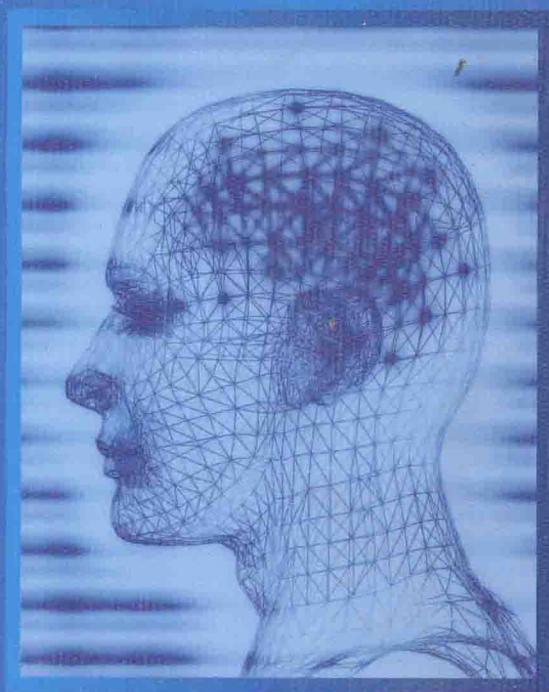


神经心理学原理



SHENJING XINLIXUE YUANLI

主 编 / 徐金梁 王彦芳 闫 欣



人民军医出版社

PEOPLE'S MILITARY MEDICAL PRESS

神经心理学原理

SHENJING XINLIXUE YUANLI

主 编 徐金梁 王彦芳 闫 欣



人民军医出版社

PEOPLE'S MILITARY MEDICAL PRESS

北 京

图书在版编目(CIP)数据

神经心理学原理/徐金梁,王彦芳,闫欣主编. —北京:人民军医出版社,2015.3

ISBN 978-7-5091-8263-5

I. ①神… II. ①徐… ②王… ③闫… III. ①神经心理学 IV. ①B845.1

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2015)第 041891 号

策划编辑:张忠丽 文字编辑:赵 民 责任审读:陈晓平

出版发行:人民军医出版社 经销:新华书店

通信地址:北京市 100036 信箱 188 分箱 邮编:100036

质量反馈电话:(010)51927290;(010)51927283

邮购电话:(010)51927252

策划编辑电话:(010)51927300—8230

网址:www.pmmp.com.cn

印、装:三河市春园印刷有限公司

开本:787mm×1092mm 1/16

印张:20.75 字数:582 千字

版、印次:2015 年 3 月第 1 版第 1 次印刷

印数:0001—1800

定价:119.00 元

版权所有 侵权必究

购买本社图书,凡有缺、倒、脱页者,本社负责调换

编者名单

主 编 徐金梁 王彦芳 闫 欣

副 主 编 杜巧荣 肖迎春 郭艾萍 师永齐

编委会名单 (按姓氏笔画排序)

王彦芳	山西医科大学第一医院
刘 敏	青岛大学医学院附属医院海阳分院
孙玉华	河南大学淮河医院
师永齐	太原市精神病医院
闫 欣	山西医科大学第一医院
吴武姿	江西省武警总队医院
杜巧荣	山西医科大学第一医院
杨 凯	同心县人民医院
肖迎春	福建医科大学附属协和医院
林 军	沈阳军区总医院
姚晓腾	惠州市第一人民医院
赵骏达	新疆医科大学第一附属医院
徐金梁	广西医科大学附属第一医院
郭艾萍	山西煤炭中心医院
蒲国兴	谷城县人民医院

内容提要

本书全面系统地阐述了大脑的功能,对许多复杂的心理现象、精神病理现象等做了较清晰的说明,观点新颖、独到,从微观到宏观,提出了正确认识人脑功能的新观念。本书融神经、精神、心理、电脑知识于一体,适于从事神经病学、精神病学、心理学、生物仿生学、计算机技术等学科人员阅读。

前言

心理的实质是什么？一个人为什么会进行思考？为什么会有情感活动？一个人为什么会产生意识活动？意识活动的实质是什么？一个人为什么会出现这样或那样的心理障碍或精神障碍？它们的机制又是什么？单用神经解剖学和神经生理学的知识很难对这一系列问题做出全面清晰的解释的。有上千亿细胞的人脑到底是怎样工作的，至今还没有一个统筹全局的认识。如果只是从局部神经细胞学角度去解释，那是很难说清楚人脑的工作机制的。随着电脑科学技术的飞速发展，电脑可以模拟人脑的许多功能，包括人类特有的最复杂的智能。这说明电脑和人脑在工作机制上有相似之处。电脑的基本理论是信息论、系统论、控制论，因此人脑的功能也应该可以用“三论”理论来指导、说明。这才是正确探索人脑奥秘、认识人脑功能的最理想的途径。通过长期的临床实践研究，我们发现了一些相似之处，通过电脑和人脑工作机制的对比，利用“三论”的观点去分析人脑的各种功能，就可发现人脑的一些工作机制是可以认识的，特别是许多过去难以解释的热点和难点问题，现在都能够进行比较清晰的说明。

