

人类大脑探秘

《人类大脑探秘》编写组

世界图书出版公司



前 言

我们人类的大脑是一颗璀璨瑰丽的明珠，也是一个极其神秘的王国。在这个神秘的王国里虽然充满了深邃难解的谜，但同时也是个令人心驰神往的地方。

大脑是人体的神经中枢，人体的一切活动，包括心理活动、肢体运动及感觉的产生，都是由大脑支配和指挥的。大脑是人体内结构和功能最复杂的器官，在各种动物的比较中，大脑结构也是最复杂的。大象大脑皮质的面积大小相当于一张邮票，黑猩猩的相当于一张标准打印纸，而人的大脑皮质面积是黑猩猩的4倍，达2200平方厘米。如果按总的质量来说，大象的脑比人的脑重5倍，但是，大象脑的质量只占整个身体质量的1/500，而人脑占全身质量的1/40。

相对博大浩瀚的宇宙，人脑只不过是一个微乎其微的小微粒，可是就是这样的一个微乎其微的小微粒为什么能够包容博大浩瀚的宇宙呢？大脑皮层只不过是一片薄薄的物质，可是为什么在这片薄薄的物质中竟能产生出复杂难解的精神呢？

科学家们认为，人类面临着四大科学难题或者说四大科学之谜。这四大科学之谜就是物质结构之谜、宇宙演化之谜、生命起源之谜以及大脑之谜。其中大脑之谜是其他三大科学之谜的一个交汇与集合，在大脑之谜中蕴含着其他三大科学之谜，是四大科学之谜之首，是科学难题之最。



千百年来，许多科学家、哲学家、医学家、心理学家苦苦探索、孜孜以求，希望能够揭开大脑的奥秘，千百年过去了，他们取得了丰硕的成果。但大脑就像一个极其神秘的王国，虽然向人们敞开了大门，但依然有许许多多未知的领域还未被人们所认知，需要人们继续发挥聪明才智，发扬艰苦钻研的精神去探讨大脑的奥秘。

本书立足于最新科研成果，多方搜集相关资料，兼以百多幅珍贵图片，汇集成册，内容翔实，图文并茂，为你打开了一扇通往大脑神秘王国的大门，使你徜徉其中。在这个神秘王国里，希望你有所收获，有所心得，从而增加你的学识，开拓你的视野，这正是本书编写的初衷。

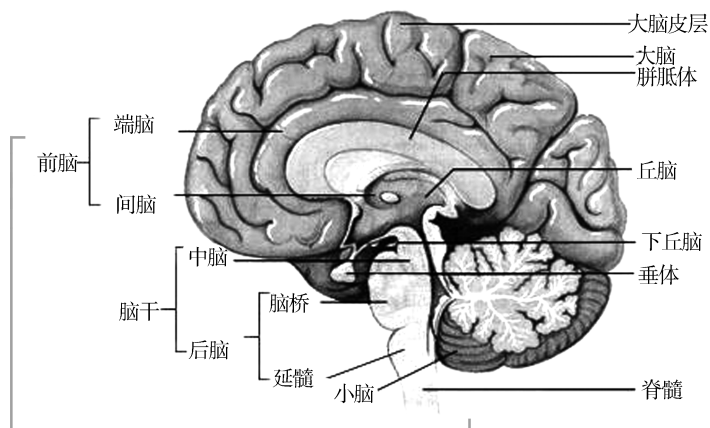


脑的结构

端 脑

地球形成大约在 50 亿年之前，在动物进化过程中，脑的结构与形态有了巨大的发展。人为万物之灵，人脑是人体内结构和功能最复杂的器官。

人脑由端脑、间脑、中脑、后脑（脑桥和延髓）和小脑 5 部分组成，中脑、脑桥和延髓可合称为脑干。人脑的重量相当于自身体重的 1/50 到 1/40，这一比值远远高于其他动物脑与体重的比值。与动物脑的结构相比较，人脑的表面更为发达，如人脑的表面布满了许许多多凹陷的大脑沟和凸起的



