

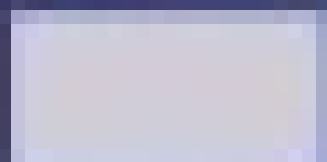


脑功能评估

Evaluation Of Cerebral Function

主编◎郑良成

 军事医学科学出版社



功能评估

Functional Assessment of the Individual with a Disability

Author: [Name]

Published by [Publisher]

脑功能评估

主 编	郑良成		
副主编	周赤龙	刘 凌	常大川
	张 津	孙 虹	
编 者	姜欣禄	包旭芳	杨代兰
	陈 谦	唐新平	李红薇
	姜 新	仇建国	陈文培
	黄金生	王 俊	陈 虹
	林碧珠	梁吕滨	姚建立
	蔡柳芽		

军事医学科学出版社

· 北 京 ·

图书在版编目(CIP)数据

脑功能评估/郑良成主编.

—北京:军事医学科学出版社,2012.4

ISBN 978-7-80245-934-2

I. ①脑… II. ①郑… III. ①脑-机能(生物)-评估 IV. ①Q983

中国版本图书馆CIP数据核字(2012)第067516号

策划编辑:孙宇 责任编辑:曹继荣 责任印制:丁爱军

出版人:孙宇

出版:军事医学科学出版社

地址:北京市海淀区太平路27号

邮编:100850

联系电话:发行部:(010)66931049

编辑部:(010)66931039,66931127,66931038

传真:(010)63801284

网址:<http://www.mmsp.cn>

印装:三河市双峰印刷装订有限公司

发行:新华书店

开本:787mm×1092mm 1/16

印张:13.5

字数:333千字

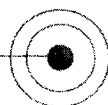
版次:2012年6月第1版

印次:2012年6月第1次

定价:33.00元

本社图书凡缺、损、倒、脱页者,本社发行部负责调换

前 言



对于社会的发展和人类的健康,人脑所起的作用是世间任何事物都不可替代的。国际社会对脑的研究非常重视,美国总统和国会把20世纪90年代定为“脑的十年”;欧洲推出“欧洲脑十年”;日本有二十年“脑科学时代”等计划,都是为了推动和发展神经科学。美国国立健康研究院1997年直接投入与神经科学有关的经费为18亿美元,是其人类基因计划的10倍多;美国国家科学基金会年经费22亿美元中,用于神经科学的经费与其用于数学、物理和化学这种大学科的研究经费相近。日本“脑科学时代”计划年投入1000亿日元(约8亿美元),总投入2万亿日元,为其“超级钢材计划”的10倍。这些投入一方面是为人类的健康,另一方面也期望对脑的研究揭示新的奥秘。

从发达国家的经历来看,随着以前常见病的有效控制,影响人脑高级功能的各种疾患占的比例会越来越高。这些疾病极大地影响人的健康,造成巨大的家庭和社会负担,占用了本来可以用于社会发展的精力和经费。美国20世纪90年代初统计结果显示,65岁以上的人患老年痴呆占11%,每年消耗1131亿美元;精神疾病每年消耗351亿美元;脊柱损伤消耗226亿美元;中风消耗179亿美元;癫痫和多发性侧束硬化消耗55亿美元。我国这方面统计尚不全,北京、上海的初步统计显示,65岁以上的人患老年痴呆占4.9%。从健康史上看,中国人群脑疾患的整个趋势正不断接近发达国家的水平。

脑疾患问题突显,在我国成年人中急性卒中发生率为每年(150~200)人/10万,致残率和死亡率占有所有疾病的前3位,严重威胁着生存与生存质量。颅脑外伤是青年人残疾与死亡的首要原因,20%患者脑损伤严重,其中50%死亡。幸存者中15%~20%遗留严重残疾,3%~5%成为持续性植物状态。还有重症病毒性脑炎、结核性脑膜炎、难治性癫痫以及重症躯体疾患所致的脑功能障碍等。面对

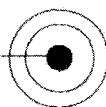
这些患者,神经科医师有责任通过脑功能评估来预测、预后,并选择或制订最佳治疗方案,来回答患者能否生还、清醒及康复等问题。