本书经过长时间的整理编写而成，特点是：对电脑和人脑功能的相似性和差异性进行了全面的比较；全面阐述大脑各个方面结构和功能；对心理学领域的许多重大问题提出个人的见解；对神经学的许多复杂症状所产生的机制提出了新的看法；对精神医学的许多现象提出了一整套的解释；对精神疾病产生的原因和机制亦提出了自己的看法及精神疾病的治疗问题；对变态心理学的许多现象进行了机制的探讨。

本书全面、系统地阐述了神经心理学的原理，基本涵盖了神经心理学的大部分内容，做到循序渐进、互相参照、深入浅出、详略相济。

受水平所限，对书中错误或遗漏之处，恳请专家和广大同仁批评指正，不胜感激。

编者

于广西医科大学

2014年12月

目 录

第 1 章 总论	(1)
第 2 章 大脑的基本结构和功能	(3)
第一节 大脑皮质的基本结构	(3)
第二节 神经元活动的生物电学特征	(7)
第三节 神经元联系的基本网络特征	(11)
第 3 章 电脑的工作机制概述	(14)
第一节 电脑的工作机制基础	(14)
第二节 电脑的电子技术知识	(17)
第三节 逻辑运算和逻辑设计基础知识	(18)
第 4 章 人脑和电脑工作的比较	(24)
第一节 人脑和电脑工作的相似性	(24)
第二节 中央脑系统功能的神经心理学机制	(28)
第三节 人脑和电脑工作机制的不同	(31)
第 5 章 大脑皮质各级功能活动的神经心理学机制	(34)
第一节 感觉皮质区功能活动的神经心理学机制	(34)
第二节 额叶皮质区功能活动的神经心理学机制	(38)
第 6 章 大脑皮质高级功能活动障碍的临床表现	(42)
第 7 章 记忆的神经心理学机制	(49)
第 8 章 注意的神经心理学机制	(58)
第 9 章 语言活动的神经心理学机制	(64)
第一节 语言是信息的代码系统	(64)
第二节 电脑语言的启示	(67)
第 10 章 大脑智能活动的神经心理学机制	(70)
第 11 章 大脑思维活动的神经心理学机制	(79)
第 12 章 大脑意识活动的神经心理学机制	(84)
第 13 章 梦的神经心理学机制	(89)
第 14 章 运动现象的神经心理学机制	(96)
第一节 运动控制的神经心理学机制	(96)
第二节 基底核在运动中的调节作用	(101)
第三节 小脑在运动中的调节作用	(104)
第 15 章 癫痫现象的神经心理学机制	(107)
第一节 脑电变化的神经心理学	(107)
第二节 癫痫现象的神经心理学	(110)
第 16 章 情绪的多维结构和心理生理作用特征	(118)
第 17 章 情绪致病的神经心理学机制	(122)

第一节	情绪致病的神经心理学	(122)
第二节	情绪脑的研究现状	(125)
第 18 章	中央脑系统功能的神经心理学机制	(130)
第一节	脑干网状结构功能的神经心理学	(130)
第二节	边缘系统功能的神经心理学机制	(138)
第 19 章	大脑各区功能活动的神经心理学机制	(145)
第一节	额叶功能的神经心理学机制	(145)
第二节	顶叶功能的神经心理学机制	(152)
第三节	颞叶功能的神经心理学机制	(157)
第 20 章	裂脑人病理现象的神经心理学机制	(164)
第 21 章	人格的神经心理学机制	(170)
第一节	人格的多维结构及活动特征	(170)
第二节	人格的神经心理学机制	(173)
第三节	人格问题的实验心理学资料	(175)
第 22 章	人格心理学的神经心理学机制	(180)
第一节	气质形成的神经心理学机制	(180)
第二节	性格形成的神经心理学机制	(183)
第三节	人格形成的神经心理学机制	(188)
第 23 章	心理动力学原理	(193)
第一节	心理动力学基本原则	(193)
第二节	心理动力学的应用——心理动力学分析	(201)
第 24 章	精神病理现象的神经心理学机制	(205)
第一节	精神症状的神经心理学机制	(205)
第二节	精神分裂症发病的神经心理学机制	(213)
第三节	情感性精神病发病的神经心理学机制	(217)
第四节	精神分裂症形成的神经心理学机制	(220)
第五节	精神病治疗的神经心理学机制	(224)
第 25 章	神经症形成的神经心理学机制	(229)
第一节	睡眠障碍的神经心理学机制	(229)
第二节	神经症形成的神经心理学机制	(232)
第三节	强迫症现象的神经心理学机制	(234)
第四节	焦虑症现象的神经心理学机制	(237)
第五节	恐怖症的神经心理学机制	(240)
第六节	癔症发病的神经心理学机制	(243)
第七节	心身疾病形成的神经心理学机制	(248)
第八节	心脏神经官能症的神经心理学机制	(251)
第 26 章	变态心理现象的神经心理学机制	(255)
第一节	催眠现象的神经心理学机制	(255)
第二节	超觉静坐现象的神经心理学机制	(258)
第三节	成瘾现象的神经心理学机制	(260)
第四节	迷信行为的神经心理学机制	(264)

