

AOYOU DANAQ DIANSHIJIE



遨游大脑电世界

秦 潮 编著

北京大学出版社

38.2

R38.2
13
2

遨游大脑电世界

秦 潮 著

3109/13



北京 大学 出版 社

B753225

内 容 简 介

如果大脑发生“停电”，则意味着死神的降临，因为，我们的大脑是个生物电的世界。大脑怎么会有电？人们是如何发现和认识它的？什么是脑电波？脑电波能够发射到空间去吗？人能否控制自己的脑电波？脑电有什么功能？探索脑电有何意义？怎样利用脑电开发人体潜能？脑电与大脑保健有联系吗？本书对这些饶有兴味的问题作了回答。作者从事脑科学研究多年，有深厚的专业基础和丰富的科普创作经验，资料翔实，文笔活泼，深入浅出，引人入胜。书末还附了几则行之有效的健脑益智法，可供选用。

本书适用于中等以上文化程度的广大读者，尤可作为中学生的课外读物。

遨游大脑电世界

秦 潮 著

责任编辑：李宝屏

*

北京大学出版社出版

（北京大学校内）

国防科工委印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

*

787×1092毫米 32开本4.25印张90千字

1991年1月第一版 1991年1月第一次印刷

印数：0001—3,000册

ISBN 7-301-01358-2/Q·046

定价：2.30元

序

近年以来，神经科学的发展十分迅速。通过实验研究，我们已积累了大量资料，了解到许多前所未有的东西。这些新知识，如能应用于实际，将会在我们人类的生活、工作、学习、健康等各方面发挥重要作用。“学以致用”是我们进行科学研究的终极目的。但是如何达到这个目的，亟需有人把实验室里得到的科学成果，通过科普宣传媒介传布给广大的人民群众，才能收到应有的社会效益。科普工作之所以重要，即在于此。

西安医科大学生理教研室的秦潮同志在神经生理学上有坚实基础，对于生理学科普工作有丰富经验。他曾撰写过很多这方面的文章，为读者所喜爱。他的这部新著《遨游大脑电世界》，以通俗的语言，流畅的笔法，介绍了神经系统电生理学上的一些基本知识，深入浅出，十分难得，对于大脑电生理学的普及，将会起到有益的作用。我很高兴讲几句话来介绍这本新书。

张杏桐

1989年9月15日于上海

前 言

那种能从人类头部表面描记下来的电活动，或许是在自然界里所发现的最令人迷惑的密码。

——勃雷兹尔(M. A. B. Brazier

美国神经科学家)

当你看到这本小书的名字时，脑海里一定会涌现出各种各样的问题：大脑怎么会有电？什么是脑电波？它是怎样产生的？人们是如何发现和认识脑电的？人能否控制自己的脑电波？脑电波与脑功能有什么联系？研究脑电有什么用处？等等。

这首先要从我们的大脑谈起。

美国著名科学作家阿西莫夫(I. Asimov)说：“人类之所以成为地球上的统治者，仅仅因为受惠于一种重要的特殊器官——人脑。”人脑是自然界里最富有魅力的奥妙之一。这块不过三斤重的灰色物质，具有精巧绝伦的建筑结构和神秘莫测的特殊功能。伟大的苏联生理学家巴甫洛夫(И. П. Павлов)曾称之为“自然界的皇冠”。人类利用这块灰质，勇敢无畏地向大自然挑战，耕耘无垠的宇宙，探索奥秘的原子，创造灿烂的文化，憧憬美好的未来。然而，大脑对自己本身的认识却最为迟缓。面对这个大自然花了亿万年时间，

鬼斧神工地创造出来的奇迹，人类迷惘了2000多年。

在人类尚处于蒙昧时期的古代，人们只能直观地认识大脑的奇异功能。感觉、记忆、思维、想象、睡眠被臆断为是一种特殊的精神实体——灵魂的所作所为。灵魂时而依附于肉体，时而遁逸而去，飘渺恍惚，不可捉摸，更无法去深入认识。

大约公元前400年，出现了解剖学的最初研究。古希腊“医学之父”希波克拉底(Hippocrates)和大哲学家柏拉图(Plato)已比较清楚地阐明：脑是心理的器官。尽管如此，古希腊哲学家、博物学家亚里士多德(Aristotle)却仍犯下一个很大的错误。他认为：脑不过是个“使血液冷却的器官”，心脏才是思想、感觉的中心。由于亚里士多德的权威性影响，一场“心脑之争”持续了很长时间。

