



实用临床 神经解剖学

SHIYONGLINCHUANG SHENJINGJIEPOUXUE

主编 © 高树海 夏玉军 朱德璋

 人民军医出版社
PEOPLE'S MILITARY MEDICAL PRESS

实用

SHIYONG LINCHUANG SHENJING JIEPOUXUE

临床神经解剖学

主 编 高树海 夏玉军 朱德璋
副主编 陈宏泉 张 伟 董晓光 王 琳
编 委 (以姓氏笔画为序)
王玉彬 王守彪 冯志博 沈若武
张冬梅 陈玉明 陈红兵 易西南
夏 琿 倪同尚 徐 洋 郭云良



人民军医出版社

People's Military Medical Press

北京

图书在版编目(CIP)数据

实用临床神经解剖学/高树海,夏玉军,朱德璋主编. —北京:人民军医出版社,2006.7
ISBN 7-5091-0296-0

I. 实… II. ①高…②夏…③朱… III. 神经系统-人体解剖学 IV. R322.8

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2006)第 02662 号

策划编辑:焦健姿 文字编辑:孟庆玉 责任审读:黄栩兵

出版人:齐学进

出版发行:人民军医出版社 经销:新华书店

通信地址:北京市 100036 信箱 188 分箱 邮编:100036

电话:(010)66882586(发行部)、51927290(总编室)

传真:(010)68222916(发行部)、66882583(办公室)

网址:www. pmmp. com. cn

印刷:北京天宇星印刷厂 装订:京兰装订有限公司

开本:787mm×1092mm 1/16

印张:19.25 彩页 1 面 字数:463 千字

版、印次:2006 年 7 月第 1 版第 1 次印刷

印数:0001~3000

定价:38.00 元

版权所有 侵权必究

购买本社图书,凡有缺、倒、脱页者,本社负责调换

电话:(010)66882585、51927252

内容提要

SUMMARY

全书分 9 章详细介绍了外周神经、脊髓、脑干、小脑、丘脑、端脑、嗅脑与边缘系统、传导通路等内容。每一章均从基础与临床相结合的角度出发,将神经解剖学的知识与临床神经疾病的要点、病例及问题有机结合,力求在神经科学的基础研究与临床应用之间架起桥梁,为临床医师对神经疾病的病因、定位诊断提供参考,协助他们思考和解释医疗实践中所见到的症状和体征,探索新的诊断依据和治疗方法。本书语言简洁、深入浅出、图文并茂、实用性强,可供神经内科、神经外科和精神病科医师及广大医学院校师生、基础研究工作者参考。

责任编辑 焦健姿 孟庆玉

前言

PREFACE

随着科学技术日新月异的迅猛发展,神经科学已经成为新世纪科学发展的前沿领域之一。近 30 年来,神经解剖学中已经涌现出大量的新概念和新理论,随之也就有许多有关神经解剖学的书籍相继问世。虽然此类书籍能够反映出神经解剖学在各方面的发展,但多局限于基础医学方面。在临床方面,也有大量介绍神经疾病的书籍,它们则多倾向于对神经疾病的临床表现、症状及治疗的描述,很少涉及到疾病的病理解剖基础。因此,及时地将不断发展的神经解剖学知识与神经疾病有机地结合起来,无疑是非常必要的。目前,此类书籍却非常少,以至于许多院校的神经内、外科学生无法做到有的放矢的学习,本书就是针对这种情况,在人民军医出版社的组织下,由许多长期从事基础研究的专家教授和长期从事临床研究的著名医师共同完成的。

本书参考了大量的国内外有关神经解剖学和神经病学的书籍,结合近期的国际互联网的信息资源后进行编写的。全书共约 40 万字,插图 100 余幅。

本书从基础与临床相结合的角度出发,把神经解剖学的基础知识与神经疾病的临床症状结合起来阐述,可作为神经内、外科和精神病等专科的各级医师的一本案头常备书,为神经疾病的病因、定位诊断提供参考。希望在神经科学的基础研究与临床应用之间架起桥梁,帮助临床医师思考和解释医疗实践中所见到的症状和体征,提出新的诊断依据和治疗方法。当然,也可供大专院校师生和基础研究工作者参阅。

由于编写时间有限,内容复杂,加之编写人员自身知识的相对局限性,书中若有不足或错误之处,敬请广大同行及读者批评、指正!

本书在编写和出版过程中,承蒙人民军医出版社的领导和编辑出版人员的大力支持和帮助,在此表示衷心的感谢!

