

大鼠脑立体定位图谱

The Rat Brain in Stereotaxic Coordinates

原著 George Paxinos
Charles Watson

主译 诸葛启钊

第 3 版



人民卫生出版社

大鼠脑立体定位图谱

The Rat Brain in Stereotaxic Coordinates

原 著 George Paxinos
 Charles Watson

主 译 诸葛启钊

审 校 瞿 佳 程 刚

译 者 (按姓氏笔画排序)

叶 盛	苏志鹏	陈贤斌
林 晨	赵 峰	鲁祥和

第 3 版

人民卫生出版社

The Rat Brain in Stereotaxic Coordinates, Third edition
George Paxinos and Charles Watson
ISBN: 0-12-547623-X

Copyright © 1997 by Elsevier. All rights reserved

Translation Copyright © 2005 by People's Medical Publishing
House. All rights reserved.

图书在版编目(CIP)数据

大鼠脑立体定位图谱/诸葛启钊主译. —北京:人民
卫生出版社, 2005. 6
ISBN 7-117-06858-2

I. 大… II. 诸… III. 鼠科—脑—定位—图谱
IV. R741.049

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2005)第 055360 号

图字:01-2005-2956

大鼠脑立体定位图谱

主 译: 诸葛启钊
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: 北京铭成印刷有限公司
经 销: 新华书店
开 本: 889×1194 1/16 印张: 9.5
字 数: 306 千字
版 次: 2005 年 7 月第 1 版 2005 年 7 月第 1 版第 1 次印刷
标准书号: ISBN 7-117-06858-2/R·6859
定 价: 28.00 元

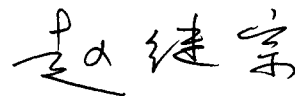
著作权所有, 请勿擅自用本书制作各类出版物, 违者必究
(凡属质量问题请与本社发行部联系退换)

中文版序

脑科学研究是 21 世纪生命科学最为活跃和有发展前景的课题。至今,我们对大脑的许多生理、病理和某些特殊功能等方面的认识还有许多空白,如认知功能和记忆功能等。脑科学的研究离不开动物实验,而且许多实验是在大鼠的脑上进行。为保证实验研究的水平,了解鼠脑的解剖知识,是每位研究者所必需的。

《大鼠脑立体定向图谱》由澳大利亚新南威尔士大学的 Paxinos 教授在 1982 年第一版的基础上,又花费十多年心血编写而成,是目前国外描述大鼠脑结构最为详细的解剖图谱。本书提供了 78 幅精美的定位严谨的立体定向解剖结构图,为许多神经科学研究中所需要的脑解剖和不同部位和结构的定

位,提供非常有用的资料。相信将该书介绍给我国读者,会对我国神经科学的动物实验研究起到很好的指导作用。



中华医学会神经外科分会主任委员
首都医科大学附属北京天坛医院神经外科主任

2005 年仲夏

译者序

大鼠由于大小合适,繁殖能力强,又经济实惠,目前已成为神经科学研究中最常用的实验动物。由澳大利亚新南威尔士大学的 Paxinos 教授编写的《The Rat Brain in Stereotaxic Coordinates——Compact Third Edition》已经出版。荣幸的是在 2002 年,Paxinos 教授访问温州医学院时,将该书赠给瞿佳教授,并希望翻译成中文出版。

本书是目前国内外描述大鼠脑结构最为详细的解剖图谱,提供了 78 幅精美的定位严谨的立体定向解剖结构图,为许多神经科学研究中所需的脑组织

结构的定位、解剖与功能提供了非常有用的资料。本书翻译过程中,有些解剖学名词参考了朱长庚编写的《神经解剖学》一书(人民卫生出版社,2002 年,第一版),在此表示感谢。由于翻译人员水平有限,肯定有不足或错误之处,请读者批评指正。

译者

2005 年 6 月 14 日

目 录

前言.....	1	立体定向的准确性.....	5
致谢.....	1	命名法.....	6
简介.....	2	缩略词的应用原则.....	6
立体定向操作.....	2	本图谱中组织结构图描绘的根据.....	6
组织学.....	4	参考文献	10
摄影.....	4	结构名称表	12
绘制.....	4	缩略词索引	38
立体定向参照体系.....	5	切面图	

前言

作为脑制图师,和地理制图师一样,我们的中心目标是为感兴趣的结构提供精确的坐标和准确的标识。在此第三版的缩略本图谱中,我们采用了创建于第一版并已确立的立体定向参照系统(Paxinos and Watson, 1982)。这一参照系统被普遍认为是最合适的大鼠脑立体栅格图。而我们再次校订了脑组织的各个识别图以便它能够在下个世纪仍然适用。

第三版的特色

1. 最精准的立体定向参照系统。
2. 在第二版 76 幅冠状切面图(Paxinos and Watson, 1986)的基础上重新校对的冠状面绘图。
3. 图谱的描绘考虑到了各组染色的脑切片,如微白蛋白、钙结合蛋白、钙网蛋白、神经丝蛋白 SMI-32、酪氨酸水解酶(Tyrosine Hydroxylase),还原型辅酶Ⅱ黄递酶(NADPH-diaphorase)(Paxinos 等,正在出版[a, b]¹),同时也参照了大鼠神经系统教科书(Paxinos, 1995)、Swanson 的图谱(1992)和其他近期的神经解剖文献。
4. 脊髓图制作的依据来自于 Molander 和 Grant(1995)的图谱。

图谱中的图片在其他出版物中被引用的情况

作为作者,我们很高兴图谱中的某些图片能被其他出版物所引用,但是也希望我们的工作能得到适当的认可。图谱中的坐标一旦被采用,它们必须按以下格式标注:“前囟, 1.60mm (Paxinos and Watson, 1996)”。

引用图谱中图片的许可可从出版商那里获到:

Academic Press

Permissions Department

6277 Sea Harbor Drive

Orlando, FL

USA 32887

Telephone: (407) 345-3990

Fax: (407) 352-8860

在申请许可时请注明所有你想引用的图片,处理申请的过程需要 4 周时间。建议采用本书所提供的命名法和缩略词,该缩略词具有系统性,现在已被广泛认同。

致谢

下列科学家在特定部位的图谱描绘中给予了帮助,在此表示感谢:Ping-Yu Wang(脑干),Laura Kus(大脑皮层),Pascal Carrive(中脑导水管周围灰质),George Alheid 和 Lennart Heimer(基底前脑),Clifford Saper(臂旁核和视前内侧区),Richard Simerly(下丘脑),Glenda Halliday(顶盖腹侧区),以及 Joel Elmquist(视前内侧区)。同时,我们也非常感谢 Richard Apps, Jan Arvidson, Detlef Bieger, Marco Celio, Philippe Ciofi, Gorm Danscher, Richard Harlan, Alan Harvey, Naoyuki Inagaki, Rober Jakab, Barbara Jones, Csaba Leranth, Janusz Lipski, Dan McIntyre, Neil McNaughton, Carl Marfurt, Juergen Mai, Kirsten Osen, Joel Price, Koh Shinoda, Gert Ter Horst, Joseph Travers, Thomas Van Groen, Jan Voogd, Mark Whitehead, Michael Wyss, Yukihiro Yasui, Laszlo Zaborszky, Justin Harris 和 Liz Tancred 给我们提出宝贵意见和建议。

