

神经科学纲要

主编 韩济生

编委(按姓氏笔划): 吕国蔚
任麟孙 吴建屏 陈宜张
杨雄里 周绍慈 韩济生
薛启冀



北京医科大学联合出版社
中国协和医科大学



A1C01070460

R338
HJS

(京)新登字 147 号

神经科学纲要

主 编 韩济生

责任编辑 王凤廷

※ ※ ※

北 京 医 科 大 学 联合出版社出版
中国协和医科大学

(社址:北京医科大学院内)

新华书店总店科技发行所发行 各地新华书店经销

清华大学印刷厂印刷

※ ※

开本: 787×1092 印张: 61 字数: 1561 千字

1993 年 6 月第 1 版 1993 年 6 月第 1 次印刷

印数: 1—4000 册

ISBN 7-81034-149-9/R·149

(精) 定价: 88.00 元

本书作者

(按汉语拼音顺序排列,括号内为每个作者所著的篇章)

- 蔡志基: 北京 北京医科大学中国药物依赖性研究所(67)
 陈清棠: 北京 北京医科大学第一医院神经内科(59)
 陈宜张: 上海 第二军医大学生理教研室(VII, 48)
 程珍凤: 西安 西安医科大学生理教研室(19)
 董为伟: 重庆 重庆医科大学第一附属医院神经科(60)
 范少光: 北京 北京医科大学生理教研室(49)
 方一夫: 北京 中国医学科学院基础医学研究所药理室(21)
 关新民: 武汉 同济医科大学神经生物学教研室(8, 15, 24)
 郭念峰: 北京 中国科学院心理研究所(53)
 江德华: 天津 天津医学院附属医院神经内科(61)
 金国章: 上海 中国科学院上海药物研究所药理室(27)
 鞠 躬: 西安 第四军医大学神经生物学教研室(2)
 韩济生: 北京 北京医科大学神经科学研究中心(绪论, I、III、IV, 22, 28)
 韩松平: 美国圣路易市 华盛顿大学神经生物学系(6)
 匡培梓: 北京 中国科学院心理研究所(53)
 李志明: 香港 中文大学生物化学系(5)
 刘传馈: 北京 军事医学科学院毒理药理研究所(25)
 刘景生: 北京 中国医学科学院基础医学研究所药理室(21)
 卢光启: 广州 中山医科大学生理教研室(3)
 吕国蔚: 北京 首都医学院基础医学研究所(II, 9, 10, 11, 12, 14)
 罗 非: 北京 北京医科大学神经科学研究中心(31)
 罗 浩: 美国 明尼苏达大学医学院药理系(33)
 梅 俊: 西安 西安医科大学生理教研室(19)
 梅镇彤: 上海 中国科学院上海生理研究所(52)
 潘敬运: 广州 中山医科大学生理教研室(3)
 乔健天: 太原 山西医学院生理教研室(16, 18)
 任麟孙: 英国 伦敦大学威斯特敏斯特医学院解剖学系(IX, 57)
 任民峰: 北京 中国医学科学院基础医学研究所药理室(17, 23)
 沈渔邨: 北京 北京医科大学精神卫生研究所(66)
 史密斯: 美国 明尼苏达大学医学院药理系(33)
 苏国辉: 香港 香港大学医学院解剖学系(56)
 孙曼霁: 北京 军事医学科学院毒理药理研究所(25)
 滕国玺: 沈阳 中国医科大学脑研究所生理室(40)
 王伯扬: 上海 复旦大学生物物理系(46)

