

生理心理学



生 理 心 理 学

[美] R. F. 汤普森 主编

孙 晔 等 编译

科 学 出 版 社

1 9 8 1

内 容 简 介

生理心理学是心理学的一个分支学科,它主要研究心理过程的生理基础。近年来这个学科发展很快,并已取得不少有意义的成果。本书概括介绍了这个领域近二三十年内所取得的比较重要的进展和成就,内容主要包括脑和意识,神经元和突触:脑的整合和可塑性的基础,行为和经验的化学:激素,感觉过程和知觉,学习和记忆,复杂过程:思维、语言和注意,行为的进化和发展:本能和经验,内驱力、动机的引起和情绪,睡眠、梦和清醒。本书可供心理学、生理学、医学、教育、语言和哲学工作者参考。

With introductions by Richard F. Thompson

PHYSIOLOGICAL PSYCHOLOGY

W. H. Freeman and Company

1971

生 理 心 理 学

[美] R. F. 汤普森 主编

孙 晔 等 编译

责任编辑 施兰卿

科学出版社出版

北京明阳门内大街137号

中国科学院印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

1981年6月第 一 版 开本 787×1092 1/16
1981年6月第一次印刷 印张:24 插页:7
印数:0001—11,620 字数:574,000

统一书号:13031·1521

本社书号:2086·13—11

定 价: 4.00 元

编 译 本 前 言

生理心理学是心理学的一个重要分支，它的研究对象照一般说法是心理现象的生理机制。

心理是脑的机能，是客观现实的反映；或者说，心理是脑反映客观现实的机能。外界刺激作用于脑而产生心理。任何一种心理活动，不管它多么复杂，都是以脑、神经系统和感官的活动为其物质基础的。生理心理学正是研究外界事物作用于脑而产生心理现象的物质过程的。

生理心理学的研究无论在理论上还是在实践上都具有重要的意义。它的研究可以为唯物主义的一元论提供科学事实，驳斥形形色色的唯心论。革命导师列宁十分重视这方面的研究。他曾经指出，科学的心理学家摒弃了关于灵魂的哲学理论，径直研究心理现象的物质本体——神经过程。这是一条重要的道路。

生理心理学的研究成果在实践上可以为许多实际领域服务，如可以为人们的心身保健和医疗事业服务。

生理心理学这个名称虽然出现得比较早，著名的生理学家、心理学家如黑尔姆霍兹、冯特、谢切诺夫、巴甫洛夫、谢灵顿等人都曾在这方面进行过一些奠基性的研究，但是它的较大的进展还是近二十年的事。近二十年来，物理学、化学、生理学等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，如电生理技术，特别是微电极技术，脑化学技术等。这使人们可以深入到脑的深部，深入到脑的细胞和分子水平，从而为探查心理过程的复杂细致的生理机理提供了可能性。当前，生理心理学在西方世界已成为心理学中发展最快、最引人注目的一个领域，已积累了大量的实验资料，取得了不少有意义的进展。自然，我们都清楚地了解，人类的心理现象是宇宙间最复杂、最高级的现象之一，意识之谜曾被称之为三大宇宙之谜的一个。人脑无论在结构上还是在机能上都是世间最复杂的物质，没有什么东西可以同它相比拟。因此研究心理现象，研究脑的心理机能，是很艰巨的课题。当前，我们还只能说是处在通向这个宏伟目标的起点上。但是千里之行，始于足下。只要从起跑线出发了，指导思想正确了，从此向前迈进，我们相信一定会日益接近我们的科学目标。我们是唯物主义者，我们相信任何事物都是可以认识的，我们不同意本书中某些作者所表露出来的不可知论的观点。

生理心理学的问题都是比较复杂以至极其复杂的，牵涉到许多学科方面，不仅同生理学有关。单靠心理学一家显然是不能胜任的，更不能要求生理心理学这个分支能够胜任，要靠有关各学科的大协作——要靠生物学中许多学科，要靠数学、物理学、化学以至社会科学的大协作，从不同方面向它进攻，而其中当然要以心理学的进攻为主。这种大协作已经开始了，并已收到了初步的成效。本书各文的作者就是不同领域内的专家。

生理心理学研究的进展使我们了解到大脑额叶和网状结构系统在维持觉醒和注意中的重要作用；大脑额叶和边缘系统是动机和情绪的生理基础。动物各种内驱力的有关神经解剖部位已初步查明。动物脑内自我刺激中枢的发现引起人们很大的兴趣，被认为可能为解决动物学习动机问题提供线索。但是本书内该现象的发现者认为它就是“愉快中枢”，并认为他的这个发现打破传统上认为情感没有一定中枢的旧框框，这种说法尚需进一步研讨。动物本能的结构和组成成分以及各组成成分出现的先后顺序的研究，丰富了人们有关本能的知识。脑内神经网络，特别是突触传递机理的研究，为了解各种心理过程赖以建立的神经元联结的条件打下了基础。睡眠和梦的研究揭开了长期以来被神秘的纱幕笼罩着的现象，推进到可以进行客观研究的新水平。脑化学是当前脑科学中最兴旺的一个重要部门，为探索各种心理现象的物质过程提供了新手段和新成果。本书有关这方面的文献略嫌单薄，不够充实。

