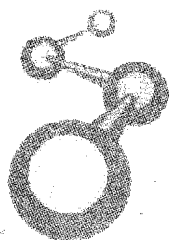


神经科学 对现代社会的影响

胡剑锋 王堂生◎著



北京大学出版社
PEKING UNIVERSITY PRESS



神经科学对现代社会的影响

胡剑锋 王堂生 著



北京大学出版社
PEKING UNIVERSITY PRESS

图书在版编目(CIP)数据

神经科学对现代社会的影响/胡剑锋,王堂生著. —北京:北京大学出版社, 2012.5

ISBN 978-7-301-20545-7

I. ①神… II. ①胡…②王… III. ①神经科学—社会影响—研究
IV. ①R322.8②C912.3

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2012)第 070276 号

书 名: 神经科学对现代社会的影响

著作责任者: 胡剑锋 王堂生 著

责任编辑: 成 森

标准书号: ISBN 978-7-301-20545-7/N·0049

出版发行: 北京大学出版社

地 址: 北京市海淀区成府路 205 号 100871

网 址: <http://www.pup.cn>

电子信箱: zyjy@pup.cn

电 话: 邮购部 62752015 发行部 62750672 编辑部 62765126 出版部 62754962

印 刷 者: 河北滦县鑫华书刊印刷厂

经 销 者: 新华书店

730 毫米×980 毫米 16 开本 15.5 印张 270 千字

2012 年 5 月第 1 版 2012 年 5 月第 1 次印刷

定 价: 38.00 元

未经许可,不得以任何方式复制或抄袭本书之部分或全部内容。

版权所有,侵权必究

举报电话: (010)62752024 电子信箱: fd@pup.pku.edu.cn

序

我们能不能走在世界科学的前列？

自世界第三次科技革命至今，中国人在神经科学这一重要领域中的声音似乎显得少了些，与我国的综合国力、GDP 产值似乎不相匹配。于是，一个问题出现了：占有世界最多人口的中国，GDP 产值世界第二的中国，能不能在科技日新月异的新时代，重新走到世界科学的前列？

我们缺乏技术。在神经科学研究领域，从单细胞记录技术到功能性磁共振成像，没有一项不是使用着国外的设备和技术（虽然也有少量国产设备）。作为高科技的研究领域，技术的先进性决定了研究进展的速度和突破的程度。

我们缺乏资金。虽然没有航空航天领域项目庞大，但作为基础学科，尤其是昂贵的进口设备和没有即时效益的人员投入，神经科学在中国经济发展尚在蹒跚学步的背景下，无疑是一个很难得到经费支持的领域。

我们缺乏创新。很多新颖的研究思路都是由外国人首先提出来的，我们更擅长的似乎是模仿，从机器设备到药物研制，无一不体现这一点。但创新是灵魂，我们不能做欧美灵魂的影子。

但是，我们不缺乏科研的热情和勇气。我们有一批又一批在欧、美、日各国从事研究的精英和骨干，他们还在默默无闻地耕耘着，虽然他们的成果目前还标明是姓“洋”不姓“中”，但是中国人的精神、中国人的干劲、中国人的热情是掩盖不掉的。

我们缺乏的可能只是耐心的等待和观念的更新。

本书便是这个尝试的抛砖引玉之作。著者在致力于神经科学研究的过程中，接触并深入思考了神经伦理学、神经美学、神经法学等诸多问题，并且对神经经济学进行了一些原创性的探索，但限于篇幅，本书没有具体介绍。本书的目的，便是将这些交叉领域的研究现状和未来呈现在读者面前，希望有志之士的加盟，能让这个领域做得更好。相信在不远的将来，书中很多观点将会为社会公认，书中描绘的一些现象将会司空见惯。

著 者

2011 年 8 月

江西南昌

前言

——神经科学引发的秩序重构

随着科学的发展,有关人的研究出现了一个重要的假设:人或动物的感觉、运动、本能及心智行为,均源于神经系统的功能。神经科学便是在这个前提下,不断地发掘脑中各个部位的功能以及各种行为及心智活动在脑里的操作机制。神经科学的发展影响着我们对人类行为的判断,决定着我们对人类心理活动的推论,这些判断和推论以预设和隐喻的方式影响着人们生活的方方面面。本书分别从人类经济行为、道德伦理、法律制度、艺术创造与欣赏、人类教育活动等方面揭示这些预设和隐喻的改变所带来的观念系统的深刻变革。