了解脑功能评估,对个人、家庭、社会而言有着十分重要的意义。近十余年在神经科临床工作中,患者及家属、患者单位、医疗保险机构等常常问我同一个问题:“患者有多少机会恢复、能恢复到什么程度、有无后遗症、医疗费用多少?”这里其实均牵涉到一个核心的问题,就是对患者脑功能的评估。就这一问题,结合自己二十余年临床工作经验、资料的积累和相关文献的研究,兹将《脑功能评估》一书,献给临床同行,作为工作中评判的参考。我想“脑功能评估”这一话题的提出,必将引发大家在这方面的思考和探索。

郑良斌

2012年3月1日

目 录



第一章 脑功能研究的历史沿革	(1)
第二章 脑结构与解剖	(4)
第一节 大脑及其相关结构解剖基础	(4)
第二节 左右脑功能	(19)
第三节 大脑的功能区定位	(21)
第三章 床旁神经功能评估	(24)
第一节 神经系统检查	(24)
第二节 昏迷判定	(33)
第三节 神经功能评估量表	(35)
第四章 脑电图神经功能评估	(77)
第一节 脑电图简介	(77)
第二节 意识障碍脑电图	(82)
第三节 脑电图对脑功能评估的分级标准	(85)
第五章 诱发电位与脑功能评估	(89)
第一节 诱发电位简介	(89)
第二节 各种诱发电位在脑功能评估中的判别标准	(100)
第三节 诱发电位对昏迷患者预后的评价	(105)
第四节 事件相关电位在脑功能评估的临床应用	(107)
第六章 头颅 CT 的脑功能评估	(111)
第一节 电子计算机 X 射线断层扫描技术(CT)	(111)
第二节 头颅 CT 定位	(114)
第三节 颅脑损伤 CT 图像计分评估	(115)
第七章 MRI 的脑功能评估	(117)
第一节 核磁共振成像概要	(118)
第二节 MRI 影像对急性闭合型颅脑损伤严重性和预后的评估	(121)
第三节 磁共振脑功能成像	(125)

第八章 PET-CT 的脑功能评估	(135)
第一节 PET 的基本结构、原理与特色	(135)
第二节 PET 在神经系统方面的应用	(138)
第三节 PET 在脑功能研究中的应用	(141)
第九章 自主神经功能评估	(145)
第一节 自主神经系统的解剖和生理功能	(145)
第二节 自主神经功能检查	(152)
第三节 脑功能损害后自主神经功能障碍	(153)
第四节 HRV 对脑功能损伤患者自主神经功能的评估价值	(156)
第十章 脑代谢功能评估	(158)
第一节 脑代谢概述	(158)
第二节 脑损伤的脑代谢功能变化	(160)
第三节 脑代谢功能临床评估手段	(164)
第十一章 脑神经内分泌功能评估	(168)
第一节 神经内分泌系统	(168)
第二节 脑损伤后神经内分泌改变	(170)
第三节 脑血管病神经内分泌改变	(172)
第四节 脑损伤后神经内分泌改变的评估	(174)
第十二章 脑血流状态评估	(176)
第一节 脑血流量及其调节机制	(176)
第二节 脑血流储备的临床意义和测定方法	(181)
第三节 颅内静脉系统血流动力学及评估手段	(187)
第四节 彩色经颅多普勒超声在检测脑血流变化中的临床应用	(188)
第五节 激光多普勒血流测定法在局部脑血流量监测中的应用	(189)
第十三章 颅内压状态评估	(193)
第一节 颅内压的组成和测定	(193)
第二节 颅内压增高	(197)
第三节 颅内压监护和临床应用	(201)
参考文献	(207)

第一章

脑功能研究的历史沿革

早在 18 世纪前叶,意大利医生和生物学家佛洛恩斯(Flourens)就已经通过观察和实验来研究脑。他通过一定的方式,在不同的动物身上不止一处地摘除它们的脑区域,然后观察产生的结果。他发现,摘除不同的脑区之后,并不是脑的特定功能受到损害,而是所有功能都逐渐减弱。这样的事实清楚地表明,将不同的功能选择性地完全定位于脑的某一特定区域是不可能的。于是,这种认为脑是均一的,没有专一功能区域的设想,就导致了脑的整体性活动概念出现。