至于各种认识过程的生理心理学研究，也同样取得不少进展。在感知觉中视觉感受野学说是一项突破，使人们对于视觉信息加工过程的认识向前跨进了一大步。学习和记忆虽然一向是心理学的中心问题之一，但是过去长时间内基本上是在宏观水平上进行研究，并未深入到内部机制中去。近一二十年情况发生了变化，这方面的研究已推进到神经元和分子水平。对于言语、思维这样复杂的心理现象，现在也已发展到探索其内部神经机理上。

美国心理学家汤普森选编的这本书，就上述各个方面的进展作了深入浅出的介绍，对于我国读者了解国外生理心理学的进展和现状是会有较好的帮助的。

汤普森选编的这本书取材较广，包括了人类起源和演化、遗传学和言语起源。我们觉得，这类问题虽然同心理学有一定的联系，但基本上属于邻近学科的范畴。而且这些文章已选入其他丛书，为避免重复，我们决定把它们删去。书中有一些篇章，科学性不强，也一并删去。对于其他一些篇章中行文内的不妥之处也作了一些删节。

我们还对于原书的编排次序作了某些更动。我们编排次序是，一、“脑和意识”，二、“神经元和突触：脑的整合和可塑性基础”，三、“行为和经验的化学：激素”，四、“感觉过程和知觉”，五、“学习和记忆”，六、“复杂过程：思维、言语和注意”，七、“行为的进化和发展：本能和经验”，八、“内驱力、动机的引起与情绪”，九、“睡眠、梦和觉醒”。这样，前三个部分主要讲脑的结构和功能以及内分泌系统，其次三个部分主要讲认知过程，最后三个部分讲本能、动机、情绪以及睡眠和梦。

本书汇集的文章大都是西方资产阶级科学家撰写的。他们在科学上有自发的唯物主义倾向，能够作出一定的甚至杰出的成绩，但是他们的明显的资产阶级世界观、唯心论和形而上学总还会在文章中流露出来。最突出的一个问题就是对人的心理的本质特点的理解。有些作者只看到人是由动物发展而来的，人和动物有不少共同的东西，而看不到人和动物更多不同的东西以至本质的区别，因而往往把从动物身上获得的结论直接来说明人的心理。有些作者虽然也说不能把从动物身上获得的结论随便扩大到人身上，但事实上还是那么做了。我们知道，不仅人和动物有本质的区别，就是不同种的动物之间也是有差异的，从一种动物身上获得的结果也不能随便推广到其他种动物身上，这一点已越来越

引起科学界的重视了。

当然,我们强调人的心理的质的特殊性,并不是否认动物实验对于了解人是非常重要的手段。我们只是要指出,以拟人论的观点去研究动物,或将动物研究结果机械地搬运于人,都是会有碍于科学健康发展的。动物实验之所以重要,不仅仅是因为许多实验是无法在人身上进行的,而且动物实验可以完全处于实验者的控制之下。例如经验的影响是心理学研究中很难控制的一个变量,但是在实验室条件下成长起来的动物,实验者就差不多可以完全控制其经验。所以利用动物研究的材料是很有必要的,但结果的引伸,特别是引伸到人,要极其审慎。

本书所介绍的实验材料,多数是关于动物的,关于人的实验材料不多。这也是当前国外这个领域研究现状的反映。但是生理心理学的最终目的是研究人,要达到这个目标还有一段很长的路要走。在目前要正确利用动物实验的结果,就只有依靠我们的高度的辩证思维。

本书关于动物行为的叙述,往往采用拟人化的方法。在通俗科学读物中为了行文的生动易懂这样做是容许的。但是我们应当注意,这仅只是一种比喻而已。不能因此混淆人和动物的本质差异。人的感觉、知觉、情感有所不同于动物,人的思维、动机、意志更加不同。忽视人的特点,忽视人的心理的社会历史制约性,把人视为“自然人”,或者从庸俗社会学的观点来看待人,这种倾向在西方心理学中有很深的影响,我们应当引以为戒。

随着生理心理学的迅速发展,也产生另一些片面性看法。这就是过份夸大遗传因素、先天因素、生理因素的作用。这在本书内也是有所反映的。有些作者认为动物的某些知觉和行为是在出生前就构筑在脑组织内部,有的作者甚至提出“先天的知识”这样的概念。这些显然是错误的,缺乏科学根据的。它们是哲学上的先验论在科学上的表现。我们认为,遗传因素、先天因素在动物行为的发展中是起着因动物的等级不同而不同的作用的,在人的心理发展中也起着一定的但比重要小得多的作用。否定它们的作用是不对的,但是起主要作用的还是后天的生活环境。对人来说尤其如此。我们知道,象动物的本能这样的先天行为方式,也要有一定的环境条件的引发才能表现其作用。就人来说,有精神病倾向的人并不必然患精神病,要有一定环境条件来激发。“狼孩子”这类的故事,更充分地说明环境条件的重要意义。

