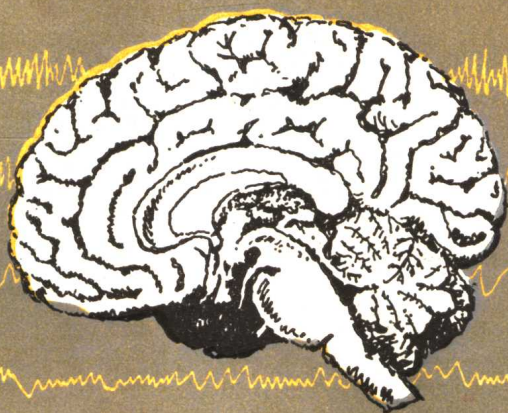




脑的奥秘

黄 溢 明 编

广东科技出版社

地的奥秘

黄溢明 编

广东科技出版社

脑 的 奥 秘

黄 溢 明 编

*

广东科技出版社出版

广东省新华书店发行

广东新华印刷厂印刷

787×1092毫米32开本 2.25印张 40,000字

1981年8月第1版 1981年8月第1次印刷

印数1—5,000册

统一书号 14182·32 定价 0.22 元

前 言

脑是高等动物和人类的最重要器官，它调节和控制机体的一切机能活动。许多世纪以来，人们应用了各种各样的方法来研究脑的结构与功能。直到目前，探索脑的奥秘仍然是自然科学研究的一项非常重要的任务。

本书根据近代脑科学研究的成果，对脑的进化，脑的基本结构与功能，脑的代谢，脑的电磁现象以及脑与行为、睡眠、记忆等的关系进行了比较通俗的阐述。可供中学师生和知识青年阅读，也可供从事生物学和医学的有关工作人员参考。

编者：黄溢明

一九八〇年二月

目 录

脑是生物进化的产物	1
脑的基本结构与功能	10
脑的结构和功能单位 —— 神经细胞	17
脑的化学组成与代谢特点	25
脑电波	30
脑的电磁场	36
脑与行为的控制	42
脑与睡眠	48
脑与记忆	54
脑与才智	60

脑是生物进化的产物

脑从哪里来？这个曾经使人长期迷惑不解的问题已经弄清楚了。生物发展的历史告诉我们：脑不是按照上帝或造物者的某种“图案”塑造出来的，而是生物进化的产物。

动物机体在亿万年的长期进化过程中形成了神经系统，而神经系统进化到一定阶段才出现脑的形态结构。脑从无到有是动物神经系统进化的结果，也是一个从不完善到完善、从分散到集中的过程。人脑的形成大约经历了十亿年。

世界上有一种低等的多细胞动物，这就是形如泡沫塑料的海绵。这种动物远在六亿多年前的古生代就已经出现了。根据电子显微镜观察，以及组织化学的分析，证明在海绵动物中存在一个原始的神经系统。随着动物的进化，在腔肠动物（水螅）体中出现了由许多神经细胞形成网状的神经系统（图1）。到了扁形动物（涡虫）神经细胞开始集中，形成梯形的神经系统（图2）。到了环节动物（蚯蚓）形成链状神经

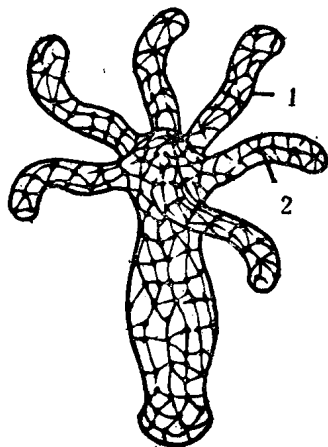


图1 水螅的网状神经系统
1.触手 2.神经网

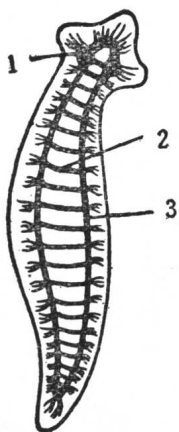


图2 涡虫的梯形神经系统

1. 神经节 2. 横神经
3. 腹神经索

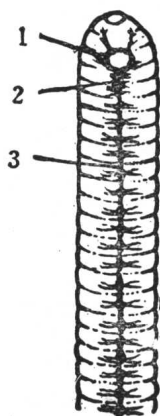


图3 蚯蚓的链状神经系统

1. 脑神经节 2. 咽下神经节
3. 腹神经链

系统(图3)。介于上述无脊椎与脊椎动物之间有一种过渡型的动物,其代表就是生活在沿海沙滩的头索动物——文昌鱼。这种似鱼非鱼的小动物,其特点是神经细胞集中在背部,形成管状的神经索,前端形成脑泡。这可以说是脑的雏形(图4)。在脊椎动物