编者

目 录

CONTENTS

第1章 神经解剖学概论	(1)
第一节 神经系统	(1)
第二节 神经元	(2)
一、神经元的形态.....	(2)
二、神经元的类型.....	(2)
三、神经元的结构.....	(5)
四、神经纤维.....	(9)
五、神经末梢.....	(11)
六、突触.....	(13)
七、化学突触的类型.....	(18)
第三节 神经胶质	(25)
一、星形细胞.....	(25)
二、室管膜细胞和垂体细胞.....	(27)
三、少突胶质细胞和神经膜细胞.....	(28)
四、小胶质细胞.....	(29)
第四节 神经递质与调质	(30)
一、乙酰胆碱.....	(31)
二、胺类递质.....	(33)
三、氨基酸类递质.....	(38)
四、肽类递质.....	(41)
第五节 神经营养因子	(42)
一、神经营养素家族.....	(42)
二、睫状神经营养因子.....	(44)
三、胶质细胞源性神经营养因子家族.....	(45)
第六节 神经组织的变性和再生	(45)
一、周围神经组织的变性和再生.....	(46)
二、中枢神经的损伤、修复和再生.....	(48)
三、神经细胞与死亡.....	(49)
第七节 神经干细胞	(51)
一、神经干细胞的特点.....	(51)
二、神经干细胞的存在部位.....	(51)

三、神经干细胞的增殖与分化	(52)
四、神经干细胞移植	(53)
五、神经干细胞载体	(55)

第2章 周围神经系统 (56)

第一节 脊神经 (56)

一、脊神经解剖学概要

二、脊神经损伤的解剖学基础

第二节 脑神经 (67)

一、脑神经解剖学概要

二、脑神经损伤的解剖学基础

三、眼的神经解剖学基础以及临床联系

第三节 内脏神经系统 (81)

一、内脏运动神经

二、内脏神经丛

第3章 脊髓 (87)

第一节 脊髓的解剖学概要 (87)

一、脊髓的位置

二、脊髓的形态

三、脊髓的结构

四、脊膜的结构

五、脊髓的血液循环

六、脊髓的功能

第二节 脊髓损伤的解剖学基础 (96)

一、脊髓横贯性损害

二、脊髓空洞症

三、脊髓自主神经功能损害

第4章 脑干..... (103)

第一节 脑干的解剖学概要..... (103)

一、脑干的位置

二、脑干的外形

三、脑干的内部结构

四、脑干代表性横切面

五、脑干的血液供应	(111)
六、脑室结构	(112)
第二节 脑干损伤的解剖学	(113)
一、延髓外侧综合征	(113)
二、延髓内(腹)侧综合征	(114)
三、延髓后部综合征	(114)
四、脑桥基底综合征	(114)
五、脑桥腹外侧综合征	(114)
六、脑桥背侧综合征	(115)
七、中脑腹侧综合征	(115)
八、Benedikt 综合征	(115)
九、Claude 综合征	(115)
十、Parinaud 综合征	(115)
十一、脑桥小脑角综合征	(116)
十二、后颅窝综合征	(116)
第 5 章 小脑	(117)
第一节 小脑的解剖学概要	(117)
一、小脑的位置	(117)
二、小脑的外形	(118)
三、小脑的内部结构	(123)
四、小脑的功能	(130)
五、小脑的血液循环	(134)
第二节 小脑损伤的解剖学基础	(135)
一、蚓前部综合征	(135)
二、蚓后部综合征	(136)
三、外侧小脑综合征	(136)
四、小脑梗死综合征	(137)
五、小脑占位性病变	(139)
六、遗传性共济失调	(139)
第 6 章 间脑	(142)
一、外形与分部	(142)
二、背侧丘脑	(143)
三、上丘脑	(161)
四、腹侧丘脑(底丘脑)	(163)

五、下丘脑	(165)
六、第三脑室	(180)

第7章 端脑..... (181)

第一节 端脑的解剖学概要..... (181)

一、大脑半球的外部形态	(181)
二、大脑皮质	(184)
三、基底核	(196)
四、大脑半球的髓质	(199)
五、侧脑室	(204)
六、端脑的血循环	(205)
七、脑的被膜	(211)
八、脑脊液及其循环	(216)

第二节 端脑损伤的解剖学基础..... (217)

一、高级神经活动损害	(217)
二、运动功能损害	(220)
三、感觉功能损害	(222)
四、语言功能损害	(224)
五、内囊功能损害	(228)
六、基底核损害	(229)

第8章 嗅脑和边缘系统..... (234)

第一节 嗅脑的解剖学概要..... (235)

