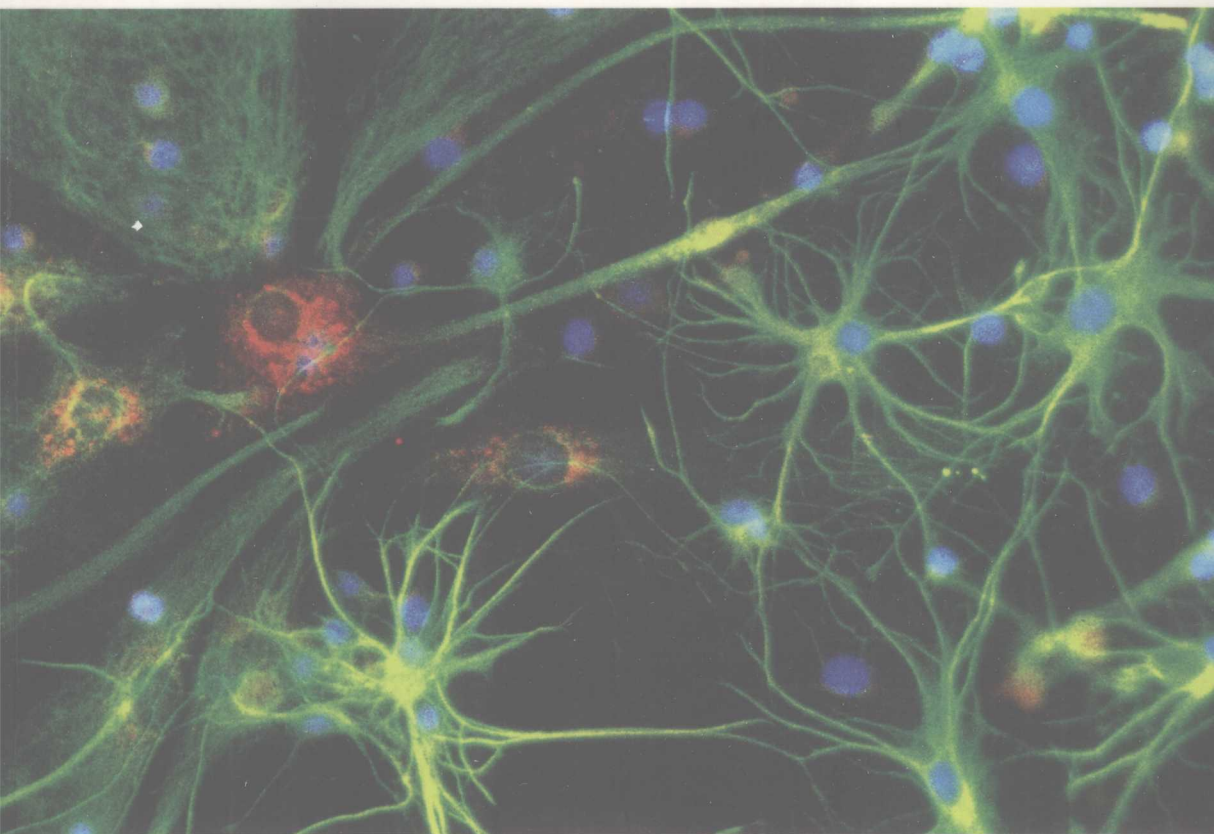


交点
INTERSECTION

大学心理学教材丛书

“国家理科基础科学研究和教学人才培养基地”建设项目



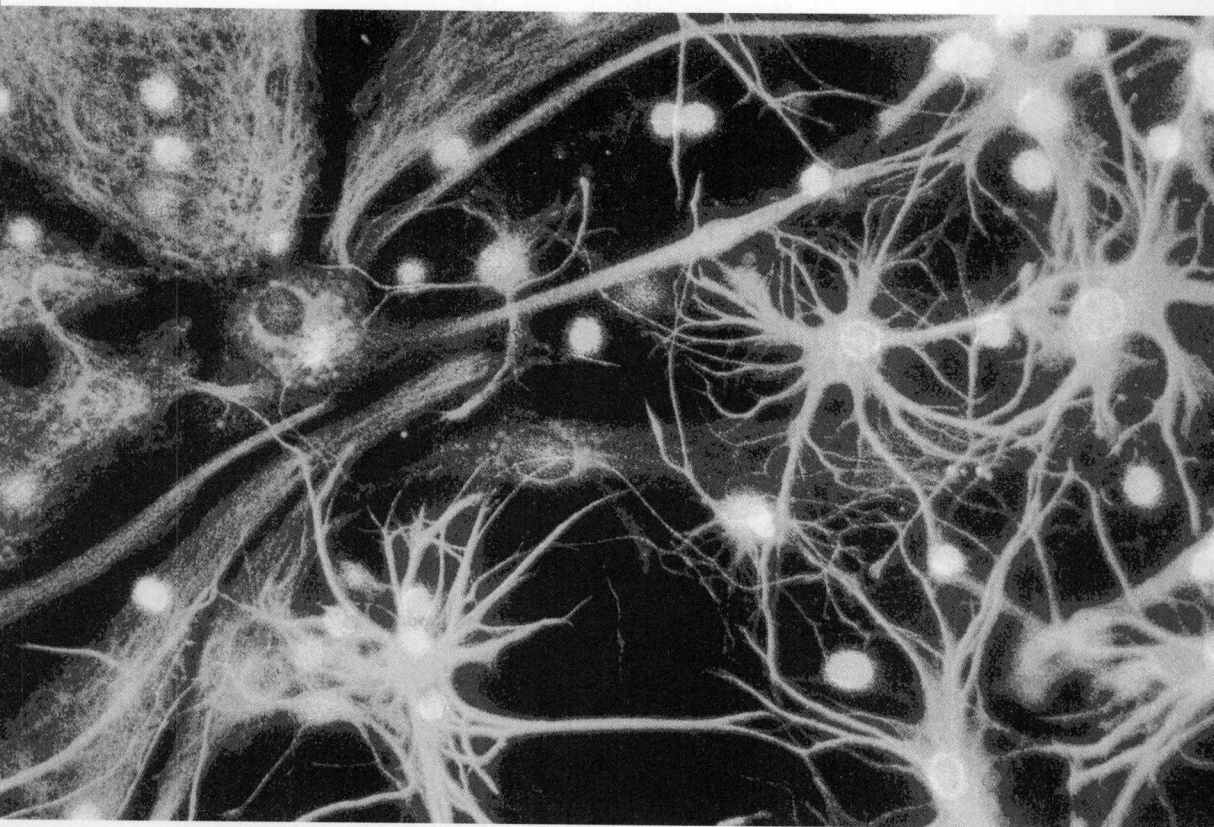
生物心理学

张卫东 编著

Biological Psychology



上海社会科学院出版社



生物心理学

张卫东 编著

Biological Psychology



上海社会科学院出版社

图书在版编目(CIP)数据

生物心理学 / 张卫东编著. —上海: 上海社会科学院出版社, 2007. 6

ISBN 978-7-80745-037-5

I. 生… II. 张… III. 生理心理学-高等学校-教材 IV. B845

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2007)第 066796 号

生物心理学

作 者: 张卫东

责任编辑: 陆 峥

封面设计: 王斯佳

出版发行: 上海社会科学院出版社

上海淮海中路 622 弄 7 号 电话 63875741 邮编 200020

<http://www.sassp.com> E-mail: sassp@sass.org.cn

经 销: 新华书店

照 排: 南京展望文化发展有限公司

印 刷: 上海长阳印刷厂

开 本: 787×1092 毫米 1/16 开

印 张: 17.25

插 页: 3

字 数: 320 千字

版 次: 2007 年 6 月第 1 版 2007 年 6 月第 1 次印刷

ISBN 978-7-80745-037-5/B·004

定价: 28.00 元

版权所有 翻印必究

序 言

当年我还在攻读博士研究生的时候,本系主讲生理心理学课程的教师赴美留学,教位空缺亟待填补,因我具有神经生理学的专业基础,故而临时受命,始执教鞭,由此一直承担这门课程的教学工作,从未间断,至今已历一十五载。