第五节	自杀行为的神经心理学机制	(268)
第六节	性心理障碍形成的神经心理学机制	(272)
第七节	病态人格的神经心理学机制	(276)
第 27 章	人性形成的神经心理学机制	(280)
第 28 章	心理治疗效果的神经心理学机制	(285)
第一节	心理咨询效果形成的神经心理学机制	(285)
第二节	心理治疗效果形成的神经心理学机制	(289)
第 29 章	临床综合征形成的神经心理学机制	(293)
第一节	失认症形成的神经心理学机制	(293)
第二节	失用症形成的神经心理学机制	(300)
第三节	忽视症形成的神经心理学机制	(305)
第 30 章	人脑和电脑智能的比较	(311)
参考文献		(317)

第1章

总 论

一、电脑是研究人脑功能的重要线索

人是万物之灵,因为人类拥有世界上最复杂、最精密的器官——能思维、充满智能活动的大脑。人脑是自然界最复杂的系统,要揭示人脑的奥秘可以说是自然科学中最为艰巨、最为困难的任务。这是因为人脑的结构太复杂的缘故。大脑皮质有上千亿个细胞,它们是怎样联络?怎样工作的呢?我们知之甚少。在目前的科学技术条件下,人们还没能找到反映它们内在逻辑联系的办法,因此要了解人脑的结构和功能存在一定的困难,特别是大脑最复杂的那部分功能——心理活动。要知道心理活动是世界上最复杂的物质运动形式,它扑朔迷离、难以琢磨。故此揭示它的奥秘成了科学家们共同追求的目标。

近20年来神经科学取得了迅速的发展和长足的进步,尤其是对人脑结构和功能的认识已经提高到一个新水平,可以说神经科学是目前生物医学发展最快的学科,这为我们研究人脑倾注了新的活力。人脑毕竟不只是许多神经元的简单堆砌,而是生物界千百万年进化过程逐渐发展而形成的一部极其精密的机器。因此要揭示人脑的奥秘除了需要多个学科、多个专业的共同努力,还必须有一个总体的思路,才不至于被一些表面现象所迷惑而走弯路。人体对外来刺激的任何一种最简单的反映,都可以把它分解为神经通路水平的活动、系统水平的活动、脑内局部神经回路水平的活动、单个神经元水平的活动以及分子水平的活动等。但是用分子水平的知识、神经元局部回路水平的知识去说明大脑所有的功能现象肯定会犯错误。因为它无法说清大脑系统水平的活动,特别是大脑皮质最后形成的4级皮质的功能。由于在动物界还没有相似的大脑可以借鉴、观察和研究。人脑这部分的功能又那么虚无缥缈,在这种情况下,能否从其他方面去找解决问题的线索呢?

近年来计算机的功能应用已具有像人类那样能进行思维和智能活动了,因此人们称之为“电脑”。目前电脑又在模拟人的思维、进行识别图形、听懂语言、适应环境等智能活动方面又取得了可喜的进展,对此人们完全有理由去推理:电脑是怎样工作的?它的工作方式有没有和人脑相似的地方?能否从电脑智能的工作机制中寻找人脑的工作原理呢?现在看来这是可能的。电脑作为一种能思维的机器,逐渐被人们所接受,拨开迷雾,便可以清晰地看到它毕竟是人们长期生产实践和科学研究的产物。它所具有的神奇功能,正是人类赋予的。是人脑智能的延续,是人脑智能规律的反映。人脑是自然界最复杂的系统。但是从信息论、系统论、控制论的观点看,人脑也不过是一部信息处理器。其主要功能就是进行信息处理。那么人脑和电脑在处理信息的过程中,会有哪些相似的地方呢?从这个角度考虑,我们可以把电脑的各个系统、各个结构是如何工作的?它们是如何联系的?各个部件在信息处理过程中各起什么作用?从中找出规律性的东西,借以找出人脑活动的规律。这实在是很有诱惑力、富有挑战性的设想。过去的十几年里已经有许多人做过这方面的探讨,并且也取得了不小的成绩。作者亦长期从事神经、精神、心理的临床和教学工作,对人脑的工作机制有较大的兴趣。因此主张并希望:对许多精神医学、心理活动的现象应该有一个正确的解释。近年来,作者积极参与电脑的学习,从中感到电脑的许多知识对我们认识人脑有很多启发作用。通过长期的临床研究和比较,我们发现了其中的相似性。觉得人脑完全可以用信息论、系统论、控制论的观点去认识、去说明。而且只