18世纪末是个令人难忘的时代，脑科学，这个时代母腹中的“胎儿”，渐渐地骚动起来，即将“分娩”降生到人世了。有趣的是，“助产士”竟是一位看头相的先生。

奥地利医生加尔(F.J.Gall)把人的颅骨划分为30多个区域，并将其与勇敢、好奇、记性、仁慈、自尊等各种心理特征和才能简单地对应起来。这套体系被称为“颅相学”。这是一种形而上学和机械论的荒谬之说，当时却颇为盛行。“塞翁失马，安知非福”，错误往往是正确理论的先导。颅相学坚定了人们对“脑为心理器官”的认识，更重要的是引起了科学界对大脑功能及其定位的注意和研究。

这个时期，还发生了一件举世瞩目、名垂青史的重大事件。1786年，意大利生理学家伽伐尼(A.Galvani)对一个偶然的神经肌肉抽搐现象抓住不放，深入探索，做了一系列的

开创性工作，形成了“动物电”理论，为神经电生理学奠定了基础。伽伐尼创立的电生理实验方法迅速得到了广泛应用和发展，大大加速了脑科学的建构。

从19世纪末开始，科学家们手持电极、试剂、手术刀三大武器，在细胞、核团、脑叶以及全脑各水平上纵横扩展，向大脑发动了全面进攻。现代科学的飞跃发展，为我们提供了一个又一个先进的技术手段和方法，例如：示波器、微电极、微量化学分析、电子计算机、同位素示踪、诱发电位、X射线断层摄影、核磁共振显影等等，为脑研究提供了很大方便。近年采用同位素碳标记的去氧葡萄糖示踪方法，可在活体上无损伤地测定某一神经结构功能活动的程度，甚至能直接看到人在学习、记忆、联想、沉思、视物、说话、肢体运动等时，大脑皮层各处活动状态的彩色图像。这是脑科学领域中的又一突破。解剖学、生理学、生物化学、心理学、神经心理学、物理学、行为学、哲学、工程技术等各方面的专家学者们，越来越紧密地挽起手臂，同心同德，联合探索。有关脑科学的期刊和资料的数量与日俱增，硕果累累。脑科学发展的势头越来越猛，大有在下一、二个世纪内一跃成为带头学科之势。

荣获1963年诺贝尔医学和生理学奖金的澳大利亚脑科学家艾克尔斯(J.C.Eccles)说：“在试图了解人脑的作用上，人们遇到了最严重的挑战。没有给你任何东西，没有操作的图解，没有制造者的说明书。”我们承认：由于脑的高度复杂性，人们至今才仅仅弄懂了它的“ABC”，要做的工作还很多，难度还很大。但是，我们乐观地坚信一条真理：自然界是一本并不隐藏自己的巨书，只要我们认真去读，就可以理

解它。任何改头换面的不可知论，都会被事实摧毁。脑科学一定会在人类的精心抚养下，渡过艰辛的童年时代，逐渐走向成熟。

纵观人类大脑认识自己的漫长历史，我们会惊讶地发现：是脑电之光划破了“元神之府”的沉寂和黑暗，并照亮了脑科学前进的道路。神经电生理学自创立以来，一直是脑科学的强枝主干。我国著名神经科学家张香桐教授指出：“对于一个神经生理学家来说，化学方法、药理学方法、免疫学方法等等，都不过是了解脑功能的辅助手段。我们所依靠的主要武器仍然是电生理学方法。因为，归根结底，神经系统活动最基本的或者说是唯一的直接表现形式是电变化，离开了电变化就无法进行直接观察。”这本小书将向您展示大脑内电活动的秘密以及这个领域中探索者的动人故事。书尾还附录了几则行之有效的健脑小妙方，以助益您的学习、工作及身心健康。如果这些能够激起您丰富的遐想和浓厚的兴趣，甚至立志投身到这个领域中去，笔者便感到莫大欣慰了。

