



“十二五”普通高等教育本科国家级规划教材



北京大学心理学教材基础课部分

生理心理学

(第三版)

3rd Edition

Foundations of
Physiological
Psychology

沈政 林庶芝 编著

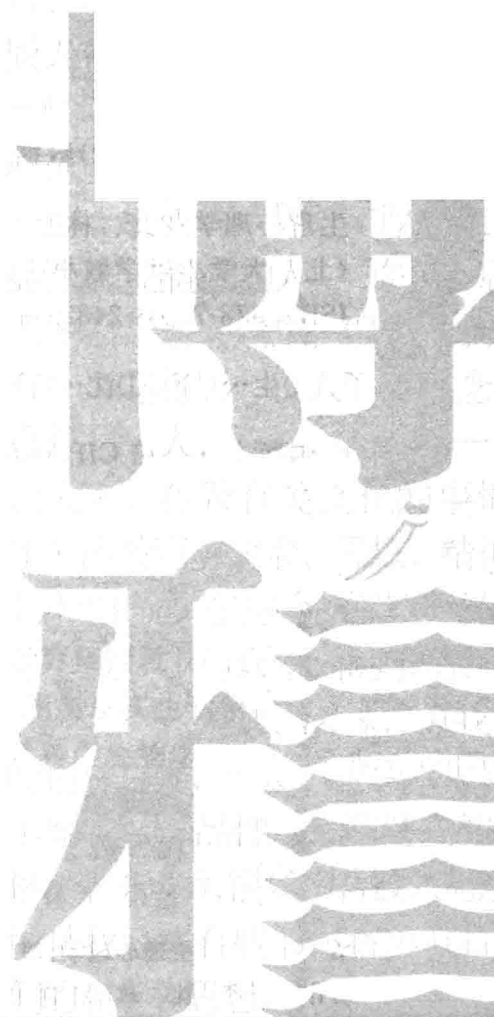


北京大学出版社
PEKING UNIVERSITY PRESS

育、学术、思想、精神。北大版人这个浮躁的... 一些... 不同的事... 博... 雅、... 们... 劳作... 一点... 变... 界... 着人... 品性... 创造... 许多... 后... 各书... 但是... 们的有... 还将... 着... 们的... 念和思... 北... 博雅。一群北大人，在做有美化的事情，... 关涉教育、学... 思想... ，北大... 浮躁... ，总得... 同... 事... 七、高雅... 深邃... 们的精神劳作... 点改... 界，丰富着人的... 塑... 健全人格。... 多... 书将... 遗忘，但是... 些书还... 响着人们的观...



“十二五”普通高等教育本科国家级规划教材



生理心理学 (第三版)

Foundations of
Physiological
Psychology

沈政 林庶芝 编著



北京大学出版社
PEKING UNIVERSITY PRESS

图书在版编目(CIP)数据

生理心理学/沈政,林庶芝编著. —3版. —北京:北京大学出版社,2014.9

(北京大学心理学教材基础课部分)

ISBN 978-7-301-24821-8

I. ①生… II. ①沈… ②林… III. ①生理心理学—高等学校—教材 IV. ①B845

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2014)第 212757 号

书 名: 生理心理学(第三版)