有这样去认识,许多问题才能迎刃而解了。作者正是抱着这个愿望,希望本书的解释能够使读者对人脑功能的认识有所帮助。

二、神经心理学的概念和历史

神经心理学就是专门研究人的心理活动的脑机制的科学。它是最近二三十年才发展起来的一门年轻学科。它是神经精神医学和心理学组成的边缘学科。近年来发展比较快,在这方面有重大成就的神经心理学的主要奠基人是苏联的著名心理学家 A. P. 鲁利亚。

神经心理学的研究与其他学科领域一样,借助各方面的进步亦促成了这门学科的发展。它开始研究的方法是借助对特殊行为障碍的脑病变部位的正确定位来了解人脑不同功能区的功能特征。这使我们对人脑的各种功能所产生的机制有了较清楚的认识。现在有了神经心理学的精密技术和方法学,促使我们对人脑的高级神经精神功能有更大的洞察力,为研究人脑的功能亦指出了可行的方向。

神经心理学是研究人的心理活动的脑机制的科学。它是最近二三十年才发展起来的一门年轻学科。它是神经精神医学和心理学组成的边缘学科。近年来发展比较快,在这方面有重大成就的神经心理学的主要奠基人是苏联的著名心理学家 A. P. 鲁利亚。(王彦芳)

神经心理学是研究人的心理活动的脑机制的科学。它是最近二三十年才发展起来的一门年轻学科。它是神经精神医学和心理学组成的边缘学科。近年来发展比较快,在这方面有重大成就的神经心理学的主要奠基人是苏联的著名心理学家 A. P. 鲁利亚。

神经心理学是研究人的心理活动的脑机制的科学。它是最近二三十年才发展起来的一门年轻学科。它是神经精神医学和心理学组成的边缘学科。近年来发展比较快,在这方面有重大成就的神经心理学的主要奠基人是苏联的著名心理学家 A. P. 鲁利亚。

第2章

大脑的基本结构和功能

第一节 大脑皮质的基本结构

一、大脑皮质的基本结构

大脑皮质是覆盖在端脑表面的灰质,它是人脑高级神经精神活动的物质基础,是机体全部功能调节的最高器官。人类大脑皮质的总重量约 600g,占全脑重量的 40%,大脑皮质含有神经元 1000 亿个。大脑皮质的厚度各处均不同,最厚处 4.5mm,最薄处只有 1.5mm。在同一脑回的不同部位,皮质的厚薄也不一样。

大脑皮质由错综复杂的神经细胞和纤维组成。大脑皮质含有大量的神经元,主要有锥体细胞、星状细胞和梭状细胞,此外还有柯赫儿水平细胞和马缔若特细胞。锥体细胞是大脑皮质特有的一种细胞,见于分子层以外的所有各层。自胞体的尖顶发出一个尖端树突伸向表面,尖端树突发出许多旁支。自胞体还发出若干近于水平方向的基树突。一个带侧支的轴突自胞体的底部发出伸向髓质。胞体的直径一般为 $30\sim 50\mu\text{m}$ 。星状细胞亦称颗粒细胞,广泛见于皮质各层,但密集于第 2、第 4 层,尤以第 4 层为最多。它的胞体较小,直径 $4\sim 8\mu\text{m}$,自胞体发出若干树突伸向各方,其轴突短且分支多。另一类的星状细胞为篮状细胞,主要分布于第 3、4、5 层,它具有水平的轴突分支,自此发出几个细小分支,包绕锥体细胞的胞体。梭状细胞主要见于皮质最深层,自胞体发出的树突在本层内延伸,而在另一极发出的树突则升向皮质表面,轴突则进入髓质成为投射纤维。

按轴突延伸的方向和距离,我们可将大脑皮质的神经元归纳为 4 类:即具有下行、上行、水平和短轴突的细胞。具有下行轴突的细胞如锥体细胞、梭状细胞和大星状细胞,它们的轴突形成皮质下的投射纤维以及联络和联合纤维。轴突旁支还形成广泛的皮质内联系。一些不进入髓质的下行轴突则仅有皮质内的分支。具有上行、水平和短轴突的细胞,如马缔若特细胞、水平细胞、篮状细胞和高尔基二型星状细胞,主管皮质内的联系。

人类大脑皮质从进化角度和结构的特点分古皮质和新皮质。海马和齿状回属古皮质,人类大脑绝大部分属新皮质,约占全部皮质的 96%。大脑皮质具有分层的特征,新皮质分为 6 层。①分子层:仅有少量的水平细胞和星状细胞,锥体细胞尖端树突伸向这里。②外粒层:主要由大量密集的星状细胞和小锥体细胞组成。③外锥体层:主要由典型的锥体细胞组成。④内粒层:主要有许多密集的星状细胞,其中多数是具有短轴突的小细胞,轴突就在本层分支终止。⑤内锥体层:主要由中型和大型的锥体细胞构成,并有星状细胞和马氏细胞。⑥多形层:主要由大小不等的梭状细胞构成,也有少量的马氏细胞和星状细胞。