从事某一具体现象研究的科学家,往往容易夸大他所看到的东西,得出片面的结论。这就是所谓只见树木不见森林。本书某些作者的上述错误观点正是这种形而上学的思想方法的表现。

本书的主要校审者有刘范、荆其诚、曹传詠、李心天,以及孙晔等同志。

本文经潘菽同志审阅修订,刘范同志也提了一些宝贵意见,谨此致谢。

徐联仓 孙 晔
一九七八年一月于心理所

序 言

生理心理学,或称心理生物学,是我们理解行为和经验的生物学基础这个前沿阵地上一个十分激动人心的领域。由于近期关于神经如何发挥作用以给刺激编码的研究,我们在了解心理学的某些古典问题上——例如我们体验我们的视觉世界是怎么回事——进行得很顺利。的确,我们才刚刚开始利用生理心理学的新工具去接触人类最根本的问题,如意识的本质。心理生物学这个领域横跨许多领域和学科,可以举出一些:生物化学、解剖学、神经生理学、生物学和社会学。科学家们给这个领域起了许多名称,包括生物心理学、行为生物学,以及神经心理学。所有这一切都反映出揭示作为行为和经验之基础的物理和生物机制这个基本目标。归根结底,要最终理解我们自己和我们人类,别的途径是没有的。

这本选自《科学美国人》杂志论文的文集,概括了我们当代生物学和心理学交接面上的知识。从化学到社会科学许多领域内的杰出科学家编写的这些论文,具有简明易懂的重要特点:没有专业基础和训练而有兴趣的读者都可以读懂。

心理生物学代表着心理学和生物学的共同基础。因此它被列入生物学和心理学两学科的课程和教学大纲内。这个读本编写得符合于这两个学科的学生和教师的需要。

(孙晔 节译)

目 录

编译本前言	i
序言	v
一、脑和意识	1
“难解之结”	2
网状结构	19
脑波分析	26
割裂的人脑	37
二、神经元和突触：脑的整合和可塑性的基础	45
神经冲动和乌贼	46
突触	56
神经细胞和行为	71
脑的神经通路	89
三、行为和经验的化学：激素	103
激素	104
脑的化学刺激	114
应激和行为	125
四、感觉过程和知觉	133
痛知觉	135
耳	147
视像的网膜加工	158
脑的视觉皮层	171
眼睛运动和视知觉	184
感觉-运动系统的可塑性	197
五、学习和记忆	206
自主神经系统的学习	207
什么是记忆？	220
记忆和蛋白质合成	227
记忆的神经生理学	237
六、复杂过程：思维、语言和注意	252
学会思维	254
脑的机能组织	260
注意和言语知觉	271
七、行为的进化和发展：本能和经验	279
行为的进化	281

斑鸠的繁殖行为	291
早期环境	300
形状知觉的起源	306
八、内驱力、动机的引起与情绪	316
电控制的行为	318
脑的愉快中枢	331
猴子的好奇心	338
态度和瞳孔的大小	343
九、睡眠、梦和觉醒	352
睡眠状态	353
梦的模式	365
矛盾和觉醒	373
单调状态的病理学	382

一、脑 和 意 识

导 言

本部分讨论人脑，它是人的全部行为和经验的物质基础。虽然人脑是已知的最复杂的器官，但是某些组织原则使人们可以比较简单地概述它是如何起作用的。脑要完全了解它自身或许毕竟是不可能的。然而现在我们对脑至少如何控制简单行为方面的了解正取得巨大的进展。对脑的研究或许是人类努力的最具有挑战性和最令人兴奋的园地。

在第一篇文章“难解之结”中，G. W. 格雷对人脑，特别是大脑皮层，“人类极特殊的器官”，提出了一个有趣的评述。J. D. 弗伦奇在他的“网状结构”一文中描述了脑的较低部位中的细胞网络，这是一种看来在控制睡眠、觉醒和意识中起关键作用的结构。 α 节律当前是受到最广泛关心的题目，它是人和高等哺乳动物所特有的几种脑波类型中的一种。M. A. B. 布雷热在她的“脑波分析”一文中对脑波、脑波的特点和意义提出了广泛的说明。顺便提一下， α 节律是 H. 贝格尔描述和命名的，这位德国精神病学家在1924年第一次发现人类脑波。布雷热博士描述了用以分析脑波的近代技术，并且讨论了各种脑波模式的可能意义。

关于脑的一个有趣的事实是在每个头颅中有两个脑子。从蚯蚓那样的低等动物到人这样的复杂动物，脑都是左右对称：它作为被结实的纤维带连结的两个分离的半球而存在。手术分离动物和人的两半球，使得我们对觉醒和意识的了解取得重要的进展。R. W. 斯佩里、M. S. 加扎尼加和他们的同事们在加利福尼亚理工学院所作的研究是关于人类意识的最突出和最重要的工作。加扎尼加在他的文章“割裂的人脑”中对这些研究作了描述。在几个不可抑制癫痫病患者中，为了阻止单边的发作从一个半球扩展到另一半球，而将两半球之间相互连结的纤维切断。治疗看来是成功的。然而在这里更有趣的是病人似乎有两个独立起作用的脑半球和两个独立的“意识”。

