

高等院校选用教材

生理心理学

李新旺 编著



科学出版社

高等院校选用教材

生理心理学

李新旺 编著

河南大学教学改革工程重点资助教材

科学出版社

2001

内 容 简 介

生理心理学是研究心理现象的生理机制,即研究外界事物作用于脑而产生心理现象的物质过程的科学。作者凭借多年教学和科研实践的积累,并参考了国内外许多研究资料,系统地介绍了注意、感觉、知觉、记忆、言语与思维、情绪、随意运动、摄食与饮水、性行为、睡眠与觉醒的生理机制,力求全面反映该学科的核心内容和最新成果。

本书可作为高等院校心理学专业本科生必修课教材使用以及供相关专业研究生参考,亦可供其他生理心理学爱好者阅读。

图书在版编目(CIP)数据

生理心理学/李新旺编著. -北京:科学出版社,2001.8

(高等院校选用教材)

ISBN 7-03-009558-8

I. 生… II. 李… III. 心理卫生-高等学校-教材 IV. R395.6

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2001) 第 039757 号

科学出版社 出版

北京东黄城根北街16号
邮政编码:100717

新蕾印刷厂 印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2001年8月第一版 开本:787×1092 1/16

2001年8月第一次印刷 印张:13 1/2

印数:1—3 000 字数:304 000

定价:20.00元

(如有印装质量问题,我社负责调换〈新欣〉)

前 言

生理心理学研究揭示心理活动的生理机制。1997年10月在苏州召开的教育部高等学校心理学教学指导委员会全体会议上,生理心理学被正式确定为心理学专业的7门心理学基础课之一。

生理心理学这一学科名词早在100多年前就出现了。然而,它的较快发展则是近几十年来的事情。这一时期,物理学、化学、生理学等学科的迅速发展为生理心理学的研究提供了一系列新概念和新技术,使得这门学科的研究能够深入到脑的深部结构和细胞、分子水平。尤其是20世纪90年代被命名为“脑的10年”以来,神经科学快速崛起,向着揭示自然科学最深奥的问题之一——脑的奥秘发起猛烈冲击;脑成像技术和分子生物学(如正向遗传学和反向遗传学)技术的应用,为研究脑功能提供了有效手段。近30年来,有近20名神经科学家荣获了诺贝尔生理和医学奖,充分体现了神经科学所取得成果的重要性。国际脑研究组织(International Brain Research Organization, IBRO)已把21世纪作为“脑的世纪”。可以预期,21世纪神经科学必将取得更多、更重要的成果。

心理活动如感觉、知觉、注意、记忆、思维、情感、随意运动等等,都是以神经系统的活动为基础的。因此,神经科学的飞速发展极大地丰富了生理心理学的知识。

我国高等院校心理学专业的生理心理学教学情况却不能令人满意。北京大学心理系、北京师范大学心理系和浙江大学心理系主持的教育部教学改革科研项目“面向21世纪心理学类专业教学改革研究报告”(2000年3月)指出“生理心理学课程开设不够普遍……这与当前心理学与脑科学愈来愈密切结合的趋势极不协调。”为此,许多心理学专家呼吁:一定要重视生理心理学这门课程,否则,我们与先进国家的心理学发展水平的差距会越来越大。

加强生理心理学的教学工作,教材建设是基础。1986~1993年,国内出版了邵郊先生、匡培梓先生、沈政和林庶芝先生、李新旺等编著或主编的4部生理心理学著作(教材)。这些教材对生理心理学教学工作发挥了重要作用,并将继续产生深远影响。在此之后,尚未见到同类新教材出版。这就使得20世纪90年代以来取得的生理心理学成果很少能够在教材中体现出来。

我本人在多年的教学实践中积累了一些资料,尤其是1999年9月至2000年7月我在北京大学心理系访学期间查阅了许多生理心理学近年来研究的新成果。在教育部高等院校心理学教学指导委员会主任委员、北京大学心理系博士生导师朱滢教授和我的导师、北京大学心理系博士生导师肖健教授的鼓励下,我在1992年出版的《生理心理学导论》基础上,重新编写了这本《生理心理学》。书中较系统地介绍了注意、感觉、知觉、记忆、言语与思维、情绪、随意运动、摄食与饮水、性行为、睡眠与觉醒的生理机制,力求反映该学科近期研究的新成果。

