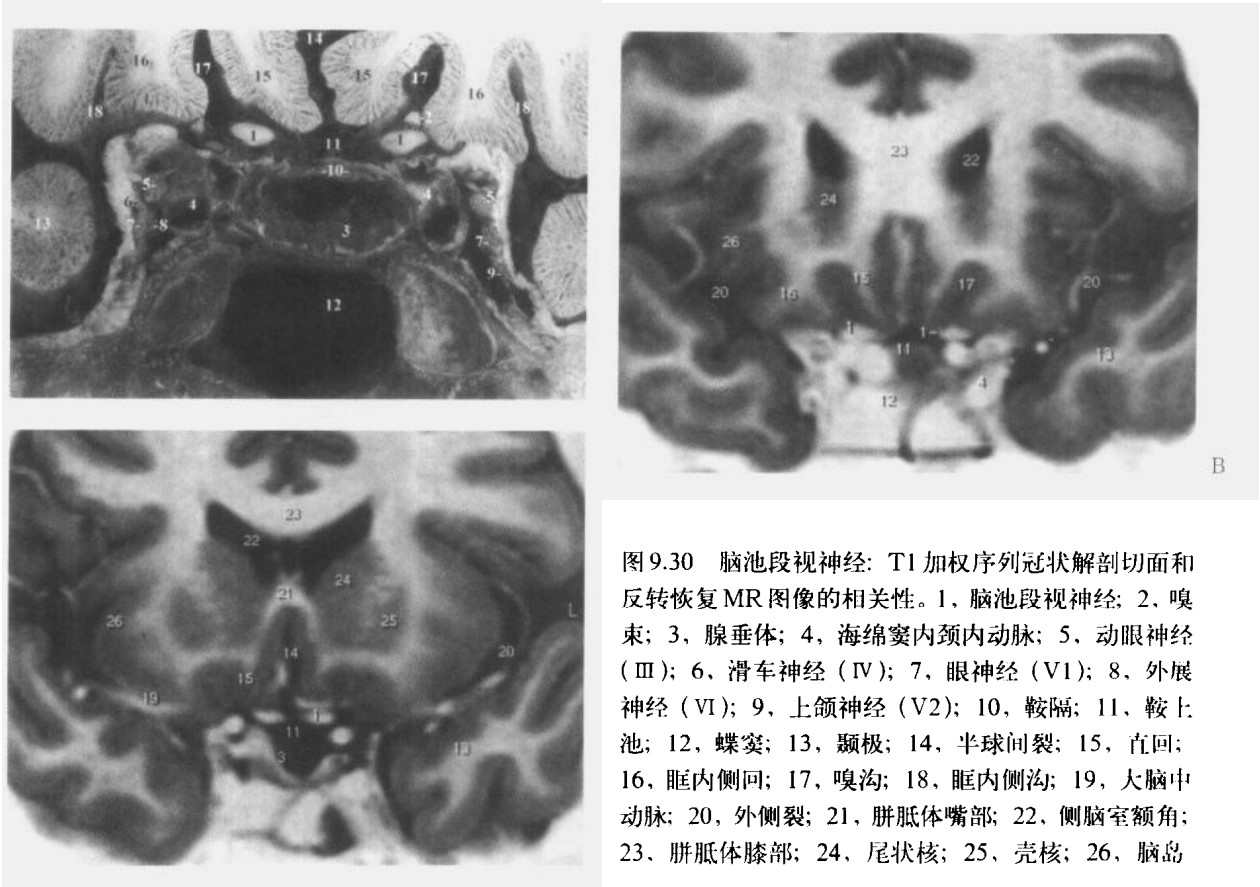


图9.30 脑池段视神经：T1加权序列冠状解剖切面和反转恢复MR图像的相关性。1，脑池段视神经；2，嗅束；3，腺垂体；4，海绵窦内颈内动脉；5，动眼神经（Ⅲ）；6，滑车神经（Ⅳ）；7，眼神经（V1）；8，外展神经（Ⅵ）；9，上颌神经（V2）；10，鞍隔；11，鞍上池；12，蝶窦；13，颞极；14，半球间裂；15，直回；16，眶内侧回；17，嗅沟；18，眶内侧沟；19，大脑中动脉；20，外侧裂；21，胼胝体嘴部；22，侧脑室额角；23，胼胝体膝部；24，尾状核；25，壳核；26，脑岛

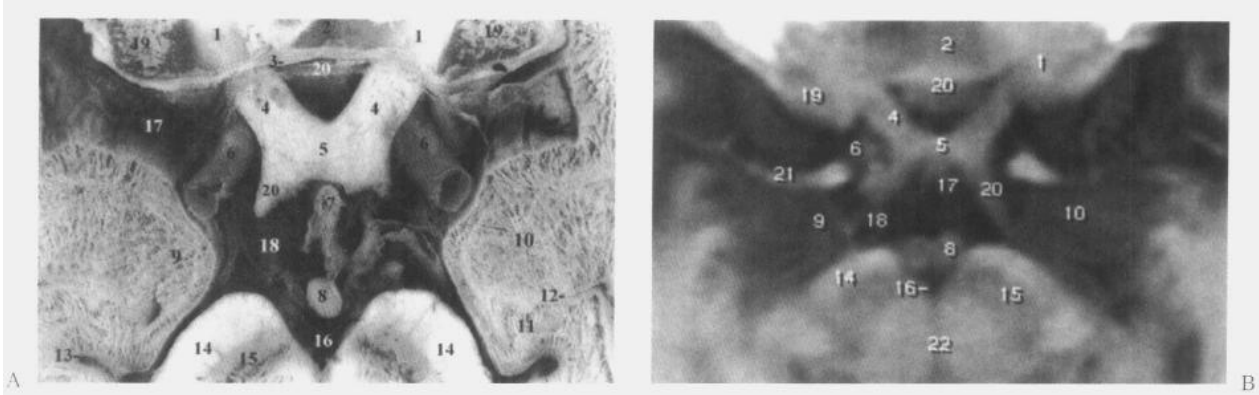


图 9.31 脑池段视神经：轴位解剖切面和反转恢复 T1 加权序列，层厚 3mm 的 MR 图像的相关性。1、管内视神经；2、蝶骨隆突；3、硬脑膜；4、脑池段视神经；5、视交叉下部；6、颈内动脉；7、外侧裂；8、乳头体；9、钩；10、杏仁核；11、海马；12、颞角钩隐窝；13、海马沟；14、大脑脚；15、黑质；16、脚间池；17、垂体柄和漏斗；18、交叉池；19、前床突；20、交叉沟；21、大脑中动脉；22、中脑

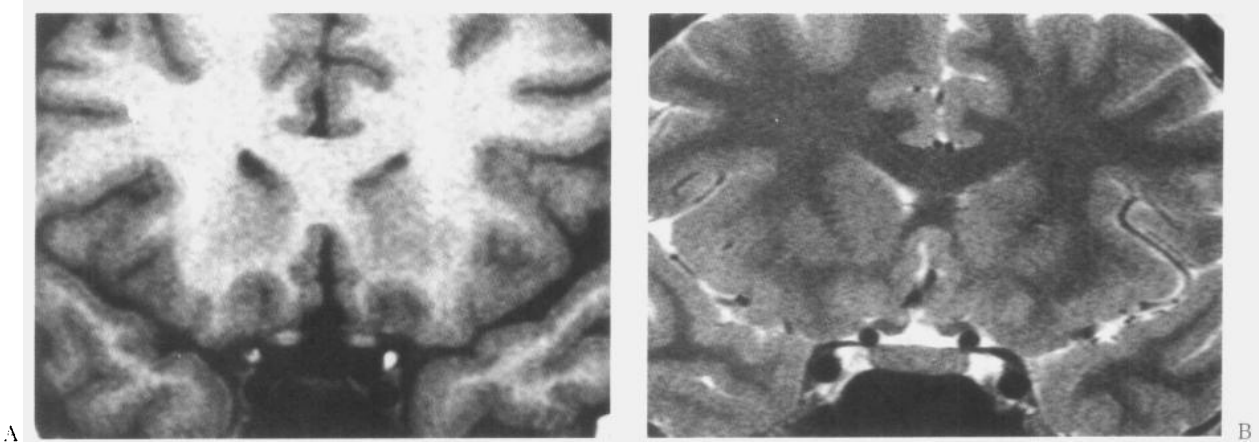
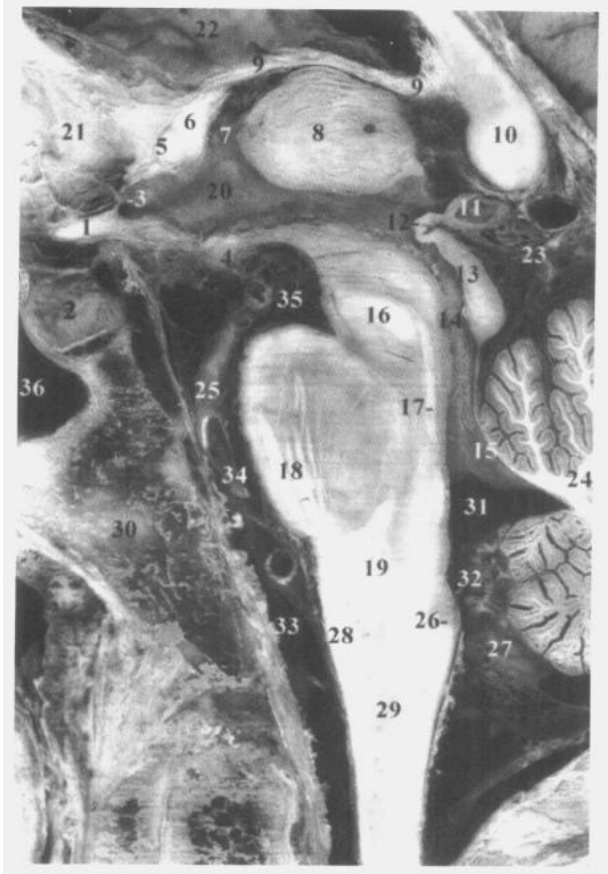


图 9.32A,B SE-T1 加权 A 和 SE-T2 加权脉冲序列 B（3mm 层厚），脑池段视神经的冠状 MR 切面

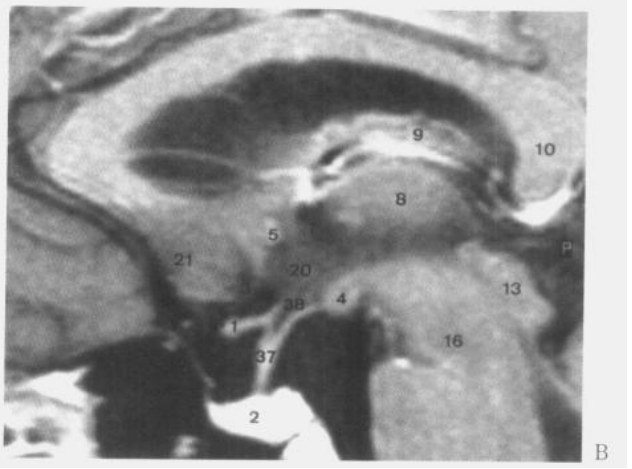
3～5mm。视交叉位于交叉池内，在蝶结节和交叉沟后面，蝶骨体上方，但也罕见于交叉沟内。事实上，它的位置变化与蝶鞍和垂体位置有关。79%的病例中，视交叉压在蝶鞍后 2/3 的上部，12%的病例中，视交叉在鞍膈之上。4%的个体中，位于鞍背之上后方，位于交叉沟内的仅占5%。视交叉在位置及其前后的固定部位的差异是其在 CT 或 MR 轴面上表现多样性的原因。视交叉通常为X形，主要包括围绕着MB的脑池段视束和大脑脚，这些结构可在 CH-PC 水平参考平面上清楚显示。

此外，视交叉自身的位置因颅骨的形态和头颅指数而异，短头中比长头中更接近喙侧及背侧。自视交叉的下缘到鼻结节线之间的距离大约为10.7mm。因此，视交叉的实际位置和其倾斜度的差异在正常人中是很广泛的。因此，附加的矢状MR 切面对视交叉、三脑室及其上方的视隐窝、双侧颈内动脉、大脑前动脉以及灰结节前后的前交通动脉、漏斗隐窝、脚间窝内的垂体柄的位置、形态和厚度的评估是必要的（图9.33）。基底池或鞍上池将视交叉与位于蝶鞍内的腺垂体分离。因此，视交叉事实上被 CSF 标出界限。

视交叉和邻近的脑池段视神经与视束与



A



B

图9.33 视交叉：正中矢状解剖切面和MR的相关性。1、视交叉；2、腺垂体；3、终板；4、乳头体；5、前连合；6、穹窿前柱；7、室间孔（Monro）；8、丘脑；9、穹窿；10、胼胝体压部；11、松果体；12、后连合；13、四叠体板；14、中脑导水管；15、上髓帆；16、小脑上脚交叉；17、内侧纵束；18、皮质脊髓束；19、延髓；20、第三脑室；21、胼胝体下区；22、尾状核；23、环池；24、小脑蚓；25、基底动脉；26、脑干；27、小脑延髓池；28、锥体；29、脊髓－延髓结合；30、斜坡；31、第四脑室；32、Magendie孔（第四脑室正中孔）；33、外侧延髓池；34、桥前池；35、脚间池；36、蝶窦

Willis环基底血管之间的关系是重要的，因此应该加以描述（图9.34A-F）。事实上，视觉通路的这个部分可被扩张性动脉硬化性血管生长异常所损伤。由变长而扩张的血管引起的视交叉或视神经移位并非少见，例如，基底动脉尖的病变。此外，Willis环是动脉瘤最常见的部位。因此，在NOP或者CH-PC平面里使用适当的脉冲序列完成轴位检查是重要的，它描绘这些血管的流空信号，正如任何PD或T2加权序列所得到的。为了更好地显示基底血管以及分支部和大脑中动脉及其脑岛分支，用这些平面定位的重建MR血管造影也许是有效的（见第2章）。

在19世纪末，视交叉纤维的局部解剖被许多学者做了广泛的研究。近来的主要研究已做了报道，由于猴与人类的视网膜和视网膜视纤维的解剖明显地相似，提高了我们对于视交叉视觉缺损的了解。视交叉最重要的特征是黄斑纤维，像周围的纤维一样，存在着交叉和未交叉纤维。在进入视束前，腹侧周围交叉纤维仍保持在腹侧并且在对侧视交叉前部形成环状，背侧纤维穿入视束背内侧部分。未交叉纤维保持在视交叉的外侧的相对部分，向同侧的视束行进。起源自双侧视网膜相应点的纤维连合好像从视交叉的后部开始，但是这种连合的结束只在视辐射的后部。

E 视束和外侧膝状体

视束开始于视交叉的后外侧角，在前穿质和灰结节之间向外及向后走行（图9.35A，B），

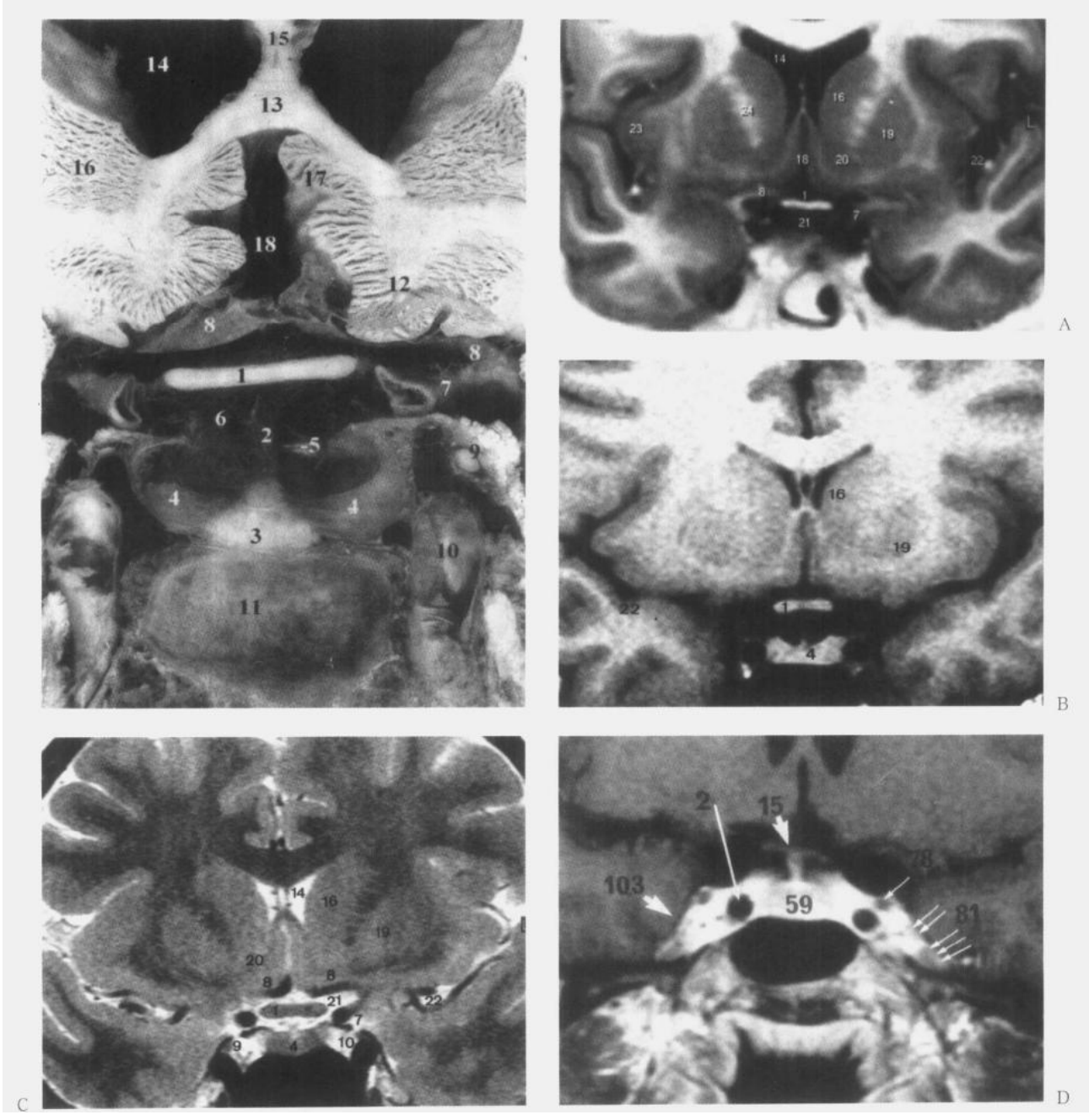


图 9.34A-D 视交叉：冠状切面与反转恢复 T1 加权（A）SE-T1 加权（B）和 T2 加权（C），钆灌注后 T1 加权显示管内视神经（D），3mm 层厚的 MR 的相关性。1，视交叉；2，垂体柄；3，神经垂体（后腺垂体）；4，腺垂体（前腺垂体）；5，鞍隔；6，鞍上池；7，床突上颈内动脉；8，大脑前动脉近段；9，动眼神经（Ⅲ）；10，海绵窦内颈内动脉；11，蝶窦；12，直回；13，胼胝体嘴部；14，侧脑室额角；15，透明隔；16，尾状核头；17，胼胝体下区；18，终板池；19，壳核；20，横隔核；21，交叉池；22，外侧裂；23，脑岛；24，内囊前肢。D 2，颈内动脉海绵窦段；15，视交叉和邻近视束；59，腺垂体；103，海绵窦；78，动眼神经（Ⅲ）；81，滑车神经（Ⅳ），在内侧和海绵窦间隙内，毗邻颈动脉和外展神经（Ⅵ）；81，三叉神经、眼支。注意海绵窦内的静脉窦强化和正常状态下腺垂体外侧的边界

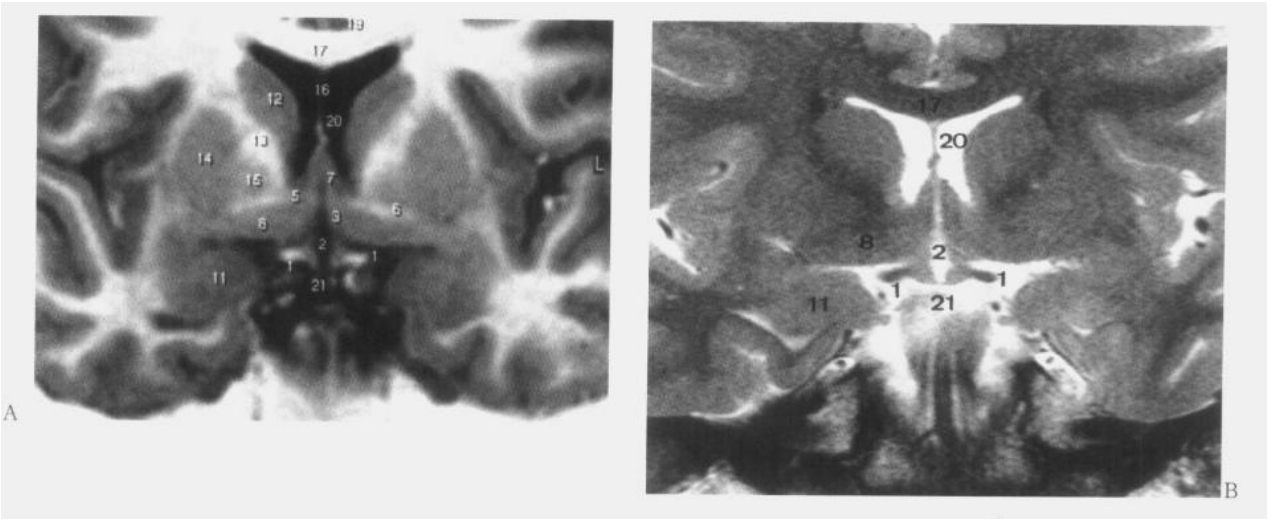


图9.35A,B 脑池段视束：冠状解剖切面与反转恢复T1加权（A）和FSE-T2加权（B），层厚3mm的MR层面的相关性。1，视束池（箭标）；2，第三脑室；3，下丘脑；4，第三脑室底（结节的区域）；5，前连合；6，前连合，侧支；7，穹窿前柱；8，无名质；9，嗅结节；10，脑脚袢；11，钩（杏仁体）；12，尾状核头；13，内囊（前肢）；14，壳核；15，苍白球；16，透明隔；17，胼胝体；18，扣带回；19，胼胝体沟；20，侧脑室额角；21，交叉池

构成脚间窝的前外侧边界，然后掠过大脑脚的上部，并附着其上（图9.36、9.37A，B）。沿着这部分路线，双侧视束均被其下方的海马钩及海马旁回所掩盖。视束正好在大脑后动脉上方，与其密切伴随，沿其间脑周围的通路走行，终止于丘脑后外侧的外侧膝状体。视束在外侧膝状体水平分为两条根，外侧根穿入外侧膝状体，内侧支进入内侧膝状体。

相应于整个对侧视网膜半野的交叉和未交叉的视觉纤维汇聚在各自的视束中。起自视网膜上部的纤维向背外侧走行，而那些起自视网膜下部的纤维向腹外侧走行。黄斑纤维见于背外侧。

灵长类动物中高度进化的外侧膝状体是一个小而圆呈帽状的灰白质核团，位于丘脑枕的后外侧（图9.38），其前柱与视束交融，正如矢旁状解剖切面所显示的（图9.39）。外侧膝状体位于环池侧隐窝上方，在平行于PC-OB参考线定位的冠状MR切面上显示良好。间脑周围视束、外侧膝状体和视脚需用高分辨率和高对比的影像以便清晰显示，如在T1加权IR序列或T2加权STIR序列冠状PC-OB平面上（图9.40）或在穿过海马的矢旁平面所显示的。

海马结构的Ammon角和伞部也穿过环池。每个外侧膝状体接受来自相应视束的接近80%的纤维。其中有些纤维并不终止于外侧膝状体，而是穿过它到达上丘。外侧膝状体是前视觉通路的终点站和视辐射的起点，通过它与距状皮质相连。

外侧膝状体在种系发生上分为腹侧较老的部分和背侧核。后者在进化过程变得越发重要，并通过视辐射投射到枕叶第一视皮质。在人类中腹侧核保持与中脑的连接。在组织学上，外侧膝状体从腹侧到背侧由六层交互的灰质和白质组成。在猕猴中，交叉的纤维终止在1、4、6层，而未交叉的纤维终止在2、3、5层。根据Hickey和 Guiller报道，在人类中，外侧膝状体及其板层构造的超微结构好像更为多样化，且常见于核的后半部，而在核的前部常呈不规则的交错。

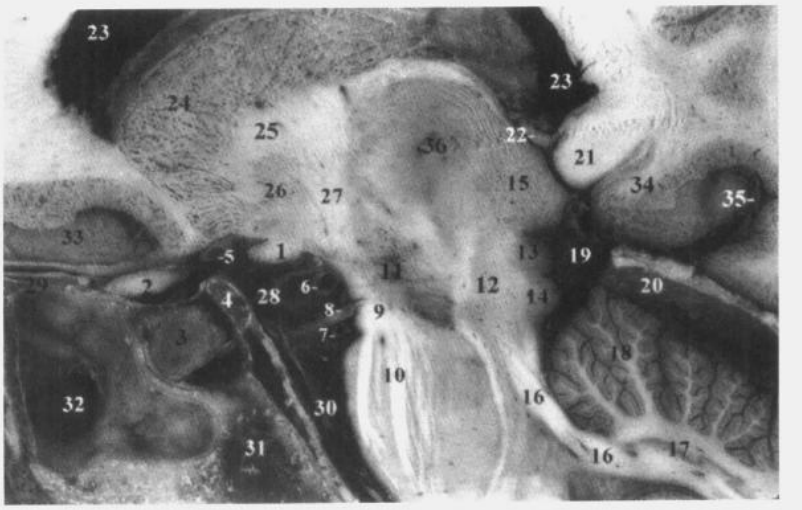


图9.36 脑池段视束：矢旁解剖切面与MR的相关性。1、视束；2、脑池段视神经；3、垂体；4、鞍背；5、大脑前动脉近段；6、大脑后动脉近段；7、小脑上动脉；8、动眼神经；9、大脑脚；10、桥脑皮质脊髓束；11、黑质；12、中脑被盖；13、上丘；14、下丘；15、丘脑枕；16、小脑上脚；17、齿状核；18、小脑蚓顶部；19、环池；20、小脑幕；21、胼胝体压部；22、穹窿；23、侧脑室体部；24、尾状核；25、辐射冠；26、豆状核；27、内囊；28、脚间池；29、蝶骨隆突；30、桥前池；31、斜坡；32、蝶窦；33、直回；34、峡部；35、顶枕距状沟主干；36、丘脑

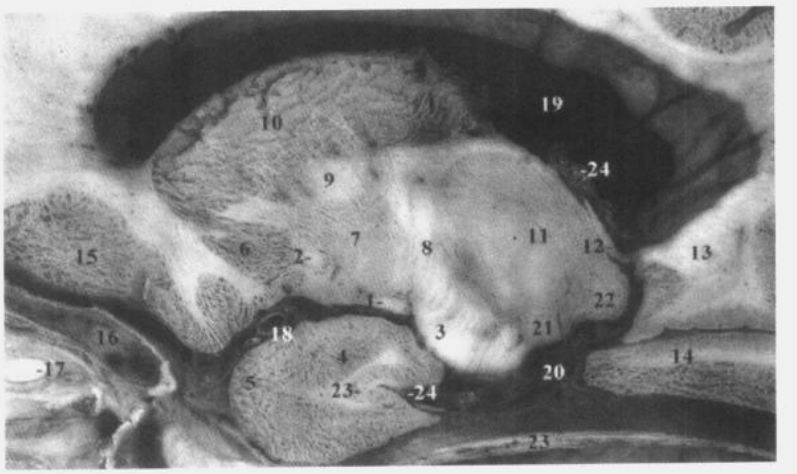


图9.37 脚周视束：矢旁钩切面与MR的相关性。1、视束；2、前连合；3、大脑脚；4、杏仁体；5、钩；6、壳核；7、苍白球；8、内囊；9、辐射冠；10、尾状核；11、丘脑；12、穹窿后柱；13、峡部；14、舌回；15、眶额叶；16、前床突；17、眶内视神经；18、大脑中动脉；19、侧脑室；20、环池（中脑周围池）；21、内侧膝状体；22、丘脑枕；23、小脑幕；24、钩沟

F 膝距束或视辐射

前部视觉纤维中继到枕叶皮质成为视辐射，视辐射从外侧膝状体（图9.41）延伸到纹状皮质。膝距束离开外侧膝状体成为视脚，在MR矢旁切面显示良好（图9.42）。它在颞叶、顶叶及枕叶形成一个明显的类带状薄层，宽约2mm。膝距束的纤维被分成平行排列的纤维束，在明确的局部解剖学上，它起于外侧膝状体，终止于视觉皮质。然后视辐射分成三个主要的解剖－功能束，它们占据外部的矢状组织层。这些结构主要在冠状层面上得以识别，成像方法是用FSE-PD加权（图9.43B）或STIR脉冲序列（图9.43C，D），使冠状切面垂直于颞－枕叶长轴，如同PC-OB参考线，这是由于前者与侧脑室下角的关系（图9.43A）。

背侧和外侧束直接向后延伸，穿过后部颞顶叶。腹侧束形成环状进入颞叶前外侧，在它向后走行到达纹状皮质之前位于侧脑室颞角的上方和周围，就像其他两束一样。就目前所知，假如视神经纤维在离颞极5cm内没有相遇，视辐射下部向前偏移到侧脑室下角外侧0.5～1cm

