

第八章

神经组织与神经系统



本章主要内容

神经元

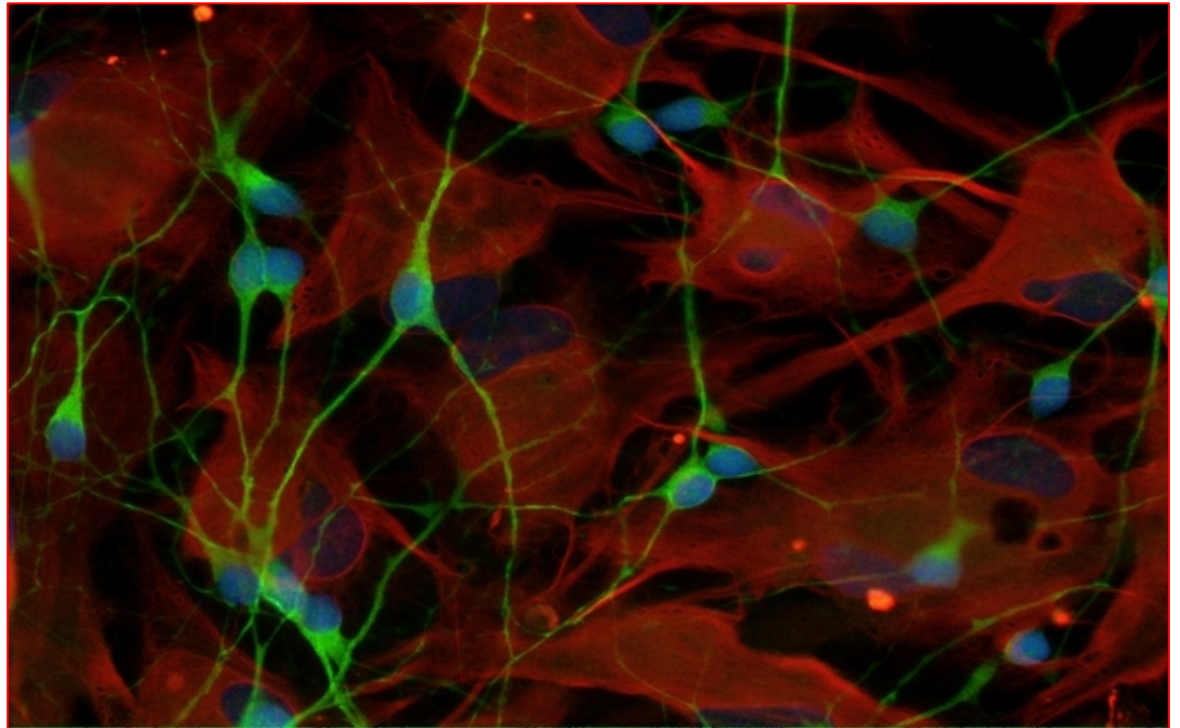
突触

神经胶质细胞

神经纤维

概述

□ 神经组织是构成神经系统的主要成份。神经系统联系、调节和支配各器官的功能活动，使机体成为协调统一的整体。



- 中枢神经系统 Central nervous system (CNS)

大脑 **cerebrum**

小脑 **cerebellum**

脊髓 **spinal cord**

- 周围神经系统 Peripheral nervous system (PNS)

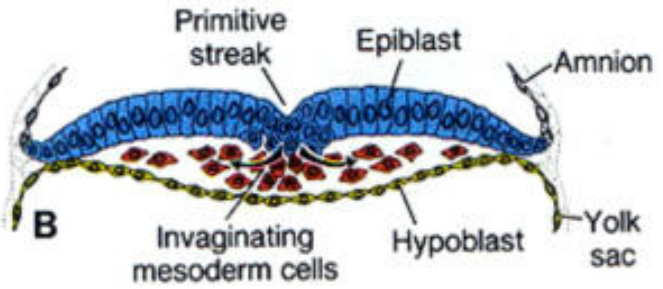
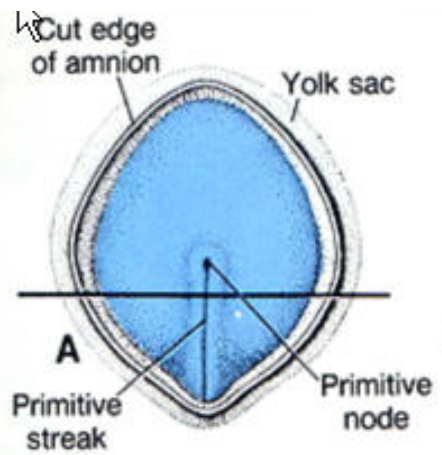
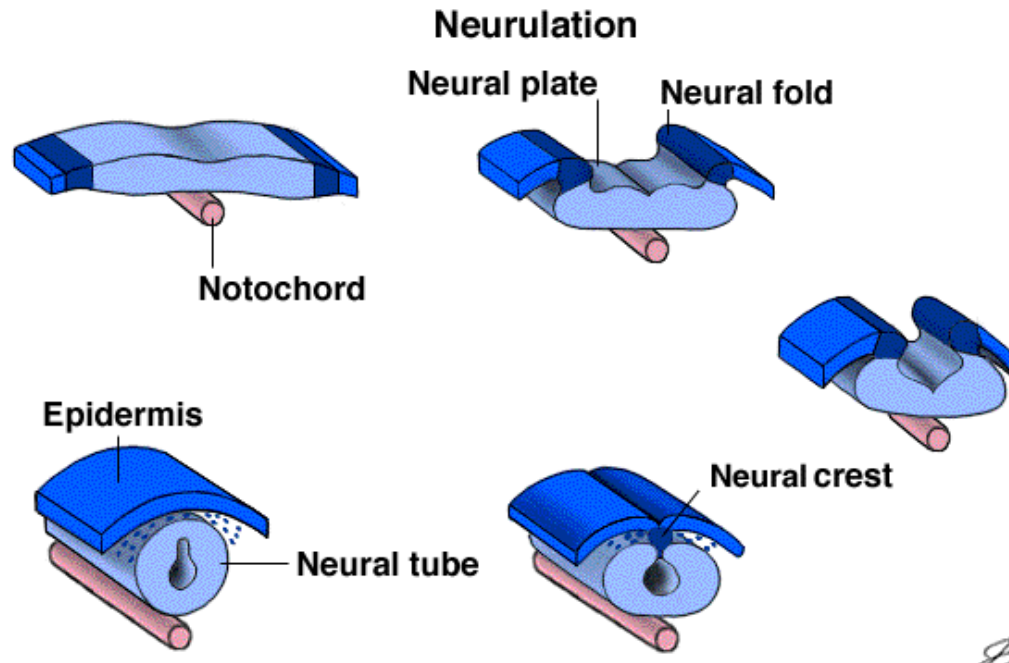
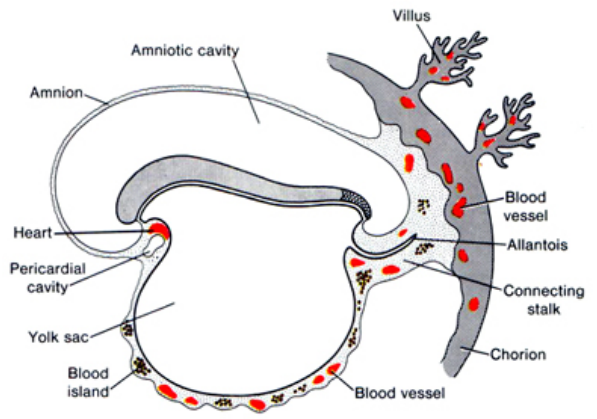
神经纤维 **Nerve fibers**

神经节 **Ganglia**

神经末梢 **Nerve ending**

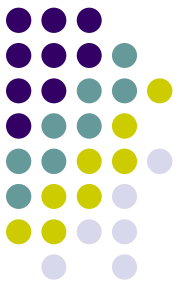


神经组织的起源



神经组织起源于外胚层
 神经管发育形成 CNS
 PNS 来源于神经嵴

神经组织的组成



神经元 (*neuron*)

即神经细胞，神经组织的结构和功能单位

功能：{ 1. 接受刺激、传导冲动、整合信息
2. 内分泌（丘脑下部某些神经元）

神经胶质细胞 (*neuroglia*)

功能：支持、营养、绝缘、保护、修复

两者共同点：均高度分化，具有突起。

一、神经元

结构 { 胞体
突起 { 树突
轴突

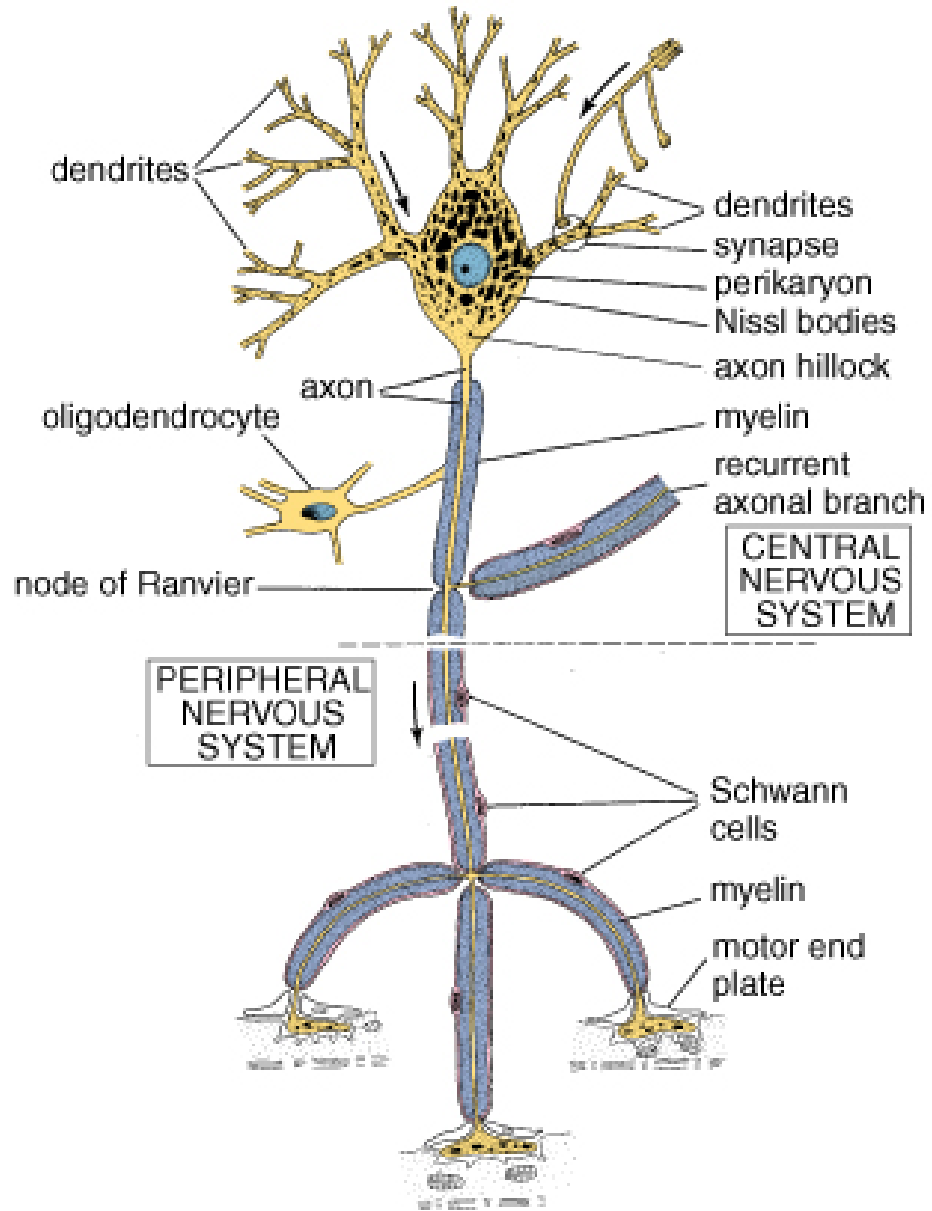
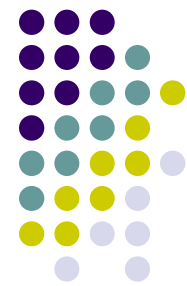


Figure 11.1. Diagram of a motor neuron.

神经元分类



根据神经元突起的数目

(1). 假单极神经元 (*pseudounipolar neuron*)

周围突(*peripheral process*): 伸向周围; 结构同轴突; 功能同树突。

中枢突(*central process*): 伸向中枢; 功能同轴突。

(2). 双极神经元(*bipolar neuron*):

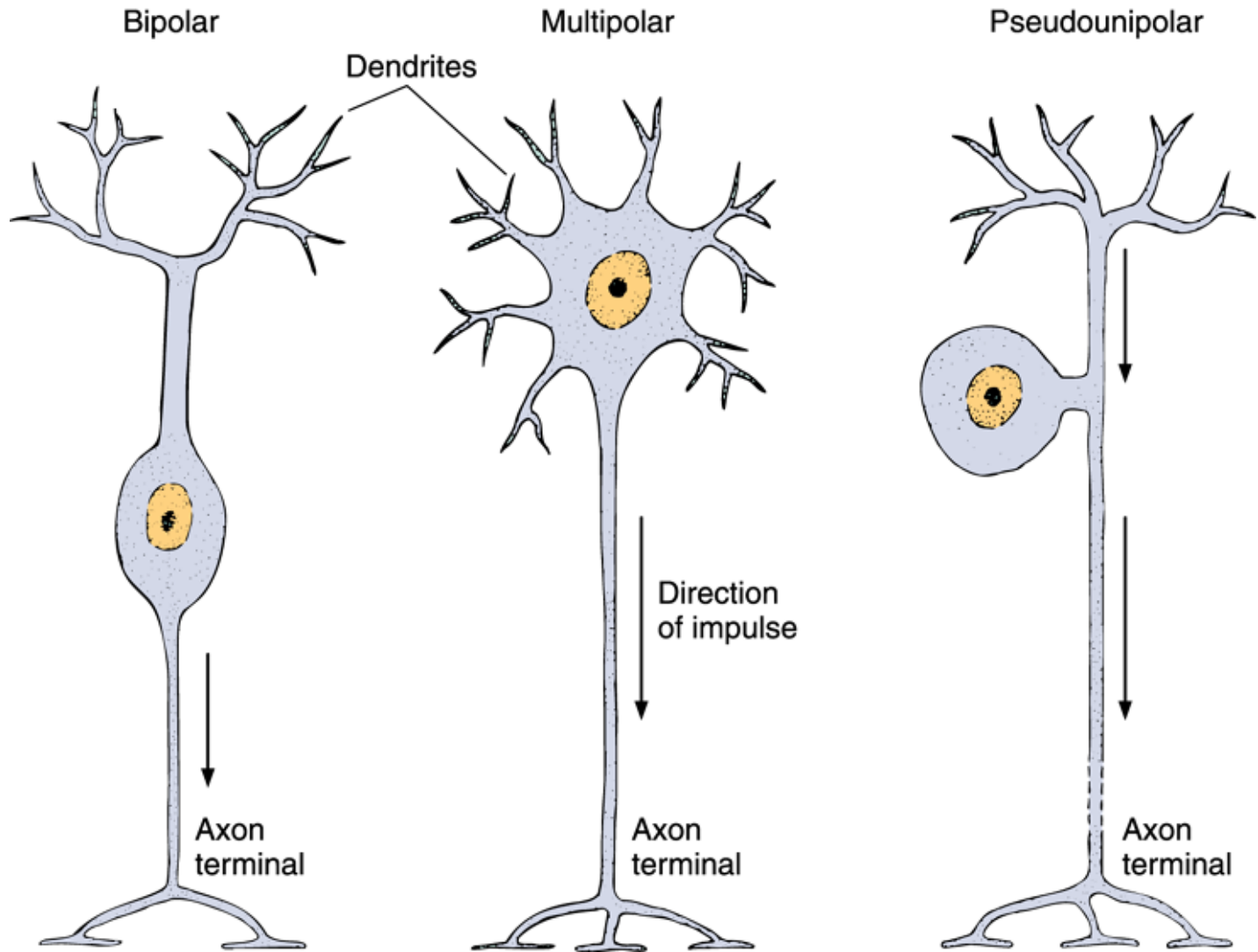
一个树突, 一个轴突。

(3). 多极神经元(*multipolar neuron*): 最多。

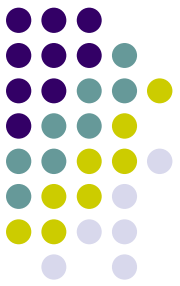
一个轴突, 多个树突。

分类

Main types of neurons



Retina, ganglia of vestibulocochlear nerve



根据神经元的功能

(1)感觉神经元(*sensory neuron*):

也称传入神经元(*afferent neuron*)

(2)运动神经元(*motor neuron*):

也称传出神经元(*efferent neuron*)

(3)中间神经元(*interneuron*):

也称联合神经元(*association neuron*)