此书可作为高等院校心理学专业本科生必修课教材,以及供相关专业研究生参考,

亦可供其他生理心理学爱好者阅读。

书中参考引用了国内外许多研究成果和资料，在此向这些专家表示深深的谢意。

朱滢教授审阅了“学习与记忆神经生物学”一章，提出了许多中肯的意见。肖健教授对编写提纲进行了认真推敲。科学出版社对此书的出版给予了热情支持，策划编辑马学海博士做了许多认真细致的工作，书稿打印全部由徐爱红同志完成。在此一并表示衷心的感谢。

鉴于本人水平有限，书中不妥和错误之处，敬请读者和专家批评指正。

李新旺

2001年3月于河南大学

目 录

前言

第一章 绪论	(1)
第一节 生理心理学研究对象、性质和意义	(1)
一、生理心理学的研究对象和任务	(1)
二、生理心理学的学科性质	(1)
三、研究生理心理学的意义	(2)
第二节 生理心理学研究方法和技术	(3)
一、脑立体定位技术	(3)
二、脑损伤法	(4)
三、刺激法	(5)
四、电记录法	(5)
五、生物化学分析法	(5)
六、分子遗传学技术	(6)
七、脑成像技术	(6)
第三节 生理心理学的邻近学科	(7)
第四节 生理心理学的研究历史	(7)
一、古代人们对心理产生机制问题的认识	(8)
二、近代心理生理机制的研究	(10)
三、冯特对生理心理学的贡献及其以后生理心理学的发展	(12)
第二章 注意的神经过程	(14)
第一节 注意的神经解剖学基础	(14)
一、警觉网络	(14)
二、定向网络	(16)
三、执行网络	(19)
第二节 注意的生理学过程	(19)
一、注意产生的方式	(19)
二、注意的中枢过程	(20)
三、负启动的反转和注意功能	(21)
第三节 注意的神经生物学理论	(21)
一、形状识别中选择性注意的神经解剖模型	(21)
二、丘脑网状核闸门理论	(22)
三、神经活动过程双重模型	(24)
四、神经元活动匹配理论	(24)
第三章 感觉过程	(26)

第一节 感受器的一般生理特性	(26)
一、感受器的适宜刺激	(26)
二、感受器的换能作用	(26)
三、感受器的编码作用	(27)
四、感受器的适应现象	(29)
第二节 视觉过程	(30)
一、视网膜的结构特点	(30)
二、光感受器的感光换能过程	(32)
三、视锥系统与颜色视觉	(35)
四、外侧膝状体在视觉信息平行处理中的作用	(39)
五、视皮层功能构筑与视觉信息平行处理	(42)
第三节 听觉过程	(47)
一、声音的传递(传音)	(48)
二、耳蜗对声音的感受(感音)	(48)
三、听觉中枢和听觉的传出控制	(49)
四、声音分析	(50)
五、声源定位与双耳听觉	(52)
第四节 平衡觉、化学觉和痛觉	(53)
一、平衡觉与动觉	(53)
二、痛觉	(54)
三、化学觉	(56)
第四章 知觉生理学	(58)
第一节 知觉信息处理的特性	(58)
一、自然匹配原则	(58)
二、恒常性	(59)
第二节 知觉的神经基础	(60)
一、联络皮层与知觉	(60)
二、脑事件相关电位与知觉过程	(65)
第三节 视知觉理论	(67)
一、视像形成的多步骤整合学说	(67)
二、神经元同步放电假说	(69)
三、图像识别理论	(70)
第五章 学习和记忆神经生物学	(73)
第一节 学习与记忆分类	(74)
一、非联合型学习和联合型学习	(74)
二、陈述性记忆和非陈述性记忆	(75)
三、短时记忆和长时记忆	(75)
四、工作记忆与参考记忆	(76)
第二节 学习与记忆的神经基础	(76)