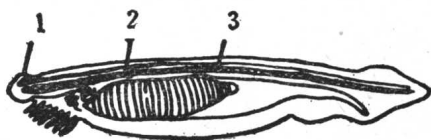


图4 文昌鱼的脑泡与管状神经索

1. 脑泡 2. 神经索 3. 脊索

(鱼类、两栖类、爬行类、哺乳类、人类)才出现了管状的神经系统,其前端膨大分化成真正的脑。

随着脊椎动物的进化发展,脑的结构和功能也愈来愈复杂。比较一下不同脊椎动物脑的结构,我们可以看出脑自身

发展的过程。图5是从鱼类到人类脑的纵剖面图。下面简单介绍它们的结构与机能的某些特点。

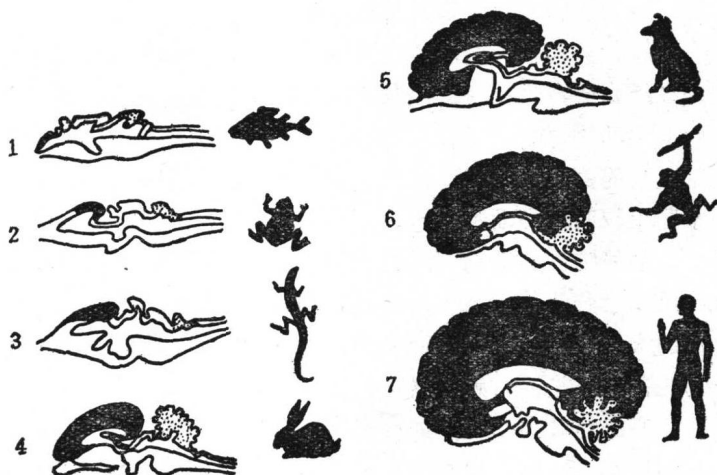


图5 从鱼类到人类脑的纵剖面图

1.鱼脑 2.青蛙脑 3.蜥蜴脑 4.兔子脑 5.狗脑 6.猴子脑 7.人脑

鱼类终生在水中生活，虽然水的环境复杂多样，但它的脑子结构相对来说是比较简单的。鱼类有它的神经系统，脑分为大脑、间脑、中脑、小脑、延脑五个部分。但大脑两半球很不发达，表现为大脑所占据比例很小，而且大脑背面不具有神经细胞，只有上皮组织。

两栖类，如青蛙，它可以在水中，也可以在陆地生活，从水生过渡到陆生，环境条件发生了很大的变化，使躯体结构和机能也相应的改变。两栖类动物的脑子基本上与鱼类相似，但大脑的背面具有零散的神经组织，开始出现皮层的萌

芽。由于陆地的环境更加复杂多样，要求动物加强活动能力才能取得食物，因此，两栖类动物的中脑（视觉）较鱼类发达。成为该种动物的高级神经中枢。

爬行类动物的脑较两栖类动物发达，大脑表层开始聚集神经细胞层，也就是已经具有真正的大脑皮层。某些高级的两栖类动物，如古代蜥蜴、恐龙，近代鳄鱼和蜥蜴等，具有非常复杂的高级神经活动能力。由于陆生生活条件的复杂性，小脑也较两栖类动物发达。

低等哺乳类动物，如啮齿目（老鼠）和食虫目（刺猬），大脑和小脑的体积增大，已具有明显的、由几层神经组织组成的大脑皮层。皮层表面光滑，没有沟和回，但条件反射活动的范围很扩展，感觉器官也很发达。

高级哺乳类动物，如食肉目的老虎、狮子等，大脑皮层更加发达，有明显的皱褶（沟和回），其神经组织结构很复杂，左右大脑半球通过许多纤维互相联络。这些神经纤维所构成的通路叫做胼胝体。胼胝体是高等哺乳类动物所特有的结构。

哺乳类动物的灵长类，如猩猩和猴子，它们的脑子进一步发展，皮层发达，特别是出现了与控制记忆有联系的颞叶。这些动物的高级神经活动非常复杂，视觉发达，但嗅觉却退化。

类人猿的大脑按其结构与形态来说已经和人类没有明显区别，高级神经活动复杂化，开始懂得掌握生产工具，具有抽象的思维萌芽。有人研究过，灵长类动物的脑容积随着进化程度逐渐增大，从表1可以看出，近代人的脑容积是猩猩的三、四倍。