我们感谢 Stephen D Marks 和 Connie Woodhead of Gold, Marks, Ring and Pepper 给我们提出的建议。

我们衷心感谢 Carl Molander 和 Gunnar Grant 同意我们引用他们制作的脊柱图谱。

¹ Paxinos 等,正在出版 [a, b];现已出版, a 版为 Chemoarchitectonic Atlas of the Rat Brainstem(Paxinos G, Carrive P, Wang H, Wang P-Y. New York, Academic Press, 1998.); b 版为 Chemoarchitectonic Atlas of the Rat Forebrain(Paxinos G, Kus L, Ashwell K-W-S, Watson C. New York, Academic Press, 1998.)。以下同,不再一一注明。

将我们手绘的示意图转换为数码形式的工作由 Miao-Fen Shen 开始,并最终由 Hong-Qin Wang 和 Luan Ling Zhang 完成。

Hong-Qin Wang 快速并准确地用矢量制图软件 Adobe Illustrator 进行了上千次的修订。也是她给组化切片制作了精美的照片。

我们感谢 Paul Halasz 为这本图谱设计并制作了 CD-ROM(Paxinos 和 Watson, 1986)。

我们感谢 Louis Tsalis 为本书设计了封面,Alan Brichta 画了颅骨图。我们感谢 Fine Science Tool 公司(Vancouver, Fax: 415-349-3729)为我们提供了制作标本用的精密的镊子。Faulding Imagins 公司给我们以优惠价格提供 Olympus 显微镜系统。

我们感谢新南威尔士大学精神病学院院长 Kevin McConkey 教授和伍伦贡大学名誉副校长 Gerard Sutton 教授给我们提供的帮助。我们感谢澳大利亚苹果公司为图谱的数字化制图提供了装备。

最后,我们还要感谢 Lawrence Morrin 建议我们出版图谱的缩略版。

简介

大鼠是哺乳类神经科学研究中最普遍使用的研究对象,有许多原因。首先,大鼠尺寸合适,既不是小得难以精确定位脑部区域,也不是大得要增加实验室经费负担;其次,大鼠生命力顽强,对感染有免疫力;第三,许多近交系品种的供给已经商业化,因而只需大小一致,即可用于立体定向研究。

1982 年出版的第一版《大鼠脑立体定位图谱》(*The Rat Brain in Stereotaxic Coordinates*)是第一本基于颅骨水平位(flat skull)的图谱,可分别以前囟、人字点或外耳道连线中心作为参照点。虽然以重 270~310 克的 Wistar 雄性大鼠作为标本,但该图谱坐标依然可以适用于 250~350 克重的雌性或雄性大鼠(Paxinos et al., 1985)。

本图谱包含有 78 幅的冠切面脑图,平均间隔 0.25 毫米,从未经固定的冰冻鼠脑上切取。图谱上的脑图最初是基于甲酚紫即尼斯尔(Nissl)染色和乙酰胆碱酯酶(AChE)染色的切片绘制(参见 Coronal photographic plates of Paxinos and Watson, 1986)。该第三版缩略本图谱的绘制还采用了我们制作的染色切片作

为辅助,这些切片展示了基于抗体和酶的染色分布(微白蛋白,钙结合蛋白,钙网蛋白,神经丝蛋白 SMI-32,酪氨酸羟化酶和 NADPH 黄递酶)。

立体定向操作

为确立这本图谱的立体定位坐标系统,我们共研究了 100 多只大鼠的切片。为了准备这些切片,我们按标准位置放置颅骨,即颅骨水平位(flat skull),并用针道定位制作水平及垂直面。将大鼠麻醉后放置于 Kopf 小动物立体定向仪上,调整门齿杆直至前囟和人字点相平。当门齿杆位置低于水平 0 度 3.3±0.4 毫米时,颅骨水平位就达成了(见表 1)。

表 1:不同性别、种系、体重大鼠颅脑测量和立体定向数据(平均值±标准差)

对象	平均 体重 (g)*	AP I-B (mm)	AP I-L (mm)	DV I-B (mm)	AP I-Acb (mm)**	AP B-ac (mm)**	AP I-7n (mm)**	DV I-门齿杆 (mm)
Wistar 大鼠	290	9.1±0.3	0.3±0.3	10.0±0.2	11.7	0.0	-1.3	-3.3±0.4
Coronal	300	9.2	0.2	10.1				
Sagittal	270	8.9	0.0	10.0				
Horizontal	290	9.1	0.2	10.1				
Wistar 雌鼠	282	9.3±0.2	0.5±0.3	10.0±0.1	11.6	0.1	-1.2	-3.2±0.5
Hooded 大鼠	290	9.4±0.4	0.3±0.6	9.8±0.2	11.9	0.0	-1.2	-3.9±0.6
Sprague 大鼠	299	9.0±0.2	0.7±0.2	10.1±0.1	11.7	0.1	-1.2	-3.9±0.5
Wistar 幼鼠	180	7.7±0.4	-0.4±0.3	9.9±0.2	10.2	-0.1	-1.6	-2.0±0.4
Wistar 成鼠	436	9.7±0.3	0.6±0.3	10.7±0.4	12.4	-0.1	-0.8	-2.7±0.3

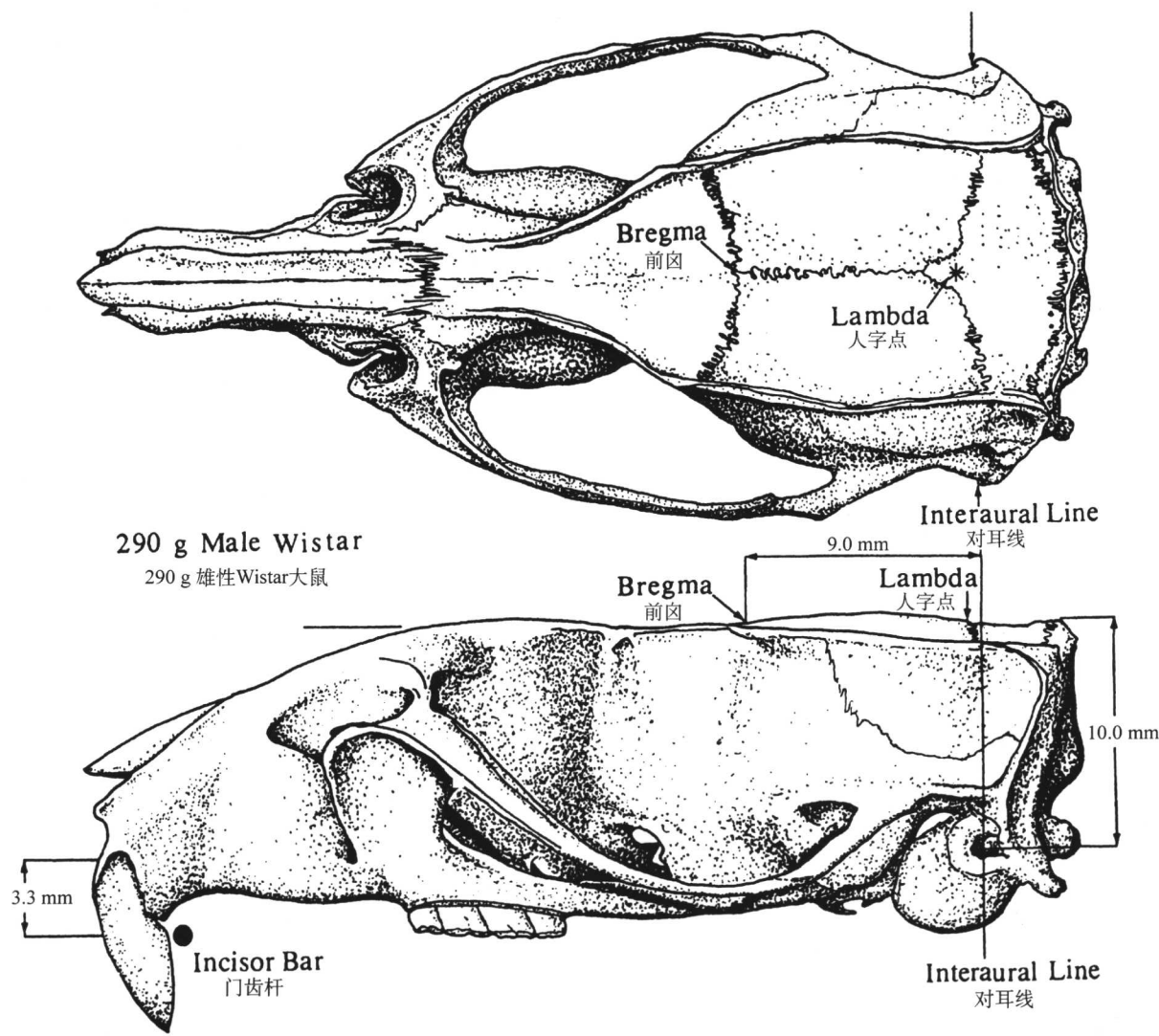
* 标准差 ≤ 20g ** 标准差 ≤ 0.4mm
ac 前联合;Acb 伏核;AP 前后距离;B 前囟;DV 背腹距离;7n 面神经;I 对耳线;L 人字点。
经同意后引自“J. Neuroscience Methods. 13(1985)139-143”