著作责任者: 沈 政 林庶芝 编著

责任编辑: 赵晴雪 陈小红

标准书号: ISBN 978-7-301-24821-8/B·1221

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>

新浪微博: @北京大学出版社

电子信箱: zpup@pup.pku.edu.cn

电 话: 邮购部 62752015 发行部 62750672 编辑部 62752021 出版部 62754962

印 刷 者: 北京大学印刷厂

经 销 者: 新华书店

787 毫米×960 毫米 16 开本 20 印张 彩插 4 页 434 千字

1993 年 11 月第 1 版 2007 年 3 月第 2 版

2014 年 9 月第 3 版 2014 年 9 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

内 容 提 要

《生理心理学》第三版是“十二五”国家级普通高等教育规划教材,其学科理论和方法学吸收了国际最新进展,并特别注重介绍与现实生活密切相关的生物医学新成果。全书 12 章,前三章侧重当代神经生物学、脑科学和信息科学的一些基本理论概念和科学方法论,将经典的理论、方法和研究进展融会贯通,为学生学习和理解后 9 章内容,打下了深广的神经生物学和认知科学基础。4~12 章,按照当代心理学理论体系,系统介绍知觉到人格心理学中的经典理论和最新进展。几乎在每章之末,都介绍了相应疾病和心理健康的生理心理学基础,包括注意缺陷/多动障碍(ADHD)、学习障碍、自闭症谱障碍、成瘾行为、精神分裂症、抑郁症和情感障碍、焦虑/恐惧和强迫-强制症谱障碍、睡眠障碍、肥胖症、性行为周期、人脑性差异和性取向等问题。无论是新的科学理论还是疾病健康方面的资料,都取自当代国际学术界影响因子很高的杂志和相应领域的权威学者之作以及原作的插图。资料和插图都标注着作者和出处,以便感兴趣的读者进一步查阅。

本书适用于心理学、医学、神经生物学和教育学专业的大学生教材,也适用于这些领域的研究生、理论研究者,作为他们基础知识更新的参考书。对成人教育和自学人员,建议先以前面的神经形态学和神经生理学以及 4~12 章内容为主,然后再扩展学习本书其他内容。

第三版序言

本书第一版在 1993~2006 年 13 年间,共印刷 11 次;第二版 2007~2013 年 6 年间,也印刷 11 次。这一印刷速度的变化表明,该书的市场需求在成倍地增长。这说明随着我国社会经济的发展,人们对科学知识的需求,特别是对认识自身的科学需求,迅速地增强。无论是本书的前身(华夏出版社 1989 年版)还是本书第一版(1993 年)写作过程中,作者只是在写一本专业教材,是为心理学相关专业人员,写专业参考书。然而,时至今日我们才意识到,生理心理学应该面向更广大的读者,只要他们面临来自自身或周围人的心身困扰,陷入迷惑不解的境地,都有可能从这本《生理心理学》中得到启示。例如,怎样理解和对待异样社会行为,包括不同的性生活取向,戒毒和防复吸的艰难,荒唐的违纪、违法行为,某些重大神经精神疾病的国际研究进展和儿童发育以及特殊教育的生理心理学基础等。本书给出有关问题的国际前沿研究进展,不仅普通公民闻所未闻,即使对相应领域的专业人员,可能也有些耳目一新之感。例如,性别的二维度四分法:男人、女人、非男非女和既男又女等四种性别说;吸毒和复吸的脑最后共同通路;儿童自闭症谱系障碍源于脑内镜像神经细胞和长距离神经纤维(深部白质)以及胶质细胞等发育不良等,都是近些年神经科学、神经生物学和分子生物学前沿研究的新进展。吸收这些科学新知识,使人们更准确地理解和对待某些生理心理问题,以便更恰当地处理这些问题,有助于建设和谐的社会和幸福家庭。

除了扩大视野面向社会,使本书第三版更能符合社会需求之外,在心理学学科建设上本版也做了较大的努力。除感觉运动和知觉之外的各部分,特别是在言语思维、情绪情感、理解他人动机意向和执行监控等有关部分,本版都做了很大修改和增写,尽可能吸收人类被试的实验数据,形成了基于人类被试实验数据基础上的生理心理学框架。近年红火起来的人脑连接组(connectome)研究项目,几年以后将会揭示更多人脑功能连接的科学事实,进一步充实生理心理学的基本理论。

本书作者完成了有关章节修订,自然就涉及生理心理学基本理论的升华。在继承脑机能定位论、功能系统论、大脑半球功能一侧化和脑功能进化论等理论精髓的基础上,作者更加注重当代无创性脑成像和神经计算研究的新科学事实以及分子和细胞生物学对脑研究的新发现。本书加写了生理心理学的基本理论和方法学,作为导论的主

要内容。概括地说:当代科学认识到,人脑是动态时变的超立方功能体,时变性是绝对的,定位性是相对的;对于本能行为和自动化的行为类型而言,脑功能定位的时变性是主导的;对于人的意识活动而言,脑功能系统的多层次性和时变性是主导的。希望本版能得到广大读者的喜欢和批评指正。

作者

2013年8月20日于北大

第二版序言

《生理心理学》一书自 1993 年问世,先后印刷 11 次,其社会需求逐渐增大,随着我国经济文化教育事业的发展,从科学教育和社会生活两个方面都对《生理心理学》一书提出了新需求。