表一 灵长类脑的容积

灵 长 类	脑容积(立方厘米)
猩 猩	300~500
黑 猩 猩	350~550
大 猩 猩	400~600
南 方 猿	500~600
猿 人	750~1,000
北 京 猿 人	850~1,200
尼安德特人(德国)	1,080~1,400
近 代 人	1,000~2,000

人类大脑更进一步复杂化，中枢神经系统各部分都发生了变化，特别是大脑皮层的结构和机能进一步完善。大脑皮层已成为控制整个机体活动的最高管理与调节者，失去大脑皮层，机体就不能维持正常生命活动。机体调节机能向大脑皮层高度集中这一进化过程，生理学上叫做机能的皮层化。

人类虽然是从古猿进化来的，但人脑与猿脑有着本质的区别。这种区别的决定因素是社会劳动。恩格斯说过：“首先是劳动，然后是语言和劳动一起，成了两个最主要的推动力，在它们的影响下，猿的脑髓就逐渐变成人的脑髓。后者和前者虽然十分相似，但是就大小和完善程度来说，远远超过前者”（马克思恩格斯选集第三卷512页）。

以上是从动物的系统发生过程来看脑的发展。现在，让我们再来看看人脑的发育过程。

在母体子宫内，第一个月的人胚背面的外胚层细胞形成神经管，前端膨大部分出现三个分界不明显的原始脑泡，即前、中、后原始脑泡。图6是脑泡和脑室发生示意图。前脑和后脑泡各分为两部分，中脑泡不分化，这样就形成端(前)脑、间脑、中脑、后脑和末脑五个部分。人脑在这个阶段，很相似鱼脑，特别有趣的是，人胚这时具有鳃裂和尾巴呢！

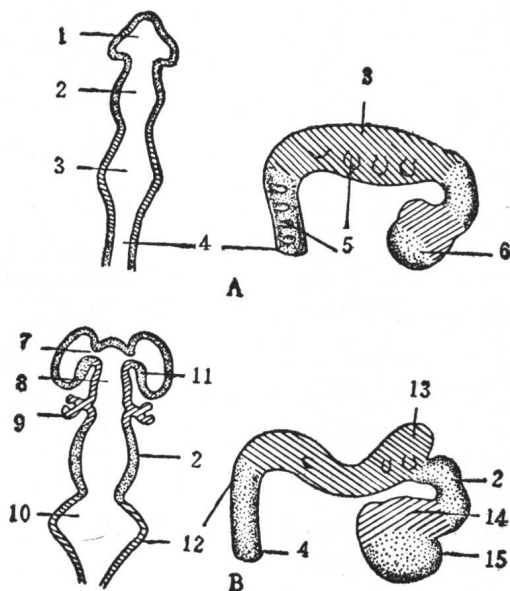


图6 脑泡和脑室发生示意图

A、4周胚胎的三脑泡时期；B、人胚的五脑泡时期

- 1.前脑 2.中脑 3.菱脑 4.脊髓 5.脑脊神经节 6.端脑
7.室间孔 8.第三脑室 9.视泡 10.第四脑室 11.纹状体
12.末脑 13.后脑 14.间脑 15.端脑

人胚从两个月开始，脑的外部 and 内部结构都发生明显的变化：前脑即端脑在生长速度上大大超过其他部分，并且象斗篷一样覆盖着它们；脑半球也开始形成。这时脑内部神经细胞急剧地分化，同时出现脑内神经细胞从内部向外部的迁移现象。

人胚在子宫生活到第四个月，人脑形成皮层的萌芽，这时皮层开始皱摺，从而形成沟及回。六个月的人胚，从组织学观察到以下情况：前述迁移的神经细胞到达目的地，并开始加紧增长和发展；覆盖着皮层的脑半球面积增大，皮层形成分层和不同的区域。八个月人胚的大脑体积明显增大，在结构上神经细胞进一步复杂化。从图 7 可以看到个体发育过程中，人脑皮层神经细胞从稠密到分散以及人脑皮层体积不断增大的情况。