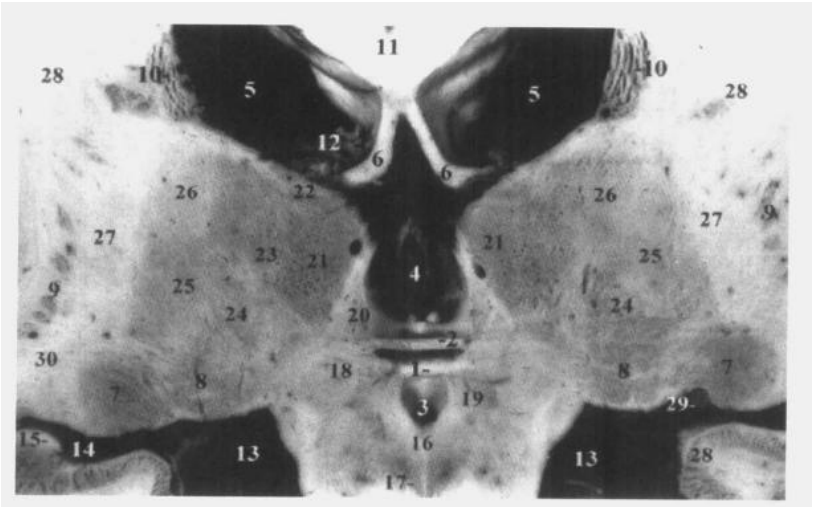


图 9.38 外侧膝状体：冠状解剖切面显示外侧膝状体实际包括在连合－脑间（PC-OB）参考平面内。1、后连合（PC-OB 参考平面的上界标）；2、缰连合；3、中脑导水管（上口）；4、第三脑室；5、侧脑室；6、穹窿后柱；7、外侧膝状体（参考平面内恒定的结构）；8、内侧膝状体；9、壳核的后界；10、尾状核体；11、胼胝体；12、侧脑室脉络丛；13、间脑外侧池（横裂）；14、脉络膜裂（横裂）；15、海马伞；16、（中脑导水管）管周灰质；17、动眼神经核复合体（V 形）；18、顶盖前核；19、后连合核；20、缰核；21、丘脑背内侧核；22、丘脑背外侧核；23、丘脑正中核；24、丘脑腹后内侧核；25、丘脑腹后外侧核；26、丘脑腹外侧核；27、内囊（后肢的后端）；28、辐射冠；29、大脑后动脉；30、内囊、豆状核后部

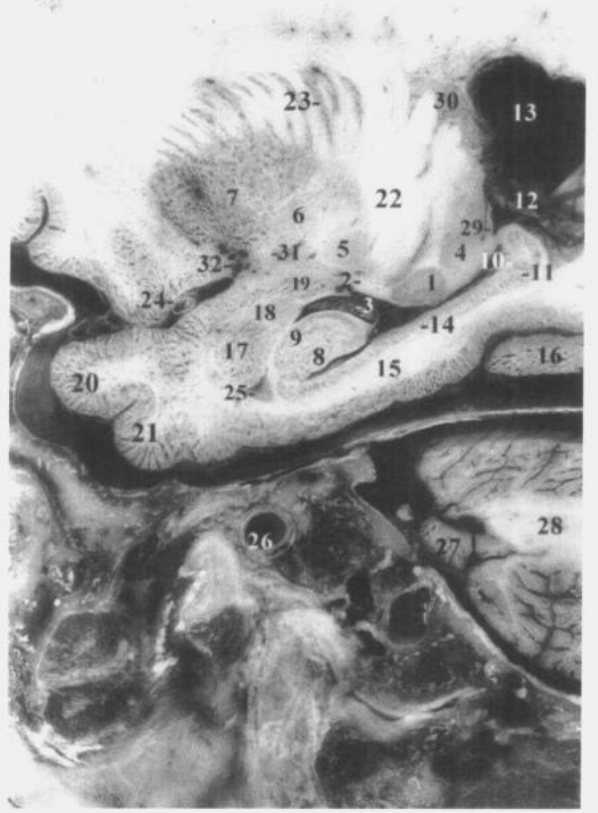


图 9.39 外侧膝状体：通过海马和杏仁体的矢旁解剖切面，显示视束的终末段，该段毗邻具有特殊内部分层结构的帽状外侧膝状体的前部。1、外侧膝状体；2、视束；3、侧脑室颞角（和脉络丛）；4、丘脑枕；5、内侧苍白球；6、外侧苍白球；7、壳核；8、海马头，齿状回；9、海马头，Ammon 角；10、海马尾，齿状回；11、海马尾，Ammon 角；12、侧脑室脉络丛；13、侧脑室三角区；14、海马回下脚；15、海马旁回；16、梭状回；17、杏仁体，外侧核；18、杏仁体，基底核；19、杏仁体；20、颞上回；21、颞中回；22、内囊；23、豆尾灰质桥；24、大脑中动脉；25、侧脑室颞角；26、颈内动脉（颈内管）；27、绒球；28、小脑白质；29、穹窿后柱；30、尾状核，体部；31、前连合；32、前穿质

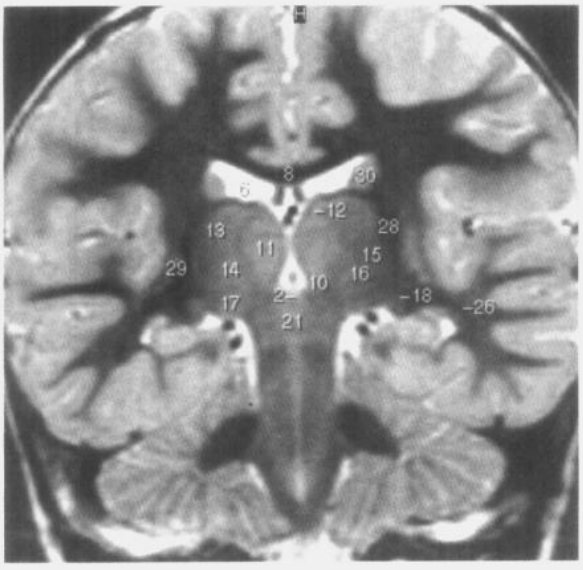


图 9.40 外侧膝状体：穿过外侧膝状体的冠状 MR 切面（18），外侧膝状体总是显示在这个平面上，并见于相当于联合－脑叶（PC-OB）参考线的横断面上，其外界由构成 Wernicke 三角区的白灰束的相对的低信号。在外侧，于颞叶内可见膝状距状束（Meyer 环26），在 STIR（或质子密度及灌注加权）MR 序列的图像上被清楚显示

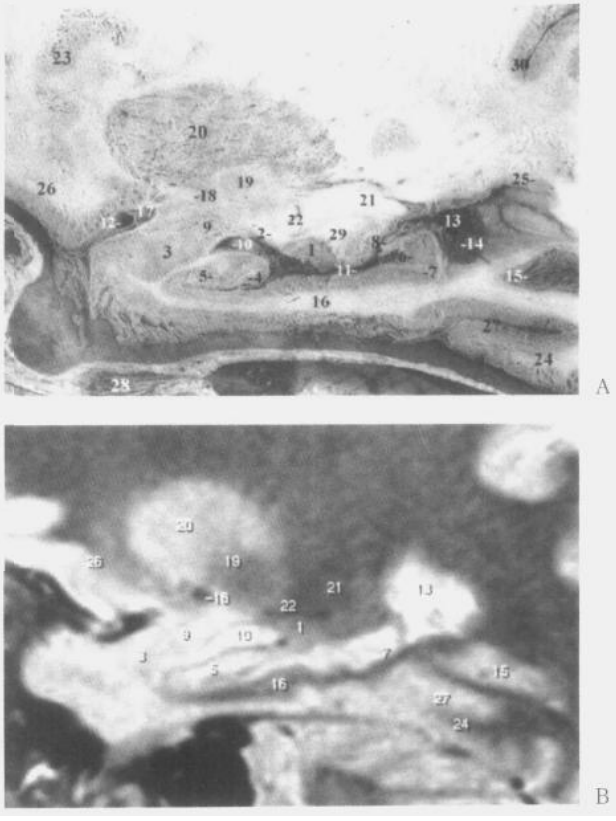


图 9.41A,B 视脚和膝状距状束：矢旁位解剖切面和用 STIR 脉冲序列、3mm 层厚的 MR 图像的相关性。1、外侧膝状体；2、视束；3、杏仁体、基底核；4、海马头、齿状回；5、海马头、Ammon 角；6、海马尾、齿状回；7、海马尾、Ammon 角；8、海马伞；9、杏仁体、内侧核；10、侧脑室颞角；11、中脑周围池；12、外侧裂；13、侧脑室三角区；14、侧脑室脉络丛；15、前距状沟；16、海马旁回；17、岛阈；18、前连合；19、苍白球；20、壳核；21、内囊豆状核后部；22、内囊豆状核下部；23、前脑岛皮质；24、梭状回；25、尾状核尾部；26、眶额回；27、侧副沟；28、三叉神经腔；29、Wernicke 三角区；30、顶内沟

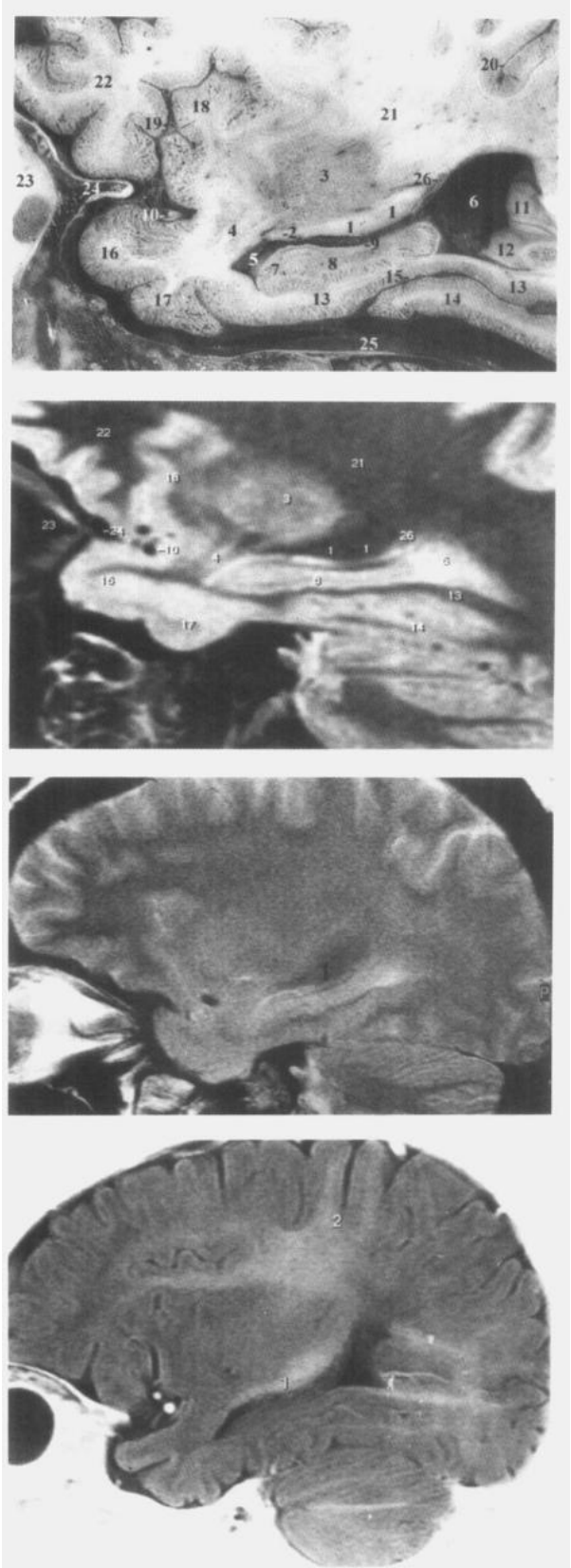
处，称作 Meyer 环。视辐射和颅内视觉通路在 Klingler 的精细解剖标本上显示得极为清晰（图 9.44）。

就视辐射的 MR 相关性和信号表现而论，它在正常和在病理解剖的情况下，如血管源性水肿时，仍然容易显示。在精确T2加权序列的冠状和轴面上显示出沿侧脑室颞枕角的大量纤维的低信号。

与半球内其余的疏松的白质核心相比，视辐射相对的低信号，可能是由于神经束的T2弛豫时间对静磁场（BO）方向的定位依赖性。这至少会部分地导致视辐射的 T2 弛豫时间的相对缩短，视辐射大致垂直于与 PC-OB 线平行的冠状切面。在应用标准头线圈的常规 MR 成像中，常规调整体部位置，可将 PC-OB 线按静态磁场方向定位。

功能方面的考虑：

- 垂直束或外侧束，构成视辐射的多半，相当于起自两个同侧视网膜黄斑的黄斑纤维。其上半段代表上 1/4 和下 1/4 的下半。这些纤维供应到枕极上的纹状皮质。



- 背侧束包括起自外侧膝状体中间的纤维，相当于两个同侧半视网膜的上部黄斑外部分。背侧束投射到距状裂上唇。
- 腹侧水平束包括起自外侧膝状体外部的纤维，相当于同侧半视网膜的下方黄斑外或周围部分，投射到距状裂下唇。

G 视纹皮质（17区）

纹状或视觉皮质也是指Brodmann17区，占据距状沟的上下唇。当月状沟显示时，其后界为月状沟，可延伸到距半球枕极1～1.5cm处。这种在枕极内后侧的延伸表现重要的个体变异。视感觉区皮质呈纹状，在组织学上根据一条白线识别，这就是Gennari线，该线是一层有髓鞘的视辐射纤维终端，目前在使用标准头线圈的常规MR图像上不能显示。顶枕沟是纹状皮质的前界。平均67%的视觉皮质埋藏在距状裂和其分支的深部。

距状裂的范围是不同的，通常限制在半球的内侧面，在MR矢旁切面上显示良好(图9.45)。它起于颞极附近，然后前行，其行程稍有弯曲，最后与顶枕沟相连。纹状皮质区在距状裂下部比上部大，进一步向前延伸约2cm。另外距状裂底部有时被隐匿的脑回穿过，如Déjerine前后楔舌回，在矢旁切面可显示。距状裂前部是一条界沟，在侧脑室后角内壁形成一个隆突，称作

图9.42A-D 膝状距状束或视辐射：矢旁解剖切面(A)和MR图像的相关性，MR用STIR序列(B)、FSE-T2加权序列（C）和图像翻转显示的STIR序列完成，婴儿（D）。1，视辐射（膝状距状束）；2，视脚；3，壳核；4 颞干；5，侧脑室下角；6，侧脑室三角区和脉络丛；7，海马体，Ammon角；8，海马体，齿状回；9，海马伞；10，大脑中动脉；11，禽距；12，禽距；13，海马旁回；14，梭状回；15，侧副沟；16，颞上回；17，颞中回；18，脑岛皮质；19，脑岛环状沟；20，顶内沟；21，半卵圆中心；22，额叶；23，眶；24，翼点；25，小脑幕；26，尾状核尾部

禽距（图9.42）。纹状皮质相对较薄，根据Von Economo和Koskinas所述平均为2.2mm。视辐射组成纹状皮质的传入连接，在通过Gennari纹后终止在17区。

纹状皮质位于楔叶（距状沟上方的楔形区，其表面一般有一或两个小沟而形成凹陷）和位于其下面的舌回之间，其上部为距状沟下方为侧副沟（图9.46）。注意侧副沟起于枕极附近，向前延伸，大致平行于距状沟。

考虑到视觉皮质的功能和解剖方面，一般，至少部分地同意Holmes关于皮质代表区的观点，即每侧视网膜的上半部覆盖枕叶纹状皮质的背侧部分，和腹侧部分的下半部。关于黄斑纤维的定位，Holmes认为它位于大脑半球后极的顶端，然而根据Von Monakow和Polyak的报告，已经观察到这些纤维沿距状裂广泛分布。Hubel和Wiesel对猕猴的研究，为纹状视感觉皮质的工作方法和纹状皮质细胞功能的了解作出了重要贡献。

H 纹旁（18区）和纹周（19区）皮质

纹状皮质（17区）与旁纹状皮质（18区）的联系密切，前者位于枕叶内并与后者相邻。该区内未见到Gennari带。纹周区（19区）比18区大得多，位于大脑半球的外侧越过半球的内侧面，从上到下围绕纹旁区。纹周区大部位于顶叶后部，并向内下延伸到颞叶后部。

考虑到枕叶外侧部，脑沟形态的主要变异已被许多学者报道，如在第3章中讨论的那样，需要进一步研究。

18区和19区与17区相关的视觉综合功能有关，特别与视力感觉有关。影响前纹状视运动皮质的病变会导致视觉定向紊乱、视觉认识不能及局部解剖性记忆丧失和评估距离的能力丧失。Zeki指出，在恒河猴中存在着从纹状皮质到前纹状皮质（18和19区）之间的纤维投射。Zeki证实了在哺乳动物中存在着在一个解剖区域，即V-4区或第4视觉区，并相信该区与色彩分析有关。实际上在恒河猴中已识别出两个亚区，第一个位于月状沟前唇，另一个在颞上沟后边坡的外侧面。临床和功能MR资料倾向于证实在人类中也是同样的结果。

I 与视觉系统相关的上丘

上丘位于中脑顶盖内，后连合和松果体的尾侧，在轴面上与红核在同一水平。部分四叠体板，即上丘见于胼胝体压部的下方，两侧上丘部分地被丘脑枕重叠，如在冠状面解剖和MR图像上或/和矢旁切面上所见（见第8章）。从功能的观点上看，上丘和前顶盖一样主要和瞳孔的功能和眼的活动有关。临床观察表明上丘也与定位刺激有关，推想这是一种通过视网膜-顶盖通路中转的功能。

J 视觉通路的血供

长长的视觉通路的血管形成是由起自颈内动脉系统、基底动脉系统和Willis环的不同血管蒂供应。在前面，眼动脉供应眶视神经的眼内和眶内部分。另外一支常见的血供来自颈外动脉系统通过脑膜中动脉。视神经管内部分的血管形成主要由起自颈内动脉的软膜血管供应，极少起自眼动脉的附属血管蒂供应。

视神经颅内部分的血供依靠起自颈内动脉、前交通动脉和大脑前动脉近侧的A1段的小血管蒂。解剖变异的出现取决于脑池内视神经的长度。

背侧视交叉的血供主要通过大脑前动脉A1段，和来自颈内动脉和前交通动脉的各种供应。根据Bergland和Ray所述，腹侧视交叉的血管形成起于后交通动脉、大脑后动脉甚至

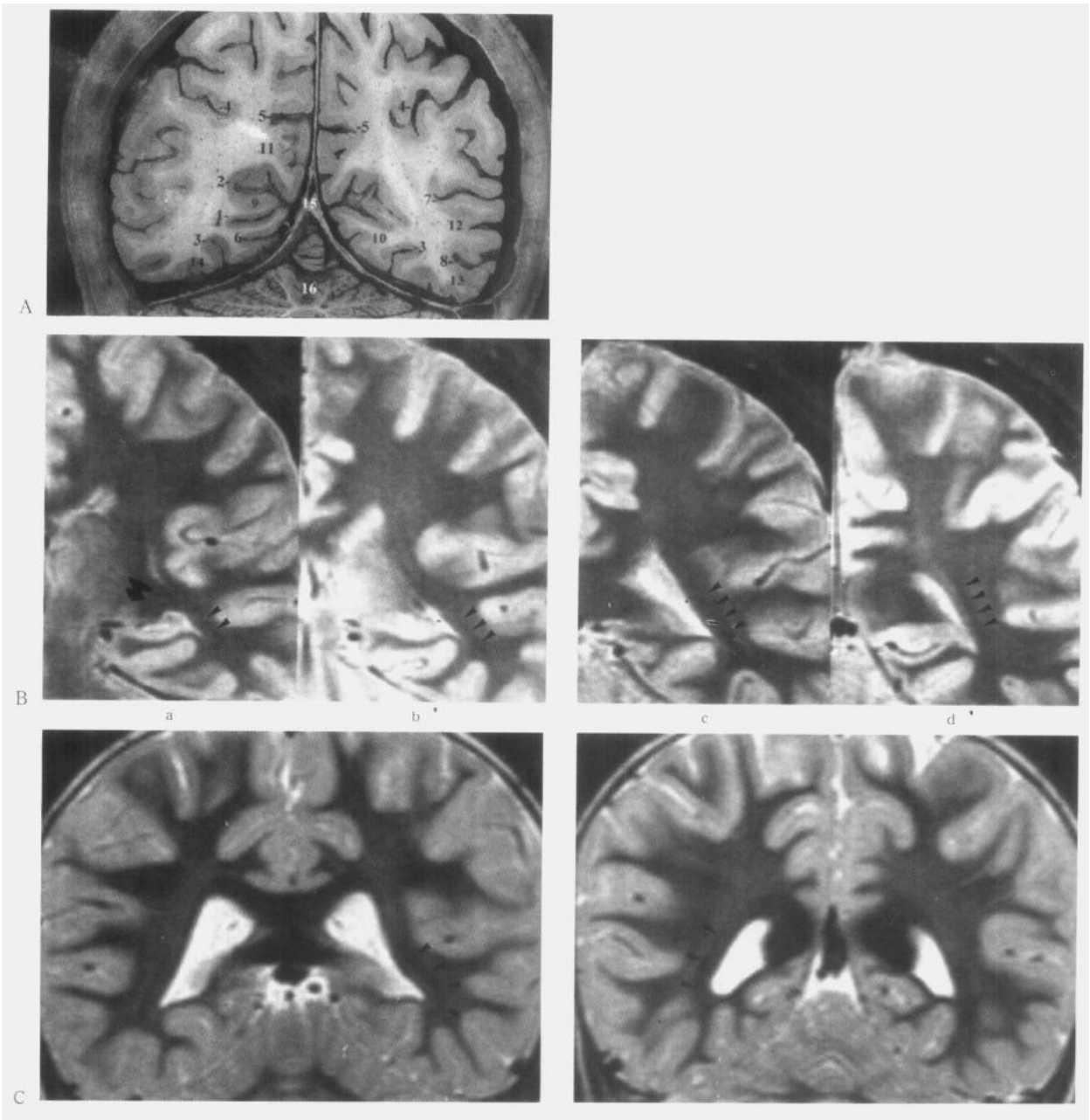
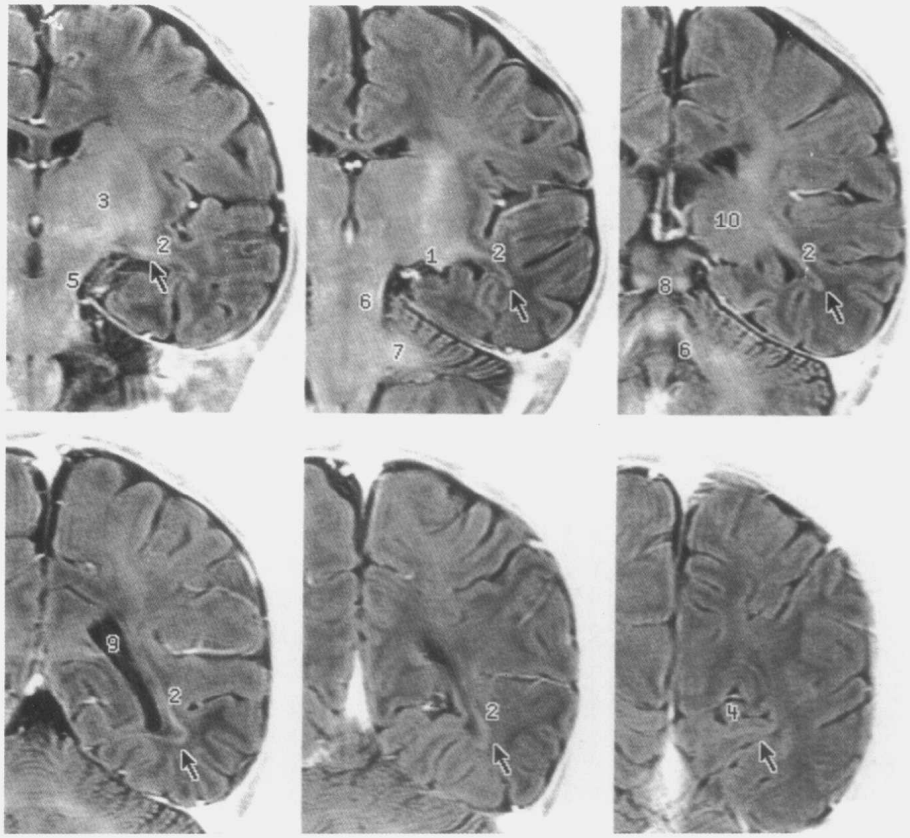
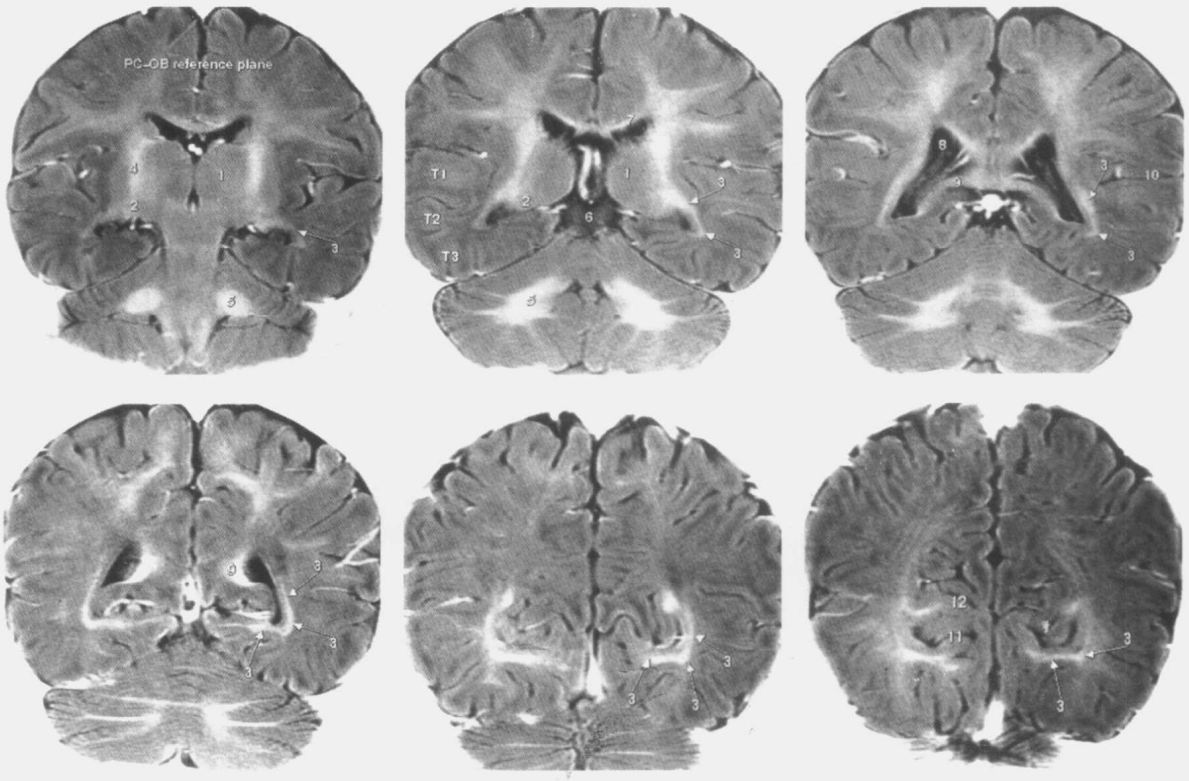


图9.43 A 距状沟：冠状解剖切面。1，距状沟；2，顶枕沟；3，侧副沟；4，顶内沟；5，顶下沟；6，舌沟；7，颞上平行沟；8，颞下沟；9，楔叶；10，舌回；11，楔前叶；12，颞上回；13，颞枕外侧回；14，颞枕内侧回；15，直回；16，小脑；17，小脑幕；18，侧窦。B、C 视辐射（箭标）：冠状MR切面显示膝状距状束（多箭标），使用质子密度（B）和STIR脉冲序列、成人（C）；在PC-OB参考平面中外侧膝状体水平（a，黑箭标）；在丘脑枕水平（b）；侧脑室三角区外侧（c）；在外侧且与侧脑室枕角密切相关的（d）。D，E 视辐射（箭标）：按联合－脑门（PC-OB）参考平面定位的冠状MR切面，显示早期髓鞘形成的膝状距状束，见于两个婴儿中，分别为4个月（D）和6个月（E），使用STIR序列图像并翻转显示。D 1，外侧膝状体；2，视辐射；3，皮质脊髓束；4，距状裂；5，大脑脚；6，小脑上脚；7，小脑中脚；8，下丘；9，侧脑室三角区；10，丘脑枕。E 1，丘脑；2，外侧膝状体；3，视辐射；4，皮质脊髓束；5，小脑；6，环池和顶盖板；7，胼胝体压部；8，侧脑室三角区；9，压部；10，外侧裂；11，距状沟；12，顶枕沟


3
2
5
1
2
6
7
10
2
8
6
9
2
2
4

D


PC–OB reference plane
4
1
2
3
T1
T2
T3
1
3
2
6
3
8
3
10
3
3
12
11
3
3
3
3

E

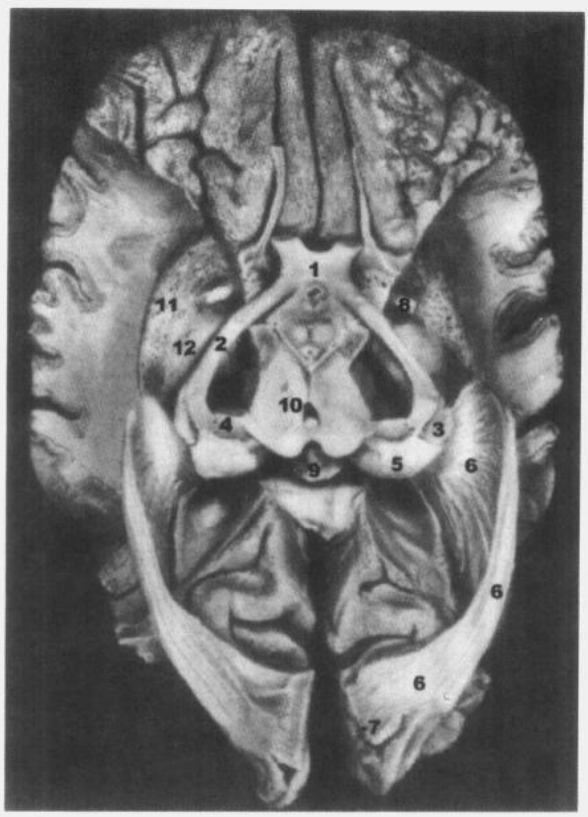


图9.44 A 视辐射下面观：1，视交叉；2，视束；3，外侧膝状体；4，内侧膝状体；5，丘脑枕；6，视辐射；7，距状沟；8，前连合；9，松果体；10，中脑剖面；11，壳核剖面；12，苍白球截面。B 视辐射侧面观：2 视束；6 视辐射