一、参与学习和记忆的脑结构	(76)
二、脑内记忆系统	(87)
第三节 学习和记忆与突触可塑性	(91)
一、学习记忆与突触结构的可塑性	(92)
二、学习记忆与突触传递效能的可塑性	(94)
三、学习记忆过程中突触结构可塑性与突触功能可塑性的关系	(99)
第四节 学习与记忆的分子机制	(99)
一、习惯化和敏感化的机制	(99)
二、学习和记忆的分子基础	(103)
第五节 学习和记忆过程的调控	(107)
一、中枢胆碱能递质与学习记忆	(107)
二、儿茶酚胺类递质与学习记忆	(107)
三、氨基酸与学习记忆	(108)
四、神经肽与学习记忆	(109)
第六节 记忆障碍	(110)
一、记忆增强	(110)
二、记忆减退	(110)
三、记忆错误	(111)
四、记忆虚构	(111)
第六章 语言和思维的脑机制	(112)
第一节 语言活动的神经基础	(112)
一、脑内特化的语言区	(112)
二、语言活动与大脑功能一侧化	(113)
三、脑内语言系统	(114)
四、语言信息处理的神经模型	(114)
五、语言能力的遗传性	(117)
第二节 思维的生理机制	(118)
一、思维的解剖学基础	(118)
二、大脑左右半球的思维功能与思维互补说	(121)
三、脑的神经回路与思维的大脑回路说	(122)
四、演绎推理的心理模型理论	(123)
第三节 语言与思维障碍	(125)
一、运动性失语症	(125)
二、感觉性失语症	(125)
三、意义性失语症	(126)
四、命名性失语症	(126)
五、失算症	(126)
六、传导性失语症	(127)
七、失读症和失写症	(127)

八、混合性失语症	(127)
第七章 情绪生理学	(128)
第一节 情绪的神经生理基础	(128)
一、情绪的神经解剖学基础	(128)
二、脑内自我刺激的情绪效应	(134)
三、情绪活动的生物化学调节	(136)
四、情绪活动过程中的脑电变化	(138)
第二节 情绪生理反应	(139)
一、情绪生理反应的表现	(139)
二、情绪生理反应的测定项目	(140)
三、情绪的生理反应与测谎	(141)
四、情绪生理反应与心身疾病	(142)
第三节 变态情绪和精神分裂症的生物学研究	(145)
一、变态情绪	(145)
二、精神分裂症	(147)
第八章 随意运动控制	(150)
第一节 运动形成过程与随意运动的特点	(150)
一、运动单位	(150)
二、运动的形成过程	(151)
三、感觉信息在运动过程中的作用	(151)
四、随意运动	(152)
第二节 中枢神经系统对运动的控制	(152)
一、脊髓内部“下运动神经元”对运动的控制	(152)
二、脑干和大脑皮层对运动的控制	(153)
三、小脑和基底神经节对运动功能的调节	(158)
第三节 随意运动控制模型	(159)
第四节 随意运动障碍	(161)
一、帕金森病	(161)
二、共济失调性震颤	(161)
第九章 摄食与饮水的机体内部调节	(162)
第一节 摄食过程的调节	(162)
一、与摄食有关的脑中枢	(163)
二、摄食信号	(164)
三、特殊饥饿与习得反应	(171)
四、人类的肥胖问题	(172)
五、神经性厌食	(174)
第二节 饮水调节	(175)
一、两种类型的渴——渗透性渴和容积性渴	(175)
二、脑对饮水行为的调节	(175)

三、继发性饮水	(177)
第三节 摄食与饮水的联系	(177)
第十章 性生理心理学	(179)
第一节 动物的性行为 and 性心理表现	(179)
一、动物的性行为模式	(179)
二、动物性心理表现	(180)
第二节 人类的性生理心理活动	(180)
一、人类的性反应周期	(180)
二、心理因素对性爱行为的影响	(181)
第三节 性行为的神经激素调控机制	(183)
一、中枢神经系统的作用	(183)
二、激素的作用	(185)
三、脑与激素的协调作用	(187)
第十一章 睡眠与觉醒	(189)
第一节 人类的睡眠时相及其特点	(189)
一、两种睡眠时相	(189)
二、不同睡眠状态的生理功能变化	(190)
三、两种睡眠状态与梦	(190)
四、睡眠-觉醒周期	(191)
五、睡眠的年龄特征	(192)
第二节 觉醒和睡眠的神经机制	(193)
一、维持觉醒状态的神经化学机制	(193)
二、睡眠的神经机制	(193)
第三节 睡眠的功能	(196)
一、剥夺睡眠对身心行为的影响	(196)
二、睡眠的功能	(197)
第四节 睡眠-觉醒关系失调	(200)
一、睡眠障碍	(200)
二、睡眠卫生	(202)
参考文献	(203)