进入新千年后,人类的科技进一步发展,全球的经济形势却显得更加扑朔迷离。高利贷压垮了美国军人,无数的中国人在股市中沉浮,金融危机令全球经济濒临险境,赌博、地下钱庄却大行其道……建构主义经济学家的种种预测都落了空,生态理性逐渐在经济学中落地开花。人类掌管情感和理性的不同脑区的博弈,无疑成为揭示其种种经济行为之谜的钥匙。科学家采用神经科学技术对信任、公平、报酬和损失的神经基础,风险判断和选择、偏好的神经机制进行了研究并取得了重要的成果,“品牌”效应之谜正逐渐被揭开,针对大脑的营销与控制策略将成为商人和消费者关注的焦点。

有人说人类用“爱”创造了今天的文明,哲学家把它归结为人类向善的意志,但生理学上的发现却几乎完全颠覆了这个概念。人类的利他主义居然与人体分泌的激素密切相关,如果个体在特定的年龄阶段没有奠定该生理机制,那么终其一生都不会有慷慨行为;如果某些脑区被破坏,那么在保持一切智力因素正常的情况下,却唯独丧失了道德;温文尔雅的大学教授忽然变身为涉嫌强奸的流氓,居然源于脑内的一个肿瘤……神经科学的快速发展对人类伦理提出了双重挑战,一方面,神经科学技术的快速发展带来一系列伦理道德问题,例如,脑机接口在为残疾人士提供服务的同时,如何调解行为与意念的责任纠纷?神经药物在解决心理或行为问题如何不被滥用?另一方面,由于神经科学对人类决策活动的奥秘有了新的解释,尤其是对涉及自由意志的概念进行了病理学的剖析,所以引发了一系列道德和责任归因的困境,例如,人类的失控行为是因为大脑的病变还是个人的自由意志?情感与直觉在伦理道德认知中发挥了怎样的作用?这一系列的难题推动了神经伦理学的出现和发展。

将人类行为的责任从个体的自由意志转咎于大脑,引发的不仅仅是道德问题,更为严峻的挑战将是司法的公正。采用脑成像的方法窥视消费者的购买意向是否

侵犯了消费者的隐私？测谎仪应该如何规范使用？神经科学的发展一方面为司法活动提供了技术上的便利，在测谎和预测犯罪等方面的进展具有重要影响；另一方面，它也带来了一系列的司法问题，尤其是对定罪的基本理念、判决的原则提出了挑战。

人脑可以说是上帝最杰出的艺术创作，所以人类的艺术活动无一不与之息息相关。大脑的伤害在造成了智力的永久性损伤的同时，有时却能够造就才华横溢的画家，威廉综合征则揭示出音乐能力独立于与智商相关的一般脑区。不仅如此，由于脑内有独特的面孔识别区、颜色视觉区，所以肖像画长期占据着画坛的统治地位，而色彩则成为视觉艺术品的关键要素，所以野兽派的出现并非偶然。由于视觉、听觉与知识的获得密切相关，所以艺术活动在很大程度上遵循了知识构成的原则，比如概括性、典型性、经济性等。

由于人的脑部损伤会出现丧失语言功能的病症，所以人们很早就发现了与言语的生成相关的脑区，以及控制着言语的接收和理解的脑区。现代神经语言学则发现“半球优势”，所谓的右脑开发在很大程度上误解了神经科学家的研究成果。不过左脑在语言上的优势、右脑在推理和空间认知上的优势促使人们对智商、语言与思维的关系的认识又上了一个台阶。自从美国科学家发现音乐欣赏与人的智力密切相关后，有关音乐与脑的开发就在儿童教育方面蓬勃发展起来。除此之外，敏感期、髓鞘化等研究课题大大改变了当今教育的理念和方法。

神经科学在 21 世纪的发展可以说是日新月异，仅仅 2010 年，就涌现出了大量具有突破性的成果，无论是学术刊物还是大众媒体都对此做了海量的报道。本书截取其中一部分对神经科学技术最新进展做挂一漏万的介绍，但仅仅是这样一个年度报告，就足以彰显神经科学技术对现代人生活的重要影响。可以想见在不久的将来，人类的文明将是一个用意念控制生活的世界。

以“聪明药”为例，人类社会在新的千年将面临着神经科学所带来的秩序调整。

老年痴呆、注意力缺陷多动症 (attention deficit hyperactivity disorder, ADHD) 和帕金森氏症，都需要有效的药物进行治疗。事实上，许多药物已经被用于标示以外的功效，例如，某些用来治疗神经心理或其他疾病的药物可能会强化正常的认知和情感功能。2007 年，一篇调查报告指出，美国有 160 万人并非为了治病而服用过处方兴奋剂。合法的精神兴奋剂包括哌甲酯 (methylphenidate, 即利他林)、安非他明 (amphetamine) 及莫达非尼 (modafinil)。2008 年，《自然》杂志发起的一次网上调查显示^①，在国外非医学用途服用认知增强药物 (包括哌甲酯、莫达非尼或 β -受体阻断剂) 的比例高达 20%，其中哌甲酯是最常用的认知增强药物 (约占 62%)，某些认知增强药物甚至都可以网上自由订购。总的来说，人们使用上述药物的目的是为了提升注意力，即达到认知增强的目的。

^① Maher B. Poll Results: Look Who's Doping[J]. Nature, 2008, 452:674-675.