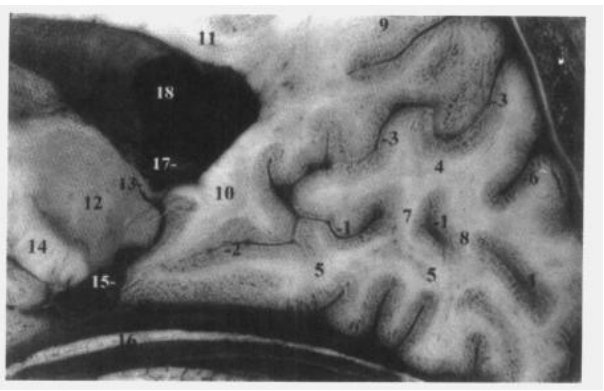


图9.45 距状沟和顶枕沟：矢旁解剖切面与MR相关性（见第3章）：1，距状沟、后段；2，距状沟、前段；3，顶枕沟；4，楔叶；5，舌回；6，楔状沟；7，楔舌回、前部；8，楔舌回，后部；9，楔前叶；10，峡部；11，扣带；12，丘脑；13，穹窿后柱；14，内囊；15，大脑后动脉；16，小脑幕；17，侧脑室脉络丛；18，侧脑室，体部

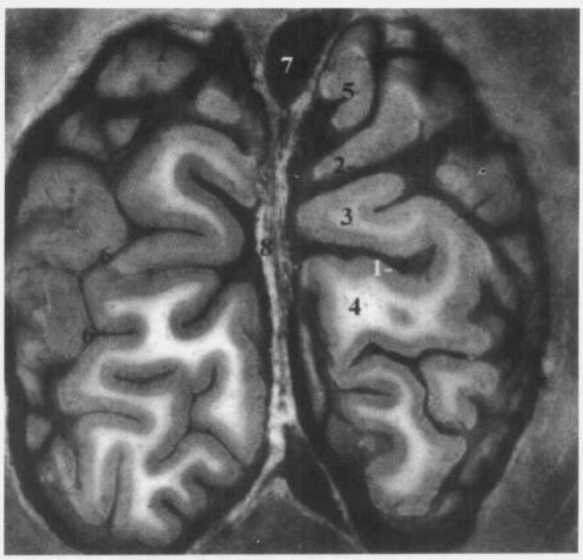


图9.46 距状沟和顶枕沟：冠状解剖切面。1，距状后沟；2，顶枕沟；3，楔叶；4，舌回；5，楔前叶；6，枕沟；7，上矢状窦；8，大脑镰

基底动脉的分支。主要的供应来自颈动脉。

根据 Carpenter 等人所述，视束的血液供应主要来自颈内动脉的分支脉络膜前动脉。外侧膝状体的外侧由脉络膜前动脉供给，内侧由外侧脉络膜后动脉供给。

就后视觉通路沿其颅内路线走行的情况而论，大脑中动脉供应视辐射的上部，而视辐射的下部血管形成靠大脑后动脉分支。纹状皮质的血供主要通过大脑后动脉和它的分支。Beauvieux和Ristich-Goelmino指出在大脑后动脉和大脑中动脉分支之间存在着吻合网状系统。

V 神经-眼科疾病的磁共振方法

因为眼和脑的密切解剖关系，我们应当知道神经眼科的体征和症状具有诊断和定位意义。因为超过半数的脑瘤病人有视觉通路和动眼系统损伤的某种表现，我们必须认识到神经眼科学医生和神经放射学医生在尽早发现微小的脑病理改变中共同承担的责任。MR 检查策略的确定主要取决于临床和临床神经眼科学资料，尤其是视力灵敏程度、眼底、视野和各种唤起能力。

在大多数病例中，正确的诊断依靠准确的解剖和临床与神经放射学和眼科学结果的相关性。关于影像方面可分出三个沿视觉通路的主要解剖和功能区：眼眶、视交叉区及视辐射。

A 眶区

眶内视神经检查中，选择NOP作为头部定位的准确性是毫无疑问的。垂直NOP的冠状切面可最佳地显示及帮助评估视神经的眶内部分和视神经鞘的大小和信号强度的任何细微的改变。沿视神经管长轴定位的斜矢状层面，如果需要、在可疑胶质瘤自眼眶向颅内延伸的情况下、最适合评估管内段和脑池段视神经的情况。因此可以避免部分容积效应现象和由于视神经管本身和邻近的筛窦在大小和形态上广泛的变异造成的假像。在所有病例中，推荐应用薄层（平均3mm）和高分辨率影像。如疑及视神经周围浸润，则垂直NOP的斜冠状切面是必要的。在这些病例中，建议应用对比弥散跟踪和薄层、T1 加权、脂肪抑制连续的层面（3mm）小视野和表面线圈。

B 交叉区

视交叉区的成像，包括视交叉、毗邻的脑池段视神经和视束已大大受益于MR 矢状位和冠状位检查。使用轴位 CT 时，作为诊断交叉区内可疑病变的第一步，是基于对交叉池的分析和形态的认识，而交叉池通常为星形。视交叉自身的形态因其位置而异，而位置又随头颅指数和年龄增长而变化。首先做MR 矢状面检查，从而改进检查方法，这样不仅可对视交叉及其邻近可能存在的病变做直接评估，并可有效地评价视交叉内在和外在的性质。视交叉厚度增厚、第三脑室底部组织破坏和浸润、病变沿视觉通路向前或向后扩展可一目了然。因此可以鉴别鞍区或蝶鞍（蝶骨体连接小翼的部分）的肿瘤性疾病与起自蝶骨海绵窦区或斜坡的外在性病变。

MR或CT检查的第二步是冠状位检查，例如，应用与NOP垂直的定位像检查特别大的病变，或用 PC-OB 脑干参考线检查小的，主要是累及膝状体前的前视觉通路的浸润性病变和需要长期随访的病变。在视神经胶质瘤检查中，令人关注的主要是在T2加权的水平切面上显示肿瘤的前后范围和高典型性的“胡须征”，即增大的视束自视交叉开始以对称或不对称的形式向两侧延伸，到达外侧膝状体。但是增大

的视束即使容易在轴面上显示，当视束为肿瘤性病变，并疑有中脑周围异常时，应用冠状面检查较好。在神经胶质瘤的病例中，更是如此。冠状切面对来自视交叉、视束或者第三脑室壁的浸润性肿瘤向上部及下部延伸的范围的评估最好。在这些冠状T2加权切面上，苍白球错构瘤很容易显示，这些层面位于AC之上，可以特征性地将肿瘤与视束及豆状核下区分开。神经纤维瘤病患者的随访观察需严格的层面重复性检查，检查时需要严格的图像重复性以便尽早发现错构瘤的范围以及信号的任何改变。

外侧膝状体和邻近的视束表明与丘脑后结节和双侧大脑脚有重要关系，在平行于PC-OB参考线的冠状切面上显示最清晰。在大多数情况下，外侧膝状体见于该平面的前部，这取决于层面的厚度。

矢旁切面最大的贡献是显示位于海马结构上方的外侧膝状体。根据PC-OB线定位，从被盖部延伸到胼胝体膝部的冠状连续层面，能够可靠而有效地研究从视神经管到膝状距状束起始部的前部颅内视觉通路。

矢状平面上外侧膝状体成像也可垂直地评估分布在侧脑室下角外上侧体积巨大的视脚。按照前面讨论的参考线定位的轴位和冠状切面，对于评估颞叶、顶叶和枕叶的膝状距状束的侧脑室通路的帮助最大。与视野检查法相比，垂直的局部解剖关系的相关性从垂直于侧脑室下角长轴的冠状成像方法中获益最多，与使用PC-OB参考线所得到的一样。

C 纹状皮质

距状裂容易在脑的正中矢状切面上显示，该切面便于用作评估大脑半球的内侧面。纹状皮质位于距状裂深部，并且形成它的上唇和下唇，纹状皮质也能在冠状面和轴面上显示。纹状体与侧脑室枕角的密切关系，和它邻近的视辐射在PD加权序列和STIR序列冠状切面上的可见度有助于对它的识别。实际上，没有用于研究距状裂的理想头部定位，因为其形状在个体之间存在着差异。值得注意的是，CH-PC参考线最常与顶枕沟和距状沟的总干相交叉。

总之，可以说视觉通路大致是呈轴位而对称的，始于视网膜，从前向后延伸终止于枕叶的视皮质。有效的MR检查主要是依靠事前所了解的临床神经眼科学资料。这些资料有助于选择最准确的参考平面和检查方法，以便得到尽可能准确和具重复性的结果。适当选择头部参考平面、定位方向和层厚最为重要。为了最理想地揭示视觉通路本身及外在病变，切面应该准确定位。此外，所用的头部参考平面要能够可靠地和可重复地对病变进行随访，以便正确评价病变的自然病史和治疗效果。最后，应认真选择成像方法以便取得最佳的解剖结果，摆脱眼移动和流动伪影，以发现视觉通路内外甚至最为隐蔽的异常。MR成像，至少对于眼和视觉通路来说，是评估神经-眼科疾病的最佳选择方法，这是因为其众所周知的无创性三维的成像方法和高对比分辨率。

参考文献

Abbie AA (1933) The blood supply of lateral geniculate body with note on morphology of choroidal arteries. J Anat 67:491-521

Arey LB, Bickel WH (1935) The fibers in the optic nerve. Anat Rec [Suppl]:61

Bailey P, Von Bonin G (1951) The isocortex of man. University of Illinois Press, Urbana

Beauvieux J, Ristich-Goelmino K (1926) De la vascularisation du centre cortical de la macula. Arch Ophthalmol (Paris) 43:5-20

Bembridge BA (1956) The problem of myelination in the central nervous system, with special reference to the optic nerve. Trans Ophthalmol Soc UK 76:311-322

Bergland R, Ray BS (1969) The arterial supply of the human optic chiasm. J Neurosurg 31:327-334

Bergland RM, Ray BS, Torack RM (1968) Anatomical variations in the pituitary gland and adjacent structures in 225 human autopsy cases. J Neurosurg 28:93-99

Bregeat P (1973) Les syndromes opto-chiasmatiques. Masson, Paris

Broca P (1862) Sur les projections de la tête, et sur le nouveau procédé de céphalométrie. Bull Soc Anthropol Paris, 31st series, pp 514–544
Broca P (1873) Sur le plan horizontal de la tête et sur la méthode trigonométrique. Bull Soc Anthropol 8:48–96
Brouwer G, Zeeman WPC (1925) Experimental anatomical investigations concerning the projection of the retina and the primary optic centers in apes. J Neurol Psychopathol 6:1–10
Brouwer B, Zeeman WPC (1926) The projection of the retina in the primary optic neuron in monkeys. Brain 49:1–35
Burdach K (1819–1826) Vom Baue und Leben des Gehirns. Leipzig
Burde RM, Savino PJ, Trobe JD (1992) Clinical decisions in neuroophthalmology. Mosby Year Book, St Louis
Cabanis EA, Salvolini U, Radallec A, Menichelli F, Pasquini U, Bonnin P (1978) Computed tomography of the optic nerve: part II Size and shape modifications in papilledema. J Comput Assist Tomogr 2:150–155
Cabanis EA, Haut J, Iba-Zizen MT (1980) Exopthtalmométrie tomodensitométrique et biométrie TDM oculo-orbitaire. Bull Soc Ophtalmol, 80:63–66
Cabanis EA, Iba-Zizen MT, Coin JL (1981a) Les voies visuelles un "nouveau" plan d'orientation de la tête (Plan Neuro-Oculaire). Bull Soc Ophtalmol 81:433–439
Cabanis EA, Iba-Zizen MT, Pineau H, Coin JL, Newman N, Salvolini U (1981b) CT scanning in the "neuro-ocular plane": the optic pathways as a "new" cephalic plane. Neuroophthalmology 1:237–251
Cabanis EA, Iba-Zizen MT, Pineau H, Tamraz J, et al. (1982a) Le plan neuro-oculaire (PNO) en tomodensitométrie (TDM ou scanner RX), détermination d'un "nouveau" plan horizontal de référence céphalique orienté selon les voies visuelles/The neuro-ocular plane (NOP) with CT: a new horizontal cephalic reference determined by the optic pathways. Biométrie Hum 17:21–48
Cabanis EA, Iba-Zizen MT, Tamraz J, Muzac S (1982b) Topométrie oculo-orbitaire: aspect dynamique normal et pathologique. In: Tomodensitométrie en pathologie oculo-orbitaire. Bull Soc Ophthalmol, Ann Rep 31–56
Cabanis EA, Iba-Zizen MT, Tamraz J, Stoffels C (1984) IRM de la tête et du cou orientée selon le plan neuro-oculaire (PNO): une condition d'efficacité anatomique. J Bioph Med Nucl 8:48–50
Cabanis EA Laugier A, Iba-Zizen MT, Tamraz J, Stoffels C (1985) Anatomie de la tête. Imagerie par Résonance Magnétique, Le concours médical, 107:3191–3197
Cabanis EA, Tamraz J, Iba-Zizen MT (1986) Imagerie par Résonance Magnétique (IRM) de la tête à 0,5 Tesla. Atlas de corrélations anatomiques normales dans 3 dimensions, selon l'orientation du Plan Neuro-Oculaire (PNO). Feuillets Radiol 26:308–416
Cabanis EA, Tamraz J, Iba-Zizen MT (1988) Corrélations anatomiques normales dans 3 dimensions, selon l'orientation du plan neuro-oculaire In: Atlas d'IRM de l'encéphale et de la moelle. Aspects normaux. Masson, Paris, pp 11–120
Carpenter MB, Norback CR, Moss ML (1954) The anterior choroidal artery, its origins, course, distribution, and variations. Arch Neurol Psychiatr 71:714–722
Cohen M (1989) Perspectives on holoprosencephaly. III. Spectra, distinctions, continuities and discontinuities. Am J Med Genet 34:271–288
Crescitelli F (1977) The visual system in vertebrates. Springer, Berlin Heidelberg New York
Da Vinci L (1911–1916) Quadrerni di anatomia Christiana. Vaugsten, Fonahn et Hopstock
Delattre A, Fenart R (1960) Cranio-cerebral topometry in man. Masson, Paris
Demyer W, Zeman W (1963) Alobar holoprosencephaly with median cleft lip and palate: clinical, nosologic and electroencephalographic consideration. Confin Neurol 23:1–36
Demyer W, Zeman W, Palmer C (1964) The face predicts the brain: diagnostic significance of medial facial anomalies for holoprosencephaly. Pediatrics 34:256–263
Descartes R (1966) L'Homme de René Descartes et un traité de la formation du foetus du même auteur Avec les remarques de Louys de la Forge sur le traité de l'Homme de René Descartes et sur les figures par lui inventées. Charles Angot, Paris
Duke-Elder S (1973) System of ophthalmology. Mosby, St Louis
Elliot Smith G (1903) The morphology of the retrocalcarine region of the cortex cerebri. Proc R Soc 73:59–65
Elliot Smith G (1904) The morphology of the occipital region of the cerebral hemisphere in man and the apes. Anat Anz 24:436–451
Elliot Smith G (1907) New studies on the folding of the visual cortex and the significance to the occipital sulci in the human brain. J Anat 41:198–207
Fenart R, Vincent H, Cabanis EA (1982) Le plan orbitaire chez l'adulte jeune, sa position relative a d'autres éléments architecturaux de la tête Etude vestibulaire. Bull Mém Soc Anthropol 9:29–40
Flechsig PE (1896) Gehirn und Seele. Veit, Leipzig
Flechsig PE (1900) Meine myelogenetische Hirnlehre. Berlin
Francois J, Neetens A, Collette JM (1956) Vascularization of the optic pathways: IV. Optic tract and external geniculate body. Br J Ophthalmol 40:341–354
Fullerton GD, Cameron IL (1988) Relaxation of biological tissues. In: Wehrli FW, Shaw D, Kneelan JB (eds) Biomedical magnetic resonance imaging. VCH, New York
Galen C (131–201) De usu partium de corporis hymani De nervorum dissections and Tyroxes De anatomicis administrationebus
Geoffroy Saint-Hilaire E (1822) Des monstruosités humaines. In "Philosophie anatomique." Imp de Rignoux, Paris, tome II
Geoffroy Saint-Hilaire I (1832) Histoire générale et particulière des anomalies de l'organisation chez l'homme et les animaux. Baillière, Paris, vol II
Glaser JS (1990) Neuroophthalmology. Lippincott, Philadelphia
Gratiolet P (1854) Mémoire sur les plis cérébraux de l'Homme et des Primates. Bertrand, Paris
Grouchy J de, Turleau C (1982) Atlas des maladies chromosomiques, 2nd edn. Expansion Scientifique Française, Paris
Guillaumat L, Morax PV, Offret G (1959) Neuro-ophtalmologie, Masson, Paris
Hamilton WJ, Boyd JD, Mossman HW (1962) Human embryology. Williams and Wilkins, Baltimore
Hayreh SS (1962a) Arteries of the orbit in the human being. Br J Surg 50:938–953
Hayreh SS (1962b) The ophthalmic artery. Br J Ophthalmol

46:212–247
Hickey TL, Guillery RW (1979) Variability of laminar patterns in the human lateral geniculate nucleus. J Comp Neurol 183:221–246
Hilal SK, Trokel SL (1977) Computerized tomography of the orbit using thin sections. Semin Roentgenol 12:137–147
Hines M (1942) Recent contributions to localization of vision in the central nervous system. Arch Ophthalmol (Chicago) 28:913–937
Hirschberg J (1985) The history of ophthalmology The . Wayenbergh, Bonn .
Holmes G (1919) The cortical localization of vision. Br Med J 2:193–199
Holmes G (1931) A contribution to the cortical representation of vision. Brain 54:470–479
Hoyt WF, Luis O (1963) The primate chiasm: details of visual fiber organization studied by silver impregnation techniques. Arch Ophthalmol 70:69–85
Hoyt WF (1969) Correlative functional anatomy of the optic chiasm. Clin Neurosurg 17:189–208
Hubel DH, Wiesel TN (1968) Receptive fields and functional architecture of monkey striate cortex. J Physiol (Lond) 195:215–243
Hubel DH, Wiesel TN (1969) Anatomical demonstration of columns in the monkey striate cortex. Nature 221:747–750
Hubel DH, Wiesel TN (1972) Laminar and columnar distribution of geniculocortical fibers in the macaque monkey. J Comp Neurol 146:421--450
Hubel DH, Wiesel TN (1977) Functional architecture of macaque monkey visual cortex. Proc R Soc Lond (Biol) 198:1–59
Hubel DH, Wiesel TN, Le Vay S (1976) Functional architecture of area 17 in normal and monocularly deprived macaque monkeys. Cold Spring Harbor Symp Quant Biol 40:581–589
Jones IS, Jakobiec F (1979) Diseases of the orbit. Harper and Row, Hagerstown
Klingler J (1948) Die makroskopische Anatomie der Ammonsformation: Denkschriften der schweizerischen naturforschenden Gesellschaft. Fretz, Zürich, vol 78 (1)
Krause W (1876) Allgemeine und microscopische Anatomie. Handbuch der menschlichen Anatomie, vol 1. p 165
Kupfer C, Chumbley L, Downer J de C (1967) Quantitative histology of optic nerve, optic tract and lateral geniculate nucleus of man. J Anat 101:393–401
Lang J (1987) Clinical anatomy of the head neurocranium, orbit, cranio-cervical region. Springer, Berlin Heidelberg New York
Langer BG, Mafee MF, Pollack S, Spigos DG, Gyi B (1987) MRI of the normal orbit and optic pathway. In: Mafee MF (ed) Imaging in ophthalmology, part I. Saunders, Philadelphia
Lansizi JM (1717) Tabulae anatomicae clarissimi vizi Bartholomaei Eustachii quas e tenebri tandem vindicatas et Clementis XI pontif. maxim. prefatione, notis que illustravit. Coloniae Allobrogum, Cramer et Perachon
Lazorthes G, Poulhes J (1948) Les variations de la scissure calcarine et de la corne occipitale des ventricules latéraux .CR Ass Anat:210–218
Leigh RJ, Zee DS (1983) The neurology of eye movements. Davis, Philadelphia
Le Gros Clark WE (1941) The laminar organization and cell content of the lateral geniculate body in the monkey. J Anat 75:419–433
Ludwig E, Klingler J (1956) Atlas cerebri humani. Karger, Basel
Magoon EH, Robb RM (1981) Development of myelin in human optic nerve and tract. Arch Ophthalmol 99:655–659
Maniscalco JE, Habal MB (1978) Microanatomy of the optic canal. J Neurosurg 48:402–406
Mann I (1964) Development of the human eye, 3rd edn. Grune and Stratton, New York
Meyer A (1907) The connections of the occipital lobes and the present status of the cerebral visual affections. Trans Assoc Am Physicians 22:7–15
Meynert T (1869) Med Zeitung, Vienna, T14, 107–115
Minkowski M (1913) Experimentelle Untersuchungen uber die Beziehungen der Grosshirnrinde und der Netzhaut zu den primaren optischen Zentren, besonders zum Corpus geniculatum externum. Arb Hirnanat Inst Zurich 7:255–362
Osman Hill WC (1953–1974) Primates comparative anatomy. Univ Edinburgh Press
Perlmutter D, Rhoton AL (1976) Microsurgical anatomy of the anterior cerebral anterior communicating recurrent artery complex. J Neurosurg 45:259–272
Polyak S (1957) The vertebrate visual system. University of Chicago Press, Chicago
Polyak SL (1958) The vertebrate system. In: Kluver H (ed) University of Chicago Press, Chicago
Pirlot P (1969) Morphogénèse évolutive des chordes. Press Univ Montréal
Radius RL, Anderson DL (1979) The course of axons through the retina and optic nerve head. Arch Ophthalmol 97:1154–1158
Repérant J, Saban R (1986) Anatomie comparée du système visuel primaire chez les Mammifères In: Hamard H, Chevaleraud J, Rondot P (eds) Neuropathies optiques. Masson, Paris, pp 43–94
Repérant J, Micelli D, Vesselkin NP, Molotchnikoff S (1989) The centrifugal visual system of vertebrates: a century-old search reviewed. Int Rev Cytol 118:115–171
Rethore MO (1977) Chromosome deletions and ring chromosome syndromes. In: Vinken PJ, Bruyn GW (eds) Handbook of Clinical Neurology, vol 31. North Holland, Amsterdam, pp 549–620
Rethore MO, Pinet J (1987) New deletion and ring chromosome syndromes. In: Vinken PJ, Bruyn GW (eds) Handbook of Clinical Neurology, vol 6. Elsevier, Amsterdam, pp 577–597
Rhoton AL, Harris FS, Renn WH (1977) Microsurgical anatomy of the sellar region and cavernous sinus. In: Smith JL (ed) Neuro-ophthalmology. Mosby, St Louis
Rochon Duvigneaud A (1943) Les yeux et la vision des vertébrés. Masson, Paris
Ronne H (1914) Ueber doppelseitige Hemianopsie mit erhaltener Makula. Klin Monatsbl Augenheilkd 53:470–487
Saban R, Iba-Zizen M T, Rinjard J, Christov K, Strazielle I., Cabanis EA (1983) Tomodensitométrie céphalique in vivo chez Macaca irus. I. Geof dans le plan neuro-oculaire: comparaison avec l'Homme. CR Acad Sci Paris III 297:131–136
Saban R, Cabanis EA, Iba-Zizen MT, Rinjard J, Villiers PA, Meuge C, Strazielle L, Dupuis R (1984) Tomodensitométrie céphalique in vivo chez Hylobates lar lar L 1771, (Catarhini, Anthropomorpha) dans le plan neuro-oculaire. C R Acad Sci Paris, III, 299:151–156

Saban R, Cabanis EA, Iba-Zizen MT, Rinjard J, Villiers PA Meuge C, Strazielle L, Dupuis R (1985) Tomodensitométrie céphalique in vivo chez Pan troglodytes L (Catarhini, Anthropomorpha) dans le plan neuro-oculaire. C R Acad Sci Paris, 300:341–346

Saban R, Cabanis EA, Iba-Zizen MT, Rinjard J, Leclerc-Cassan M, Villiers PA, Christov C, Hugues F, Boitard A (1987) Tomodensitométrie céphalique in vivo du Lion (Felis léo L Fissipeda) dans le plan neuro-oculaire. C R Acad Sci Paris, 305:355–361

Saban R, Cabanis EA, Iba-Zizen MT, Rinjard J, Leclerc-Cassan M, Villiers PA, Lopez A (1989) Biométrie in vivo de la cavité orbitaire des Catarhiniens en tomodensitométrie. Cah Anthropol Biom Hum 7:81–108

Salamon G (1971) Atlas of the arteries of the human brain. Sandoz, Paris

Salamon G, Huang Y (1976) Radiologic tomography of the brain. Springer, New York Berlin Heidelberg

Salvolini U, Cabanis EA, Rodallec A (1978) Computed tomography of the optic nerve. I. Normal results. J Comput Assist Tomogr 2:141–149

Schaeffer JP (1924) Some points in the regional anatomy of the optic pathway with special reference to tumors of the hypophysis cerebri and resulting ocular changes. Anat Rec 28:243–279

Schaltenbrand G, Bailey P (1959) Introduction to stereotaxis with an atlas of human brain, vols I-II. Thieme, Stuttgart

Shanthaveerappa TR, Bourne GH (1964), Arachnoid villi in the optic nerve of man and monkey. Exp Eye Res 3:31–35

Stensaas SS, Eddington DK, Dobelle WH (1974) The topography and variability of the primary visual cortex in man. J Neurosurg 40:747–755

Straatsma BR, Foos RY, Spencer LM (1969) The retina – topography and clinical correlations. Trans New Orleans Acad Ophthalmol. Mosby, St Louis

Szikla G, Bouvier G, Hori T, Petrov V, Cabanis EA, Farnarier P, Iba-Zizen MT (1977) Angiography of the human brain cortex. Springer, Berlin Heidelberg New York, pp 239–259

Talairach J, Ajuriaguerra J de David M (1952) Etudes stéréotaxiques des structures encéphaliques profondes chez l'homme. Presse Med 28:605–609

Talairach J, Szikla F (1967) Atlas stéréotaxique du télencéphale. Masson, Paris

Talairach J, Tournoux P (1988) Co-planar stereotaxic atlas of the human brain. Thieme, Stuttgart

Tamraz J (1983) Atlas d'anatomie céphalique dans le plan neuro-oculaire (PNO). MD Thesis, Paris

Tamraz J, Iba-Zizen MT, Cabanis EA (1984) Atlas d'anatomie céphalique dans le plan neuro-oculaire (PNO). J Fr Ophtalmol 7:371–379

Tamraz J, Iba-Zizen MT, Atiyeh M, Cabanis EA (1985) Atlas d'anatomie céphalique dans le plan neuro-oculaire (PNO). Bull Soc Fr Ophtalmol 8–9, 85:853–857

Tamraz J (1986) Atlas d'anatomie céphalique dans le plan neuro-oculaire. Schering, Paris

Tamraz J, Rethore MO, Iba-Zizen MT, Lejeune J, Cabanis EA (1987a) Contribution of magnetic resonance imaging to the knowledge of CNS malformations related to chromosomal aberrations. Hum Genet 76:265–273

Tamraz J, Iba-Zizen M T, Veres C, Cabanis EA, Godde-Jolly D, Braun M, Cosnard G, Laval-Jantet M (1987b) IRM et forme centrale de la neuro-fibromatose de Von Recklinghausen. J Neuroradiol 14:365–382

Tamraz J, Iba-Zizen MT, Cabanis EA (1987c) Exploration neuroradiologique du chiasma et des bandelettes optiques. In: Encyclopédie médico-chirurgicale, opthtalmologie. EMC Editor, Paris, 3-C, 1–21008 A20, 1–2

Tamraz J, Iba-Zizen MT, Cabanis EA (1988) Magnetic resonance imaging of the eyes and the optic pathways In: Gouaze A, Salamon G (eds) Brain anatomy and magnetic resonance imaging Springer, Berlin Heidelberg New York, pp 71–83

Tamraz J, Saban R, Cabanis EA, Reperant J, Iba-Zizen MT (1990) Définition d'un plan de référence céphalique en Imagerie par Résonance Magnétique: le plan chiasmato-commissural. CR Acad Sci Paris, 311, III:115–121

Tamraz J, Saban R, Reperant J, Cabanis EA (1991) A new cephalic reference plane for use with magnetic resonance imaging: the chiasmato-commissural plane. Surg Radiol Anat 13:197–201

Tamraz J (1991) Morphométrie de l'encéphale par résonance magnétique: applications à la pathologie chromosomique humaine, à l'anatomie comparée et à la tératologie Thèse Doctorat ès-Sciences, Paris

Tamraz J (1994), Neuroradiologic investigation of the visual system using magnetic resonance imaging. J Clin Neurophysiol 11:500–518

Unsold R, Newton TH, Hoyt (1980a) CT examination technique of the optic nerve. J Comput Ass 4:560–563

Unsold R, De Grott J, Newton TH (1980b) Images of the optic nerve; anatomic-CT correlation. Am J Neurorad 1:317–323

Unsold R, De Grott J, Newton TH (1980c) Images of the optic nerve: anatomic-CT correlation. Am J Roentgenol 135:767–773

Van Damme W, Kosman P, Wackenheim C (1977) A standard method for computed tomography of orbits. Neuroradiology 13:139–140

Varoli C (1591) Anatomiae sive de resolutione corporis.. De nervi opticis no nullisque aliis preter communem opinionem in humano capite observatis wechelum, Fischerum, Francofurti, 184 p

Vesali A (1543) Humani corporis fabrica libri septem Joannem Oporium, Basileae

Vicq D'Azyr F (1786) Traité d'Anatomie et de Physiologie avec des planches coloriées représentant au naturel les divers organes de l'Homme et des animaux, vol 1, Anatomie du cerveau. Amb Didot l'ainé, Paris

Vining DQ (1977) Computed tomography in ophthalmology. In: Smith L (ed) Neuro-ophthalmology update. Masson, New York, pp 271–279