在本书撰写过程中，曾蒙张娟、宋土生、秦风等同志指正，吴赵崎同志绘制插图，特别是中国科学院学部委员、上海脑研究所名誉所长、我国著名神经科学家张香桐教授，在百忙之中挥毫赠言，苦心鞭策，作者对此深表敬意和谢意。

作 者

1989年9月于西安医科大学

目 录

第一章 奇妙的神经电	1
动手做三个有趣的小实验.....	2
伽伐尼的奇遇.....	5
站在巨人们的肩膀上.....	9
神经元一瞥.....	11
怎样测量神经电池.....	16
有趣的膜电位.....	18
细胞膜上的微型泵.....	21
放电奇观.....	23
出色的“绿衣信使”.....	27
从神经元气到神经电.....	30
第二章 脑电波的来历	35
脑的构造和功能掠影.....	36
被冷落了十五年.....	40
在自己儿子的头皮上.....	44
迷人的节律.....	45
从“张氏效应”谈起.....	48
脑电波是怎样产生的.....	49
诱发的脑电波.....	54
脑“尾巴”上的电波.....	59
脑死亡的电波.....	62
第三章 脑电与身心活动	65
一“动”泄露了天机.....	65

当你进入梦乡的时候.....	71
痛苦和欢乐的“机关”.....	76
勇敢的斗牛士.....	78
能随意控制自己的脑电波吗.....	80
揭开气功的奥秘.....	83
能通过脑电波进行“思维遥感”吗.....	86
现代“测心术”.....	89
微脑的行为电路.....	92
第四章 神通广大的脑电波.....	97
脑电图检查是怎么回事.....	97
脑电图诊断的“拿手戏”.....	101
神奇的“探瘤器”.....	103
诈聋者的下场.....	105
残疾人的福音.....	109
伯乐的“科学慧眼”.....	112
附录 I 脑波检测新方法——脑电地形图.....	114
附录 II 健脑益智妙方五则.....	117
气功法.....	117
张弛法.....	119
催眠法.....	121
按摩法.....	123
饮食法.....	124

第一章 奇妙的神经电

如果有人说：你全身上下充满了电，阳台上鲜艳的月季、玻璃缸中悠游的金鱼、书架旁婀娜多姿的吊兰，也都带有电，你不会感到惊讶吧？

自然界里，各种生物都或强或弱地呈现出电现象。大至鲸鱼、巨杉，小如细菌、病毒，甚至组成生物的蛋白质、核酸等生命大分子，无不闪烁着生物电的“火花”。

人是万物之灵。肌肉收缩、神经传导、腺体分泌、心跳、呼吸、消化、吸收、泌尿、生殖等各种机能活动，乃至物质的新陈代谢、能量的转移输送，都留下了电的踪迹(图(1-1))。脑为人体中枢，感觉、记忆、语言、思维、情感、想象等大脑的这些高级功能，也都与电攀亲结缘。在当今世界上，如果突然发生停电，后果将是不堪设想，而我们的身体内如果发生“停电”，那便意味着死神的降临。

通常人们喜欢将人工电脑与自然大脑相提并论，其根据之一，就是它们都用“电语言”进行“思维”。但是，两者在本质上大相径庭。人工电脑的“语言”是各种无生命的电子元件及线路产生的物理电脉冲编码系统，我们大脑的“语言”则是各种有生命的神经元及神经线路产生的生物电脉冲编码系统。更妙的是大脑还有一套“化学语言”，即为数众多的神经递质和激素大家族，这是人工技术望尘莫及的。一切机器都只不过是人类自身功能的延长。人脑永远是电脑的主人，电