一、嗅球	(235)
二、嗅束	(236)
三、嗅前核	(237)
四、前穿质	(237)
五、前梨区与梨状叶	(237)
六、嗅觉传导路	(237)

第二节 杏仁复合体解剖概要..... (238)

一、分群	(238)
二、纤维联系	(239)
三、化学神经解剖学	(241)
四、功能与临床	(242)

第三节 隔区解剖学概要..... (243)

一、纤维联系	(243)
二、功能	(244)
第四节 海马解剖学概要	(244)
一、外形与位置	(244)
二、海马结构的发育	(245)
三、海马结构的构筑	(246)
四、海马结构的纤维联系	(247)
五、化学神经解剖学	(249)
六、功能与临床	(250)
第五节 基底前脑	(251)
一、基底前脑的分群	(251)
二、基底前脑的化学解剖学	(251)
三、基底前脑的纤维联系	(252)
第六节 边缘系统功能	(253)
一、边缘系统的结构和纤维联系	(253)
二、边缘系统的功能	(253)
第9章 中枢神经传导路	(255)
第一节 上行传导路	(255)
一、痛温觉传导路	(255)
二、本体感觉传导路	(259)
三、视觉传导路	(262)
四、听觉传导路	(266)
五、平衡觉传导路	(270)
六、内脏感觉传导路	(274)
第二节 下行传导路	(276)
一、锥体系传导路	(277)
二、锥体外系传导路	(281)
第三节 运动回路和调控	(283)
一、躯体运动的分类	(283)
二、脊髓的运动调控	(283)
三、脑干的运动调控	(288)
四、大脑的运动调控	(289)
五、小脑的运动调控	(291)
六、基底神经核运动回路	(293)

第1章

神经解剖学概论

人体是由众多细胞(cell)组成的一个复杂的有机整体。形态结构和生理功能相同或相近的细胞,借助它们之间的非细胞物质——细胞间质联系在一起,并按照一定的方式排列成具有一定形态的结构——组织(tissue),分布在机体不同的区域,发挥着不同的功能。人体共有四种基本组织,即上皮组织、结缔组织、肌肉组织和神经组织。

构成人体的四种基本组织按照一定的方式组合起来,各尽其力,相互依存,密切协作,这就构成了人体众多的具有特殊形态和生理功能的结构——器官(organ)。例如,心脏就是由四种基本组织构成的器官,其中,肌肉组织发挥收缩功能,使心脏能够收缩和舒张;上皮组织铺衬在心腔内面,使心腔有光滑的内壁,有利于血液流动;结缔组织具有支持和营养心肌的作用,使心脏终生跳动,不易疲劳;神经组织分布在心肌之间,能调节心脏跳动的快慢强弱。

生理功能相似的器官在位置和结构上密切相关,在功能上相辅相成,形成一个大的联合体系——系统(system)。人体由呼吸系统、消化系统、泌尿系统、生殖系统、循环系统、内分泌系统、造血系统、免疫系统、运动系统、神经系统等组成。这些系统在神经系统和内分泌系统的调控下,构成一个内环境协调,并与外环境统一的有机整体,以保证人体的新陈代谢和生命的延续。由此可见,神经系统在人体各系统中处于主导地位,是维持生命的最重要的系统。

第一节 神经系统

神经系统(nervous system)是人体结构和功能最复杂的系统,由数以亿万计的、相互联系的神经细胞组成,在形态和功能上是一个有机整体。一般来讲,神经系统分为中枢部和周围部。中枢部包括脑和脊髓,即中枢神经系统(central nervous system, CNS);周围部包括与中枢部相连的脑神经、脊神经和内脏神经,统称为周围神经系统(peripheral nervous system, PNS)。脑神经与脑相连,脊神经与脊髓相连,内脏神经通过脑神经和脊神经附于脑和脊髓。

根据周围神经在各器官、系统所分布的对象不同,可将周围神经系统分为躯体神经系统(somatic nervous system)和内脏神经系统(visceral nervous system)。躯体神经分布于体表、骨、关节和肌肉,内脏神经分布于内脏、心血管、平滑肌和腺体。

根据神经的功能不同,躯体神经又可分为感觉神经(sensory nerve)和运动神经(motor

nerve)。感觉神经的冲动自感受器传向中枢,故称传入神经(affective nerve);运动神经的冲动自中枢传向周围,故称传出神经(effective nerve)。