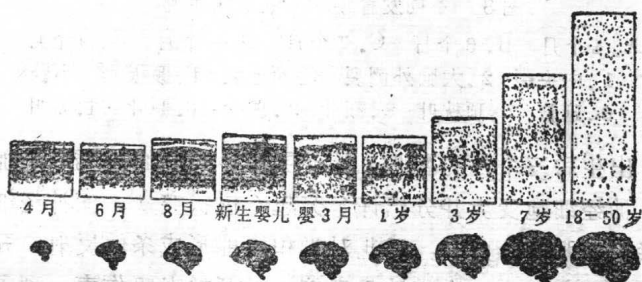


图 7 个体发育过程中人脑皮层细胞从密集到分散(上图)和皮层体积增大，沟回增多(下图)

到了十个月，当胎儿出生时，脑差不多完全具备所有的沟和回。胎儿离开母体，这是个体发育过程中的一个重大的转折。它不但促使营养方式发生改变，同时，还使感受器官

源源不断地接受外界的各种刺激而传入脑内，从而导致脑的巨大变化。图8是不同发育期胎儿脑的侧面观，从中可以看出不同发育时期脑的变化发展。

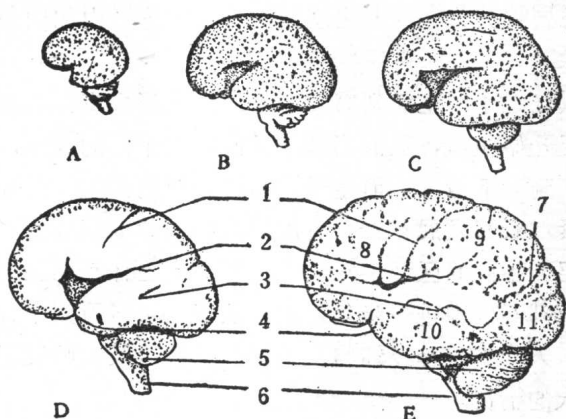


图8 不同发育期胎儿脑的侧面观

A. 4个月 B. 6个月 C. 7个月 D. 8个月 E. 9个月

1. 中央裂 2. 大脑外侧裂 3. 颞上裂 4. 颞极 5. 小脑
6. 延脑 7. 顶枕叶 8. 额叶 9. 顶叶 10. 颞叶 11. 枕叶

出生后三个月的婴儿，脑皮层许多部分的 分界 更加明显，神经细胞变大并分出许多突起（树状突），使神经细胞的联系加强了。此时，婴儿对光和声能形成条件反射，开始用眼睛注视灯光、会辨认母亲等，并开始咿呀作声。到了一岁左右，婴儿的脑继续增长，皮层在结构上变得更加复杂，开始学行走和模仿别人说话。

三岁幼儿的行为更加复杂了。他们能自如地、准确地说话，主动地了解周围事物，并经常提出“为什么”？在这个发育阶段，脑的重量超过出生时的两倍，其结构具有许多成年

人的特点。组织学的观察表明，这时期，脑细胞数量的增长比任何时候都要快。

七岁到十二岁，脑的结构（包括微细结构），特别是同语言和复杂精神活动有关的某些部位进一步完善。机能方面也有相应的发展。此阶段的小孩好学好问，接受能力强，表现出自我创造的萌芽。以后脑的结构与功能进一步完善，但是脑的生物化学和大分子的改组持续于人的整个生命过程。

有资料说明：人出生后脑神经细胞的数量不大增加，只是从稠密到分散；随着年龄的增长，神经细胞的分支（即树状突）愈来愈多。这些树状突又分出许多侧棘，形成神经细胞网，大大加强了细胞之间的联系，使脑的高级神经活动机能进一步完善了。

由此可见，神经细胞从密集到分散，皮层体积不断增大，神经细胞之间的联系加强。这是人脑个体发育过程中的重要特征。

脑的基本结构与功能

人类自从诞生那天起就开始接触自然界、认识自然界。随着生产斗争和科学实验的向前发展，人类对自身机体的认识（包括对脑的认识），也逐步提高。自古以来，我国劳动人民在长期的生产实践以及同疾病作斗争过程中，逐步积累了许多关于脑的知识。我国关于脑的记载最早出现在春秋时期，如《左传》中说“晋侯梦与楚子搏，楚子伏己而盐其脑”。这说明当时已认识脑的存在。以后，从秦末汉初到清代，不少著作中都有许多关于脑的结构和功能的记载，例如写于秦末汉初的《黄帝内经》的灵枢经中的《经脉篇》就有“人始生，先成精，精成而脑髓生”的记载。清代的著名医学家王清任在《医林改错》中明确指出：“灵机记性不在心而在脑”。但是，由于我国长期受封建主义的束缚和封建阶级的统治，生产力十分低下，严重阻碍了对脑的认识发展。