由于人字缝和矢状缝的交点位置常有所变异,我们重新定义人字点为人字缝最佳吻合曲线的中点(见颅骨图)。这个重新定义的参照点位于外耳道连线冠状平面前方(0.3±0.3)mm,应该比实际的人字点(人字缝与矢状缝交点)更可靠。我们也重新定义前囟为矢状缝与冠状缝最佳吻合曲线的交点。当冠状缝的两侧与矢状缝交汇于不同点时,重新定义的前囟通常位于两个交点的中间。在后前位上,前囟位于经过外耳道连线的冠状平面前方(9.1±

0.3)mm,但在本图谱中,我们设定该值为 9.0mm。以前囟和人字点为代表的颅骨顶端,位于以外耳道连线为代表的零平面背侧(10.0±0.2)mm。

为了确保本图谱中脑切片立体定向的正确方位,我们垂直于水平面和冠状面制作了一些针道以做参考。垂直的针道以相隔 2mm 的间距刺入,但要

避开外耳道连线前 0.7mm 处,以避免损伤静脉窦。因此,在图谱的冠状面上可以发现十个针道。3 个水平针道则垂直于冠状面,分别在外耳道连线之上的 1、3、5mm 并旁开中线 1mm 处,从后方刺入。该针道在冠状面上表现为 3 个小孔。



颅骨图解:290 克重 Wistar 大鼠颅骨的背侧观和外侧观。前囟、人字点和外耳道连线平面的位置如外侧观的上方所示。经过外耳道连线的水平面与经过前囟和人字点的水平面的距离如外侧观的右方所示。门齿杆与经过外耳道连线水平面的距离如外侧观的左方所示。人字点(与人字缝最佳吻合曲线的中点)位于经过外耳道连线冠状面前方 0.3mm。

组织学

立体定向操作结束后,将深麻醉的大鼠去首,3分钟内将鼠脑取出放入干冰中冷冻。沿外耳道连线前3mm处平面把大脑切成2部分,并在冷冻切片机上行冠状面切片。

冰冻大脑用一台 American Optical Cryocut 切片机切成40 μ m的薄片。通过不断调整切片角度使切面与立体定向平面平行,参考针道的出现可作为判断两者是否平行的依据。在抗卷曲装置的帮助下直接将切片从刀片贴到未涂膜玻片上。每隔0.5mm取出3张切片用Nissl或AChE染色。染色和切片在同一天内完成,并根据切片间隔交替采用上述两种染色方法。每0.5mm间隔中抽取一张已应用于图谱的第一版中,而在第二版中我们又在大部分间隔中增补了一张。这一版中,图11之后为增补的切片图。我们尽量选择那些靠近第一版图采用切片间隔中间的切片,但常难以实现,我们只能采用最靠近的合适的切片。而在选择增补切片的过程中,常规的Nissl和AChE染色交替次序被打乱了。

甲酚紫(Nissl)染色

切片需要依次分别在下列制剂中浸没5分钟:二甲苯,二甲苯,100%酒精,100%酒精,95%酒精,70%酒精,然后在蒸馏水中浸泡后置入0.5%甲酚紫中染色15~30分钟,放入清水中漂洗3~5分钟后,再分别依次放入70%酒精,95%酒精,100%酒精,100%酒精,然后浸没于二甲苯中脱水,盖上盖玻片。

500ml pH约为3.9的0.5%甲酚紫染色剂的制备过程:将2.5g的甲酚紫(Chroma Gesellschaft, Postfach 11 10, D-73257, Kongen, Germany, Fax number:49-7024-82660),300ml的水,30ml的1.0M醋酸钠(13.6g的醋酸钠颗粒加入92ml的水),170ml的1.0M醋酸(29ml的醋酸加至471ml水)混匀后,在磁力搅拌器上搅拌至少7天,过滤后备用。

AChE 组织化学

AChE染色是按照Koelle和Friedenwald(1949),以及Lewis(1961)的方

法进行。将切片在100ml加入116mg S-乙酰海硫因和3mg 二乙异丙噻(May & Baker)的原液中水浴15小时,然后用自来水冲洗并在pH为7.5的1%的硫化钠液(1.0克硫化钠溶于100ml水)中放置10分钟。再次自来水冲洗后,置入4%多聚甲醛磷酸盐缓冲液8小时,放置晾干。然后,在100%酒精中脱水5分钟,二甲苯浸没后盖上盖玻片。

原液是指pH为5.0的50mM乙酸钠缓冲液,若按硫酸铜计算为4.0mM,按甘氨酸计算为16mM。具体制备方法为将6.8克乙酸钠、1.0克硫酸铜和1.2克甘氨酸加入1升水中,用盐酸调整pH到5.0。

我们发现两种染色方法中新鲜未固定的冰冻脑组织比福尔马林、多聚甲醛、戊二醛或酒精固定的脑组织有更强的染色反应。

染色程序的具体步骤可向George Paxinos 咨询(g. Paxinos @ unsw. edu. au)。

摄影

脑图绘制是根据染色后的鼠脑切片照片描绘而来。摄影是由尼康 Multiplot 图形放大照相机,用柯达4 $\times$ 5英寸(1英寸=2.54厘米)胶卷摄制而成。高对比度(4级)Ilfospeed 相纸用于Nissl染色切片,低对比度(2级)相纸用于AChE染色。切片相片(图谱的基础)在第二版中已有收录(Paxinos and Watson, 1986)。

绘制

我们尽可能的根据照片精确描绘图谱。有些切片的中线和皮层有轻微移位,绘图时我们会做适当调整,而其余的不对称情况则在图谱中体现出来。而当一张脑图的某部分有缺失或严重扭曲,该部分会根据其他大鼠脑的切片经缜密考虑后重新绘制。