第一章 绪 论

第一节 生理心理学研究对象、性质和意义

一、生理心理学的研究对象和任务

生理心理学是研究心理现象的生理机制，即研究外界事物作用于脑而产生心理现象的物质过程的科学。

心理是脑的机能，是脑对客观现实的反映，即客观现实作用于脑产生心理现象。这就是说，任何一种心理现象，无论它是多么简单或多么复杂，都是以神经系统尤其是大脑的活动为基础的。生理心理学正是以脑为中心，研究心理的生理机制或行为的生理机制。例如，在感知觉方面，生理心理学要解决的问题是有机体如何获得信息，信息如何影响有机体的行为。它要阐明外界刺激怎样由感觉器官传入神经中枢，神经中枢怎样对这些刺激信息进行处理加工，运动器官怎样对环境刺激作出反应；在记忆方面，生理心理学研究的主要问题是记忆信息怎样进行编码、储存和提取，记忆的形成与巩固同脑内物质分子如神经递质、蛋白质等存在着什么样的关系。生理心理学还研究言语与思维的生理机制、情绪的生理基础以及人和高等动物的基本行为的生理基础或神经机制，如随意运动、摄食与饮水、性行为、睡眠与觉醒等。

生理心理学的研究对象是心理活动的生理机制，因此，研究并揭示心理现象产生过程中有机体的生理活动过程、特别是中枢神经系统和它的高级部位——大脑的活动方式，是生理心理学的主要任务。

二、生理心理学的学科性质

心理活动是脑的高级活动形式。揭示心理活动的生理机制需要综合运用多学科的知识，如神经解剖学、神经生理学、神经药理学、分子神经生理学等学科的知识和方法、尤其是这些学科的最新研究成果和技术。20世纪70年代以来形成的神经科学（或称神经生物学），综合了研究神经系统各领域的学科，如神经解剖学、神经生理学、神经药理学、神经病理学、临床神经病学、精神病学、分子神经生物学、细胞神经生理学、生物医学构像技术等，在脑功能研究中获得了重要成果，为解释心理活动的生理机制提供了许多有价值的知识。20世纪40年代兴起的信息科学的一些概念和技术，如功率谱分析、地图形分析等，对脑功能研究发挥了重要的启发作用，开拓了脑事件相关电位研究新领域。因此，生理心理学被认为是心理学、信息科学和神经科学之间的边缘学科。

三、研究生理心理学的意义

生理心理学为科学心理学的建立作出了重要贡献。它在解释心理的实质方面有着不可替代的作用。随着新的研究成果的不断涌现，这门学科对心理科学的发展必将继续产生重要影响。

人类的科学事业正在面临着物质的本质、宇宙的起源、生命的本质和智力的产生四大问题的挑战。这四大问题的最后一个、也是最困难的一个——智力是如何由物质产生的，正是心理科学研究的主要问题之一。研究智力的产生，生理心理学是可以大有作为的。认知心理学的著名学者 Minsky (1990) 指出：“认知（智力）活动不是可以由在公理上的数学运算来统一描述的现象”，“人工智能（无论是符号处理还是人工神经网络）都受害于一个共同的哲学（方法论）倾向，即喜欢用在物理学上获得成功的方法来解释智力。这个方法使用简单而漂亮的形式系统对智力进行解释。然而这种想用形式系统来给智力认知活动以统一描述的哲学（方法论）看来是错了。我们应当从生物学而不是物理学中去得到启示和线索。” Minsky 为什么强调从“生物学”中去寻找研究智力产生的出路？原因之一是像大脑再加上大脑与环境的相互作用这样的问题，包括计算理论（认为认知即计算。无论人脑和计算机在硬件层次甚至在软件层次可能是如何的不同，但在计算理论的层次，它们都具有产生、操作和处理抽象符号的能力；作为信息处理系统，无论是人脑还是计算机都是操作处理离散符号的形式系统）在内的各种使用“在公理上的数学运算”来解释认知和智力的数十年的努力的失败，使人们从研究的实践中体会到需要超越唯理性主义的方法论，应该用生物学所采用的多种可能的方法和途径来研究智力的产生过程。更重要的是，研究认知和智力的大脑的功能基础，不能忘记大脑本身。因此，人们越来越重视认知和智力的神经基础，而揭示认知和智力的神经生理学基础，正是生理心理学研究的主要问题之一。