大脑结构图



大脑回，这样就大大增加了脑的表面积，而低等动物的脑表面则相对比较光滑。

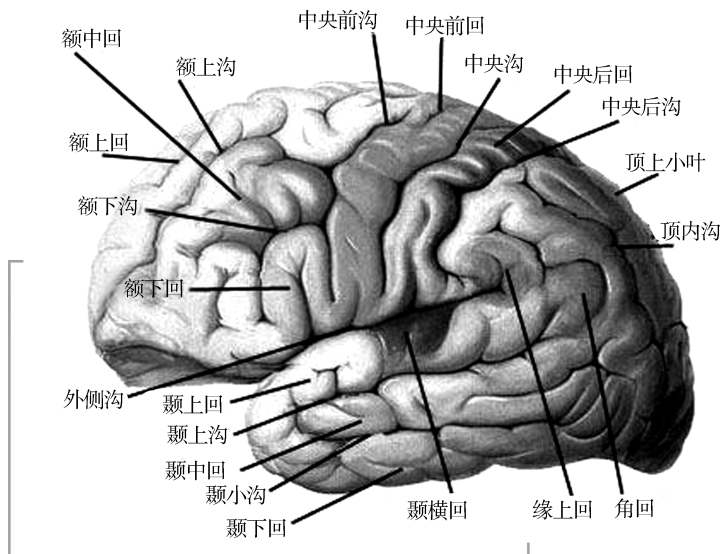
端脑包括左右两个大脑半球以及连接两半球的中间部分。大脑半球表面的部分称大脑皮质。

皮质表面布满深浅不等的沟，称大脑沟，沟间的隆凸部分称大脑回。人类大脑皮质的总重量约占全脑重的 40%，面积约为 2000 多平方厘米，其中 1/3（约 750 平方厘米）露于表面，2/3 位于沟壁和沟底。

脑的灵敏程度是可以竖起大拇指来称赞的。它从接收“信号”到发出“命令”，有时只要 0.001 秒的时间。

脑是一个结构复杂、层次清晰、等级森严和分工明确的生物宇宙。大脑两半球在某些高级功能上是高度专门化了的。

一般说来，左半球同抽象思维、象征性关系和对细节的逻辑分析有关。它能说会道，能写会算，具有语言的、分析和连续计算的能力。它更像一个统治者，在控制神经系统方面起着积极的主导作用，是一丝不苟、严肃认真的对外执行机构。右半球则常常是沉默寡言的。一般说来，它不能



大脑半球外侧面



同外界保持联系，它把对于行为的驱动权拱手让给了左半球。右半球与知觉和空间位置感有关，能处理单项的事物，而不能处理连续的数理序列。但是，它得天独厚地具有一种特殊才能，即擅长于形象思维，是一位艺术大师，更是一位充满着发明创造激情的开拓者；它具有音乐的、绘画的、综合性的、整体性的以及几何空间的鉴别能力。

右半球在许多方面比左半球优越得多，特别是在具体思维能力、创造思维能力、对空间构成的思维能力以及对复杂关系的理解能力等方面尤为突出。右半球是天才的乐队指挥，它在解释听觉——声音印象和理解音乐特征时才华横溢；右半球在表达情绪和识别情绪方面是独具慧眼的，喜、怒、哀、乐、怨、忧、思、悲、恐、惊，这些情绪的微妙处理都要依靠右半球。其实，默默无闻的右半球在人类思维的高级水平上，它感知着、思考着，情绪激荡地进行着学习和记忆；它把握着现在，也幻想着未来。

大脑的左右半球上分别排列着额、颞、顶枕等区域，医学上称之为“叶”。

额 叶

额叶的一项重要职能就是判断自我。额叶失职的人就不能察觉自身所犯的错误，但却能夸夸其谈地指责别人的缺点或不足。额叶的另一项重要职能是主持智力活动。额叶失职的人，从简单的只管思维到复杂的抽象推理都将发生障碍，往往易于贸然地下断语，冲动地做结论，而且有组织的智力活动全部瓦解。额叶还有一项重要职责就是进行抽象思维、提出设想、规划和程序安排，若是额叶此项功能失常，则人的思维状态将处于混乱之中。