(张武田 译)

“难解之结”

G. W. 格 雷

1948年10月

人脑组织是由几十亿个神经细胞编织成的。每个神经细胞都可以与近邻或远邻的相联系。芝加哥大学神经学家 J. 赫里克计算了一下，仅其中的一百万神经细胞，如果按各种可能的方式成对地连结起来，那末，可能的组合总数就达 $10^{2,783,000}$ 。这是一个多么惊人的数字，如果把它写出来，并且排成你现在阅读的版面，就得有 350 多页《科学美国人》去印它。而且，我们可以确信，大脑具有以千百万计的神经细胞，而每一个神经细胞又可以与两个以上更多的细胞挂钩结合。

生命在其从原生代起漫长的演化过程中，创造了无数的模式，但没有任何东西可以在结构的复杂性和机能的高超性方面能与著名的英国生理学家谢灵顿爵士称之为“难解之结”相比拟；我们用它来感受、来看、来听、来想和作出决定。这个“人体的主要组织”也许是整个生物学研究中最具有挑战性的。

人们可以从鱼到人来追踪这个主要组织的进化，并且观察随着后继的每一个种变得能更好地适应陆地上复杂生活条件，具有更多样的生活能力——而且更加聪明，大脑一些部分相继产生。与此相似，在人的胚胎发育中，细胞数量的不断增多以及细胞的专门化不断加强这两个过程使脑形成起来。起初，怀胎后的几天，有一些表皮细胞被选作为神经机能的组织。从这个微细的神经管形成脊髓，与此同时，后脑、中脑和前脑也从同一个胚胎结构中发育起来。

前脑发展成神经系统的最高组织和整合部分，即大脑皮层。这个灰色被盖起初只是胚胎脑中一个不显著的节段，最后却增长得那么大以至必须将自己折皱起来，使其扩展的表面容纳在颅骨壁内。当发育成熟时，大脑皮层就完全遮盖了自己从那里发展出来的整个脑结构。它遮蔽着和支配着它们，控制着它们的许多机能。每个神经细胞或神经元都有一些纤维通到皮层和脑的其它部位的神经元。成百万条的联络线，把灰质的一个区与另一个区连结起来，并且转而跟远离的器官相连。脑用这种办法同肺脏、心脏及别的器官发生联系；同作为触、味、嗅、视、听及其它感觉的感受器的专门化细胞发生联系；也同产生动作的肌肉发生联系。

皮层好比控股公司，统一和扩展位于脑干的一些老公司的业务。在合并之下，老公司并没有被废弃。它们仍然是较现代的组织有用的助手，管理着常规的活动，如呼吸和消化；作为联络的通道；也许还可以作为后备的支持机构，能在应急情况下恢复它们先前较高级的机能。然而，研究和预见、计划性、首创性、新思想的产生、大胆的新设计，这些却都是由上层的控股公司来实现的，并从那里控制着合并了的系统。

这个顶部的脑是人类的非常特殊的器官。其细胞网路内进行的活动造成人与兽之间

的根本差别。大脑皮层机能不仅区别人与动物，而且比任何其它官能更多地表现出人和人的差异。

如果人类所应当研究的就是人，毫无疑问，关于人的最大的生物学兴趣就是他的大脑，特别是具有二十亿细胞的皮层灰质。没有皮层灰质来编奏管弦乐，便“没有思想，没有莎士比亚的美妙诗剧，也没有快乐和悲伤”。

皮 层

没有一个皮层在脑回的数量或大小上跟另一个皮层完全相同。的确，看起来好象每个人顶部的脑和他的脸一样独特。但某些表面标记却是所有脑的特点。最突出的标记是纵分为大体相等的两个半球(参看第 12 页上图)。其次，有一条大裂从外侧横切每个半球。它始于纵分部分，经由大脑隆起并向下延伸到脑边，如果朝此方向续延下去，就将到大约耳朵对面。这条大中央裂(也叫 Rolandic 裂)是在人脑、猿脑和猴脑里发现的。在灵长类动物脑里，还有另一个典型的特征，称西尔维裂。它是脑的一条大峡谷(Grand Canyon)，一条深峡谷，它来自每个半球的基底面而沿着边缘转向上后方。西尔维裂是用十七世纪法国解剖学家西尔维的名字来命名的。

上述两个显著的坑沟，正是大脑两半球细分成区的自然界线。脑解剖学家几乎首先就是致力于把这些部分描画出来。每个大脑半球中央裂和西尔维裂前的所有部位叫做额叶。头颅枕骨下脑球的后部称为枕叶。在前后叶之间，早已找出两个别的叶：一个上中间区(顶叶，之所以这样命名是因为它位于头颅顶骨之下)和一个下中间区(颞叶，西尔维裂下面)。还画出了一个边缘叶，位于两半球间的裂缝中，围绕着大脑皮层的根部，这里灰质脑回彼此相对。