心理科学可能成为 21 世纪的带头学科之一，不仅是由于其研究“智力的产生”的问题是人类自然科学史中最复杂、最困难的问题及其对人类各个方面的重大影响，而且在于它对科学方法论提出的超越唯理性主义的重大挑战。显然，这两个方面都与生理心理学有重要关系。

生理心理学的研究成果能够为高新技术的发展提供好的思路。生理心理学的这一作用可以从 Marr 创立视觉计算理论的过程中得到很好的证明。Marr 从 20 世纪 70 年代开始从事视觉计算理论研究。当时在计算机视觉研究中，一般认为视觉识别需要各种可能的信息，包括物体的几何形状和有关的语义信息，因而是一件非常困难的任务。据此观点，计算机视觉是十分复杂而几乎无法解决的问题。在这个选择研究方向的关键时刻，Marr 参加了一次学术会议，听了神经心理学家 Warrington 的研究报告。其中最重要的是两类试验：一是给被试呈现两种照片——一张是从正常角度拍摄的物体原型的照片，另一张是从异常角度拍摄的照片，让被试判断两张照片上的物体是否相同。这类实验被称为物理匹配实验。二是让被试判断照片上方的两个物体中哪一个与下方物体的功能相同，即功能匹配实验。在第一类实验中，右脑损伤病人的得分显著地低于正常人（对照组）；而左脑损伤的病人与对照组则没有区别，说明右脑损伤的病人对图形几何性质的

知觉被选择性地破坏了。在第二类实验中，与右脑损伤的病人相比，左脑损伤病人的这类操作显著地被损伤。这两类实验揭示出物体的几何信息和语义信息是分别由右脑和左脑加工的。

Marr 认为，对他来说“这是一个重要的时刻”。因为，第一，Warrington 的实验告诉人们：即使不用语义等信息，单靠视觉也能确定形状。第二，Warrington 已经触到了人类视觉的精华。视觉中最主要的是形状和空间关系；而物体表面的亮度和颜色等是次要的。在研究形状表征的视觉理论中，可以把这些次要因素先放在一边。因此，Warrington 的神经心理学发现对 Marr 独辟蹊径建立新的理论框架起了重要的推动作用。他创立了视觉计算理论，认为视觉实际上是一种信息处理过程，一种分层次的、在各个阶段有不同信息表达方式的、模块化的和单向的（由低到高）的处理过程，而其最终目标，则是建立一个外部世界的描述（以某种表达方式给出）。Marr 被称为计算神经科学的先驱。

研究生理心理学的巨大动力和这门学科的生命力，还在于它是对人类自身的心理活动进行寻根究底的。有这样一个病例：一位先生看到一青年向他微笑，问“我的这位年轻朋友是谁？”旁人回答“是你的长子。”这位先生连自己的儿子都不认识，原因何在？他患了一种由于脑损伤所致的奇怪的病——相貌失认。这种病人能分辨男女老少，可以识别生人面貌的某些特征，却不能根据熟人的面貌判断人的身份，甚至不能识别自己的配偶、儿女等；但是，如果熟人或亲属在讲话，病人可以毫无困难地说出讲话者的姓名。研究发现，这种病人虽然不能用语言报告所看到的熟人是谁，然而，他们对熟人和生人照片的皮肤电阻反应次数和幅度是不同的。还有一位此病患者对熟人照片的判断时间短于对生人照片的判断时间，把照片上的人物同真实姓名联系起来的联想学习要比同假设姓名进行联想容易。这些研究成果反映了隐性的面貌识别，揭示出在人们的主观意识之外仍然进行着某些信息的提取和加工。