Von Economo CF, Koskinas GN (1925) Die Cytoarchitektonik der Hirnrinde des Erwachsenen. Springer, Vienna

Von Monakow C (1896) Discussion on paper of Flechsig. Versamml Naturforsch Arzte Frankfurt 68:1003–1004

Von Monakow C (1914) Die Lokalisation im Grosshirn und der Abbau der Function durch kortikale Herde. Bergmann, Wiesbaden

Von Noorden GK, Middleditch PR (1975) Histological observations in the normal monkey lateral geniculate nucleus. Invest Ophthalmol Vis Sci 14:55–58

Walker AE (1962) The neurosurgical evaluation of the chiasmal syndromes. Am J Ophthalmol 54:563–581

Whitnall SE (1932) An anatomy of the human orbit and accessory organs of vision, 2nd edn. Oxford University

Press, London
Willis T (1664) Cerebri anatome cui accessit nervorum descriptio et usus. Flescher, Martyn, Allestry, Pauli, Londini
Wollschlaeger P, Wollschlaeger G, Ide C, Hart W (1971) Arterial blood supply of the human optic chiasm and surrounding structures. Ann Ophthalmol 3:862–869
World Federation of Neurology (1962) Problem Commission of Neuroradiology: study meeting on projections and nomenclature, held in Milan 1961. Br J Radiol 35:501–503
Zeal AA, Rhoton AL (1978) Microsurgical anatomy of the posterior cerebral artery. J Neurosurg 48:534–559
Zeki SM (1969) Representation of central visual fields in prestriate cortex of monkey. Brain Res 14:271–291
Zeki SM (1971) Cortical projections from two prestriate areas in the monkey. Brain Res 34:19–35
Zeki SM (1973) Colour coding in rhesus monkey prestriate cortex. Brain Res 53:422–427
Zeki SM (1977) Colour coding in the superior temporal sulcus of rhesus monkey visual cortex. Proc R Soc Lond Biol 197:195–223
Zeki SM (1978a) The third visual complex of rhesus monkey prestriate cortex. J Physiol 277:245–272
Zeki SM (1978b) Uniformity and diversity of structure and function in rhesus monkey prestriate visual cortex. J Physiol 277:273–290
Zihl J, Von Cramon D (1979a) The contribution of the "second" visual system to directed visual attention in man. Brain 102:835–856
Zihl J, Von Cramon D (1979b) Collicular function in human vision. Exp Brain Res 35:419–424
Zuckerkandl E (1906) Zur Anatomie der Fissura calcarina. Arb Neurol Inst Univ Wien 13:25–61

第 10 章　脑断面解剖图谱

I　用连合－闩参考平面定位的断面解剖图谱（图 10.1、10.2）

这本人脑薄层高分辨率断面解剖图像是用 3DSPGR-T1 加权脉冲序列完成的。图像层厚 3mm，按后连合－闩参考线沿脑干长轴连续扫描。

我们认为头冠状切面是最真实而有效的方法，而且与神经病理切片法相类似。鉴于经后连合及闩的连线与脑干的垂直长轴平行，且几乎与应用 CH-PC 的平面定位扫描获得的平行沟平面、外侧裂平面垂直，所以，冠状面成为最常采用的解剖定位方法。基于上述定位法，使冠状面图像和局部解剖结构在嘴尾及背腹位置之间的关系得以完全保持。

第一册图谱分为 5 部。各部内容可根据读者所研究的病理或结构单独应用和学习。

A　从额极至胼胝体膝部（图 10.3～10.10）

第一部分层块包括从额极到后方的颞极之间的全部额叶。冠状面可独一无二地显示表面皮质和皮质下白质。连续的额叶前部冠状面可评估额叶底面，自内侧向外侧最有效地显示嗅沟和眶十字沟。后者分别划定了嗅沟内侧的直回和眶沟外侧的眶回之间的界限。眼球和视束位于嗅沟正下方筛板之上，从前向后走行显示清楚。白质核心部分不涉及侧脑室前角顶端。

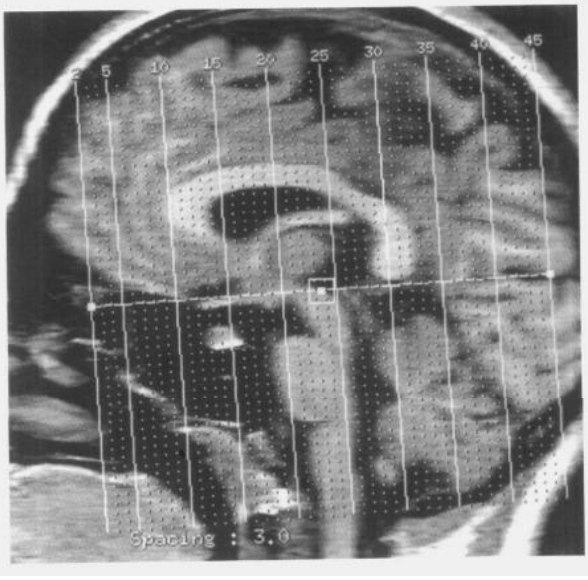


图 10.1　断面定位像

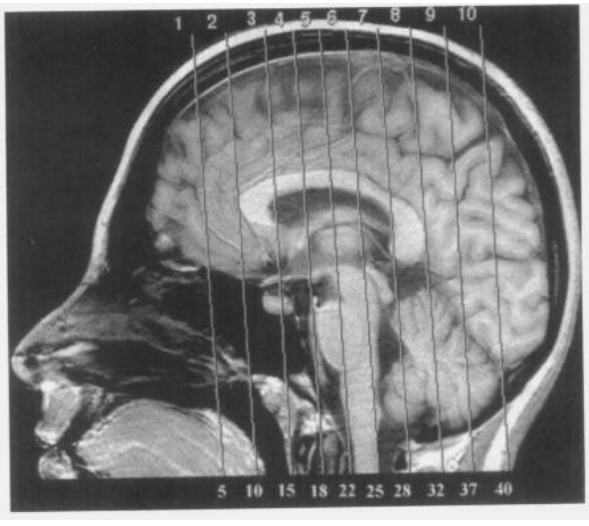


图 10.2　平行于后连合－闩参考平面的 10 条主要平行线及其相关的断面定位像



图 10.3

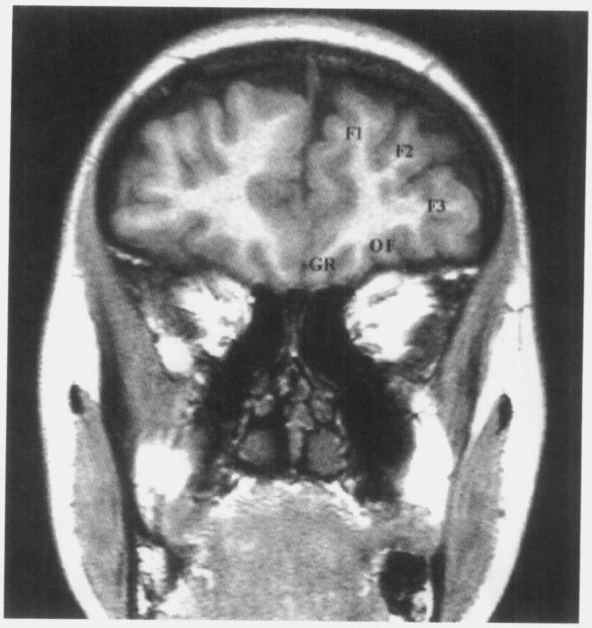


图 10.5

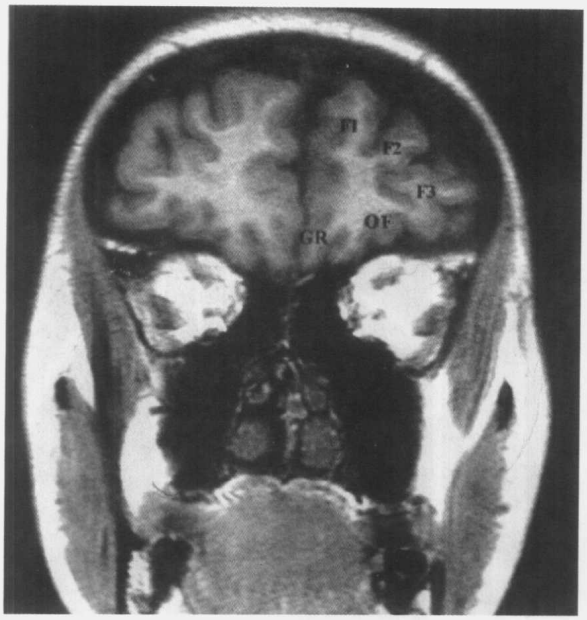


图 10.4

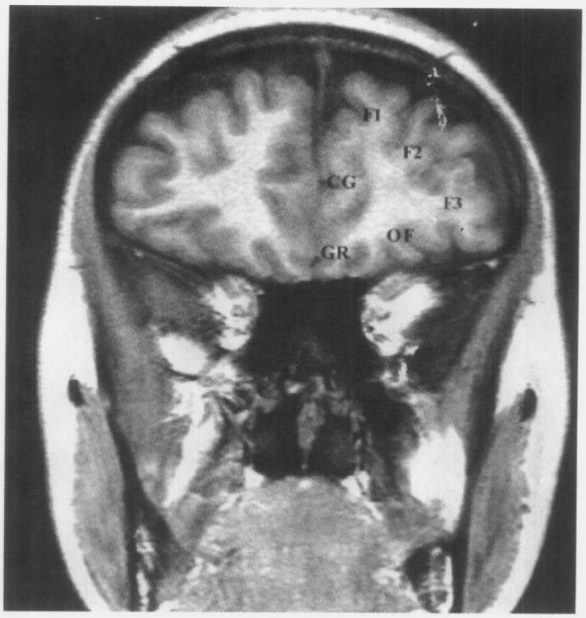


图 10.6

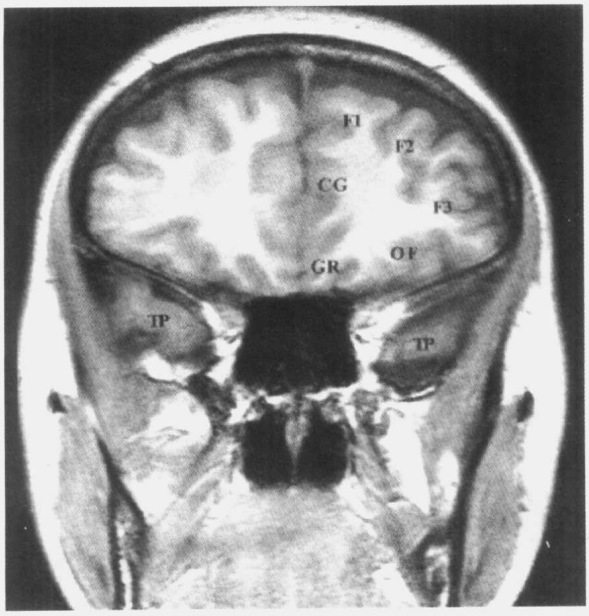


图 10.7

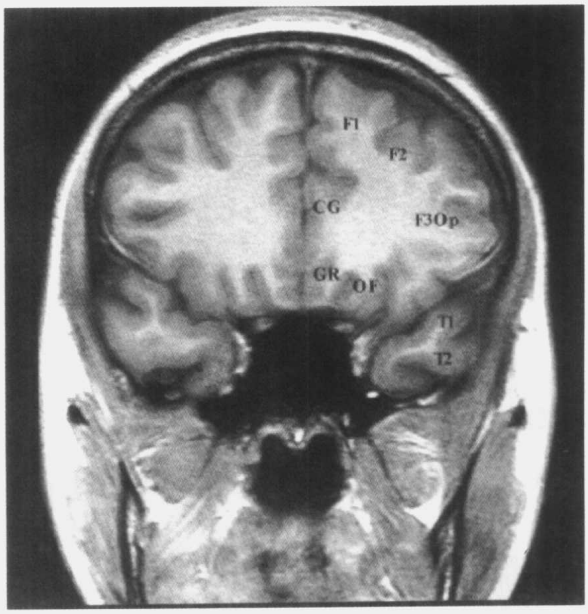


图 10.9

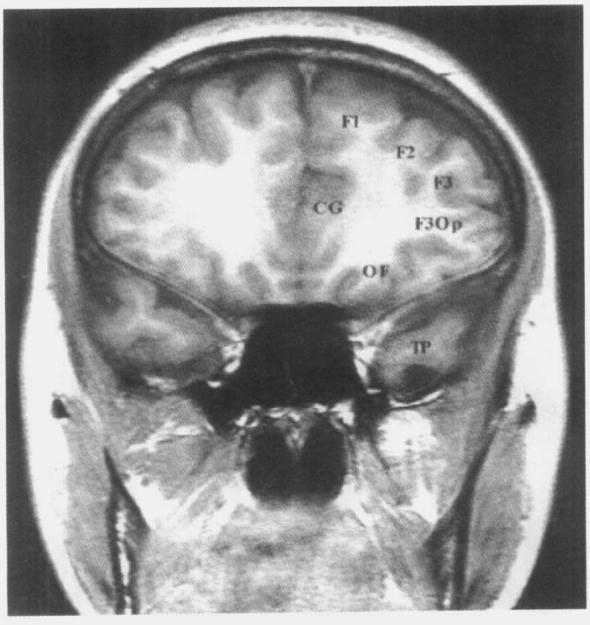


图 10.8

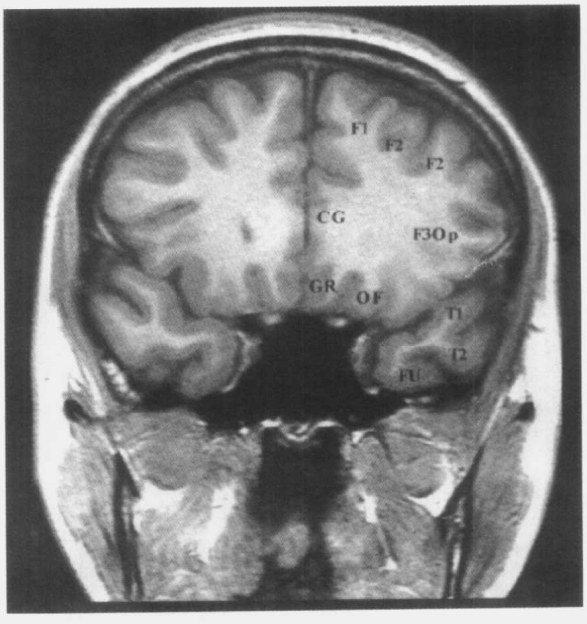


图 10.10

后部切面见于眶尖和眶后视神经管开口水平。

B 从胼胝体膝部至前连合

（图 10.11 ~ 10.16）

这些是额极和颞极的冠状切面。这些扫描层面的中心部位为胼胝体膝部的横行白质纤维所占据，覆盖于侧脑室额角之上。位于脑内部灰质核团前部的纹状体由尾状核头的前部和壳核组成。尾状核和壳核部分地被内囊前肢隔开，并经灰质纹状体桥相联系。尾状核和壳核组成一个独立的实体结构称纹状体，它们在腹侧于伏核或隔旁核水平相交。在额角下方可见

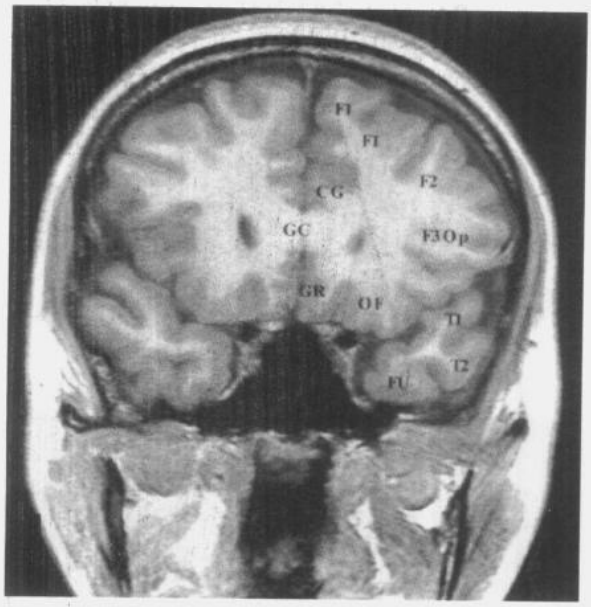


图 10.11

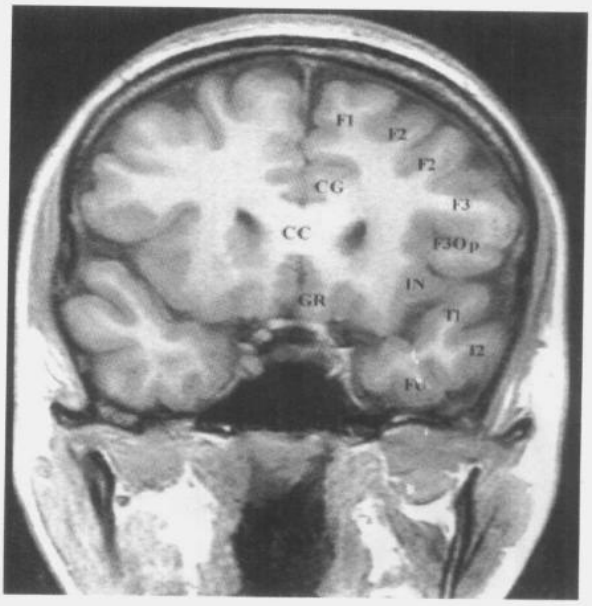
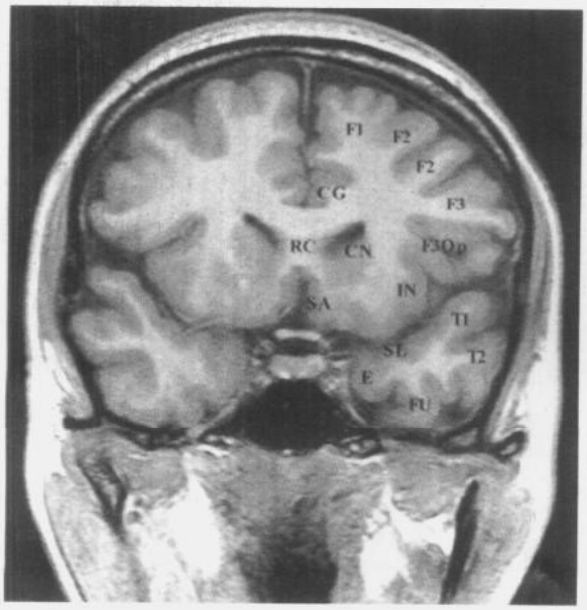
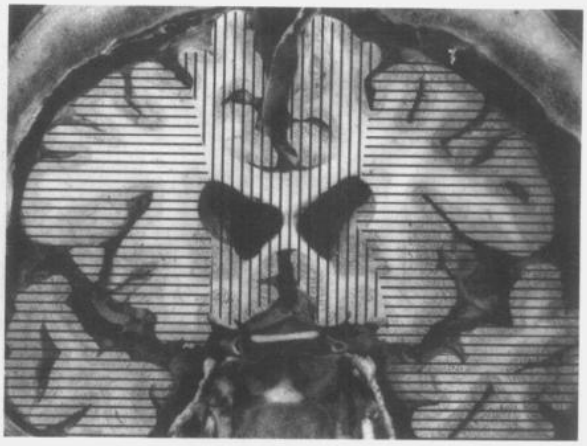


图 10.12



A



B

图 10.13A、B 冠状面上供血区的增补图 （A、B 为不同脑标本的同一层面）

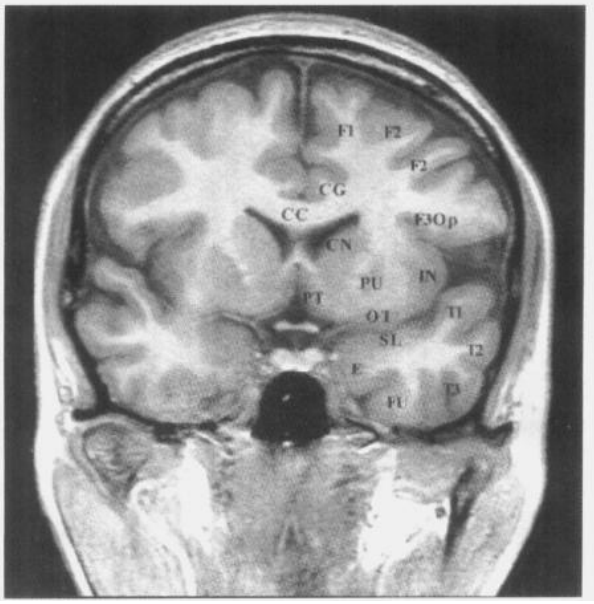


图 10.14

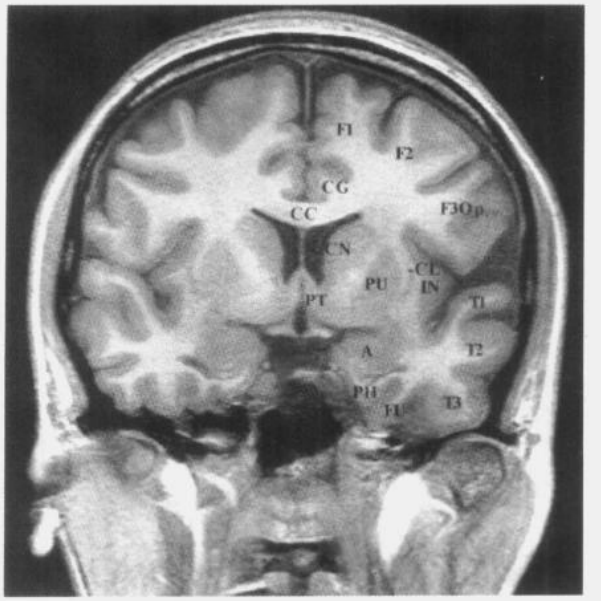


图 10.16

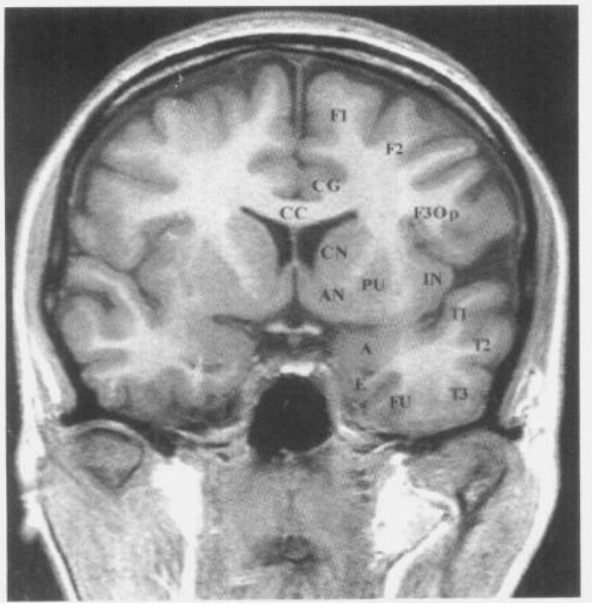


图 10.15

隔区和 Broca 斜带向后延伸至前连合水平，且构成半球内侧面的界限。于下外侧，可见岛阈达胼胝体嘴末端及颈内动脉分叉部。从胼胝体嘴的后肢开始，颞极通过颞干与额叶相连。

C 从前连合至连合－闩参考平面

（图 10.17～10.24）

在前部多个冠状切面上可见前连合，它将其上方较广阔的区域与下方基底区分隔开。于前连合上方可见豆状核，豆状核自身包括两部分，即位于外侧的壳核和位于内侧的苍白球，这两个结构的内侧均邻内囊。连合的下区可见无名质，包括腹侧纹状体。此区域的内侧紧邻下丘脑视前区，向外侧随前连合侧翼向前穿质延伸，抵达杏仁体背侧。注意倒逗号形的杏仁复合体，其背内侧延伸至无名质。在通过前连合的层面上通常可见第三脑室底的漏斗结节部。

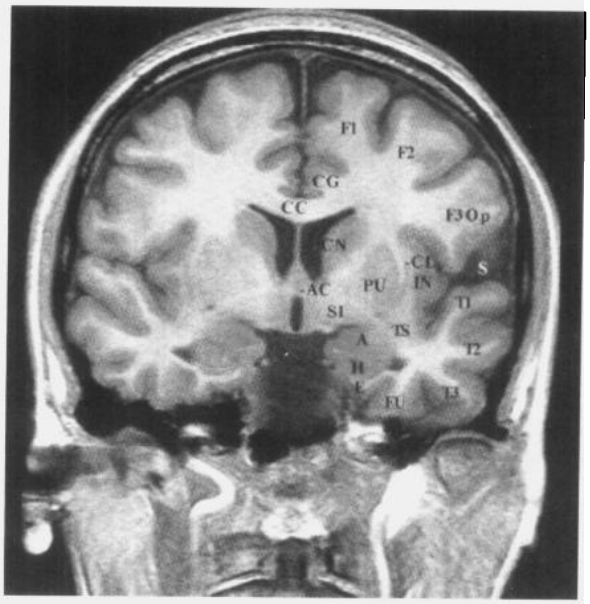


图 10.17

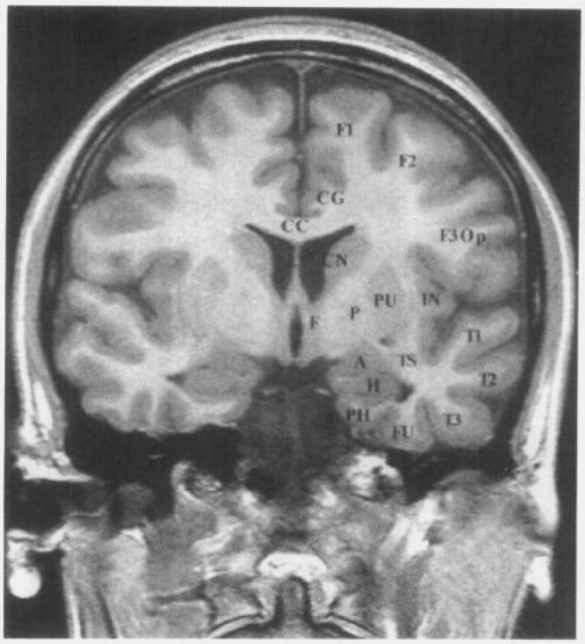


图 10.18

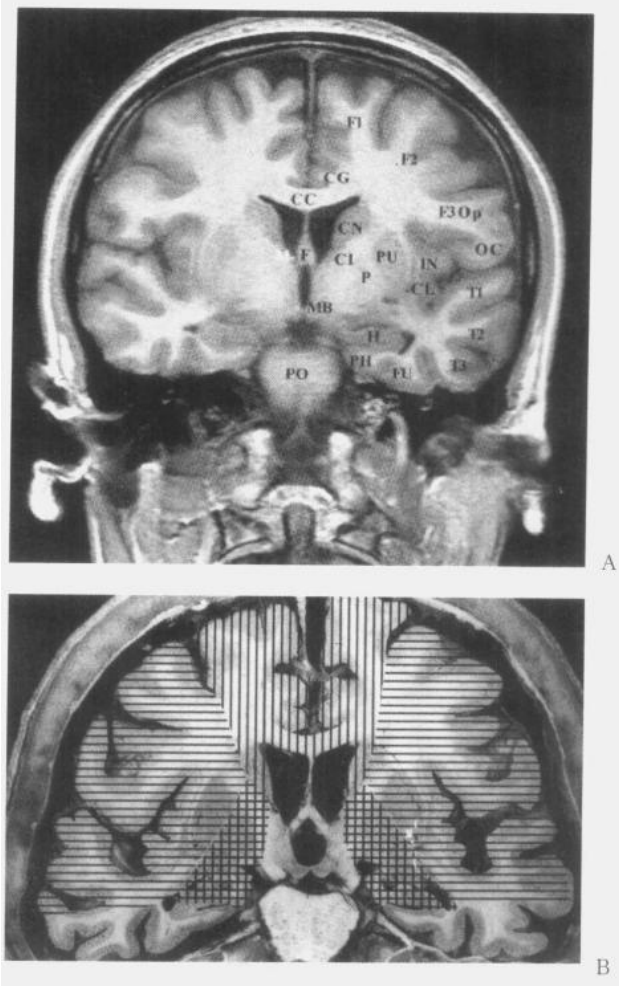


图 10.19A、B　冠状面上供血区的增补图（A、B 为不同脑标本的同一层面）

于连合之后的层面上可见穹窿柱向内下走行，经下丘脑核至乳头体。在此水平上杏仁体位于海马头的前端之上，其背侧有许多特征性的切迹。侧脑室颞角钩隐窝将海马头与杏仁复合体分开。

由尾状核头和豆状核组成的基底神经节被内囊白质束分隔。于壳核外侧屏状核将外囊与最外囊分隔。屏状核外为脑岛皮质。

被外侧裂分隔的额叶和颞叶的皮质呈现大脑半球前部较大的平行脑沟。在颞叶中，于外侧裂后支下方可见平行于外侧裂的脑沟。平行沟分隔颞上回与颞中回，由于常见的中断并不显著，颞下沟分隔颞中回与颞下回，见于颞叶外侧面的外下缘。