脑永远是人脑忠实的仆人。那种“机器人主宰的世界”，仅仅是科幻作家笔下的奇谈而已。

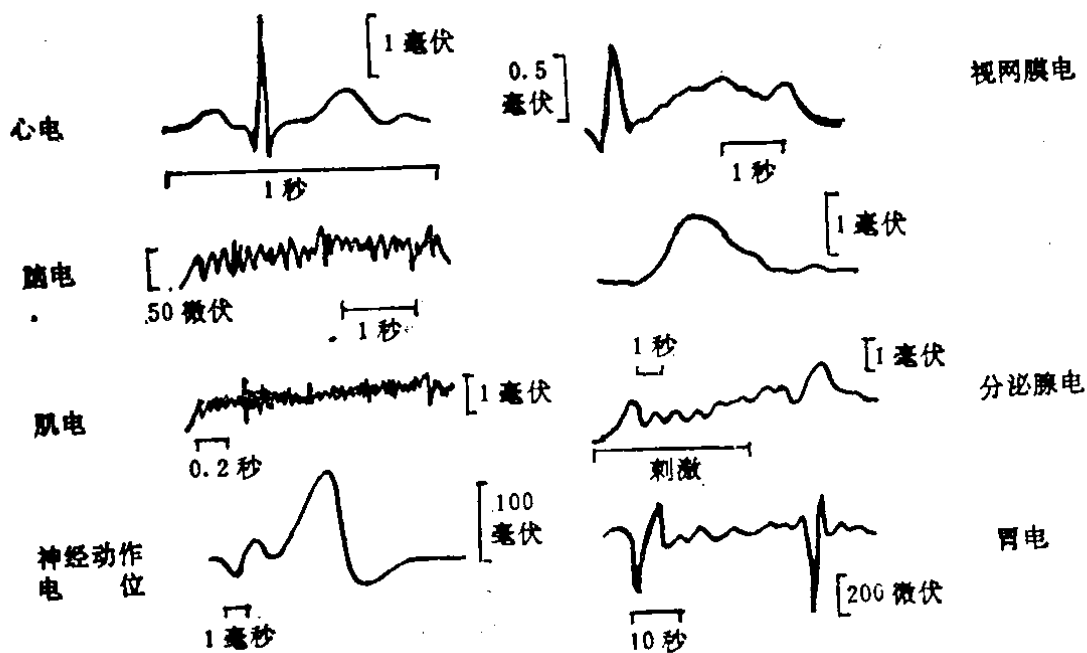


图1-1 几种组织和器官的生物电波形

脑电现象归根结底是各种神经电活动的结果，这里我们不妨先动手做几个简单易行的神经及肌肉电学小实验，从而获得一点感性知识。

动手做三个有趣的小实验

捉一只青蛙或蟾蜍，握紧下肢，背朝下用力使头顶部叩地，将其击闷，以避免动物在手术中骚动。

取一块小木板和数枚大头针，将蛙仰面固定在板上。用剪刀沿腹部正中剪开，即可见心脏、肺泡、胃肠等内脏器官。

1. 神经电现象

将位于下腹部的肠管掀到一旁，在脊柱的下方、尾骨两

侧可清楚地看见两条灰白色的线状神经束，从脊柱出发下行，深入大腿部。这就是支配后肢肌肉运动的坐骨神经(图1-2)。



图1-2 蛙体固定法

用镊子或小棍轻夹或压一下坐骨神经，便可以观察到同侧后肢立即抽动或缩回。这是因为压力刺激使神经兴奋，产生了一串串生物电脉冲即神经冲动，到达后肢肌肉，引发其收缩。

2. 损伤电位

动物的组织受伤时，损伤处与正常处之间会出现一个数十毫伏的电位差，叫损伤电位。这里我们用一个巧妙的办法，无需电压表就可以感知到它的存在。

继续用上面的蛙标本做实验。从脊柱的一侧坐骨神经发

出的地方，用力剪掉该侧后肢。然后，将该后肢的皮肤扒去。在大腿背侧沿肌肉间隙分离出坐骨神经的大腿段，再找出腓窝(膝关节后凹陷处)紧下方的一条肥大的肌肉即腓肠肌。剪断它与脚跟连接处的肌腱，并与其他肌肉分离。最后，除坐骨神经以及与之连接的腓肠肌外，把大腿、小腿部的其他组织统统剪掉，这样便获得坐骨神经-腓肠肌标本(图1-3)。这种标本在生理实验室里已有两百多年的历史了。