从科学教育方面,人类对脑与意识这一基本科学命题不断探索,在过去十多年间取得了前所未有的重大进展。以功能性磁共振成像为代表的无创伤性脑功能成像技术,使科学家们可以直观地看到正常人的知觉、记忆、思维和情感活动中大脑发生变化的过程。在分子生物学和细胞生物学水平上,科学家们揭示出细胞核内的基因调节蛋白(如 CREB)如何参与长时记忆的形成。在脑整体功能和分子生物学基础之间的神经元功能网络水平上,近年科学家发现自闭症、精神分裂症和儿童失读症患者的大脑深层白质不足,引起脑内大范围结构间通信的缺陷。这一发现可能从根本上改变人类对这些疾病性质的认识。随之而来,将是诊断和治疗学上的突破进展。脑代谢和神经信息加工的神经生物学研究,已经向经典神经元理论提出了挑战:人脑复杂的思维活动不只建立在神经细胞的生理活动之上,还制约于胶质细胞与神经元间的并行网络。这类并行网络实现的多时间尺度上的信息加工过程,才是精细而复杂的智慧活动的基础。在社会与人格心理学方面,脑科学研究已揭示出男女两性差异的 E-S 维度,即移情性和系统性维度及其脑功能基础。因此,在修订《生理心理学》一书时,我们首先着眼于吸收过去十多年间这些新科学事实,使本书获得更强的生命力。

从社会生活方面,随着社会经济和各项事业的发展,人们面临许多新机遇和挑战。每个人为顺应社会发展而取得个人的全面发展,就应对自己的心身状况具有最基本的认识。为建立和谐的社会以及人与人、人与自然的和谐,人们应该用生理心理学的知识充实自己,以便能够正确理解自身和他人,保持健康的心身状态,使我们的生活更加美好。为此,本书在修订时力图使其能贴近现实生活,增加了两性生理心理的差异、毒瘾、行为瘾和某些精神疾病等新科学知识。与第一版相比,在修订中压缩了一些经典的实验研究细节,并对某些有影响的科学理论加以客观评述。

希望本书的修订版本,能得到心理学、医学和认知科学领域读者的批评指正。

沈 政 林庶芝
2006 年 3 月 31 日

第一版序言

由于我校和兄弟院校的教学需要,拟对我们 5 年前撰写的《生理心理学》教科书重印或再版。经过半年多的考虑,我们终于下决心申请北京大学教材出版基金资助,重写《生理心理学》这本教科书。

重写《生理心理学》教科书,出于以下考虑:首先,由于心理学发展的历史原因,已有的生理心理学著作难于与普通心理学、认知心理学、医学心理学等分支彼此呼应。然而过去五六年的科学发展中,形成了一些新的研究领域,积累了一批新的科学资料,有利于克服这种缺陷。因此,我们尽可能吸收这些成果,按照我国高等院校使用的《普通心理学》和《认知心理学》教科书的体系,编写一本有利于这些课程之间融为一体的《生理心理学》教科书。其次,我们还考虑到:生理心理学不仅是心理科学的基础学科,而且教育学、医学、认知科学和计算机科学也都需要生理心理学的基础知识。因此有必要跳出生理心理学的自身领域,面对这些相关学科,写一本视野广、口径大而且简单明了的《生理心理学》教科书。为此,我们在书中尽可能联系某些教育学、医学和计算机科学发展中提出的问题,充实生理心理学的教学内容,使其更富有生命力。最后,在本书写作中除正文外,图表与参考文献的引用,也立足于基础知识的教学要求,主要引用中文参考书,以便于某些强烈求知者进一步参阅,提高相应的知识水平。这本《生理心理学》比前一本减少了十多万字,但某些内容却有所充实和加强。我们的本意如此,其实际教学效果还有待于读者和同行教师们加以考查,我们诚恳希望各位批评指正!

作 者

1992 年 12 月 31 日晚

目 录

1	导论	(1)
	第一节 生理心理学的学科性质及其科学与社会价值	(1)
	第二节 生理心理学的基本理论	(4)
	第三节 生理心理学的方法学	(11)
	第四节 脑信号处理和神经计算	(18)
2	神经系统的结构和功能基础	(24)
	第一节 神经形态学	(24)
	第二节 神经系统功能的整体和细胞生理学基础	(42)
	第三节 遗传信息和神经信息相互作用的分子生物学基础	(49)
3	神经系统的感觉和运动功能	(59)
	第一节 神经系统的感觉功能	(59)
	第二节 神经系统的运动功能	(87)
4	知觉的生理心理学基础	(95)
	第一节 失认症与知觉的脑结构	(95)
	第二节 知觉的皮层结构基础	(97)
	第三节 知觉通路和知觉信息流	(101)
	第四节 面孔知觉	(107)
5	注意的生理心理学基础	(112)
	第一节 非随意注意	(112)
	第二节 选择注意	(115)
	第三节 注意的脑网络和信息流	(119)
	第四节 儿童注意缺陷	(126)
6	学习及其神经生物学基础	(131)
	第一节 学习模式	(131)