通常,人们可以通过网络和医生来获取药物(一些药物是为医治某类疾病而研发的,但医生有时会用它治疗其他疾病,虽然制药厂商不能宣传药品说明书上未提到的用途)。由于对某些增强药物的长期影响机制不清楚,这些影响可能是有害的,因此限制使用似乎很有必要。即使有能力的个人允许采取药物增强认知,但是他们必须清楚长期使用这些药物的风险,并对这些后果负有责任。在某种程度上,这些问题与以前一些熟知的非法精神药物所面临的情况相类似。吗啡对于因烧伤和其他躯体疾病所产生的疼痛来说是一种极大的缓解,但它是一种精神改变药物,可能导致一些极大的社会和精神问题。^①

20世纪90年代中期,在治疗多动症时,越来越多的医生应用哌甲酯,这促使科学家利用新型大脑成像技术和设计巧妙的神经心理学测试来检验这种药物对健康人的影响,以便为多动症患者和其他精神病患者的治疗效果提供参考数据。1997年,英国剑桥大学的研究人员对一组健康青年男子进行的研究中发现,服用哌甲酯后(试验前后,未摄取其他药物),受试者在几个认知测试中表现出色(特别是空间工作记忆和策划能力测试),但其他方面的认知能力,比如注意力和语言流畅度,并未有所改善。随着测试继续进行,受试者在作出反应时似乎会犯更多的错误,这也许是因为药物让他们更为冲动。^②

2005年,美国佛罗里达大学医学院的一个研究小组对20名睡眠不足的医学院学生进行了研究,他们发现哌甲酯没有产生任何提升认知能力的效果。该药物无法与NoDoz等含咖啡因药物摆在一起售卖的另一个原因是,它可能引起心律不齐,也可能被某些人当做毒品滥用。早在20世纪70年代,哌甲酯的使用者就发现在吸食或静脉注射这种被他们称为“西海岸”的药物后,一般都会对该药物上瘾。^③

因此,认知增强可能会带来一系列的伦理问题。仅仅因为这些药物可能会被滥用我们就停止对它们的研究呢?为什么我们要抵制使用药物来让我们的认知技能发生一些改变呢?

除了引起伦理方面的讨论之外,药物认知增强同样涉及社会其他方面如教育学、经济学方面的问题:在大学入学考试前服用认知增强剂,是否会导致不公平竞争?雇主要求员工服用药物,以按时完成公司的生产任务,是否属于违法行为?

从学习的角度来看,记忆是由人体内各种化学信号、酶、蛋白质的相互作用产生的,这个复杂体系通过自我调节达到一种平衡状态,如果人不生病,这种平衡就不会受外界干扰。通过补偿缺失的重要化学分子,也许可以阻止痴呆症引起的思维能力下降和对他人身份认知能力的丧失,但对于非痴呆症患者而言,这种人为干

① Farah M J, Illes J, Cook-Deegan R, et al. Neurocognitive enhancement: what can we do and what should we do? [J] Nature Reviews Neuroscience. 2004, 5:421-425.

② 芭芭拉·萨哈金(Barbara Sahakian)、特雷弗·罗宾斯(Trevor Robbins)及其同事,1997年在《心理药理学》(*Psychopharmacology*)上发表的一篇论文。

③ 加里·斯蒂克斯,“聪明药”来了? 环球科学. 2009年第11期第5页。

预弊大于利。例如,长期记忆方面的任何改善,都可能会因为工作记忆能力的下降而被抵消(长期记忆主要存储久远事件,如童年时光的美好生活等,而工作记忆相当于大脑的记事簿,主要存放电话号码等暂时记忆)。

聪明药的使用还只是当代神经科学发展的一个小小的例子,除此以外,脑机接口技术、测谎仪等同样可能会给人类带来神经伦理问题和社会问题。^① 本书尽可能全面地讨论神经科学技术的发展对人类经济行为、人类的道德伦理、法律的制定与执行、人类个体的培养与教育等方面带来的深刻影响。

本书由胡剑锋、王堂生合著,期间得到江西省高校人文社科课题基金、江西省社科规划办、江西科技学院等的支持和资助,在此一并表示感谢。

著 者

2011年11月

于江西南昌

^① 胡剑锋,毛晨蕾. 神经伦理学——人文科学与神经科学的完美结合体[J]. 医学与哲学(人文社会医学版), 2008, 29(6):15-17.