与这种整体性脑功能活动想法相反,18 世纪后期德国医生加尔(Gall)鼓吹的另一种鲜明对照的观点却久负盛名。这种观点认为脑能够被分隔成若干固定的小室,各自有高度专一的功能。加尔通过研究死后人颅骨的物理特征,再与死者生前的性格特征匹配,发展出一套理论。他和他的信徒检测颅骨的表面隆凸作为脑的特征,将头骨分成 39 个区域,相应地将人类复杂的心智功能也分成 39 种,包括“繁衍的本能”、“爱”、“友谊”、“谨慎”、“仁慈”、“希望”、“记忆”、“数学概念”、“文字知觉”、“推理”、“比较”、“空间方位感”、“因果关系”、“时间知觉”、“大小知觉”等,建立了曾经在西方广泛流传的颅相学(Phrenology)。这种观点在当时的技术水平下,看似符合客观的科学测量标准,因此曾经在很长的一段时间里独领风骚。

一直到 19 世纪后叶,对脑部损伤患者的临床观察有了很多新的发现。法国医生布洛卡(Broca)检查了一个不会说话的患者,他可以理解语言,但在说话时只能“Tan”发音,不会发别的音。几天后他去世,对他的大脑研究发现他大脑的损伤区域在左侧大脑半球前部,也就是脑功能结构中著名的布洛卡区。这种病变现在被称为运动性失语症(Aphasia)。对另一种语言障碍——感觉性失语症患者大脑的研究则发现,患者能够完全正确地发音,但说出的话语无伦次,语言的理解能力有障碍,损伤的区域在大脑下部的颞横回语言感觉区——韦尼克(Wernicke)区。这些与颅相学预言完全不同的实际观察结果,逐渐揭示了把颅骨的表面隆凸作为衡量脑功能指标的荒唐无稽。

脑损伤的临床观察虽然把简单肤浅的颅相学从科学的研究中清理出去,对大脑功能的“狭隘的定位论”观点却没有得到什么改变。很短的时间内,“概念中枢”、“阅读中枢”、“书写中枢”、“空间定向中枢”等一系列“中枢”分别在大脑皮质中确定了位置。尤其是在 20 世纪初,具有讽刺意味的是,人类自己发动的世界大战为人类观察研究自身的大脑提供了许多极为有用的病例——大脑受弹伤的士兵。1934 年,德国精神病学家克雷斯特(Kleist)对这些病例进行观察研究,得到的大量资料被加工整理后,甚至绘出了详细的大脑皮质功能定位图。然而,从本质上而言,这些图与加尔他们的颅相学图并没有很大的差别。

20 世纪 80 年代后期,由于科学技术的迅速发展,成熟的脑 CT 技术 (computerized tomography, 计算机断层扫描术) 在临床医学诊断和研究中普遍应用,这种可以对患者产生很少损害的成像技术,可以更加方便和精确地确定脑损伤的位置和性质。然而,脑 CT 技术是基于各种脑组织对 X 线吸收程度的差异而成像的技术,它测量的只能是脑的结构像信息,因而只能通过结合患者的脑损伤定位观察和行为上的心理功能障碍测量来研究脑功能,对正常人的脑功能活动的研究探索有很大的困难。此时,另外两种新技术的出现和发展,为脑功能定位认知研究开拓出崭新的方向。这两种技术就是现在应用广泛的 PET 技术 (positron emission tomography, 正电子发射断层扫描术) 和 fMRI 技术 (functional magnetic resonance imaging, 功能核磁共振成像)。

