

图书在版编目(悦)数据

心智家园：神经与脑科学 轱葆明著 援-上  
海：上海科技教育出版社，~~圆园园圆~~  
(诺贝尔奖百年鉴)  
障旱苑 缘~~圆~~ 圆~~圆~~ 猿

I 援心...

II 援...

III 援①神经科学-普及读物 ②脑科学-普及读物

IV 援源 源

中国版本图书馆 悦数据核字(~~圆园园圆~~)第 ~~圆~~ 号

## 策 划 语

从 1895 年开始颁发的诺贝尔奖 ,可以说是 20 世纪物理学、化学和生命科学发展的缩影。它记录了百年来这三大学科的几乎所有重大成就 ,对世界科学事业的发展起了很大的促进作用 ,被公认为科学界的最高荣誉。人们崇敬诺贝尔奖 ,赞叹诺贝尔奖得主们的科学贡献 ,并已出版了许多相关书籍。

那么 ,我们为什么还要策划出版这套《诺贝尔奖百年鉴》丛书呢 ?

这是因为 ,有许多热爱科学的读者 ,很希望有这样一套书 ,它以具体的科学内容为基础 ,使社会公众也能对科学家们的成就有一定的感性认识 ;它以学科发展的传承性为主线 ,让读者领略科学进步的永无止境 ;它还是简明扼要、通俗易懂的 ,令读者能轻松阅读 ,愉快受益。

基于这种考虑 ,本丛书将百年来三大学科的全部诺贝尔奖按具体获奖内容分为 10 个领域 ,每个领域写成一卷 10 万字左右的小书 ,以该领域的进展为脉络 ,以相关的诺贝尔奖获奖项目为重点 ,读者将不但能了解这些诺贝尔奖成果的科学内容 ,更能知道这个领域的发展历

程。丛书的分卷不局限于一级学科的分类,以体现现代科学之间的交融。此外,丛书还另设了猿卷综述,便于读者对这三大学科的全貌有一个宏观认识。丛书 圆卷内容如下:

圆世纪物理学革命	现代有机化学
圆世纪化学纵览	无机物与胶体
圆世纪生命科学进展	材料物理与化学
载射线与显微术	现代分析技术
核物理与放射化学	生物分子结构
量子物理学	量子与理论化学
基本粒子探测	蛋白质核酸与酶
场论与粒子物理	遗传与基因
粒子磁矩与固体磁性	细胞生物学
超导超流与相变	生理现象及机制
测量技术与精密计量	内分泌与免疫
天体物理学	临床医学与药物
物理学与技术	传染病与病毒
热力学与反应动力学	神经与脑科学
物质代谢与光合作用	

在丛书策划基本成形后,我们曾到上海、北京、南京等地的许多著名高校及中国科学院、中国医学科学院等科研院所征求专家们的意见,得到了他们的大力支持。许多学者不顾事务繁忙,慨然为丛书撰稿。我们谨向他们表达由衷的感谢和深深的敬意。

圆园年 圆月 圆日

此为试读,需要完整PDF请访问: v

## 作者简介

李葆明,男,1954年生,复旦大学神经生物学研究所教授,教育部“长江学者奖励计划”特聘教授,主要从事灵长类前额叶皮层学习和记忆功能的研究。1982年本科毕业于江西大学(现南昌大学)生物学系;1985年12月在中国科学院上海生理研究所获博士学位。曾留学日本京都大学,并多次以访问学者身份至日本和美国进行合作研究。担任中国生理学会副秘书长,《中国神经科学杂志》常务编委,《生理学报》编委。

# 目录

---

1 认识脑的历程 轶

2 神经元与突触 轶

神经元学说的诞生 轶

脊髓反射的神经机制 轶

3 神经元的电学特性 轶

神经冲动的‘全或无’定律 轶

神经纤维的分类 轶

神经冲动的离子机制 轶

膜片钳和离子通道 轶

4 神经元间的信号传递 轶

化学传递学说的诞生 轶

突触后电位的发现 轶

去甲肾上腺素的发现 轶

神经递质的量子式释放 轶

多巴胺的发现 轶

---

慢突触传递 轶园  
郎蛋白的发现 轶源

## 5 感觉系统 轶员

听觉行波学说 轶员  
视网膜感光机制 轶范  
视皮层功能研究 轶远

## 6 神经内分泌和生长因子 轶园袁

垂体前叶激素与糖代谢 轶园袁  
下丘脑激素的发现 轶范  
生长因子的发现 轶员

## 7 大脑与行为 轶员

植物性脑功能的定位 轶员  
半球的功能不对称 轶园  
条件反射 轶园  
学习和记忆的奥秘 轶源  
额叶切除术的疗效 轶园  
朊蛋白的发现 轶袁  
动物行为的组织 轶远