图谱中神经纤维传导束由实线绘制,而神经核和细胞群由虚线勾出轮廓。缩写一般放置在其所代表的结构的中间;如果写不下,缩写会被放在一边并用引导线指向所描写的结构。神经纤维束和脑沟名称的缩写都被放在左边,而神经核和细胞群的名称缩写则总是放置在右边。脑室和导水管的边界由黑实线勾勒。

立体定向参照体系

本图谱中使用 2 个冠状位和 2 个水平位零坐标参照平面,其中一个冠状位平面和一个水平位平面与外耳道连线有关,而另两个平面与前囟相关。人字点位于外耳道连线前方 0.3mm±0.3mm,可结合前囟背腹侧坐标作为替代参考点。立体定向参考点和平面的位置标示在颅骨图解中,立体定向参照格子均相隔 0.2mm。

在每一张冠状面图谱中,底部的大写数字表示相应平面与经过外耳道连线的垂直平面之间的前后距离;右侧底部的大字体数字表示相应平面与前囟的前后距离;左侧边缘的小字体数字表示与经过外耳道连线的水平面的背腹距离;右侧边缘的小字体数字表示与通过颅骨表面前囟和人字点的水平平面的背腹距离;顶部和底部边缘的数字表示该结构与中线的距离。

一个使用立体定向参照系统的实例

本例中,我们考虑将电极置入到基底外侧杏仁核。图 20 显示基底外侧杏仁核的中心位于外耳道连线前方 6.2mm,背侧 1.5mm,中线外侧 5.0mm。该核位于前囟后方 2.8mm,腹侧 8.5mm,中线外侧 5.0mm。

立体定向的准确性

在绝大多数的情况下,结构位置的误差小于 0.5mm。尽管我们在制作本图谱过程中使用中等大小(平均体重 290g)的雄性 Wistar 大鼠,我们也认识到研究者经常使用不同性别、种属和体重的大鼠,因此我们对该图谱应用于雌性 Wistar 大鼠、雄性笼养的 Long Evans 大鼠、290g 雄性 Sprague Dawley 大鼠、Wistar 幼鼠(180g)和成熟 Wistar 大鼠(436g)而可能产生的偏差进行了评估,这些估计的结果见表 2(依据 Paxinos et al., 1985 重订)。显然这些研究结果显示只要与本图谱所用大鼠的体重相似(290g),即使大鼠的种属和性别不同,亦不会有实质性的立体定向的位置偏移。

例如,不同性别和种系而体重相似的大鼠,前囟到外耳道连线的前后距离为 9.0~9.4mm。同样,外耳道连线到通过前囟和人字点的颅骨平面的背腹

距离也非常稳定(9.8~10.1mm)。然而,幼年(180g)和成年(436g)Wistar 大鼠颅骨测量数据与其他种类大鼠有本质区别。外耳道连线到前囟的前后距离,在幼年大鼠为 7.7mm,成年大鼠为 9.7mm(290g 雄性大鼠为 9.0mm)。人字点在幼年大鼠外耳道连线后方 0.4mm,在成年大鼠外耳道连线前方 0.6mm(290g 大鼠为外耳道连线前方 0.3mm)。意外的是,幼年大鼠外耳道连线到前囟的背腹距离(9.9mm)几乎与 290g 大鼠(10.0mm)一样。成年大鼠外耳道连线到前囟的垂直距离为 10.7mm。

表 2:前联合床核和滑车神经核在三个平面上的坐标

平面	前联合床核			滑车神经核		
	A-P	D-V	Lat	A-P	D-V	Lat
冠状	8.2	3.4	0.9	1.7	3.4	0.4
矢状	8.0	3.4	0.9	1.8	3.5	0.4
水平	8.1	3.4	0.9	1.8	3.4	0.4

在雌性大鼠,包括幼年(180g)、成年(436g)和 290g 的 Wistar 大鼠,前囟在前联合最前方的交叉纤维的上方。该点为前联合后肢出现的位置。这些数据证实了 Whishaw 等(1977)的观察结果:即在靠近前囟或前囟前方的脑组织安放电极,前囟定位比外耳道连线更加稳定。然而,对准面神经离开面神经膝水平插入的针式电极的数据显示,对后部结构的定位,外耳道连线参照点比前囟更稳定。因此,如果用幼年或成年大鼠,头端结构用前囟为参考点,尾端结构用外耳道连线为参考点会更加精确。如果将伏核(Acb的前部,见图 9)和面神经膝(图 59)的实际位置纳入计算范围,精确度会进一步提高。与 Slotnick 和 Brown(1980)的结论一致,我们注意到从外耳道连线和前囟参照系统分别计算得到的坐标数据的平均值更接近目标位置。

研究本图谱中冠状切面图,应注意绘制图 1~3、40~42 和 67~76 所用的大鼠脑与其他冠状切面图所用的大鼠脑是不一样的。做这些补充是有必要的,因为在绝大多数切片所用的鼠脑中,嗅球和延髓尾段均有扭曲变形,另外在脑组织分块的切缘也有层面缺失。

命名法

固定的神经解剖学命名对于在神经科学家之间准确有效地传递信息是十分重要的。然而,仍然有许多名词用于描述一个结构,而在有些情况下相同的名词又用在迥异的结构上。我们建议您考虑我们的命名体系,因为它不仅系统化,并且是反复咨询神经解剖专家而得来的。

在斟酌一些特殊的同物异名名词的取舍时,我们选择目前常用的、尤其是该领域专家所用的术语。我们尽可能应用英语术语而不用老式的拉丁语术语。我们也尽量避免采用人名,除了极少量的以外。

缩略词的应用原则

涉及不同系统的研究的神经科学协会各自发展了一套缩略语,使得相同的缩略语指代完全不同的结构,如 SO 既代表视上核,也代表上橄榄,SC 既代表交叉上核,也代表上丘,IC 既代表下丘,也代表内囊。而就整个神经系统而言(如越来越多的研究者所做的那样),这些意义狭隘的缩略语表不可能推广。另一个弊病是同源组织结构在不同种系中的命名或缩写不同。我们已经尽力在大鼠(Paxinos 和 Watson, 1986)、小鼠(Franklin 和 Paxinos, 1996)、猴(Paxinos 等,正在出版)和人类(Paxinos 等, 1990; Mai 等,正在出版)图谱中对各种结构建立同源化标准,并对同源组织使用相同的缩略语。图谱使用者可以从乙酰胆碱酯酶(AChE)和镁(Mg)这两个缩略词构成中看出我们的缩略词表是怎样产生的。本图谱以及我们的其他著作中所使用的缩略语的产生遵循下列原则:

1. 缩写遵循英语口语表达的单词次序(如 DLG=dorsal lateral geniculate nucleus,外侧膝状体背核)
2. 大写字母表示核,小写字母代表纤维束。这样字母“N”就不用来表示核,字母“t”也不用来表示纤维束。
3. 遵循元素周期表中元素名缩写的一般的原则:大写字母表示单词的第一个字母,后面的小写字母是该单词的特征性字母(不一定是第二个字母,如 Mg=magnesium 镁;Rt=reticular thalamic nucleus 丘脑网状核)。
4. 有复合名的核团,在其每个部分各取一个大写字母组成缩略语(如

LPGi=lateral paragigantocellular nucleus,类巨细胞外侧核)。

5. 如果同一单词出现在多个组织结构中,通常取相同的缩写(如 Rt=reticular thalamic nucleus 丘脑网状核;RtTg=reticulotegmental nucleus of the pons 脑桥被盖网状核)。此原则的例外是已公认的缩写,如 VTA。