在身体的所有器官中,脑对能量的消耗是最大的。即使在安静的状态下,脑消耗的氧气和葡萄糖的速度也是其他组织的 10 倍。当某块脑区工作时,它需要的能量剧增。因此,我们如果能够追踪反映这些能量变化的生理参数,就能知道当脑在从事某种作业和相关功能活动时,哪一部分脑区最兴奋活跃或者工作最努力。这就是 PET 和 fMRI 的基本原理。其中, PET 使用半衰期很短的放射性标记物如 ^{18}F -2-脱氧核糖、 H_2^{15}O 等注入人体,这些放射性示踪物在人体内放出光子,计算机控制的闪烁探头在脑部四周旋转探测和记录光子出现的动态过程,计算脑内葡萄糖等相关物质的代谢率,可以观察人脑认知时,脑部血流量、糖代谢率和氧消耗的变化等,由此检测脑部生理代谢活动与精神和心理活动的关系。fMRI 则不需要标记物,直接通过测量血液中氧浓度变化引起的血红蛋白的磁性改变,检测脑部兴奋区域与心理功能之间的关联。通常条件下, PET 可以在几十秒内,得到一幅清晰的图像,其功能像的空间分辨率是厘米量级,而 fMRI 可以在几百毫秒的时间分辨率内,检测毫米量级的脑组织活动。

神经生理学中通过对清醒动物的单细胞记录、多细胞记录、阵列电极记录等测量细胞活动的电生理反应,以及分子神经生物学中通过组织化学等方法测量细胞活动时信息传递的化学物质变化,是在分子和细胞水平的脑功能认知研究的生理成像方式。它们在时间和空间分辨率上都可以达到相当的要求。与之相比,在皮质水平上对人类大脑的各种无创性认知成像技术,都有各自的缺点。即使在理想的情况下, fMRI 也只能达到 100 ms 的时间量级,并且,脑区域能量代谢的变化或者血流的变化,与神经元的兴奋和抑制之间的确切关系究竟是什么,也还是一个悬而未解的问题。这些通过测量脑血流变化或含氧浓度变化而成的功能像,并不是实际意义上的脑功能活动发生的位置和时间,从而在根本上不可避免地带有一定的空间和时间差异。有近百年历史的脑电图技术 (EEG), 在 20 世纪六七十年代出现的事件相关电位 (event-related potential, ERP) 技术,都能够通过实时记录脑功能活动时的头皮电位,测量认知活动引起的脑电变化,并可以通过偶极子定位模型,逆向求解出大致的脑内电活动的源定位。但是,由于数学上这种逆向求解的困难和解的非唯一性, ERP 的脑功能定位只能是对真实脑活动的一个相当粗略的估计。如果能够通过某种方式有效地结合这两种成像技术,在时间与空间分辨率上同时达到一个更好的水平,在脑功能成像技术上将是一个不小的进步。这也正是我们目前极力发展的目标之一。

尽管离完善这些脑成像技术来探索脑功能还有很远的路要走,但通过这些技术,我们对大脑内部工作机制的了解越来越清楚。至少现在我们已经清楚,那种认为一个脑区就有一种特定的自主功能的观点是明显错误的,几乎所有的认知活动,都有好几个脑区的同时兴奋。事实上,组成大脑的那些解剖学上截然不同的区域,就如同组成一支交响乐团的不同乐器一样,需



要精密的协调合作,才能正确地演奏一首交响曲,实现一种认知活动。

近年来,在脑高级功能的研究中,人们对条件反射理论的科学性、相对简单性提出了不少的质疑(但条件反射的实验方法仍是目前研究学习和记忆的主要方法),提出了多种新的研究手段和理论。这些手段的共同点就是无创伤性,主要集中在脑电场、脑磁场的引导;局域性脑电场、脑磁场的变化及相互关系和脑局部血流的变化等,也引入了分子生物学、微电子学等技术来探讨脑高级功能的物质基础。在分子和细胞水平取得了一些可喜的进展,但这些研究手段和方法均有一定的局限性。如何将这些方法整合到一起,如何结合多学科(尤其是利用网络分析技术制作出人脑的言语行为地形图来揭示语言、记忆、认知的秘密)的力量并将脑看做是一个整体来探讨脑的高级功能,这是 21 世纪最有希望也是最难的挑战。