额叶具有利用语言调节行为的能力；额叶具有知难而上的进取精神，它能保证注意力集中，并主动努力地去解决问题。另外，思维的敏捷性和词组运用的灵活性也是由额叶来管理的。

颞 叶

颞叶的功能是对视觉和听觉信息进行综合理解和判断，并将产生的记



忆贮存起来。它的记忆功能是构筑一切聪明才智的基石。有了记忆才能学习，有了学习才有积累、比较、鉴别和进步。

顶枕叶

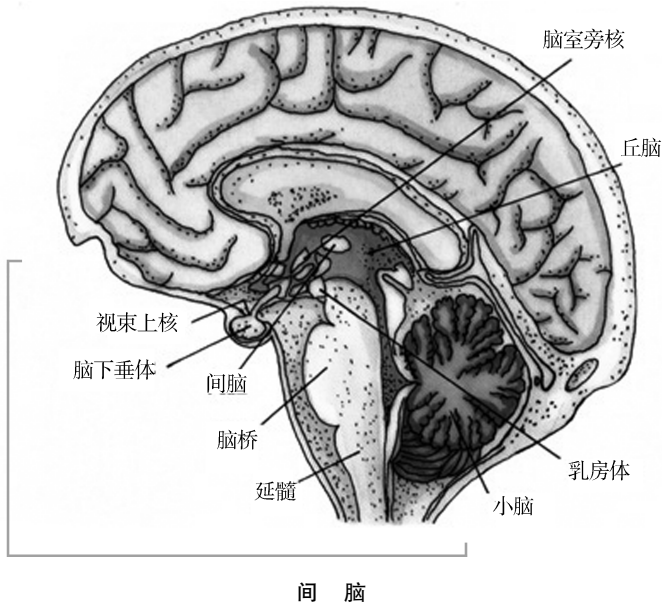
左半球顶枕叶在保证复杂的、同时性的空间综合中起着主要作用。如果该区功能失常，则表现为“执行不力”，一事当前却手足无措，而且在分析知觉关系和符号关系时感到困难。右半球顶枕区功能障碍时，特别恼人的表现是自鸣得意，不肯承认自己的错误，自认为自己是一贯正确，是终极真理的化身。

间 脑

4

间脑位于中脑的前方，绝大部分被大脑皮层遮盖起来。间脑可分 5 部分：背侧丘脑、上丘脑、下丘脑、后丘脑和底丘脑。

间脑的几部分有着各自的分工，其中尤以下丘脑重要。下丘脑位于颅





底，包于第三脑室的周围，前界视交叉，后接中脑，下连垂体。它的位置和神经连接决定了它在整合来自前脑、脑干及各种内分泌系统方面的关键作用。

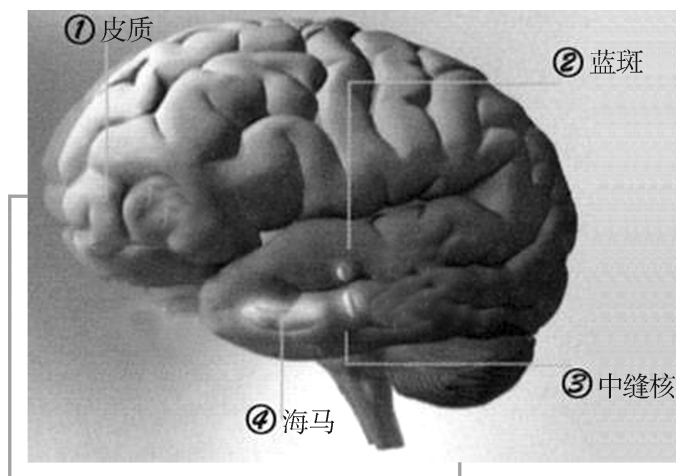
下丘脑包含许多神经核。按纵的方面可分为三条带：最靠近脑室的室周核群，向外是内侧核群，最外是外侧核群。室周核群中靠前面有两个著名的核：室旁核和视上核。它们的特点是含有神经分泌神经元，这种神经元既能传导冲动，又能分泌肽类物质，其轴突直达垂体后叶，其分泌物包括垂体加压素和催产素，可在垂体后叶入血。室周核群中还有一些神经分泌细胞，它们的分泌物不是入垂体后叶，而是经垂体门脉进入垂体前叶。垂体前叶分泌受它们的调控，这些分泌物称为释放激素或释放抑制激素。下丘脑的外侧部实际上就是脑干的向上延伸。通过脑干网状结构，下丘脑可以广泛地影响自主性神经系统的活动。它又与脑的其他部位有相互来回的联系。