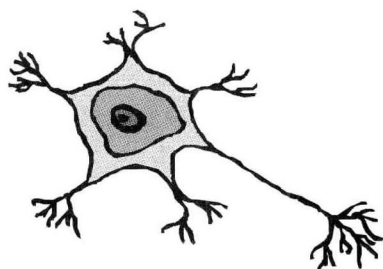
目 录

第一章 神经科学是何方神圣	(1)
第一节 神经科学成长历程	(2)
第二节 神经系统关键词	(8)
第三节 研究神经科学的利器	(30)
第四节 21 世纪的神经科学发展展望	(40)
第二章 神经科学与人类经济行为	(55)
第一节 人类经济行为之谜	(56)
第二节 黑箱子的打开：谜底是什么	(63)
第三节 从决策的神经基础到神经经济学	(70)
第四节 神经经济学的应用	(79)
第五节 最近研究进展与未来展望	(84)
第三章 神经科学入侵伦理空间	(87)
第一节 当伦理学遭遇神经科学	(88)
第二节 神经伦理学的出现及发展	(89)
第三节 神经科学中的伦理问题研究	(90)
第四节 伦理问题中的神经科学研究	(99)
第五节 最近研究进展与未来展望	(101)
第四章 法学邂逅神经科学	(103)
第一节 用脑扫描测谎作证：神经科学挑战法律引争议	(104)
第二节 神经法学：法律领域中的新兴前沿科学	(107)
第三节 “西蒙斯案”的里程碑作用：神经法学无可回避	(107)
第四节 最近的研究进展与未来展望	(115)
第五章 艺术活动与神经科学	(119)
第一节 问题的提出	(120)
第二节 艺术创作、美学研究与大脑机制探讨	(121)
第三节 神经科学与视觉艺术的融合	(122)
第四节 神经科学与音乐的结合	(137)
第五节 最近研究进展与未来展望	(142)

第六章 教育活动的神经科学情结	(145)
第一节 人类个体发展的几个谜题	(146)
第二节 神经科学对个体发展之谜的解答	(154)
第三节 神经科学的基本认知及其启示	(166)
第四节 最近研究进展与未来展望	(168)
第七章 回顾 2010,展望未来	(173)
第一节 2010 年神经科学技术的重要成果	(174)
第二节 神经科学技术相关新闻时评	(201)
第三节 神经科学唱响 21 世纪的智能化生活	(220)
本书中英文对照	(227)
索引	(229)
参考文献	(233)
后记	(237)

第一章

神经科学是何方神圣



电视、新闻、报纸和网络对神经科学的报道很多，神经科学究竟是何方神圣？神经科学寻求解释神经活动的生物学机制，即细胞生物学和分子生物学机制。神经科学寻求了解在发育过程中装配起来的神经回路是如何感受周围世界、如何实施行为的，它们又如何从记忆中找回知觉，一旦找回之后，它们还能对知觉的记忆有所作用。神经科学也寻求了解支持我们情绪生活的生物学基础，情绪如何使我们的思想改变颜色以及当情绪、思想及动作的调节发生扭曲时为什么会有抑郁、狂躁、精神分裂症和阿尔茨海默症等病症。这都是些极端复杂的问题，其复杂程度远远超过任何我们在其他生物学领域中曾经面对的问题。神经科学技术是为了实现以上目标而随之诞生的一些新发明、新技术、新思路和新应用。

第一节 神经科学成长历程

一、“从心到脑”——西方对脑的认识历程

1. 哪里是思考器官——心和脑？

古希腊的早期哲学和医学承袭了美索不达米亚时期的观念，停留在神话阶段，相信“一切皆由超自然力引起”，对脑不可能有正确的认识。直到公元前7—前4世纪，古希腊的小亚细亚出现了一批哲学家和科学家，如塔利斯、阿内西门德、阿内西密尼斯、希拉科里图斯、毕达哥拉斯，以及后来的苏格拉底、柏拉图和亚里士多德。相传公元前460—前370年间，还有一个至今人称医学之父的希波克拉底。这些大思想家流派不同，思想各异，带动了医学的发展，也开始了对脑的认识。苏格拉底和希波克拉底均曾认为人的意识、思维和灵魂起源于脑。后人将人体看做一个整体，而不是各器官机械的组合，甚至将患者与环境协调统一，这些辩证唯物主义的认识不能不说是受希波克拉底的医学观念的影响。尽管如此，当时对“人的思考器官到底是心脏还是脑”仍有很大争论。苏格拉底的学生、哲学家兼医学家柏拉图继承了老师的思想，也认为脑髓是思想、感觉的中心。然而，柏拉图的弟子、大思想家亚里士多德却因受“自然创物”的影响，又缺乏对生理学的正确认识，错误地认为大脑不是重要的器官，心脏才是重要器官，是感觉活动的根源，他还认为生物与非生物的区别，在于是否存在精神和灵魂。亚历山大里亚地区的医生赫罗菲拉斯写有《论解剖学》等著作，注意到动脉和静脉的区别，提出大脑是神经系统的中心，批评亚里斯多德关于心脏是思维器官的说法。^①