第二节	学习的脑网络基础	(136)
第三节	大脑皮层在学习中的作用	(143)
第四节	脑可塑性与学习的神经生物学基础	(147)
第五节	学习的分子生物学基础	(150)
第六节	学习障碍和成瘾行为	(152)
7	记忆的生理心理学基础	(157)
第一节	传统的记忆痕迹理论	(157)
第二节	海马的记忆功能	(160)
第三节	现代的多重记忆系统理论及其脑结构基础	(162)
第四节	记忆的分子和细胞生物学基础	(170)
第五节	人类的记忆障碍	(173)
8	言语、思维的脑功能基础	(178)
第一节	言语和脑	(179)
第二节	脑与思维	(190)
第三节	精神分裂症的言语、思维障碍及其脑功能基础	(197)
9	本能、需求和动机的生理心理学基础	(203)
第一节	作为人类本能的意识和言语	(203)
第二节	睡眠与觉醒	(206)
第三节	饮水行为与渴感中枢	(217)
第四节	摄食行为	(220)
第五节	性行为	(224)
第六节	防御和攻击行为	(229)
第七节	人类基本生理心理需求和动机的脑基础	(232)
10	情绪与情感的生理心理学基础	(233)
第一节	情绪、情感的经典生理心理学理论	(233)
第二节	情绪、情感的现代生理心理学理论	(236)
第三节	情感障碍及其神经生物学基础	(245)
11	人际交往和执行监控的脑功能基础	(250)
第一节	人际交往和相互理解的脑功能基础	(250)
第二节	目标行为的执行监控功能	(255)
第三节	人脑的性别差异和性取向的生理心理学基础	(260)
第四节	社交中烟、酒、茶调节心态的脑功能基础	(264)

第五节	影响人际交往的神经症及其脑功能基础·····	(266)
第六节	自闭症谱系障碍及其神经生物学和分子遗传学基础·····	(268)
12	人格与智能的生理心理学问题 ·····	(272)
第一节	人格的生理心理学基础·····	(272)
第二节	智能及其脑功能基础·····	(280)
第三节	智能障碍的脑机制·····	(290)
参考文献·····		(293)

导 论

生理心理学(physiopsychology)是心理学科学体系中的重要基础学科之一,它以心身关系、心物关系和心脑关系为基本命题,力图阐明各种心理活动的生理机制。然而,围绕这些重大科学命题不仅形成了生理心理学,还出现了许多其他邻近的学科。随着人类文明的发展和科学技术的进步,关于生理心理学的学科性质、研究任务,乃至学科体系和方法学也不断地发展。通过获取的无数相对真理,生理心理学总是在探索和揭露人类大脑的奥秘中不断丰富和发展。因此,对生理心理学的学科性质及其与邻近学科的关系,在不同发展时期有不同的答案,作为生理心理学的基础知识或学好这门学科的先修课程,有不同层次的理解和要求。随着生理心理学研究方法不断地进步与发展,其理论发展与应用前景也越发广阔。

中国社会在过去 30 多年所发生的巨大变革,伴随着社会生活的许多变革,人们从日常家庭生活、子女教育、性对象取向到生、老、病、死,都产生了许多新问题,希望在生理心理学中找到科学启示。所以,如今的生理心理学不仅是心理学的重要基础学科,已经成为教育学、医学、信息科学或计算机科学不可缺少的科学基础,并且已从学科走向社会生活。生理心理学在未来的科学发展和社会生活中,将会进一步受到前所未有的高度重视。