王建军：南京 南京大学生物系生理教研室(45)
王 强：美国 东卡罗拉那大学医学院药理系(7)
王 绍：长春 白求恩医科大学生理教研室(4)
王晓京：美国休斯顿 贝勒医学院细胞生物学系(5)
王晓民：德国 慕尼黑大学生理系(22)
王兆一：美国圣路易市 华盛顿大学神经生物学系(6)
王祖诤：北京 北京医科大学精神卫生研究所(66)
翁恩琪：上海 华东师范大学环科系(51)
吴建屏：上海 中国科学院上海脑研究所(Ⅱ,41,44)
吴建中：北京 北京市神经外科研究所(62)
吴希如：北京 北京医科大学第一医院小儿神经科(64)
奚明初：上海 中国科学院上海脑研究所(42)
肖悦梅：北京 中国科学院生物物理研究所(56)
许绍芬：上海 上海医科大学神经生物学教研室(26)
薛启冀：北京 友谊医院神经内科(X,65,68)
杨雄里：上海 中国科学院上海生理研究所(Ⅱ,34,35,39)
姚大卫：香港 香港中文大学医学院解剖学系(55)
姚 泰：上海 上海医科大学生理教研室(47)
印其章：苏州 苏州医学院神经生物学区研究室(31)
于英心：北京 北京医科大学神经科学研究中心(37)
余启祥：南京 南京大学生物系生理教研室(45)
曾兆麟：上海 上海中医学院实验研究室(36)
张德昌：北京 中国医学科学院基础医学研究所药理室(20)
张均田：北京 中国医学科学院药物研究所(13)
张天锡：上海 上海第二医科大学瑞金医院神经外科(63)
张义声：上海 第二军医大学长海医院(43)
张祖暄：南京 南京大学医学院生理教研室(29)
赵志奇：上海 中国科学院上海脑研究所(38)
郑德枢：广州 广州医学院神经科学研究所(54)
郑永芳：北京 中国医学科学院基础医学研究所生理室(13)
周明华：香港 香港大学医学院解剖学系(58)
周绍慈：上海 华东师范大学生物系(VⅢ,50)
朱丽霞：北京 中国中医研究院针灸经络研究所(30)
朱乃欣：台湾 台北长庚医学院神经科(64)
邹 冈：美国纽约 洛克菲勒大学(32)

序 言

中国的神经科学研究在冯德培、汪敬熙、张香桐、臧玉淦等老一辈科学家的辛勤耕耘下,对世界神经科学的发展曾作过重要的贡献;近 20 余年来,结合针刺镇痛的原理研究,全国许多单位在痛觉生理等方面获得了显著成绩;近 10 年来在视觉生理和神经肽研究等方面也取得了长足的进展。可以认为在我国生理科学的各个专业学科中,神经生理是比较发达的一个分支。近 5 年来,在全世界神经科学飞速发展的形势下,我国大部分医学院校和综合大学都为研究生和高年级学生开设了神经科学或神经生物学的课程。这不仅使基础医学研究生,也使许多临床医学研究生发生浓厚的兴趣,纷纷要求参加该课程的学习。有鉴于此,编写一部比较全面深入的神经科学教科书已成为迫在眉睫的任务。

1990 年 10 月武汉同济医科大学曾举办过一次全国性的神经科学学术讨论会,以纪念艾民康教授为发展神经生物学而努力奋斗的一生。讨论会上委托我来筹办并主编神经科学教科书,会后即向全国 100 多所院校进行了通讯调研。同年 10 月底和 12 月中,我曾先后参加了全美神经科学年会(到会 1.2 万人)和北京神经科学年会(到会 200 人),深切体验到两者之间的差距!再次使我感到编写本书的紧迫性,同时也得到同道极其热情的支持,这才真正开始了这一工作的实际进程。

经与全国同道反复磋商,确定了以大学高年级学生、研究生以及年青教员和科研工作者为读者对象,拟定了 68 章的编写计划,在国内和国际华裔科学家中确定了 69 位编写人员,他们都是活跃在教学和科研第一线的神经科学工作者,包括大陆 33 个单位 55 人,港、台 5 人,目前在美、英、德等国工作的 9 人。他们能在繁忙的工作中挤出时间写书,而且在短短几个月内完成书稿,其奉献精神确实令人敬佩。

为了既不过份增加作者的负担,又能尽最大可能发挥作者的专长,规定每位作者一般只写 1~2 章,从而基本保证了由专业特长的作者来写自己最熟悉的专题,避免了从书本到书本、人云亦云式的写作,这可说是本书最大的长处。确实,由于神经科学具有多学科交叉和内容更新速度极快的特点,由少数几位作者编写百万字以上的神经科学教科书的可能性已不复存在。但这种安排必然带来各章写作风格不一致的问题。虽然很多章节在编辑过程中都已数易其稿,但在取材、文风等方面仍难达到理想的境地。这些只能留待再版时加以改进。

为了保证全书的科学性,每位作者一般都把自己的手稿先请 1~2 位专家初审,再由每一篇的负责人审阅和协调,在总编时对某些章又送请专家复审。例如有关分子生物学的内容曾请北京医科大学周爱儒教授和中国医学科学院方福德教授审阅。借此机会向担任审阅工作的专家学者致以衷心的感谢!