2. 盖伦的实证

公元前146年，希腊灭亡，欧洲进入罗马时期。公元2世纪，有个叫做盖伦的著名医生，希腊人，出生在小亚细亚爱琴海边的希腊文化繁盛中心地之一——珀加蒙，被认为是仅次于希波克拉底的第二个医学权威。他通过对猪、山羊、猴子和猿类等活体动物实验，在解剖学、生理学、病理学及医疗学方面有许多新发现。他考察了心脏的作用，并且对脑和脊髓进行了研究，认识到神经起源于脊髓。盖伦将希波克拉底的医学学说发扬光大，使之成为希腊医学的一盏明灯，盖伦等人的实证医学随拜占庭东方色彩的文化流传到阿拉伯。

^① 引自 <http://www.bioon.com> 王晓民：人体是一个统一的整体——脑的功能，中国神经科学杂志。

3. 神经系统图画

因为中世纪欧洲崇尚神学,所以在此期间欧洲的文艺和自然科学(包括医学)进步都不多。文艺复兴始于15世纪中叶,发祥地以北意大利为中心。瑞士医生巴拉塞尔萨斯对癫痫作了重要的观察,认为麻痹、语言障碍与头部的伤害有关。随着文艺复兴的兴起,人体解剖学得到极大的发展。生于15世纪的意大利人文主义者达芬奇被认为是近代生理解剖学的始祖,他所描绘的神经系统图画至今仍存在。他掌握了人体解剖知识,从解剖学入手,研究了人体各部分的构造。他最先采用蜡来表现人脑的内部结构,也是设想用玻璃和陶瓷制作心脏和眼睛的第一人。

4. 大脑才是神经中枢所在地

17世纪法国物理学家、数学家笛卡儿提出“动物体是机器”的观点。他特别重视神经系统,指出神经是联络、维持身体活动的力量。尽管他只用机械的观点来解释生命的现象是不对的,但神经的确是联络身体活动的中介。18世纪瑞士生理学家哈勒重点研究了神经系统的生理功能。他发现皮肤和某些脏器组织只有借助于神经的帮助才会产生感觉,他在大量损害动物脑神经的实验观察之后,得出“一切神经集中于脑,大脑是神经中枢所在地”这一结论。他还认为脑皮质是完成大脑功能的主要物质基础,而脑髓质是灵魂所在。

5. 脑区的分工

19世纪自然科学和技术发展很快,出现了进化论、细胞学说、能量守恒和转化定律,被恩格斯称为19世纪自然科学的三大发现。细胞学说是由德国病理学家魏尔啸提出的,概括起来为:细胞是人体生命活动的基本单位,机体是细胞的总和,疾病是由于机体细胞的变化引起的。他指出神经细胞是细胞的一种。德国生理学家穆勒在此期最重要的发现是刺激与感觉的关系。他证明某一感觉神经接受任何方法的刺激,必有同一的特殊感觉器官发生其独特的感觉。比如电刺激、温热刺激、机械刺激分别施加给视神经,就会发生光的感觉。反之,若以一种刺激分别施加给味觉、视觉、听觉、嗅觉器官,则四个感觉器官分别感受到味觉、视觉、听觉、嗅觉。在此期间,脑研究的一些先驱者利用脑的某一特定部位因疾病和损伤受到破坏的病例观察其行为上的明显缺陷,从而获得了关于大脑功能的重要信息。法国神经病学家布洛卡(Broca)报道了一个病例:患者能理解语言,也无通常的运动缺陷,但不能说话。他能说孤立的词,也能唱一首曲子,但话不成句,也无法书面表达自己的思想。尸检结果表明,其大脑额叶的后部有明显的损伤,这个区域现称布洛卡区。布洛卡又发现,所有失语症患者,损伤均见于左侧;若大脑右侧相应区域受到类似损伤,语言功能仍保持完整。于是他得出结论:我们用大脑左半球在说话。这是有关脑功能的最著名原理之一。此后德国学者威尔尼克(Wernicke)报道了另一种失语症。布洛卡失语症患者是能懂不能说,而这种患者是能说不能懂。他们的发音和语法都是正常的,但在语义上却是异常的,表达的意思十分离奇。威尔尼克发现:这种患者大脑损伤区在颞叶的后部,恰与枕叶交界。这个区域现在称为