## 8 诺贝尔奖的启示 轶范

本卷大事记 轶缘

致谢 轶员

# 1

## 认识脑的历程

我们能够感知和运动,能够学习和记忆,我们具有语言、思维和解决问题的能力,所有这一切都源于我们头颅内体积不到1%的脑。脑和神经系统是自然界中最为复杂的系统,也是我们人类有待攻克的一个终极科学堡垒。

我们的史前祖先就已经知道脑对生命的重要性。人类学记录表明,公元前5000年前的人类就开始在颅骨上开孔做手术,目的可能是为了治疗头痛或精神障碍,他们相信在颅骨上开孔可以给邪恶的病魔一条逃出脑的出路。早在公元前3000年前的古埃及时代,医生就知道脑损伤会导致许多症状。然而,人们一直相信,灵魂和记忆的归所是在心,而不是脑。当一个人死后,他(她)的身体的其他部位都被好好地保留或处理,唯独脑通过鼻腔插管被抽出并丢弃!心是灵魂、意识和思想的中心,这种观点一直流行,直到希波克拉底(公元前460—公元前370)才受到挑战。

思考一下,我们身体的不同部位为什么不同?





答案是：因为它们行使不同的功能。例如，手和脚看上去很不相同，它们的功能也各不相同。我们用脚走路，用手操作物体。因此，结构和功能之间存在紧密的相关性。现在，看看我们的头部构造，你猜它的功能会是什么？闭上你的眼睛、塞住你的耳朵、蒙上你的鼻子，你就什么也看不见、听不见、闻不到了。这么一个简单的、随手就可做的实验揭示，你的头是用来感知外部环境的。即使通过粗糙的解剖也会发现，这些长在头颅上的器官是与脑相连接的。从这些事实，你能得出大脑是干什么“工作”的吗？大脑是用来感知的器官，这就是公元前 4 世纪古希腊学者们的结论，他们的代表人物就是希波克拉底，他不仅认为脑是感知的器官，而且相信脑也是智力的中枢。

但是，希波克拉底的观点并没有被广泛地接受。著名的古希腊哲学家亚里士多德（~~公元前 384 年~~公元前 384 年—~~公元前 322 年~~公元前 322 年）笃信心就是智力的中心。亚里士多德认为脑只是一个散热器，它把被心脏加热的血液冷却！非常巧合的是，在古代中国，人们也认为心是灵魂的中心。《灵枢·本神》中有“心藏神”一说。如果有人问，我打心底里爱你，你一点也不会觉得他（她）是在说胡话；可是，如果有人问，我从脑底里爱你，你肯定会觉得这话怎么这么别扭！用心去爱而不是用脑去爱，用心读书、用心思考而不是用脑读书、用脑思考，……语言反映的是生活现实，说明在创造文字的年代我们祖先笃信心在灵魂中的核心作

用。“心之官则思”，古人的这种想法可能源于两点：第一，心脏的跳动与否直接与生命相联系，这是每个人都能体验或观察到的事实；第二，我们的喜、怒、哀、乐等很多情感事件都会引起心血管系统的反应，开心、痛苦、愤怒、悲哀，样样都“写”在心上，感觉可谓是真真切切！

到公元 4 世纪，希腊医生盖伦（~~盖伦~~）重新回到了希波克拉底关于脑功能的观点。作为一名医生，他亲眼目睹了脊髓和脑损伤带来的不幸结果。同时，他自己做了许多细致的动物解剖实验。通过解剖绵羊的脑，他发现了大脑（~~大脑~~）和小脑（~~小脑~~）这两个差别十分显著的结构。大脑非常软，位于头颅前部；小脑相当硬，位于头颅后部。依据大脑和小脑的结构，盖伦推测大脑是感觉的接受区，而小脑则是控制肌肉运动的命令中枢。他之所以这样区分，是因为他认识到，感觉必须印记在脑内才能形成记忆，自然这一过程一定发生在软软的大脑，而不会在硬硬的小脑。盖伦的推测离真理已经很近了。事实上，现代脑科学证明，大脑的很大一部分是和感知觉功能联系在一起，大脑也是记忆储存的地方，而小脑则基本上是运动控制中心之一。盖伦的推测虽是基于错误的理由，但得出的结论却是正确的，这在神经科学史上并不是惟一的例子。盖伦切开脑，发现脑内部有孔洞，他称之为脑室（~~脑室~~），里面充满液体。当时盛行一种理论，认为身体是在体液的平衡作用之下发挥功能的，而盖