理论上,保证全书科学性的最理想办法是在每一论点上都标明文献出处,但那样做势必增加全书的篇幅。为此我们决定只要求在每章之末列出 10~20 条书目供读者参考。而对某些重要的内容则在文中相应部位列出作者姓氏和论文发表年份,必要时可据以追索原著的出处。

为了既保证全书科学性又保证及早印行,北京医科大学神经科学研究中心的罗非与本书

责任编辑王凤廷等密切配合,经过紧张的劳动,最后以微机软盘和完整打印件的形式交稿付印,他们的工作精神使我深受感动。我们还要特别感谢国家教委、北京医科大学和飞迪亚科研基金会(Fidia Research Foundation)对本书的出版所给予的资助,使本书能以最快速度,以尽可能低的价格供应读者。

最后还应指出,我国神经科学界老前辈冯德培、张香桐两位教授对本书的编写自始至终给以极大的支持和鼓励,并亲自作序。这不仅是对本书 60 余名作者精神上极大的奖励,也寄托着以冯、张两位教授为代表的老一辈神经科学家对本书读者和我国神经科学事业发展所赋予的厚望!

在将 150 余万字的稿件按原订计划交稿之日,我要特别感谢本书各篇负责人吕国蔚、杨雄里、吴建屏、陈宜张、周绍慈、任麟孙、薛启冀等教授给予的帮助,使本书得以目前的阵容与读者见面;并满怀激情地向本书作者,和协助作者收集、整理资料以及在出版、印刷方面提供各种方便的每一位朋友致以最诚挚的敬意和谢意!同时也满怀恳切的期望,等待着广大读者对本书提出严格的批评和热情的帮助。我们的设想是,1993 年初出书之日,也即着手准备改版之时。我们将尽最大努力在本书中反映出世界神经科学发展的步伐,为促进这一学科的发展竭尽绵力!

韩济生

1992 年 6 月 30 日

于北京医科大学

冯德培教授序

最近一二十年间,神经科学在各发达国家,尤其在美国,有了极为迅速的发展。这一方面是反映自然科学本身发展的必然趋势。神经系统,特别是高等动物和人的脑是自然界最复杂的一种系统。在 20 世纪的头六七十年间,物理学、化学和分子生物学等基础学科以及从它们引申出来的各种技术科学相继取得了长足的进步。有了这个基础后,脑这个自然界最复杂的系统自然地成为越来越多的研究者的注意对象。众所周知,近年来有许多在物理学、化学或分子生物学的研究中已经作出重要贡献的科学家转而研究神经系统。另一方面,神经科学的大发展也是反映人类社会继续发展和生存的需要。人类社会发展到今天,人有巨大的创造力,又有极大的破坏力,在许多方面对人类前途的最大威胁来自人类自身。人类越来越需要学会更明智地控制自己的活动。这要求人对自己有更多的了解。人的脑是主司人的行为的,因此,了解人在自然科学意义上基本上就是了解人的脑。如何更好地保证脑的健康发育,如何更有效地增进脑的正常功能和防治脑的各种病变,在现今社会成为日益迫切需要神经科学加以研究解决的问题。

在我国,在生理科学中,神经生理学有其较受重视的历史传统。这对于在我国促进神经科学的发展是一个有利因素。我国神经科学与一些发达国家的神经科学相比,在发展深度和广度上存在着很大差距。怎样逐步地较快地缩短这个差距,是摆在我国神经科学界面前的一个严重课题。这里显然有密切相关的两个方面的问题,即教学方面和研究方面,以目前情况论,两者都大有改进、提高和新开拓的余地。我们要做的工作很多,有的可由个人或小的集体分头去做,有的则需要许多人合作进行。韩济生教授组织 69 位神经科学家合作编写《神经科学纲要》,是我国神经科学界的一件大事,这样一部相当全面地介绍神经科学的各个重要领域的教科书和参考书的出版,在我国填补了一个空白,可以预期,它将对我国神经科学的发展起着有力的促进作用。

冯德培

1992 年 6 月于上海

张香桐教授序

这本 150 万字的巨著,是以韩济生教授为首的 60 余位神经科学专家呕心沥血共同努力的结果,从最初孕育出书之念开始,至付梓之日为止,所需时间,统共不过年余。在这期间,把各地专家组织在一起,草拟出编写大纲,分别征求意见,取得一致同意,并争取到各方支持、经济补偿以及出版厂家的优惠条件等,其任务之艰巨是令人望而生畏的。但由于韩教授为祖国神经科学事业而献身的精神和他过人的精力,使他居然创造出了这一奇迹,实足令人钦佩。