难以忘记当时仓促应付的我面临不小挑战:教学经验空白,教学资料缺乏,一切都是从无到有,白手起家。从编写教学大纲和教学讲义开始,遍览国内屈指可数的几本教科书,方知生理心理学的学科性质和知识内容体系与我先前所学的神经生理学有着怎样的差别,提醒我:具备生物学或生理学专业基础并不意味着一定能胜任这门课程的教学工作。从此不敢有任何盲目自信,唯有兢兢业业不断钻研,力求提高自身专业素养。随着对该学科的了解日渐增多,我深感其知识海洋的浩瀚无垠。

心理科学发展至今,分支众多,且跨自然科学和人文社会科学两大领域。在自然科学分支学科领域,研究行为与心理的生物学基础,涉及神经系统机能和大脑机制、遗传进化机制、发育发展规律等,始终是探讨心理机制以及心—身关系本质的核心课题。伴随现代科学技术发展及其在揭示意识器官——大脑机能奥秘的诸多成功应用,诸如磁共振成像技术(MRI)、正电子发射断层扫描技术(PET)、功能性磁共振成像技术(fMRI)、事件相关电位研究技术(ERP)和脑磁图技术(MEG)、穿颅脑刺激技术(TMS)等被有效用于揭示人类认知和情绪活动脑机制等,传统上作为生理学与心理学的交叉学科——生理心理学获得了前所未有的发展,其学科领域日益扩大,知识内容快速更新,现已成为融合了众多学科而对行为和心理活动的生物学基础进行多层次多角度研究的综合性学科,可以说是“旧貌换新颜”。如今,越来越多的学者倾向于称其为“生物心理学”(Biological Psychology),这在某种程度上可能是体现学科新发展的一个标志。

在国际、国内大学心理学专业本科和研究生教学中,生物心理学是一门受到高度重视的基础课程,我国心理学专业教学指导委员会将其确定为心理学专业本科教学的主干基础课程。华东师范大学心理学系在“国家理科基础科学研究和教学人才培养基地”建设过程中,也将生物心理学列为重点课程建设项目。课程建设包括诸多部分和多个环节,在此不一一列举,而出版高质量教材是首当其冲,在这方面我们与国际同行相比存在很大差距。在我多年教学实践中,我比较愿意使用自己所编的教学讲义,因为它能最大程度地满足我的教学要求,我能随时更新它的内容,增加我认为很重要的新的研究成果,可谓“自己的孩子自己管”。然而,编撰教科书是课程建设的重要工作,在多方面的支持和鼓励下我接受了任务,经过几年的劳作,最终有了这本书。

本书的编著其实是难度很大的艰巨任务,主要难在如何及时追踪国际上本学科及相关学科研究突飞猛进的新进展,以专业鉴赏的眼光有选择地吸纳大量涌现而迅速积累的新成果,并且处理好资料的经典性与新颖性的关系,对其进行系统性的组织整合。因此,查询文献和积累资料的工作量是巨大的,不仅需要参阅国外新近出版的有代表性的教科书和经典专著,而且还应关注发表最新重要学术成果的国际著名学刊,诸如 *Science*、*Nature*、*Neuron*、*PANS*、*Journal of Neuroscience*、*Journal of Cognitive Neuroscience*、*Behavioral Neuroscience* 等,这样的努力可见之于书中各章末尾所列的诸多参考文献,相信它们将有助于读者对其感兴趣的内容进行深入探究。

本书共有十章,内容涉及生物心理学的学科特征、研究方法,以及感知觉系统机能、运动控制、机体内环境状态调控、生殖行为与性行为或性心理及其与内分泌机能系统的关系、生物节律与睡眠—觉醒、情绪行为、学习与记忆。这些我认为是生物心理学专业基础知识最为精要的核心部分。与已有《生理心理学》教科书不同,本书不另设章节详述神经系统解剖学和生理学基本知识,因为根据心理学专业的课程体系,学生在修习本课程之前,应该已具有神经生理学和神经解剖学的基础知识了。在此也建议其他读者,阅读本书时最好先了解一些关于神经系统的基础知识,不要再将大脑中的“杏仁核”误解为“扁桃体”。