第二章

脑结构与解剖

大脑又称端脑,脊椎动物的高级神经系统的主要部分,由左、右两半球组成,在人类为脑的最大部分,是控制运动、产生感觉及实现高级脑功能的高级神经中枢。脊椎动物的端脑在胚胎时是神经管头端薄壁的膨起部分,以后发展成大脑两半球,主要包括大脑皮质和基底核两部。大脑皮质是被覆在端脑表面的灰质、主要由神经元的胞体构成。皮质的深部由神经纤维形成的髓质或白质构成。髓质中又有灰质团块即基底核,纹状体是其中的主要部分。广义的大脑指小脑幕以上的全部脑结构,即端脑、间脑和部分中脑。

第一节 大脑及其相关结构解剖基础

大脑

一、大脑概述

大脑主要包括左、右大脑半球,是中枢神经系统的最高级部分。人类的大脑是在长期进化过程中发展起来的负责思维和意识的器官。左、右大脑半球由胼胝体相连,半球内的腔隙称为侧脑室,它们借室间孔与第三脑室相通。每个半球有三个面,即膨隆的背外侧面,垂直的内侧面和凹凸不平的底面。背外侧面与内侧面以上缘为界,背外侧面与底面以下缘为界。半球表面凹凸不平,布满深浅不同的沟和裂,沟裂之间的隆起称为脑回。背外侧面的主要沟裂有:中央沟从上缘近中点斜向前下方;大脑外侧裂起自半球底面,转至外侧面由前下方斜向后上方。在半球的内侧面有顶枕裂从后上方斜向前下方;距状裂由后部向前连顶枕裂,向后达枕极附近。这些沟裂将大脑半球分为五个叶:即中央沟以前、外侧裂以上的额叶;外侧裂以下的颞叶;顶枕裂后方的枕叶以及外侧裂上方、中央沟与顶枕裂之间的顶叶;深藏在外侧裂里的脑岛。另外,以中央沟为界,在中央沟与中央前沟之间为中央前回;中央沟与中央后沟之间为中央后回。见图 2-1、图 2-2。

二、大脑半球灰质与白质

1. 覆盖在大脑半球表面的一层灰质称为大脑皮质,是神经元胞体集中的地方。这些神经元在皮质中的分布具有严格的层次,大脑半球内侧面的古皮质分化较简单,一般只有三层:①分子层;②锥体细胞层;③多形细胞层。在大脑半球外侧面的新皮质则分化程度较高,共有