据约略估计,全世界关于神经科学的专业期刊,为数当在百种以上,每年发表的研究报告和综述文章,层见叠出,与日俱增。新技术的发现,新概念的产生和新知识的积累,正在以惊人的速度向前发展。从事神经研究的人们不禁产生一种共同的感觉,即:抱怨自己总是赶不上时代前进的步伐。从事培养青年的教师们也深感教学材料的匮乏,找不到一本真正及时的、最新的、可靠的、适用的神经科学教科书。目前,我国虽然也有不少较好的供大专院校使用的课本,但由于科学发展速度如此之快,而写一本教科书,往往需要较长时间才能出版。尤其是在我国目前经济匮乏,“出书难”的情况下,从写成一本书到出版问世,往往需要很长时间。再加以一本教科书在写成后还需要得到政府部门的审查批准,才能广泛发行,供学校采用。这样,又要花费很长时间。所以过去曾有人估计过:一项在实验室诞生的新知识,往往需要至少 10 年,才能进入教科书,在课堂上正式讲授。即使是在现今信息技术异常发达的时代,一项新知识的诞生、发展和成熟、直至为人们所普遍接受,也往往需要很长时间。在这漫长的时间里,即从实验室到教室这一过程中,有一个重要环节,那就是:一项新发现或新知识,必须有人去进行蒐集、筛选、跨学科的联系贯通,和学术上的评价,才能最后被确认为颠扑不破的真理,有资格进入教科书内。要做到这一点是一个十分艰巨的任务。它要求编著者们在学术上具有真正的远见卓识和判断能力,在某一专业上是一个当代权威。

严格地说:现在编写的这本“神经科学纲要”,不能算教科书,而只能算是一本教师们使用的教学参考资料。它起到为教科书编写所需要的新知识进行蒐集、筛选、联系、评价的作用。科学的发展是无止境的,而个人的寿命与精力却极为有限。要想完成如此巨大的教学使命,显然不是任何一个人所能为力的;必须依靠集体力量才行。关于这个道理很早就有人注意到了。只要你到图书馆书库里去转一转,就会发现:在本世纪初就已开始出现的德国式的 Handbuch 往往是由多数作者围绕着某一个专题进行广泛而深入的阐述,并且连续出版达数十年之久,执笔者往往是有关学科的权威人物,而且是跨时代的,跨国界的。每卷的长度甚至超过千页,卷序亦连续不断,自成系统。成为传布科学知识的重要宝库。当然,出这样卷帙浩繁的《手册》是困难的,有时可能也是不现实的。但是这种精神和作法,甚至在现代仍然是被肯定的。举例来说,美国生理学会主编的 Handbook of Physiology,就是在这种精神影响之下进行编辑的。在该书的序言里就曾明确到这一点。这套书关于神经生理学部分,在 1957 年初次出版,迄今已有 30 余年的历史,连续出版了十余万册,参加写作的神经科学专家数逾百人,在学术界产生了巨大影响。

当然,我们现在出版的这部书不是“手册”,不论从哪个方面讲,都不能与德国的或美国的“手册”一类书籍相比,但是,如果把它称为“纲要”,似乎也未免过于谦虚了些。因为它具有一定的广度和深度,肯定不仅只是一个大“纲”,也不仅是列举了一些“要”点。书内各章的执笔者,在某一专业领域内都是名家,他们除蒐集、筛选、评价现有的关于神经科学上的知识之外,有些人还介绍了我国其他学者及其本人的学术贡献,叙述详尽,评论得当。甚至有些篇章的作者对某些有争议的问题,明确地阐述了自己的独到见解,使读者耳目一新,有拨云雾而见青天之感。

笔者诚恳地希望:这个“纲要”也能像欧美各国出版的“手册”一类书籍一样,随着我国神经科学研究的发展,在未来的年代里,继续出版,并逐渐增加我国神经科学工作者自己的研究成果在世界神经科学知识宝库中的份量。科学知识是全世界人类的共同财富,也是由世界各国科学家共同创造的。我们必须分担我们自己应尽的职责。是为序。

张香桐

1992年5月于上海

《神经科学纲要》目录

1. 绪论	(1)
I 神经系统现代研究方法	(7)
2. 形态学方法	(8)
3. 生理学方法	(26)
4. 电生理学方法	(40)
5. 生物化学方法	(58)
6. 分子生物学方法	(78)
7. 脑成像	(102)
II 神经元的结构与功能	(111)
8. 神经元与神经胶质细胞	(113)
9. 神经元膜的分子构造	(127)
10. 神经元膜转运与轴突转运	(139)
11. 神经元膜的被动特性	(147)
12. 非门控离子通道与静息膜电位	(155)
13. 细胞内钙和钙通道	(163)
14. 电压门控离子通道与动作电位	(178)
15. 神经元的生存环境	(188)
III 神经元通讯	(197)
16. 神经元之间的相互联系和信息传递	(199)
17. 神经递质和神经肽及其共存现象	(214)
18. 神经递质的释放及其控制	(225)
19. 化学门控离子通道与突触后电位	(234)
20. G 蛋白与跨细胞膜信息转导	(247)
21. 胞浆内第二信使	(258)
22. 原癌基因与核内第三信使	(272)
23. 多种递质调质之间的相互作用	(286)
IV 经典神经递质和神经肽及其受体	(297)
24. 中枢神经递质的神经通路	(299)
25. 乙酰胆碱	(322)