颞叶下部外侧有外侧颞枕沟横越，内侧可见鼻沟横越，它们分别分隔外侧的颞下回与梭

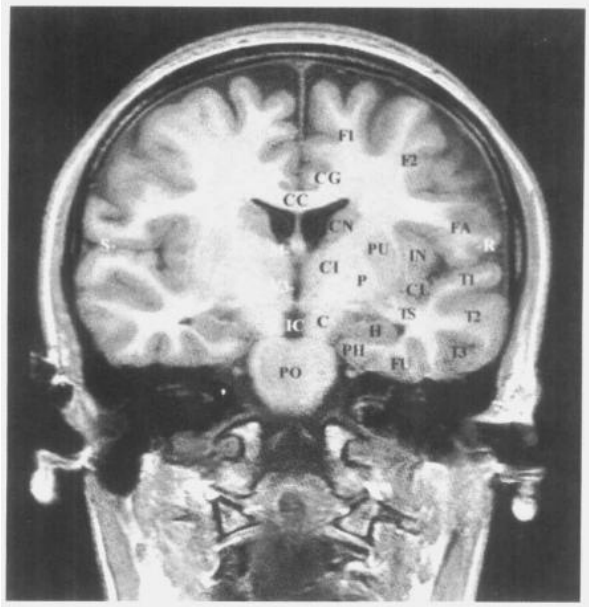
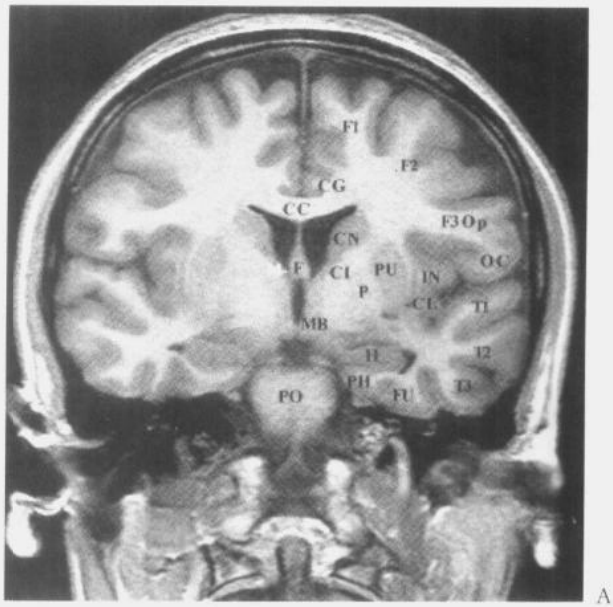


图 10.20



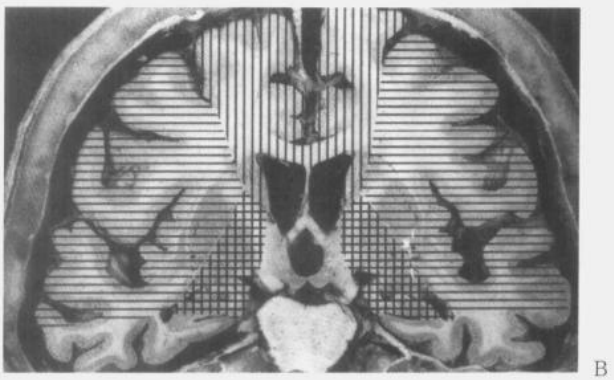


图 10.21A，B　冠状面上供血区的增补图（A，B 为不同脑标本的同一层面）

状回，内侧的梭状回与海马旁回。

于外侧裂上方的额叶可见 2 条大的脑沟，一条是额下沟，为额下回的上界。额下沟是与外侧裂大致平行的第一条深沟，向额角上界走行。该沟在与脑岛环沟的上界正切的矢旁层面上深至白质。在额叶的外侧面上额下沟分隔额中回与额下回。额中回的内上界是矢状走行的第二条深沟，它大致平行于与额上回走行相一致的半球间裂。

于室间孔水平，在通过乳头体的冠状层面上可见中央前回的下端。在室间孔－乳头体平面上可见丘脑的前部及下丘脑的后部，大致紧邻于脑桥基底部的前面。接着从连续的切面像上，自前向后可见间脑的主要解剖结构，为以双侧内囊的膝部及后肢为界的中央卵圆灰质核团。

更向外侧，见豆状核自前向后止于后界，即后连合－闩平面。两侧内囊向中线延伸，形成大脑脚，紧邻底丘脑区的外侧，其内侧为黑质。在通过脚间池后缘和整个脑干的 T2WI 冠状面上，于脑干内两侧黑质呈清晰的V形结构。

与参考平面平行，且位于前方的冠状层面、通过中脑上极，显示出最重要的脑干－间脑间连接的解剖结构。在这个几乎是正中冠状的脑层面上显示的主要结构有：位于水平的 CH－PC 平面上方的丘脑和被内髓板分为前、内侧和外侧的核群；内囊后肢位于外侧，内有皮质脊髓束；豆状核更靠外侧，分为外侧的壳核和内侧的苍白球。苍白球又分为内侧和外侧两部；外囊在外侧将覆盖有脑岛皮质的最外囊与屏状核分隔。外囊、屏状核、最外囊、脑岛

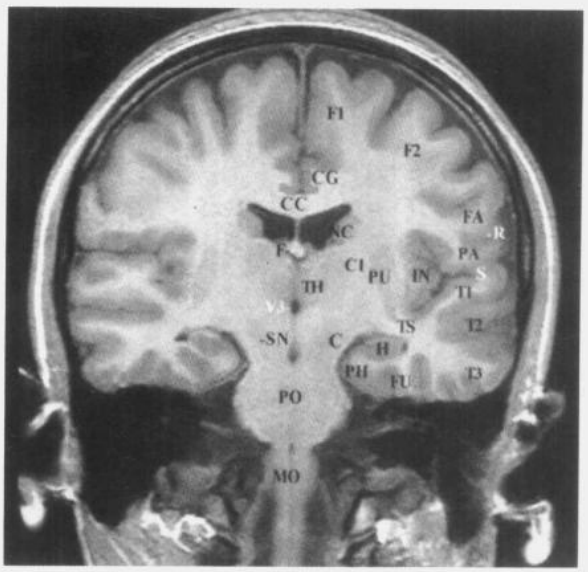


图 10.22

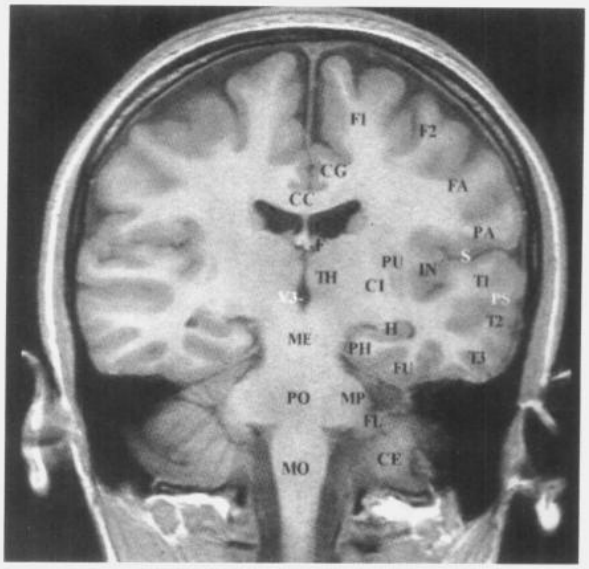


图 10.24

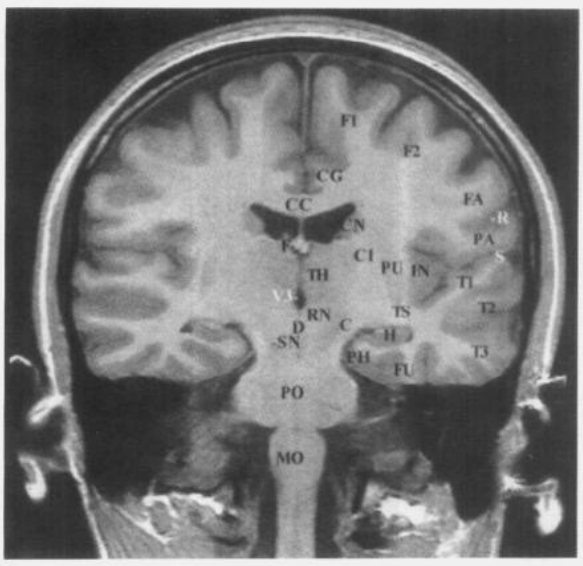


图 10.23

皮质显示为侧面像，向上向内斜向脑室顶部，大致与其平行排列。

切面的 CH-PC 下部，大致与平面上部高度相对称，包括整个脑干、中脑、中脑间脑连合及后脑结构。这些结构自头侧向尾侧分别为底丘脑区、红核、黑质、大脑脚、脑桥基底部和延髓锥体。T2WI 扫描可清晰显示皮质脊髓束走行：自辐射冠通过内囊后肢，经大脑脚、脑桥基底部、延髓锥体至脊髓－延髓交界部的锥体交叉水平。于大脑脚外侧，海马结构体前部的切面在前方几乎垂直于脉络膜裂，与CH-PC 平面紧密平行。

D 从连合－闩平面至胼胝体压部

（图 10.25～10.32）

经后连合－闩切面显示的重要的界标，使这个参考平面具有特征性，这些界标在中脑与间脑连接处，位于前连合的中线区。此平面自上向下经第四脑室底部翻的下肢，包括第四脑室底，中脑被盖后部，于该处可见小脑上脚交叉。这个切面大致沿内侧纵束的方向走行，内侧纵束是脑干在矢状切面上显示最好的结构。

于中脑－丘脑区的外侧，帽状的外侧膝状体通常可以显示，位于每侧丘脑的外下面，在平行沟水平。于冠状切面上 CH-PC 参考线正切于外侧膝状体的上界，这在局部解剖学局部测量上是恒定的。切面的上部可见丘脑后核和

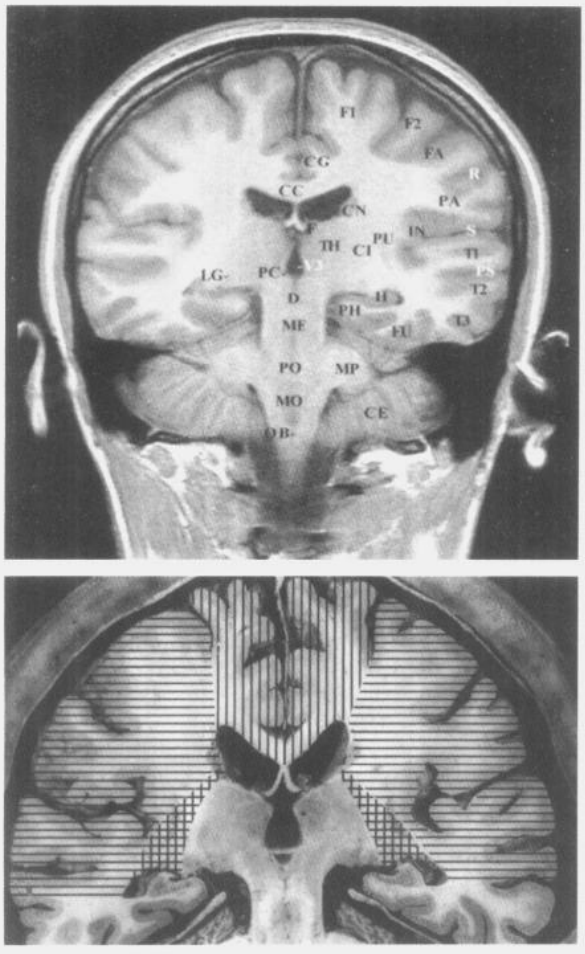
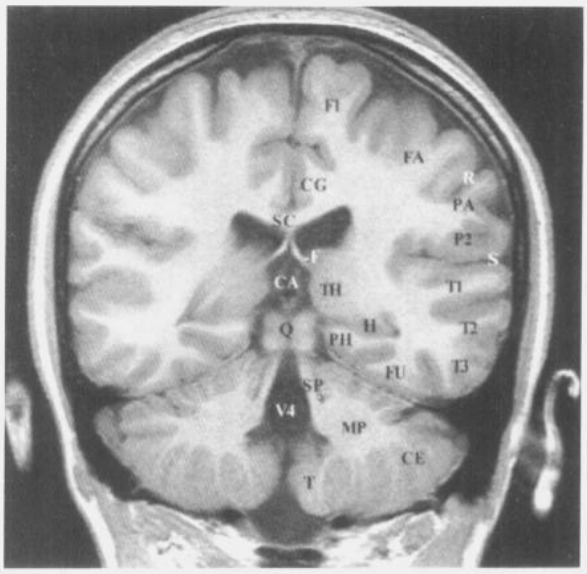


图 10.25A、B 冠状面上供血区的增补图（A、B 为不同脑标本的同一层面）



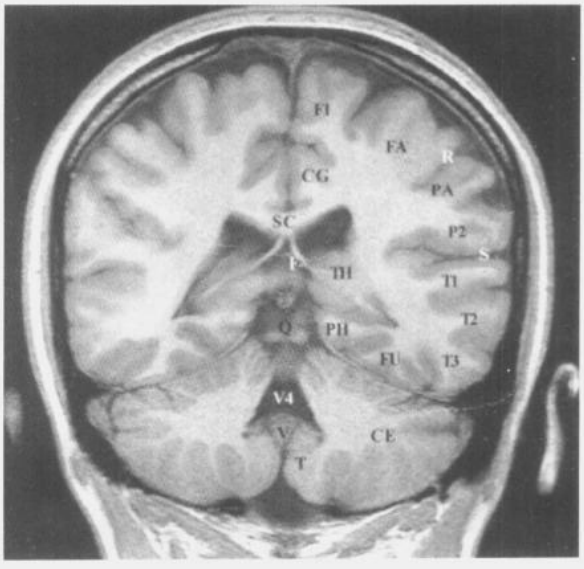


图 10.28

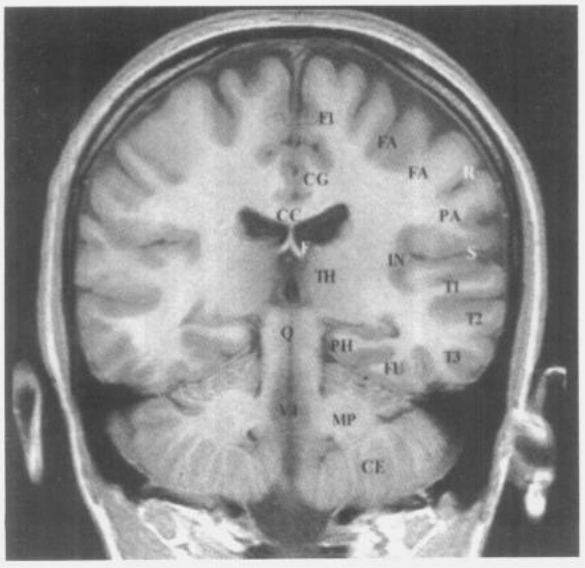


图 10.26

底丘脑核的大部。于外侧，脑岛灰质位于内囊豆状核后肢，与壳核尾侧极相对应。于膝状体的外侧和这些灰质层的下方可见视脚和听辐射的侧投射纤维投向 Heschl 回。在其下方，可见尾状核尾部与颞角背侧顶部相接。于切面的下方，可见小脑中脚和通过被向前延伸的 Vicq d' Azyr 平行裂分隔的小脑半球的前上部及前

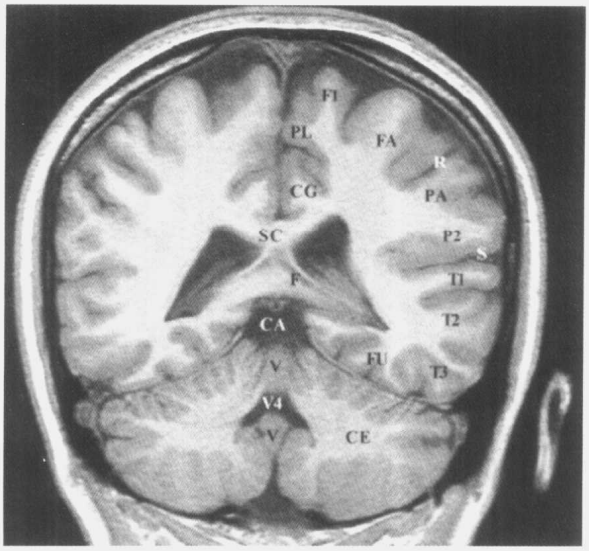


图 10.29

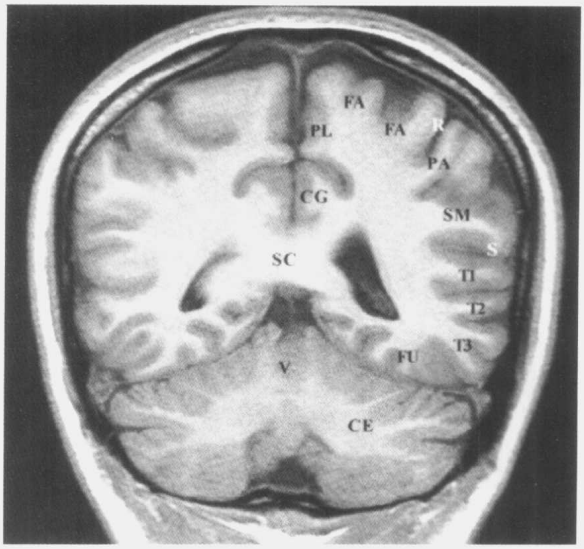
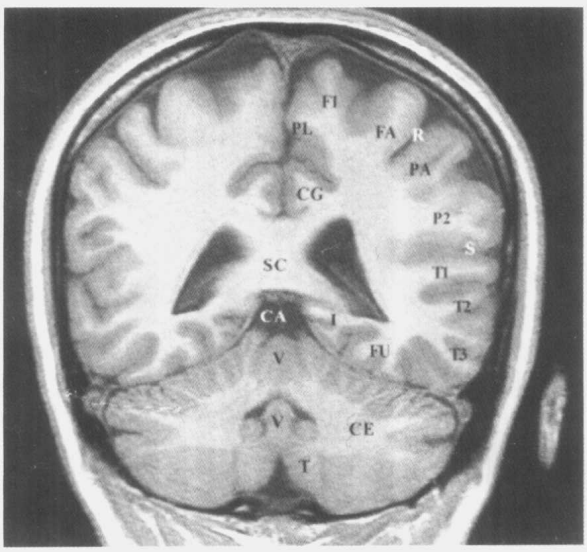
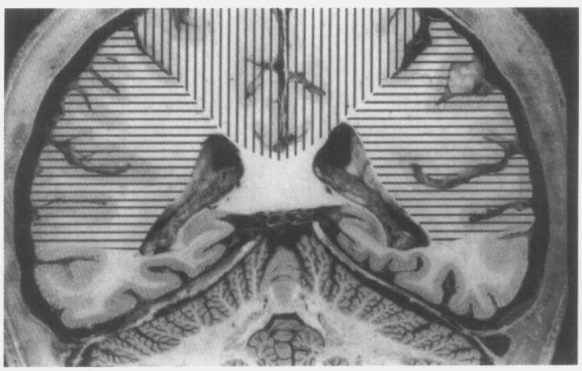


图 10.31



A



B

图 10.30A,B　冠状面上供血区的增补图（A，B 为不同脑标本的同一层面）

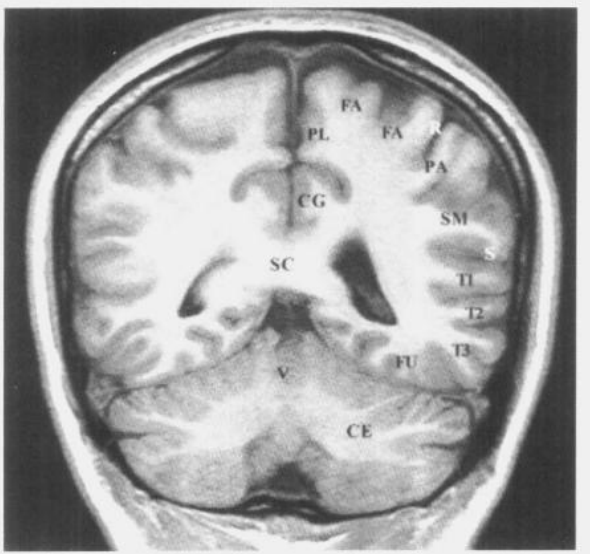


图 10.32

E 从压部之后至枕极

（图 10.33 ~ 10.45）

这部分切面包括峡及更后方的从顶枕沟和距状沟的连接部到枕极之间的枕叶；扫描层数的多少因脑的形态和枕叶下降的状况而异。大脑半球前部的扫描切面是自蚓山顶至小脑水平裂，向后为小脑的上部，其后下部不包括在内。

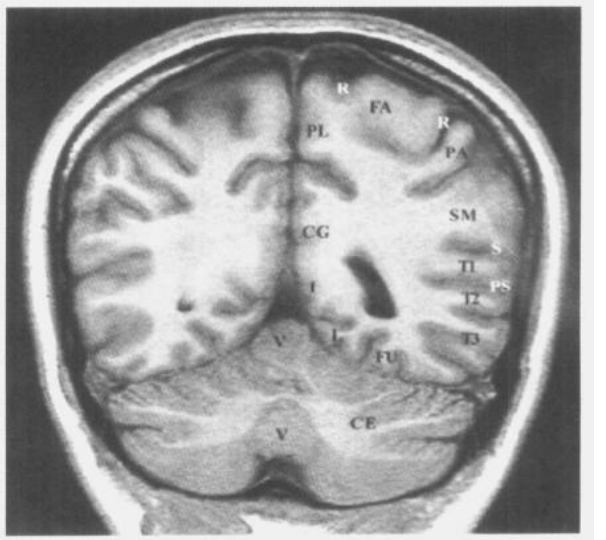


图 10.33

下部。

于其偏后的切面上可见丘脑枕核，其上界为侧脑室的后中央部，内界为穹窿后柱。丘脑枕的外侧界为环池，环池内可见大脑内静脉。丘脑枕内下方的切片包括四叠体板，显示上丘和下丘的切面几乎完全在其嘴尾轴上，四叠体板悬挂在四脑室的上方，以小脑上脚为界。丘脑枕的下外方是海马尾，再向后方是压部后回。

于压部水平向后的各个切面上，叉开的穹窿后柱清楚可见，与侧脑室三角区相接为界。向下在通过小脑体的各个切面上可见双侧小脑白质。在最后一个正切于与胼胝体压部的切面上可见蚓山顶。

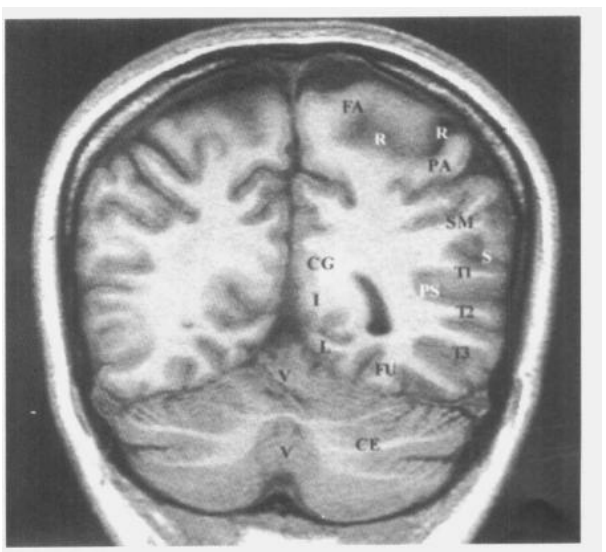


图 10.34

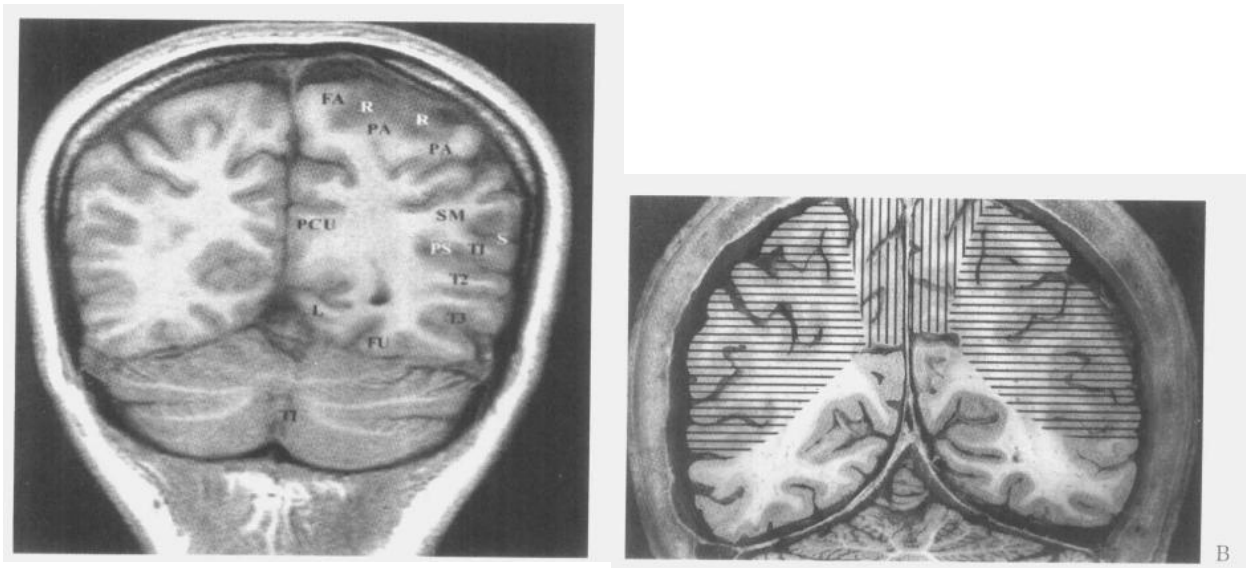


图 10.35A、B 冠状面上供血区的增补图（A、B 为不同脑标本的同一层面）

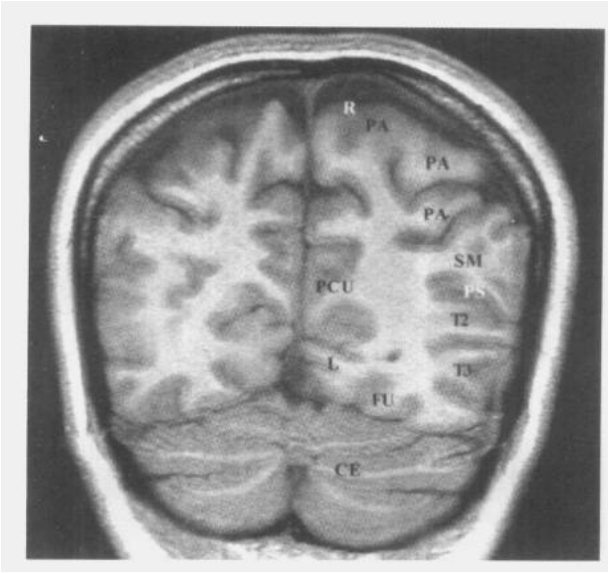


图 10.36

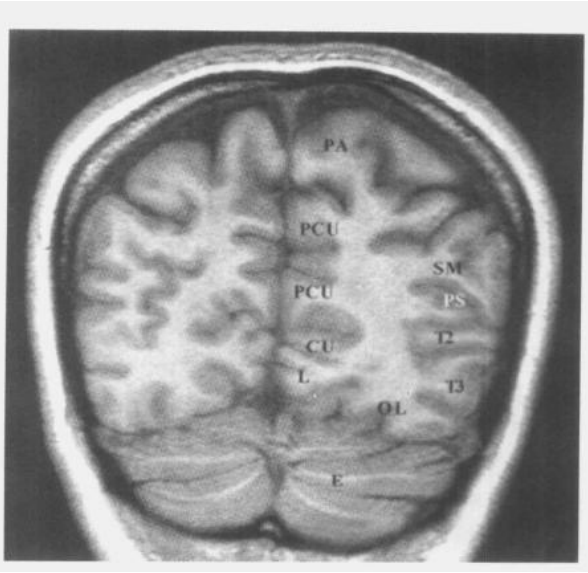


图 10.37

缩写

A	杏仁体
AC	前连合
AF	穹窿前柱
AG	角回
AN	伏核
C	大脑脚
CA	环池
CC	胼胝体
CF	穹窿脚
CG	扣带回
CI	内囊
CN	尾状核
CR	胼胝体嘴部
CS	距状沟
D	结合臂交叉
DN	小脑齿状核
F1	额上回
F2	额中回
F3	额下回
FA	中央前回
FL	绒球
FU	梭状回或枕外侧回