大脑皮质的纤维联系相当复杂,可概括成 4 组:即皮质的传入纤维、传出纤维以及联络与联合纤维。大脑皮质的传入纤维投射来自大脑的广大区域,其中最主要的是丘脑的投射纤维。它们自丘脑的特定核团投至皮质的特定区域,这方面的具体情况可以从其他的书中了解到。这里仅说明皮质内神经元间的联系。

皮质的神经元可以按其轴突是否进入髓质分为两大类:即皮质的传出神经元和皮质内的联络神

神经元。皮质的传出神经元主要有锥体细胞、梭状细胞和大星状细胞。它们的轴突进入髓质深层,成为投射纤维。皮质内的联络神经元包括轴突终止于皮质内的小锥体细胞、短轴突的星状细胞、水平细胞和马氏细胞。它们的轴突不进入髓质,仅完成皮质内的联系。其中以短轴突的星状细胞为最多,分布于皮质各层。但主要集中于第4层。它的胞体和一切突起都在同一层内,轴突平伸一短距离后分支终止。短轴突的星状细胞与轴突下行的许多锥体细胞或者其他类型细胞的胞体形成突触。具有水平轴突的细胞主要在分子层。它们的长轴突伸出很远,接触许多锥体细胞和梭状细胞的树突末梢。马氏细胞的轴突是上行的,见于除表层以外的所有各层。它们的轴突长度变化很大,来自第5、第4层的多在第3、第2层终止,也有的伸至皮质表面。它发出的许多侧支到所通过的各层。具有水平和短轴突的细胞仅在同一层完成联系。马氏细胞则和所有各层联系,使传至深层的冲动可再返回浅层。皮质的传入冲动主要传至皮质浅层,特别是第4层。皮质的传出纤维主要是第5层,具有下行投射纤维的神经元在发出远心的投射纤维外,还构成广泛的皮质内联系。这样大脑皮质对生物电处理的意义就肯定不同于一般的神经元的信息传递的功能了。

二、皮质的柱状结构

对大脑皮质结构和功能的研究表明,大脑皮质除有层状排列外,在整个皮质厚度内垂直方向上又呈链状排列,这种神经元集合与大脑皮质表面垂直的柱状结构,我们称为微柱。这种贯穿皮质全层的垂直细胞柱就是大脑皮质的基本功能单位。这些柱状结构在低级皮质区表现特别明显,如视觉皮质的17区。每一个功能柱的宽度约 $50\mu\text{m}$,相当于一个细胞体的宽度,每个微柱约有100个神经元。当然这样一个微柱在完成神经功能上是微不足道的,应该组成更大的功能单位。所以大脑皮质的微柱又规律性地排列组成更大的功能单位——巨柱(模)。一个巨柱约有100个微柱、直径在 $500\mu\text{m}$ 、内有近10 000个神经元,其连接才组成了更有力量的功能单位。这种功能单位就像肝的肝窦、肺的肺泡一样,具有真正的功能特征,是传入—传出信息处理的基本单位。在解剖上这种柱状结构内的神经元并非简单的几何排列,而是多个神经元和神经回路的复合体。而且各个柱状结构之间又可以有串联,因此大脑皮质在处理信息的机制上具有更复杂的机制。

一些形态学特征在支持皮质内有垂直性功能柱的同时,也有许多解剖学资料表明,信息在与皮质表面平行的平面内,是可以跨柱传播的。许多皮质神经元的树突可以在本层内、沿水平方向延伸相当距离,例如锥体细胞的基树突伸展的宽度就达 $1\sim 3\text{mm}$,又例如篮状细胞可以水平影响一系列锥体细胞。再加上这种功能活动可以有下述情况:“同一个皮质成分,在某一时期担当了一个功能柱的成分,而在另一时间又可以充当另一个功能柱的成分,在不同的时期,功能柱可以形成,也可以解离”。正因为如此,对皮质的微环路的功能认识就更困难。

三、皮质的分区

大脑皮质的结构各个部分并不完全相同,根据细胞的排列和类型以及有髓纤维的配布形式等的差别,许多人绘制了大脑皮质的分区图,虽然这些分类各有所长,但是仍然以 Brodmann 的分区图最为实用,分为52区,见图2-1。