下丘脑的解剖位置及神经连接关系，决定了它在调节人体整体行为水平上的关键作用。下丘脑同摄食、性行为、亲（parent）行为、水平衡、体温调节有密切的关系。下丘脑在攻击与防御等人体的应急行为中也非常重要。

间脑中的丘脑还负责向大脑皮层传递信息，感受疼痛和冷暖，它还在人的情绪与记忆机制中起到一定作用。

海 马

海马是位于大脑半球颞叶内侧深部的一个结构，属于旧皮质，呈平面对称结构，无攀缘纤维，无典型的柱状结构，但有很丰富的横行侧支，形成复杂的神经回路联系。一般分为室管膜层、轴突层、树突层、分子层等。海马结构内部可分为齿状回、CA1区和CA3区三个主要部分。海马的传入纤维主要来自内嗅皮层的穿通纤维。这是海马的信息数据输入总线。外穿通纤维主要与锥体细胞（CA1区）的树突顶部形成突触，其神经递质为谷氨酸。其受体分为NMDA受体和非NMDA受体两种类型，都是兴奋性神



海马区

经突触。另一部分的传入纤维来自隔核，称为隔海马纤维，终止于锥体细胞树突的中部，是海马节律的调节输入。其神经递质是乙酰胆碱。海马的传出纤维是由锥体细胞的轴突集成穹隆，投射到丘脑下部的乳头体，由此再投射到丘脑前核及大脑皮质。海马齿状回中有密集的颗粒细胞，是兴奋性的。齿状回是大脑皮质中唯一的只与大脑皮质内部发生关系，而不与皮质下中枢发生联系的结构。它接受来自内嗅区的穿通纤维，发出的轴索，形成苔状纤维，止于 CA3 区锥体细胞主干树突基部。苔状纤维的突触结构比较特殊，内含密集的圆形透明囊泡和少量实心的囊泡，且与好几个树突棘形成突触复合体——苔状纤维突触群，这一结构只在海马和小脑中才有，它被认为可能是信息的存储载体。海马中的神经元除了兴奋性的以外还有抑制性的，如篮状细胞。它的轴突以突触终止于锥体细胞的胞体，其神经递质为 GABA。海马中兴奋性神经元（锥体细胞）和抑制性神经元（篮状细胞）的数目之比大约为 30 : 1。

海马内部连接的重要特点是存在几种不同的途径，一种是穿通纤维连接齿状回的颗粒细胞。颗粒细胞发出苔状纤维，将齿状回的颗粒细胞与 CA3 区的锥体细胞相联结。CA3 区的锥体细胞发出轴突，一方面将信息传给乳头体，另一方面又发出返回侧支，连接 CA1 区的锥体细胞。CA1 区的



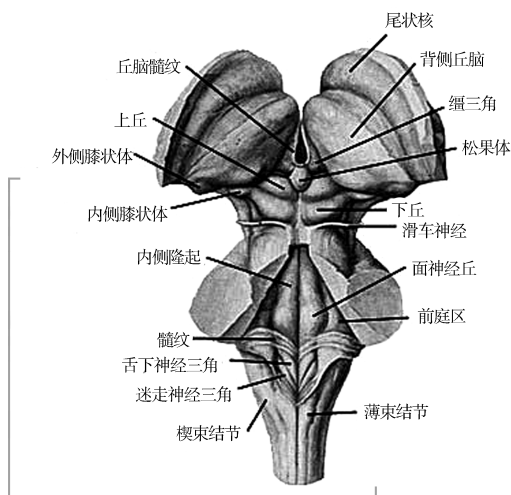
锥体细胞也发出轴突将信息传给乳头体。第二种是穿通纤维直接连接 CA1 区的锥体细胞，再发出轴突将信息传给乳头体。