早先的解剖学家，把大脑分成这些叶时，显然并没有想到把某些专门功能与一定的叶相联系。公认的看法是，脑是以一个整体来活动的；若皮层的某部位由于事故或疾病丧失了功能，那末，它的功能就由别的一些部位所代偿。这个观点，在十九世纪初叶以前，几乎是无可争议的。

后来，大约在 1805 年，维也纳的医生 F. J. 加尔开始提出学说，认为言语功能是定位在额叶的，正好在眼睛的上面。他观察到善谈的人都有突眼睛，他并且断定这是因为他的额叶特别发达，迫得双眼向前和向下，致使下眼睑凸出来。

另外一些人指出，有不少演说家是没有突眼睛和囊状下眼睑的，但加尔的看法还是赢得了不少追随者。不久，加尔又把自己定位的看法扩展到包括皮层的 24 个区。他宣称这些是许多官能的控制中枢，包括残酷、求知欲、食物嗜好、数学天资、曲调感、秩序感甚至时间感，诸如此类品质。

加尔忽视了目前我们视为脑的基本功能的那些诸如视、听和其它感觉能力，而只考虑道德品质的定位。颅相学就这样作为一门“科学”而开张了。依照他的看法，测量人头的隆起就可评定人的个性和各种精神官能。在若干年代里，它作为一门主要的迷信，经历了一个兴旺时期。

当这种荒谬的见解遍及全球的时候，少数几个前驱的医生正在将脑机能的探索工作真正地向前推进。这种进展是缓慢的，因为麻醉和消毒在当时仍然是未来的事情，而且要

打开脑盖就等于宣判死刑。然而,有一些状态提供了间接的证据,其一是仅影响半边身子的中风。

早期的定位

巴黎的 M. 达克斯曾注意到这种情形:每当中风致使惯用右手的人右边瘫痪时,通常,病人的言语官能便受到某些损失。从解剖学研究得知左半球的神经通路在脑干部位交叉,并且通向身体右边的肌肉。达克斯由此推论:言语中枢必然位于左半球;使肌肉控制瘫痪的损伤,同时也损坏了言语中枢。

1861 年,法国的另一位医生 P. 布罗卡曾报道过两具中风死者的尸体解剖,进而把定位的研究推进一步。在每个病案里,患者都只是右边瘫痪,并且患有不能说话的重失语症。在尸体解剖中,布罗卡发现左额叶部位的组织有严重的病变。据此,他主张脑对声带的控制,不仅限于左额叶,而且应把它定位在第三额回基底部的一个小区。

从那时起,布罗卡氏裂和布罗卡氏区就成了额叶的可辨认标记。后来,脑的探索者们用一些新的工具和改进的技术使控制言语器官的中枢得到更精确的定位。然而,其定位仍然在布罗卡依据少量尸体解剖证据所确认的区域附近。人们恰当地把他当作大脑定位的伟大开路先锋而加以纪念着。

继布罗卡不久之后,英国的神经学家 H. 杰克逊开始把定位的思想用到癫痫、舞蹈症和其它脑病的研究中去。于 1869 年,他作了一个清晰的概括,这个概括的才智给人特别深刻的印象,因为他没法用外科手术或动物实验来验证自己的推测。杰克逊完全根据对病人进行的观察和对脑的尸体解剖,宣称大脑皮层有个基本的机能分界,横切着两个半球。脑的所有感觉机能——光、声、触摸和来自一些其它感官信号的接受——都局限在中央裂后部的各叶,而脑的所有运动机能则定位于中央裂之前。

一年以后,在柏林, G. 弗里奇和 E. 希齐希开始用狗脑作实验,首先证实了这个大胆的假设。他们用弱电流刺激狗的右半球前额区,狗的左腿出现运动。与此相似,刺激狗的左半球前额区,狗的右边出现肌肉反应。但是,用同样的电流刺激脑后侧,虽然给以多次刺激,也不见肌肉作出任何反应。

该项实验证实了杰克逊的想法,这使杰克逊感到兴高采烈,别的许多神经学家们也感到高兴。终于,好象找到了关于皮层一般组织的线索。

但是,人们可以这样来推论:若感觉的接受限于脑后部各叶,运动控制限于额叶,那末,不同区域的细胞结构是不是也应当有差别呢?这就导致了大规模对脑组织的探究。但直到发明用组织染色的方法进行显微镜的研究之后,才真正有所前进。尤其是在实现了下述三种染色技术之后:其一为意大利的 G. 高尔吉;其二为德国的 F. 尼斯尔;其三也是德国的 K. 魏格特。不同的染色都提供了关于组织的不同细节,并使得组织学家们看到大脑皮层灰质是由几种细胞构成的,这些细胞被排列成六层:1) 表面层或分子层,这里平铺着称为水平细胞的微结构;2) 颗粒细胞层,细胞小而微圆;3) 锥体细胞;4) 颗粒细胞密集部;5) 较多较大的锥体细胞层;6) 小梭状细胞基底层。