第一节 生理心理学的学科性质及其科学与社会价值

生理心理学虽然是心理学的重要基础学科之一;但它的诞生却早于科学心理学五年。1879 年冯特(Wundt, W.)在德国莱比锡大学创建心理学实验室之前,他在德国海德堡大学先出版了《生理心理学》教科书(Wundt, 1874),将生理心理学看成是心理学与生理学之间的边缘学科。但近年认为,生理心理学是心理科学、神经科学和信息科学之间的边缘学科。这是由于随着科学的发展,对心理活动的本质有了更深刻的认识。必须吸收多种科学和技术的新成果,包括分子遗传学、行为遗传学、分子生物学、细胞生物学、神经形态学、神经生理学和认知神经科学等学科的新成果,才能阐明生理心理学的基本理论命题。

一、心-身关系

心身关系的科学命题不仅是心理生理学的基本命题,也是哲学的基本命题,这也是

心理学在形成独立的科学体系之前隶属于自然哲学范畴的缘故。公元前3世纪在中国古代医书中就明确记载:“心者,五脏六腑之大主也,精神之所舍也。”古希腊也曾认为心理活动是心之功能,公元前5世纪古希腊哲学家德谟克里特(Democritus, A.)把心理活动与呼吸功能加以类比,提出精灵原子的假说;莱布尼兹(Leibniz, S.)提出心身平行论;笛卡儿(Descartes, R.)则提出心身交互论。这些自然哲学式的理论研究,基于对心理活动与生理功能间关系之表面观察,由哲学概念加以概括,当然其理论比较肤浅。这是由当时自然科学不发达所决定的;但它反映了生理心理学理论的萌芽。1874年第一部《生理心理学》教科书问世,并在随后的70多年中得到了很大发展。直到20世纪50~60年代,一些生理心理学家又开始利用多导生理记录仪(Polygraph)这种无创伤性研究方法,对人类心-身关系进行了系统地实验研究,并在1960年建立了心理生理学专业学会,并创建了心理生理学专业期刊(*Psychophysiology*),总结出心理活动中心率、血压、呼吸、皮肤电、瞳孔和眼动的变化规律。这一分支学科在心理学研究方法学上,进一步扩展了古典心理学方法学中的“减法法则”;在理论上对“心理资源”“自动和控制加工过程”等重要心理学现代概念的诞生做出了重大贡献。这些理论概念和方法学进展,成为20世纪90年代认知神经科学产生的重要基础。最近十几年间,对心率变异性(heart rate variability, HRV)的研究领域,已积累了许多科学事实,证明不同心态的心率变异性规律不同。另一方面,由于通过多种无创性脑成像技术的运用和分子生物学新发现,证明脑功能状态随时都制约于人体内环境的变化。不仅心境、情绪,而且内隐认知活动也制约于人体内环境。脱离身体的孤立脑,其高级心理活动也必然出现问题,这是因为心-身之间存在着多层次的精细调节机制。

尽管随着科学的发展,心-身关系的探讨逐渐为心-脑关系的命题所取代,因为生理心理学逐渐认识到,身体内环境主要由脑通过神经调节、神经-体液调节和神经-免疫调节机制而实现的;相反,脑也正是以这种调节功能为己任,斩断这种机制,脑将不脑。最近几年,对脑内胶质细胞功能的研究,发现它们在神经-体液调节和神经-免疫调节中,均具有非常重要的作用。因此,脑在心身关系中成为关键的器官,我们在心-脑关系的命题中将进一步讨论,这里先回到心-物关系的命题。

二、心-物关系

心-物关系即意识和物质的关系,不仅是心理学的命题,也是哲学的第一命题,是唯心主义哲学和唯物主义哲学的分水岭。与哲学所讨论的社会意识和物质世界的关系不同,心理学是从具体的外界物质刺激与个体意识之间的制约关系中,探讨个体心理活动的规律。20世纪初,神经生理学家巴甫洛夫(Pavlov, 1927)关于高级神经活动的经典理论,最精辟地概括了心物关系的反射论原理。他把条件反射理论概括为三条原则:首先,反射活动与外界刺激有着因果关系,即决定论的原则;其次,脑对外部刺激发生反应时,进行着复杂的分析综合活动,与之相应地在脑内存在着许多分析器;最后,是结构原