随着对海马的深入研究，人们发现它在学习记忆中起着重要的作用。正电子断层图（PET）是一种无损伤研究方法，正电子的同位素氧 18 标记的氧葡萄糖注入人体内，就可以用检测器结合电子计算机断层成像的方法，显示出脑内各个部位的不同功能活动状态的图像。Phelps（1982）用正电子断层图研究的实验结果表明，当正常人听故事并努力回忆故事的内容时，海马的葡萄糖代谢率明显增高，表明海马的功能活动比安静时大大增强，也证实了海马是记忆的主要部位之一。

脑 干

脑干由中脑、脑桥和延髓 3 部分组成。脑干向上与间脑相连，自上而下依次是中脑、脑桥和延髓。人脑的 12 对脑神经中有 10 对脑神经与脑干相连，这些脑神经主要与头面部的感觉、运动等功能活动有关。我们眼球的活动、面部的表情、沙子进入眼睛后的流泪现象和不适等等，都与这些脑神经及脑干功能相关。

此外，脑干的网状结构在维持人的清醒状态过程中起重要作用。脑干中还有调节人的心跳、呼吸和血压等生命中枢，同时也有控制人的吞咽、呕吐、打喷嚏、打嗝等非生命中枢。脑干也有助于维持机体的平衡状态。



脑干背面观

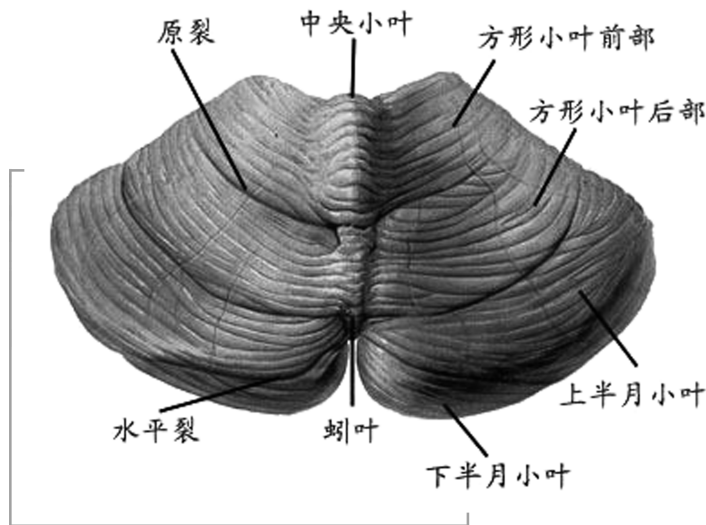


小 脑

小脑位于颅后窝，上部平坦，被大脑半球遮盖，下面中部凹陷，容纳髓，中间缩窄部分叫蚓丘，两侧膨隆，叫做小脑半球。成人小脑约重 150 克，占脑重的 10%。小脑表面有许多平行的浅沟及一些深沟将小脑分成许多小叶。小脑借助三对小脑脚与脑的其他部分相连。小脑上脚连接小脑和中脑；小脑中脚连接小脑和脑桥；小脑下脚连接小脑和延髓。

小脑灰质分布在两个区域。表面一层灰质；称为小脑灰质，另一部分灰质深藏在髓质之中，称为小脑核，一般分为顶核、球状核、栓状核和齿状核。小脑的功能主要有两个方面：一方面是协调随意运动；另一方面是调节肌紧张，从而影响和维持身体姿势平衡。

小脑协助执行协同运动，通过接受有关运动情况的感觉信息和调节各种各样的下行神经通路的活动，然后使运动做得更好。这种功能是随着实践而改善的，因此，小脑具有学习运动技巧的功能。毁损小脑不会产生感觉上的缺损，所以小脑不是接受感觉的主要部位。