如前所述,现代生物心理学的发展日新月异,知识更新速度快得令人常有难以追及之感,每过一年半载就觉得书中有些内容需要修改,以致我迟迟不敢定稿。但是这样下去也终非了局,于是下决心让它面世了,也算是对我一个阶段辛勤工作的总结。但囿于作者无法对本学科所有知识都全面掌握,因此本书所述肯定有诸多不足或不当之处,恳请读者批评指正。

在此,我还要向上海社会科学院出版社的陆峥编辑致以衷心的感谢,她的大力帮助使本书得以顺利出版。

张卫东

二零零七年二月除夕于华东师大

目 录

序言 1

第一章 绪论 1

生物心理学的学科特征 2

生物心理学的学科领域及相关学科 2

生物心理学的研究范畴 3

心理的物质基础及其相关理论 6

神经解剖学、形态组织学的诞生和发展 6

脑机能定位与脑整体主义 7

影响生物心理学发展的重要学科——神经科学和认知神经科学 10

神经科学研究的重要贡献 11

认知神经科学研究的重要贡献 12

第二章 生物心理学的方法学 17

行为模型的建立、观察与测量 18

脑研究技术 19

脑立体定位技术 19

脑功能干预途径：脑损伤与脑刺激 21

大脑电活动的记录与测量 22

脑磁图 27

脑研究的组织学方法 28

无创性脑成像 30

第三章 感知觉系统基本原理与视觉 35

感知觉系统基本原理 36

感知觉的形成与感知觉系统的构成 36

感受器的生理特征 37

感觉信息传递与编码的基本原理 38

感觉信息处理的基本神经机制	39
感觉皮层的结构与机能基本特征	41
视觉	42
视觉的外周机制：眼的结构与功能	43
视觉信息的传输	49
视觉神经元的感受野特征	50
枕叶视皮层神经元的特征分析机能	55
视皮层功能柱	56
色觉信息处理	57
灵长类视觉中枢神经机制	60

第四章 感知觉系统：听觉和其他感知觉 75

听觉	76
耳的结构与功能	76
听觉信息传输的神经通路	78
声音频率的感知机制	79
声音响度的感知机制	81
声源定位机制	81
听觉障碍	82
前庭觉	83
躯体感觉	84
体觉感受器	84
体觉中枢神经机制	85
痛觉	87
痛觉神经元和神经递质	87
痛觉的大脑皮层机能活动	88
镇痛	88
化学感觉	90
味觉	90
嗅觉	93
犁鼻器感觉	96