这种六层的模式是典型的,但把各种不同皮质区作切片检验时,研究者们发现了同这个模式有所区别的现象。最明显的不同出现在比较中央裂前区和一些后区时,后区是跟

视、听及其它感觉机能明显有关的。对这些感觉区所进行的显微镜考察表明，第三层和第五层锥体细胞大大地缩小了尺寸，同时，两个颗粒层密布着它们特有的小球状细胞。与此相对，在运动区发现正好相反的现象。因此，不仅各脑区而且各脑细胞也有专门的机能。颗粒细胞的机能是接受感觉信息，而锥体细胞则担负传递运动信号的相应作用。

能不能深入一步？我们极想知道完成大脑活动这种绝妙的管弦乐曲的神经冲动性质。神经冲动在何地 and 如何工作，致使这个神经冲动被译为触摸，另一个被译为声音，而第三个被译为光？记忆存储在何地？哪里是判断、想象和我们称为智力、艺术、道德等高级官能的地方？

没有人会宣称今天在回答这些问题上已超越了开始阶段。某些回答要比另一些更零碎些，但却从来没有放松过努力去完成它们，因为，探求的诱因是迷人的。诱因基本上有两个：智力的好奇心和减轻疾病的渴望。不仅实验室的研究者，而且包括临床的医生们，继布罗卡和杰克逊之后都为提供新知识作了大量贡献。费了好多的心思，想了好多的主意，用了许多的工具和技术才绘制成我们现有的关于脑的图谱。

电 的 探 索

今天，电的工具成了探索脑的主要工具。这是很自然的，因为灰质本身就是电脉冲发生器。它从各种感官接受来的信息和下达给肌肉的指令都是带有电的性质的。因此，电流可以用来刺激脑，这种方法对于脑的机能来说完全是正常的。反过来，脑及其神经的辅助系统所产生的电脉冲，也可以检录和测量以确定任何一个选定区域的活动程度。

在两种电的探索技术中一种是用来研究由脑到躯体反应；另一种是用来研究由感觉器官到脑。头一种方法是把载有低压交流电的灵敏的电极施加于暴露出的脑上所选定的区域。这种技术在探索皮层的一些运动区是最成功的。另一方面，躯体到脑的方法，不输入电流，而只检录脑本身所产生的电流。在这种研究中，研究者给感官一个适当的刺激，并且在脑上面移动电极，以确定感觉信息达到的地方。该刺激也许是在脚底上一个轻微的触动，一个闪光，或一个声音。尔后，皮肤、眼睛或耳朵开始产生神经冲动传至皮层，而接受信息的区域，增加它的电输出宣告信息的到达。这些放电是十分微弱的，只是在真空管放大器发展后，研究者们才可能创造出有足够灵敏度的接受器去测量它们。

专用的真空管放大器有两种：阴极射线示波器和脑电图描记器。在脑电图描记器中，从脑里检到的微弱放电，可能被放大几百万倍，以产生一定的电压，通过一个电磁铁带动一只笔把电搏动的模式描画在转动的纸带上。这些脑电波提供了置有电极的脑区中波动性的电活动的真实记录。

阴极射线示波器的原理也一样，但是应用的方式有所不同。在这儿，用电极所得到的脑电流也同样地被放大，不过，它们不是把记录描绘在带上，而是偏转阴极射线管内运动的电子束。运动的电子束投射在一个萤光屏上，表现为一条颤动的发光线。每当所考察的脑的区域随着电活动的增加而闪烁时，发光线便和加速的放电同步波动。发光线的频率与波峰和波谷的振幅量度着放电路细胞电输出。

阴极射线束与脑电描记器相较是更为灵敏和更加精确的工具。它对于象 C. N. 伍尔西、P. 巴德、W. H. 马歇尔及其同事在约翰·霍普金斯医学院所做过的那类考察是

特别方便的,即在一些详尽的研究中,一个实验可能持续长达 90 小时。在这些深度麻醉的动物身上做的考察中,振动器用来触发动物的脚爪毛,当触刺激反复不断时,电极也在脑上面从一点到另一点转换着。同时,研究者和他的助手一直注视着示波器射线束的颤动的线。有时必须先测定好几个点的位置,尔后示波器光束的突然急剧偏转告示这儿才是脑对触发脚爪反应的细胞群。其后,可以半毫米半毫米地考察这个区域并标出其边界。

在一些研究中,脑电图描记器是更可取的工具。当需要用脑电波的连续波动的模式来评价脑的背景活动时,它就是不可缺少的了。脑电图描记器还可能同时测定许多不同区域的放电。目前正在使用的脑电图描记器可以检出和记录六道或更多的脑电波轨迹,并排地把它画在同一个纸带上以便比较(参看第 17 页下图)。当然,用一组阴极射线示波器同时工作,用照相记录脑电波,也能完成同样的工作。