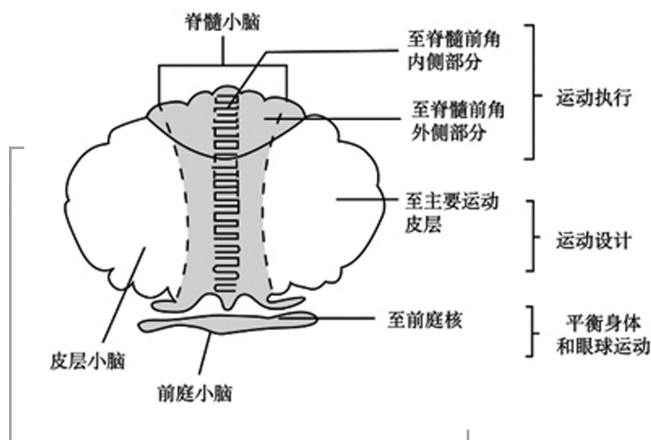


小脑上面观



从其他中枢神经系统传入的冲动，通过小脑白质进入小脑。两种传入纤维被发现：苔状纤维和攀缘纤维。苔状纤维有许多来源，但是所有的攀缘纤维都来自于对侧的下橄榄核。在小脑皮层，苔状纤维和颗粒细胞的树突在颗粒细胞层形成突触。因为一根苔状纤维一再地分枝和许多不同的颗粒细胞形成突触，因此，对于其神经通路的走向，存在着相当大的分歧。而一根攀缘纤维只和一个或几个浦氏细胞的胞体或树突连接，科学家们对攀缘纤维的神经通路基本没有分歧。

颗粒细胞的轴突形成一束平行纤维和浦氏细胞的树突及几种其他的中间神经，如高尔基细胞、篮状细胞、星形细胞等形成突触连接。颗粒细胞是小脑皮层中唯一的兴奋性中间神经元，其他类型的中间神经元都是抑制性的。苔状纤维—颗粒细胞通路和攀缘纤维通路都能兴奋浦氏细胞，因此，它们可以被认为是小脑皮层中的兴奋性神经回路。苔状纤维—颗粒细胞兴奋，引发浦氏细胞典型的单个的动作电位发放（简单峰电位反应）。然而攀缘纤维会引发浦氏细胞高频率的动作电位发放（复合峰电位）。在小脑皮层中，其他的神经通路以抑制性为其特点。高尔基细胞抑制颗粒细胞，篮状细胞抑制浦氏细胞的胞体，卫星细胞抑制中间神经元等都是被苔状纤维—颗粒细胞通路激活。



小脑功能示意图



一个令人惊奇的发现是：虽然浦氏细胞是小脑皮层中唯一的输出神经元，但是它们的突触连接是抑制性的，这种抑制性作用修饰小脑深部核团和前庭侧核的动作电位的发放。

小脑根据系统发生和功能划分为下面几个主要的部分：古小脑、旧小脑和新小脑。古小脑是小脑在进化过程中最早出现的部分，它的功能主要是和前庭系统相关。因此古小脑也被称为前庭小脑，在人类中它们相当于绒球小结叶和部分的小脑蚓体。古小脑主要控制轴向肌肉和保持身体的平衡，而且使头和眼睛的运动相配合。古小脑的损伤会产生喝醉酒似的摇摇摆摆的步伐，被称为共济失调，同时会产生眼球震颤。

旧小脑接受由脊髓传来的躯体特定区域的感觉信息，因此旧小脑经常被称为脊髓小脑。旧小脑同时调节运动和肌肉的状况。旧小脑损伤后会产生协同性缺失，类似于新小脑损伤后所产生的症状。

新小脑在人类小脑中占据主导地位，它占据了小脑的两个半球。大脑皮层广大的区域都有输入到新小脑，所以新小脑也称为皮层小脑。新小脑修饰运动皮层的输出。因为右边的新小脑控制左边的运动皮层的活动，而左边皮层影响右边的肢体的运动，所以新小脑是调节同侧的肢体的运动。新小脑在程序性运动中和前运动皮层相互作用。

大脑在很多方面都堪称动物王国的世界之最。正是由于大脑是机体中结构最为复杂的部分，才可能使其对机体的调控达到如此惊人的准确和协调。

白质和灰质

在新鲜的脑切面上可以看到，有些部位呈灰色，例如大脑皮层，大脑皮层下面的纹状体等地方。这些部位称为灰质，灰质是神经细胞集中的地方。有些部位呈白色，例如大脑深部的内囊，连接两侧大脑半球的胼胝体。这些部位称为白质，白质是神经纤维集中的所在，脑内集中的神经传导纤维所在的地方就是白质。还有一些区域，白质或灰质不十分明显和突出，表示这里就是神经细胞体和神经纤维混杂、穿插的所在，称为网状结构。