6. 当某一结构的区域定位明确、不会混淆时,脑分区的缩写可以省略(CMn=centromedian thalamic nucleus 丘脑中央内侧核;而不是 CMnTh)。

7. 在确定(a)脑神经和核团(如 Berman 1968 年图谱)和(b)脊髓层面时应用阿拉伯数字而不用罗马数字。两者读起来一样,但(阿拉伯数字)更容易辨认,又不会产生歧义,且易于标记在图谱中狭小的间隙中。

本图谱中组织结构图描绘的根据

在第三版中,我们重新审校了整个大脑的分区的绘图。绘图最主要最基本的指导来源于大量收集的组织化学染色切片(单克隆抗体和酶标染色;Paxinos 等,正在出版[a, b])。同时,得到 Swanson (1992)新近出版的优秀的大鼠脑图谱的帮助使我们的工作变得更轻松。我们也引用很多本实验室编著的其他出版物(Paxinos, 1995; Paxinos 和 Huang, 1995; Paxinos 等, 1994)以及发表在《比较神经病学杂志》和其他杂志上的权威研究报告。同以前版本一样,许多检查过初稿的同事给予了宝贵的建议(见致谢)。

下面我们简要列出各部分结构作图的依据。绘图原理已在第二版中提供(Paxinos 和 Watson, 1996),在此不再重复。读者可以参考那本书,或 Swanson(1992)和 Kruger 等(1995)的文献,借以了解有关大鼠脑组织结构认识的历史。

嗅觉系统

嗅觉系统总体描述参考 Shipley 等(1995)的文献。我们的图谱部分以 de Olmos 等的著作为依据。半月核的存在以 NADPH 黄递酶组织化学法为依据(Paxinos 等,正在出版[a])。我们对 R. Harlan 和 P.-Y. Wang 为确认这些结构所给予的帮助(Ahima 和 Harlan, 1990; Wang 和 Zhang, 1995)表示感谢。

基底神经节和前脑基底部

基底神经节的总体描述参考 Heimer 等(1995)和 Fallon 与 Loughlin (1995),而描述无名质和杏仁体的延伸部参考 Alheid 等(1995)。

微白蛋白和神经丝蛋白 SMI-32 的免疫反应性可以识别腹侧苍白球(Paxinos 等,正在出版[a])。在 G. Alheid 的协助下,我们保留无名质的术语,并将其分为背侧、腹侧(见 Grove,1988)和基底部。基底部的特征是酪氨酸羟化酶弱阳性,而 SMI-32 阴性(虽然周围区域可以是阳性)。

从前称为纹状基底区域在某方面讲相当于固有纹状体,而另一方面又等同于伏核壳。考虑到应用“纹状基底”一词与灵长类同源组织相混淆,我们根据 G. Alheid 的建议称其为外侧伏核壳。伏核的其余部分与 Zaborszky 等(1985)和 Heimer 等(1991)的描绘一致。

前联合后肢间质核(IPAC)的确认,我们沿用 Alheid 等(1995)文献。

黑质网状部可以根据微白蛋白和钙结合蛋白的分布分为腹外侧部和背内侧部(Paxinos 等,正在出版[b])。黑质其他部分和被盖腹侧区的描绘依据 McRitchie 等(1996)的著作。

隔、下丘脑和神经分泌核团

对这些结构的描述参考 Simerly(1995)、Armstrong(1995)、Jakab 与 Leranth(1995)和 Oldfield 与 McKinley(1995)等文献。

在我们的化学标记(Paxinos 等,正在出版[a])图谱中,我们未发现隔下丘脑核存在的依据。有鉴于此,我们在绘图时删除了这个结构,而把它的连合上部归入外侧隔核的腹侧部,而把连合底部归入视前前背侧核。

视前前背侧核的腹外侧的突出部分呈带状结构,微白蛋白染色阴性,我们称其为翼核。翼核可显示 P-物质阳性细胞体,但它的神经纤维网几乎无反应活性(Larsen, 1992)。

视前区除腹内侧和腹外侧视前核依据 Elmquist 等(1996)和 Sherin 等(1996)外,其他则沿用 Simerly(1995)和 Simerly 等(1984)的描述。

视前核内侧的致密部分 P-物质反应阴性(参见图 7, Holliday et al., 1995,此结构可见但不可标记)。

在下丘脑外侧,我们在 NADPH 黄递酶反应活性的基础上确定下丘脑腹外

侧核(Paxinos 等,a 版)。这个核团在视前腹外侧核的尾端和视上核的背侧。

背内侧核的腹侧部以 NADPH 黄递酶深染的细胞体和神经终末丝为特征(Paxinos 等,a 版)。

双核是一个明显的 NADPH 黄递酶细胞群(Paxinos 等,正在出版[a])。

底丘脑旁核在大鼠脑中出现(Wang 和 Zhang,1995),但在小鼠脑中无明显的同源结构(Franklin 和 Paxinos,1996)。

弓状核的描述按照 Magoul 等人(1994)的研究。

辨认下丘脑纹状核、下丘脑外侧大细胞核、圆柱状核和未定带下核,参见 Paxinos 和 Watson(1986)。

杏仁体和终纹床核

杏仁体和终纹床核的总体描述参考 Alheid 等(1995)。

杏仁体内侧核团前背部和基底内侧核被界定为具有很强的 NADPH 黄递酶活性的部分(Paxinos 等,正在出版[a])。杏仁体中央核团的外侧部分具有酪氨酸羟化酶染色纤维和 AChE 染色阴性的特征(Paxinos 等,正在出版[a])。

丘脑

丘脑核团的总体描述参考 Price(1995)。

辨认筛核、筛后核、下膝状体和联合前核参见 Paxinos 和 Watson(1986)。

我们重新使用腹后核的小细胞部(Paxinos 和 Watson,1982)来代替以前使用的丘脑味觉核(Paxinos 和 Watson,1986)。我们做出这样的改动是基于 C. Saper 的建议,他认为在这个核团中味觉传入纤维更靠内侧,而自主相关性的传入纤维更靠外侧(Yasui et al., 1989)。

海马区域

海马区域的总体描述参考 Amaral 和 Witter(1995)。

后下脚区域的辨认基于 Van Groen 等(1992)的工作。

皮质

在近几十年中已有两个全面的皮层分区方案。第一个是由 Zills(1985)提出并在现有图谱原始染色切片基础上建立起来的(Zilles 和 Wree 更新, 1995)。在我们的前一版本图谱中使用的就是 Zilles(1985)的皮层分区方案。第二个全面的皮层描述方案是 Swanson(1992)提出的,与 Zilles(1985)和 Zilles 与 Wree(1995)的方案存在明显的差异。

化学标记的图谱(Paxinos 等,正在出版 [a,b])使我们可以权衡两种方案的侧重。在此基础上,我们已经保留了许多由 Zilles(1985)提出的感觉、运动和脑岛区域的特征。然而,我们删略了 Zilles 枕部区域向前延伸部分,描述了躯体感觉表达区与顶叶联络区域,以符合 Swanson(1992)的方案。我们保留了位于更尾侧水平的嗅周皮质区域(沿用 Zilles, 1985),因为这个区域具有特征性的 NADPH 黄递酶活性。而且,与 Swanson(1992)的方案一致,我们描述了嗅外侧皮质和颞叶联络区。