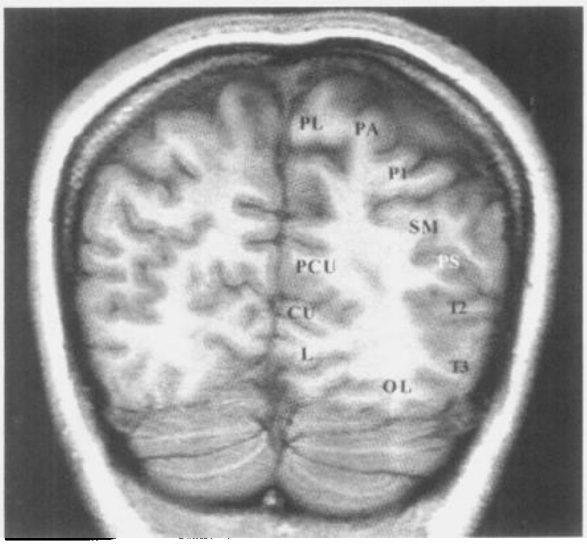


图 10.38

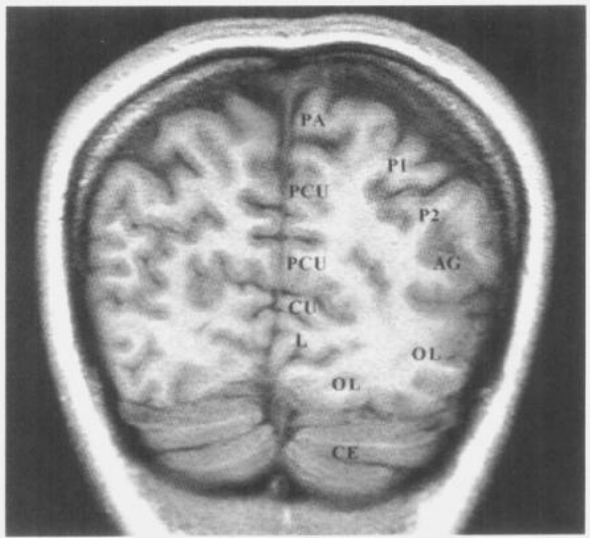


图 10.39

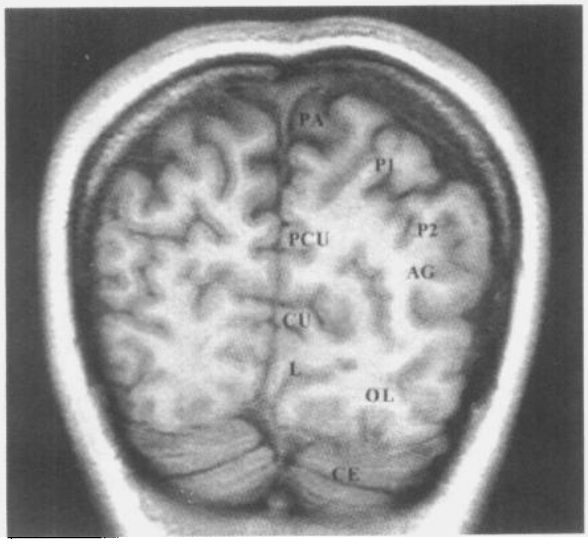


图 10.40

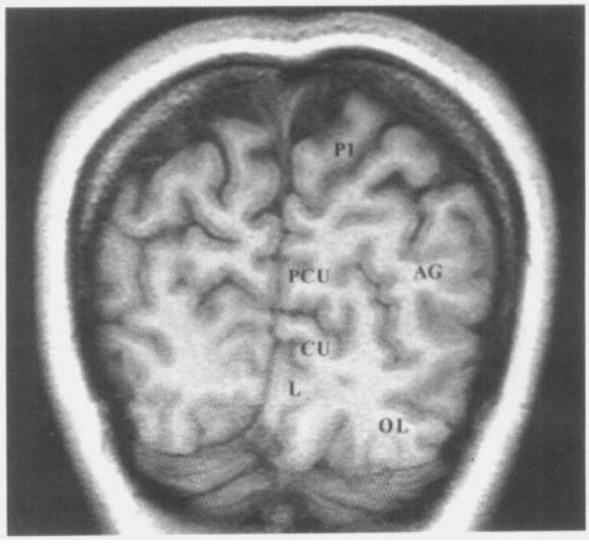


图 10.41

GC	胼胝体膝部
GE	苍白球外侧部
GI	苍白球中央部
GR	直回
H	海马
I	扣带回峡
IC	脚间池
IN	脑岛
LG	外侧膝状体
M	Monro 室间孔
MB	乳头体
MP	小脑中脚
OB	嗅球
OF	眶额回
OL	枕叶
OT	视束
P1	顶上回
PA	中央后回
PC	后连合
PH	海马旁回
PL	旁中央小叶
PO	脑桥
PS	颞上沟或平行沟
PU	壳核
Q	被盖或四叠体板
R	Rolando 中央沟

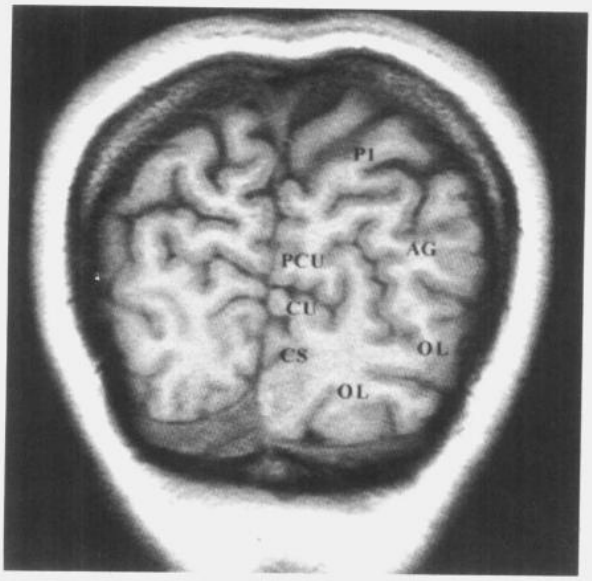


图 10.42

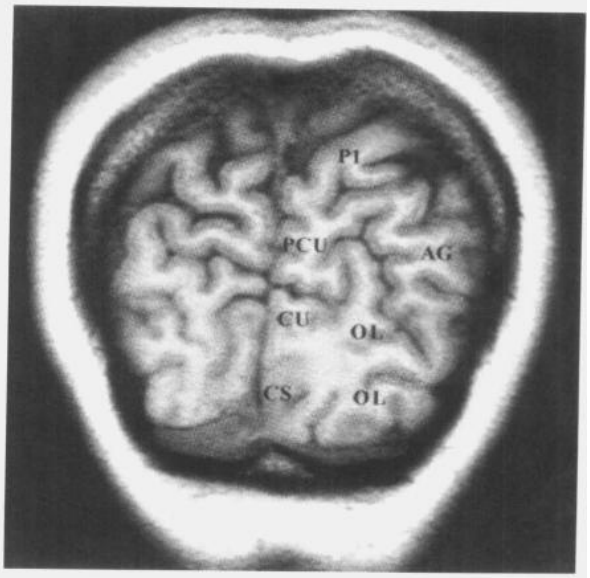


图 10.43

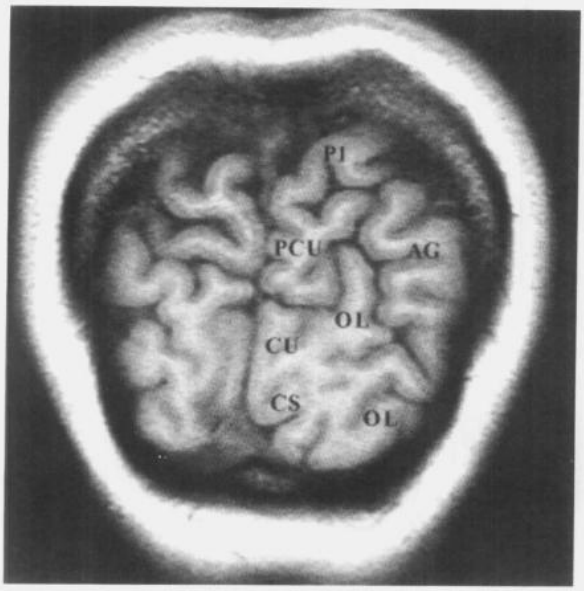


图 10.44

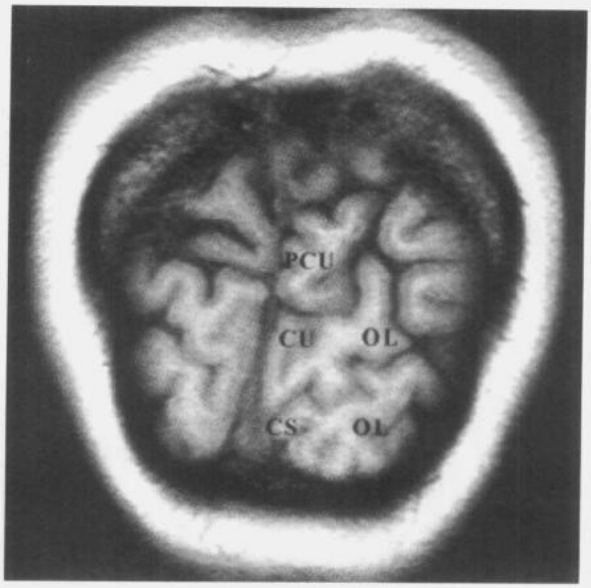


图 10.45

RN	红核	T1	颞上回
S	Sylvius 外侧裂	T2	颞中回
Sa	隔区	T3	颞下回
SC	胼胝体压部	TG	Heschl 颞横回
SI	无名质	TH	丘脑
SM	缘上回	TP	颞极
SN	黑质	V	小脑蚓
SP	小脑上脚	V3	第三脑室
T	小脑扁桃体	V4	第四脑室

II 按脑室参考平面定位的MR断面解剖图谱（图10.46～10.59）

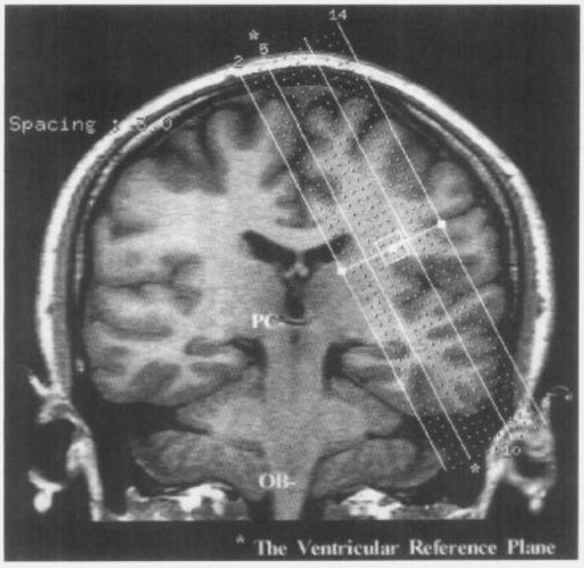


图10.46 MR斜切面局部解剖图像（层厚3mm连续层面），按脑室参考平面定位

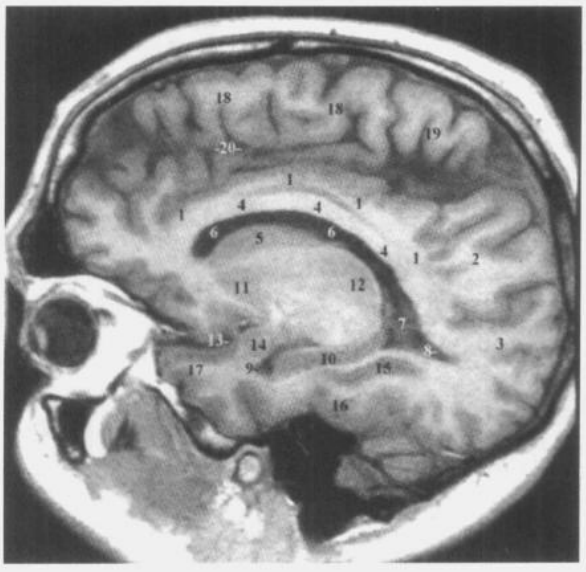


图10.48 1、扣带沟缘支；2、旁中央小叶；3、扣带沟；4、半球间裂；5、楔前叶；6、枕叶；7、颞叶；8、侧脑室；9、海马；10、尾状核；11、鼻内沟；12、壳核；13、颞极；14、丘脑

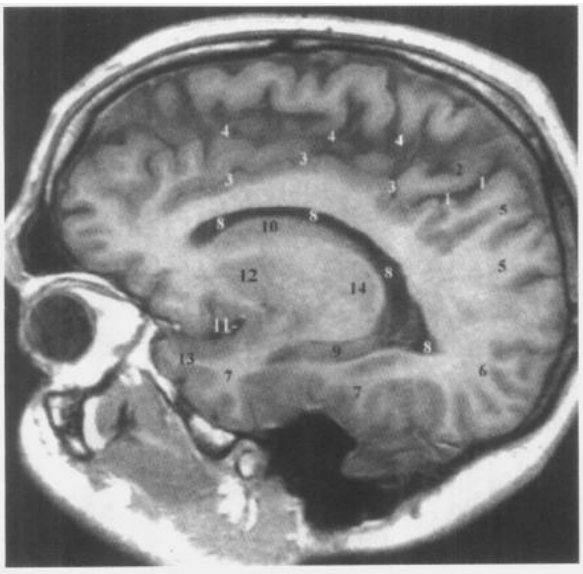


图10.47 1、扣带回；2、楔前叶；3、楔叶；4、胼胝体；5、尾状核；6、侧脑室；7、侧脑室三角区；8、侧脑室枕角；9、侧脑室颞角；10、海马；11、壳核；12、丘脑；13、鼻内沟；14、杏仁体；15、侧副沟；16、颞叶；17、颞极；18、额内侧回（对侧半球）；19、旁中央小叶（对侧半球）；20、半球间裂

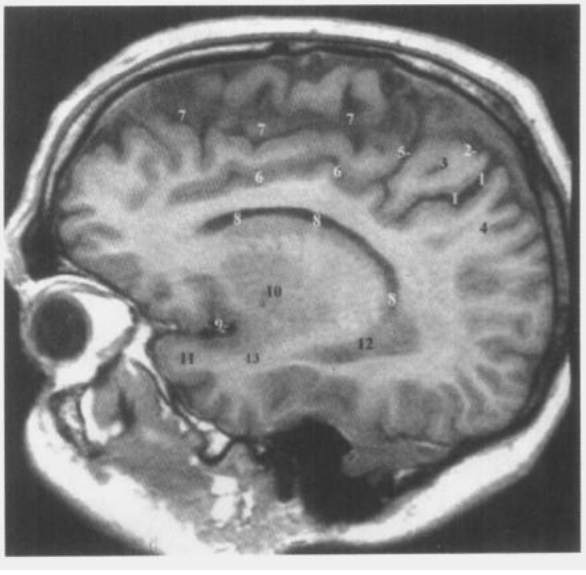


图10.49 1、扣带沟缘支；2、中央沟；3、旁中央小叶；4、楔前叶；5、旁中央沟；6、扣带沟；7、半球间裂；8、侧脑室；9、镰状沟；10、壳核；11、颞极；12、海马；13、颞干

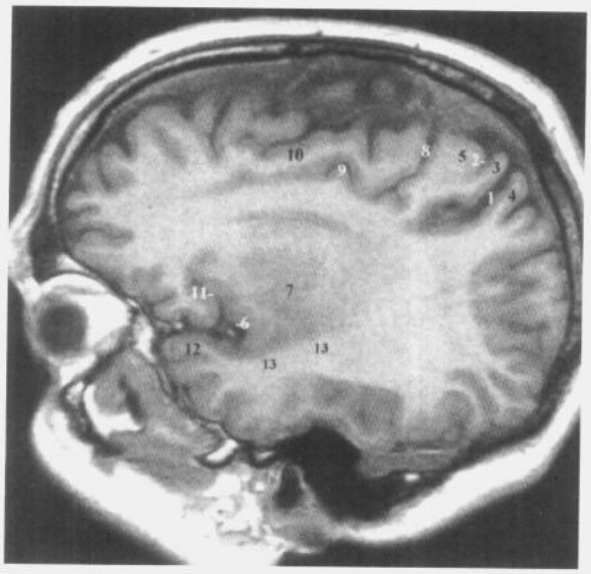


图 10.50　1，扣带沟缘支；2，中央沟；3，中央后回；4，楔前叶；5，中央前回；6，岛阈；7，壳核；8，旁中央沟；9，扣带沟；10，额内侧回；11，脑岛环状沟；12，颞极；13，颞下

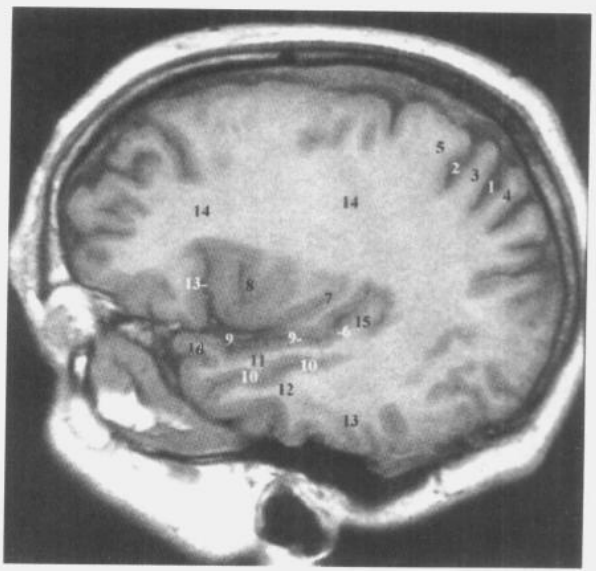


图 10.52　1，中央沟；2，中央前沟；3，中央前回；4，中央后回；5，颞横回；6，颞前横沟；7，脑岛长回；8，脑岛短回；9，外侧裂；10，平行沟；11，颞上回；12，颞中回；13，脑岛环状沟；14，颞极；15，Heschl 回；16，额叶白质

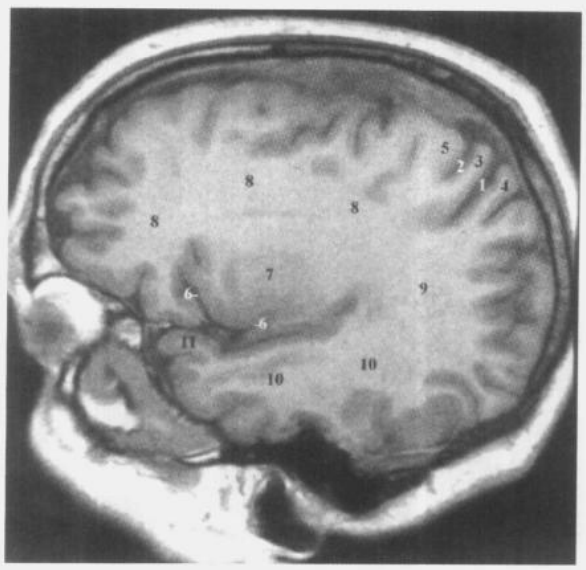


图 10.51　1，扣带沟缘支；2，中央沟；3，中央后回；4，楔前叶；5，中央前回；6，脑岛环状沟；7，屏状核；8，额叶白质核心部；9，顶叶白质核心部；10，颞叶白质核心部；11，颞极

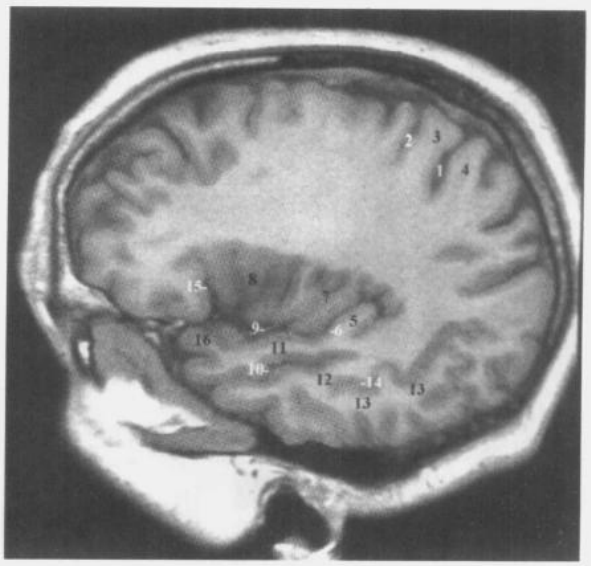


图 10.53　1，中央沟；2，中央前沟；3，中央前回；4，中央后回；5，颞横回；6，颞前横回；7，脑岛长回；8，脑岛短回；9，外侧裂；10，平行沟；11，颞上回；12，颞中回；13，颞下回；14，颞下沟；15，脑岛环状沟；16，颞极

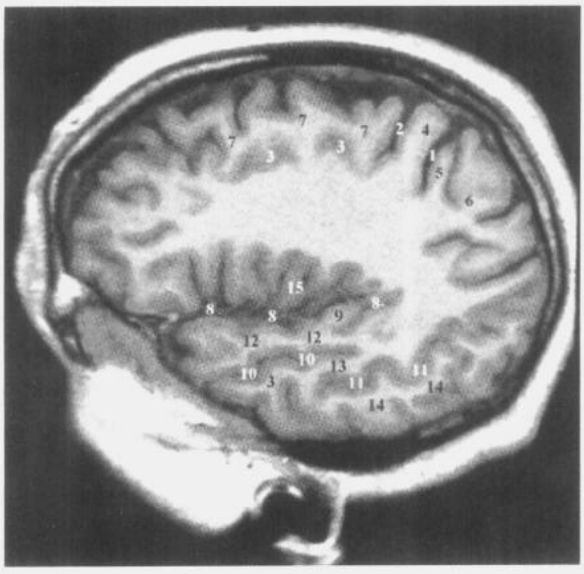


图 10.54　1，中央沟；2，中央前沟；3，额上沟；4，中央前回；5，中央后回；6，顶上小叶；7，额上回；8，外侧裂；9，颞横回；10，平行沟；11，颞下沟；12，颞上回；13，颞中回；14，颞下回；15，脑岛

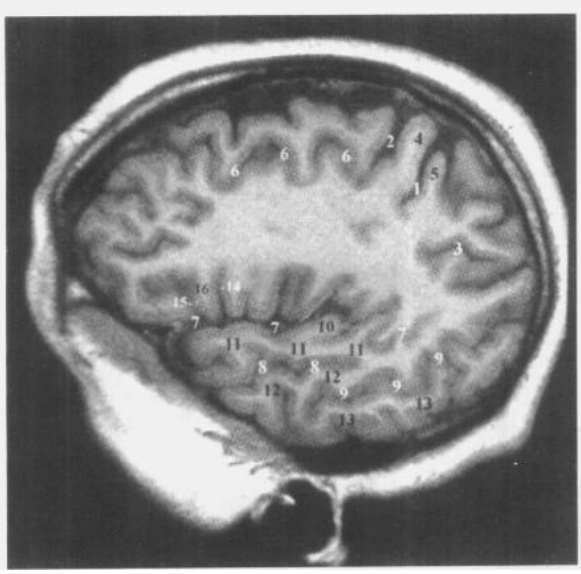


图 10.55　1，中央沟；2，中央前沟；3，顶内沟；4，中央前回；5，中央后回；6，额上沟；7，外侧裂；8，平行沟；9，颞下沟；10，颞横回；11，颞上回；12，颞中回；13，颞下回；14，外侧裂垂直支；15，外侧裂水平支；16，额下小叶，三角部

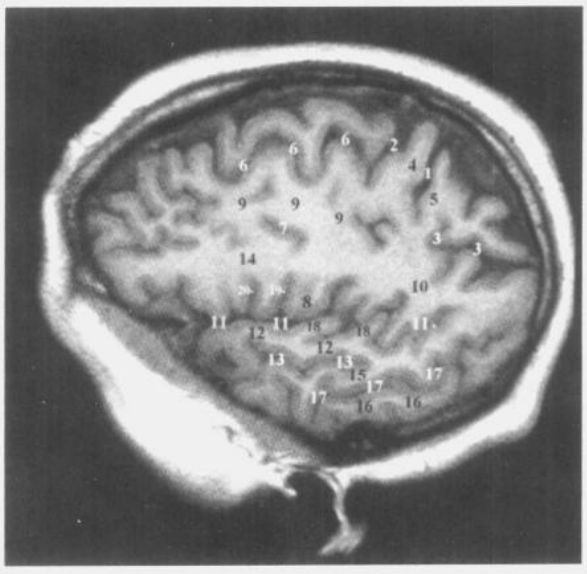


图 10.56　1，中央沟；2，中央前沟；3，顶内／中央后沟；4，中央前回；5，中央后回；6，额上沟；7，额下沟；8，岛盖中央部；9，额中回；10，顶下小叶；11，外侧裂；12，颞上回；13，平行沟；14，额下回；15，颞中回；16，颞下回；17，颞下沟；18，颞横回；19，中央前下沟；20，外侧裂垂直支

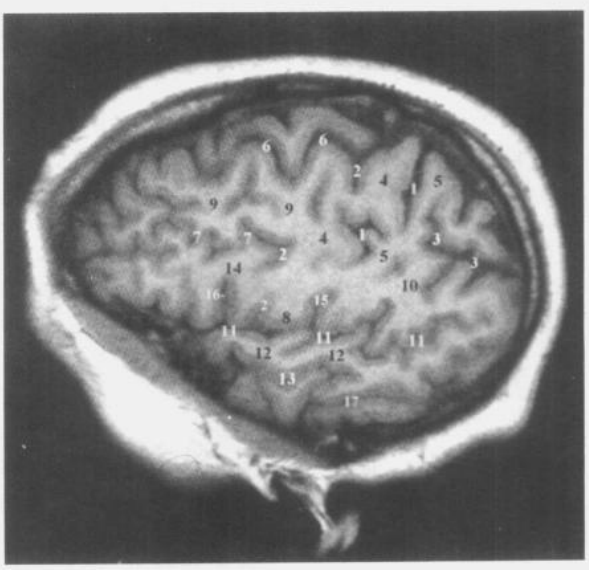


图 10.57　1，中央沟；2，中央前沟；3，顶内／中央后沟；4，中央前回；5，中央后回；6，额上沟；7，额下沟；8，岛盖中央部；9，额中回；10，顶下小叶；11，外侧裂；12，颞上回；13，平行沟；14，额下回；15，中央下后沟；16，外侧裂垂直支；17，颞下沟

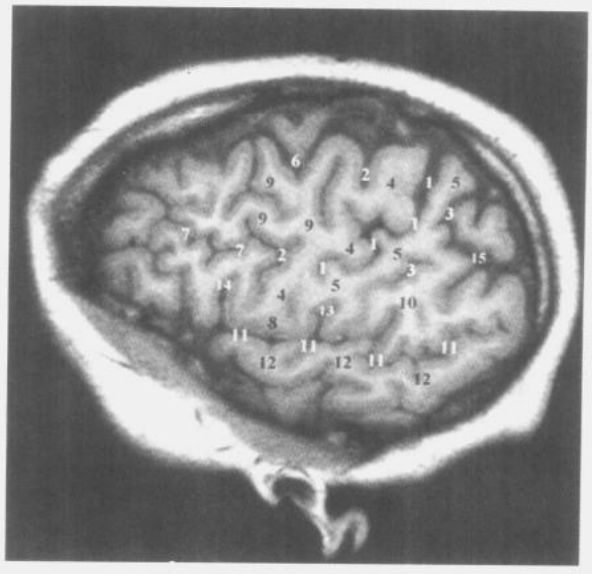


图10.58　1、中央沟；2、中央前沟；3、中央后沟；4、中央前回；5、中央后回；6、额上沟；7、额下沟；8、岛盖额部；9、额中回；10、顶上小叶；11、外侧裂；12、颞上回；13、中央下后沟；14、外侧裂垂直支；15、顶内沟

III 用穹窿参考平面定位的断层解剖图谱（图10.60～10.89）

本图谱是基于用穹窿平面（Ff）定位的MR斜行2mm的连续切面完成。图10.60为局部解剖切面，在冠状的PC-OB参考平面上界定和投影的图像；图10.61～10.81是连续的与MR相关的切面。

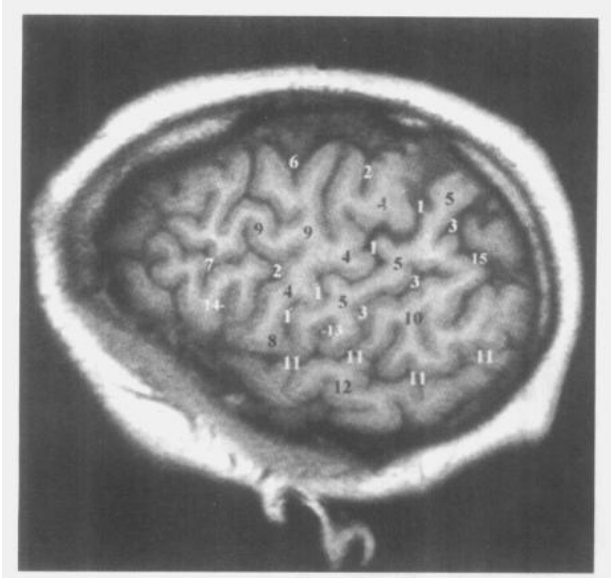


图10.59　1、中央沟；2、中央前沟；3、中央后沟；4、中央前回；5、中央后回；6、额上沟；7、额下沟；8、岛盖额部；9、额中回；10、顶下小叶；11、外侧裂；12、颞上回；13、中央下后沟；14、外侧裂垂直支；15、顶内沟

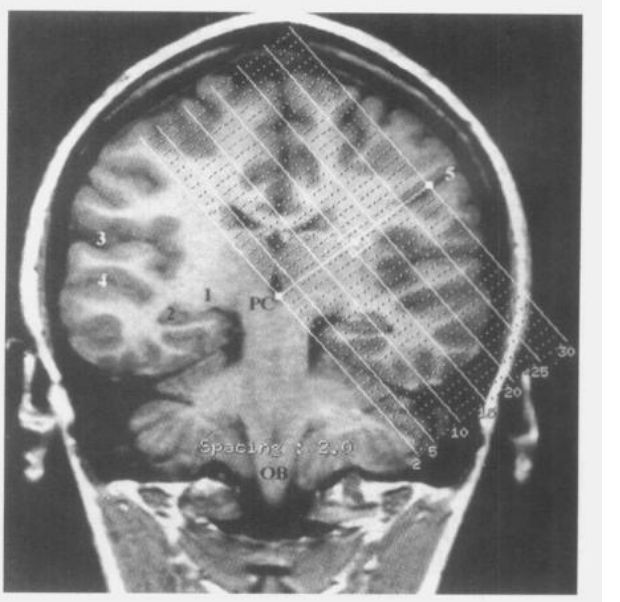


图10.60　按“伞－穹窿”参考平面定位的斜切面的MR局部解剖像。1，外侧膝状体；2，海马；3，外侧裂；4，平行沟

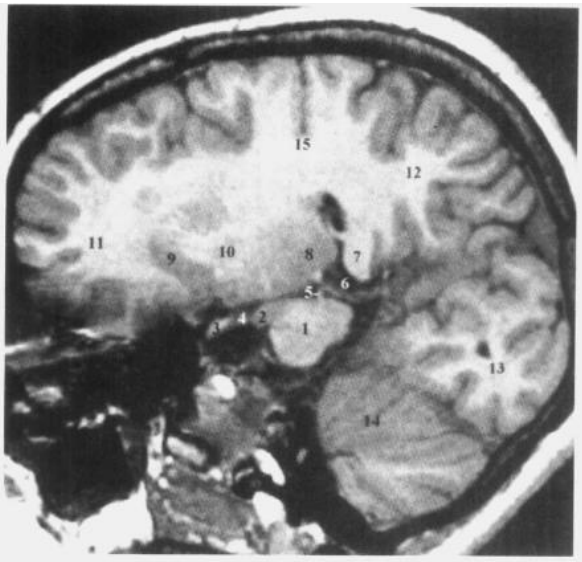


图 10.61 1，中脑；2，乳头体；3，视交叉；4，第三脑室；5，后连合；6，环池；7，胼胝体压部；8，丘脑；9，尾状核；10，内囊；11，额叶；12，顶叶；13，枕叶；14，小脑半球；15，中央沟