生理心理学能够为许多实践领域服务，尤其是为人类的医疗卫生事业服务。因为人的生理功能障碍不仅会引起生理疾病，而且会导致心理活动异常。同样，心理功能障碍也会引起生理功能紊乱。生理心理学揭示了生理-心理交互作用的关系及规律，从而为诊断和治疗某些精神障碍和由心理异常导致的心身疾病提供了基础知识。对于正常人，生理心理学的研究成果提供了怎样合理用脑和提高身心健康水平方面的知识，能够为增进人的身心健康提供服务。

第二节 生理心理学研究方法和技术

一、脑立体定位技术

在生理心理学研究中，一般都需要正确地找到欲要损毁或研究的脑部位，因而对脑结构特别是深部结构的定位是首要的问题。脑结构的定位工作通常采用脑立体定位仪进行。根据已有的脑结构图谱，移动脑立体定位仪上的三维标尺便能有效地确定想要找到的脑部位。

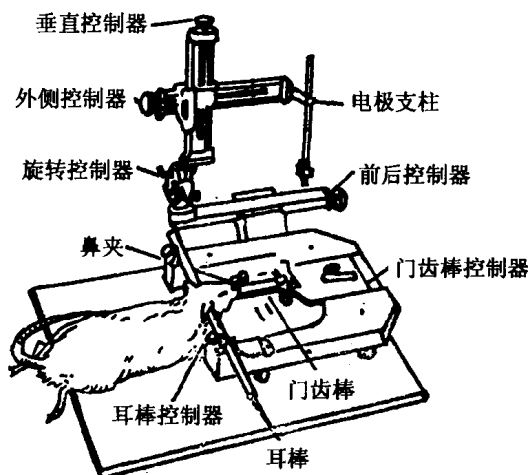


图 1-1 一只麻醉的大鼠头部被固定在脑立体定位仪上

二、脑损伤法

神经解剖学研究证明：对于人和高等动物，脑的特定部位执行特定的功能。脑的某一部分受到损伤时，这个部位所管理的功能会出现障碍甚至丧失。但是，低等动物脑皮层的不同部位的机能都是相同的。因此，对于大鼠等这类较低级的动物，行为障碍的出现及出现的程度与损伤脑的特定部位关系不大，而与破坏脑结构的程度和皮层面积的大小成正相关。

脑损伤法包括下列几种：

横断损伤 在外科手术条件下用刀在脑的不同水平上横断，使断脑之间的上下联系中断。横断损伤一般在研究神经系统高级部位和低级部位的功能及相互影响时采用。

吸出损伤 用一根一头连有吸引泵的玻璃管的另一端插入所要损伤的脑部位，靠吸引泵的力量将欲损毁的脑结构吸出。它也需要在严格消毒情况下进行，一般在大面积损伤新皮层、小脑、海马结构时采用。

电解损伤 将一枚与电源相通的尖端裸露的绝缘电极（即正极）插入欲损毁的脑结构内部，无关电极（即负极）放在皮肤切口、直肠或暴露的肌肉上，以微弱电流（2~10 mA），作用 15~20 s 后，正电极周围 2~9 mm 的球状范围即被损坏，其中心是充满坏死组织的腔，边缘是凝固、胶化的物质。这种方法用于比较局部的损伤，如破坏脑深部结构等。

扩散性抑制 用电、热、化学等刺激作用于大脑皮层表面，经过一段短时间的潜伏期后，刺激便从受刺激部位沿皮层表面向各个方向扩散开来并产生抑制。例如，在颅骨上钻一个孔，用一片在 25% KCl 溶液中浸过的滤纸覆盖，能引起皮层表面脑电活动持续较长时间的抑制。

冰冻方法 利用冷冻探头安装在硬脑膜表面，使其里边的皮层表面温度下降到 20℃ 左右即可引起脑皮层局部区域机能暂时性丧失。因为温度下降到 20℃ 左右时，脑

细胞即停止活动。

神经化学损伤 用神经毒素或化学阻断剂等干扰脑内生物化学物质如神经递质的代谢，从而导致脑功能失调。这是一种特殊类型的损毁方式。例如，用蛋白质合成抑制剂——嘌呤霉素注入双侧额颞区和脑室能引起大鼠记忆的丧失；用神经毒素——海人酸注入脑室选择性地破坏海马锥体细胞能使大鼠长时记忆永久性丧失。这种方法特异性高，选择性强。