随着近代解剖学和生理学的发展，人们对脑的结构和功能进行了系统的、深入的研究，积累了大量关于脑的知识。

通常所说的“脑”，对高等动物和人类来说，它是由大脑、间脑、中脑、桥脑（脑桥）、延脑（延髓）和小脑等部分组成的（图9）。

脑的最低部位叫做延脑，它的下部与脊髓相连。延脑的主要机能：一方面是高低级神经中枢之间的通路，另一方面

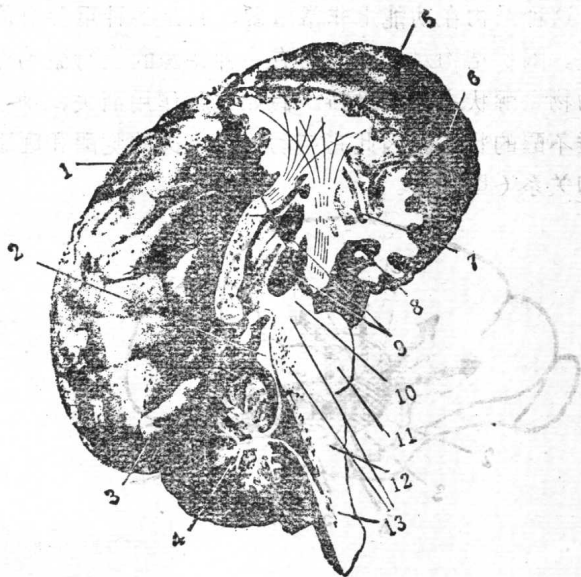


图9 人脑的剖面观

1. 顶叶 2. 四叠体 3. 枕叶 4. 小脑 5. 额叶 6. 额叶 7. 纹状体
8. 嗅脑 9. 视丘(丘脑) 10. 中脑 11. 脑桥 12. 延脑 13. 网状结构

又是许多基本生命活动，如心脏、血管以及呼吸等机能的调节中枢。延脑受损伤会引起这些重要器官的机能障碍，甚至立即死亡。因此，有“生命中枢”之称。延脑的上方是桥脑，它的主要功能和延脑相似。

中脑位于桥脑上方。它上下传导的神经通路更多，其背面由四个小丘组成四叠体：上方为上丘，下方为下丘。上丘是视觉反射的低级中枢；下丘为听觉反射的低级中枢。

在脑干（延脑、桥脑、中脑）还有许多纵横交错的神经纤维和神经细胞集团，交组成网，解剖生理学称它为脑干网

状结构。这种结构在功能上非常重要，它是各种重要机能的协调系统。网状结构对大脑皮层有一种特殊的上行激动作用——使动物觉醒状态得以维持。假如这种作用消失，动物便进入昏睡不醒的状态。因此它与动物、人类的觉醒和睡眠活动有密切关系（图10）。

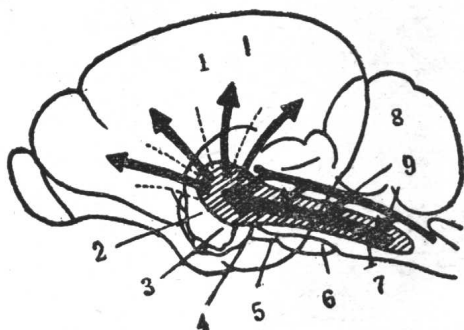


图10 猫脑干中的上行激动系统

- 1.大脑皮层 2.丘脑 3.丘脑底与下丘脑 4.脑干网状结构
5.中脑 6.脑桥 7.延髓 8.小脑 9.传入侧支

丘脑位于中脑上方，包括上丘脑和下丘脑两部分。丘脑具有感觉分析的功能，从感觉器官传到大脑的信息都要经过这里再向上传导。它象一个转换站，又叫做皮层下感觉中枢。如果一侧丘脑受刺激，可以出现对侧半身感觉过敏或疼痛；如果一侧丘脑受损伤可以出现对侧半身感觉消失（麻木）。下丘脑位于丘脑的前下方。它的主要功能是调节内脏的活动，其中许多神经细胞集团是体液、摄食、饮水等的调节中枢。下丘脑与垂体内分泌功能有密切关系，中枢神经系统调节全身大部分的内分泌（各种激素）的活动，主要是通