26. 去甲肾上腺素和肾上腺素	(344)
27. 多巴胺	(365)
28. 5-羟色胺	(383)
29. 兴奋性氨基酸	(399)
30. 抑制性氨基酸	(407)
31. 其他可能的神经递质	(418)
32. 神经肽及其受体	(435)
33. 阿片受体与阿片肽	(458)
V 感觉系统	(471)
34. 感觉系统总论	(472)
35. 视觉	(483)
36. 听觉	(510)
37. 触压觉	(524)
38. 痛觉及其调制	(535)
39. 嗅味觉	(554)
40. 内脏感觉	(563)
VI 运动系统	(571)
41. 运动系统总论	(572)
42. 外周感受器和脊髓对运动的调节	(578)
43. 脑干和运动控制	(595)
44. 大脑皮层的运动功能	(608)
45. 小脑对运动的调节	(622)
46. 基底节神经元对运动的调节	(636)
VII 自主神经和神经内分泌调节	(645)
47. 交感神经系统及其中枢调节	(646)
48. 内环境恒定与神经内分泌功能	(665)
49. 神经内分泌和免疫系统之间的相互作用:神经免疫调节	(689)
VIII 中枢神经系统的高级整合功能	(701)
50. 边缘系统与动机及情绪活动	(702)
51. 生物节律:睡眠与觉醒	(713)
52. 学习与记忆	(723)
53. 语言和思维	(737)
IX 中枢神经系统的发育与可塑性	(749)
54. 中枢神经系统的发生与分化	(750)
55. 脑的老化及老年性痴呆	(765)

56. 中枢神经系统的再生	(774)
57. 中枢神经系统之可塑性与移植	(784)
✓ 58. 神经细胞营养因子	(794)
X 神经系统功能异常	(805)
59. 神经肌肉疾病	(807)
60. 脱髓鞘性疾病	(815)
61. 锥体外系病	(822)
62. 脑血管疾病	(834)
63. 脑外伤与脑水肿	(844)
✓ 64. 癫痫	(854)
65. 自主神经系疾病	(867)
66. 精神分裂症和情感性精神病	(872)
✓ 67. 药物依赖性	(881)
68. 遗传病和模型	(887)

绪 论

- 揭示人脑的奥秘：人类面临的最大挑战
之一 (1)
- 神经细胞、脑与行为
 - 现代神经科学的崛起
- “神经科学纲要”的编写思路 (3)
- 神经系统的现代研究方法

- 神经元的功能活动及其相互关系
- 感觉、运动和自主性活动
- 神经系统的高级整合功能
- 神经系统的发生、发育和老化
- 神经系统的疾患和治疗的希望

揭示人脑的奥秘：人类面临的最大挑战之一

人的嗅觉不如犬，人的奔跑速度不如豹，但人却成为“万物之灵”，这是因为人类具有世界上最复杂最精密的物质结构，即具有思维功能的脑！揭示脑的工作原理，进而提高和充分开发人的聪明才智，这一向是生物医学界一项极顶艰巨的任务，成为历代科学家的梦想。随着有关知识的积累和近代科技的发展，研究脑的科学终于被提上了日程。

神经细胞、脑与行为

由神经细胞构筑成脑，由脑产生思维和控制行为，这已成为当今生物医学界的共识。但实际上这一看法只是在上一世纪才渐趋明确。

中国古代医学中已经认识到“脑为诸髓之海”，“心”之官则思，但对脑的功能知之不详。直到 19 世纪末叶，由于神经解剖学、生理学、生化药理学和实验心理学四个方面资料的汇集，才把神经细胞和脑的功能与行为联系起来。

解剖学方面，在显微镜发明之后，一个最重要的进展是 19 世纪意大利解剖学家 C Golgi 发明了选择性显示神经细胞的银染法。该法可以在组织切片上显示出少数几个完整的神经元，包括其胞体、树突和轴突。生活在 Golgi 同时代的西班牙科学家 SR Cajal 接过这一方法做了大量系统的观察，于 1904 年出版了“人和脊椎动物神经系统组织学”，确认了神经的结构不