仑的发现非常好地吻合了这一理论。他认为,感觉的接受或运动的发动,都是通过体液经一条条的神经流入或流出脑而实现的,而神经尤如血管,是体液流通的管道。

盖仑关于脑的理论流行了大约 1500 个世纪。文艺复兴时代,伟大的解剖学家维萨里( ~~灾第第第~~ ~~员第第~~ ~~员第第~~)对脑的解剖结构作了更加详细的描述,但盖仑关于脑室在脑功能中的作用的理论不仅没有受到挑战,反而得到了进一步的加强。那些年代,法国的一些发明家开发了控制水压的机械设备,这使人们进一步相信脑就像一台水压机一样工作:脑室中的液体被泵出,通过神经流到肌肉,触发肢体运动。这一液体机械理论(见图 1)的主要鼓吹者是哲学家笛卡尔( ~~灾第第第~~ ~~员第第~~ ~~员第第~~)。笛卡尔相信这个理论能够解释动物的脑和行为,但不能解释人类行为的全部。他认为,与动物不同,人类拥有智力和上帝给予的灵魂,脑的液体机械理论只在那些类似动物的行为上才适用,人类的智能存在于脑之外的“心”( ~~灾第第~~)。这“心”当然不是指心脏,而是一个精神实体,它通过松果体与脑通信,从而接受感觉和发出运动命令。笛卡尔认为“心—脑”是分离的,他有一句被西方哲学界广为引用的名言“我思故我在”( ~~灾第第第~~ ~~员第第~~ ~~员第第~~)。现代脑科学早已证明,智力和精神活动位于脑;“心”有一个物质基础,那就是脑。笛卡尔的话应该改为“我在故我思”( ~~灾第第第~~ ~~员第第~~ ~~员第第~~)才正确,也就是说,我有脑,所以我能够思维。

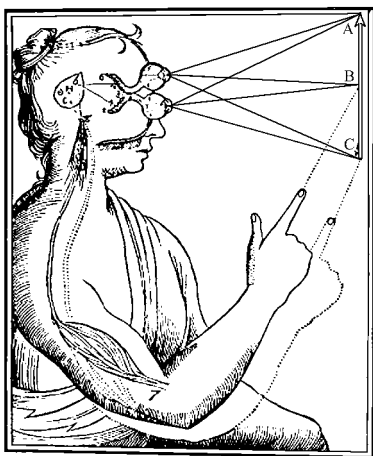


图 1 笛卡尔的学说

幸运的是，17世纪和18世纪的科学家摒弃了盖仑关于脑室功能的学说。他们开始对脑进行更加仔细的研究。其中一个重要的发现是，脑组织分为两部分：白质和灰质。白质因为是身体神经的延续，因而被认为是含有神经纤维，把信息传入和传出灰质。另一个重要的发现是，脑的表面存在有规律的沟（裂）和隆起，这些沟和隆起的布置模式在同种的不同个体上非常相似。因此人们推测，不同的隆起可能有不同的功能。在18世纪，人类关于脑的认识可以概括为三个方面（1）损害脑会干扰感觉、运动和思维功能，甚至导致死亡（2）脑通过神经与身体其他部位通信（3）脑由具有不同特征的各部分组成，它们具有不同的功能（4）脑像一台机器一样工作，



遵循自然法则。

到 19 世纪,人类对脑的认识有了许多重大进展。关于脑的知识比以往所有的记录都要多。这些进展为神经科学或脑科学在 20 世纪,也就是在诺贝尔奖 100 年期间的爆炸式发展奠定了坚实的基础。在 19 世纪,人类关于脑的知识的突破体现在两个方面(1)神经是“电线”而不是“水管”(2)不同功能定位在脑的不同部位(3)神经系统是进化的产物(4)神经元是脑的基本结构和功能单位。