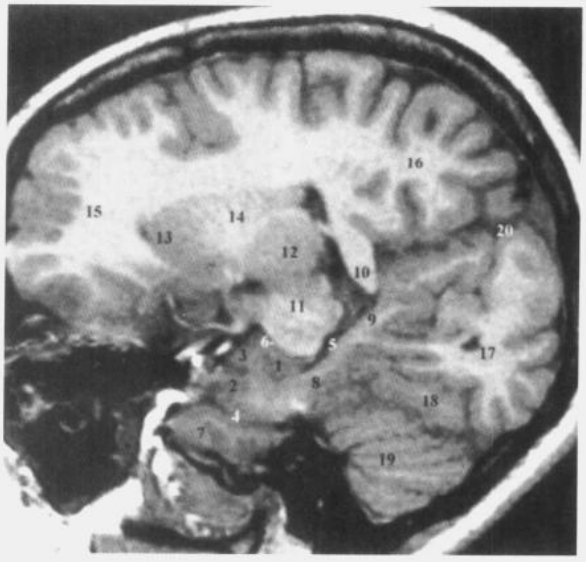


图 10.63 1，钩回；2，海马旁回；3，半月回（杏仁体皮质核）；4，鼻沟；5，脉络膜裂；6，鼻内沟；7，梭状回；8，海马旁回；9，峡；10，胼胝体膝部；11，中脑间脑区；12，丘脑；13，尾状核；14，辐射冠和灰质纹状体桥；15，额叶；16，顶叶；17，枕叶；18，舌回；19，小脑；20，半球间裂

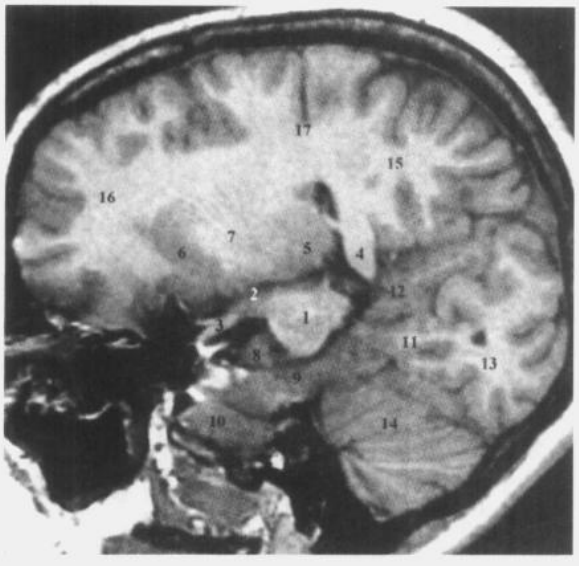


图 10.62 1，中脑；2，第三脑室；3，视交叉；4，胼胝体膝部；5，丘脑；6，尾状核；7，内囊；8，海马回钩；9，海马旁回；10，梭状回；11，舌回；12，峡；13，枕叶；14，小脑半球；15，顶叶；16，额叶；17，中央沟

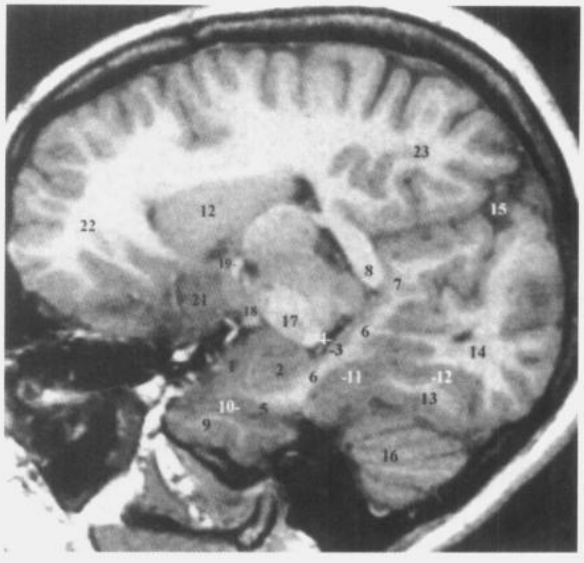


图 10.64 1，杏仁体；2，海马头；3，前下脚；4，脉络膜裂；5，鼻内皮质；6，海马旁回；7，峡；8，胼胝体压部；9，梭状回；10，鼻沟；11，侧副沟；12，距状沟；13，舌回；14，楔叶；15，半球间裂；16，小脑；17，大脑脚；18，视束；19，前连合；20，尾状核；21，胼胝体下区；22，额叶；23，顶叶

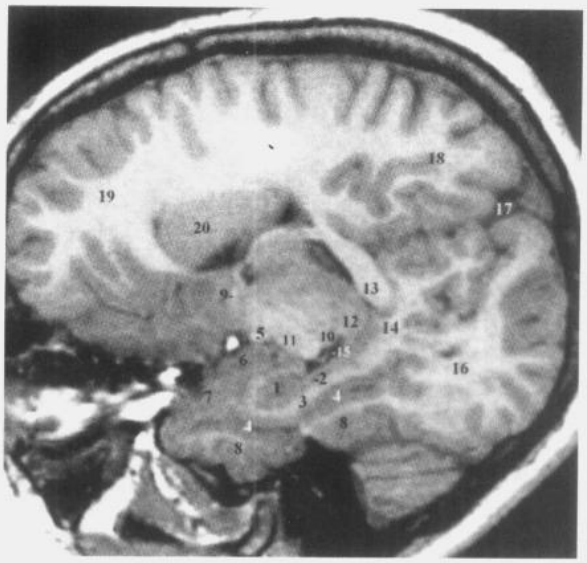


图10.65 1、海马头；2、海马回下脚；3、海马旁回；4、侧副沟；5、视束；6、杏仁体皮质核；7、环回（鼻内皮质）；8、梭状回；9、前连合；10、外侧膝状体；11、大脑脚；12、丘脑（枕）；13、胼胝体压部；14、峡；15、横裂；16、枕叶；17、半球间裂；18、顶叶；19、额叶；20、尾状核；21、半球间裂

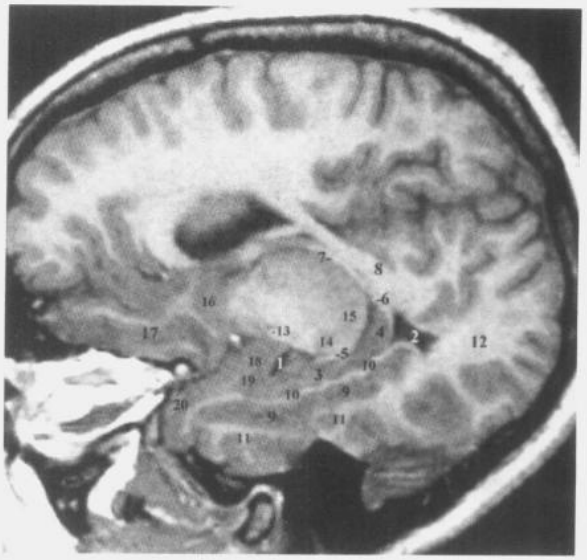


图10.67 1、侧脑室额角；2、侧脑室三角区；3、海马体部；4、海马；5、伞；6、穹窿，脚；7、穹窿，体；8、胼胝体压部；9、侧副沟；10、海马旁回；11、梭状回；12、枕叶；13、视束；14、外侧膝状体；15、枕；16、壳核；17、嘴沟；18、杏仁体基底核；19、海马-杏仁体连合；20、颞极皮质

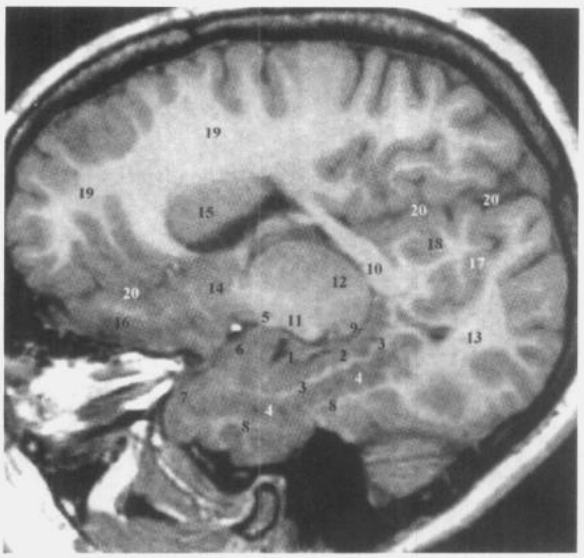


图10.66 1、海马头；2、海马回下脚；3、海马旁回；4、侧副沟；5、视束；6、杏仁体皮质核；7、环回（鼻内皮质）；8、梭状回；9、海马伞；10、胼胝体压部；11、大脑脚；12、丘脑（枕）；13、枕叶；14、隔区；15、尾状核；16、眶额回；17、顶枕沟；18、顶叶；19、额叶；20、半球间裂

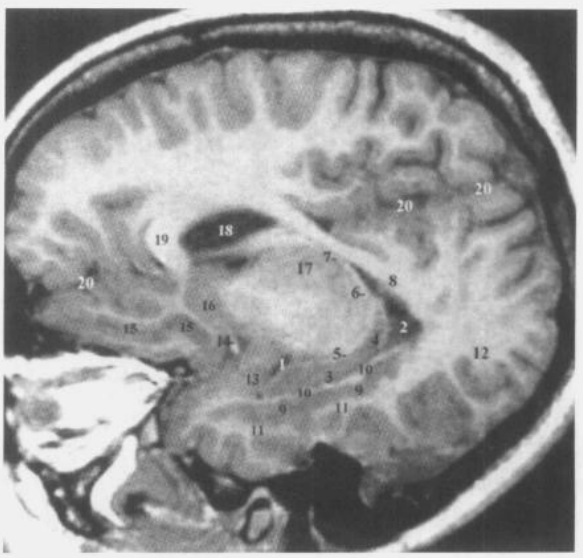


图10.68 1、侧脑室额角；2、侧脑室三角区；3、海马体部；4、海马；5、伞；6、穹窿，脚；7、穹窿，体；8、胼胝体压部；9、侧副沟；10、海马旁回；11、梭状回；12、枕叶；13、杏仁体外侧核；14、大脑中动脉；15、嘴沟；16、壳核；17、丘脑；18、侧脑室；19、胼胝体膝部；20、半球间裂

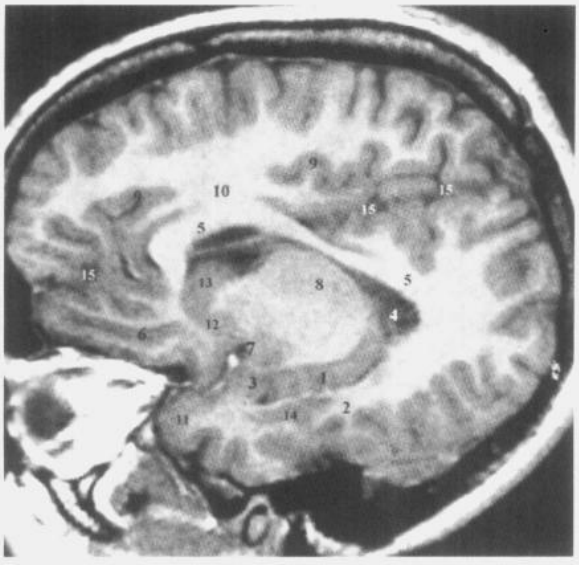


图 10.69　1、海马；2、海马旁回；3、杏仁体外侧核；4、房区；5、胼胝体；6、嘴沟；7、鼻内沟；8、丘脑；9、扣带沟；10、扣带回；11、颞极；12、壳核；13、尾状核；14、侧副沟；15、半球间裂

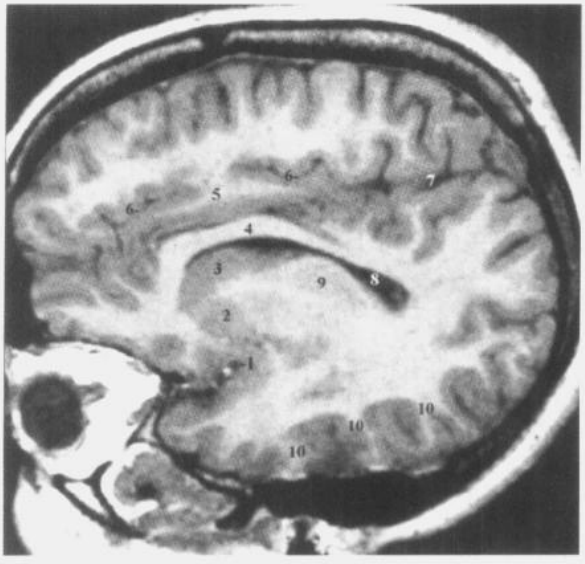


图 10.71　1、脑岛镰状沟；2、壳核；3、尾状核；4、胼胝体；5、扣带回；6、扣带沟；7、半球间裂；8、侧脑室；9、丘脑；10、颞下极

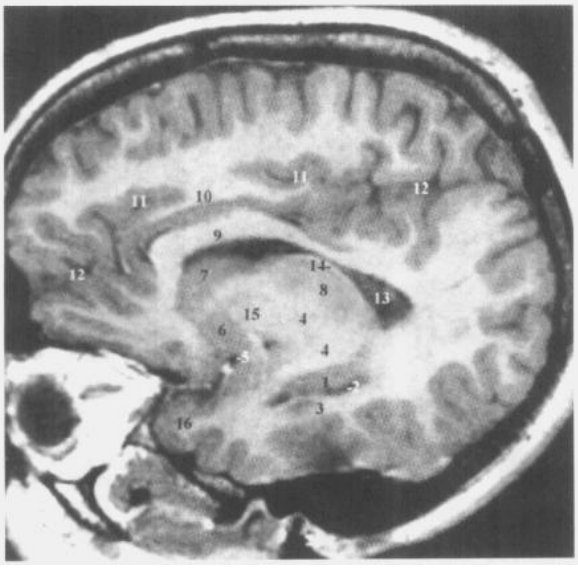


图 10.70　1、海马；2、侧脑室颞角；3、海马旁回；4、内囊；5、鼻内沟；6、壳核；7、尾状核；8、丘脑；9、胼胝体；10、扣带回；11、扣带沟；12、半球间裂；13、侧脑室；14、穹窿；15、内囊；16、颞极

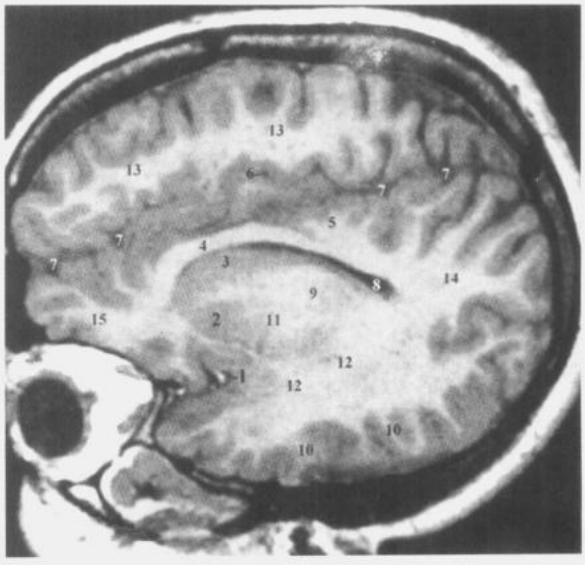


图 10.72　1、镰状沟；2、壳核；3、尾状核；4、胼胝体；5、扣带回；6、扣带沟；7、半球间裂；8、侧脑室；9、丘脑、网状核；10、颞下回；11、内囊；12、颞下；13、额叶；14、顶叶；15、眶额回

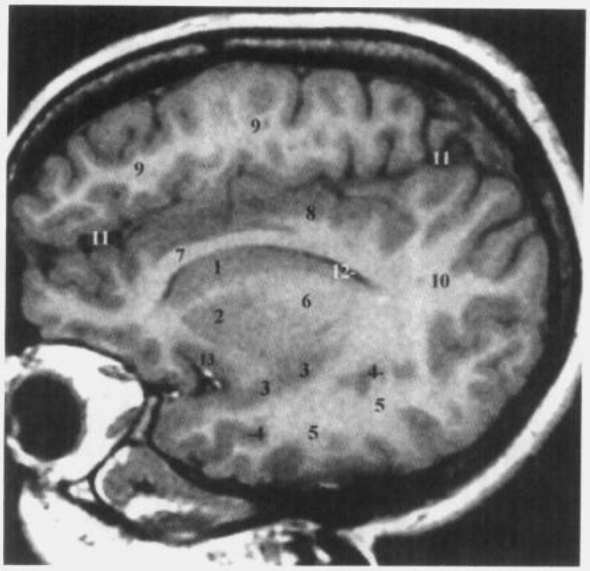


图10.73 1，尾状核；2，壳核；3，岛阈（环状沟）；4，平行沟；5，颞中回；6，内囊；7，颞干；8，扣带回；9，额内沟；10，顶叶；11，半球间裂；12，侧脑室；13，前穿质

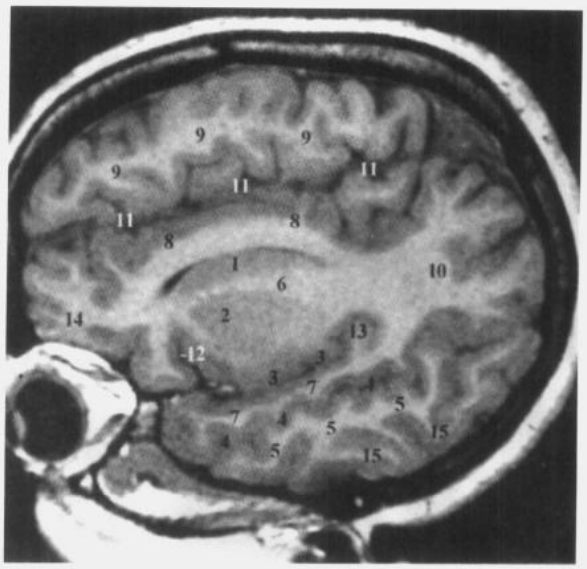


图10.75 1，尾状核；2，壳核；3，岛阈（环状沟）；4，平行沟；5，颞中回；6，辐射冠；7，颞上回；8，扣带回；9，额内沟；10，顶叶；11，半球间裂；12，脑岛环状沟；13，颞横回和听通道；14，眶额回；15，颞下回

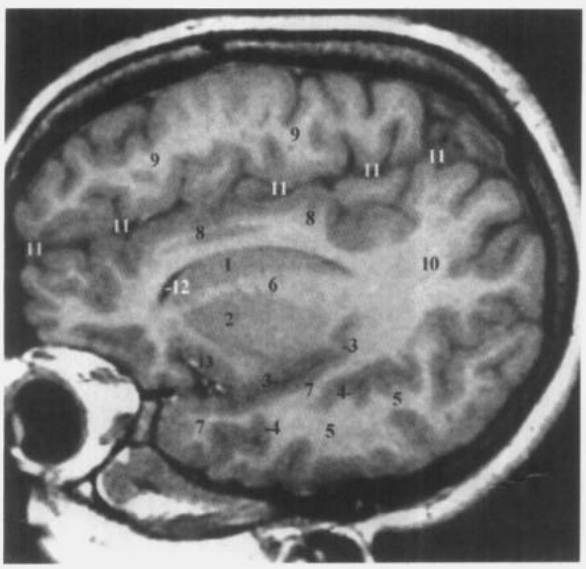


图10.74 1，尾状核；2，壳核；3，岛阈（环状沟）；4，平行沟；5，颞中回；6，辐射冠；7，颞上回；8，扣带回；9，额内回；10，顶叶；11，半球间裂；12，侧脑室；13，前穿质

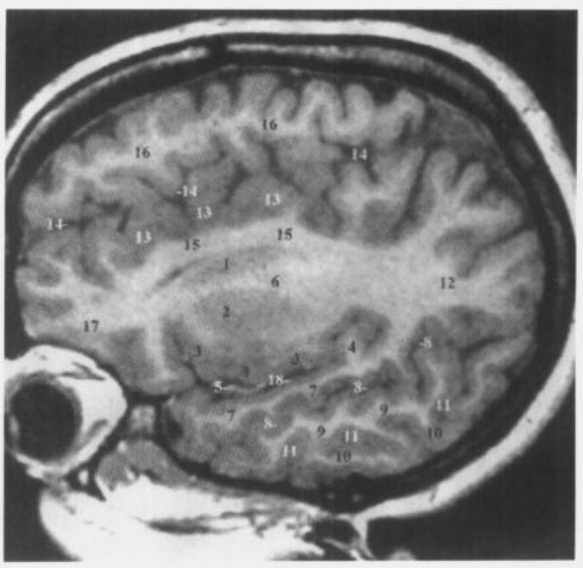


图10.76 1，尾状核；2，壳核；3，脑岛皮质；4，Heschl回；5，大脑中动脉；6，辐射冠；7，颞上回；8，平行沟；9，颞中回；10，颞下回；11，颞下沟；12，顶叶；13，扣带沟；14，半球间沟；15，扣带回；16，额内回；17，眶额回；18，外侧裂后支

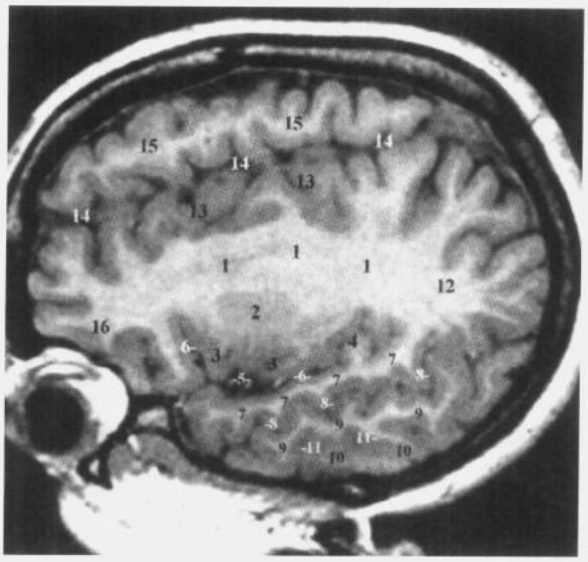


图 10.77　1，辐射冠；2，屏状核；3、脑岛皮质；4、Heschl 回；5，大脑中动脉，脑岛分支；6、脑岛环状沟；7，颞上回；8，平行沟；9，颞中回；10，颞下回；11，颞下沟；12，顶叶；13，扣带沟；14，半球间沟；15，额内侧回；16，眶额回

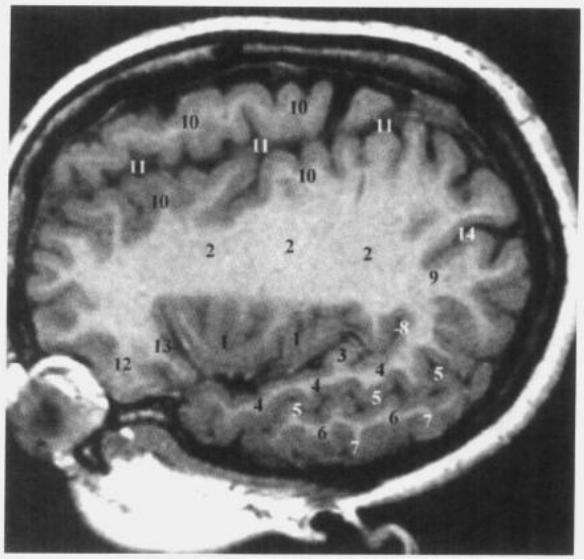


图 10.79　1、脑岛；2、辐射冠；3、颞横回；4、颞上回；5、平行沟；6、颞中回；7、颞下沟；8、外侧裂升支末端；9、顶下小叶；10、额内侧回；11、半球间裂；12、眶额回；13，环状沟；14，顶内沟

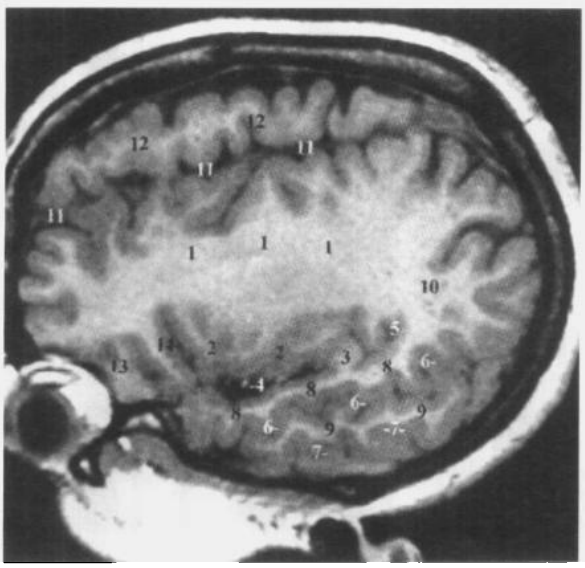


图 10.78　1，辐射冠；2，脑岛皮质；3，颞横回；4、大脑中动脉分支；5、外侧裂升支末端；6、平行沟；7、颞下沟；8、颞上回；9，颞中回；10，顶下小叶；11、半球间裂；12、额内侧回；13，眶额回；14，脑岛环状沟

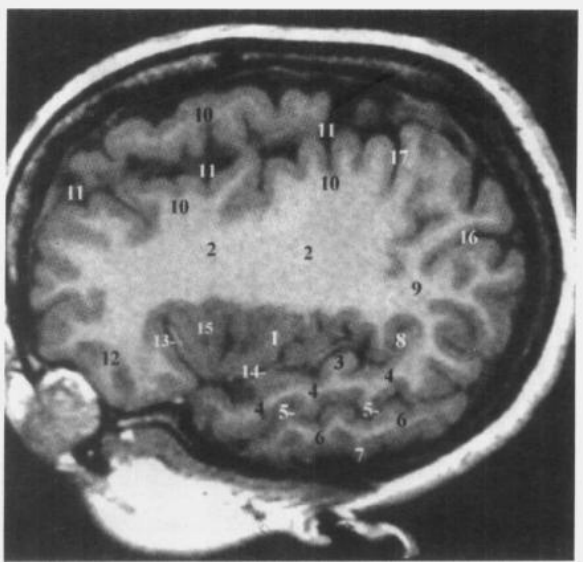


图 10.80　1、脑岛；2、辐射冠；3、颞横回；4、颞上回；5、平行沟；6、颞中回；7、颞下回；8、外侧裂升支末端；9、顶下小叶；10、额内侧回；11、半球间裂；12、眶额回；13，脑岛环状沟；14，外侧裂，后支；15、脑岛短回；16，顶内沟；17，中央沟

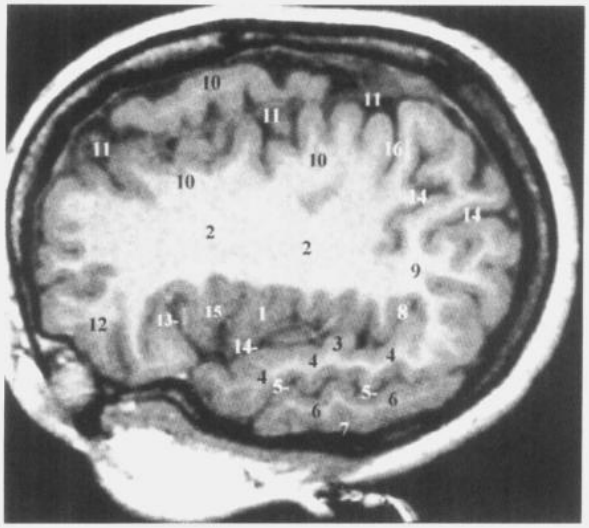


图10.81 1、脑岛；2、辐射冠；3、颞横回；4、颞上回；5、平行沟；6、颞中回；7、颞下回；8、外侧裂升支末端；9、顶下小叶；10、额内侧回；11、半球间裂；12、眶额回；13、脑岛环状沟；14、顶内沟、上升部；15、脑岛短回；16、中央沟

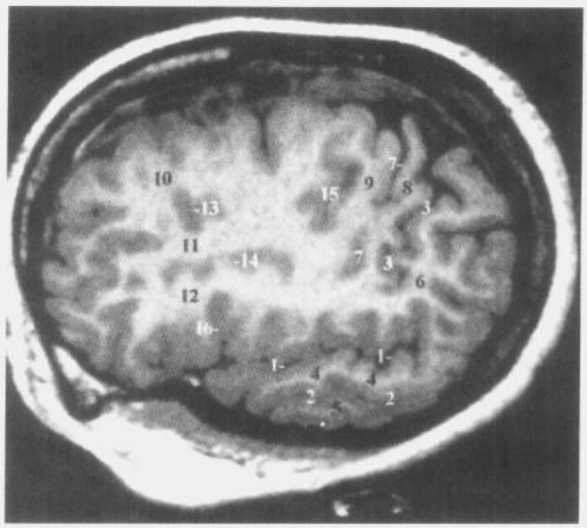


图10.83 1、外侧裂；2、平行沟；3、顶内沟；4、颞上回；5、颞中回；6、顶下小叶；7、中央沟；8、中央后回；9、中央前回；10、额上回；11、额中回；12、额下回；13、额上沟；14、额下沟；15、中央后上沟；16、外侧裂垂直支

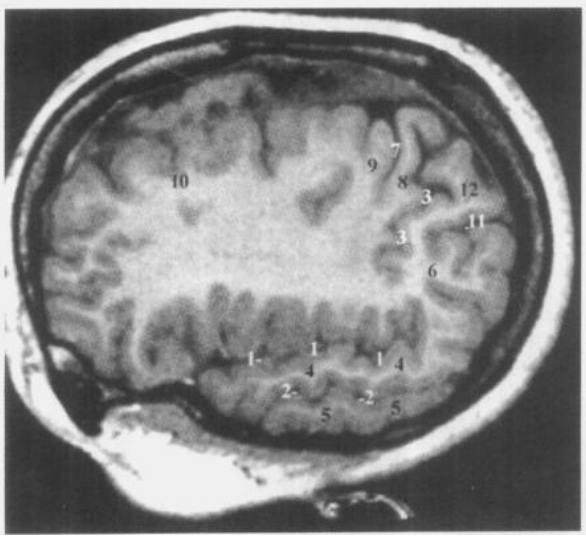


图10.82 1、外侧裂；2、平行沟；3、顶内沟、上升部；4、颞上回；5、颞中回；6、顶下小叶；7、中央沟；8、中央后回；9、中央前回；10、额叶；11、顶内沟、水平部；12、顶上小叶