则,即脑的反射活动是通过反射弧实现的。反射弧由传入(刺激)、中枢和传出(反应)三个环节构成。不同性质的外部刺激通过特定的传入神经到达相应的中枢,再沿特定的传出环节完成反射活动。这一理论依当时神经解剖学关于大脑皮层感觉区、运动区、视区、听区等特异性感觉-运动区的知识,以及从外周神经到大脑皮层特异感觉区之间的特异感觉通路和特异的传出运动通路为基础;而对于脑深部结构,特别是那些用组织学方法难以确定其神经联系的网状结构、大脑前额叶、腹内侧前额叶、底部和边缘部分的皮层及其邻近结构,很难纳入反射弧的结构之中。因此,反射论的经典神经生理学关于脑与心理活动之关系的认识,只是概括了神经解剖学、神经组织学和经典分析神经生理学的研究成果(Sherrington, 1906),具有很大的历史局限性。在科学发展史上,克服这一历史局限性的新方法和新理论应运而生,这就是细胞电生理学方法和细胞神经生理学理论。20 世纪 40 年代,细胞神经生理学揭示了神经细胞对外部刺激强度的电生理学编码机制,总结出细胞发放的频率编码和解码规则,以及突触后电位的级量(模拟)反应规律。基于细胞电生理学方法,研究者发现了脑内的网状非特异系统及其对大脑唤醒水平的调节作用,揭示了睡眠与觉醒的调节机制(Moruzzi & Magoun, 1949)。外部世界的多种刺激对意识(觉醒)水平的影响,是通过特异传导通路对各种刺激的上行传导侧支,共同进入脑干网状结构,使其保持适度兴奋水平,调节着大脑的意识水平。正是这种适度的大脑觉醒水平,构成了人类智慧和情感活动的前提,人类的意识才能对外界物质过程产生意识的反射活动。归根结底,人类的意识活动是外界物质过程与脑这一特殊物质相互作用的产物。脑既是物质的,又是心理活动和意识的器官。所以,脑既是生理学的研究对象,又是心理学的研究对象。脑在调节身体内环境的统一协调中,以及通过感觉运动反应适应外环境中的作用机制,是神经生理学的研究课题;而产生知觉、注意、学习、记忆和语言思维的认知过程和动机情感以及执行控制过程,乃至人格形成中的作用机制,则是心理学的研究课题。由此可知,生理心理学不仅基于生理学的知识,还要广泛吸收关于脑的全部知识,即神经科学各个分支学科知识,才能完成自己的基本命题研究。

三、心-脑关系

神经科学是最近四十多年来形成的一门综合科学,它囊括关于脑研究的许多理论和技术,如神经生理学、神经解剖学、神经组织学、神经免疫学、神经遗传学、分子神经生物学、神经病学、精神病学、精神药理学、行为药理学、神经外科学、脑的生物医学影像技术等。吸收脑综合研究的新成果,是生理心理学发展的必要前提。在神经科学诸多分支学科中,值得生理心理学青睐的是神经信息科学,它从信息科学中吸取了新概念、新算法和新技术,揭示了人脑信息加工的基本规律。

信息科学是 20 世纪 40 年代兴起的综合科学。它的一些理论概念对现代脑研究产生了巨大启发作用。20 世纪 60 年代以后,许多信息处理新技术,如快速傅里叶变换、功率谱分析、地形图分析等在脑研究中显示出重要意义,开拓了脑事件相关电位等新研

究领域;70年代末期,计算机控制的多种脑生物学影像技术,相继问世。70年代问世了计算机控制的轴向断层扫描技术(CT),80年代核磁共振断层扫描技术(NMRI)和正电子发射断层扫描技术(PET)等达到成熟水平;90年代以功能性磁共振(fMRI)为代表的无创性脑成像技术成为推进脑科学和心理学发展的重要手段;21世纪前十几年,弥散张力成像(diffusion tensor imaging,DTI)为脑白质精细结构的研究提供了新的有效工具;静态功能性磁共振成像(R-fMRI)和DTI一起,为脑连接组(connectome)研究领域,提供了获取数据的手段。通过这些新技术所获取的科学数据,使当代科学认识到,脑对外部刺激发生反应所产生的心理活动,只耗费脑能量代谢的10%以下;那么90%以上的脑能量用在何处?是仅仅用于维持生命过程,还是也用于无意识的心理活动?Raichle(2001,2006)将这90%的脑能量称之为“脑的暗能量”。换言之,反射方式的心理活动并不是唯一的机制,甚至不是主要的心理活动机制。

生理心理学必须从神经科学和信息科学中吸收新理论与新技术的滋养,才能在心理活动脑机制的研究中,有所前进,有所发现。学习生理心理学必须开阔科学视野,随时吸收当代神经科学和信息科学的新成果。