19 世纪末和 20 世纪初,意大利科学家伽伐尼(1791-1820)和德国生物学家杜布瓦-雷蒙(1804-1872)发现,电刺激神经时肌肉收缩,脑本身能产生电。这一发现最终导致人们抛弃神经通过液体的流动与脑通信的理论。新的概念是,神经是“电缆”,它把电信号传出或传入脑。当时一个不清楚的问题是,支配肌肉运动的电信号和传导皮肤感觉的电信号是否经由相同的神经“电线”双向传递? 20 世纪初,苏格兰医生贝尔(1803-1861)和法国生理学家马让迪(1800-1871)用实验回答了这个问题。贝尔切断实验动物脊髓的背根或腹根,观察了各自产生的效应。他发现,只有切断腹根才能导致肌肉瘫痪,因此,腹根是把运动命令从脊髓传到肌肉的神经。后来,马让迪发现背根则是把皮肤感觉信息传入脊髓的神经。由于腹根和背根在离开脊髓不远处要合并起来成为一条神经到达肌肉和皮肤,因此,他们得出结论,一根神经可由许多“电线”混合组

成,其中一些“电线”把从皮肤感受到的信息传入脊髓,另一些“电线”把信息从脊髓传出至肌肉。在每根感觉或运动“电线”(神经纤维)上,信息的传递则是绝对单向的。

如果说脊髓的背根和腹根行使不同的功能,那么,脑内不同部位也许也具有不同的功能。贝尔提出,大脑是感觉神经的目的地,而小脑则是运动神经的发祥地。他分别损毁这两个部位,观察对感觉和运动功能的破坏效应,这种方法被称为实验性损毁。1864年,法国生理学家弗卢朗(Alfred Fournier)应用实验性损毁方法,发现小脑的确在运动协调中起重要作用,而大脑则参与感知功能,正如贝尔和盖仑所认为的那样。不同的是,弗卢朗的结论是建立在坚实的实验基础之上的。那么,大脑不同的隆起是否也有不同的功能呢?奥地利年轻的医科学生加尔(Gal)对此深信不疑。他相信,颅骨表面的隆起反映了大脑表面的隆起。他和他的同事仔细地测量了数百位不同性格类型的人的颅骨,试图寻找颅骨特征和性格之间的对应关系,并于1869年建立了他的颅相术(Phrenology)。颅相术的观点从来没有被主流科学界所接受,然而,它却迎合了那个年代大众的广泛兴趣。弗卢朗是坚决反对颅相术的代表人物,他以坚实的实验事实驳斥了加尔的观点,但他认为大脑不同部位同等地参与不同的功能。

法国神经学家布罗卡(Paul Broca)发现,人类的大脑





首次证明语言功能位于额叶的一个局部区域。布罗卡遇到了一位能听懂别人讲话但自己却不会说话的病人。1861年在这位病人去世后,布罗卡仔细地检查了他的大脑,发现他的大脑左侧额叶的一个区域被损。以后,他又发现了其他的类似病例。据此,他得出结论,人类大脑左侧额叶的这一区域(即我们现在所称的布罗卡语言区)是运动性语言区,与语言的产生或输出有关。关于大脑不同部位参与不同功能的更坚实的实验依据,来自于德国生理学家弗里施(1873-1942)和希齐希(1873-1942)。他们俩在1894年用微小的电流刺激狗的大脑皮层特定部位(运动皮层),发现可以诱导身体不同部位的明显运动。苏格兰神经学家费里尔(1873-1942)在猴子身上重复了弗里施和希齐希的实验,得到了类似的结果。1895年,费里尔把猴子大脑皮层因刺激而引发运动的区域切除,导致相应的肌肉瘫痪。同时,德国生理学家蒙克(1873-1942)通过实验性损毁方法发现,大脑枕叶是视觉功能所必需的。今天,我们清楚地知道,大脑不同部位在功能上是精细分工的。与加尔的颅相术不同,今天的脑科学把结论建立在了非常坚实、广泛的实验基础之上。

1859年,英国博物学家达尔文(1809-1882)发表了著名的《物种起源》,提出了进化论。根据达尔文的观点,在可遗传的特征中,行为也能进化。例如,许多哺乳类动物在受到惊吓时有着相同的反应:瞳孔放大、心率加速、血压升高、毛发竖起。这种反