内脏神经与躯体神经一样,也分为感觉神经和运动神经,因为内脏运动(传出)神经专门支配不受人主观意识控制的平滑肌、心肌和腺体,故又称为自主神经系统(autonomic nervous system);又因为它主要控制和调节动、植物共有的物质代谢活动,不支配动物所特有的骨骼肌运动,所以也称之为自主神经系统(vegetative nervous system)。根据神经来源、形态结构、分布范围和功能的差异,内脏运动神经又可分为交感神经(sympathetic nerve)和副交感神经(parasympathetic nerve)。

神经系统活动的基本方式是反射(reflex),反射的物质和结构基础是反射弧(reflex arc),由感受器、传入神经、中枢、传出神经和效应器构成。神经系统通过与之相连的各种感受器,接受机体内、外环境的各种刺激并将刺激转化为神经冲动,经传入神经传到中枢的相关部位,经过中枢整合后又发出相应的神经冲动,经传出神经将神经冲动传递给相应的效应器,产生各种反应,称为反射。神经系统正是通过各种反射活动调节机体适应内、外环境的变化,使机体能及时作出适当的反应,以保证生命活动的正常运行。

第二节 神经元

神经系统的基本组织是神经组织(nervous tissue),神经组织主要由神经细胞(nerve cell)或神经元(neuron)和神经胶质(neuroglia)两大类细胞组成。神经元是神经系统的结构和功能单位,具有感受刺激和传导神经冲动的功能。

一、神经元的形态

神经元与其他细胞一样,由细胞膜、细胞质和细胞核三部分组成,其特点是细胞质向外形成数量不等的突起,称为神经突(neurite),包括轴突(axon)和树突(dendrite)。神经元的形态与功能密切相关,一个神经元的形态取决于它与其他神经元的联系(图 1-1~1-3)。

神经元的胞体(soma)一般呈圆形、梭形或锥形。神经元的大小变化很大,典型的神经元胞体直径约 $20\mu\text{m}$ 。人类最小的神经元胞体直径为 $5\sim 8\mu\text{m}$,如小脑的颗粒细胞;最大的神经元胞体的直径可超过 $100\mu\text{m}$,如脊髓前角运动神经元、脊神经节细胞和大脑皮质的 Betz 细胞。脊椎动物的大多数神经元都有一根轴突和多根树突,轴突可能直接从核周质发出或从一个树突基底部通过一个被称之为轴丘(axonhillock)的小圆锥形突起发出。轴突外廓平滑,整个长度的直径变化不大,在其形成过程中很少发出分支,但在接近其末梢区域分支很丰富,一般轴突的分支总是以直角或钝角从主干发出。

二、神经元的类型

神经系统中神经元的数量数以亿万计,形态不一,功能各异,其分类方法也不尽一致,其中根据其突起的特征不同进行分类是最常用的分类方法(图 1-2)。

(一)根据神经突数目分类

1. 单极神经元(unipolar neuron) 由胞体只发出一个神经突的神经元称为单极神经元。这个单一的突起通常再发出几个分支,有的起感受作用,即树突;有的起效应作用,即轴突。该