在腓肠肌上剪开一个小伤口，当把坐骨神经搭在创伤面与正常面之间的一刹那，腓肠肌会猛然收缩一下(图1-4)。这就是损伤电位刺激神经，进而兴奋肌肉的结果。

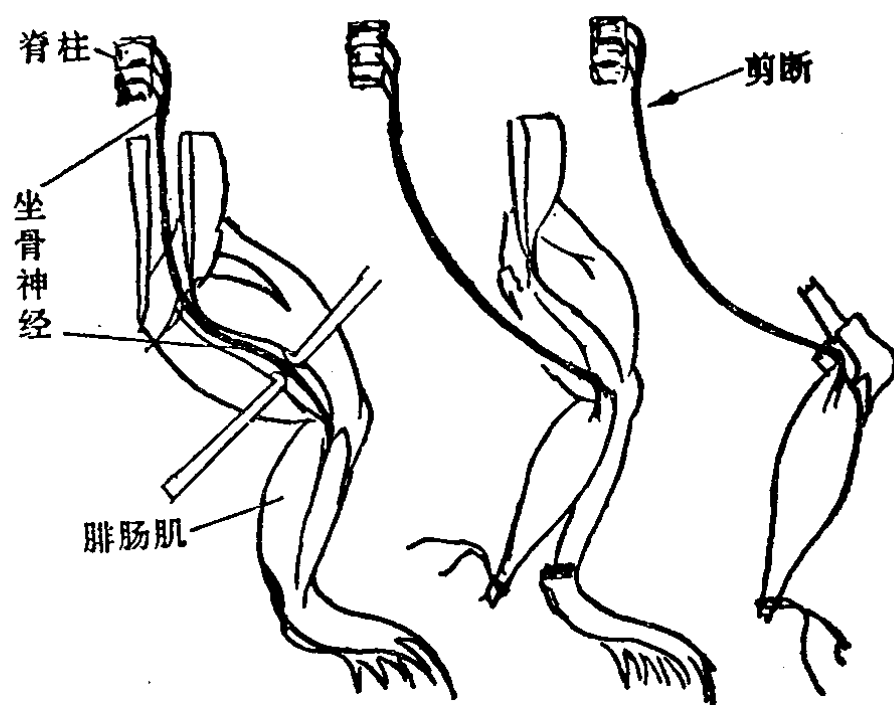


图1-3 坐骨神经-腓肠肌标本的制备

3. 心电现象

在其他各器官中，生物电也是显而易见的。例如心电、

脑电、肾电、胃电、眼电、子宫电、耳蜗电等等。这里，我们用刚才做的坐骨神经-腓肠肌标本作为验电器，来观察一下心电现象。

剪开蛙的心包膜，摘取整个心脏。取出的心脏应能继续跳动。把心脏置于玻璃板上，将坐骨神经-腓肠肌标本的神经部搭在跳动的心脏表面，并用绝缘的小棍（如铅笔、火柴棒）支撑，使坐骨神经有两点接触心脏（图 1-5）。这样，腓肠肌就会随着心脏的节律性跳动而一次又一次地收缩。这正是心脏的生物电流刺激了神经肌肉标本的结果。