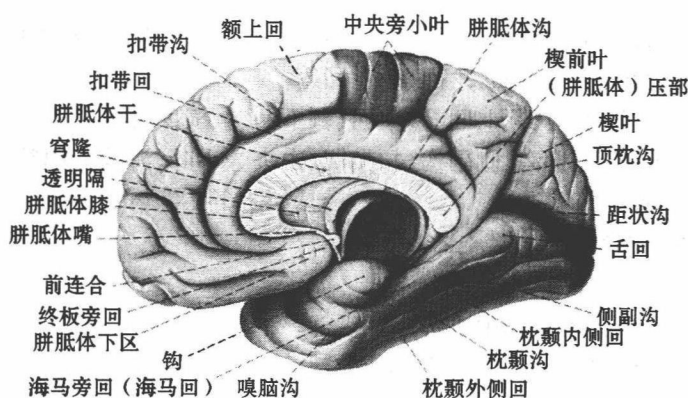


图 2-1 大脑半球内侧面

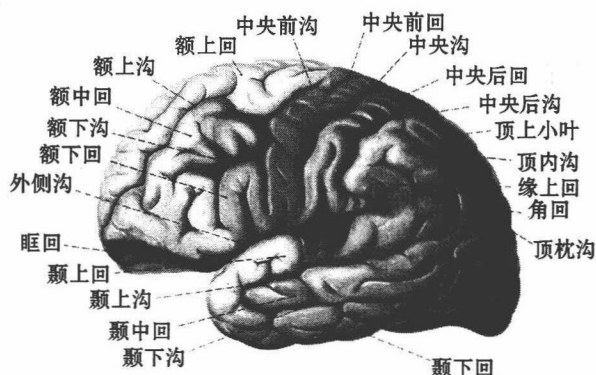


图 2-2 大脑半球外侧面

六层:①分子层(又称带状层);②外颗粒层;③外锥体细胞层;④内颗粒层;⑤内锥体细胞层(又称节细胞层);⑥多形细胞层。

2. 皮质的深面为白质,白质内还有灰质核,这些核靠近脑底,称为基底核(或基底神经节)。基底核中主要为纹状体。纹状体由尾状核和豆状核组成。尾状核前端粗、尾端细,弯曲并环绕丘脑;豆状核位于尾状核与丘脑的外侧,又分为苍白球与壳核。尾状核与壳核在种系发生(即动物进化)上出现较迟,称为新纹状体;而苍白球在种系发生上出现较早,称为旧纹状体。纹状体的主要功能是使肌肉的运动协调,维持躯体一定的姿势。

三、大脑解剖结构

(一)大脑半球的外形

1. 三个面 每侧大脑半球可分为上外侧面、内侧面和下面三个面。
2. 三个叶间沟 中央沟、外侧沟、顶枕沟。
3. 五个叶 额叶、顶叶、枕叶、颞叶、岛叶。

4. 主要沟回

- (1) 额叶: 中央前沟、额上沟、额下沟、中央前回、额上回、额中回、额下回。
- (2) 顶叶: 中央后沟、中央后回、角回、缘上回等。
- (3) 颞叶: 颞上沟、颞下沟、颞上回、颞中回、颞下回、颞横回等。
- (4) 内侧面: 扣带沟、距状沟、侧副沟、扣带回、中央旁小叶、海马旁回等。
- (5) 下面: 嗅球、嗅束等。

(二) 大脑半球内部结构

1. 大脑皮质功能区

- (1) 躯体感觉区: 中央后回和中央旁小叶后部。
- (2) 躯体运动区: 中央前回和中央旁小叶前部。
- (3) 视区: 距状沟两侧皮质。
- (4) 听区: 颞横回。
- (5) 语言中枢
 - 听觉语言中枢: 缘上回。
 - 视觉语言中枢: 角回。
 - 书写中枢: 额中回后部。
 - 运动性语言中枢: 额下回后部。

2. 基底核 是包埋于大脑髓质中的灰质团块, 位于大脑基底部。主要包括屏状核、尾状核、豆状核、杏仁体等。尾状核、豆状核又合称纹状体。主要功能是维持骨骼肌的张力, 协调肌群运动。见图 2-3。

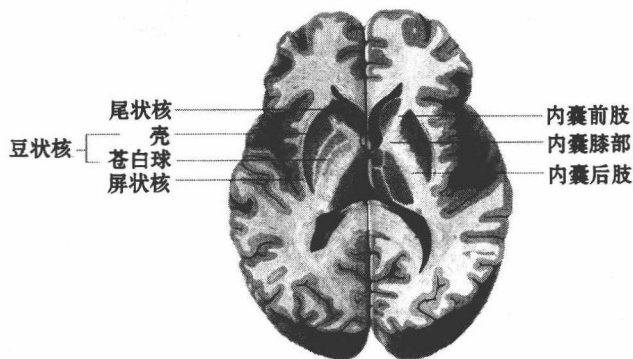


图 2-3 基底核

基底核(basal ganglia, 有时直译为基底神经节), 是大脑深部一系列神经核团组成的功能整体。它与大脑皮质、丘脑和脑干相连。目前所知其主要功能为控制自主运动。它同时还参与记忆、情感和奖励学习等高级认知功能。基底核的病变可导致多种运动和认知障碍, 包括帕金森病和亨廷顿症等。