是一团其胞浆互相联通的合体细胞,而是由许多互相分开的、边界明确的细胞即神经元组成的,他们还把神经元进行分类,描述了细胞之间的相互关系。Golgi 和 Cajal 于 1906 年共享了诺贝尔生理学或医学奖。

神经生理学方面,19 世纪末英国生理学家 CS Sherrington 对脊髓的生理功能进行了大量研究,他推想如果 Cajal 关于神经元的认识是正确的,那么感觉神经元到达中枢形成的游离末梢必然会以某种特异的接点与运动神经元的胞体或树突相联结。他在 1897 年出版的生理学教科书中首次把这种接点称为“突触”(synapse),从而在神经科学中立下了一个划时代的碑石。英国的另一位生理学家 E Adrain 于 1925 年首次纪录了单根神经纤维的电脉冲,从而开创了现代电生理学的新纪元。Sherrington 和 Adrain 于 1932 年共获诺贝尔奖。

在生化药理学方面,TR Elliot 1904 年首先提出交感神经末梢释放肾上腺素作为传递物质的概念。次年英国剑桥大学生理教授 JN Langley 也指出骨骼肌的兴奋是由与尼古丁有关的化学物质所传递。1920 年德国的 O Loewi 用蛙心灌流实验显示迷走神经末梢释放“迷走物质”使心脏抑制。在这些工作的基础上,关于神经末梢化学传递的理论才逐渐建立,并由神经肌肉接点逐渐转移到神经接点上来,同时建立了配体受体相互作用的一整套理论。

在心理学上,19 世纪达尔文的进化学说使心理学从哲学范畴转入到实验科学的范畴。但在这方面经历了漫长的反复的过程。19 世纪初维也纳医生 FJ Gall 首先明确指出脑是思想的器官。但他认为脑内至少有 35 个区域分别司理模仿、希望、理念、破坏性等等各种心理活动,他认为某些特别发达的脑区会使与该区相应的颅骨凸出,因此根据颅骨的形状可以推断其人格,此即所谓“颅相学”(Phrenology)。相反,法国的神经病学家 P Flourens 则认为脑的任何一部分都管理所有的功能,没有真正的分工。这些争论虽然受时代的限制而未能触及要害,但也不同程度地推动着神经科学的进步。

现代神经科学的崛起

现代神经科学的发展 神经科学作为一门统一的综合性学科开始出现于本世纪 50 与 60 年代之交。1960 年国际脑研究组织(International Brain Research Organization)宣告成立,该组织的目的在于促进神经科学的发展,和世界各国从事脑的研究工作者之间的交流;1962 年美国麻省理工学院创建了“神经科学研究规划”(Neuroscience Research Program, NRP)这一跨学科、跨校、跨国的组织;1969 年美国成立了神经科学会(Society for Neuroscience)。这些组织发展极为迅猛,目前 IBRO 有 2.7 万会员;美国神经科学会有 1.7 万余会员,已成为该国生物科学界最庞大的学术组织。1989 年美国参众两院通过立法,把 1990 年 1 月 1 日开始的十年确定为“脑的十年”,标志着脑的研究将受到全社会更大的重视,脑的科学将开始一个蓬勃发展的时期,这一倡议立即得到 IBRO 等许多国际组织及世界许多国家相应学术组织的响应。在我国,80 年代初期成立了中国科学院上海脑研究所,80 年代后期上海、北京等地相继成立了神经科学专业学会。本书的编写也正是这一巨潮中的一项努力!

神经科学的特点 按照美国神经科学会所下的定义,神经科学的研究目的在于了解神经系统内分子水平、细胞水平及细胞之间的变化过程,以及这些过程在中枢功能控制系统内的综合作用。这一定义强调了神经科学多学科、多水平的综合研究的特点。

神经科学研究是多学科的综合研究 在神经科学的旗帜下,研究脑的形态结构、正常生理功能、神经系统疾病的发生和治疗等等各方面的研究者进行着密切的配合协作。在这里,不是强调某种方法的特殊性,而是鼓励多学科的交叉合作,甚至鼓励一名科学家在精通一两种技

术的基础上会使“十八般武艺”，以便从不同的角度来解决一个问题。

神经科学研究是多层次的综合研究 机体对外来刺激任何一个最简单的反应，都可分解为神经通路和系统水平的活动，脑内局部回路水平的活动，单个神经元(细胞)水平的活动和分子水平的活动。反过来说，科学家从脑内克隆出一种受体的 DNA 序列，立即就会试图翻译出它的肽链结构，确定它所支配的离子通道和电生理行为，继而找出它特异的激动剂和拮抗剂，推测它的临床应用可能性等等。这种从分子到行为的“一条龙”研究，已不是罕见的事例。