外科手术对于脑的机能定位也有巨大的贡献。切除动物脑的某些部位,其后所出现的动物的行为,就直接地提供了与切除区域有关的机能的证据。在人身上进行手术是另一个丰富的知识来源。当然人脑不能随便地打开以用于实验研究,但是为了切除肿瘤,切除大脑患病组织部分或为了别的临床原因而必须打开头颅时,常常可以进行定位的实验观察,有时人脑可用来验证在低等动物身上所发现了的东西。

投 射

神经信息传递的内容不决定于它的来源。不论信息是由眼睛、耳朵、鼻子、味蕾还是触觉器官传来,除非信息到达脑内相应神经末梢,否则将没有什么区别。到达听觉区并携带足够的电压以引起听觉区神经原放电的任何一个神经冲动,都能被接受并译成声音,而不管它的来源是什么。如果有一个始于嗅器官的神经冲动,在传输中转辙而到达脑的听觉中枢,人们则会听到气味。

某些种类的局灶性癫痫提供了一个生动的证据,证明大脑能产生它自身的感觉。一个患这种病的病人曾报告,在痉挛发作之前,他老是看见光环。另一个患者的预感是声音;他听到不和谐的噪音。在一些病案中,癫痫发作的预兆是恶臭的气味或奇怪的味道。这些反常感觉是脑内一些超常活动细胞的自发放电所引起的。碰巧在一个患者身上超常活动细胞和视区发生联系,而在另一个患者身上超常活动细胞则和听觉区发生联系,如此等等。

专门接受感觉信息和专门发送运动指令的一些皮层部位统称投射区。78 年前,弗里奇和希齐希用电刺激找到了所有运动机能的投射区。在人脑中,运动机能的投射区是额叶即中央裂的正前方。

面对这些运动区,沿着中央裂后坡延伸而占据毗连的顶叶高原的是身体感觉投射区。在那里,接受来自身体所有部位的触摸感觉。脑的最后部,枕叶的后方是一块白斑质,通称为纹状皮层即视觉投射区。颞叶的上后方,西尔维裂下缘是听觉投射区。由气味引起的一些神经冲动,从鼻的神经末梢通向皮层下面的嗅球,并从这个小区分布到许多界限不明的区域。实际上,神经学家对嗅觉的局部解剖学和生理学了解得很少。对味觉的投射区他们知道得更少。依 T. 鲁思和 H. D. 佩顿的意见,有证据表明这种味觉的中枢可能在顶叶下面,这个部位称为顶盖。

发送信息的感官,把自己的映象完全投射到脑。耳蜗是关键的听觉器官。它的映象被投射在颞叶的听觉区。耳蜗是内耳的螺旋状的竖琴,用其蜷曲起来的神经组织的薄膜与可听声频的全阶振动协调。水晶体把我们所见物体的映象聚焦在眼睛的一定部位上。该部位是网膜中心很少的一个部分。这个极微小的一块被精确地投射在枕叶的纹状皮层视区,然而是一个放大的复本。脑实际上把照亮网膜棒状细胞和锥状细胞的情景放大几千倍。味蕾和嗅器官到底投射什么样的映象是难以想象的。但是,一当谈到本体感觉区和运动区时,这又是没有多大怀疑或推测的了。这儿所投射的映象是一个矮人的映象——奇形怪状并且多少肢解了的人体缩影。

许多著名的神经学家,大多数是外科医生,都对人脑的运动机能和本体机能进行过探索,从定位方面说,我们对这两个区域比大脑其余的区域了解得更多。英国的霍斯利、比德韦尔和谢灵顿,美国的基恩、库欣和兰塞姆,德国的弗尔斯特和其他人,开辟了 this 领域。W. 彭菲尔德及其同事在蒙特利尔神经研究所进行了最广泛的研究。彭菲尔德博士征得他的外科手术病人的同意,用电的探索方法考察了大脑皮层。现在,他已有了几百人的资料。

这些累积的结果表明,同身体特殊部位有关系的脑表面积的大小,不是与该身体部位的大小而是与其使用程度成比例。同手和手指有关的区域要比同脚和脚趾有关的区域更大,这是因为我们更常用双手。嘴唇的投射比头的所有其余部分占据着更多的本体感觉区。脑将身体肢解开来以表现本体和运动机能,手臂和大腿相连,躯干差不多不存在,头与身体分开,舌与头分开。在第 14 页和 15 页上的画引自彭菲尔德博士即将出版的专著“人的大脑皮层”中的两个“矮人”。使用这些图得到了他的同意。

动物进化的阶梯愈低,身体的脑投射的这种变形则愈小。在约翰·霍普金斯的神经生理学研究小组已考察了一系列动物的本体代表点。这些动物是猿猴、狗、猫、羊、猪、兔和鼠。伍尔西博士说,直到这个研究小组考察到鼠,才找到了一个与该动物身体有相应模样的脑投射。猿猴脑的投射比彭菲尔德的矮人更象一个整体,但是从映象中很难看出它就是它所代表的动物。猫的投射映象与原形比较近似,但仍然是它的身体一个残缺不全的复制。鼠的映象虽然奇形怪状,庞大的头,过大的唇,然而却大致象鼠。