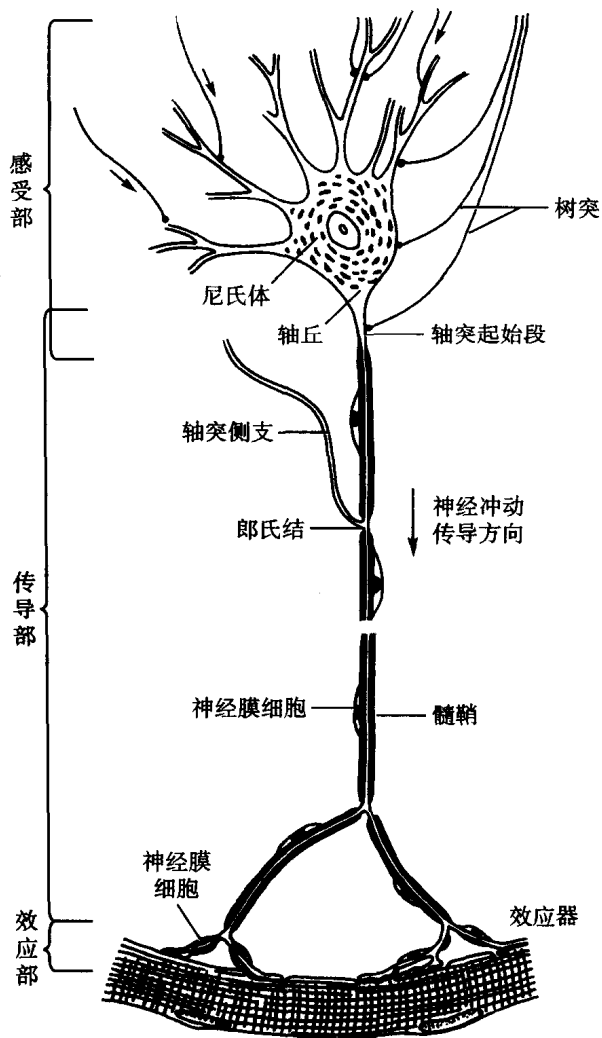


图 1-1 神经元的形态模式图

类神经元在无脊椎动物中甚多,在脊椎动物中少见。有人把视网膜感光细胞看作是短轴突的单极神经元。脑或脊神经节中的感觉神经元虽只有一个短神经突,但很快又分为一个分布于感受器的周围突(peripheral process)即树突和一个传入脑或脊髓的中枢突(central process)即轴突,因而被称为假单极感觉神经元(pseudounipolar sensory neuron)。

2. 双极神经元(bipolar neuron) 从胞体发出两个神经突的神经元称为双极神经元,其中一个为抵达感受器的周围突,一个为进入中枢部的中枢突。这类神经元主要分布于嗅黏膜、视网膜以及内耳的前庭神经节和螺旋神经节,由卵圆形或细长形胞体的两极发出一个轴突和一个树突。如视网膜中的双极神经元,其树突与视网膜的视锥(视干)细胞突触,轴突与节细胞相突触,将视觉和听觉冲动传入中枢。

3. 多极神经元(multipolar neuron) 有三个或三个以上神经突的神经元称为多极神经元,其中一个为轴突,其他为树突。树突接受来自其他神经元的冲动,经过细胞体处理、整合

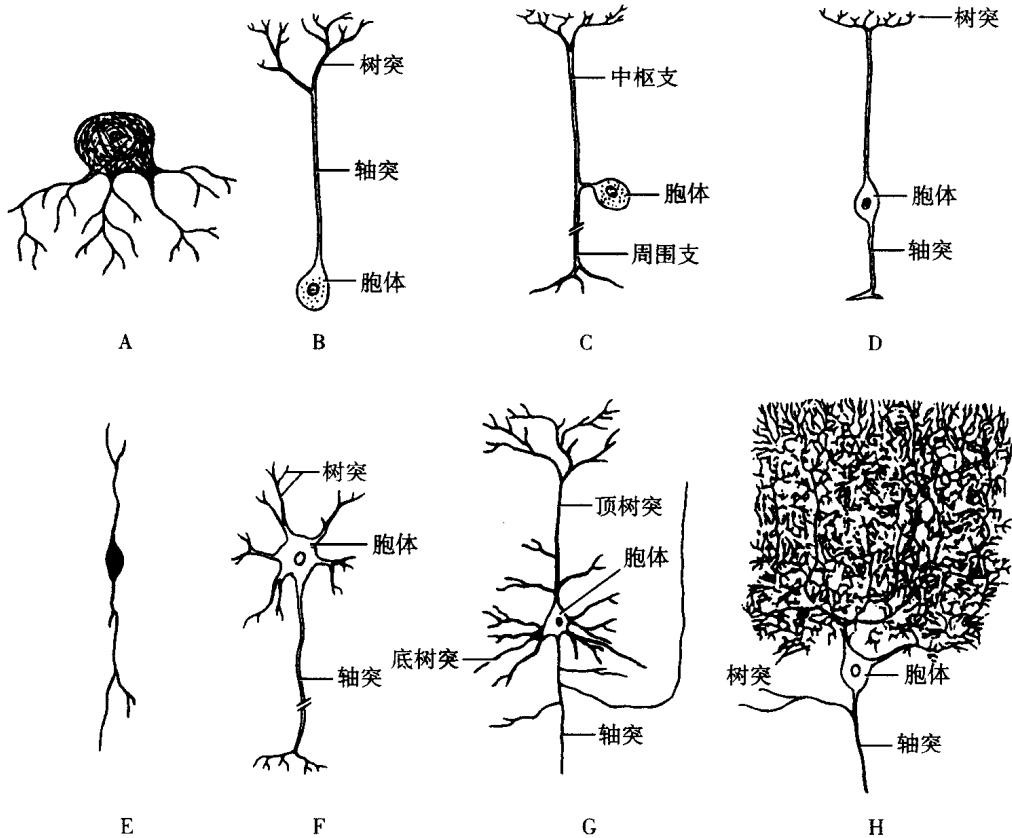


图 1-2 神经元的几种主要形态类型

注: A. 无轴突神经元(无长突细胞); B. 单极神经元(无脊椎动物神经元); C. 假单极神经元(脊神经节神经元); D. 双极神经元(视网膜双极神经元); E. 双极神经元(蜗神经节双极神经元); F. 多极神经元(脊髓前角运动神经元); G. 多极神经元(海马锥体神经元); H. 多极神经元(小脑 Purkinje 细胞)