神经科学是了解自身进而完善自身的研究 人脑的奥秘是否能由人脑自身来加以揭示，这是一个长期争论的哲学问题。但通过实践证明，回答是肯定的——即使不能彻底了解，也可无限地逼近。特别是 5~10 年来的进展，使我们加强了这方面的信心。例如，由于膜片钳技术的发展，使我们可知道一秒钟内有多少个离子通过一个通道，帮助导致细胞的兴奋；由于发生物学的研究，可以知道有什么化学物质引导着一束神经纤维的生长锥经过长途跋涉奔向它的靶细胞；由于分子遗传学的研究，使我们了解到基因上一个或几个碱基的突变可以引起一些“不治之症”，而基因疗法的诱人前景又如何为这些“不治之症”投来希望之光；由于 PET 技术的发展，竟使我们能在屏幕上看到人脑思维行进的轨迹！20 年前，如果有人讨论这些，肯定会被认为是天方夜谭式的神话，而今天已经成为现实和常识。不妨设想，20 年后的神经科学又会向我们提供什么。

“神经科学纲要”的编写思路

本书由 10 篇 68 章组成，这些篇章的安排遵循下列思路：

神经系统的现代研究方法

正由于神经科学研究有“多学科、多层次”的特点，在研究一个问题时可能需要用很多不同的方法，因此我们在本书开宗第 I 篇中首先介绍神经科学中常用的一些方法及其原理。在这些章节中并不试图描述具体操作的细节，但通过介绍每种代表性方法的原理，可以帮助读者了解该方法的概貌，并对其用途和限度有一个初步的概念。这种尝试是否成功有待实践加以检验。

神经元的功能活动及其相互联系

神经元是构成脑的基本单位，人脑内神经元的总数估计为 $10^{10} \sim 10^{12}$ 个，胶质细胞数较此多出 10~50 倍。值得注意的是，虽然脑的各区功能不同，高等动物和低等动物神经系统的复杂程度不可同日而语，但构成神经组织的基本单位——神经元的基本特性却非常相似，从而使人们能在很广的范围内选择合适的标本为某一研究服务。用枪乌贼的巨大神经纤维研究动作电位，用海兔研究学习记忆的细胞和分子机理，即是其中著名的成功例证。在本书第 II 篇中讨论了神经元的基本特性，包括细胞膜的分子构造，各种离子(特别是钙离子)在膜内外移动的规律，动作电位的形成机理，物质沿漫长的突起转运的机理，以及对神经元起支持作用的神经胶质细胞的某些特点。

神经元的最主要功能是传递信息，这包括电信号和化学信号的传递。本书第 III、IV 二篇主要讨论化学传递。神经递质(包括为数不多的小分子的经典递质和种类繁多的肽类物质)作为第一信使作用于神经元膜上的受体，后者可直接启闭离子通道，或间接地通过 G 蛋白和胞内第二信使，影响离子通道和其他功能蛋白的磷酸化，引起即时效应；继而激活核内的原

癌基因,生成第三信使,作用于核内的靶基因,产生延时效应,而这些多层次的信使之间又发生着错综复杂的联系。

第Ⅰ至Ⅳ这三篇的内容描述了单个神经元活动和相互作用的基本规律。这些内容好像是拼写文字的字母,不论神经系统的功能多么复杂,都是在这些“字母”的基础上组合而成的。但也必须承认,面对神经元本身和相互联系的复杂性,目前的知识恐怕也只能看作是鸿篇巨著中的几个字母而已!

感觉、运动和自主性活动

神经系统通过分布于躯体和内脏的无数感受器感知内外环境的变化,确认刺激已经发生,并分辨该刺激的各项细节;然后通过简单的或复杂的反射活动,一方面经由躯体运动系统支配骨骼肌的收缩,另一方面通过自主性(植物性)神经支配内脏和免疫系统,作出相应的反应。如果说第Ⅰ至第Ⅳ篇只涉及单个或几个神经元的活动,那么第Ⅴ至Ⅶ篇是在局部回路和神经通路的水平来描述神经系统的功能活动。耐人寻味的是,无论是感(知)觉系统或运动系统,进化的过程都选择了同样的工作原理,即存在着一个有利于作出迅速发应的快速系统,和一个比较缓慢但具有更复杂的协调功能的辅助系统,它们都由一些前馈和反馈机制来保证其功能的稳定性和精确性。