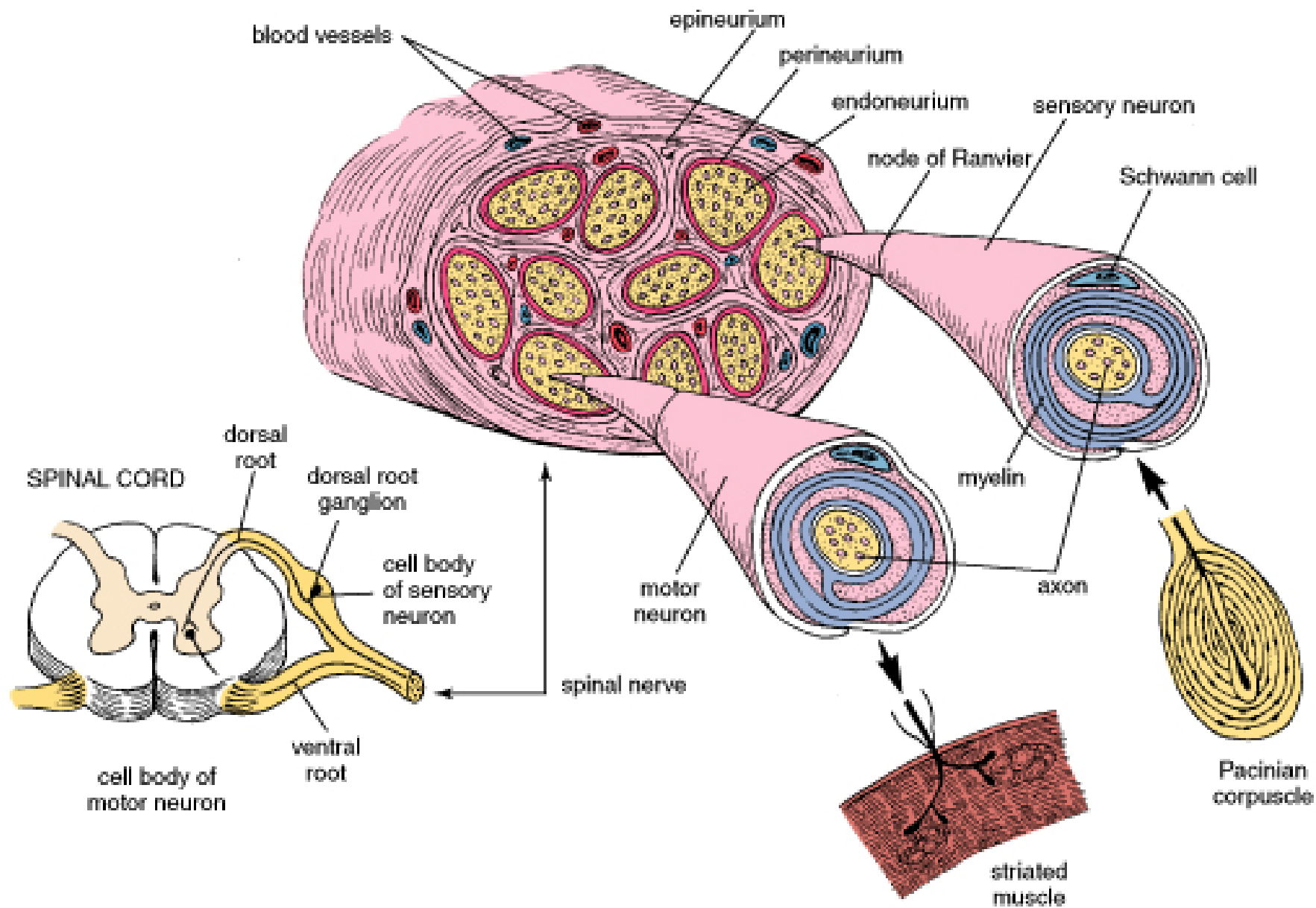
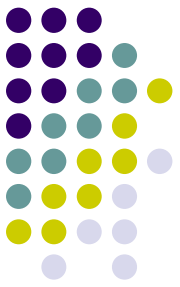


Figure 11.3. Schematic diagram showing arrangement of motor and sensory neurons.



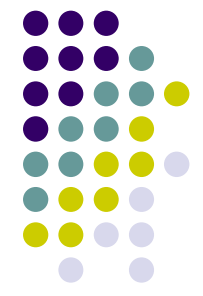
根据神经元所释放的神经递质

(1)胆碱能神经元(*cholinergic neuron*)

(2)胺能神经元(*aminergic neuron*)

(3)氨基酸能神经元

(4)肽能神经元(*peptidergic neuron*)



1. 神经元胞体 (soma)

存在：脑、脊髓的灰质；神经节。
神经元的代谢和营养中心。

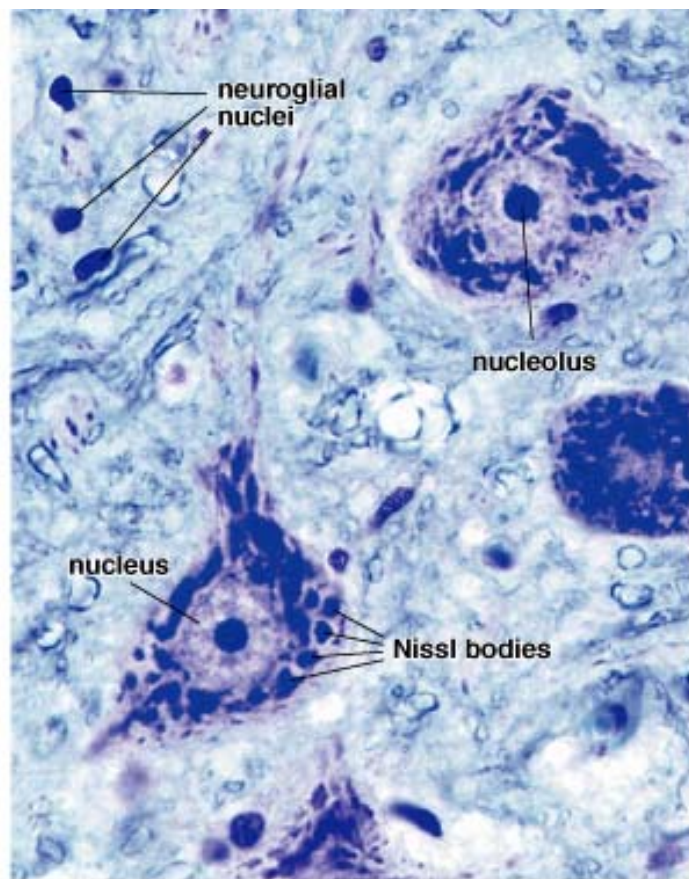
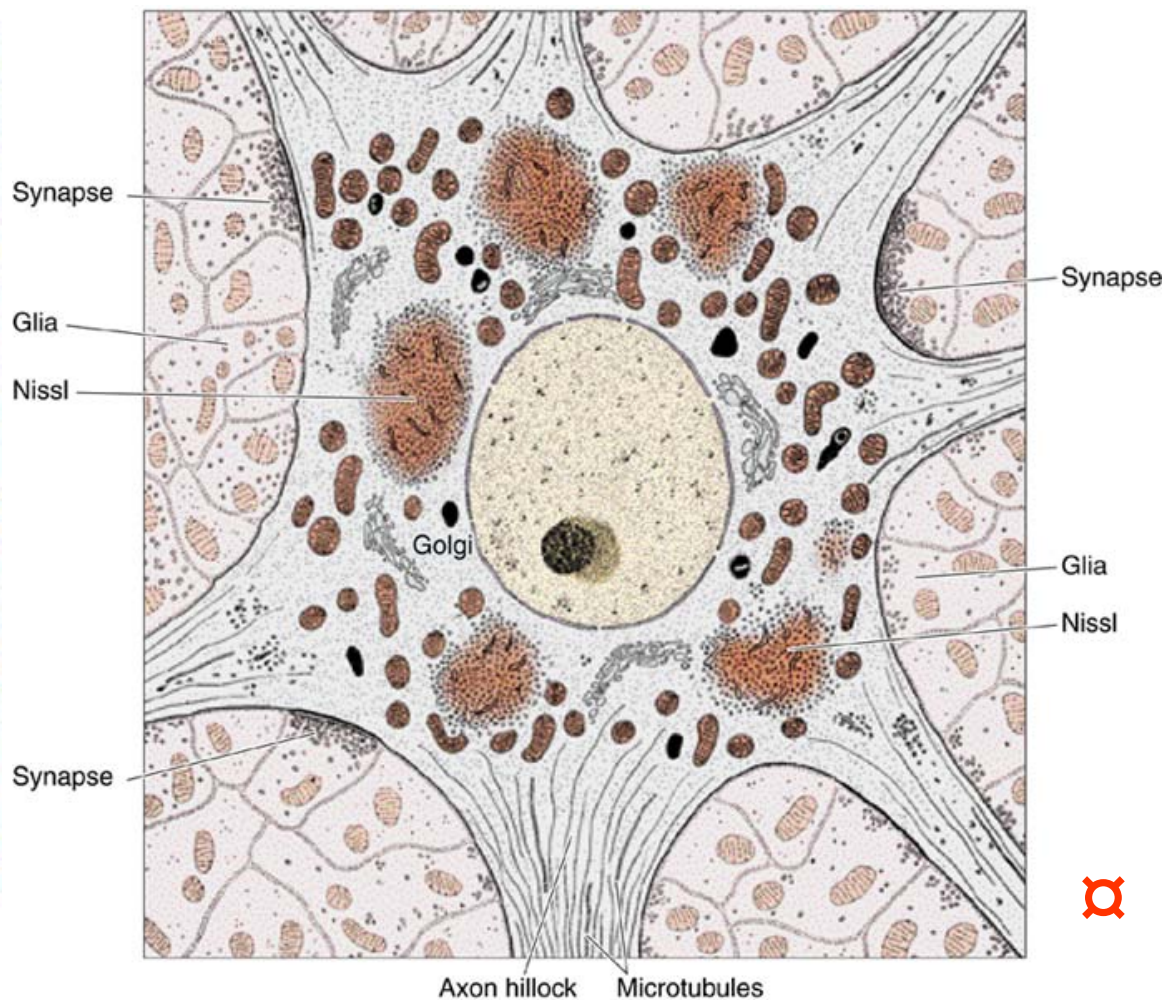
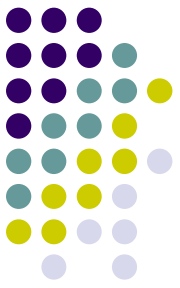


Figure 11.4. Photomicrograph of nerve cell bodies. X640.





细胞膜: 敏感而易兴奋。

受体 (*receptor*)、离子通道 (*ionic channel*)。

细胞核: 居中，大而圆，常染色质多，着色浅，核仁明显

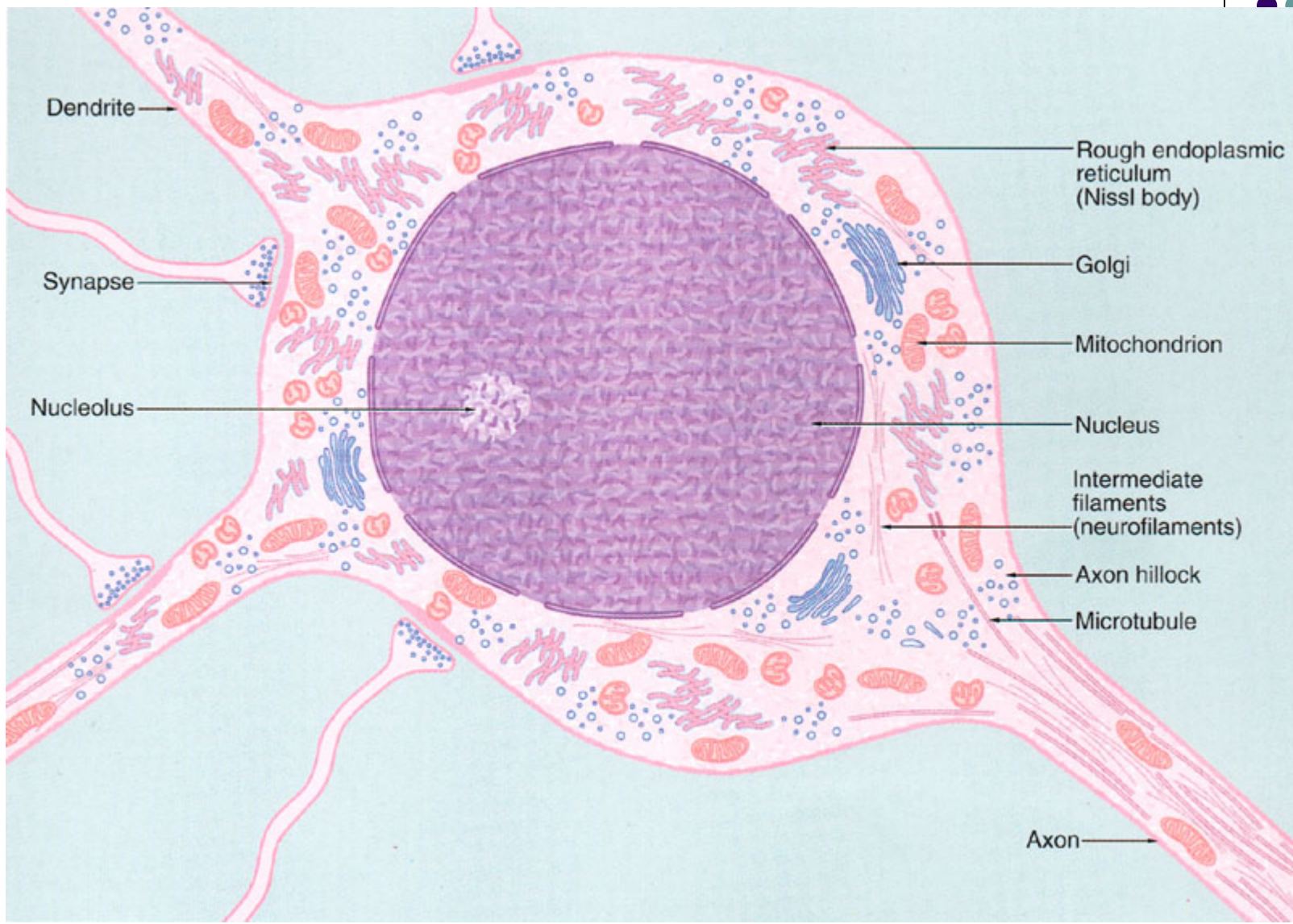
细胞变性→核偏位

细胞质: 又称核周体 (*perikaryon*)

尼氏体 (*Nissl body*)

神经原纤维 (*neurofibril*)

脂褐素 (*lipofuscin*) : 残余体 (*residual body*)



尼氏体 (*Nissl body*)

由大量的**RER**和**RS**积聚而成。嗜碱性强。合成蛋白质。

核周体及树突内；嗜碱性物质；合成蛋白质；判定神经元功能状态的标志之一



神经原纤维(*neurofibril*)



组成:

神经丝 (*neurofilament*):10nm

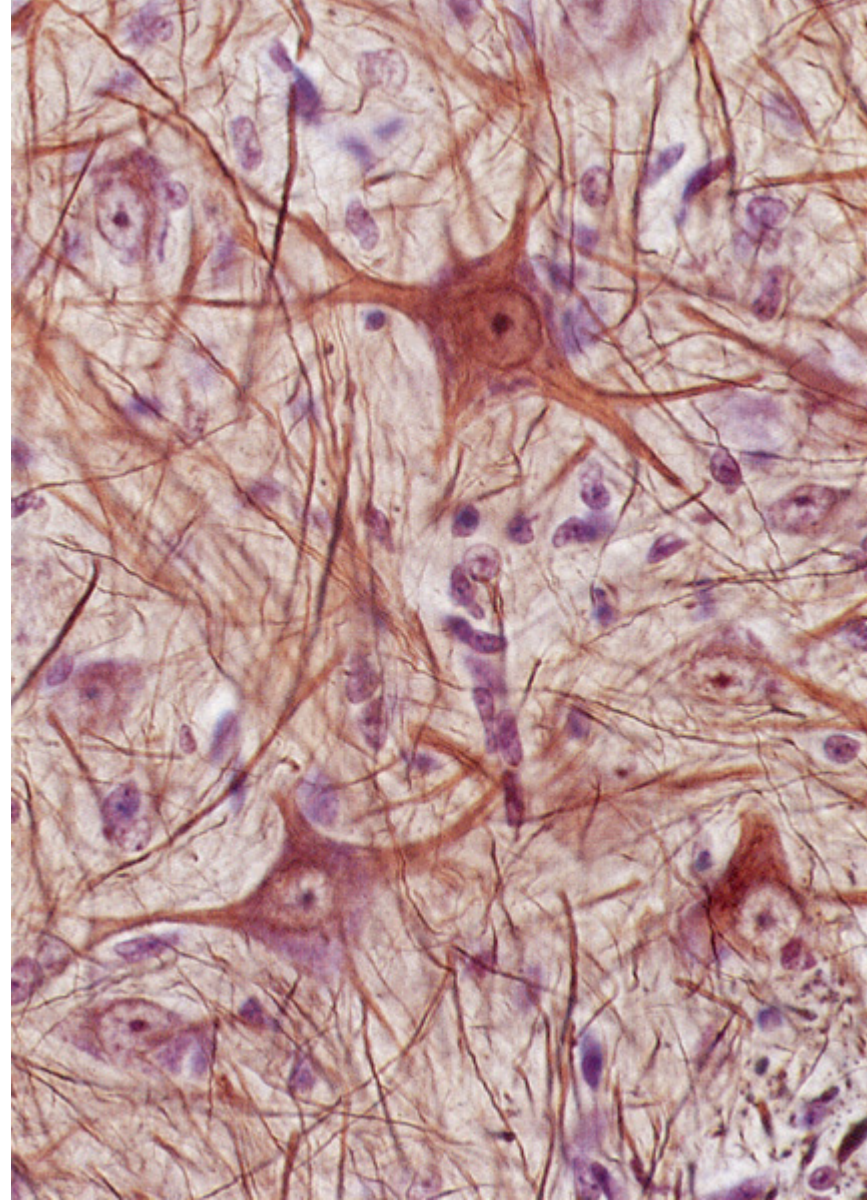
神经微管 (*neurotubule*):25nm

功能:

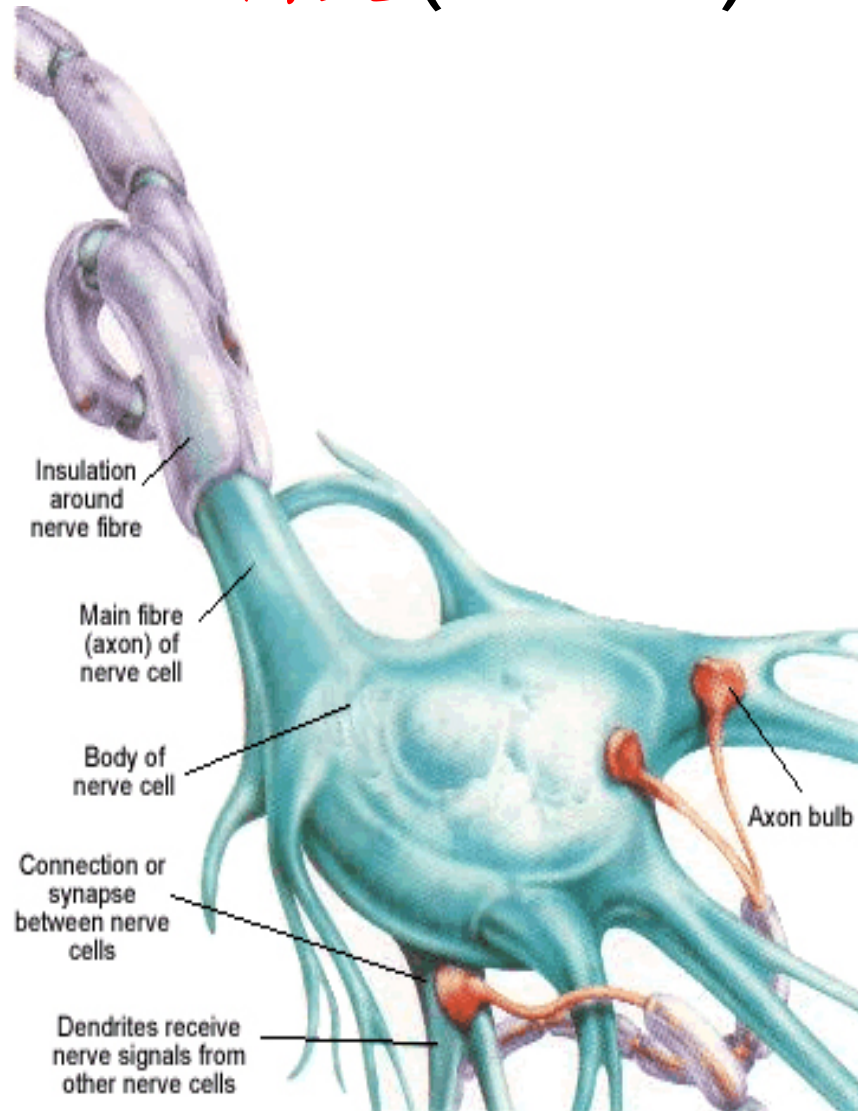
1.构成细胞骨架 (*cytoskeleton*)

(与微丝 [5nm] 一起)

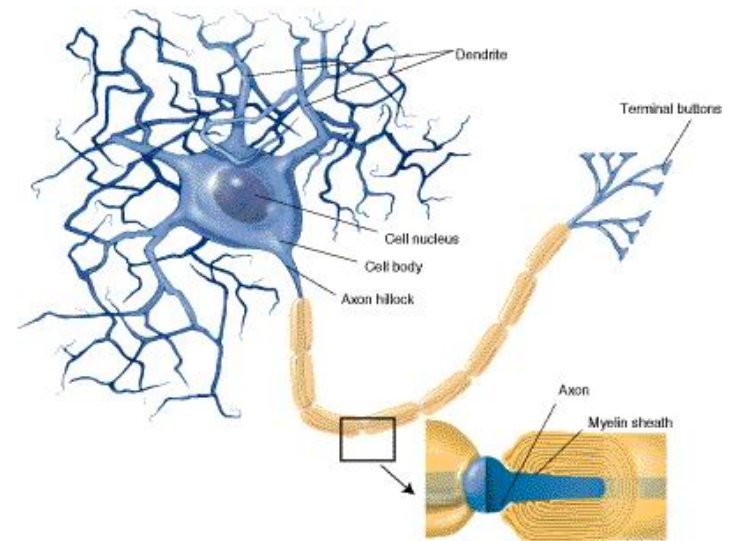
2.参与物质运输



2. 树突 (Dendrite)



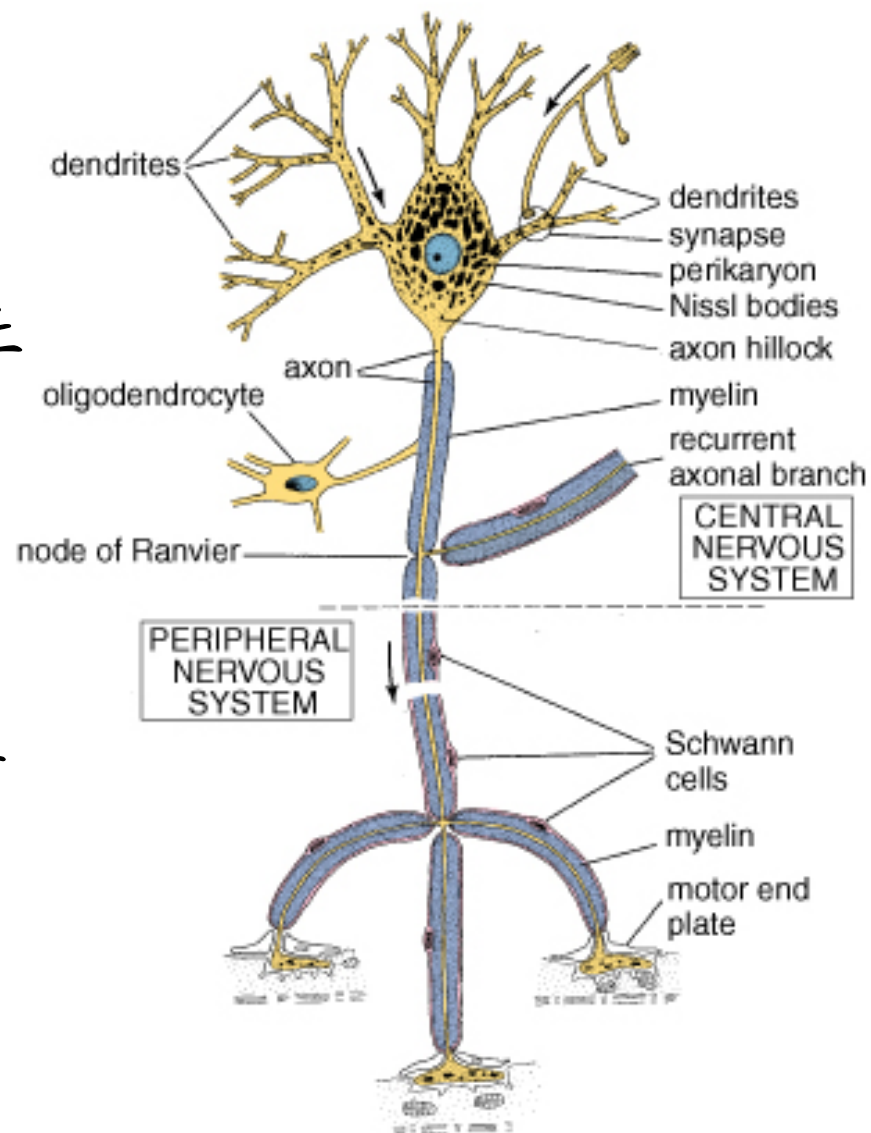
一个或多个。较短有且支多。无Golgi。表面有小突起，称树突棘 (Dendritic spines)，是接受冲动的重要结构。



3. 轴突 (Axon)

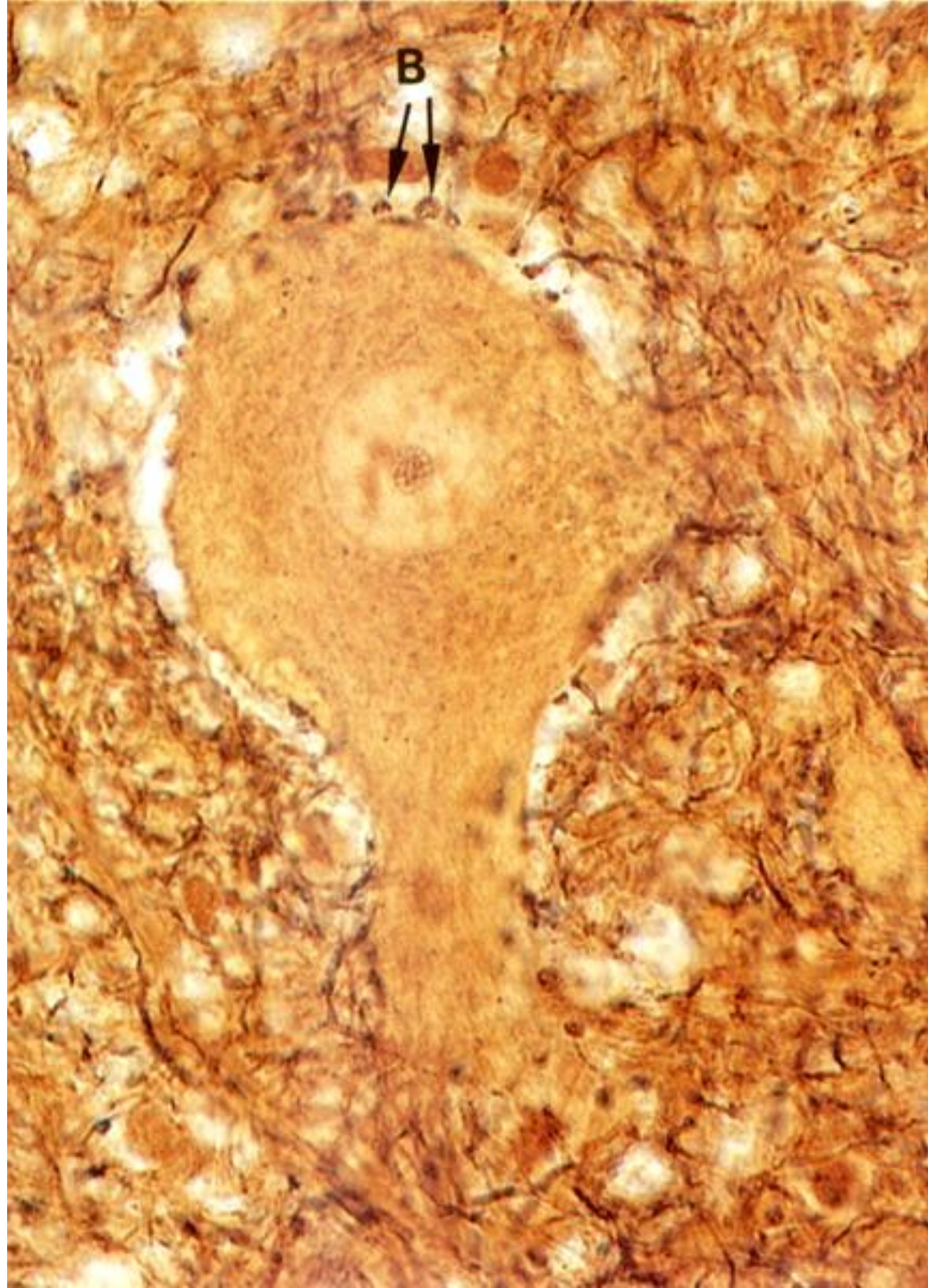
一般只有一个。细长。起始部位称**轴丘**(Axon hillock)。轴突和轴丘内**无尼氏体**。将神经冲动传出神经元。

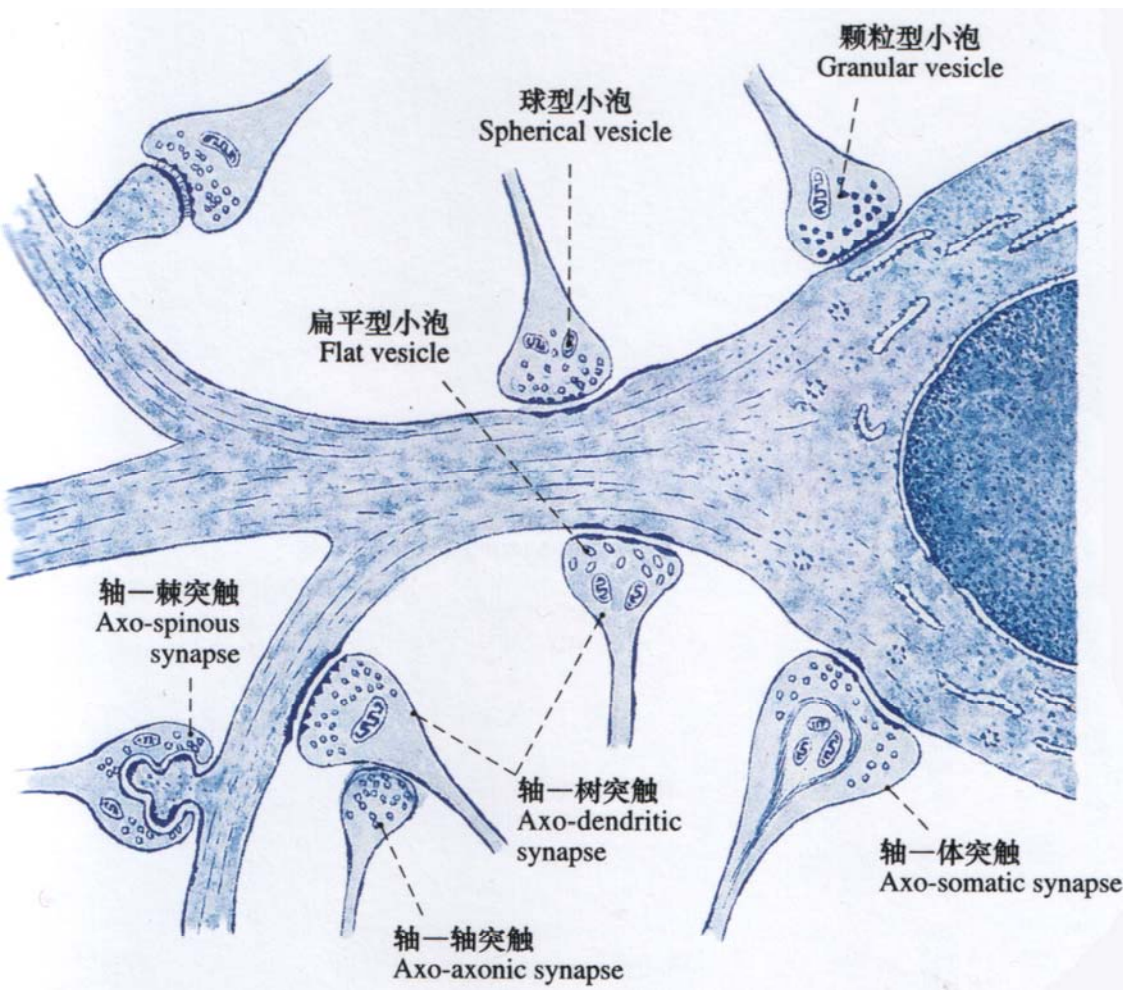
轴突**很少分支**。其末梢分支很多并形成**终扣**(Terminal buttons)。传出冲动。



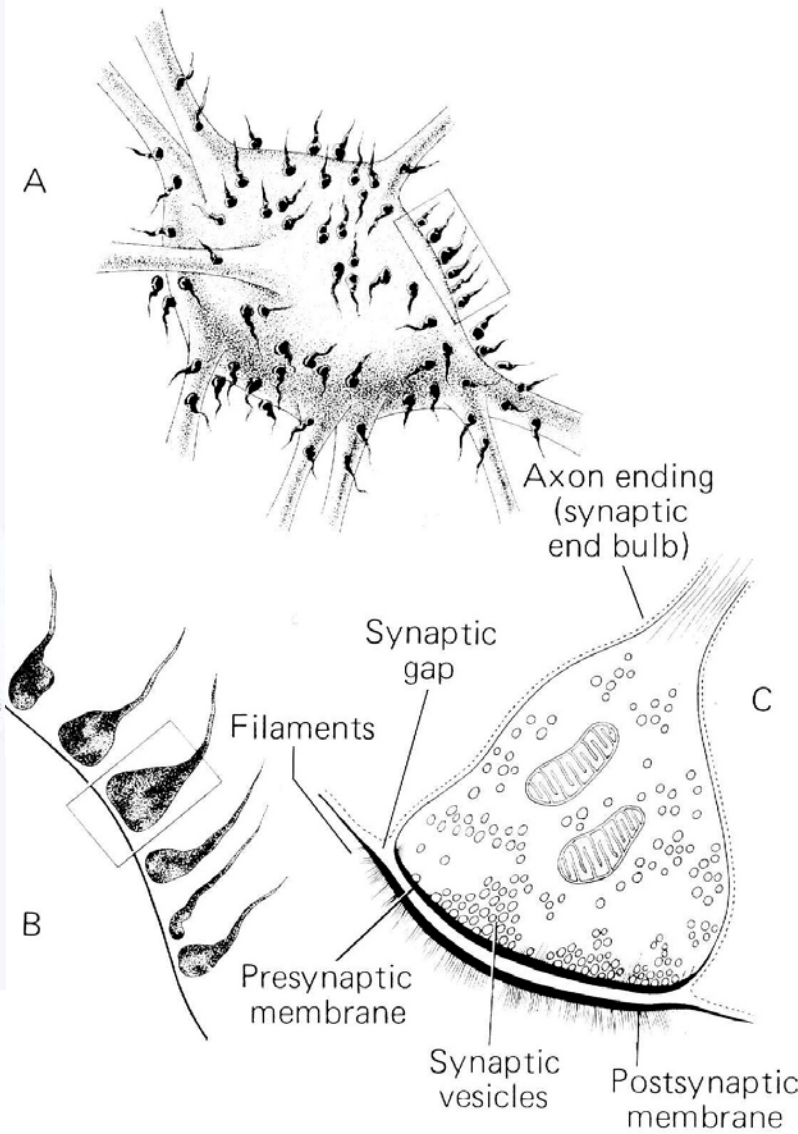
4. 突触 Synapses

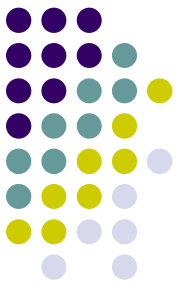
神经元之间或神经元与非神经元之间形成的传递信息的特化结构。分2类：
电突触和化学突触。