脑损伤法中的横断损伤、吸出损伤、电解损伤，简单易行、效果明显，但都会使神经细胞溃变而无法恢复（故被称为不可逆损伤），并且，由于手术出血或继发性的神经组织病变而引起更广泛的损伤。这就可能导致更严重的行为障碍，掩盖由脑局部损伤所引起的特异性障碍。扩布性阻抑、神经化学损伤和冰冻方法既不损伤脑细胞，也不容易发生继发性的周围组织变性，就能达到暂时性的机能切除；之后，皮层丧失的机能还可恢复（故被称为可逆损伤）。因此，它们不仅能用来研究皮层机能丧失所引起的行为变化，还可用来观察追踪皮层机能的逆转过程，即机能丧失到恢复的过程。

三、刺激法

电刺激法 即用无伤害性的电流刺激脑的特定部位，观察心理行为的变化以确定该脑部位的功能；或者记录其他脑部位的诱发电位等，以推测两个或多个脑区之间是否存在直接或间接的联系。

化学刺激法 这种方法是在脑的局部区域注射神经递质的激动剂等观察它们对心理行为的影响，也可用于鉴定神经递质受体种类及活动水平。

四、电记录法

把生物细胞活动时伴随的微弱电流放大后输入阴极射线示波器或墨水笔记录器、磁带记录器等，便可把生物电活动记录下来。最常见的是脑电记录，主要是脑的自发活动记录和平均诱发电位记录。它可用于研究感觉刺激引起的脑电变化、与行为变化相关的脑电变化、学习记忆时的脑电变化和神经元的放电模式等。

五、生物化学分析法

神经系统的活动与其内部的生物化学过程是不可分割的，作为神经系统活动外部表现的心理行为与脑内的生物化学过程也必然存在着联系。因此，通过生物化学分析方法可以探讨脑内生物物质与心理行为的关系。例如，在建立条件反射过程中可以测定脑内某种物质含量的变化，即以行为作为自变量，研究它对脑内物质含量的影响。国外学者Hyde'n（1964）曾进行了这样的实验：先强迫大鼠以新的方法取食，等大鼠学会后立即断头取脑进行化学分析。结果发现，大鼠的这种学习过程伴随着脑内相关皮层细胞内部的RNA含量的增加。

六、分子遗传学技术

动物和人的心理行为是遗传和环境相互作用的结果。基因携带了所有有机体能表达的蛋白质的氨基酸序列的信息，通过复制传递这些信息，给下一代提供自身的复制品，并在细胞内表达而产生特异的蛋白质，从而决定细胞的结构、功能及其他生物学特性。

某种行为可能明显地受到遗传的控制，但并不知道哪些基因参与这种行为的控制，或者知道有哪些基因参与，但这些基因并没有被克隆。在此情况下，必须用正向遗传学（forward genetics）方法，即从表型到基因的手段来研究这种行为的遗传学基础。

20 世纪 90 年代兴起的反向遗传学（reverse genetics），不仅可以通过制造定向、定位突变改变细胞的基因型，还可以改变小鼠等哺乳动物的基因型从而培育出转基因动物（transgenic animal）。由于这种动物的基因组含有已知的突变基因或外源性基因，为研究某些正常基因或者突变神经肽基因在整体动物中的行为，尤其是在学习记忆等涉及多种神经细胞的复杂生理过程中的作用，提供了极为有利的条件。特别是 Tonegawa 实验室和 Kandel 实验室（1992）开拓了利用基因剔除（gene knockout）研究动物学习记忆以来，科学研究人员利用转基因小鼠在探讨学习记忆分子机制以及学习记忆与长时程增强（long-term potentiation, LTP）的关系方面取得了许多重要成果。

转基因动物可以通过把外源基因转入受精卵或胚胎干细胞等方法制备。

七、脑成像技术

脑成像是在实验上无创伤地探测脑内进行高级神经活动的技术，分脑结构成像和脑功能成像两大类。计算机断层显像技术（computerized tomography, CT）和核磁共振技术（magnetic resonance imaging, MRI）都可以测量人脑内部结构的三维图像，属于脑结构成像。正电子发射断层扫描技术（positron emission tomography, PET）和功能磁共振技术（functional magnetic resonance imaging, fMRI）能够对脑进行探测，获得脑进行高级功能活动时的动态三维图像，属于脑功能成像。这里简单介绍 CT 技术和 PET 技术。