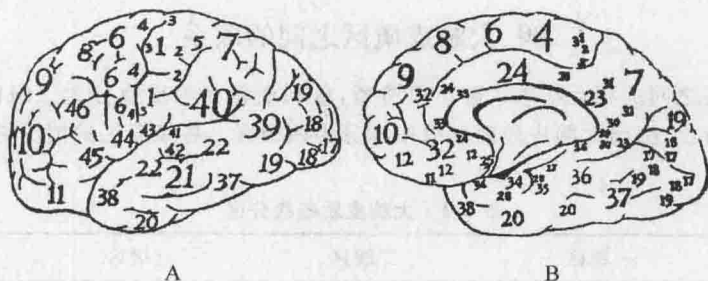


图 2-1 大脑皮质

注: A. 大脑半球背外侧面; B. 大脑半球内侧面

大脑皮质的各个脑叶所占的脑区见表 2-1。

表 2-1 大脑皮质的脑叶所占脑区

大脑皮质	所占脑区
额叶	4、6、8、9、10、11、12、32、44、45、46、47 区
顶叶	3、1、2、43、5、7、39、40 区
枕叶	17、18、19 区
颞叶	41、42、22、52、21、20、36、38、37 区
边缘叶	35、28、23、24、31、26、29、30、27、25 区

Economo 主要根据颗粒细胞和锥体细胞相对发展情况,将大脑皮质的结构归纳为 5 个基本类型。①无颗粒层:皮质甚厚,第 2、第 4 层的星状细胞和小锥体细胞均少且排列分散,使第 2、第 4 层极不明显,因而各层不易区分。第 3、第 4 层的锥体细胞发育良好,第 5 层比较厚。属于此型的皮质区为 4、6、8、44、24 区等。②额叶型:皮质比较厚,6 层明显可辨,第 3 层和第 4 层的中型锥体细胞发育良好,第 4 层的梭状细胞发育亦好,内粒层清楚但比较窄,属于此型的皮质区为 8、9、44、45、5、7、20、21、32、10、38 区等。③顶叶型:皮质各层分界清楚,内粒层比较厚,细胞也比较密集,第 3、第 4 层比较薄,细胞比较小,且排列更不规则。此型的皮质区为 46、11、41、52、22、39、40 区等。④脑极型:见于额极和枕极,皮质比较薄,各层细胞的密集都比较大,分层明显,第 3 层比较厚,内粒层细胞特别众多。此型的皮质区为 18、19、11 区。⑤颗粒型:皮质最薄,主要是颗粒细胞多。此型的皮质区为 3、17、26、27、29 区。大脑皮质各区的基本情况见表 2-2。

表 2-2 各皮质区微柱数及厚度一览表

皮质区	微柱数(万)	厚度(mm)	皮质区	微柱数(万)	厚度(mm)
312	1780	1.25~2.80	40	2385	2.70~3.00
5	540	2.40~2.80	37	5150	1.70~4.00
7	2125	2.50~3.00	38	1205	2.80~4.60
39	1135	2.65~3.10	4	965	3.10~3.60
40	2385	2.70~3.00	6	3775	3.20~3.00
17、18、19	500	1.20~2.60	46	750	3.30~3.60
20	960	2.50~3.00	10	2785	2.30~2.75
21	1350	3.00~4.40	11	1300	1.80~2.05
39	1135	2.65~3.10			
37	5150	1.70~4.00			
			8	650	2.60~3.50
41	200	3.00~3.50	9	2000	2.30~2.35
42	305	2.70~3.00	32	1000	
22	405	2.50~3.50	12	305	2.50~2.90

注:微柱数是以半球估计出:10 亿 $\times$ 1/2 $\times$ 1%=500 万

四、大脑皮质区之间的联系

过去对皮质各区之间的相互联系了解不很清楚,鲁利亚将大脑皮质分为三级区。我们根据解剖知识和大脑的功能特点,提出大脑皮质的各级中枢分为四级区。各级分区的情况见表 2-3。

表 2-3 大脑皮质各级分区

	一级区	二级区	三级区	四级区
视觉	17、18、19	20	21	37、39
听觉	41	42	22	37、38、40
深浅感觉	3、1、2	5	7	39、40
情绪	23	24	32	11、12
语言表达	4	44	45	47
额叶分区	4	6、8、9	46	10、11

大脑皮质各级中枢的内在联系如图 2-2 所示。从图中,可以看到 1~2 级皮质是不与海马联系,只有 3~4 级皮质与海马联系,这种感觉皮质、额叶皮质和海马联系的环路是所有后天经验记忆的基本结构。