第五章 运动控制 103

肌肉及其运动机能 104

快动肌肉和慢动肌肉 105

本体感知觉与肌肉运动 106

各种类型的运动 107

非随意运动与随意运动 107

弹道式的运动与基于反馈而调整的运动 108

连续序列运动 109

运动控制的大脑机制 110

大脑皮层的运动机能 110

大脑与脊髓的神经联系 113

小脑的机能 115

基底神经节的机能 117

运动障碍 118

帕金森氏症 118

亨廷顿氏症 121

第六章 机体内稳态的调节 127

体温调控 128

体温调控的意义 129

体温调控的行为方式和生理反应 129

体温调控的大脑机制 130

高热与体温调节 131

渴与饮水 131

渗透压性的缺水与干渴 132

低容量性的缺水与干渴 133

饥饿与摄食 134

消化系统机能与食物选择 135

食物选择的经验因素 136

味觉和消化过程的饥、饱调节作用 136

摄食的下丘脑神经调节 139

肽类物质对摄食的调节 142

其他化学物质对摄食的调节 143

肥胖的遗传性 144

减肥问题 145

摄食障碍 145

第七章 激素与行为 149

激素作用的机制 150

激素的类型 152

激素分泌的调控 154

性激素的生理心理机能 155

性别差异与性激素 155

性激素的激发效应 158

青春期发育 162

护幼行为 163

性取向的生物学基础 164

遗传因素 165

激素影响 165

大脑解剖结构 166

第八章 生物节律、觉醒与睡眠 171

生物节律与生物钟 172

生物节律 172

生物钟 174

觉醒与睡眠 178

睡眠的机能意义 178

睡眠的各个阶段 179

觉醒与睡眠的神经生物学机制 184

睡眠异常 188

梦的神经生物学研究 191

第九章 情绪 197

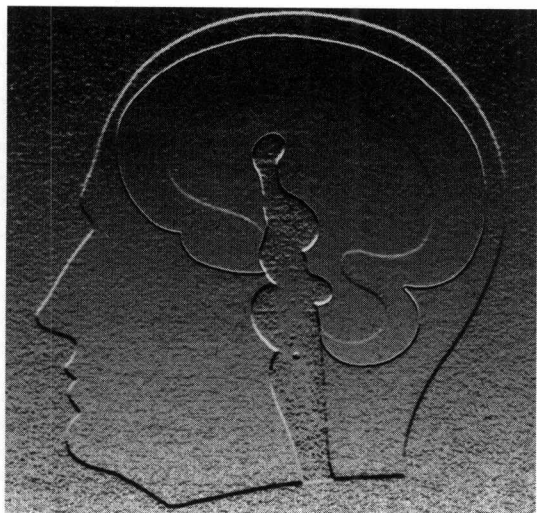
情绪的心理概念 198

情绪的区分	198
情绪: 身体反应、感受体验与认知评价	199
情绪与面部表情	201
情绪中枢神经部位及神经环路	203
脑损伤的临床和实验研究	203
脑刺激的实验研究	204
人体无创性实验研究	205
情绪与大脑半球机能优势单侧化	205
情绪交流	205
情绪个性类型	206
惧怕与焦虑情绪	207
惧怕情绪、惊跳反射与杏仁核	207
焦虑障碍的遗传因素	211
抗焦虑的神经化学机制	212
攻击性	214
暴力倾向的遗传、环境因素	215
激素与攻击性	215
5-HT 与攻击性	216
攻击性和暴力行为的脑机能解剖学基础	218
情绪与思维决策	219
应激	221
应激与下丘脑—垂体—肾上腺轴及自主神经系统反应	222
应激与免疫系统机能	223
应激与心身疾病	226

第十章 学习与记忆 233

学习与记忆的行为模型	234
条件反射的神经基础	236
巴甫洛夫与拉施里的理论与实验研究	236
条件反射神经机制研究新视角	237
赫布型突触与异源性突触易化	239
不同类型的记忆及其神经机制	240
记忆类型的划分	240

短时记忆与长时记忆的不同特性	241
工作记忆	241
长时记忆的巩固	243
海马: 学习与记忆的大脑关键机能结构	244
海马的神经解剖学特征	244
海马与遗忘症: 神经心理学案例	246
海马的学习与记忆机能的实验研究	247
其他记忆相关的大脑机能部位	251
前额叶皮层的记忆功能	251
其他类型的记忆障碍及其神经病理机制	252
学习与记忆行为的细胞和分子水平研究	255
无脊椎动物学习与记忆行为细胞机制的实验研究	255
哺乳动物学习与记忆行为的长时程突触增强机制研究	258
突触可塑性	261