威尔尼克区。真正对脑这个黑箱的揭示始于19世纪末。科学家们开始认识到,研究脑这样的器官,主要的途径应该是概述描绘脑的各种元件。搞清楚它们如何联系,然后研究脑的各部分如何工作以及它们如何协同进行活动。这两方面的研究构成了脑研究中两个最大的传统分支——神经解剖学和神经生理学。之后神经化学、神经药理学及实验心理学等学科兴起,神经科学开始了其光辉的发展历程(20世纪神经科学所取得的成就将在后面介绍)。

二、“从髓到脑”——中国人对脑的认识

《内经·素问》中提到的“内至骨髓,髓以脑为主”以及“脑者髓之海,诸髓皆属于脑”,显然是将脑看成是骨髓一样的物质。该书同时指出“头者精明之府”,并且论述了脑对身体和心理的影响:“髓海有余,则轻劲多力,自过其度。髓海不足,则脑转耳鸣,胫酸眩冒,目无所见,懈怠安卧。”这是“脑髓说”的萌芽。这个萌芽迄至明清才绽放绚丽的花朵。明代医学家李时珍明确地指出:“脑为元神之府。”金正希、汪昂、王夫之等医学家和哲学家也都有相同的论述。

《天方性理》是一部重要的哲学和心理学著作,书成于清康熙年间。在这本书中,作者刘智融合了儒、道、佛的理论,伊斯兰教义及阿拉伯医学的大脑解剖知识、中医的经络学说和西方的自然科学知识,对于“大世界”(宇宙或物质世界)和“小世界”(心理或精神世界)的产生与发展作了详尽阐发。在第三卷中,他形象地表明了心理活动与各种器官的关系,提出了大脑总觉作用的思想。他认为,人的各种感觉器官和脏腑(眼、耳、口、鼻、四肢百体以及心、肺、肝、脾、肾等),都不过是“各有不同”,有其各自特殊的心理功能。但大脑却能够“总司其所关合者”,具有统摄各个器官的总觉作用。它表现在两个方面:(1)“纳有形于无形”,即把人们曾经看过的、听见过的、感知过的东西,贮存藏纳于大脑之中;(2)“通无形于有形”,即指大脑与视觉、听觉、嗅觉和动作等感觉运动器官之间具有某种经络通道,从而使这些感觉运动器官具有相应的心理功能,如视觉、听觉、味觉、嗅觉乃至手足的运动、痛痒的感觉等。《天方性理》把人的知觉能力分为10种,即寓于外的视觉、听觉、味觉、嗅觉、触觉和寓于内的总觉、想、虑、断、记等。寓于外的5种知觉“寄之于耳目鼻肢体”,是五官的功能;寓于内的5种知觉“位总不离于脑”,是大脑的功能。

清代名医王清任在《医林改错》一书中进一步发展了“脑髓说”。第一,他提出了“灵机记忆在脑”的观点。第二,他指出了脑与各感官之间的联系,认为听觉、视觉和嗅觉等感官都有“通脑之道路”,大脑对于上述感官有支配作用。第三,他指出了脑髓生长与智力发展的联系,认为人的智力发展,人的视觉、听觉、嗅觉、言语、记忆等心理活动是与大脑的发育与完善密切联系的。第四,他论述脑的病理学与生理障碍,认为“癫狂”患者表现出各种不正常的心理活动如“哭笑不休,詈骂歌咏,不避亲疏”或暂时失去知觉,都与大脑的病理障碍有关。第五,他提出了大脑两半球

功能差异的设想。他根据对脑卒中患者口眼歪斜症状的观察得出下述结论：大脑的左半球主要管制右半边身体，右半球主要管制左半边身体。

20 世纪 20—30 年代以来，神经解剖学家臧玉铭、卢于道等分别开始对神经系统和大脑皮质进行系列研究。由于神经生理学家蔡翘对中脑内被盖网质的着意描述，其中的一个小区被命名为“蔡氏区”。神经生理学家林可胜、冯德培开始对心血管神经调节和神经-肌肉传递的先驱性研究。冯先生在 30 年代发表了一系列有关神经-肌肉接头的论著，他所发现的强直后增强(post tetanic potential, PTP)实质上是细胞水平神经可塑性研究的先驱性发现，被当代可塑性研究大师坎德尔(Kandel)誉为神经可塑性研究的先驱，甚至有可能与卡茨(Katz)分享诺贝尔生理学或医学奖。90 年代他所领导的实验室又在长时程增强(long term potentiation, LTP)方面继续做出成绩。这一时期，张锡钧关于乙酰胆碱生物学测定技术的发现对神经递质鉴定与研究起到了重要作用。