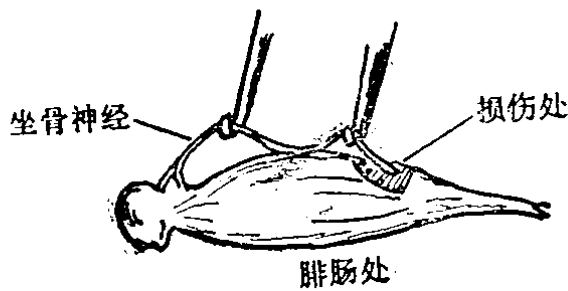


图1-4 损伤电位现象

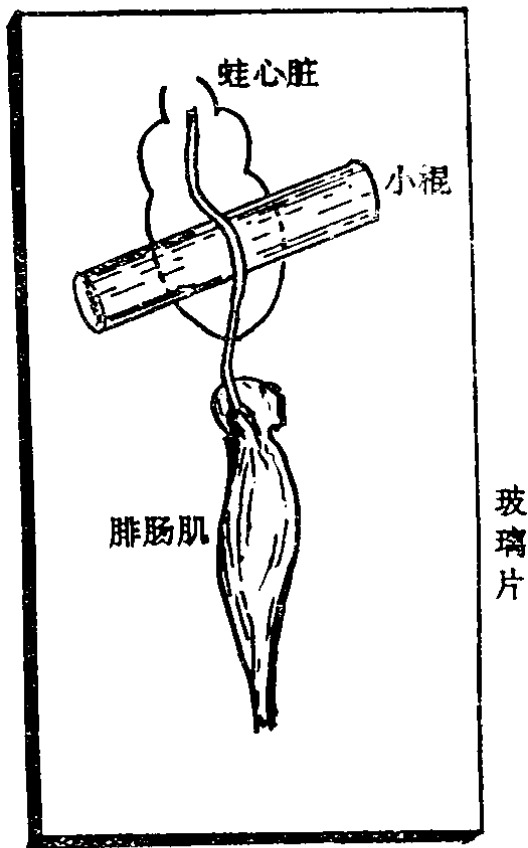


图1-5 心电现象

上面三个小实验反映的都是生物体内生物电的基本现象。那么，生物电现象最初是怎样被人们发现和认识的呢？

伽伐尼的奇遇

1786年，在意大利博洛尼亚大学的一次解剖课上，伽伐

尼教授(图1-6)正在给学生们演示蛙体解剖，助手拿着手术刀在一旁帮忙。突然，一个奇怪的现象掠过教授的眼帘：旁

边一只裸露的青蛙后肢莫名其妙地强烈抽动了一下。

“怎么回事？”伽伐尼敏锐的目光落在助手握持的小刀上。“你在干什么？”

“我……用手术刀碰……”，助手手指指桌上的一架静电机，窘红着脸比划着。

静电机——手术刀——蛙腿——，教授心头一亮，一条

崭新的思路在眼前豁然展开：静电机放电能引起蛙腿收缩。

课后，伽伐尼仔细研究这种现象。他把一具蛙神经肌肉标本放在远离静电机的地方，用不同金属接触蛙腿肌肉与神经时，也引起肌肉收缩。伽伐尼又在家中小院里的铁栅栏上，用铜钩挂起一排赤裸的蛙腿，他发现：每当蛙腿碰到铁栅栏时，都会发生一次抽搐。在一个雷电交加的雨夜，伽伐尼亲眼看见这些悬挂着的蛙腿，竟随着一道道划破夜空的闪电，一次又一次地强烈跳动、抽搐。

对于这些怪事，伽伐尼的妻子害怕极了，以为是魔鬼在作怪。伽伐尼可不这样想，他认为：这是蛙腿中存在“动物电”的结果。蛙神经与肌肉带有相反的电荷，遇到导体便构成回路，产生动物电流，形成刺激，导致蛙腿收缩。

关于伽伐尼如何发现动物电，说法还有许多，但都一致认为这是一次“偶然的事件”。



图1-6 伽伐尼

在科学史上，这类“奇遇”俯拾皆是，不胜枚举。德国物理学家伦琴(W.K.Röntgen)在研究阴极射线管放电时，偶然发现了X射线；瑞典化学家诺贝尔(A.B.Nobel)偶然将硅藻土倒进硝化甘油里，发明了安全烈性炸药；英国细菌学家亚力山大·弗莱明(A.Fleming)在进行葡萄球菌培养时，偶然发现了青霉素；美国科学家克拉克(H.Clark)受几只老鼠偶然掉进氟化碳溶液中却没有淹死的启发，发明了人造红细胞……

乍看起来，似乎这些发现和发明都是在一个偶然的机会，灵机一动作出来的。事实并非这样简单。恩格斯说：“所谓偶然的东西，是一种有必然性隐藏在里面的形式。”种种机遇正是科学家们对某个问题长期思索、苦苦追求的必然结果。机遇不喜欢拜访懒汉，任何人要想不花气力地登上科学殿堂，都是注定要失败的。“不经一番寒彻骨，怎得梅花扑鼻香”？

作为一名科学工作者，不但要有坚韧不拔的毅力和埋头苦干的精神，还要具备善于捕捉稍纵即逝的机遇的基本素质，善于从偶然事件中找出必然规律。否则，即便是真理来到你的面前，它也会从眼皮底下悄然溜掉。

在伽伐尼以前，曾有一位叫维尔纳(M.D.Verney)的法国解剖学家，也遇到过类似的动物电现象。文献中这样记载：“将刚死的蛙腹腔内的一根走向腿部的神经引出，用外科小刀稍稍刺激这根神经，蛙腿就会颤动……如果蛙死去很久，这种现象就不会发生……”。维尔纳对这个奇怪的事情没有足够的认识，仅仅描述一番，并没有紧抓不放，深入研究，结果失去了作出伟大发现的机会。