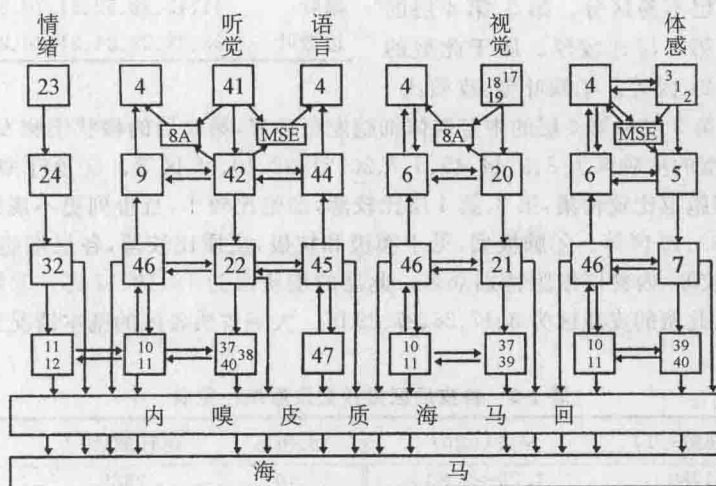


图 2-2 大脑皮质各级中枢的内在联系图

五、大脑皮质不同区不同厚度的神经心理学机制

大脑皮质的厚度有比较大的差别,一般情况是越是高级皮质,其厚度越大。产生的原因是低级皮质神经元的联系微环路比较少,而到高级皮质就逐渐增加,神经元的联系亦更加复杂,形成多级微环路。这样皮质的功能作用亦产生比较大的变化:一级区是暂时寄存、二级区是延时寄存、三级区是锁存、四级区是连续锁存。

第二节 神经元活动的生物电学特征

一、神经元是神经系统最基本的结构功能单位

每一个神经元都是由胞体和由其分出的几个突起构成,从容积和表面积来看,胞体虽然仅是神经元的一小部分,但是它却是维持和指导整个神经元代谢和功能活动的中心,它接受来自各方面的信息,通过整合最后做出兴奋或是抑制的反应。

树突可看成是神经元胞体的延伸部,树突从胞体发出后,在伸出途中逐渐变细,不断发出分支,有的神经元树突分支很多很大,我们称为树突树。树突全长各点都可以与其他神经元的触突末梢形成突触。有证据表明树突并不是固定的结构,去神经纤维后或是老年时,其数目可减少甚至消失。如果再得到神经支配,它又可以重新再现。轴突多由胞体的锥形隆起发出,其起始部兴奋阈值最低,故成为神经冲动的发起部。除个别神经元外,一般神经元都有一根细长、表面光滑而均匀的轴突。它在途中很少分支,其分支常常从主干呈直角发出,侧支与主干粗细基本一致。到末梢常分为纤细的终末,与其他神经元的胞体、树突构成突触。轴突可以通过神经元冲动把信息传递到末梢,再通过突触将信息传递给下一个神经元。神经系统内不同部位神经元所起的作用不同,根据神经元功能的不同,将它们分为传入神经元、传出神经元和中间神经元。可以说神经元是一个单向传递信息的功能极性单元,就是说树突和胞体是感受性的,而轴突则是将神经元的信息传递给别的神经元。突触是实现这种神经元之间信息传递的特化部位,这类信息传递需要峰形动作电位的产生和传导。

二、静息膜电位是在带电荷的离子通过膜非门控离子通道产生

神经元之内和神经元之间的信息流是由电信号和化学信号传递的。瞬时电信号对快速和远程信号传递更为重要,这些电信号——感受器电位、突触电位、动作电位,均由于出入细胞的瞬时电流变化引起的。这种电流变化驱使膜两侧电位远离静息电位值,分析静息膜电位的产生机制是理解瞬时电信号的基础。

流入和流出细胞的电流是由镶嵌在细胞膜上的离子通道控制的,膜上有门控和非门控两类通道,非门控通道总是处于开放状态,外在因素对其不产生明显影响,这类通道在维持静息膜电位上特别重要,大多数门控通道在膜静息时是处于关闭状态的。静息膜电位是在带电荷离子通过膜非门控离子通道的运动的基础上产生的。所有的神经元膜内外侧表面都分别有一层薄的负、正电荷云。膜外表面有多余的正电荷,膜内表面有多余的负电荷。这种电荷的分布产生的膜电位称为静息膜电位。大多数神经元静息时的膜内外电位差为 $60\sim 70\text{mV}$,膜内负于膜外。为使膜电位变动 10mV ,需要在膜两侧每平方微米表面分别各增加 600 个正电荷或负电荷。因此为产生 -60mV 的静息膜电位,每平方微米膜内表面需要有 3600 个负电荷,或是膜外表面有 3600 个正电荷。这样大的电荷量只占细胞内外液中的一小部分,电荷分隔也只是限于紧靠膜内外表面 $1\mu\text{m}$ 的窄区内。因而细胞内、外实际上仍具有等量的正、负电荷,在整体上仍呈现电学中性。

静息膜电位主要是由 K^+ 以及部分 Na^+ 分别通过各自的非门控 K^+ 、 Na^+ 通道被动地扩散而形成的。在膜两侧造成正、负电荷分隔,这是可兴奋细胞实现其特殊功能的前提,这种 K^+ 、 Na^+ 的被动扩散必须由 ATP 依赖 Na^+ - K^+ 泵的主动活动不断地予以精确平衡,膜两侧的电荷的分隔或静息膜电位才能保持稳定和平衡。