脑脊液

脑的外面有一层脑壳包裹着，在脑和脑壳之间有一层“水”存在，这层“水”就是“脑脊液”，起着保护脑的作用。脑脊液像软垫子一样，使人在运动时，脑子不会因受震动而碰坏。脑脊液不仅保护脑，而且，对脊髓同样有保护作用。

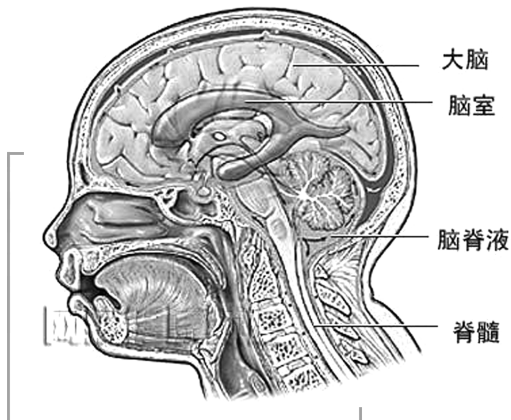
脑脊液是透明而稍带黄色的液体，发源于大脑左右两个侧室。在婴儿期有 40~60 毫升，在幼儿期有 60~100 毫升，少年期有 80~120 毫升，成人则在 150~200 毫升之间。脑脊液是活水，它不断地被生产出来，每分钟的产量约 0.35 毫升，又不断地被吸收，周而复始，保持着恒定的数量。它在脑血管搏动推动下，顺着一定的路线，经过几个脑室而循环运行。

脑脊液里有蛋白质、葡萄糖和氯化物等，可以带给脑子必需的营养，还能把脑子不需要的、有害的废物带到血液里去。

此外，脑脊液还有点“屏障作用”，可防止细菌、病毒或有害物质侵犯脑子和脊髓。

硬膜、蛛网膜和软膜

脑和脊髓是人体的“指挥系统”，但是，它们的组织却是娇嫩的，必须受到严密的保护。构成脑和脊髓的保护层的是 3 层被膜：硬膜、蛛网膜和软膜。硬膜最厚，位于最外层，是由坚硬的结缔组织构成，起着保护作用；



脑脊液循环流动于脑部和脊髓之间



蛛网膜薄而透明，位于硬膜和软膜之间；软膜位于最内层，血管丰富，负责供应脑和脊髓的营养。

在颅腔内，硬脑膜还形成一些板状突起。这些突起深入到两侧大脑半球之间的，称为“大脑镰”；位于大脑与小脑之间的是“小脑幕”；而在两侧小脑半球之间的有“小脑镰”，以及围绕在蝶鞍周围的“鞍隔”。它们进一步对脑的各部分起保护作用。

在硬脊膜与椎骨之间，有硬膜外腔，是医生给病人进行硬膜外麻醉时注射麻醉药物的部位。

蛛网膜与软膜之间的间隙，称为“蛛网膜下隙”，内含脑脊髓液，与脑的网膜下腔相通，是进行腰椎麻醉时注射麻醉药物的部位。

由此可见，脑和脊髓的被膜不仅具有支持、保护、营养的功能，而且还具有重要的临床意义。

在一定的情况下，硬脑膜也有不利的一面。即当脑组织受到肿瘤或水肿的压迫而移位时，由于硬脑膜的限制，可使移位的脑组织进一步压迫其他脑组织，形成“脑疝”，即脑组织突出至不正常的部位，因而导致严重的机能障碍，甚至引起生命危险。例如，大脑颞叶压迫中脑的大脑脚，可引起对侧肢体瘫痪（偏瘫）；小脑扁桃体压迫延髓，可因管理呼吸、心脏跳动的“生命中枢”受到抑制而造成死亡。