144. 突触的类型
Types of synapse





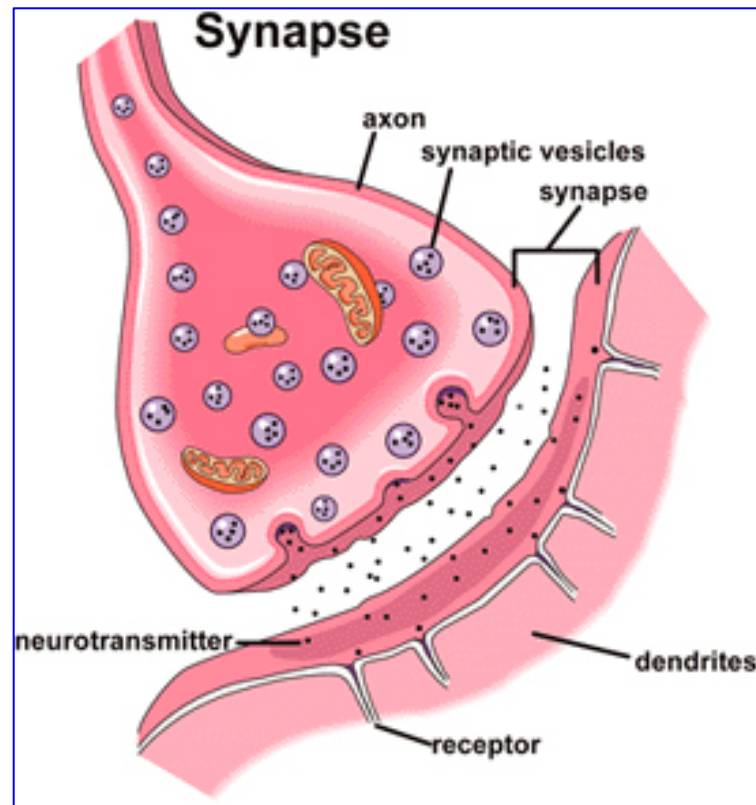
电突触 **Electrical synapses**

缝隙连接，占体内突触的1%左右，双向性。

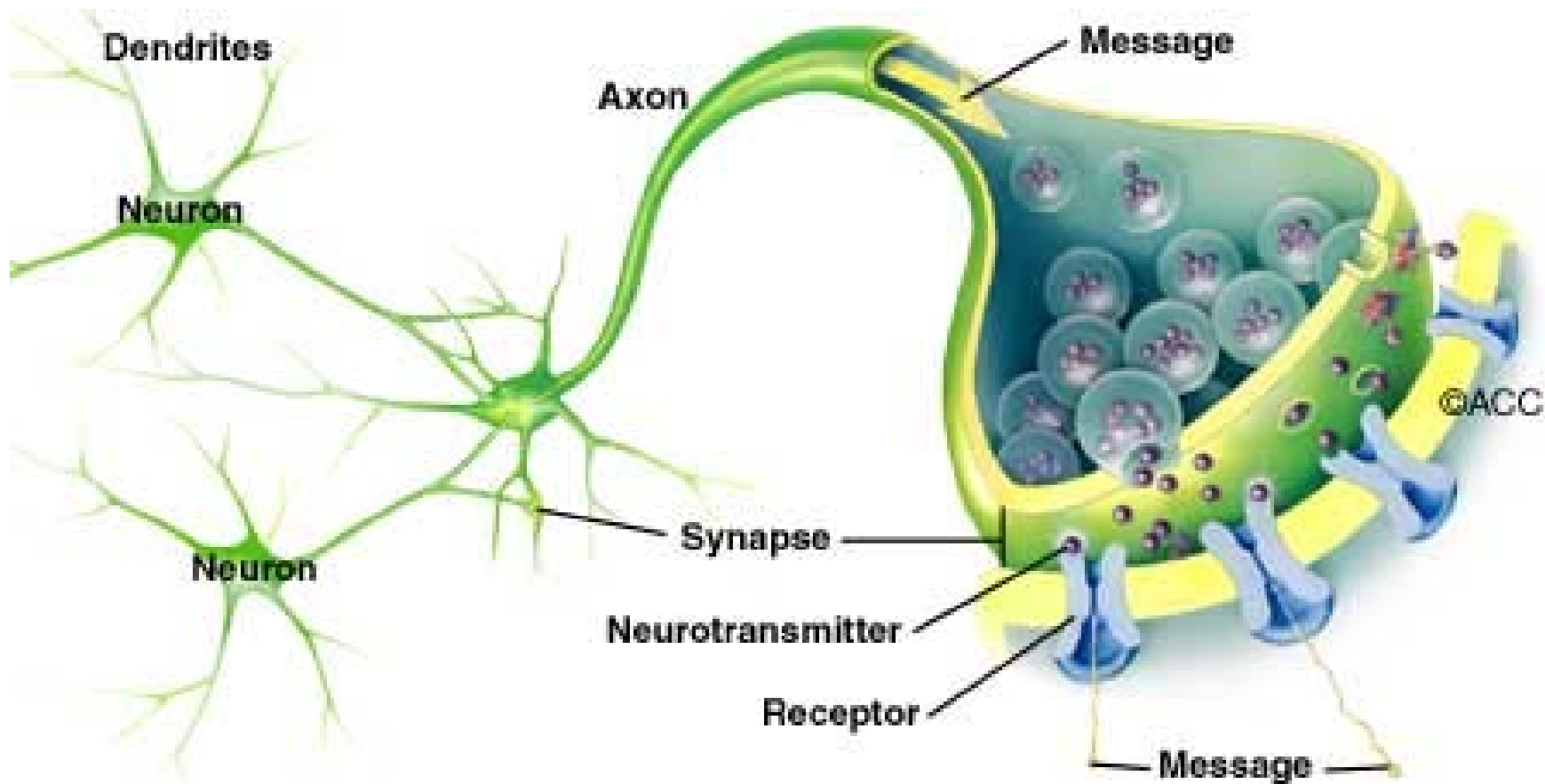
化学突触 **Chemical synapses**

1. 突触前成分 **Presynaptic element**
2. 突触间隙 **Synaptic cleft**
3. 突触后成分 **Postsynaptic element**

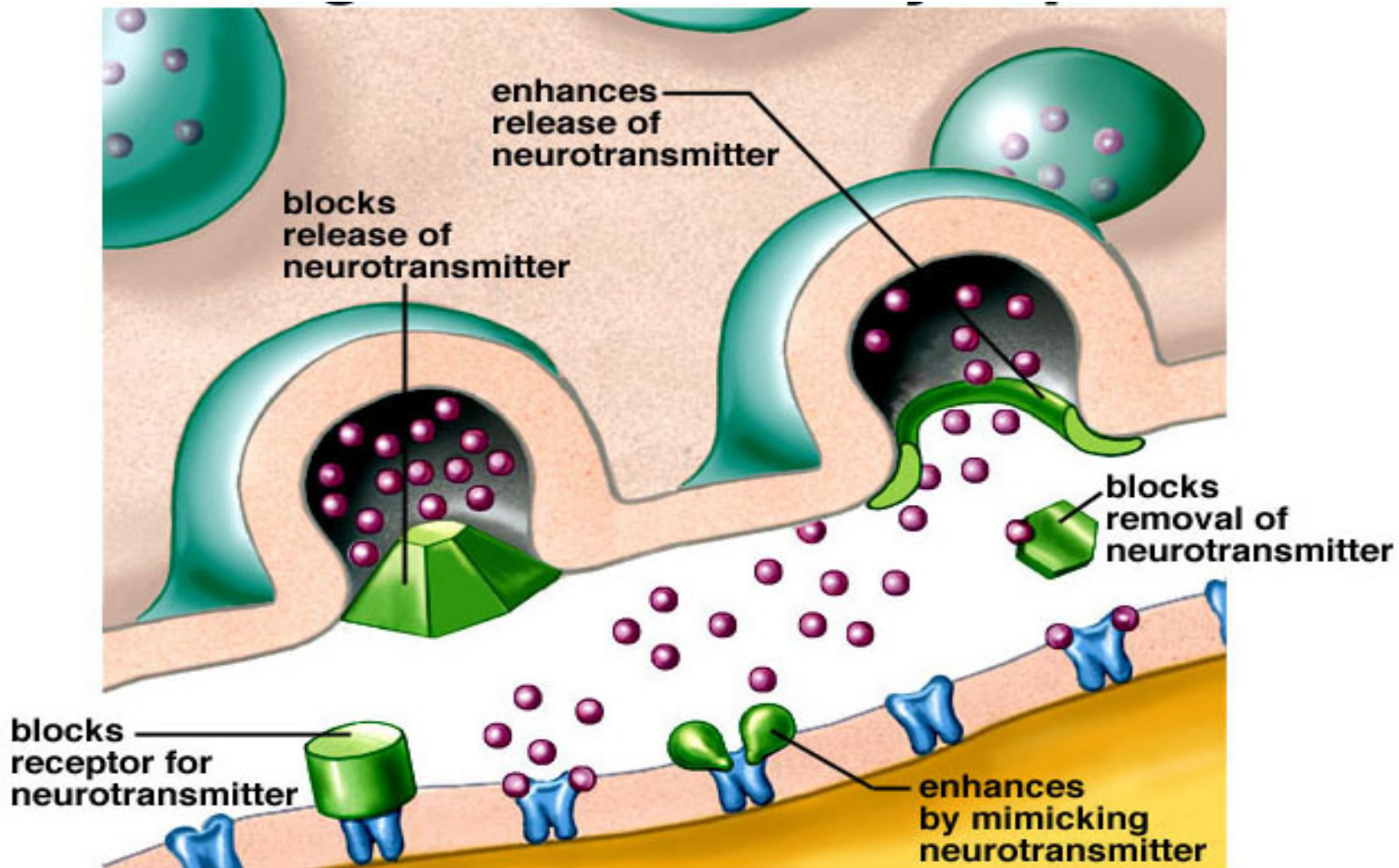
1. **突触前成分**(Presynaptic element):
轴突末梢。富含MT和与微管相连的
突触小泡(Synaptic vesicle)。突触小
泡内含**突触递质**(Neurotransmitter)。
突触小泡外覆的**突触素**(Synapsin)连
接微管。



增厚的突触前膜上有锥形致密突起(Dense projunction)和**电控钙通道**(Electronic volt-controlled Ca^{2+} channel), 可将电信号**转变为**化学信号。

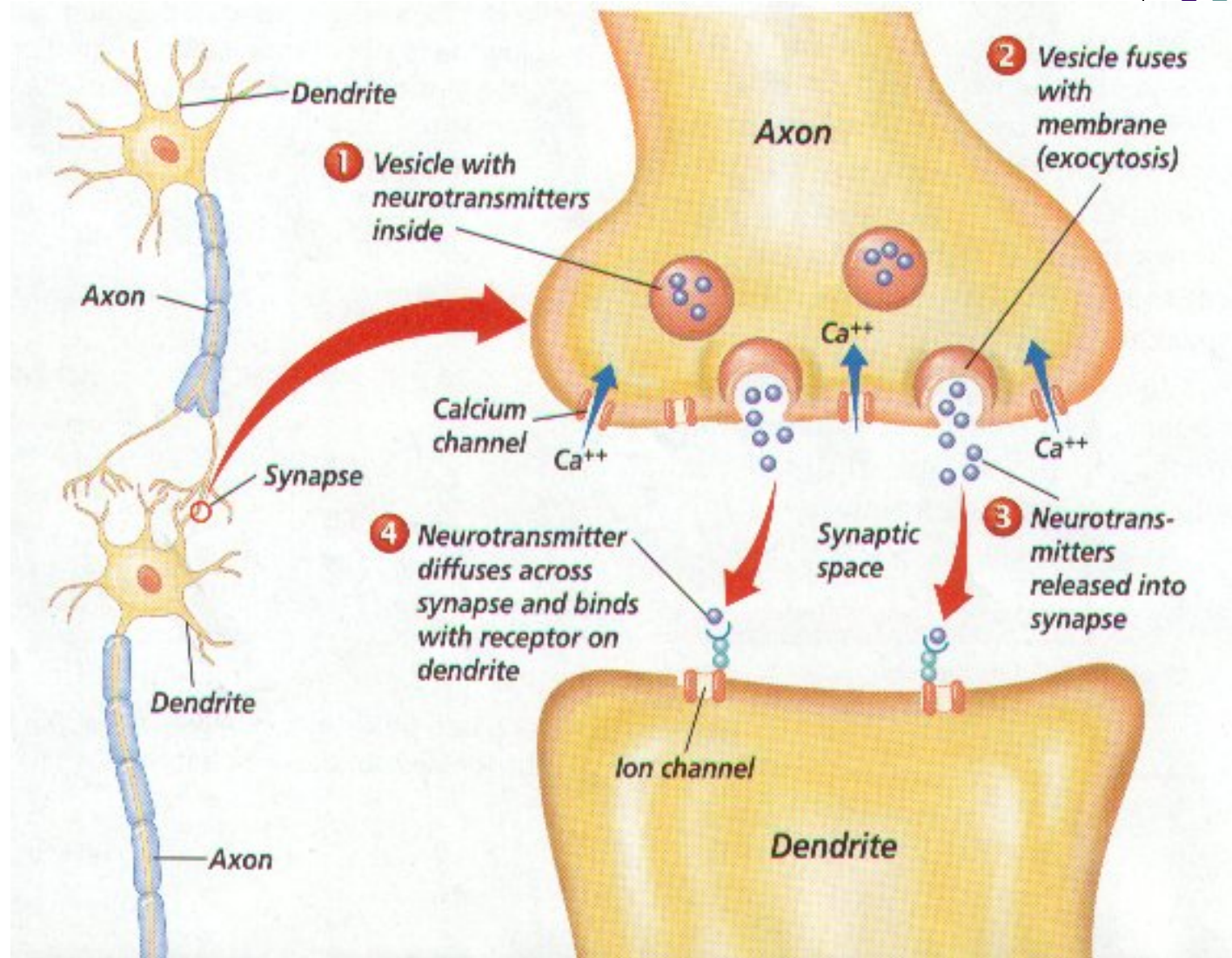


2. 突触间隙(Synaptic cleft): 胞间隙。含**钙离子**和**递质酶**。突触传递结束后，间隙内多余的递质被前成分重吸收，或被递质酶水解。



3. **突触后成分** (Postsynaptic element): **树突末梢**。增厚的突触后膜有特殊的**受体** (Receptors, 化控离子通道), 可将化学信号**转变**为电信号。

Chemical synapse



神经递质 Neurotransmitters

- 乙酰胆碱 Acetylcholine (ACh)
- 儿茶酚胺； 肾上腺素 (EPI)； 多巴胺
dopamine (DA)
- 5-羟色胺 (5-HT) , GABA, GLU, ASP, GLY

二、神经胶质细胞 (*neuroglia cell*)

中枢神经系统 (CNS):

星形胶质细胞 (*astrocyte*)

少突胶质细胞 (*oligodendrocyte*)

小胶质细胞 (*microglia*)

室管膜细胞 (*ependymal cell*)

周围神经系统 (PNS):

施万细胞 (*Schwann cell*)

卫星细胞 (*satellite cell*)