第一躯体感觉皮质的第 4 层具有微白蛋白免疫活性较强表达。SMI-32 免疫染色在第 4 层的管状区和前肢、后肢区域形成明显的分块。第一听觉区根据其深层皮质中钙结合蛋白免疫活性降低辨认。整个听觉区域都以其浅层皮质 SMI-32 阳性细胞为特征。AChE 可标记边缘系统前部和脑岛无颗粒细胞皮质的位置。NADPH 黄递酶帮助辨认脑岛无颗粒细胞层,嗅周皮质和胼胝体压部后的颗粒细胞皮质。另外,NADPH 黄递酶免疫反应还显示内侧嗅内皮质的腹侧部分。钙网蛋白免疫反应有助于描述外侧嗅内皮质,在该结构第一层的最外缘呈现浓染。

眶背外侧皮质的描述以 Ray 和 Price(1992)的研究为根据。

胼胝体压部后的无颗粒皮质的描述根据 Van Groen 和 Wyss(1992)的研究。

在 Laura Kus 的建议下,我们提出额叶联络皮质一词,用以指别人称为第二运动皮质(Swanson, 1992; Zills, 1985)的额叶皮层。这一称呼与微刺激检测结果(Neafsey 等人, 1986)一致。

网状结构

网状结构的总体描述参考 Jones(1995)。

中间网状带最早在大鼠脑内(Paxinos 和 Watson, 1986)辨认出,但在人脑中(Paxinos 和 Huang, 1995)更加显著。在面神经核尾极水平的中间网状带呈现 NADPH 黄递酶阳性细胞。

类巨细胞核外侧部在 NADPH 黄递酶染色标本(Paxinos 等,正在出版 [b])中很清晰。

我们已经确认锥体束背外侧的细胞群为锥旁核,这在本图谱第二版(Paxinos 和 Watson, 1986)中已经勾勒轮廓但未命名。

束上核的辨认根据人脑的束上核(Paxinos 和 Huang, 1995)的描述。

导水管周围灰质

对导水管周围灰质的总体描述参考 Beitz(1995)。导水管周围灰质细胞柱的边界根据 Carrive(1993)、Carrive 和 Paxinos(1994)、Paxinos 和 Huang(1995)的描绘。

中央灰质 α 部外侧的两个核团在 SMI-32 免疫活性基础上确定; P-Y. Wang 确认了这些结构并命名为中央灰质 β 部和中央灰质 γ 部(Paxinos 等人, [b]版)。

被盖核

前被盖,小细胞被盖,脚下被盖,棒状体和红核脊髓上核的辨认参见 Paxinos 和 Watson(1986)。

中缝核

我们以 G. Halliday 和 I. Tork(也见 Halliday 等人, 1995)制备的 5-羟色胺切片为依据确认中缝核;以 Buttner-Ennever 等人(1988)的研究为依据确定中缝中间核。

蓝斑和脑干儿茶酚胺细胞群

对蓝斑描述参考 Aston-Jones 等人(1995)。我们沿用 Hokfelt 等人

(1984)的提法,并借助自己的酪氨酸羟化酶切片对儿茶酚胺细胞群进行描述。

与呼吸心血管和其他自主功能相关的脑干核团

对这些核团的总体描述参考 Saper(1995)和 Norgren(1995)。

孤束核:孤束核后部的描述根据 Whitehead(1990)、Herbert 等人(1990)、McRitchie(1992)和 Altschuler 等人(1989)的研究确定。

孤束核的喙侧部分很难描述,但我们可根据 NADPH 黄递酶阳性辨认腹外侧亚核团。

腹侧呼吸群和 Bötzing 复合体:这些结构的描述根据 Ellenberger 等(1990)、Kanjhan 等(1995)与 Cox 和 Halliday(1993)确定。

臂旁核:臂旁核的描述根据是 Fulwiler 和 Saper(1984), Herbert 等(1990), Whitehead(1990), 与 Herbert 和 Saper(1990)的文献。臂旁外侧核的外侧部和壁旁中间内侧核以具有 NADPH 黄递酶阳性细胞和纤维为标记(Paxinos 等,正在出版 [b])。

口部运动核团

口部运动核团的总体描述参考 Travers(1995)。

小脑前核团和红核

对这些结构的总体描述参考 Ruigrok 和 Cella(1995)。在以前被称作红核旁区域(Ruigrok 和 Cella,1995)的范围内,有一局限的细胞群,我们称作红核旁核。我们把位于最小核之下、外侧丘系之上的大细胞群命名为丘系上核

(Paxinos 等,正在出版[b])。

小脑

小脑脑叶、小脑裂和小脑深部核团的辨认根据 Voogd(1995)。

躯体感觉系统

躯体感觉系统的总体描述参考 Tracey 和 Waite(1995)与 Waite 和 Tracey(1995)。在 Paxinos 和 Watson(1996)文献中述及描述这些结构的共同依据。此外,我们沿用了 Marfurt 和 Rajchert(1991)提出的三叉神经脊束核的边界。

视觉系统

视觉系统的总体描述参考 Sefton 和 Dreher(1995)。

被盖腹侧视觉转换区的确认根据 Giolli 等人(1985)的研究。

膝间小叶的描述以 Morin 和 Blanchard(1995)的研究为依据。

听觉系统

听觉系统的总体描述参考 Webster(1995)。我们还根据 FayeLund 和 Osen(1985)以及 Malmierca 等人(1995)文献确认下丘区域。内侧膝状体的描述以 LeDoux 等(1985)为依据。关于听觉系统各部分描述依据详细说明参考 Paxinos 和 Watson(1986)。