这些变形告诉我们,各皮层都反映着身体日常生活的模式。在猪脑里,大部分本体感觉投射区是属鼻的,蜘蛛猴有一个卷尾,所以有一个庞大的尾区;一些狗的嗅区占有最重要的位置。英国剑桥大学的 E. D. 艾德里安作了关于猫的实验报道。这个实验是用气流通猫的鼻孔。即便空气不带有研究者所能闻到的气味,但猫脑表面却有三分之二出现了电的活动。

几年前,艾德里安对猫的皮层作了电的考察,发现有个独立于已知投射区的第二个本体感觉投射区。过后不久, S. A. 塔尔博特在约翰·霍普金斯发现猫脑里视机能也有第二个投射区。此外,伍尔西博士和 E. M. 沃尔兹尔在约翰·霍普金斯作的另一系列研究,发现猫脑还有第二个听觉区。此后,在别的许多动物脑里,两个投射区也得到了表证,但没有例证表明嗅觉和味觉也有两个投射区。

近来,蒙特利尔的彭菲尔德博士发现人也有一个额外的本体感觉区。该第二投射区是在顶叶,但与毗邻中央裂的已清楚了解的区域分离开来。

联 合

人是否象一些动物一样有两个视觉投射区和两个听觉投射区，这还是不清楚的。我们不明白新发现的本体感觉区的活动，是从属于原发区的还是等同于原发区的。对狗进行的一些实验表明，只有听见大的声音时，听觉机能的第二个投射区才起作用；这些实验也指明，第二投射区同原发的听觉中枢投射相较，其声音模式映象是粗略的。

一些投射区所接受的光、声、触和别的信号是随机信息的杂集。其中的每一个要是没有顶脑其它一些区发挥作用的话，那就可能总是新异的、令人困惑的和无用的。烧伤过的小孩回避火，但并不是因为本体感觉区接受过激烈的痛信号，而是联合给予教训，也就是痛与看到火，或许与警告的惊呼以及缩回的肌肉活动等等的联合。

为了使当前的信息跟过去的信息联系起来并认识当前信息的意义，脑就必须有记忆。这意味着成百万的机能相互联系，感觉中枢彼此之间及其与运动中枢的无数连结，资料的反复交换以进行分析、比较与综合。皮层的这样一些精巧功能是由联合区来完成的。

要说联合区比投射区更加重要，是无意义的，因为没有投射区——倘若我们可以这样想象的话——皮层就没有关于外界的信息并无法随意控制身体的肌肉活动。但虽然投射区是不可缺少的，可是它却是皮层活动的最低水平。当我们沿着动物智力阶梯继续往下时，我们会发现投射区所占脑的比例不断增大，而联合区所占的比例却在递减。鼠的整个皮层差不多都是投射区。伍尔西博士说过“要看到联合区的任何位置，都是困难的”。

人的顶脑有四分之三强是由联合区占据着。例如，枕叶后方一小块纹状皮层即网膜投射映象的感觉区被称为纹状旁皮层的联合区所包围。它的周围——紧密交织使界限模糊不清——有第二个视觉联合区即纹状周围皮层。可以找到连结这三区的纤维。此外，有许多纤维是从纹状周围区穿过中央裂下与额叶某些部位相连。因此，大脑的视觉机关虽然只占有枕叶后部一个小的区域，但与顶脑许多部位都有连系。即使我们只考虑纹状旁和纹状周围的表面，它们也有视觉投射中枢区的几倍大。

破坏大脑两半球视觉投射区的伤害引起器质性全盲，神经学家称之为皮质盲。如果限于损害纹状旁区（第一联合区），那末，受害者可以看得见，但不能认知或确认他所看见的是什么。这是心理盲，失悟症的一种形式（缺乏认知）。如果纹状周围区（第二联合区）遭受损害，人可能不会在认知客体上发生困难，不过当客体不在时，是不能把它的形象回忆出来的。这类缺陷是早在使用语言的障碍上看出来的，其时，病人不能把印刷的或书写的词跟任何意义联系起来。因此，第二视觉联合区机能的缺失，通常称为字词盲，这是所谓感觉性失语症（言语缺失）的一种。

当脊髓灰白质炎在洛杉矶流行时，有一个医院的护士也受到感染。她幸免瘫痪，可是大约三个星期后，表现出她的视觉官能受到损害。有一天，她突然问旁人，“为什么护士们都穿黑制服啊？”。试验证明，除掉她未能认出洗浆过的白制服外，有些别的东西她也认不出来。

J. M. 尼尔森在他的名为“失悟症，失用症，失语症”一书中报道过这个病例。他述说：“当我们要求她去阅读时，她回答说看不见。给她画了一个高度约 10 公分的 0 字时，她盯着这个 0 说，我们把它摆得太近了。修正一下位置之后，她又说我们把它摆得太远