A. 中枢神经系统的胶质细胞:

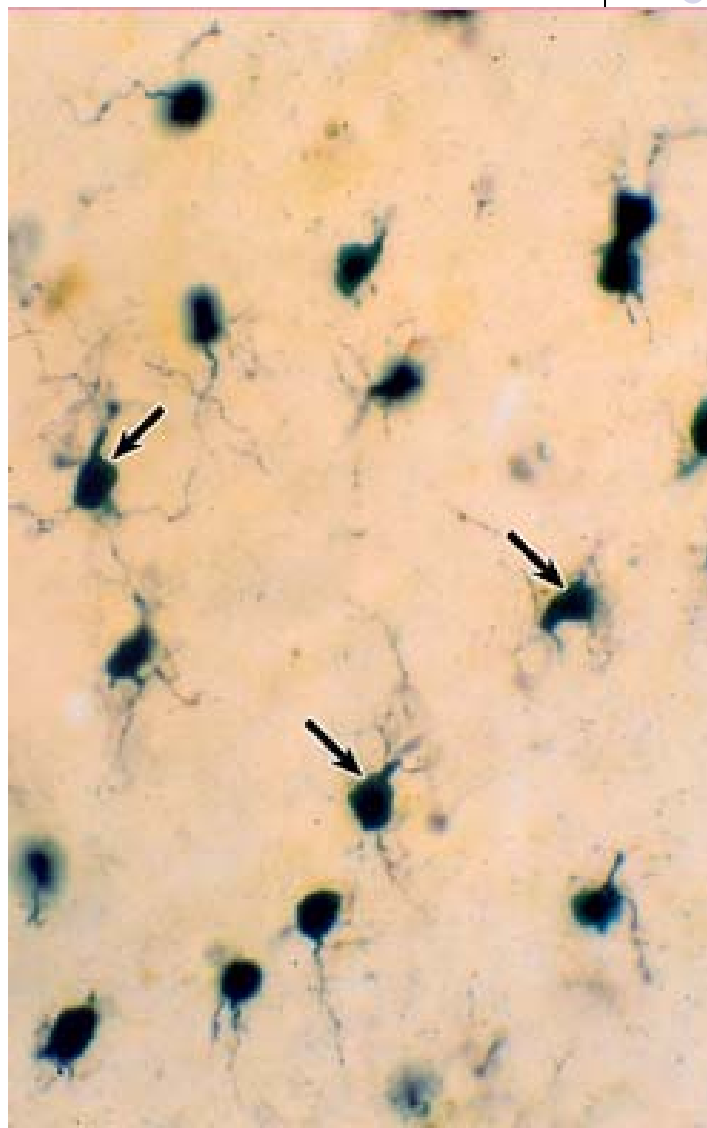
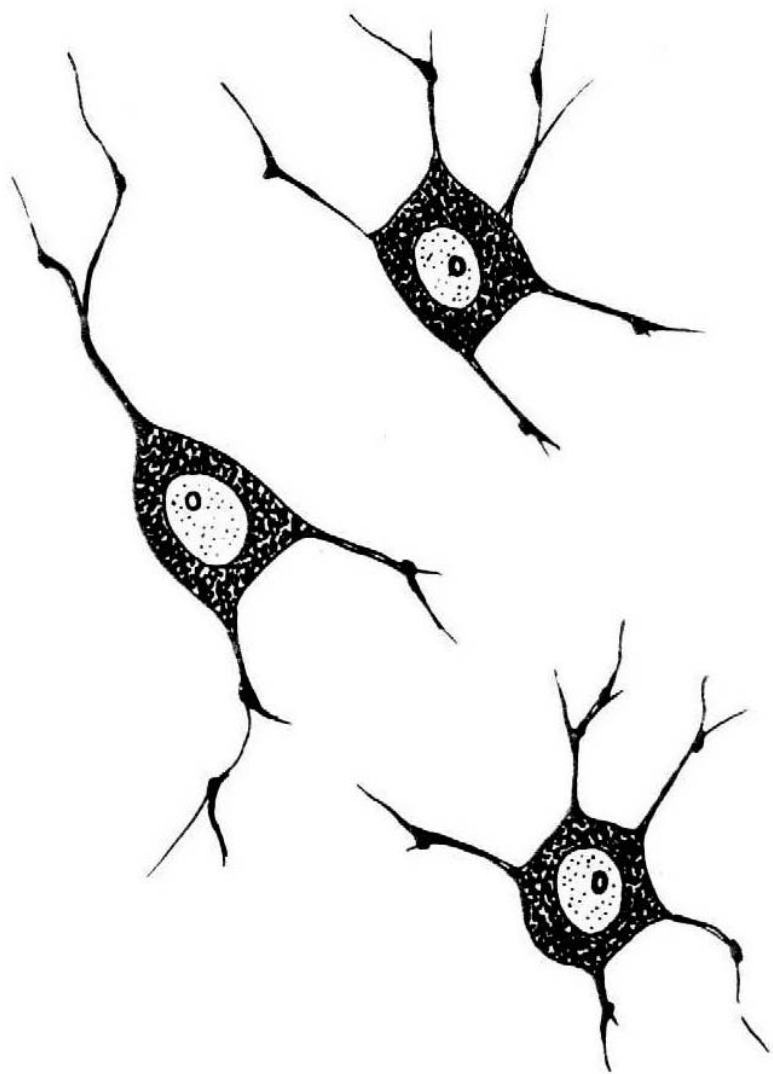
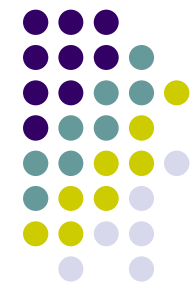
星形胶质细胞 (*astrocyte*)

少突胶质细胞 (*oligodendrocyte*)

小胶质细胞 (*microglia*)

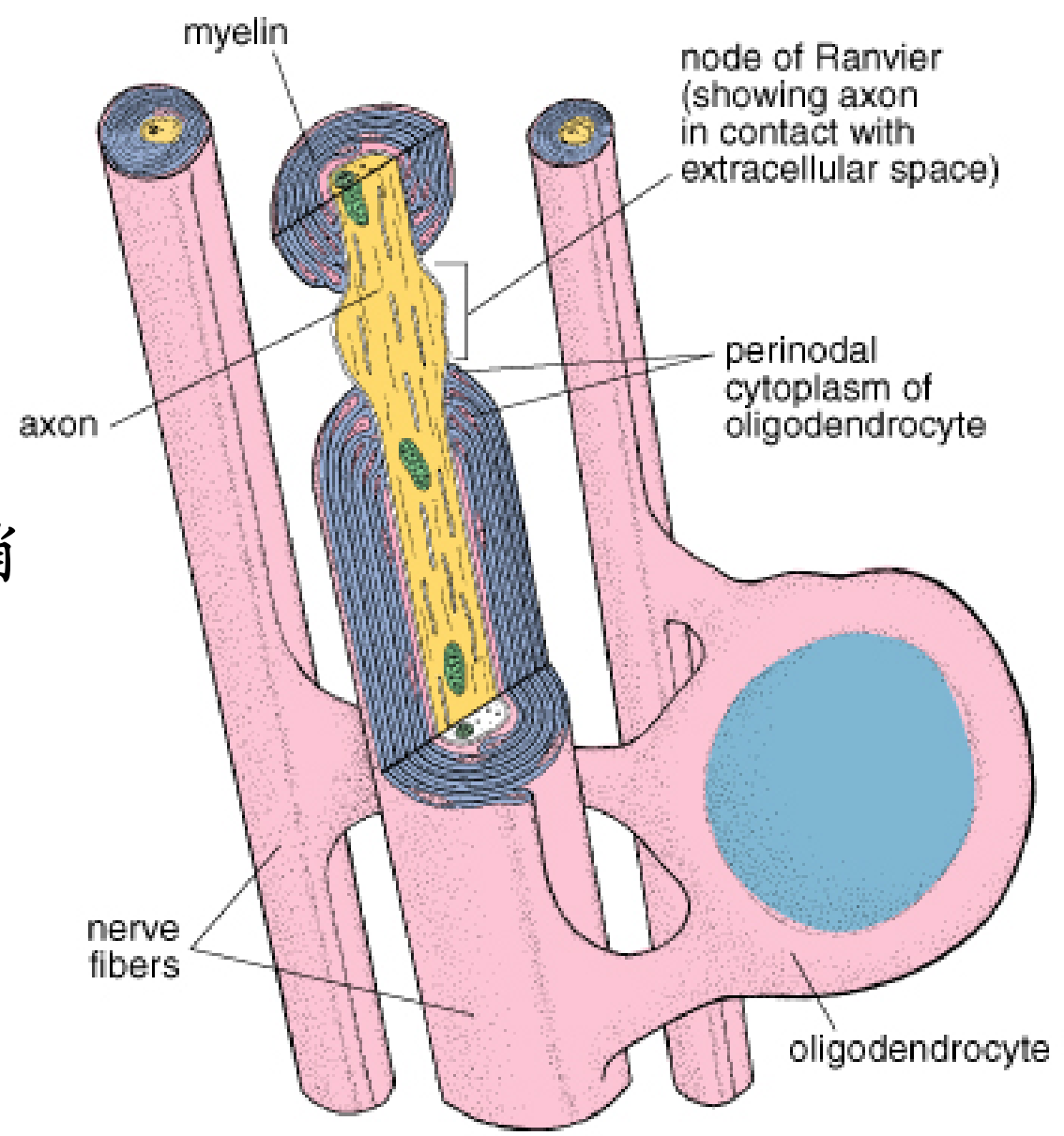
室管膜细胞 (*ependymal cell*)

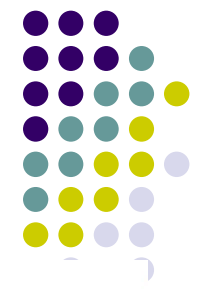
① 少突胶质细胞 **oligodendrocytes**





分布：灰、白质；
功能：CNS形成髓鞘





② 星形胶质细胞 **Astrocytes**

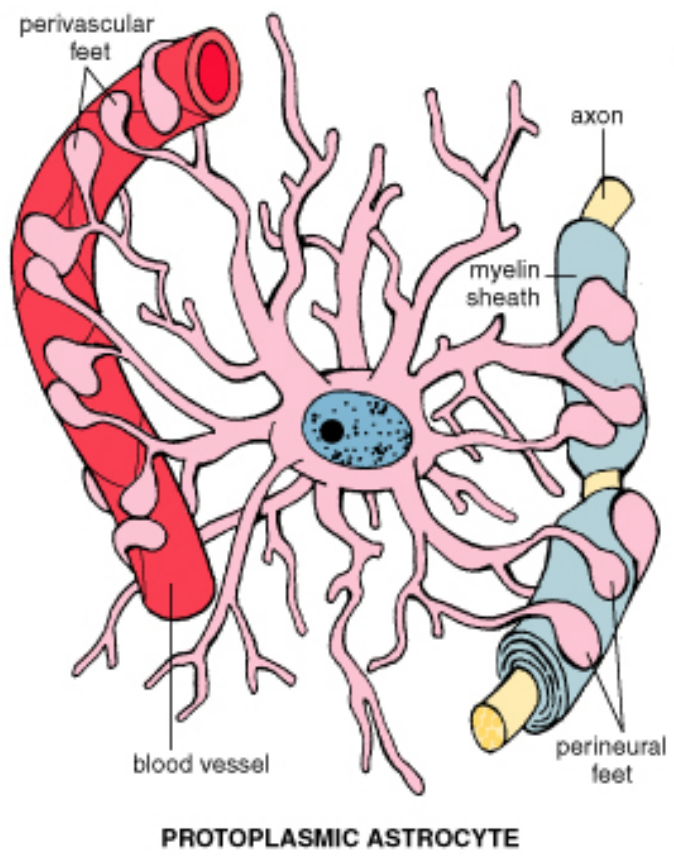
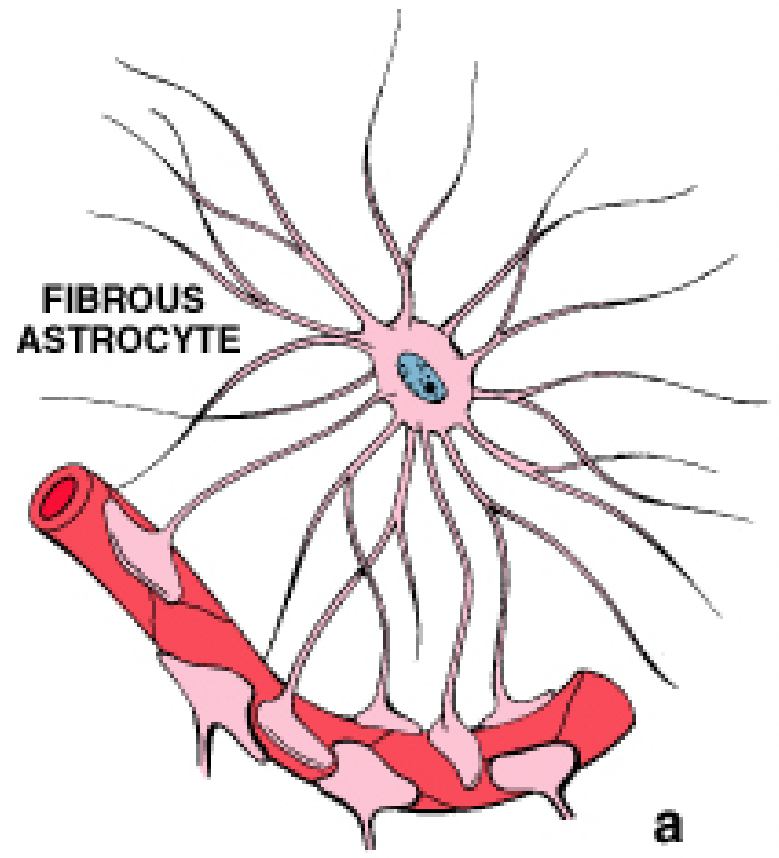


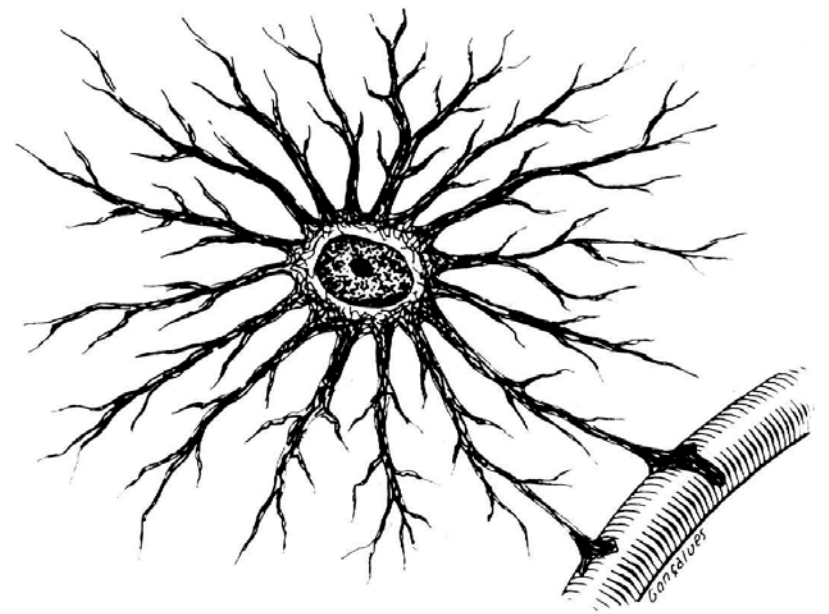
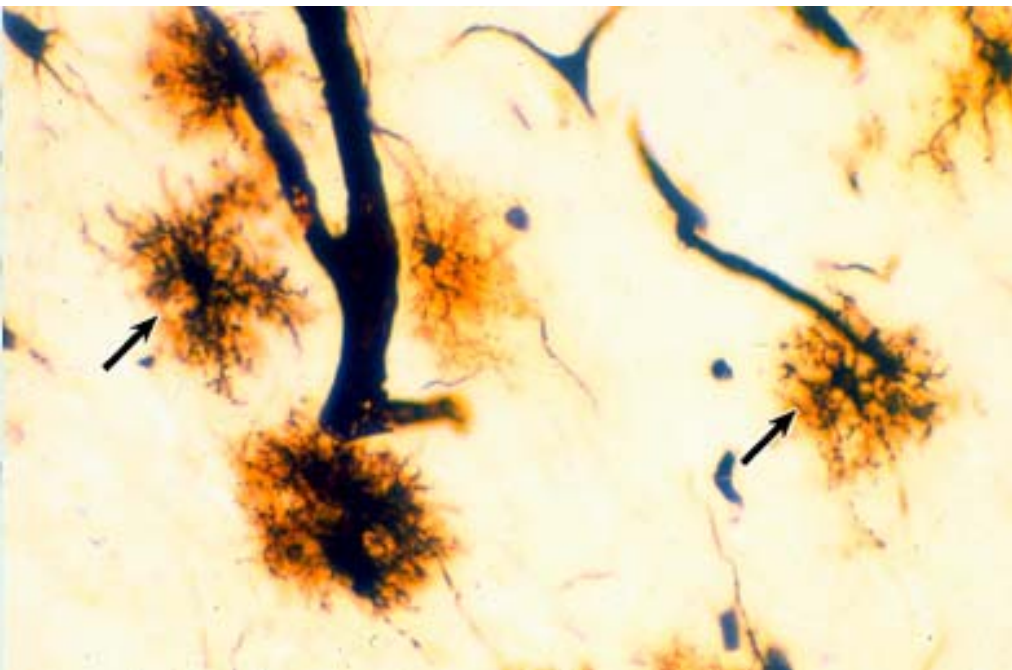
Figure 11.19. Protoplasmic astrocyte in the gray matter of the brain.