参考文献

- Ahima, R. S., and Harlan, R. E. (1990). Charting of Type II glucocorticoid receptor-like immunoreactivity in the rat central nervous system. *Neuroscience* **39**, 579–604.
- Alheid, G. F., de Olmos, J. S., and Beltramino, C. A. (1995). Amygdala and extended amygdala. In G. Paxinos (Ed.), *The Rat Nervous System*, 2nd ed. Academic Press, San Diego, pp. 495–578.
- Altschuler, S. M., Bao, X., Bieger, D., Hopkins, D. A., and Miselis, R. R. (1989). Viscerotopic representation of the upper alimentary tract in the rat: Sensory ganglia and nuclei of the solitary and spinal trigeminal tracts. *J. Comp. Neurol.* **283**, 248–268.
- Amaral, D. G., and Witter, M. P. (1995). Hippocampal formation. In G. Paxinos (Ed.), *The Rat Nervous System*, 2nd ed., Academic Press, San Diego, pp. 443–493.
- Armstrong, W. E. (1995). Hypothalamic supraoptic and paraventricular nuclei. In G. Paxinos (Ed.), *The Rat Nervous System*, 2nd ed., Academic Press, San Diego, pp. 377–390.
- Aston-Jones, G., Shipley, M. T., and Grzanna, R. (1995). The locus coeruleus, A5 and A7 noradrenergic cell groups. In G. Paxinos (Ed.), *The Rat Nervous System*, 2nd ed., Academic Press, San Diego, pp. 183–212.
- Beitz, A. J. (1995). Periaqueductal Gray. In G. Paxinos (Ed.), *The Rat Nervous System*, 2nd ed., Academic Press, San Diego, pp. 173–182.
- Berman, A. L. (1968). *The Brainstem of the Cat: A Cytoarchitectonic Atlas with Stereotaxic Coordinates*. University of Wisconsin Press, Madison.
- Buttner-Ennever, J. A., Cohen, G., Pause, M., and Fries, W. (1988). Raphe nucleus of the pons containing omnipause neurons of the oculomotor system in the monkey, and its homologue in man. *J. Comp. Neurol.* **267**, 307–321.
- Carriave, P. (1993). The periaqueductal gray and defensive behavior functional representation and neuronal organization. *Behav. Brain Res.* **58**, 27–47.
- Carriave, P., and Paxinos, G. (1994). The supraoculomotor cap: A region revealed by NADPH diaphorase histochemistry. *NeuroReport* **5**, 2257–2260.
- Cox, M., and Halliday, G. M. (1993). Parvalbumin as an anatomical marker for discrete subregions of the ambiguous complex in the rat. *Neuroscience Letters*, **160**, 101–105.
- De Olmos, J., Hardy, H., and Heimer, L. (1978). The afferent connections of the main and the accessory olfactory bulb formation in the rat: An experimental HRP study. *J. Comp. Neurol.* **181**, 213–244.
- Ellenberger, H. H., Feldman, J. L., and Zhan, W.-Z. (1990). Subnuclear organization of the lateral tegmental field in the rat. II: Catecholamine neurons and ventral respiratory group. *J. Comp. Neurol.* **294**, 212–222.
- Elmqvist, J. K., Scammell, T. E., Jacobson, C. D., and Saper, C. B. (1996). Distribution of Fos-like immunoreactivity in the rat brain following intravenous lipopolysaccharide administration. *J. Comp. Neurol.* **371**, 1–19.
- Fallon, J. H., and Loughlin, S. E. (1995). Substantia nigra. In G. Paxinos (Ed.), *The Rat Nervous System*, Academic Press, San Diego, pp. 215–237.
- Faye-Lund, H., and Osen, K. K. (1985). Anatomy of the inferior colliculus in rat. *Anat. Embryol.* **171**, 1–20.
- Franklin, K., and Paxinos, G. (1996). *The Mouse Brain in Stereotaxic Coordinates*. Academic Press, San Diego.
- Fulwiler, C. E., and Saper, C. B. (1984). Subnuclear organization of the efferent connections of the parabrachial nucleus in the rat. *Brain Res. Rev.* **7**, 229–259.
- Gioli, R. A., Blanks, R. H. I., Torigoe, Y., and Williams, D. D. (1985). Projections of medial terminal accessory optic nucleus, ventral tegmental nuclei, and substantia nigra of rabbit and rat as studied by retrograde axonal transport of horseradish peroxidase. *J. Comp. Neurol.* **232**(1), 99–116.
- Grove, E. A. (1988). Efferent connections of the substantia innominata in the rat. *J. Comp. Neurol.* **277**, 347–364.
- Halliday, G., Harding, A., and Paxinos, G. (1995). Serotonin and tachykinin systems. In G. Paxinos (Ed.), *The Rat Nervous System*, 2nd ed., Academic Press, San Diego, pp. 929–974.
- Heimer, L., Zahm, D. S., Churchill, L., Kalivas, P., and Wohltmann C. (1991). Specificity in the projection patterns of accumbal core and shell in the rat. *Neuroscience* **41**, 89–125.
- Heimer, L., Zahm, D. S., and Alheid, G. F. (1995). Basal ganglia. In G. Paxinos (Ed.), *The Rat Nervous System*, 2nd ed., Academic Press, San Diego, pp. 579–628.
- Herbert, H., Moga, M., and Saper, C. (1990). Connections of the parabrachial nucleus with the nucleus of the solitary tract and the medullary reticular formation in the rat. *J. Comp. Neurol.* **293**, 540–580.
- Hököfelt, T., Martensson, R., Bjorklund, A., Kleinau, S., and Goldstein, M. (1984). Distributional maps of tyrosine-hydroxylase-immunoreactive neurons in the rat brain. In A. Bjorklund and T. Hököfelt (Eds.), *Handbook of Chemical Neuroanatomy*, Vol. 2, Part 1. Elsevier, Amsterdam.
- Jakab, R. L., and Lanthorn, C. (1995). Septum. In G. Paxinos (Ed.), *The Rat Nervous System*, 2nd ed., Academic Press, San Diego, pp. 405–442.
- Jones, B. E. (1995). Reticular formation: Cytoarchitecture, transmitters, and projections. In G. Paxinos (Ed.), *The Rat Nervous System*, 2nd ed., Academic Press, San Diego, pp. 155–171.
- Kanjhan, R., Lipski, J., Kruszezka, B., and Rong, W. (1995). A comparative study of pre-sympathetic and Böttinger neurons in the rostral ventrolateral medulla (RVLM) of the rat. *Brain Research* **699**, 19–32.
- Koelle, G. G., and Friedenwald, J. S. (1949). A histochemical method for localizing cholinesterase activity. *Proc. Soc. Exp. Biol. Med.* **70**, 617–622.
- König, J. F. R., and Klippel, R. A. (1963). *The Rat Brain: A Stereotaxic Atlas of the Forebrain and Lower Parts of the Brain Stem*. Williams and Wilkins, Baltimore.
- Kruger, L., Saporta, S., and Swanson, L. W. (1995). *Photographic Atlas of the Rat Brain*, Cambridge University Press, Cambridge.
- Larsen, P. J. (1992). Distribution of substance P-immunoreactive elements in the preoptic area and the hypothalamus of the rat. *J. Comp. Neurol.* **316**, 287–313.
- LeDoux, J. E., Ruggiero, D. A., and Reis, D. J. (1985). Projections to the subcortical forebrain from anatomically defined regions of the medial geniculate body in the rat. *J. Comp. Neurol.* **242**, 182–213.
- Lewis, P. R. (1961). The effect of varying the conditions in the Koelle method. *Bibliotheca Anat.* Vol. 2, Karger, Basel, 11–20.
- Magoul, R., Ciofi, P. and Tramu, G. (1994). Visualization of an efferent projection route of the hypothalamic rat arcuate nucleus through the stria terminalis after labeling with carbocyanine dye (DiI) or propiomelanocortin-immunohistochemistry. *Neuroscience Letters* **172**, 134–138.
- Mai, J. K., Assheuer, J., and Paxinos, G. (in press). *Atlas of the Human Brain*. Academic Press, San Diego.
- Malmierca, M. S., Rees, A., Le Beau, F. E., and Bjaalie, J. G. (1995). Laminar organization of frequency-defined local axons within and between the inferior colliculi of the guinea pig. *J. Comp. Neuro.* **357**(1), 124–44.
- Marfurt, C., and Rajchert, D. M. (1991). Trigeminal primary afferent projections to “Non-Trigeminal” areas of the rat central nervous system. *J. Comp. Neurol.* **303**, 489–511.
- McRitchie, D. A. (1992). Cytoarchitecture and chemical neuroanatomy of the nucleus of the solitary tract: Comparative and experimental studies in the human and the rat. Unpublished Ph.D. thesis, Univ. of New South Wales.
- McRitchie, D. A., Hardman, C. D. and Halliday, G. M. (1996). Cytoarchitectural distribution of calcium binding proteins in midbrain dopaminergic regions of rats and humans. *J. Comp. Neurol.* **364**, 121–150.
- Molander, C., and Grant, G. (1995). Spinal cord cytoarchitecture. In G. Paxinos (Ed.), *The Rat Nervous System*. Academic Press, San Diego.
- Molander, C., and Gunnar, G. (1995). Spinal cord cytoarchitecture. In G. Paxinos (Ed.), *The Rat Nervous System*, 2nd ed., Academic Press, San Diego, pp. 39–44.
- Morin, L. P., and Blanchard, J. (1995). Organization of the hamster intergeniculate leaflet: NPY and ENK projections to the suprachiasmatic nucleus, intergeniculate leaflet and posterior limitans nucleus. *Visual*