总之,生理心理学是心理学学科体系中的必修课程,是心理科学、神经科学和信息科学之间的边缘学科。心-脑关系是生理心理学研究的核心命题,该命题的研究进展不仅对心理学其他分支学科的发展产生重大影响,对于认识论和哲学的理论发展也具有重大意义。此外,生理心理学的进展对于智能化计算机和机器人学的理论发展可提供重要科学基础;对于教育学、医学、运动科学、文化艺术以及社会福利和环境保护等事业,都具有一定的基础理论意义。生理心理学知识的普及,有利于提高人口素质,正确处理一些重大社会问题,促进社会和谐发展。

第二节 生理心理学的基本理论

心理活动与脑功能的关系是生理心理学的核心命题,人类对该命题的探索,大体经历了六个相对的历史时期,与之相应的有六种理论体系,即自然哲学理论、机能定位理论、脑反射论(或经典神经生理学理论)、细胞神经生理学理论、脑化学通路学说和功能模块(功能系统)理论。基于当代科学发展水平,当前如何评价和吸收这些理论的合理内核,总结出当代生理心理学的基本理论,是本节讨论的重点。

概括地讲:当代生理心理学认为,作为脑的高级运动形式,心理活动不仅是脑对外界世界的反射(reflection)活动,也是体内环境和脑动态信息加工过程的映射(mapping)活动,制约着心身、心物和心脑关系中多层次性的和遗传保守性的物质运动过程。人脑实现反射和映射活动时,通过多重信息加工过程和多重信息流并存的组合方式,实施着数字信号处理和模拟信号处理的机制,构成一个动态时变的超立方功能体。定位性是相对的,时变性是绝对的、瞬息万变的。对于本能行为和自动化的行为及其相应的

无意识活动而言,脑功能的定位性在一定条件下是主导的;对于耗费心神意识活动而言,脑功能系统的多维度时变性是主导的。人脑的反射和映射活动蕴含着动物界系统发生、进化以及个体发生、发展所形成的模块性、层次性、包容性和遗传保守性。下面对这些原理加以概括介绍,并在本书各章节中逐步加以具体运用。

一、脑机能定位论与等位论的统一性原理

贝尔(Bell,1811)根据高等动物和人的脑形态与功能不同,将脑分为大脑、小脑,又将脊髓分为背根和腹根。这一发现成为脑机能定位理论的发端。从脑的大体解剖学研究逐渐深入到脑的组织学研究,是19世纪乃至20世纪前20年脑研究工作的主流。布罗卡(Broca,1861)发现了位于额叶的言语运动中枢,维尔尼克(Wernicke,1874)发现了语言感觉区,大大刺激了生理学家和心理学家,他们希望在脑内找到各种心理活动的中枢。临床观察法、手术切除法、电刺激法、解剖学和组织学方法,是脑机能定位理论所依靠的主要研究手段。脑机能定位的基本理论和研究方法一直延续到现代。20世纪40~50年代,脑研究领域关于大脑皮层是条件反射暂时联系赖以形成的观点;现代神经生理学关于脑干网状结构是睡眠与觉醒中枢的理论;边缘脑或边缘系统是情绪调节与内脏调节中枢;以及60年代,以割裂脑研究引起学术界关注的大脑两半球机能不对称性的理论观点;乃至最近20年,以无创性脑成像技术为基础的脑激活区的研究,都可以看做是脑机能定位思想的继续和发展,但所应用的方法及理论观点已大大超越了经典脑机能定位学说的范畴。