后,由轴突传给另一个神经元。中枢神经系统中的绝大多数神经元属于多极神经元。

4. 无轴突神经元(anaxonic neuron) 神经元只有树突,无轴突,如视网膜中的无长突细胞和嗅球中的颗粒细胞。

(二)根据树突的特征分类

神经元树突数的变化很大。在大脑皮质表面下的结构中有两种广泛分布的细胞,即锥体细胞(pyramidal cell)和星状细胞(stellate cell)。另一种简单的分类方法是根据树突是否有棘分为有棘(spiny)和无棘(aspinous)神经元。但这些分类有些重叠,如大脑皮质中的所有锥体细胞都有棘,星形细胞有的有棘有的无棘。

(三)根据轴突的特征分类

根据神经元的轴突长短和分支特点可分为:

1. 高尔基 I 型(Golgi I)神经元 轴突较长,可伸到本细胞所在以外的区域,终止于神经系统的其他部分或分布到皮肤和肌肉等组织中,将神经冲动从中枢某一部位传向其他部位,也称为投射神经元(projection neuron)。如脊髓前角的运动神经元、大脑皮质的锥体细胞和小脑

皮质的浦肯野细胞,均属于该类神经元。从功能上讲,Golgi I型神经元主要执行整合(integrative)和投射(projection)功能。

2. 高尔基Ⅱ型(GolgiⅡ)神经元 轴突较短,只在胞体所在的局部区域内分支,甚至不超越树突野的范围,在特定局限的小范围内传递信息,又称局部环路神经元(local circuit neuron)。如大脑皮质、小脑皮质和脑干网状结构中的星状细胞。GolgiⅡ型神经元的轴突和树突都局限于大致相同的范围内,对传导通路施加另外的作用,是神经系统长传导通路中的调制器或起调节作用。

(四)根据功能联系分类

1. 感觉神经元(sensory neuron) 神经元的树突分布于机体的皮肤、黏膜、关节、肌梭等感受器,接受来自内、外环境的各种刺激,经胞体整合、处理后,经轴突将信息传递给下一级神经元。假单极和双极神经元均属此类神经元。

2. 运动神经元(motor neuron) 将神经冲动自中枢部传向身体各部,支配骨骼肌或控制心肌、平滑肌的活动和腺体的分泌,多极神经元多属此类神经元。

3. 联络神经元(association neuron) 中枢神经系统内位于感觉和运动神经元之间的多极神经元,也称为中间神经元(interneuron)。此类神经元数量很大,占神经元总数的99%,在中枢内构成复杂的网络系统,以不同的方式对传入的信息进行储存、整合和分析,并将其传至神经系统的其他部位。

(五)根据神经递质分类

1. 胆碱能神经元(cholinergic neuron) 神经元合成、分泌的神经递质为乙酰胆碱,此类神经元分布于中枢神经系统和部分内脏神经中。

2. 胺能神经元(aminergic neuron) 包括儿茶酚胺能(去甲肾上腺素、多巴胺等)、5-羟色胺能和组胺能神经元,广泛分布于中枢和周围神经系统。

3. 肽能神经元(peptidergic neuron) 以分泌各种肽类物质(如生长抑素、P物质、脑啡肽等)为神经递质的神经元,广泛分布于中枢和周围神经系统。

4. 氨基酸能神经元(amino acidic neuron) 以 γ -氨基丁酸、谷氨酸为神经递质的神经元,主要分布于中枢神经系统。

三、神经元的结构

神经元由胞体和突起组成,胞体由核和核周质组成,突起又分为轴突和树突。

(一)胞体

胞体是指神经元略呈球形的中央部分,是神经元的营养中心。细胞膜将细胞内、外分隔,胞体内除细胞核外,细胞膜所包含的各种物质统称为核周质(perikaryon),即细胞质或胞浆(cytoplasm),其中充满富含钾盐的细胞液(cytosol)和由质膜包裹着的各种细胞器(organelle)以及神经细胞特有的尼氏体(图1-1,1-3)。

1. 细胞膜 即神经元膜(neuronal membrane),与其他细胞的质膜相似,是由双层脂质分子和镶嵌蛋白质组成的单位膜,其中磷脂的比例较大,厚度为7.5nm。神经元膜能接受刺激并传导神经冲动。