原浆形 Protoplasmic

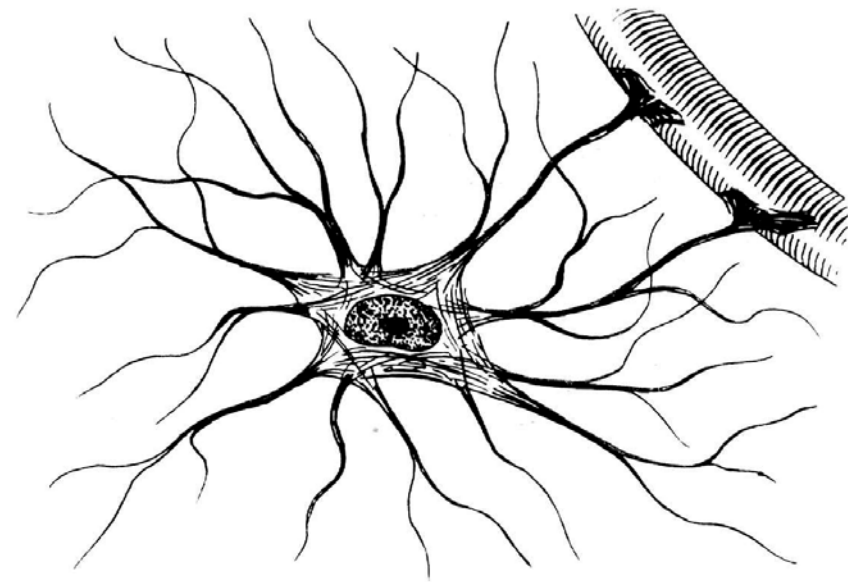
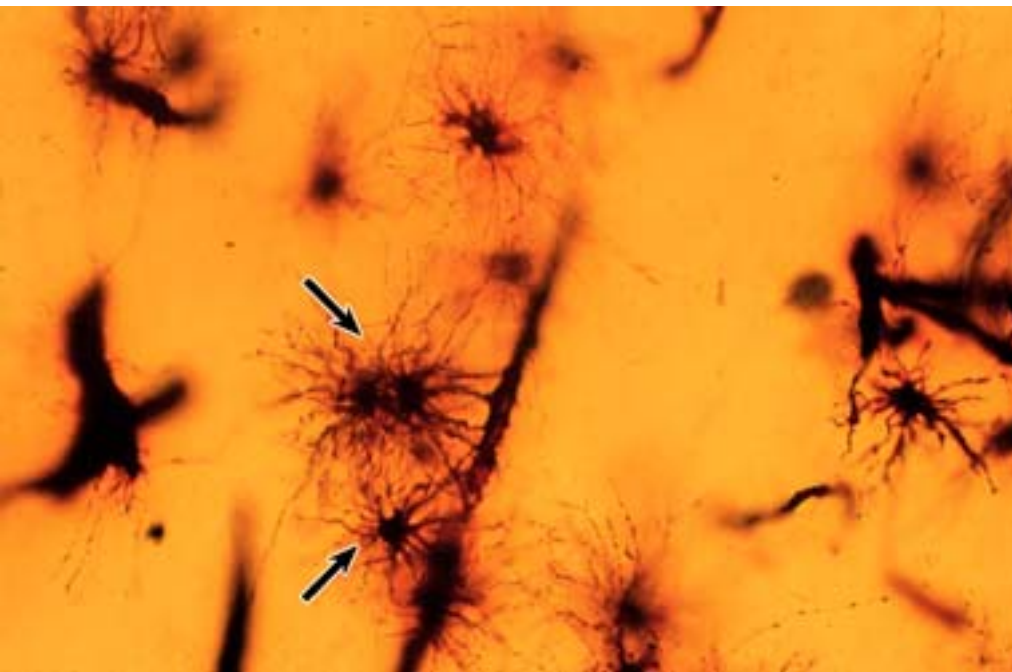


纤维形 Fibrous

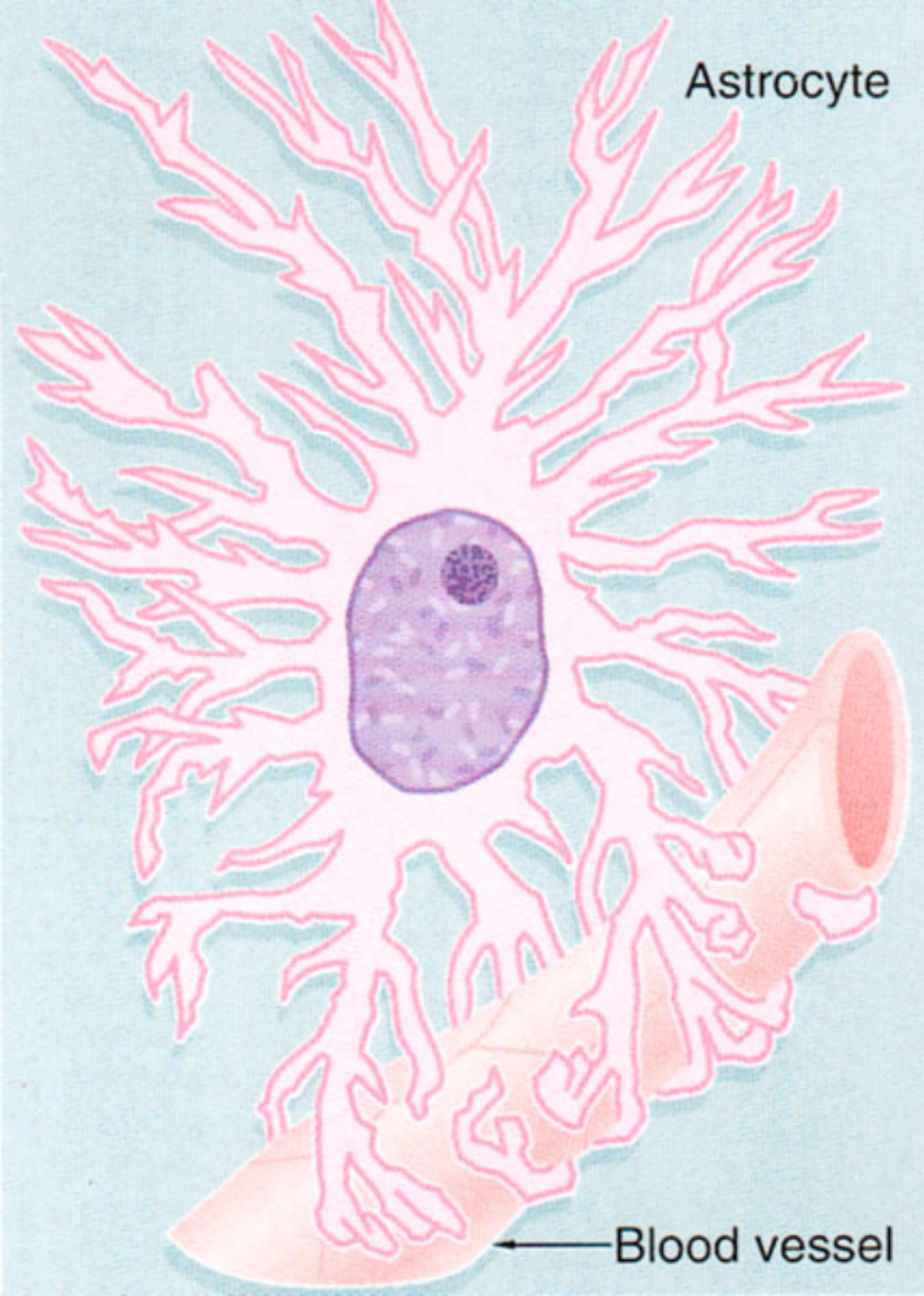




Protoplasmic astrocyte



Fibrous astrocyte



突起末端膨大



脚板(*end foot*)



附着在毛细血管基膜，或
伸到脑和脊髓表面



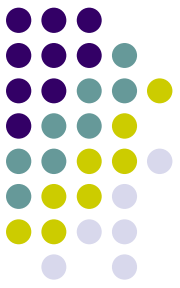
胶质界膜

(*glial limiting membrane*)



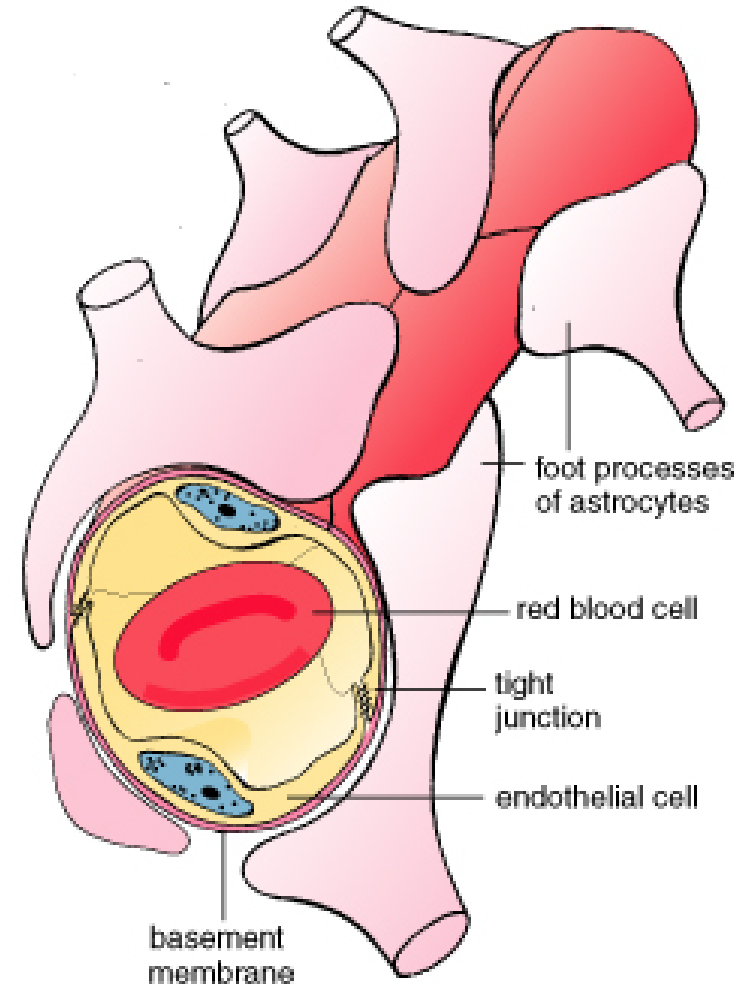
参与构成血-脑屏障





血脑屏障 **Blood-brain barrier (BBB)**

由脑毛细血管的内皮、基膜和星形胶质细胞的突起形成的胶质膜构成。





③ 室管膜细胞 Ependymal cells

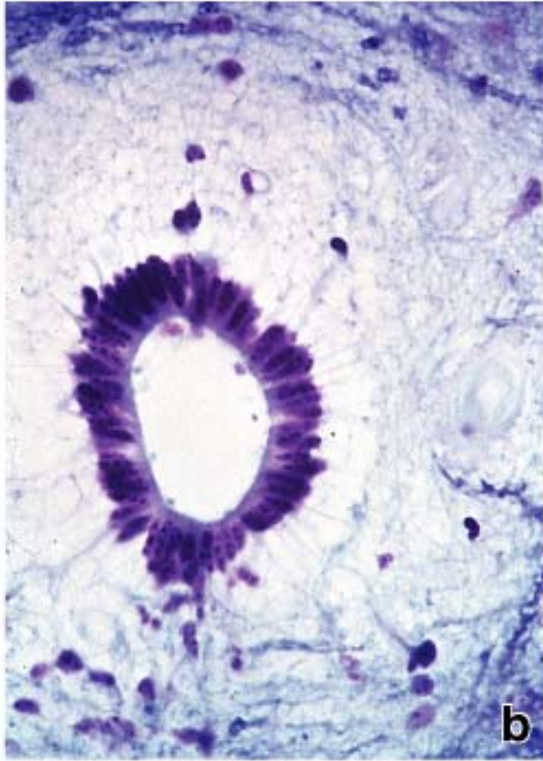
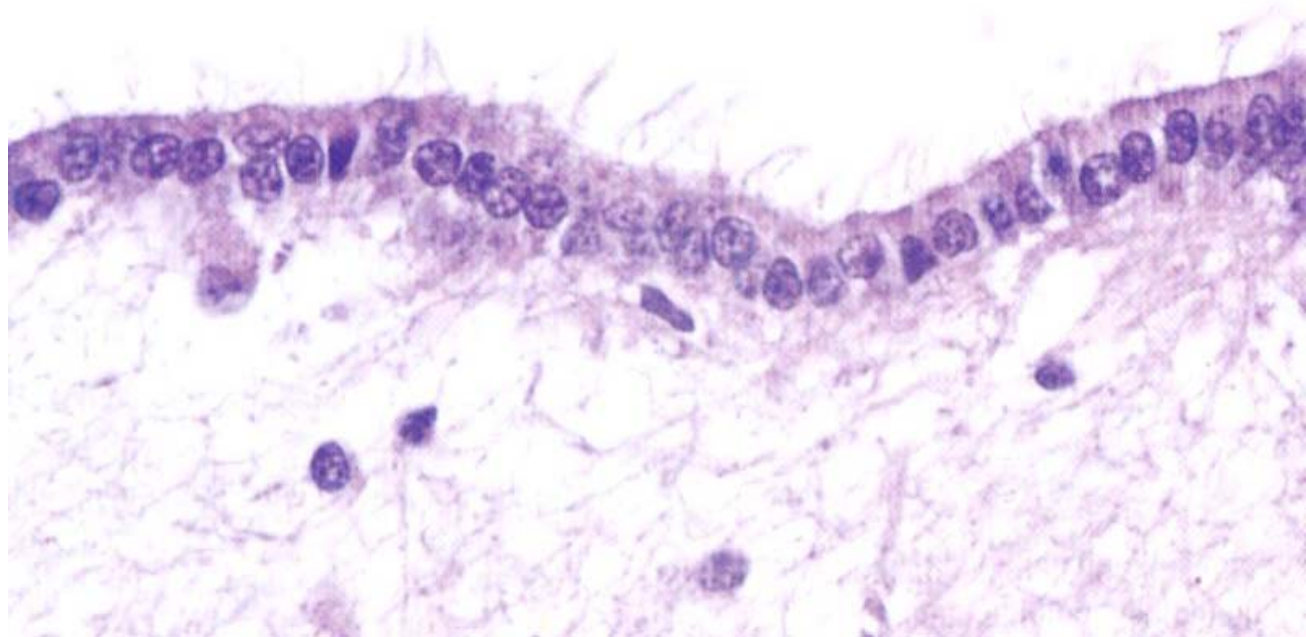


Figure 11.23b. Ependymal cells lining the central canal. X340



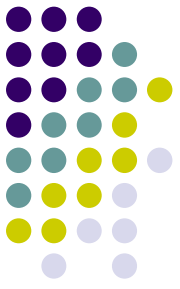
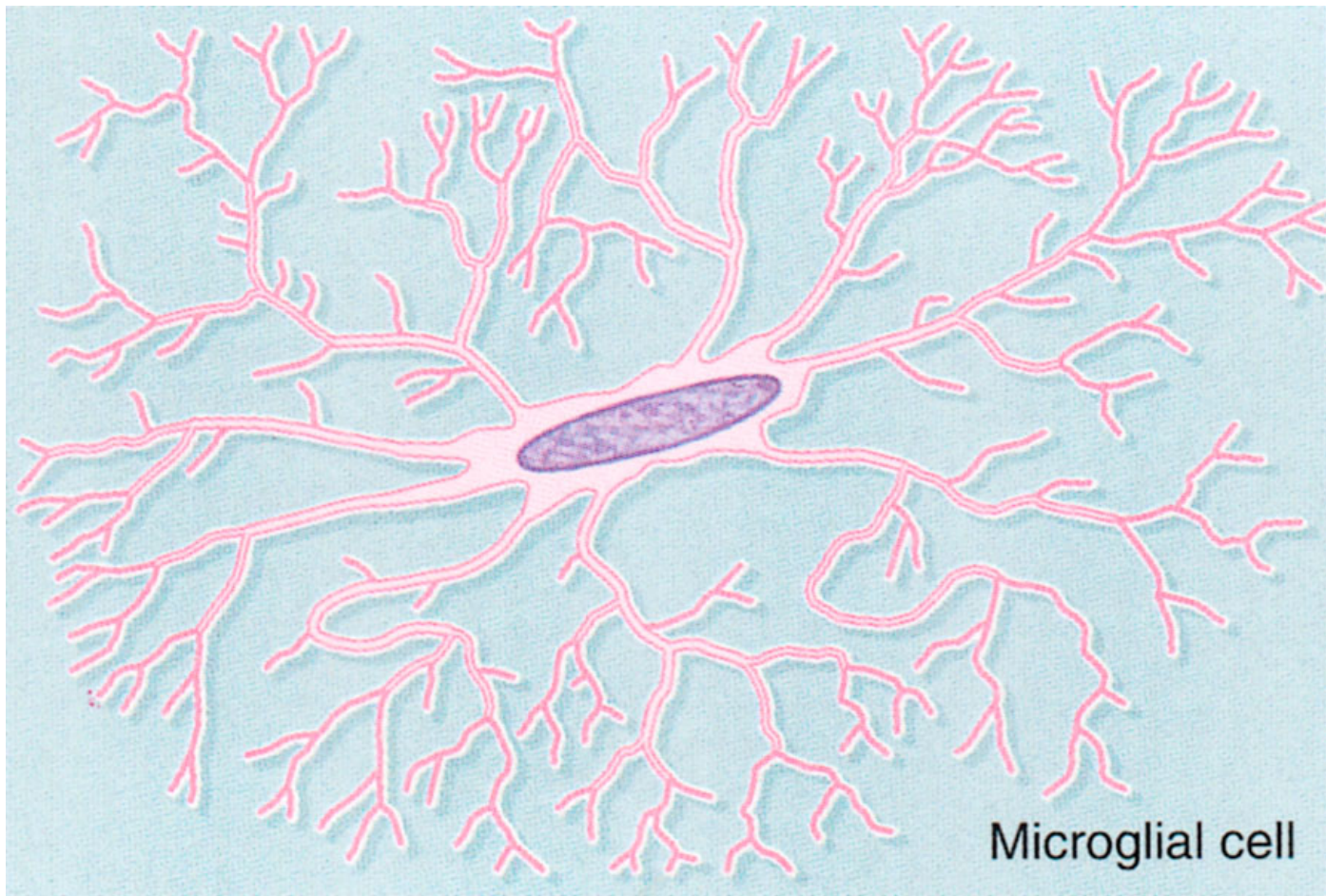
覆盖在脑室和脊髓中央管壁。