应在人和狗都是一样的。达尔文认为,这些反应模式的相似性表明不同的物种起源于相同的祖先,这个祖先拥有相同的行为特征。由于行为起源于神经系统(脑)的活动,我们能够推断,恐惧反应的脑机制在不同的物种之间如果不是完全相同的,也是类似的。今天,我们把很多从动物实验中得到的结论适用到人类,就是基于不同物种的神经系统来源于共同的祖先、有着共同机制这一进化论思想。例如,神经纤维上电冲动的产生和传导机制最初是在无脊椎动物身上发现的,但现在我们知道,这种机制完全适用于人类的神经系统。今天,大多数神经科学家使用动物模型或标本来设法了解人类的神经系统和脑的工作原理。例如,科学家利用小鼠研究学习和记忆的突触机制和分子机制,这种机制同样适用于人类的学习和记忆。

另一方面,很多行为特征又和物种所生存的环境密切相关。猴子能够轻巧地在树枝上攀来飞去,它们进化出了高度敏锐的视力和运动技能,而在地下暗道中生活的大鼠视力很差,但却能通过嘴唇两侧的触须而具有高度敏感的触觉。进化适应反映在特定种属的脑和神经系统的结构和功能上。通过比较不同种属动物的脑,神经科学家已经确定了与该种属特异行为相关的脑结构和特征。例如,猴子有着高度发达的视觉皮层,而大鼠的躯体感觉皮层进化出专门的区域来管理嘴唇上的每根触须。

20世纪,显微镜技术的发展使科学家们有机会





在高放大倍数下观察动植物的器官和组织。1858年,德国动物学家施旺(1804-1881)根据对不同组织的显微观察,提出了细胞学说,认为所有的组织都是由细胞构成的。我们要感谢意大利科学家高尔基(1858-1929),是他创立了神经组织染色方法,使脑细胞的形态结构得以被鉴定和描述。神经细胞有着许多细小的突起和分支,这些突起起源于位于中央的胞体。起初,人们不能确定不同神经细胞的突起末梢是否“融合”在一起,相互接通,就像循环系统的血管一样。直到1906年,由于拉蒙-卡哈尔(1852-1933)的细致而广泛的观察,才确定神经细胞是神经系统和脑的基本结构和功能单位,神经元学说就此诞生。从此,揭开了近代神经与脑科学研究的序幕。

19世纪的最初几十年,科学家对脑和神经系统的探索主要是在神经解剖学和神经生理学这两个传统领域展开。1857-1859年,随着脑研究的不同领域的相互渗透,新的研究技术的发展和运用,神经科学呈现日新月异的发展。19世纪脑或神经科学研究的主流体现在两方面:第一,脑和神经系统功能的细胞机制和分子机制研究;第二,系统、行为和认知水平上对脑功能和神经系统功能的整合研究。神经科学家们在分子、细胞、系统、行为和认知等不同层次、不同水平上,对脑和神经系统开展多学科的综合研究,相应地产生了分子神经生物学、细胞神经生物学、系统神经生物学、行为神经生物学,以及认知

神经生物学。要在简短的篇幅里全面地概括过去  
1994年脑和神经科学的成就几乎是不可能的,同时  
这也超出了作者的能力。杨雄里院士在 1994年 8  
月 15日《科学时报》第 1版发表的文章“展望脑科学  
的前景”中作了如下概括:“随着细胞生物学和分子  
生物学的崛起,神经科学家们正努力把对神经活动  
机制的研究迅速地推向细胞和分子水平,从而使神  
经科学发生了一场革命性的变化。微电极细胞内记  
录和染色技术在单个神经元上把结构和功能紧密联  
系起来,同时也大大地推动了对神经元之间联系模  
式的了解。由于免疫组织化学方法的应用,又有可  
能把神经元与其神经递质的分析融为一体。组织培  
养、细胞培养,以及组织薄片方法,使人们能够把复  
杂的神经回路还原成简单的单元进行分析。新的电  
生理技术(膜片钳技术)和分子生物学方法(重组  
DNA技术等)使我们对神经信号发生、传递的基本  
单元——离子通道的结构、功能特性和运转方式的  
认识完全改观。对突触部位所发生的细胞和分子事  
件,如神经递质的合成、维持、释放及其与受体的相  
互作用的研究都取得了令人瞩目的进展。对神经元  
和神经系统发育的分子机制研究也有长足进展。在  
脑的高级功能方面,研究也已深入到细胞和分子水  
平。在基因水平上的新技术的发展(如基因转移、剔  
除技术)大大扩展了研究手段,拓展了研究思路,已  
经渗透到脑科学的许多领域。对困扰人们已久的神  
经系统疾病的基因定位已经成功,在分子水平上对