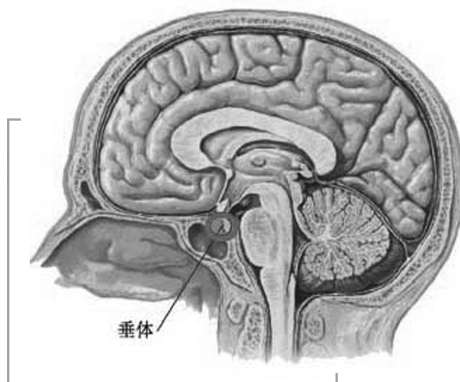
脑垂体

脑垂体又称垂体，是人体最重要的内分泌腺，靠垂体柄（漏斗柄）与下丘脑相连，悬垂于脑下方的垂体窝内。成人的垂体重 0.5~0.6 克，女性略大。

腺垂体和神经垂体虽然共同组成垂体，但在发生学、组织学和生理功能方面都极为不同。腺垂体是由 6 种腺细胞组成的腺体组织；神经垂体是神经垂体细胞组成的神经组织，而不含腺细胞。腺垂体分泌至少 7 种激素，与下丘脑形成一个紧密联系的功能单位，起着上连中枢神经，下接靶腺的“桥梁”作用；神经垂体不能合成激素，而只是贮存和释放由下丘脑的视上



核、室旁核等神经分泌部位合成的激素。事实上把神经垂体看做是下丘脑的延伸部分，与腺垂体共同组成下丘脑——垂体功能单位更为恰当。垂体在整个内分泌系统中起着重要的作用，各部分都有独自的任务。腺垂体细胞分泌的激素主要有7种，它们分别为生长激素、催乳素、促甲状腺激素、促性腺激素、促肾上腺皮质激素（黄体生成素和卵泡刺激素）和黑色细胞刺激素。神经垂体本身不会制造激素，而是起一个仓库的作用。下丘脑的视上核和室旁核制造的抗利尿激素和催产素，通过下丘脑与垂体之间的神经纤维被送到神经垂体贮存起来，当身体需要时就释放到血液中。



脑垂体

垂体激素的主要功能：

生长激素：促进生长发育，促进蛋白质合成及骨骼生长；

催乳素：促进乳房发育成熟和乳汁分泌；

促甲状腺激素：控制甲状腺，促进甲状腺激素合成和释放，刺激甲状腺增生，细胞增大，数量增多；

促性腺激素：控制性腺，促进性腺的生长发育，调节性激素的合成和分泌等；

促肾上腺皮质激素：控制肾上腺皮质，促进肾上腺皮质激素合成和释放，促进肾上腺皮质细胞增生；

卵泡刺激素：促进男子睾丸产生精子，女子卵巢生产卵子；

黄体生成素：促进男子睾丸制造睾丸酮，女子卵巢制造雌激素、孕激素，帮助排卵；

色素细胞刺激素：控制黑色素细胞，促进黑色素合成；

抗利尿激素：管理肾脏排尿量多少，升高血压；

催产素：促进子宫收缩，有助于分娩。



脑的功能

脑的四大功能

14

简单地说，脑有四大功能：感觉、运动、调节（适应）、高级功能。感觉功能是指外界各种刺激传入到脑的过程。运动功能是指脑和脊髓怎样把指令传出到肌肉及内脏，使机体发生运动的过程。调节（适应）功能是指脑怎样保持个体生存和种族繁衍。高级功能是指认知、注意、学习、记忆、语言、思维等。

所谓脑的四大功能，仅仅是一种比较合理的大致区分。感觉功能依赖于身体各种感受器，感受环境中的变化，然后传到脑，这似乎很理所当然。但是被感觉到的外部刺激怎样转变为人的知觉，其实也是一种高级功能。运动功能是依靠骨骼肌、平滑肌及分泌腺来实现的，在体内，通过反射的方式影响运动，这些都很容易被理解为是神经系统的运动功能。但是随意运动，这随意的“意”是哪里来的？或者说这个“意”的程序设计是如何做出来的？实际上这都是脑的功能。

脑的神经传导经

脑的基本功能是传导与处理信息。因此，脑内各部分之间，以及脑和脊髓之间必须传送与交换信息。脑内许多上下、左右、或长或短的相互联