CT 技术 将人的头部安置在一个大的内装有 X 射线管的圆圈形仪器中；头的另一边，正对着 X 射线管有一个 X 射线检测器，可以测定通过人脑的 X 射线量。X 射线管和检测器均可在圆圈内移动，使得脑的一个平面能透视多次，如开始时 X 射线管和检测器的连线可通过脑的正中线，透射一次后向左或向右移动几度后再透射。把从各个角度上对这一平面透射的结果输入计算机处理，便得到整个平面的图像。然后上下移动圆圈扫描脑的另一平面。由于正常脑组织和病变的脑组织对 X 射线的吸收量是不同的，因而从图像上可以发现脑瘤、血栓等脑组织溃变的区域，从而为研究脑局部损伤与心理、行为障碍的关系提供了有效的手段。

PET 技术 脑细胞活动时要消耗一定的葡萄糖，这样，人体内注射经过加速器处理后的能放射正电子的葡萄糖，利用电子计算机控制的三维摄影机描绘，可获得放射性物质在脑内的分布图。据此可以确定认知过程中，脑皮层的哪些区域葡萄糖代谢比较活

跃。利用这种工具研究发现，人辨别音符时用左脑，而记住曲子时用右脑。

在生理心理学研究中，有时采用上述多种方法，以便使获得的结果相互印证，从而最大限度地作出客观的结论。

第三节 生理心理学的邻近学科

除了生理心理学之外，还有许多学科的研究对象涉及到心理和行为机制。它们可以看作是生理心理学的邻近学科。

心理生理学 20 世纪 50 年代，随着一种新型的实验仪器——多道生理记录仪的问世及统计技术的广泛应用，一门新兴的学科——心理生理学诞生了。从这个学科名称上可以看出，它和生理心理学在研究对象上是基本相同的，即都是探讨心脑关系的，因而许多人把心理生理学看成是生理心理学的同义语。然而，生理心理学和心理生理学在具体的研究方向和方法等方面还是存在一定差别的。在研究方向上，生理心理学侧重于生理过程对心理行为的影响，研究范围也比较广——凡是涉及到心理和行为的生理机制的问题都是其研究的内容；而心理生理学主要研究心理活动特别是情绪对生理活动、尤其是对植物性神经及其支配的内脏器官的影响，范围相对较窄。在实验对象上，传统生理心理学多用动物做实验研究，很少用人作被试，因为生理心理学实验常采用损毁或其他有损人体健康的方法来进行，这些实验不允许用人来进行；心理生理学在大多数情况下用人作被试。在实验方法和记录技术上，如上所述，生理心理学可以采用多种仪器、多种方法和技术；而心理生理学主要采用多道生理记录仪记录身体反应的 6 种主要指标——心率、血压、血容量、肌电、脑电、皮肤电和 5 种次要指标——呼吸、瞳孔、体温、唾液分泌以及胃肠运动。

神经心理学 主要采用心理测验和认知实验分析技术，对脑器质性病变患者进行研究，探讨脑和心理的关系。

神经行为学 主要研究动物生态行为规律与脑功能的关系。它所研究的动物种类和行为模式比生理心理学广阔。

认知神经科学 研究认知过程的脑机制。它在 20 世纪 90 年代迅速兴起。其中，认知心理生理学、认知神经心理学、认知神经生物学分别以正常人、脑损伤患者、高等哺乳动物为主要研究对象，构成了当代生理心理学的主要发展趋势，并将继续在 21 世纪占据领先地位。

计算神经科学 以智能活动为目标，对脑功能规律进行数学模拟。

纳米神经生物学 在纳米级微观水平上研究蛋白质变构的动力过程或膜动力过程与心理活动的关系及其干预手段。这一学科在 21 世纪很可能会大有作为。

第四节 生理心理学的研究历史

古代由于科学技术水平的限制，许多人并没有真正认识到心理活动是在脑的生理活动基础上产生的。随着近代脑科学研究的迅速发展，人们逐渐揭示出心理与脑的关系，奠定了生理心理学的基础并使其成为一门独立的学科。