第一章 绪 论

△ 生物心理学的学科特征

生物心理学的学科领域及相关学科

生物心理学的研究范畴

△ 心理的物质基础及其相关理论

神经解剖学、形态组织学的诞生和发展

脑机能定位与脑整体主义

△ 影响生物心理学发展的重要学科——神经科学 和认知神经科学

神经科学研究的重要贡献

认知神经科学研究的重要贡献

生物心理学的学科特征

生物心理学的学科领域及相关学科

生物心理学(Biological Psychology)是研究行为及经验与大脑机能及机体其他生理活动相互关系(身一心关系)的实验科学,作为科学心理学的一门分支学科,它研究心理或行为的生物学基础,从遗传、进化、生理机能,尤其是神经系统生理机制等方面对行为和心理进行多角度的探究和阐述。所探索的一些基本问题包括:在由物质与能量构成的茫茫宇宙中,为什么存在人这样一种生物能够产生意识?为什么物质的大脑能够产生视、听、嗅、味、躯体觉等多种感知觉,能够产生情绪和欲望,能够形成适应环境的行为和经验?等等。生物心理学对上述问题的解答为人类对自身以及生命活动无穷奥秘的认识作出必不可少的贡献。

生物心理学属于自然科学范畴,其母学科是生物学和心理学。由于生命科学的快速发展,学科领域日益庞大,众多分支学科不断分化并重新构建、融合,导致生物心理学成为众多学科知识与研究技术交融的交叉学科,所涵盖的学科专业领域主要包括神经生理学(Neurophysiology)、神经解剖学(Neuroanatomy)、神经化学(Neurochemistry)、遗传学(Genetics)、免疫学(Immunology)、分子生物学(Molecular Biology)、发育神经生物学(Developmental Neurobiology)、神经内分泌学(Neuroendocrinology)、神经行为学(Neuroethology)、神经心理学(Neuropsychology)、比较心理学(Comparative Psychology)、心理生理学(Psychophysiology)、病理心理学(Psychopathology)、心理药理学(Psychopharmacology)、人工智能与神经网络(Artificial Intelligence and Neural Network)、神经病学(Neurology)等。

表 1 生物心理学所涉及的一些主要学科领域

神经生理学	研究神经系统结构和生理机能。
神经解剖学	研究神经系统形态结构。
神经心理学	研究人脑损伤与病人行为缺陷和心理障碍的相互关系。
神经化学	研究神经系统中化学物质的组成及其机能作用,尤其是神经活动的化学基础。
发育神经生物学	研究个体发育过程中神经系统的发展变化。
神经内分泌学	研究神经系统与内分泌腺及其所释放的激素之间的相互作用,以及由此产生的生物效应。

(续表)

神经行为学	研究神经系统与自然环境中动物行为的相互关系。
比较心理学	研究不同种类动物的行为特征及其进化规律。
心理生理学	研究心理活动变化所引起的生理反应变化规律。
心理药理学	研究药物对行为的影响,以及药物如何改变神经系统活动而导致行为变化。
人工智能与神经网络	研究如何通过数学运算和电子线路模拟神经系统的机能活动,并产生机器仿生行为。
神经病学	研究神经系统机能障碍以及所导致的行为缺陷。
病理心理学	研究心理障碍及精神疾患的发生、发展规律,以及诊断、治疗和预防途径。

生物心理学的研究范畴

行为或心理的生物学基础阐述

生物心理学主要从生理的、个体发生学的(ontogenetic)、进化的,以及机能的角度对行为或经验的生物学基础进行阐述。

其一,生理的阐述涉及某一行为产生的大脑和身体其他器官的工作机制。

其二,个体发生学的阐述从个体发育的角度,描述身体结构与机能以及行为是如何发展变化的,探讨遗传、早期发育、成长经验等因素及其相互作用对行为的发生发展的影响。

其三,进化的阐述从进化历史中追溯分析机体结构、机能以及行为的发生和发展进程。

其四,机能的阐述解释为什么某一机能结构或行为能够在进化中得以保存,某种机能表现或行为表达有何用处?有何优势?其生物学意义何在?