2. 核 神经元一般只有一个核(nucleus),也有两个核的神经元,如自主神经节的神经元。细胞核多为球形,直径3~18 μ m,位于胞体中心或略偏于一侧。脱氧核糖核酸(DNA)多呈细

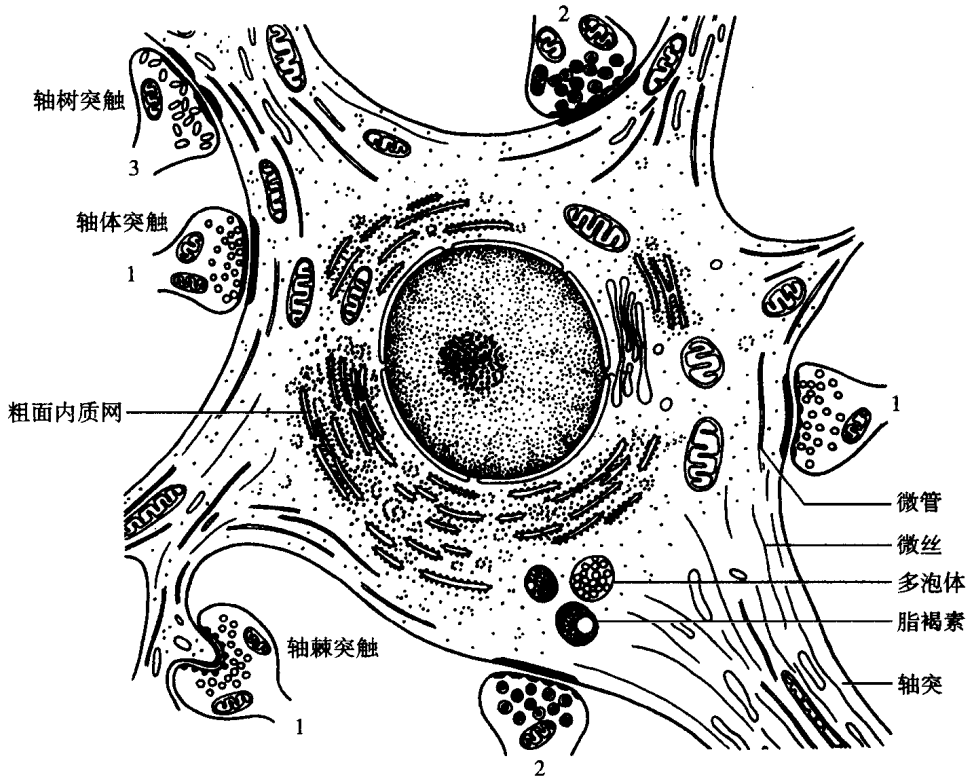


图 1-3 神经元的基本结构模式

注:1. 突触扣结内有圆形清亮小泡,内含乙酰胆碱;2. 突触扣结内有颗粒型小泡,内含单胺类;3. 突触扣结内有扁平清亮小泡,内含甘氨酸等

粒状分散于均质的核质中,使核呈浅色。

(1)核膜(nucleus membrane):核膜由内、外两层质膜组成,并有等距离的核孔,直径约 $0.1\mu\text{m}$,是核与胞浆之间通讯和物质运输的通道。两层膜与内质网池腔相连,因而可以看作是内质网的一部分。

(2)染色质(chromatin):细胞核内染色质呈细粒状和分散状,表明大部分染色质呈常染色质状态。常染色性和大核仁的存在是蛋白质合成功能旺盛的细胞的一个形态学特征。在某些雌性哺乳动物和女性,核内可见一个或几个较大的圆或扁形并深染的染色质颗粒,附着在核膜内面或核仁旁,成为性染色质(sex chromatin)或 Barr 小体(Barr bodies),性染色质是处于异染色质状态的一个 X 染色体。

(3)核仁(nucleoli):神经元通常有一个核仁,也可有 $2\sim 3$ 个。核仁的微细结构同其他合成蛋白质功能活跃的细胞相似,由两种主要成分组成——直径约 $15\sim 20\text{nm}$ 的致密颗粒和低密度并密集的细丝。颗粒和细丝大多单独存在,故可在核仁中见到两部分,即颗粒部(pars granulosa)和纤维部(pars fibrosa)。在多种体细胞中,颗粒部常围绕纤维部,但在神经细胞中,两部分常缠绕在一起。核仁含有大的 RNA,并有碱性蛋白以及有关酶类,主要参与合成神经细胞的 RNA 和蛋白质。