20 世纪 50—60 年代学术界对神经细胞树突的功能所知甚少，但神经生理学家张香桐却用当时可用的皮质表面记录技术，开始研究树突的功能，成为树突功能研究的先驱者，这一研究为将来发展使用微分方程和连续时间变数的神经网络而不再使用数字脉冲逻辑的电子计算机奠定了基础，1992 年被国际神经网络学会授予终身成就奖。在此阶段，神经药理学家张昌绍和邹冈于 20 世纪 60 年代初报道了吗啡受体的先驱性工作。

这些工作奠定了中国神经科学研究发展的基础。

三、神经科学的主要突破

1. 建立神经元学说

显微镜发明后，神经解剖学的一个最重要的进展是意大利解剖学家戈尔季(Golgi)所创造的一种神经组织选择性染色方法，他于 1879 年徒手将脑切成薄片，用铬酸盐-渍银法染色，在显微镜下看到了神经元和神经胶质细胞，通过系统地观察戈尔季法染色的脑组织切片，就可以确定神经细胞的种种类型。这是神经科学史上一项重大突破。与戈尔季同时代的西班牙科学家拉蒙·卡哈尔(Cajal)，应用并改进了戈尔季的方法。1903 年建立了还原硝酸银染色法，能显示最细微的神经末梢，用此法发现神经元与神经元之间没有原生质联系，仅有接触关系。这种两个或多个神经元之间的“接触”，后来被英国学者谢灵顿(Sherrington)命名为“突触”。戈尔季和卡哈尔先后配合，提出了“神经系统是由分开的、边界明确的细胞通过高度有序的、特异的突触连接而成的神经元学说”，为之后对神经系统的功能研究打下了坚实的基础，从而共享 1906 年诺贝尔奖。

2. 揭示神经元信息传递方式

谢灵顿，英国牛津大学生理学教授，通过详细研究膝跳反射，认为反射是神经系

统基本的活动形式。他于 1897 年首先提出突触的概念,即传入神经纤维的末梢在脊髓中与运动神经元的树突或胞体形成“突触”,可使互不连接的神经元得以互通信息,完成一个反射。他的工作为其后神经反射的研究奠定了基础。1925 年,英国剑桥大学生理学教授艾德里安(Adrian)利用弦线电流计首次在单根神经纤维上记录到电活动,即神经冲动。他发现神经元均以短暂的电脉冲群通过其纤维相互传递信息,这些脉冲大小不变,只是频率各异,最高可达每秒 1000 次。这一普遍规律的发现开创了现代神经生理学研究的新纪元。这两位英国学者共同获得 1932 年诺贝尔奖。1921 年,德国科学家勒维(Loewi)进行了一个著名的“蛙心交叉灌流实验”。蛙的心脏受迷走神经支配,电刺激蛙迷走神经,蛙心跳即被抑制。如果用液体灌流被电刺激的蛙心,把灌流液注入另一个未受刺激的蛙心脏,后者也被抑制。证明迷走神经末梢能分泌出某种“迷走物质”,抑制心脏活动。后被证实该物质即乙酰胆碱。戴尔(Dale),英国科学家,他在 1930 年证明副交感神经(包括迷走神经)末梢能分泌出乙酰胆碱,而且证明交感神经的节前纤维和运动神经末梢也都能分泌乙酰胆碱。由于他们将神经化学和神经生理学的研究方法结合起来,相继确认了突触传递的神经递质,建立了突触的化学传递学说。戴尔的开创性工作对神经药理学的创建起到了不可磨灭的作用。1936 年这两位科学家同获诺贝尔奖。

3. 发明脑研究仪器

两位美国科学家厄兰格(Erlanger)和盖塞(Gasser)发明了阴极射线示波器,可以记录神经纤维上微小的电变化,即动作电位。并证明神经纤维越粗,传导冲动的速度越快,可根据冲动传导的速度将神经纤维分为 A、B、C 三类。这一方法学的进步为深入细致的电生理研究打下了坚实的基础,他们也因此获得 1944 年诺贝尔奖。瑞士学者赫斯(Hess)发明了脑立体定位仪,可以根据一定坐标将电极插入动物脑的特定核团进行刺激或损毁,从而开启了在自由活动的动物上进行脑深部研究的大门,以此他获得 1949 年诺贝尔奖。以上两项方法为进一步研究脑功能创造了必要条件。