生物心理学的研究层面

生物心理学对行为的研究是在多个层面上进行的,涉及整体行为水平、器官组织水平、神经环路水平、细胞水平、亚细胞水平、分子水平等。不同水平的研究都具有其相应的方法学。在本领域内对某一问题进行全面而透彻的探究有赖于多层次研究的整合,

这是本学科发展的一个显著特点。

生物心理学研究的重要问题

本学科从不同角度以及在不同层面所研究的问题纷繁复杂,难以对其作出百科全书式的概括,因此只能列举一些比较重要的方面。

一、关于行为的神经机制以及生物学基础的研究,诸如:(1) 神经系统中有哪些结构参与特定行为的产生,各具什么作用? 此类研究又可能属于机能神经解剖学(functional neuroanatomy)的研究领域。(2) 神经信号的产生、传导、传送、整合机制。神经系统中信息是如何被编码、传输或处理的?(3) 神经递质、药物与行为的关系。神经元是如何进行信号的化学传送的,此过程又是如何能被药物影响的?(4) 激素与行为的关系。激素如何影响基本行为以及社会行为模式? 诸如生殖行为、亲子行为等。(5) 免疫系统与行为的关系。免疫系统如何与内分泌系统以及神经系统相互作用,从而决定行为的产生?

二、关于神经系统的进化和发展及其与行为的关系,诸如大脑进化与行为的关系,不同物种间大脑的差异如何与其行为能力差异相关。大脑与行为的毕生发展规律,在一生中大脑的发展变化如何与行为变化相关。

三、关于感知觉过程的研究,包括感知觉信息加工的一般原理,以及不同感觉模态(modality)的信息加工特征,涉及视觉、听觉、味觉、嗅觉、触压觉、本体感觉、温度觉和痛觉等。

四、关于运动与行动机制的研究,诸如认知过程如何导致动作行为的发生,随意行为是如何产生的,等等。

五、关于动机与行为调控的研究,诸如:(1) 性激素与性行为的关系,性激素如何对神经系统的发育产生作用?(2) 机体维持内稳态(homeostasis)的机理,机体如何进行内部状态的主动调节? 机体既能保持体内状态相对稳定又能使其对外部要求产生反应的机制是什么?(3) 机体激素含量水平如何影响情感和社会依附关系(social attachment)或亲情关系,等等。

六、关于生物节律、睡眠与梦的生物学机制研究。机体各种机能、激素水平、神经活动、肌肉紧张性等如何在觉醒和不同睡眠状态(包括梦)中得到调节,等等。

七、关于情绪与行为障碍的研究。大脑的哪些结构参与情绪机能? 攻击性与应激行为的生物学基础是什么,行为障碍的生物学基础是什么,某些特定的心理障碍如何与大脑的化学和解剖学异常相关,等等。

八、关于学习与记忆以及言语等认知过程神经机制的研究。诸如在一生中学习与记忆的变化如何与神经系统的变化相联系? 学习与记忆的神经机制是什么? 大脑的哪

些区域与条件反射的建立有关? 哪些大脑区域专门参与言语机能? 对于由疾病引起的言语障碍应采取怎样的措施, 以使其有所恢复, 等等。

生物心理学的研究对象

本学科的研究对象是人类自身以及其他非人类的动物。对人或对其他动物的研究各有长处, 也各有局限, 因此不能彼此取代。

以人为被试的实验研究具有几方面的优点。首先, 人可以理解并执行实验者的指令, 他们也能够报告在实验过程中的主观体验; 其次, 用人类被试显得比较经济, 他们一般不像其他动物那样需要研究者的专门饲养和照顾; 最后, 最为重要的是, 人具有其他动物无法比拟的自然界中最高级、机能最复杂的大脑。揭示人类大脑奥秘始终是科学研究者面临的巨大挑战以及努力实现的研究目标。

然而, 用其他动物进行实验研究也是十分必要的。在生物心理学研究中, 动物实验主要具有三方面有利条件: 其一, 非人类动物的大脑或神经系统与人相比要简单得多, 而行为的基本机制具有跨种系的相似性, 因此在动物身上的研究通常更容易一些, 但同样可以探究大脑与行为相互关系的基本原理。例如研究者对神经信号传导机制的了解大多来自对一种无脊椎动物——枪乌贼(squid)神经的研究; 有关学习记忆的一个经典研究是在一种海洋软体动物——海兔(aplysia)身上进行的。