神经系统的高级整合功能

本书第Ⅷ篇中所讨论的问题,涉及动机及情绪、学习和记忆、语言与思维等“高级神经活动”,需要有边缘系统和大脑皮层的参与才能完成。这些活动与人类的社会性行为关系十分密切,也是神经科学想要探索的终极目标之一。我们希望了解,由基本的细胞和分子事件为基础的局部神经回路,如何能组装成为巨大的神经网络和复杂的功能系统,也就是希望从产品中推测其设计原理。但至今我们还缺乏必要的手段来破译其原理,缺乏恰当的模式来加以表达。由于现代计算机的运算速度越来越快,容量越来越大,人们试用计算机来模拟这些神经活动,当然这是一个充满争议和具有哲学意味的课题。但通过仿生模拟,初步发现与计算机的二进制和串行演算不同,神经系统的活动采用了并行信息处理的模式和许多非线性的反应模式。这些研究一方面试图为解释神经系统活动方式提供模型,同时也为智能神经计算机的研制创造了条件。我们遗憾地指出,关于计算神经科学和神经网络的内容未能包括本书的第一版内,希望在第二版中得到适当的反映。

神经系统的发生、发育和老化

人们早就知道,生、长、老、死是生物界的自然规律,组织损伤的自修复是生物赖以生存的必要能力。但人们惊奇地发现,中枢神经系统的特点之一是,从出生开始,神经元的数目只减无增,甚至某些神经元在发育过程中何时应该死亡也已在预编的程序中加以确定(programed death)。

本书第Ⅸ篇中将讨论神经系统的发生、分化、老化,以及神经系统受损伤或退化时促使神经细胞再生和进行移植的可能性。确实,随着人群寿命的延长,人们迫切需要了解脑的老化能否推迟?受损的神经元能否再生?缺失的功能是否能用移植的方法加以修复?这些问题归结到一点,是如何延缓神经元的自然死亡和促进某些神经元的生长?关于神经生长因子的研究,给这些问题的解答带来了希望。

神经系统的疾患和治疗的希望

由于脑的疾患而必须支付的治疗、康复和有关费用,是对社会的沉重负担,对一个老龄化的社会更是如此。据估计,美国每年为此支付的费用高达3 050 亿美元。对于个人家庭来说,一位患有精神、神经方面慢性疾病的患者将给一个家庭带来多大的痛苦!解决这些问题的出路何在?一个最主要的出路是进行神经科学的深入研究,从根本上提出防治措施。例如,是否能研制更好的药物可以选择性地矫正脑的病患部分神经递质的缺陷(不足或过多),而不影响身体其它部分该神经递质的正常功能?是否能应用适当的神经营养因子防止脑细胞的退行性病变,或促使神经细胞的再生?是否能阐明遗传性神经系统疾病的缺损基因的定位,从而加以产前预测和基因治疗,等等。实际上有些内容已不是科学的幻想,而是某些神经科学研究基地中在襁褓中成长的婴儿。在第X篇中将根据目前的知识试图回答这些问题。

让我们从细胞和分子的“科学幻想”中返回到现实。说到底,人脑毕竟不是受体基因、离子通道、骨架蛋白……的机械堆集,而是生物界千百万年进化过程发展而成的一台精美的机器。我们有幸生活在20世纪90年代生物技术爆炸性发展的年代,有机会亲眼目睹或亲身参与这场揭示人脑奥秘的大会战,可以毫不夸张地说,这是千载难逢的机遇。但是对一个年青科学工作者来说,要花费这么多时间、用这么多“枯燥”的基础知识武装自己才能参与这场会战,确实需要有足够坚强的毅力,和足够浪漫的想象力!让我们回顾科学泰斗爱因斯坦的一句名言:“在科学思维中常常伴随着诗的因素。真正的科学和真正的音乐要求同样的想象过程”。人类的整部历史就是从人脑中涌现出的诗歌、音乐和创造性的想象力所构成的。那么,探索人脑自身奥秘的整个进程,难道不是更富有诗意的壮举吗?

(韩济生)

参 考 文 献

1. 张香桐. 神经科学在中国的发展. 生理科学进展 1983; 14:100—104.
2. 韩济生. 迎接神经科学发展的新高潮. 生理科学进展 1991; 22:105—106.
3. 杨雄里. 神经科学. 北京: 中国科学技术出版社 1991.
4. Kandel EC. Brain and behavior. In: Kandel ER, Schwartz JH, Jessell TM, eds. Principles of Neural Science, 3rd ed. New York: Elsevier 1991; 5—17.