三、动作电位产生的机制

可兴奋细胞在由静息状态转向活动时,会产生几种物理变化,特别是膜的电学性质的变化。膜的

两侧原来稳定的静息电位发生急骤而短暂的降低,并伴有电离子形式活动的跨膜电流,这就是动作电位。不同神经细胞的动作电位波形虽然有很大的变化,但是均以一个极其迅速的去极化和缓慢的复极化为特征。动作电位另一个特征就是电位的极性在锋电位顶端倒转,细胞内由静息时的负电位转成正电位。

偏离静息电位任何的正向电流都称为去极化,偏离静息电位任何的负向电流均称为超极化。可兴奋组织的兴奋是由去极化电震引起的,神经细胞这种去极化的电反应又称神经冲动,这种冲动沿轴突向远端不衰减地扩布,这种电压波是神经纤维的信息单位。

形成动作电位的主要载体是 Na^+ ,内向早电流是由 Na^+ 载运的,外向晚电流是由 K^+ 载运的。外向晚电流的反向电位接近 75mV , Na^+ 、 K^+ 分别通过各自的电压门控的 Na^+ 、 K^+ 通道先后开放。当去极化使足够的通道开放时, Na^+ 进入细胞并使膜进一步去极化,启动锋电位再生性增长。接着去极化又使 Na^+ 通道失活,并使更多的 K^+ 通道开放。这时膜开始复极化,锋电位终止。动作电位的扩布要求每一兴奋区将毗邻未兴奋区带入到沿轴突以高速前进的电压波里。

动作电位的突触延搁是 0.5ms ,突触后膜发生去极化。经过 2ms 发展到高峰,然后呈现指数性衰减。衰减时间为 5ms ,静息电位为 -75mV 。去极化时电位上到 $+25\text{mV}$,整个锋电位变化达到 100mV 。此后即进入复极相,在锋电位完全恢复到静息膜电位的水平以前,膜两侧还要经历微小而缓慢的波动,这称为后电位。一般先有一个负后电位,约占 5ms ,它相当于相对不应期。整个动作电位的持续时间约为 20ms 。

动作电位的产生是细胞兴奋的标志,它是由刺激引起的。它只在刺激达到一定的水平时才会产生,这个水平就是刺激阈值。在这个条件之下的刺激不产生动作电位。超过这个条件的刺激又不会使动作电位的幅度增大,这就是动作电位的全或无的性质。

细胞受阈下刺激并不是没有反应,而是这种反应局限于局部。这种局部的反应也有它自己的特征。它有一个最小的刺激反应,以后随着刺激强度的不断增大,它们所引起的局部去极化的强度也逐步增大。而且在刺激去除后膜电位恢复到原来静息电位的时程也延长。当局部兴奋增大到相当于阈电位水平时,局部兴奋就突然转化为动作电位的上升支。如果是抑制性刺激,那么反应的变化就是不同程度的超极化,见图 2-3。

显然这种局部兴奋的大小和刺激的强度呈比例关系是有一定意义的:如果在第一个阈下刺激引起的局部兴奋尚未消失之前,紧接着来临第二个刺激,那么尽管第二个刺激也是阈下的,但是两个刺激引起的局部兴奋可以叠加起来,可以使膜的去极化达到阈电位水平,结果引起一次可传导的动作电位。或者相临两处的阈下兴奋叠加起来也可通过空间总和引起动作电位,这是总和的意义所在。

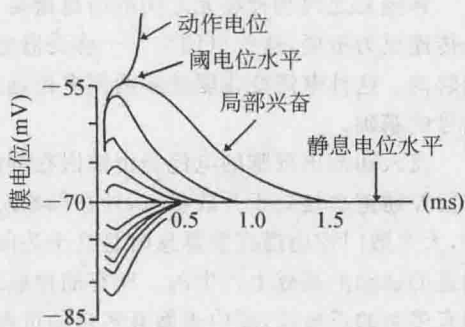


图 2-3 阈下刺激引起局部去极化或超极化

四、不同神经元的生物电学特性

大脑内是由许多不同类型的神经细胞构成。不同神经细胞动作电位虽然在基本特性上相当相似,但是它们的电变化的幅度和持续时间有很大的不同,如图 2-4。

猫脊髓运动神经元的锋电位持续时间才 2ms ,而羊浦肯野细胞的锋电位持续时间达 500ms 。有人通过对神经系统细胞电生理学的研究,发现有 3 种不同反应水平的细胞:一种是阈刺激才 5mV ,其一般的放电频率在 $100\sim 300/\text{s}$,但是最大的也可以达到 $500/\text{s}$ 。另一种阈刺激为 8mV ,最大放电只有 $190/\text{s}$ 。第三种神经元的刺激阈值为 18mV ,而其放电频率一般在 $600/\text{s}$ 以上。不难想像,存在不同反