4. 揭示动作电位和突触电位的离子基础

谢灵顿的学生,澳大利亚生理学家埃克尔斯(Eccles)把微电极插入猫脊髓的前角细胞内记录电活动,还记录神经与肌肉接头处的终板电位,发现其性质与神经元之间的突触电位很相似,并且还证明突触部位不仅有兴奋性递质,还有抑制性递质,证实了谢灵顿晚年强调的抑制性突触的存在。两位英国生理学家霍奇金(Hodgkin)和赫克斯利(Huxley)共同合作,利用微电极和阴极射线示波器为武器,以枪乌贼的巨大神经纤维为实验对象,深入研究神经纤维上的动作电位,描述了安静时的静息电位和神经冲动到来时的动作电位,认为这些电变化是细胞膜对 Na^+ 和 K^+ 的通透性发生一系列前后相继的变化而产生的结果,并用计算机编制了一个计算动作电位各项参数的理论公式,与实际情况非常吻合。以上三位学者共享 1963 年诺贝尔奖。卡茨是德国生理学家。他与霍奇金共同研究神经动作电位,还用微电极在神经-肌肉接头处记

录了微终板电位,认为单根神经末梢自发放出单个囊泡中所含有的乙酰胆碱,可以引起一个极微小的终板电位。当神经冲动到来时,许多神经末梢同时释放出大量的乙酰胆碱,可引起终板电位。这些研究为神经末梢的“量子释放”理论打下了基础。卡茨与其他两位科学家共享 1970 年诺贝尔奖。

5. 发现神经递质

奥伊勒(Euler),是瑞典生理学家、神经化学与神经药理学的奠基人之一。1946 年,奥伊勒发现交感神经末梢释放的神经递质是去甲肾上腺素,并深入研究了它的生成、储存、释放、重摄取等整套的代谢过程。美国生物化学家、分子药理学的创始人之一阿克塞尔罗德(Axelrod),从 1949 年起集中研究儿茶酚胺在生物体内的代谢过程,发现可卡因、苯丙胺等可以阻断儿茶酚胺的重摄取过程,为研制治疗高血压、帕金森病药物开创了新途径。奥伊勒和阿克塞尔罗德的工作相辅相成,在发展神经化学、神经药理学方面做出巨大贡献,他们与卡茨一起共获得 1970 年诺贝尔奖。

6. 揭示脑的结构和功能

1952 年,美国科学家斯佩里(Sperry)进行了分裂脑的研究。他将猫和猴的大脑两半球之间的胼胝体切断,发现两半球各自保留自身的学习能力,但两半球之间不再进行信息传递。以后斯佩里又将癫痫患者联系左右脑的胼胝体切断作为治疗措施,并进行细致研究,发现左脑偏重抽象思维,右脑偏重空间认识。美国神经生理学家休伯尔(Hubel)与瑞典医学家威塞尔(Wiesel)共同合作,深入研究了与视觉有关的大脑皮层的结构和功能,得到两方面重要发现:第一,大脑不同部位有职能分工,视觉皮层以细胞柱为功能单位,分别有取向柱(分辨线条的方向)和优势柱(分别以左眼和右眼作为优势眼),对视觉信息进行加工;第二,出生早期视觉皮层的发育受环境影响,具有可塑性。这些发现对了解大脑皮层的信息加工规律有重要价值。以上三位科学家共享 1981 年诺贝尔奖。

7. 神经活动的分子基础

意大利神经生物学家蒙塔西尼(Montalcini)由于发现了神经生长因子而荣获 1986 年诺贝尔奖。这一发现不仅有助于神经缺陷的修复,而且带动了许多新的神经营养因子的发现。德国电生理学家尼尔(Neher)和萨克曼(Sakmann)应用改进的膜片钳技术,可以记录细胞膜上单个离子通道的电流流量,从而在电生理学和分子生物学之间架起了一座桥梁,为从分子水平阐明神经元活动打下基础。他们因而双双荣获 1991 年诺贝尔奖。

8. 揭示跨膜信号转导机理

阿尔维德·卡尔森(Carlsson),瑞典神经药理学家。他首先发现了多巴胺是脑中一种极其重要的神经递质,并且揭示了多巴胺对于运动控制的重要性,而在此之前只是把它作为去甲肾上腺素合成过程中一种微不足道的中间产物。他意识到,患帕金森病的根本原因是由于人脑基底神经节缺少多巴胺,于是发现了治疗帕金森病的药