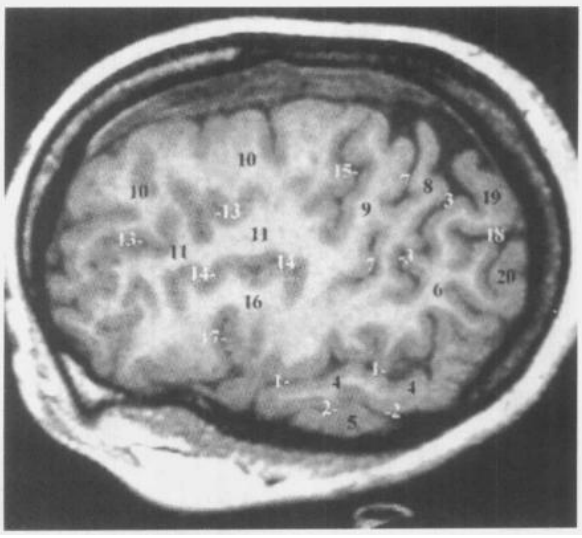


图10.84 1、外侧裂；2、平行沟；3、顶内沟；4、颞上回；5、颞中回；6、顶下小叶；7、中央沟；8、中央后回；9、中央前回；10、额上回；11、额中回；12、额下回；13、额上沟；14、额下沟；15、中央前上沟；16、额下回；17、外侧裂垂直支；18、顶内沟，垂直部；19、顶上小叶；20、顶下小叶

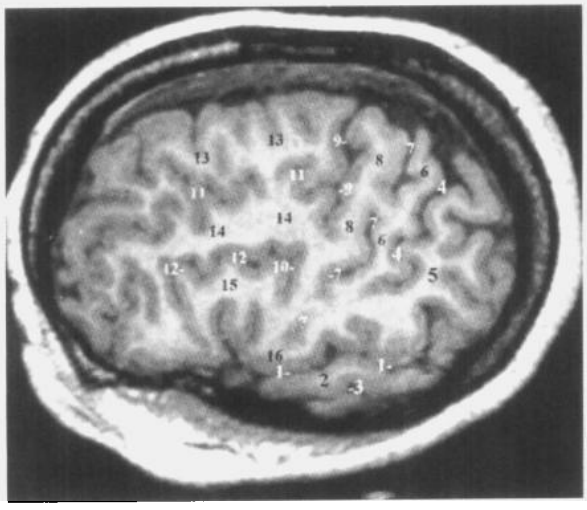


图 10.85 1、外侧裂；2、颞上回；3、平行沟；4、顶内沟；5、顶下小叶；6、中央后回；7、中央沟；8、中央前回；9、中央前上沟；10、中央前下沟；11、额上沟；12、额下沟；13、额上回；14、额中回；15、额下回；16、岛盖额顶部

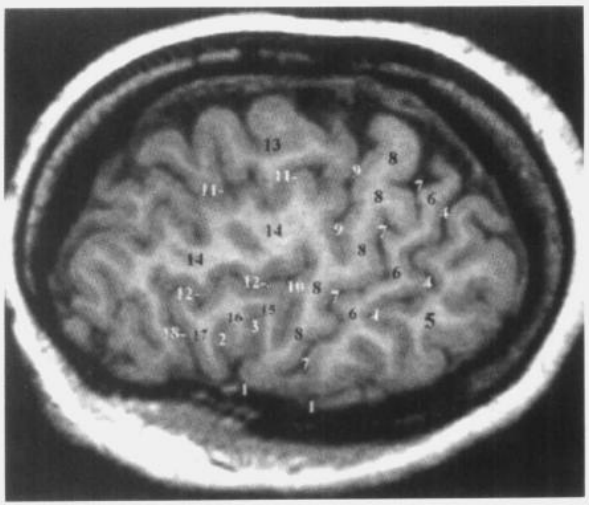


图 10.87 1、外侧裂；2、外侧裂水平支；3、外侧裂垂直支；4、顶内沟；5、顶下小叶；6、中央后回；7、中央沟；8、中央前回；9、中央前上沟；10、中央前下沟；11、额上沟；12、额下沟；13、额上回；14、额中回；15、额下回，岛盖部；16、额下回，三角部；17、额下回，眶部

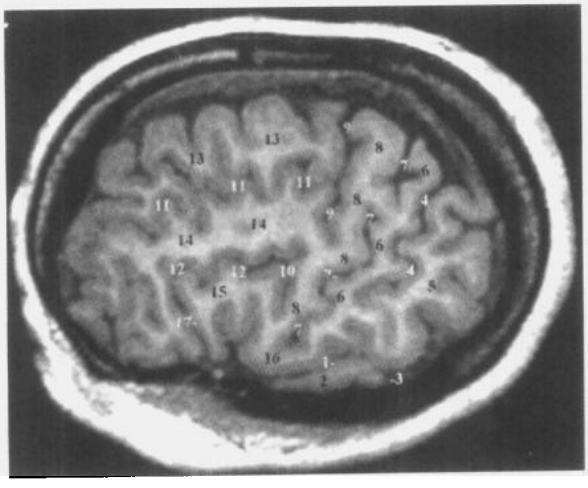


图 10.86 1、外侧裂；2、颞上回；3、平行沟；4、顶内沟；5、顶上小叶；6、中央后沟；7、中央沟；8、中央前回；9、中央前上沟；10、中央前下沟；11、额上沟；12、额下沟；13、额上回；14、额中回；15、额下回；16、岛盖额顶部；17、眶外侧沟

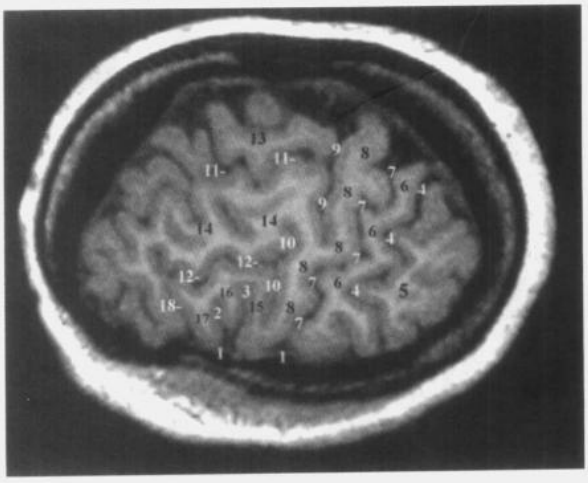


图 10.88 1、外侧裂；2、外侧裂水平支；3、外侧裂垂直升支；4、顶内沟；5、顶下小叶；6、中央后回；7、中央沟；8、中央前回；9、中央前上沟；10、中央前下沟；11、额上沟；12、额下沟；13、额上回；14、额中回；15、额下回，岛盖部；16、额下回，三角部；17、额下回，眶部；18、眶外侧沟



图10.89　1、中央沟；2、顶内沟、升支；3、中央前上沟；4、中央前下沟；5、额上沟；6、中央下沟；7、顶下小叶；8，中央后回；9，中央前回；10、额上回；11、额中回；12、额下回；13、额中间沟

索 引

A

矮人（小人） Homunculus ····· 123
鞍背 Dorsum sellae ····· 273
鞍隔 Diaphragma sellae ····· 204
鞍上池 Suprasellar cistern ····· 186

B

半规管 Semicircular canal ····· 15
半卵圆中心 Centrum semiovale ····· 110
半球间裂 Interhemispheric fissure ····· 56
半圆沟 Sulcus semiannularis ····· 59
半月沟 Semiannular sulcus ····· 167
半月回 Gyrus semilunaris ····· 58
半月纹 Stria semicircularis ····· 170
背侧缝核 Dorsal raphe nucleus ····· 171
背缝核（下丘脑背内侧核） Dorsomedial nucleus of hypothalamus ····· 189
被盖区 Tegmental area ····· 23
鼻沟 Rhinal sulcus ····· 94
鼻内沟 Endorhinal sulcus ····· 165
鼻内区 Entorhinal area ····· 166
鼻周皮质 Perirhinal cortex ····· 166

C

苍白球 Globus pallidus ····· 39
苍白球 Pallidum ····· 168
苍白球 Ventral pallidum ····· 168
侧窦 Lateral sinus ····· 246
侧副沟 Collateral sulcus ····· 161
侧副隆起 Collateral eminence ····· 174
侧脑室 Lateral ventricle ····· 1
侧脑室脉络丛 Choroid plexus of lateral ventricle ····· 192
侧脑室下角 Inferior horn of lateral ventricle ····· 84
齿状回 Dentate gyrus ····· 5
齿状回 Gyrus dentatus ····· 58
穿支动脉 Perforating arteries ····· 105
垂体 Hypophysis ····· 186
垂体柄 Pituitary stalk ····· 204

D

大脑大静脉 Cerebral vein of Galen ····· 111
大脑动脉环 Circle of Willis ····· 103
大脑后动脉 Posterior cerebral artery ····· 102
大脑脚 Crus cerebri ····· 42
大脑脚 Cerebral peduncle ····· 177
大脑镰 Falx cerebri ····· 288
大脑内静脉 Internal cerebral vein ····· 111
大脑前动脉 Anterior cerebral artery ····· 102
大脑中动脉 Middle cerebral artery ····· 67
大脑中静脉 Middle cerebral vein ····· 111
导水管 Aqueduct ····· 22
岛盖 Operculum ····· 59
岛盖顶部 Parietal operculum ····· 67
岛盖额部 Frontal operculum ····· 67
岛盖额顶部 Frontoparietal operculum ····· 70
岛盖颞部 Temporal operculum ····· 34
岛盖中央部 Central operculum ····· 67
岛后区 Retroinsular region ····· 139
岛阈 Limen insulae ····· 34
底丘脑核 Subthalamic nucleus ····· 22
底丘脑区 Subthalamic region ····· 185
底丘脑束 Subthalamic fasciculus ····· 205
第二次中间沟 Sulcus intermedius secundus (Eberstaller) ····· 76
第四脑室侧隐窝 Lateral recess of fourth ventricle ····· 245
蝶顶窦 Sphenoparietal sinus ····· 111
蝶窦 Sphenoidal sinus ····· 197
顶后动脉 Posterior parietal artery ····· 107
顶后回 Posterior parietal gyrus ····· 71
顶内沟 Intraparietal sulcus ····· 63
顶前动脉 Anterior parietal artery ····· 107
顶上回 Superior parietal gyrus ····· 71
顶下沟 Subparietal sulcus ····· 85
顶下回 Inferior parietal gyrus ····· 80
顶叶 Parietal lobe ····· 65
顶枕沟 Parieto-occipital sulcus ····· 63

动眼神经 Oculomotor nerve ····· 186
豆纹动脉 Lenticulostriate arteries ····· 104
豆状核 Lentiform nucleus ····· 142

E

额极 Frontal pole ····· 38
额极动脉 Frontopolar artery ····· 103
额前动脉 Prefrontal artery ····· 107
额桥束 Frontopontine tract ····· 229
额上沟 Superior frontal sulcus ····· 51
额上回 Superior frontal gyrus ····· 71
额下沟 Inferior frontal sulcus ····· 47
额下回 Inferior frontal gyrus ····· 17
额下回岛盖部 Pars opercularis of inferior frontal gyrus ····· 68
额下回三角部 Pars triangularis of inferior frontal gyrus ····· 68
额叶 Frontal lobe ····· 9
额缘沟 Frontomarginal sulcus ····· 74
额枕下纤维束 Inrferior fronto-occipital fasciculus ····· 93
额中回 Middle frontal gyrus ····· 66
额中间沟 Intermediate frontal sulcus ····· 70
耳蜗 Cochlea ····· 236
耳蜗神经 Cochlear nerve ····· 236

F

方形小叶 Quadrangular lobulte ····· 245
放射沟 Radiate sulcus ····· 67
辐射冠 Corona radiata ····· 123
附板 Lamina affixa ····· 59
腹侧背盖区 Ventral tegmental area ····· 171
腹侧纹状体 Ventral striatum ····· 40
腹侧窝杏仁体途径 Ventral amygdalofugal pathway ····· 171

G

隔核 Septal nuclei ····· 40
隔静脉 Septal vein ····· 111
隔区 Septal area ····· 186
隔区 Septal region ····· 186
钩 Uncus ····· 7
钩回 Uncinate gyrus ····· 176
钩回沟 Uncal sulcus ····· 167
钩切迹 Uncal notch ····· 166
钩状纤维束 Uncinate fasciculus ····· 93
孤束核 Nucleus of the solitary tract ··· 171
(水)管周灰质 Periaqueductal gray matter ····· 171

H

海马 Hippocampus ····· 4
海马 Cornu ammonis ····· 161
海马 Ammon's horn ····· 188
海马槽 Alveus ····· 173
海马沟 Hippocampal sulcus ····· 165
海马旁回 Parahippocampal gyrus ····· 86
海马伞 Fimbria ····· 58
海马伞齿状沟 Fimbriodentate sulcus ····· 174
海绵窦 Cavernous sinus ····· 102
黑质 Substantia nigra ····· 22
横窦 Transverse sinus ····· 85
横隔核 Nucleus accumbens septi ····· 170
红核 Red nucleus ····· 22
后穿质 Posterior perforated substance ····· 226
后连合 Posterior commissure(PC) ····· 14
后颅窝 Posterior fossa ····· 105
后屈束 Fasciculus retroflexus ····· 229
滑车神经 Trochlear nerve ····· 228
环池 Cisterna ambiens ····· 224
环回 Gyrus ambiens ····· 58
灰被 Indusium griseum ····· 59
灰结节 Tuber cinereum ····· 105
灰质束 Fasciola cinerea ····· 58
灰质纹状体桥 Gray striatal bridges ····· 174
喙上沟 Superior rostral sulcus ····· 85
喙下(副)沟 Inferior(accessory)rostral sulcus ····· 85

J

基底动脉 Basilar artery ····· 101
基底静脉 Basal vein of Rosenthal ····· 111
脊髓 Spinal cord ····· 80
脊髓丘脑束 Spinothalamic tract ····· 196
间脑 Diencephalon ····· 16
间脑 Interbrain ····· 108
缰 Habenula ····· 30

角回 Angular gyrus ····· 66
角前回 Preangular gyrus ····· 152
脚间池 Interpeduncular cistern ····· 41
脚间核 Interpeduncular nucleus ····· 193
结合臂 Brachium conjunctivum ····· 201
结节区 Trberal region ····· 204
晶状体 Lens ····· 24
颈内动脉 Internal carotid artery ····· 101
颈外动脉 External carotid artery ····· 102
距状沟 Calcarine sulcus ····· 34
距状沟动脉 Calcarine artery ····· 104
距状旁沟 Paracalcarine sulcus ····· 65

K

扣带 Cingulum ····· 86
扣带沟 Cingulate sulcus ····· 64
扣带沟缘支 Marginal ramus of cingulate sulcus ····· 76
扣带回 Cingulate gyrus ····· 32
眶额动脉 Orbitofrontal artery ····· 104
眶额回 Orbitofrontal gyri ····· 186
眶沟 Orbital sulci ····· 65
眶内回 Medial orbital gyrus ····· 86
眶上裂 Superior orbital fissure ····· 266

L

梨状皮质 Pyriform cortex ····· 173
梨状皮质 Piriform cortex ····· 173
镰状沟 Falciform sulcus ····· 57
漏斗 Infundibulum ····· 64
漏斗隐窝 Infundibular recess ····· 203

M

脉络膜带 Tenia choroidea ····· 172
脉络膜静脉 Choroidal vein ····· 111
脉络膜裂 Choroidal fissure ····· 32
脉络膜前动脉 Anterior choroidal artery ····· 289
面神经 Facial nerve ····· 235

N

内侧苍白球 Medial pallidum ····· 176
内侧隔核 Medial septal nucleus ····· 179
内侧丘系 Medial lemniscus ····· 193
内侧膝状体 Medial geniculate body ····· 178
内侧杏仁核 Medial nucleus of amygdala ····· 188
内侧纵束 Medical longitudinal fasciculus ····· 200
内囊 Internal capsule ····· 7
内囊后肢 Posterior limb of internal capsule ····· 130
内囊前肢 Anterior limb of internal capsule ····· 131
内囊膝部 Genu of internal capsule ····· 233
内缘回 Intralimbic gyrus ····· 168
内枕 Medial pulvinar ····· 178
脑池段视神经 Cisternal optic nerve ····· 90
脑岛 Insula ····· 8
脑岛长回 Long insular gyri ····· 83
脑岛短回 Short insular gyri ····· 83
脑岛环状沟 Circular sulcus of insula ····· 83
脑岛中央沟 Central sulcus of insula ····· 69
脑脚袢 Ansa peduncularis ····· 280
脑桥 Pons ····· 64
脑闩 Obex ····· 91
颞后动脉 Posterior temporal artery ····· 105
颞极 Temporal pole ····· 45
颞角钩隐窝 Uncal recess of temporal horn ····· 175
颞茎 Temporal stem ····· 143
颞平面 Planum temporale ····· 67
颞前动脉 Anterior temporal artery ····· 107
颞上(平行)沟 Superior temporal (parallel)sulcus ····· 63
颞上横沟 Intermediate transverse supratemporal sulcus ····· 34
颞上回 Superior temporal gyrus ····· 57
颞下沟 Inferior temporal sulcus ····· 68
颞下回 Inferior temporal gyrus ····· 66
颞叶 Temporal lobe ····· 20
颞枕外侧沟 Lateral occipitotemporal sulcus ····· 93
颞中动脉 Middle temporal artery ····· 107
颞中回 Middle temporal gyrus ····· 67

P

皮质脊髓束 Corticospinal tract ····· 37
胼胝体 Corpus callosum ····· 4
胼胝体边缘 Callosomarginal

动脉 artery ····· 103
胼胝体沟 Callosal sulcus ····· 64
胼胝体体部 Body of corpus callosum ····· 225
胼胝体膝部 Genu of corpus callosum ····· 46
胼胝体下前沟 Anterior subcallosal sulcus ····· 86
胼胝体下区 Subcallosal region ····· 83
胼胝体下区 Subcallosal area ····· 186
胼胝体压部 Splenium of corpus callosum ····· 34
胼胝体周围动脉 Pericallosal artery ····· 103
胼胝体嘴部 Rostrum of corpus callosum ···· 142
屏状核 Claustrum ····· 96

Q

前穿质 Anterior perforated substance ···· 40
前床突 Anterior clinoid process ····· 266
前交通动脉 Anterior communicating artery ····· 103
前连合 Anterior commissure(AC) ····· 14
前脑基底部 Basal forebrain ····· 39
前庭核 Vestibular nuclei ····· 235
前庭蜗神经 Vestibulocochlear nerve ····· 242
前下脚 Presubiculum ····· 166
前下脚 Prosubiculum ····· 173
桥横纤维 Transverse pontine fibers ····· 235
桥前池 Prepontine cistern ····· 197
壳核 Putamen ····· 22
禽距 Calcar avis ····· 85
穹窿 Fornix ····· 7
穹窿脚 Crus fornicis ····· 163
穹窿前柱 Anterior column of fornix ····· 278
穹窿体 Body of fornix ····· 180
丘脑 Thalamus ····· 16
丘脑背外侧核 Lateral dorsal nucleus of thalamus ····· 23
丘脑腹后核 Ventral posterior nuclei of thalamus ····· 201
丘脑腹后内侧核 Ventral posteromedial nucleus of thalamus ····· 196
丘脑腹后外侧核 Ventral posterolateral nucleus of thalamus ····· 193
丘脑腹前核 Ventral anterior nucleus of thalamus ····· 197
丘脑腹外侧核 Ventral lateral nucleus of thalamus ····· 192
丘脑后核 Posterior nucleus of thalamus ·· 196
丘脑后外侧核 Lateral posterior nucleus of thalamus ····· 196
丘脑间粘合 Interthalamic adhesion ····· 100
丘脑间粘合 Adhesio interthalamica ····· 177
丘脑前核团 Anterior nuclear group of thalamus ····· 197
丘脑乳头束 Mamillothalamic tract ····· 180
丘脑上动脉 Superior thalamic arteries ····· 104
丘脑髓纹 Stria medullaris thalami ····· 98
丘脑网状核 Reticular nucleus of thalamus ····· 194
丘脑下动脉 Inferior thalamic arteries ····· 104
丘脑纤维束 Thalamic fasciculus ····· 96
丘脑枕 Pulvinar thalami ····· 22
丘脑正中核（丘脑中央内侧核，丘脑中央中核） Centromedian nucleus of thalamus ····· 190
丘纹静脉 Thalamostriate vein ····· 111

R

绒球 Flocculus ····· 111
柔脑膜 Leptomeninges ····· 270
乳头内侧核 Medial mamillary nucleus ····· 203
乳头体 Mamillary body ····· 95
乳头体核 Mamillary nuclei ····· 180

S

三叉神经根部 Trigeminal root ····· 234
三叉神经节腔 Meckel's trigeminal cave ····· 170
三脑室 Third ventricle ····· 22
筛窦 Ethmoidal sinus ····· 265
上颌窦 Maxillary sinus ····· 272
上丘 Superior colliculi ····· 191
上丘臂 Brachium of superior colliculus ····· 229
上丘脑 Epithalamus ····· 161
上矢状窦 Superior sagittal sinus ····· 7
上蚓 Superior vermis ····· 233
舌回 Lingula gyrus ····· 85
舌蚓 Lingula vermis ····· 225
神经垂体 Neurohypophysis ····· 186
绳状体 Restiform body ····· 235
矢状层 Sagittal stratum ····· 101

视辐射 Optic radiation …… 106
视交叉 Optic chiasm …… 64
视交叉池 Chiasmal cistern …… 105
视上核 Preoptic nucleus …… 204
视上区 Preoptic area …… 204
视神经 Optic nerve …… 90
视神经 Ophthalmic nerve …… 276
视神经沟 Optic canal …… 264
视束 Optic tract …… 103
视束池 Cisternal optic tract …… 203
视隐窝 Optic recess …… 277
室间孔 Interventricular foramen …… 43
室间孔 Foramen interventriculare …… 98
束状回 Gyrus fasciolaris …… 58
四叠体池 Quadrigeminal cistern …… 111
四脑室 Fourth ventricle …… 29
四脑室底 Floor of the fourth ventricle …… 29
梭状回 Fusiform gyrus …… 93

T

听辐射 Auditory radiation …… 144
听神经沟 Sulcus acousticus …… 65
头切迹 Incisura capitis …… 60
透明隔 Septum lucidum …… 40
透明隔腔 Cavum septi pellucidi …… 64

W

外侧半规管 Lateral semicircular canal …… 38
外侧苍白球 Lateral pallidum …… 176
外侧隔核 Lateral septal nucleus …… 180
外侧裂 Lateral fissure (sylvius) …… 57
外侧膝状体 Lateral geniculate body …… 23
外侧下丘脑 Lateral hypothalamic area …… 189
外侧嗅纹 Lateral olfactory stria …… 180
外囊 External capsule …… 96
外枕 Lateral pulvinar …… 23
网状结构 Reticular formation …… 128
尾状核 Caudate nucleus …… 22,181,207
尾状核体部 Body of caudate nucleus …… 195
尾状核头 Head of caudate nucleus …… 186
尾状核尾 Tail of caudate nucleus …… 165
未定区 Zona incerta …… 22
纹动脉 Strate artery …… 103
纹状皮质 Striate cortex …… 85
无名质 Innominate substance …… 40
无名质 Substantia innominata …… 40

X

膝距束 Geniculocalcarine tract …… 190
下橄榄核 Inferior olive …… 110
下橄榄核 Inferior olivary nucleus …… 231
下脚 Subiculum …… 165
下脚旁 Parasubiculum …… 173
下丘 Inferior colliculi …… 22
下丘 inferior colliculus …… 22
下丘臂 Brachium of inferior colliculus …… 196
下丘脑 Hypothalamus …… 89
下丘脑背内侧核 Dorsomedial nucleus of thalamus …… 23
下丘脑腹内侧核 Ventromedial nucleus of hypothalamus …… 189
下丘脑沟 Hypothalamic sulcus …… 16
下丘脑后核 Posterior hypothalamic nucleus …… 192
下丘脑室旁核 Paraventricular nucleus of hypothalamus …… 188
下丘脑室上核 Supraoptic nucleus of hypothalamus …… 188
下矢状窦 Inferior sagittal sinus …… 111
下蚓 Inferior vermis …… 234
下纵行纤维束 Inferior longitudinal fasciculus … 93
腺垂体 Adenohypophysis …… 186
小脑 Cerebellum …… 22
小脑白质 Album cerebelli …… 237
小脑半球 Cerebelar hemisphere …… 111
小脑扁桃体 Tonsil of cerebellum …… 197
小脑扁桃体 Cerebellar tonsil …… 201
小脑齿状核 Dentate nucleus of cerebellum … 22
小脑谷 Vallecula cerebelli …… 239
小脑后下动脉 Posterior inferior cerebellar artery …… 102
小脑镰 Falx cerebelli …… 239
小脑幕 Tentorium cerebelli …… 81
小脑皮质 Cerebellar cortex …… 237
小脑前下动脉 Anterior inferior cerebellar artery …… 238

小脑前叶 Anterior lobe of cerebellum ····· 197
小脑上动脉 Superior cerebellar artery ····· 102
小脑上脚 Superior cerebellar peduncle ···· 177
小脑下脚 Inferior cerebellar peduncle ····· 197
小脑延髓池 Cerebellomedullary cistern ····· 201
小脑蚓顶部 Culmen vermis ····· 224
小脑中脚 Middle cerebellar peduncle ····· 193
楔沟 Sulcus cunei ····· 60
楔前动脉 Artery of the precuneus ····· 104
楔前叶 Precuneus ····· 64
楔舌回 Cuneolingual gyrus ····· 85
楔叶 Cuneus ····· 58
斜方体 Trapezoid body ····· 227
斜沟 Diagonal sulcus ····· 74
斜坡 Clivus ····· 237
杏仁核 Basal nucleus of amygdala ····· 165
杏仁皮质核团 Cortical nucleus of amygdala ····· 167
杏仁体(扁桃体) Amygdala ····· 23
杏仁体周 Periamygdaloideum ····· 167
杏仁外侧核 Lateral nucleus of amygdala ···· 165
嗅沟 Olfactory sulcus ····· 64
嗅结节 Olfactory tubercle ····· 186
嗅旁沟 Parolfactory sulcus ····· 88
嗅球 Olfactory bulb ····· 171
嗅束 Olfactory tract ····· 64

Y

压部下回 Subsplenial gyrus ····· 179
延髓 Medulla oblongata ····· 89
眼动脉 Ophthalmic artery ····· 102
眼球 Eyeball ····· 253
乙状窦 Sigmoid sinus ····· 237
蚓 Vermis ····· 110
蚓椎体 Pyramis vermis ····· 237
原始中间沟 Sulcus intermedius primus of Jensen ····· 59
缘上回 Supramarginal gyrus ····· 34
缘上前回 Presupramarginal gyrus ····· 152
月状沟 Lunate sulcus ····· 51
月状沟 Sulcus lunatus ····· 59

Z

枕大池 Cisterna magna ····· 247
枕大孔 Foramen magnum ····· 11
枕动脉 Occipital artery ····· 104
枕横沟 Transverse occipital sulcus ····· 74
枕横下回 Gyrus descendens of Ecker ····· 58
枕极 Occipital pole ····· 51
枕颞沟 Occipitotemporal sulcus ····· 81
枕颞内侧回 Medial occipitotemporal gyrus ····· 286
枕前切迹 Preoccipital incisure ····· 69
枕上沟 Superior occipital sulcus ····· 63
枕上回 Superior occipital gyrus ····· 68
枕外侧沟 Lateral occipital sulcus ····· 65
枕下沟 Inferior occipital sulcus ····· 63
枕下沟 Inferior occipital sulcus ····· 69
枕下回 Inferior occipital gyrus ····· 68
枕叶 Occipital lobe ····· 51
枕中回 Middle occipital gyrus ····· 68
胝胼体下区 Area subcallosa ····· 172
直窦 Straight sinus ····· 113
直窦 Sinus rectus ····· 246
直回 Gyrus rectus ····· 34
中颅窝 Middle cranial fossa ····· 186
中脑 Midbrain ····· 57
中脑 Mesencephalon ····· 161
中脑导水管 Cerebral aqueduct ····· 22
中央被盖束 Central tegmental tract ····· 229
中央沟 Central sulcus (Rolando) ····· 68
中央后沟 Postcentral sulcus ····· 65
中央后横沟 Sulcus retrocentralis transversus ····· 61
中央后回 Postcentral gyrus ····· 51
中央后上沟 Superior postcentral sulcus ····· 70
中央后下沟 Inferior postcentral sulcus ····· 67
中央旁沟 Paracentral sulcus ····· 72
中央旁小叶动脉 Artery of the paracentral lobule ····· 104
中央前动脉 Precentral artery ····· 107
中央前沟 Precentral sulcus ····· 63
中央前沟边缘支 Marginal precentral sulcus ····· 74
中央前回 Precentral gyrus ····· 52
中央前内沟 Medial precentral sulcus ····· 71
中央前上沟 Superior precentral sulcus ····· 63
中央前下沟 Inferior precentral sulcus ····· 63
中央下后沟 Posterior subcentral sulcus ····· 79

中央下前沟 Anterior subcentral sulcus …… 63
终板 Lamina terminalis …… 59
终板旁回 Paraterminal gyrus …… 86
终纹 Stria terminalis …… 170
蛛网膜下腔 Subarachnoid space …… 134
椎动脉 Vertebral artery …… 101

外文

Broca 斜带 Diagonal band of Broca …… 182
foren H 区（丘脑腹侧的五个区之一） Forel's fields H …… 193
Heubner 动脉 Artery of Heubner …… 108
Lancisi 纹（胼胝体纵纹） Striae of Lancisi …… 173
Meynert 基底核 Basal nucleus of Meynert …… 40
Meynert 基底核 Nucleus basalis of Meynert …… 191
Schwalbe 回 Gyri of Schwalbe …… 166
Wernicke 三角区（内囊后脚内区间） Area triangularis of wernicke …… 162