人类大脑的冠状切面显示基底核主要组成部分的位置。包括: 尾状核、壳、苍白球、丘脑下核、伏隔核和黑质。

前侧

纹状体包括尾状核、壳、伏隔核、外苍白球、内苍白球。

后侧

以下这些结构在大脑中更靠下、靠后,包括丘脑下核和黑质。黑质根据内部结构可分为黑质致密部、黑质网状部、黑质侧部。

应注意不同学者经常赋予基底核不同的范围。例如,并非所有学者主张将黑质算作基底核的一部分。也有一些学者主张将杏仁核划入基底核。

豆状核

豆状核是基底核的一部分。豆状核是由壳核和苍白球组合而成的。苍白球在豆状核的内侧部,借外髓板与豆状核外侧的壳核分开,而其自身又被内髓板分为外侧与内侧部。其宽阔的底凸向外侧,尖指向内侧。豆状核的外侧借薄薄的一层外囊纤维与屏状核相隔。豆状核的内侧邻接内囊,其尖部构成内囊膝部的外界。内囊后肢分隔着豆状核与丘脑,内囊前肢介于壳核与尾状核头部之间。故豆状核的前缘、上缘和后缘都与放射冠(进出大脑皮质的重要传导束所在处)相邻。内囊由传入大脑和由大脑向外传出的神经纤维组成,是人体运动、感觉神经传导束最为集中的部位。

纹状体

基底神经节的主要组成部分,包括豆状核和尾状核。豆状核和尾状核的头之间有纹理状纤维相连,故把两者合称纹状体。根据发生的早晚可分为新、旧纹状体,新纹状体指豆状核的壳和尾状核,旧纹状体指苍白球,纹状体属锥体外系的结构,与骨骼肌的活动有关。