3. 细胞器 细胞器主要包括粗面内质网、滑面内质网、Golgi 器和线粒体等。

(1)线粒体(mitochondria):呈线状或粒状,长约 $1\mu\text{m}$,散在分布于胞体、树突、轴突,直至最细小的突起分支和神经末梢,参与神经元的糖酵解、生物合成和细胞呼吸,为细胞提供能量来源。线粒体是动物细胞中除核以外惟一含有DNA的细胞器,即mtDNA,而且含有蛋白质合成系统(mRNA、rRNA、tRNA等),但仅有少数蛋白质在线粒体内合成,大多数线粒体蛋白质还是在核DNA上编码的。

(2)粗面内质网(rough endoplasmic reticulum):光镜下,细胞浆内有许多呈嗜碱性颗粒状或斑块状的致密物质,称为尼氏体(Nissl body)。电镜下,尼氏体由许多平行排列的粗面内质网和游离核糖体(free ribosome)构成。核糖体是由蛋白质和核蛋白体核糖核酸(rRNA)组成的复合体,直径约 $25\mu\text{m}$,它们附着在内质网上形成粗面内质网。不同的神经元内,尼氏体的形状、数量和分布各不相同,在功能上尼氏体是合成蛋白质的场所,当神经元大量失去蛋白质时(如轴突断离),尼氏体可予以补偿。轴突损伤后,胞体中的尼氏体消散和解体,称为染色质溶解(chromatolysis)。

(3)滑面内质网(smooth endoplasmic reticulum):由不规则分支和融合的膜管或池组成,无核糖体附着,表面光滑。神经细胞内滑面内质网很多,有些滑面内质网与粗面内质网相连,其连接部可能是蛋白质从膜伸出而精细折叠的区域;其他类型的滑面内质网在蛋白质加工过程中不起直接作用,但可调节细胞内物质(Ca^{2+})的浓度。滑面内质网还是脂肪酸和磷脂合成和代谢的部位。

(4)Golgi器(Golgi apparatus):与蛋白质的加工、包装和分泌有关。光镜下,Golgi器是一些弯曲的粗线和颗粒,围绕细胞核连接成网。Golgi器能准确地反映细胞的生理状态和病理变化,神经元的轴突损伤时,Golgi器分散到细胞周边,随后断裂消失,该现象称为高尔基网消散(retispersion)或高尔基网溶解(retisolution)。电镜下,Golgi器为几组扁平囊或囊泡,整个结构称为高尔基复合体(Golgi complex),扁平囊叠在一起且表面没有核糖体附着。高尔基复合体常稍弯曲,凸面称为内面或形成面,凹面称为外面或成熟面。Golgi复合体内含有的水解酶为膜层所包围,再从Golgi池萌发出来而形成初级溶酶体。

(5)溶酶体(lysosome):为质膜包裹的致密小体或多泡小体,含有多种酸性水解酶。溶酶体由高尔基复合体生成,随着个体的年龄增长有逐渐增多的趋势。溶酶体分初级溶酶体、次级溶酶体和后溶酶体(或残存小体)。初级溶酶体虽含有溶酶,但尚不能消化;次级溶酶体由具有异吞噬体或自吞噬体的初级溶酶体融合而成,因而含有消化物质;完成消化功能之后的溶酶体成为后溶酶体或残存小体,其中不含消化残粒。成体的大神经元中积存的棕黄色的脂褐素(lipofuscin)即为存留于溶酶体中的未被消化的残留物。

(6)内涵物(inclusion):哺乳动物包括人类的黑色素神经元含有黑色素,可能是儿茶酚胺代谢过程中的产物。在蓝斑神经元内有富含铜的色素。老年神经元有脂褐素颗粒聚集,是被部分降解的脂蛋白样物质包裹的溶酶体。脂褐素大小 $1\sim 3\mu\text{m}$,数量随年龄而增加。某些神经元富含金属,如海马神经元含锌,动眼神经核神经元含铁,这些金属参与组成特异的酶神经系统。

4. 细胞骨架(cytoskeleton) 在光镜下镀银切片中,可见胞浆内有许多棕黑色的细长原纤维,称为神经原纤维(neurofibril),神经原纤维相互交错成网,并伸入树突和轴突。电镜下,神经原纤维是由成束排列的神经丝和微管构成,它们构成了神经元的细胞骨架。

(1)微管:神经微管(neurotubule)直径约 25nm ,外表平滑,长度不定,可达 1m 以上,与其他细胞中的微管结构相同。树突中神经微管较多,神经微管参与轴突的生长,并与轴突和树突