单层立方或柱状。

表面：微绒毛或纤毛。

基部：发出细长突起伸向脑及脊髓深层。

作用：保护、支持。

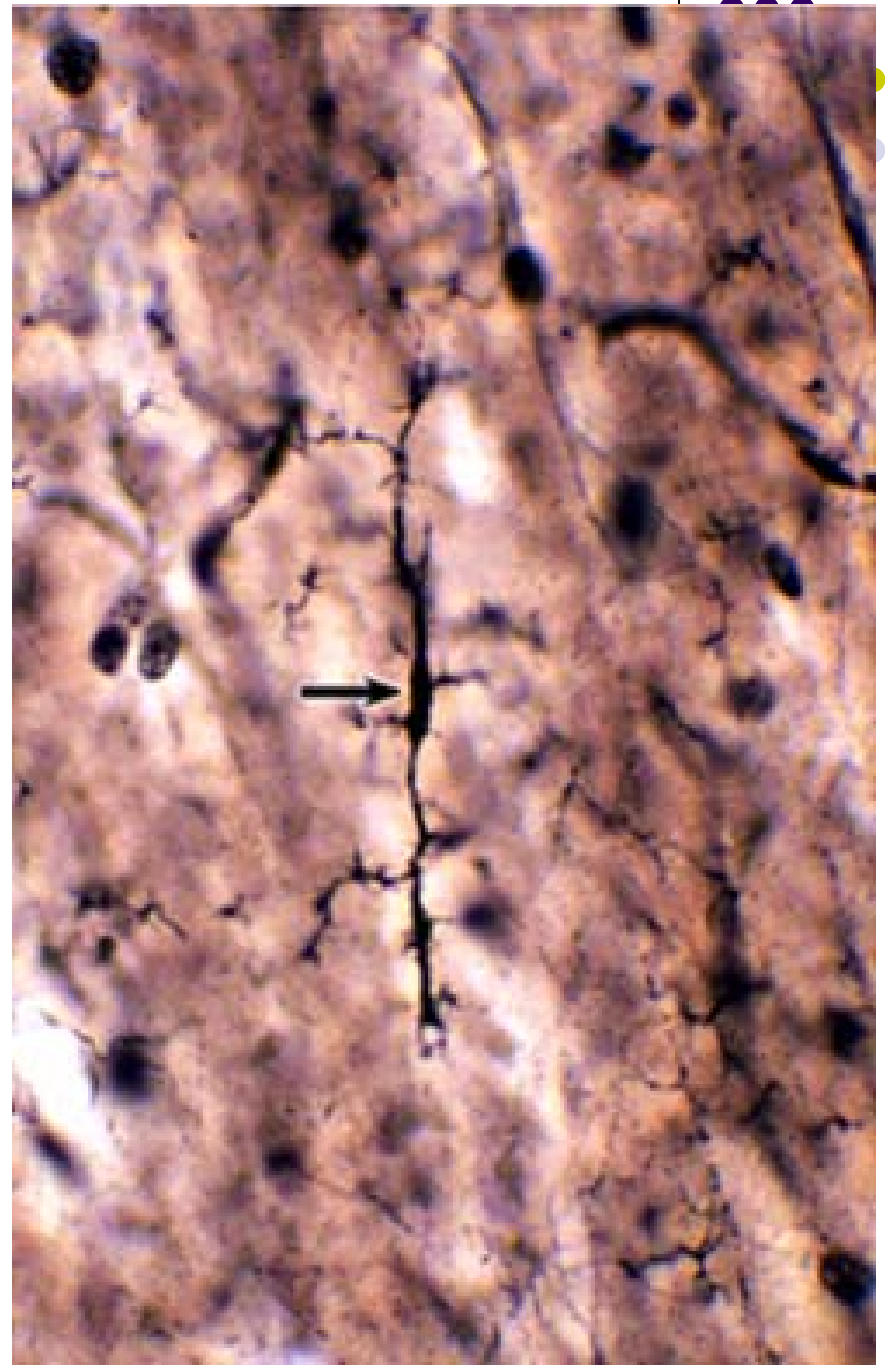
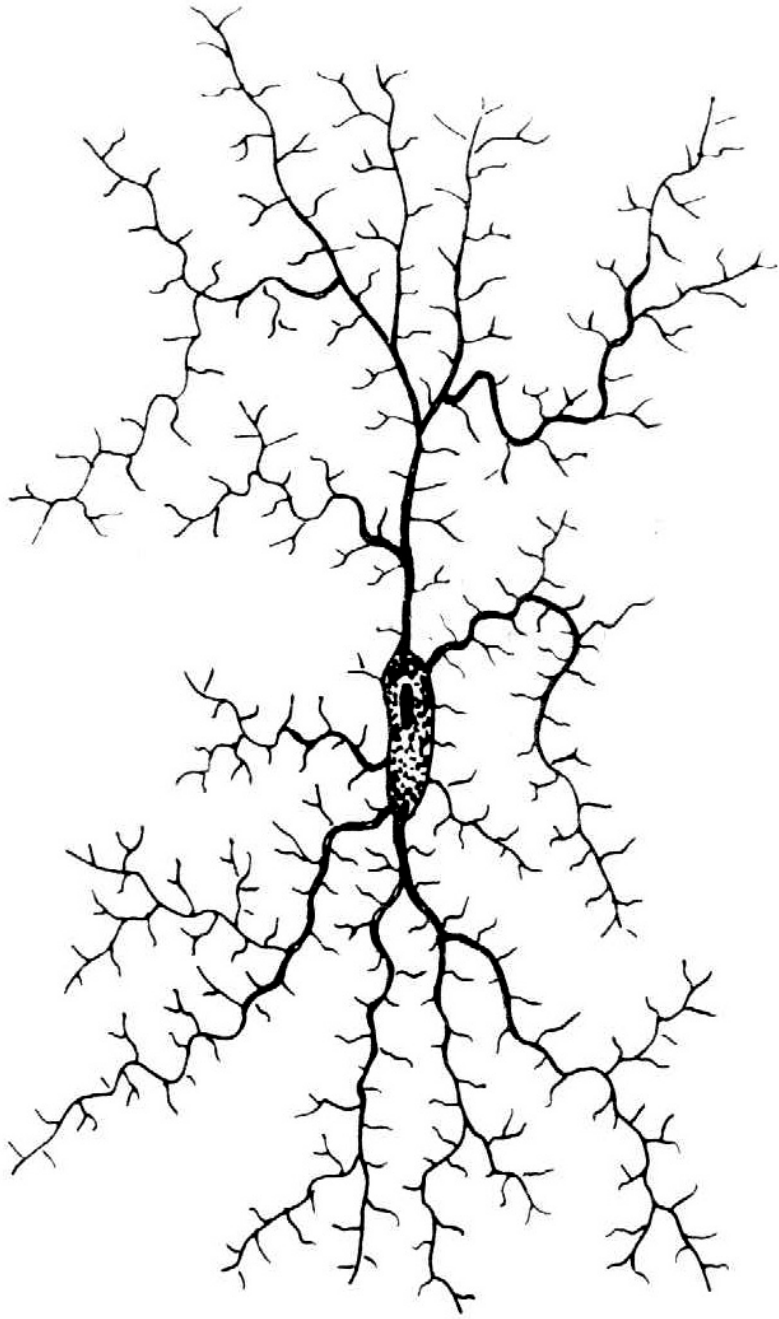


④小胶质细胞 (*microglia*) :

分布：灰、白质。

功能：变形运动和吞噬，属单核吞噬细胞系统。

CNS中神经胶质的干细胞，能分化成其他胶质细胞。

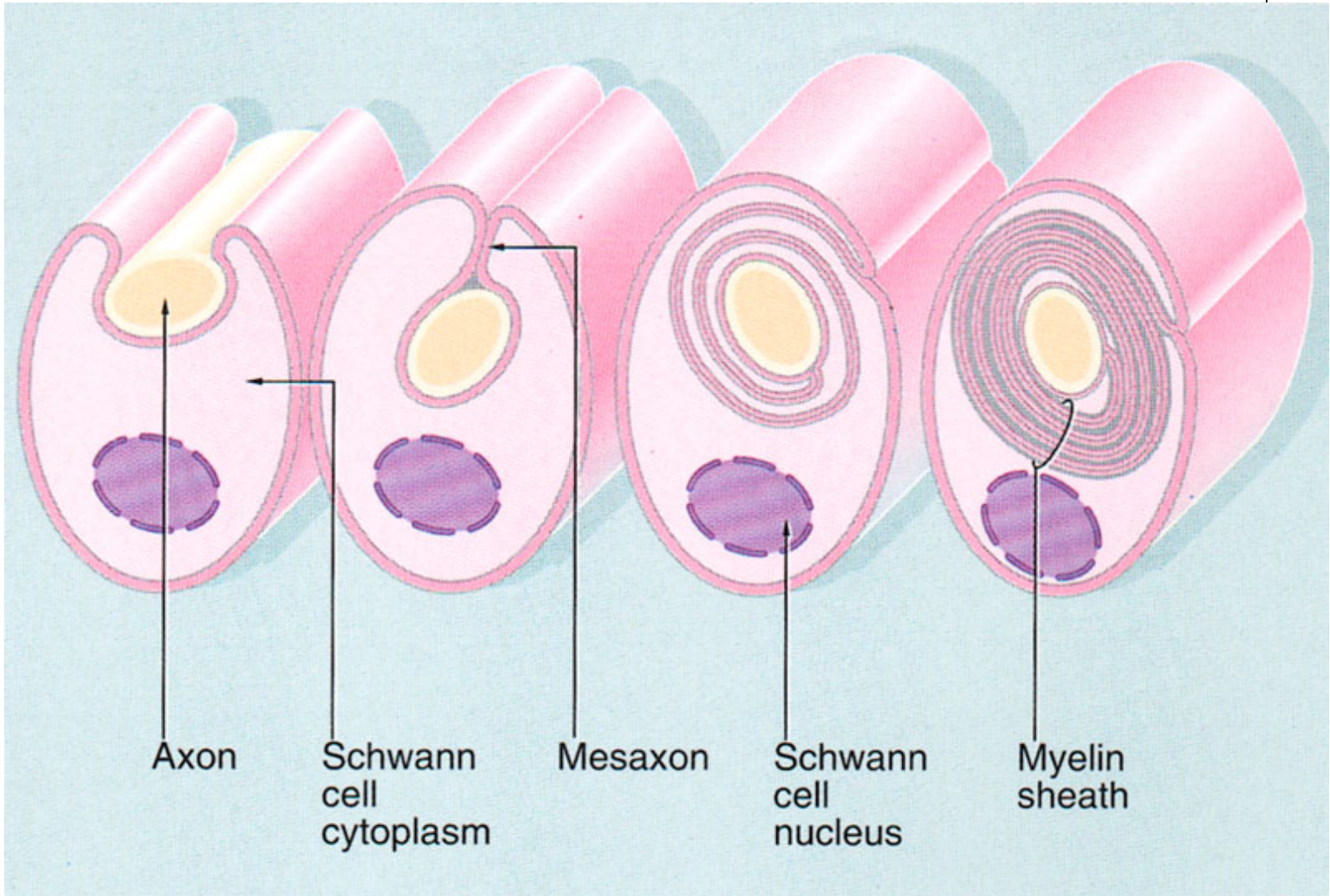
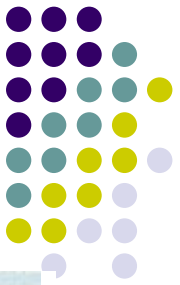


B. 周围神经系统的神经胶质细胞:

施万细胞 (*Schwann cell*)

卫星细胞 (*satellite cell*)