其二, 动物实验研究是建立在科学进化论和比较生物心理学的理论及方法学基础上的。人类的行为能力在自然界动物王国中处在什么样的位置? 对其他动物的研究有助于寻找此问题的答案。人们能否在猩猩身上发现语言能力的痕迹? 猴子、海豚、大象以及其他动物到底具有怎样的智力? 对不同种系动物的行为及其生物学基础进行比较研究, 可以了解人类自身提供十分重要的线索。

其三, 人与其他动物在进化上具有连续性, 这是科学进化论的主要观点。诺贝尔奖获得者汀伯格(Niko Tinbergen)曾指出, 那种认为人与其他动物间存在不可逾越的鸿沟的观点是毫无科学意义的, 人具有其“动物根源”(animal roots)。人与其他动物在很多方面(例如, 许多身体解剖结构、发育方式以及行为方式等)表现出不同程度的相似性。人与其他动物的神经系统均由神经元构成, 这些神经元的机能活动规律也基本相似。现代分子生物学的研究发现, 人的基因至少有 98% 的成分与黑猩猩的相同。另一方面, 人类大脑中的化学物质大多与其他动物(甚至是微生物)的相似或相同。因此, 动物实验研究是本学科的一个重要领域, 研究对象多种多样, 最常用的是哺乳动物(鼠、猫、狗等), 最高级的是灵长类动物, 其他有鱼类、两栖类、鸟类、昆虫类(果蝇)、软体动物(海兔), 等等。

其四, 由于法律和伦理上的限制, 一些研究不可能在人体上进行, 但有可能在实验

动物身上进行。这并不等于说动物实验可以不遵循严格的伦理守则,这方面的问题是值得讨论的。

动物实验研究的伦理问题

为了深入探究行为与大脑机能活动的关系,生物心理学的许多研究需要对大脑进行各种干预,诸如局部脑损伤、插入或埋植电极给予脑刺激或进行脑细胞电活动记录、脑内注射某种药物或抽取化学成分等,诸如此类的实验是在动物身上进行的,肯定对动物造成不同程度的痛苦和伤害。因此,许多人认为动物实验是不人道的,坚决反对。事实上,科学家们自身也认识到这一问题,任何有良知的人都不会故意对任何生物造成不必要的伤害,但是动物实验对于解决科学问题是必不可少的。在医学研究中,动物实验对疾病的治疗和预防至关重要。荣获诺贝尔医学和生理学奖的科学研究成果大多也来自动物实验。对于人类至今面临的许多绝症,如癌症、艾滋病(AIDS)、老年性痴呆等,在很大程度上,人们冀望于动物实验来寻找有效防治手段。面对如此现实,动物实验有可能被彻底禁止吗?支持动物实验的人也指出,如果我们停止动物实验,那么谁来制止那些危害人类生命的杀手?

有些人持一种妥协的观点,认为动物实验在一定限度内是可以接受的,而且应该尽量减少。是否接受某些动物实验取决于其研究价值大小,给动物造成怎样的、多大的痛苦,以及用何种动物做实验等因素,其中如何杜绝滥用动物实验是关键所在。

其实进行动物实验的科学家们大多是对动物怀有深厚感情的人,他们深知动物对科学所作的贡献而对其倍加爱护,耗费大量财力和人力为动物营造良好的生存环境,并且采取许多措施来减轻实验过程中动物所受的痛苦。不仅如此,在本专业研究领域中还专门制订了守则和建立了监督制度,来评估动物实验研究的科学价值、实验方法在减少动物痛苦方面的可接受程度、动物的饲养和照料是否符合国家规定的标准等。任何动物实验研究机构都必须申请并获得合法的资格。

心理的物质基础及其相关理论

神经解剖学、形态组织学的诞生和发展

人体解剖学诞生于大约 16 世纪中叶,它标志着神经解剖学的肇端。维沙柳思(Vesalius)的《人体构造》一书中首次出现大脑插图。19 世纪早期贝尔(Bell)将高等动物的脑和人脑区分为大脑和小脑,又将脊髓分为背根和腹根。

19 世纪至 20 世纪的世纪之交是神经解剖学发展的黄金时期。在此阶段,西班牙神