3. 大脑髓质

(1) 联络纤维:连接同侧大脑半球。

(2) 连合纤维:即胼胝体。

(3) 投射纤维:主要是内囊。

内囊位于背侧丘脑、尾状核、豆状核之间,由上行的感觉纤维和下行的运动纤维构成。在脑的水平切面呈“> <”状,分为内囊前肢、内囊膝、内囊后肢三部分。

①内囊前肢:位于背侧丘脑与尾状核头部之间。

②内囊后肢:位于背侧丘脑与豆状核之间。主要有皮质脊髓束、脊髓丘脑束、视辐射等纤维束通过。

③内囊膝:位于内囊前肢和内囊后肢交汇处,有皮质核束通过。

小脑

小脑位于大脑半球后方,覆盖在脑桥及延髓之上,横跨在中脑和延髓之间。它由胚胎早期的菱脑分化而来,是脑六个组成部分中仅次于大脑的第二大结构。

一、外部形态

中部狭窄称小脑蚓,两侧膨大部称小脑半球,小脑下面靠小脑蚓两侧小脑半球突起称小脑扁桃体(图2-4)。

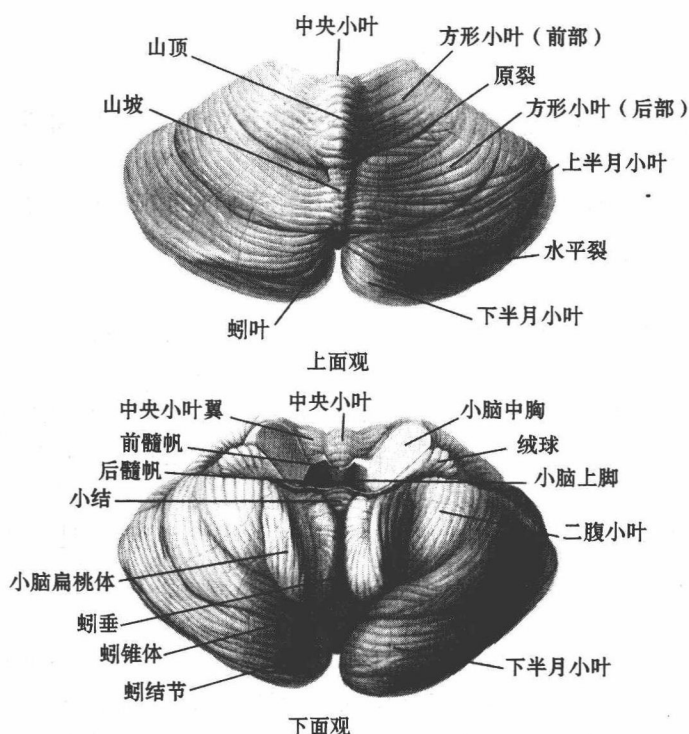


图 2-4 小脑

二、内部结构

1. 皮质。

2. 髓质(髓体):顶核、中间核(栓状核、球状核)、齿状核。

小脑的分叶

1. 按形态结构和进化可分为 绒球小结叶(原小脑或古小脑),小脑前叶(旧小脑),小脑后叶(新小脑)。

2. 按功能可分为 前庭小脑(原小脑或古小脑),脊髓小脑(旧小脑),大脑小脑(新小脑)。

三、小脑的纤维联系和功能

1. 前庭小脑 调整肌紧张,维持身体平衡。

2. 脊髓小脑 控制肌肉的张力和协调。

3. 大脑小脑 影响运动的起始、计划和协调,包括确定运动的力量、方向和范围。

脑干

脑干(brain stem)是脑的一部分,位于大脑的下面,脑干的延髓部分下连脊髓,呈不规则的柱状形。脑干由延髓、脑桥、中脑及网状系统组成。上面连有第3~12对脑神经。脑干内的白

质由上、下行的传导束,以及脑干各部所发出的神经纤维所构成,是大脑、小脑与脊髓相互联系的重要通路。脑干内的灰质分散成大小不等的灰质块,叫“神经核”。神经核与接受外围的传入冲动和传出冲动支配器官的活动,以及上行下行传导束的传导有关。此外,在延髓和脑桥里有调节心血管运动、呼吸、吞咽、呕吐等重要生理活动的反射中枢。延髓尾端在枕骨大孔处与脊髓接续,中脑头端与间脑相接。延髓和脑桥卧于颅底的斜坡上。脑干的功能主要是维持个体生命,包括心跳、呼吸、消化、体温、睡眠等重要生理功能。经由脊髓传至脑的神经冲动,呈交叉方式进入:来自脊髓右边的冲动,先传至脑干的左边,然后再送入大脑;来自脊髓左边者,先送入脑干的右边,再传到大脑。见图 2-5、图 2-6。

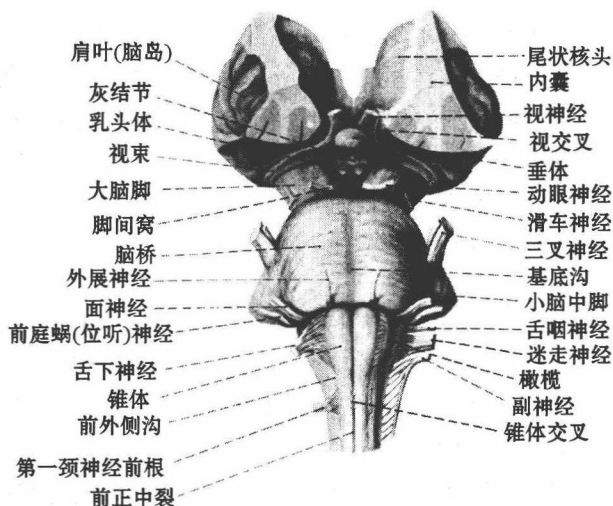


图 2-5 脑干腹面观

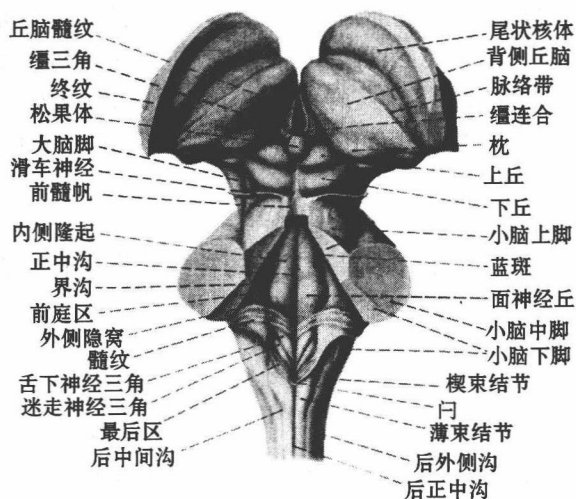


图 2-6 脑干背面观