- Neuroscience* **12**, 57–67.
- Neafsey, E. J., Bold, E. L., Haas, G., Hurley-Gius, K. M., Quirk, G., Sievert, C. F., and Terberry, R. R. (1986). The organization of the rat motor cortex: A microstimulation mapping study. *Brain Research Rev.* **11**, 77–96.
- Norgren, R. (1995). Gustatory system. In G. Paxinos (Ed.), *The Rat Nervous System*, 2nd ed., Academic Press, San Diego, pp. 751–771.
- Oldfield, B. J., and McKinley, M. (1995). Circumventricular organs. In G. Paxinos (Ed.), *The Rat Nervous System*, 2nd ed., Academic Press, San Diego, pp. 391–403.
- Paxinos, G. (Ed.) (1995). *The Rat Nervous System*, 2nd ed., Academic Press, San Diego.
- Paxinos, G., and Huang X.-F. (1995). *Atlas of the Human Brainstem*. Academic Press, San Diego.
- Paxinos, G., and Watson, C. (1996). *The Rat Brain in Stereotaxic Coordinates*, Compact 3rd Edition CD-Rom. Academic Press, San Diego.
- Paxinos, G., and Watson, C. (1982) *The Rat Brain in Stereotaxic Coordinates*. Academic Press, San Diego.
- Paxinos, G., and Watson, C. (1986). *The Rat Brain in Stereotaxic Coordinates*, 2nd ed. Academic Press, San Diego.
- Paxinos, G. *et al.*, (in press [a]) *The rat forebrain: A comprehensive atlas based on seven chemical markers*. Academic Press, San Diego.
- Paxinos, G. *et al.* (in press [b]). *The Rat Brainstem. A Comprehensive Atlas Based on Seven Chemical Markers*. Academic Press, San Diego.
- Paxinos, G., Ashwell, K. W., and Tork, I. (1994). *Atlas of the Developing Rat Nervous System*, Second edition, Academic Press, San Diego.
- Paxinos, G., Tork, I., Halliday, G., and Mehler, W. R. (1990). Human homologs to brainstem nuclei identified in other animals as revealed by acetylcholinesterase. In G. Paxinos (Ed.), *The Human Nervous System*. Academic Press, San Diego, pp. 149–202.
- Paxinos, G., Watson, C., Pennisi, M., and Topple, A. (1985). Bregma, lambda and the interaural midpoint in stereotaxic surgery with rats of different sex, strain and weight. *J. Neurosci. Meth.* **13**, 139–143.
- Price, J. L. (1995). Thalamus. In G. Paxinos (Ed.), *The Rat Nervous System*, 2nd ed., Academic Press, San Diego, pp. 629–648.
- Ray, J. P. and Price, J. L. (1992). The organization of the thalamocortical connections of the mediodorsal thalamic nucleus in the rat, related to the ventral forebrain-prefrontal cortex topography. *J. Comp. Neurol.* **323**, 167–197.
- Ruigrok, T. J. H., and Cella F. (1995). Precerebellar nuclei and red nucleus. In G. Paxinos (Ed.), *The Rat Nervous System*, 2nd ed., Academic Press, San Diego, pp. 277–308.
- Saper, C. B. (1995). Brain stem and cerebellum, central autonomic system: In G. Paxinos (Ed.), *The Rat Nervous System*, 2nd ed., Academic Press, San Diego, pp. 107–135.
- Sefton, A. J., and Dreher, B. (1995). Visual system. In G. Paxinos (Ed.), *The Rat Nervous System*, 2nd ed., Academic Press, San Diego, pp. 833–898.
- Sherin, J. E., Shiromani, P. J., McCarley, R. W., and Saper, C. B. (1996). Activation of ventrolateral preoptic neurons during sleep. *Science* **271**, 216–219.
- Shipley, M. T., and McLean, J. H., and Ennis, M. (1995). Olfactory system. In G. Paxinos (Ed.), *The Rat Nervous System*, 2nd ed., Academic Press, San Diego, pp. 899–926.
- Simerly, R. B. (1995). Anatomical substrates of hypothalamic integration. In G. Paxinos (Ed.), *The Rat Nervous System*, 2nd ed., Academic Press, San Diego, pp. 353–376.
- Simerly, R. B., Swanson, L. W., and Gorski, R. A. (1984). Demonstration of a sexual dimorphism in the distribution of serotonin-immunoreactive fibers in the medial preoptic nucleus of the rat. *J. Comp. Neurol.* **225**, 151–139.
- Slotnick, B. M., and Brown, D. L. (1980). Variability in the stereotaxic position of cerebral points in the albino rat. *Brain Res. Bull.* **5**, 135–139.
- Swanson, L. W. (1992). *Brain Maps: Structure of the Rat Brain*. Elsevier, Amsterdam.
- Tracey, D. J., and Waite, P. M. E. (1995). Somatosensory system. In G. Paxinos (Ed.), *The Rat Nervous System*, 2nd ed., Academic Press, San Diego, pp. 689–704.
- Travers, J. B. (1995). Oromotor nuclei. In G. Paxinos (Ed.), *The Rat Nervous System*, 2nd ed., Academic Press, San Diego, pp. 239–250.
- Van Groen, T., and Wyss, J. M. (1992). Connections of the retrosplenial dysgranular cortex in the rat. *J. Comp. Neurol.* **315**, 200–216.
- Voogd, J. (1995). Cerebellum. In G. Paxinos (Ed.), *The Rat Nervous System*, 2nd ed., Academic Press, San Diego, pp. 309–350.
- Waite, P. M. E., and Tracey, D. J. (1995). Trigeminal sensory system. In G. Paxinos (Ed.), *The Rat Nervous System*, 2nd ed., Academic Press, San Diego, pp. 705–724.
- Wang, P. Y., and Zhang, F. C. (1995). *Outlines and Atlas of Learning Rat Brain Slides*. Westnorth University Press, China.
- Webster, W. R. (1995). Auditory system. In G. Paxinos (Ed.), *The Rat Nervous System*, 2nd ed., Academic Press, San Diego, pp. 797–831.
- Whishaw, I. Q., Cioe, J. D. D., Previsich, N., and Kolb, B. (1977). The variability of the interaural line vs the stability of bregma in rat stereotaxic surgery. *Physiol. Behav.* **19**, 719–722.
- Whitehead, M. C. (1990). Subdivisions and neuron types of the nucleus of the solitary tract in the hamster. *J. Comp. Neurol.* **310**, 554–574.
- Yasui, Y., Saper, C., and Cechetto, D. (1989). Calcitonin gene-related peptide immunoreactivity in the visceral sensory cortex, thalamus, and related pathways in the rat. *J. Comp. Neurol.* **290**, 487–501.
- Zaborszky, L., Alheid, G. F., Beinfeld, M. C., Eidens, L. E., Heimer, L., and Palkovits, M. (1985). Cholecystokinin innervation of the ventral striatum: A morphological and radioimmunological study. *Neurosci.* **14**, 427–453.
- Zilles, K. (1985). *The Cortex of the Rat: A Stereotaxic Atlas*. Springer-Verlag, Berlin.
- Zilles, K., and Wree, A. (1995). Cortex: areal and laminar structure. In G. Paxinos (Ed.), *The Rat Nervous System*, 2nd ed., Academic Press, San Diego, pp. 649–685.