值得指出的是与脑机能定位观点相对应的是脑等势学说。尽管心理学家拉施里(Lashley,1929)提出这种观点的主要依据,是大白鼠脑切除法对其学习行为的影响,由此决定了该理论的局限性。然而,20世纪60~70年代的许多研究都发现,就学习行为的脑基础而言,脑内许多结构,包括皮层下深部结构,也都具有形成暂时联系的能力,暂时联系的接通机制是脑的普遍功能。20世纪最后的30年中,最初把长时程增强效应(LTP)作为长时记忆的特异性生物学基础,但最终发现,它是各种可兴奋组织的普遍生物学特性。最近20年来,基于功能性磁共振的血氧含量相依的(BOLD)信号对脑高级功能的研究发现,即使是最简单的经典条件反射活动,所激活的脑结构也涉及许多皮层和皮层下结构,包括发挥重要作用的纹状体。由此可见,脑机能定位观点和脑等势观点,都不是绝对正确或绝对荒谬的,它们各自揭示了脑功能特点的不同侧面。就语言产出而言,定位性明确的皮层下脑结构支配着口、舌、唇、声带等发声器官,与作为言语运动中枢的额下回形成了复杂的人类语言本能的神经回路;而对复杂的语义和话语表达,则因语境的上下文不同,所涉及的额、顶和颞叶皮层的功能组合不同。所以,复杂的语义和话语内容,是由时变的脑功能系统实现的。在言语等高级心理活动中,脑功能的定位性和整体系统性是高度统一的。时变的脑高级功能系统包容着先天遗传的,定位性明确的人类本能的功能回路。关于这些神经回路的具体组成,请阅读有关言语思维部分及其附图。

二、经典特异神经通路和非特异弥散网络共同作用的功能原理

巴甫洛夫(Pavlov, 1927)认为,每种先天的反射活动都有相应的脑反射弧作为其结构基础。反射弧由传入-中枢-传出三环节组成;而个体习得性条件反射依赖于反射中枢间的暂时联系而实现。这种认识具有极大的历史局限性,因为巴甫洛夫时代还没有电生理学的技术手段。本质上,脑结构间的联系是多重发散与会聚影响的机制。某一脑结构的兴奋可引起其他许多脑结构发生不同的功能变化,脑干网状结构就是非特异弥散网络的脑结构。换言之,弥散网络是点与面或点与立体的关系,是效率更高的脑网络形式。

19世纪末到20世纪初,英国的生理学家谢灵顿(Sherrington, 1906)和俄国生理学家巴甫洛夫几乎同时建立了生理学实验分析法,以反射论(reflective theory)为指导,研究了中枢神经系统的功能。谢灵顿利用猫股四头肌标本,巴甫洛夫则发现狗的心理性唾液分泌标本。他们分别研究了脊髓和脑高级中枢对于刺激所给出的反应,定量地分析了刺激和反应间的因果关系。他们的研究业绩形成了神经生理学的经典理论,是行为主义心理学的重要自然科学基础。经典神经生理学基于精确的定量分析,大大提高了脑功能研究的科学水平。从今天高度发展的自然科学和精密仪器的角度来看,当年巴甫洛夫对狗唾液分泌滴数的计量与谢灵顿用记纹鼓和麦秆笔对猫股四头肌收缩强度的记录,是何等简单啊!然而,正是通过这些简单定量分析的方法,建立了经典神经生理学体系。几十年后随着阴极射线示波器的应用,利用微电极记录神经细胞电活动的生理学研究迅速发展,细胞神经生理学理论诞生了!

尽管追溯电生理学的历史,其发端于伽尔伐尼(Galvani, 1791)关于动物电的概念,但现代电生理学的真正开始,则是以厄兰格和加塞(Erlanger & Gasser, 1922)将阴极射线示波器应用于神经生理学研究,和伯格(Berger, 1929)发表的脑电研究报告为标志。此后的90多年来,电生理学技术一直是脑生理学研究的重要方法。在这90多年中,虽然电子技术飞快发展,电生理仪器性能不断改善,但电生理学的基本原理和方法学原则,却未发生根本性变革。利用核团电极、细胞外电极和细胞内电极,不但可以刺激神经组织,还可以记录它的电活动。根据刺激某一点,在它周围不同神经成分发生反应的时间关系和频率特点,分析出神经成分间的机能关系。正是依靠这一基本方法学原理,才发现了神经解剖和神经组织学方法无法发现的,网状结构的机能联系和功能特点。20世纪50~60年代,电生理学技术取得了硕果,形成的细胞神经生理学理论体系,大大加深了人类对大脑奥秘的认识。首先,细胞神经生理学在经典神经生理学对脑特异性机能系统的认识基础上,增添了网状非特异系统的认识,这就大大超越了巴甫洛夫的经典反射弧概念。任一反射活动不仅制约于外界刺激,也制约于网状非特异系统兴奋所制约的唤醒水平。因此,心理活动的基础并不是简单的刺激和反应间的决定论原则。其次,在经典三环节反射弧的机制中,必须考虑到由传入和传出神经发出的侧支联系,它不但引申出网状非特异系统的制约作用,也引申出反馈作用原理和多重信息流