① 施万细胞和髓鞘



有髓神经纤维 Myelinated nerve fiber

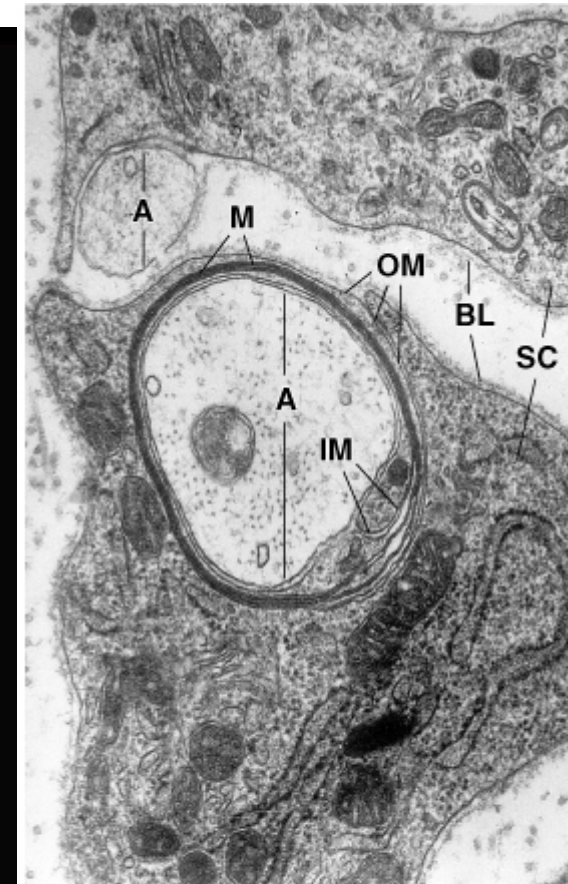
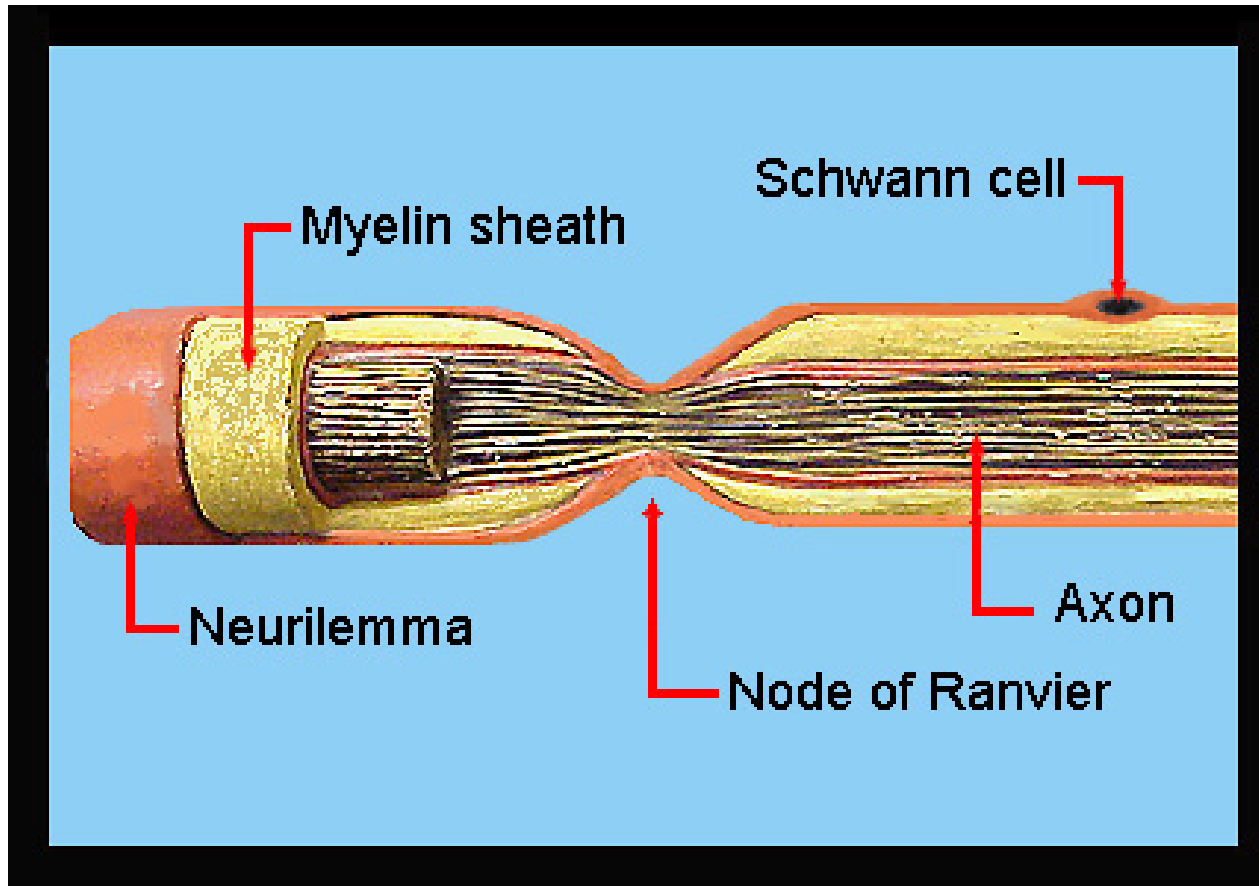
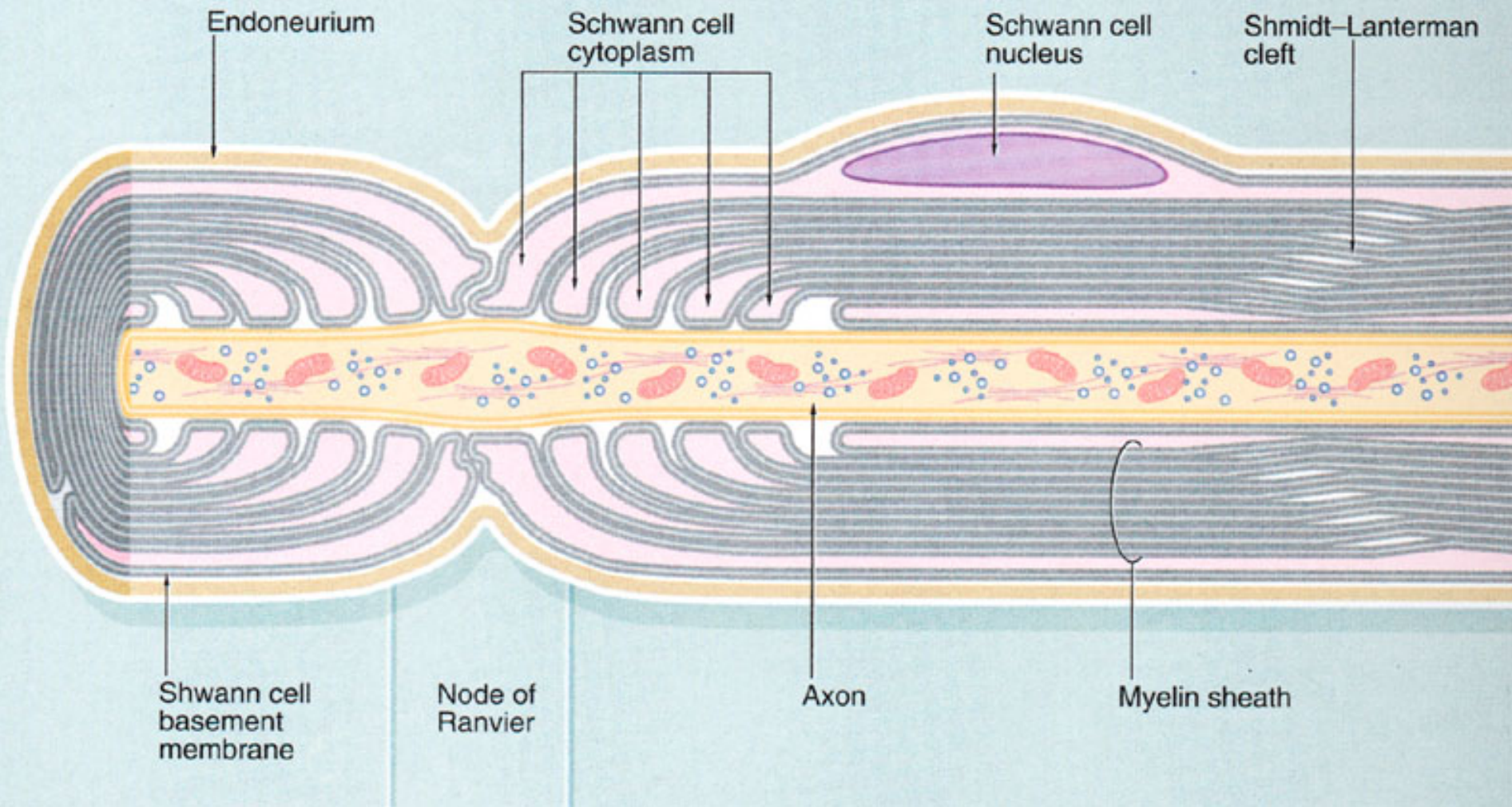
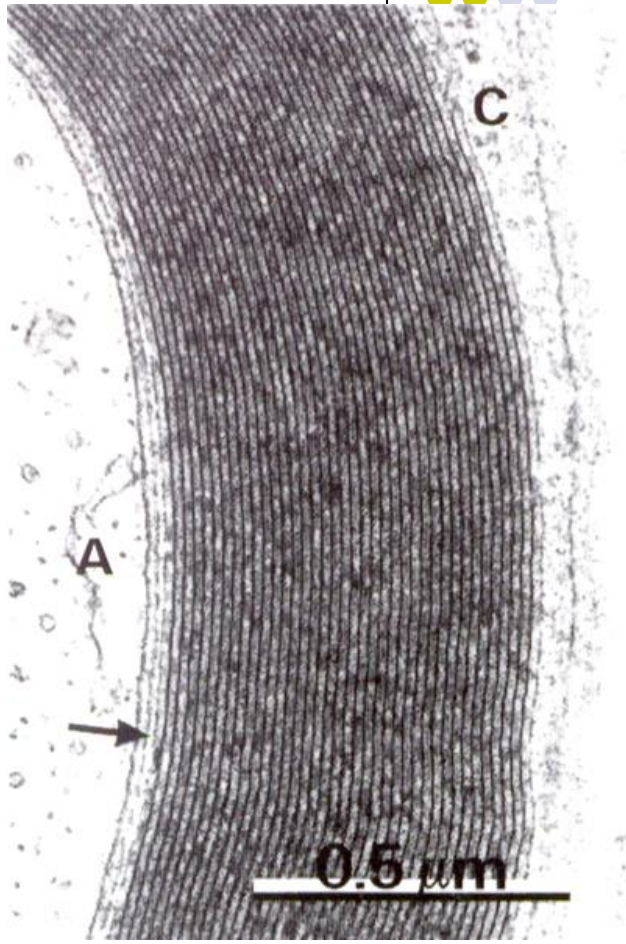
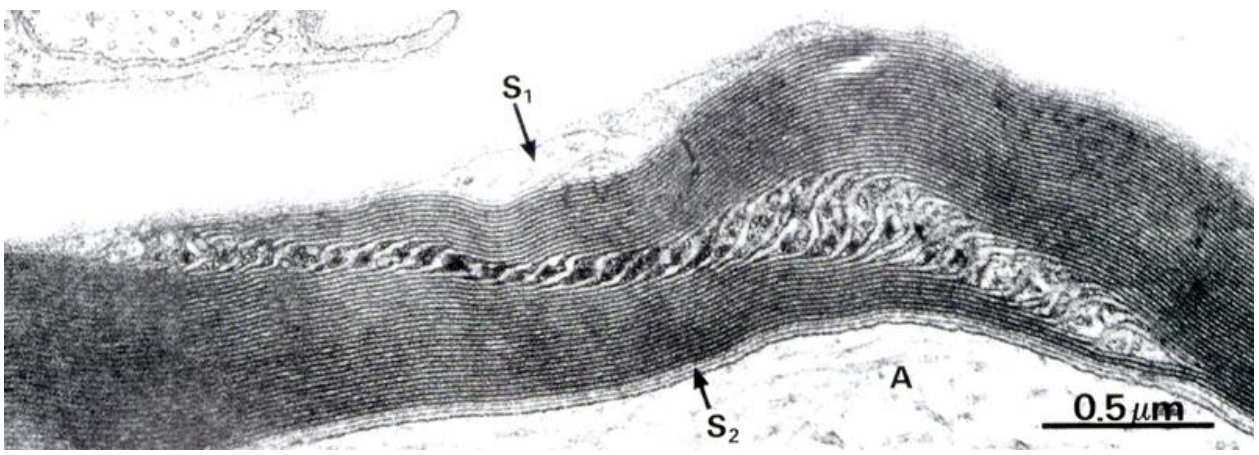
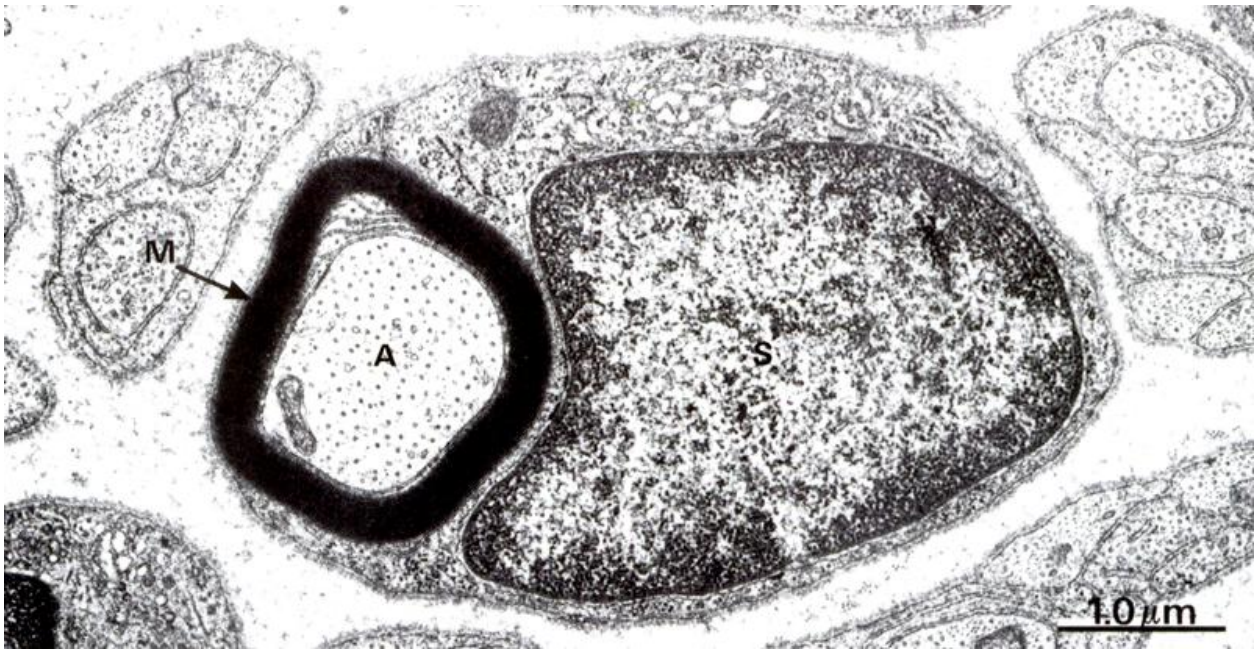
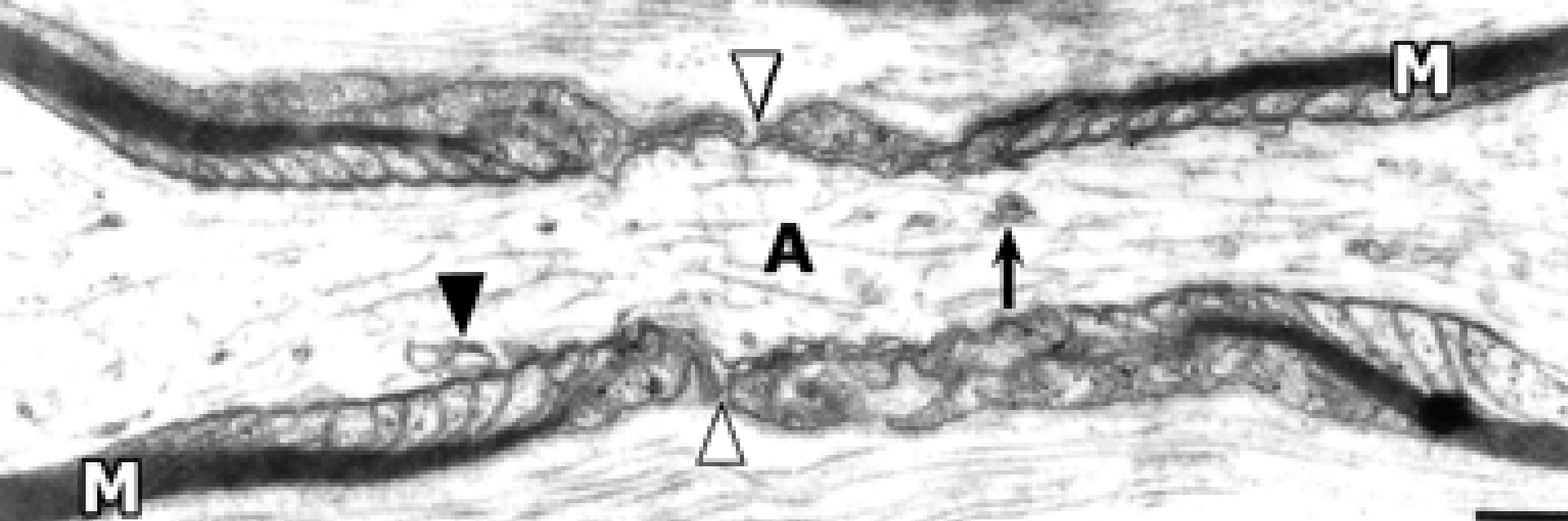
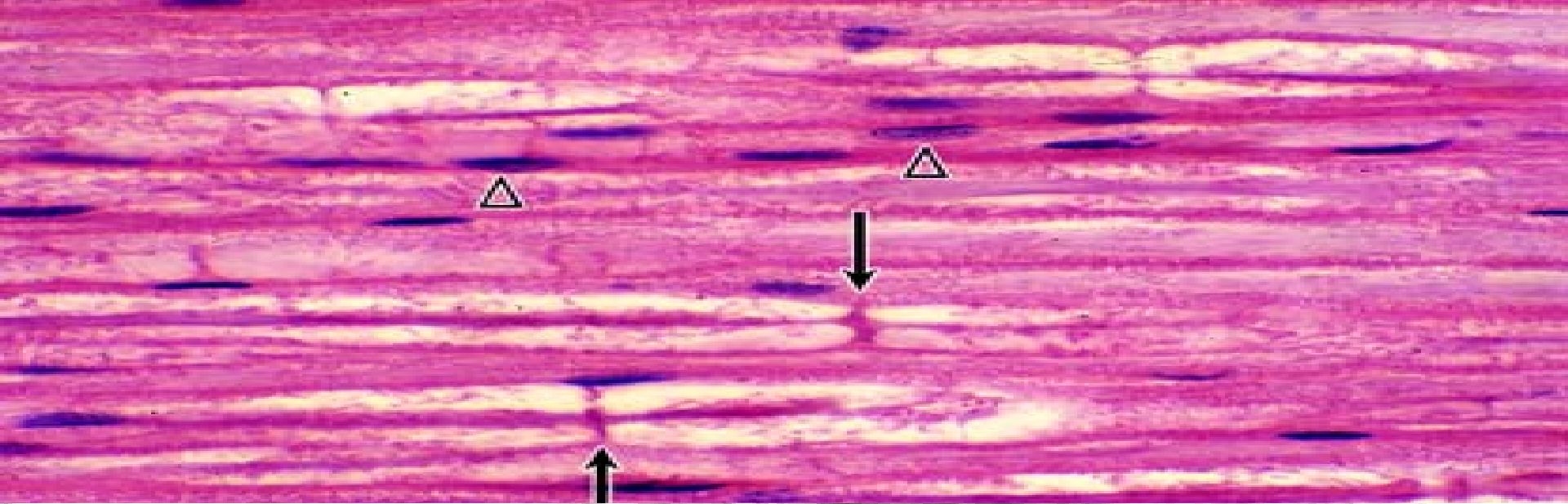


Figure 11.12. EM of an axon in the process of myelination. *M*, myelin; *IM*, inner mesaxon; *SC*, Schwann cell; *OM*, outer mesaxon; upper left - *A*, axon; *BL*, basal lamina. X50,000.



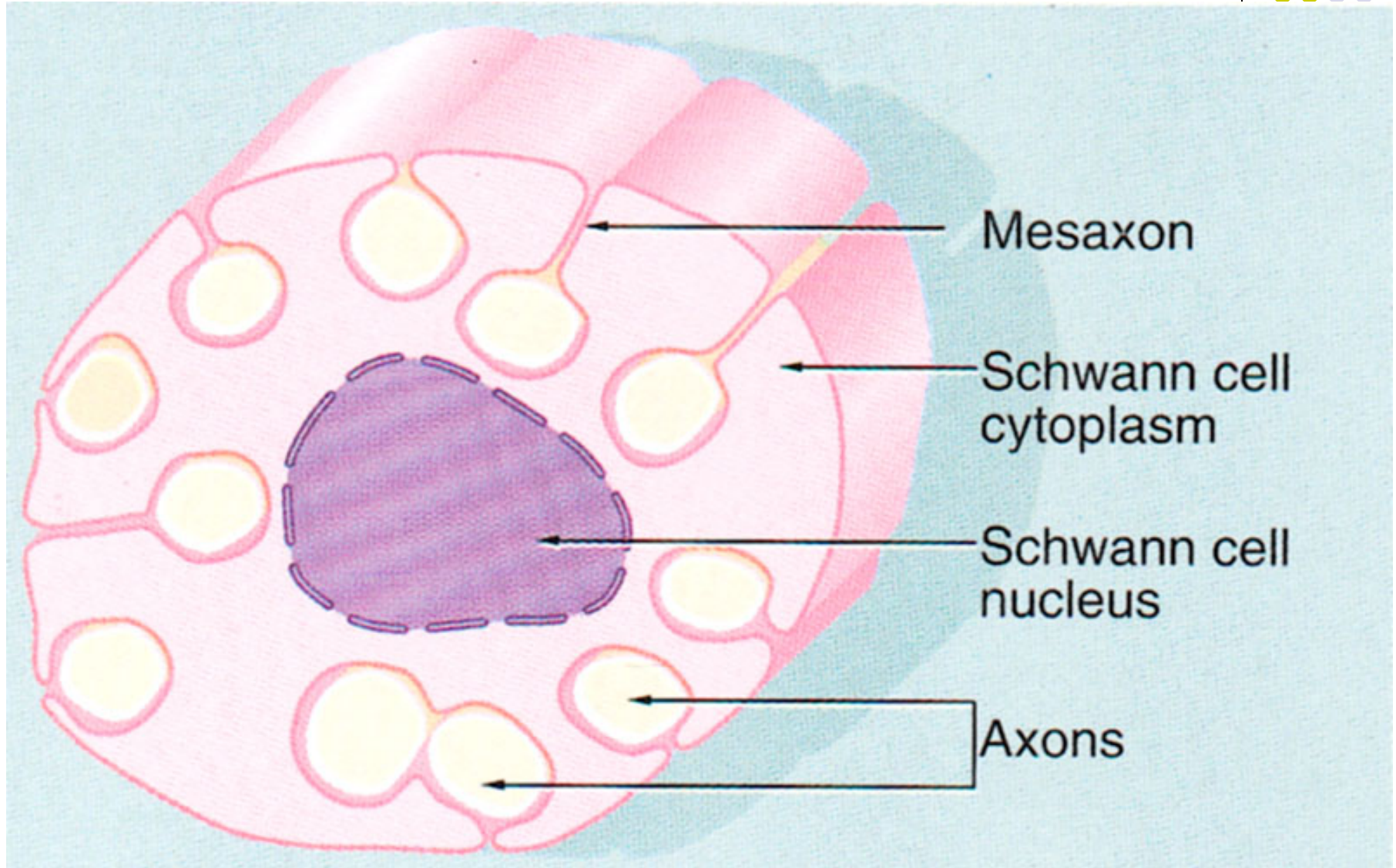
在形成轴突系膜过程中，有些部位的两侧细胞膜未完全相贴，其间残留少量胞质，即为细胞质通道的髓鞘切迹(*incisure of myelin*)或施兰切迹(*Schmidt-Lanterman incisure*)。最外层含核的薄层细胞质部分即为神经膜。





神经纤维节(*node of nerve fiber*; 郎飞结*Ranvier node*)
轴膜裸露, 神经冲动在此跳跃式传导

无髓神经纤维 Unmyelinated nerve fiber

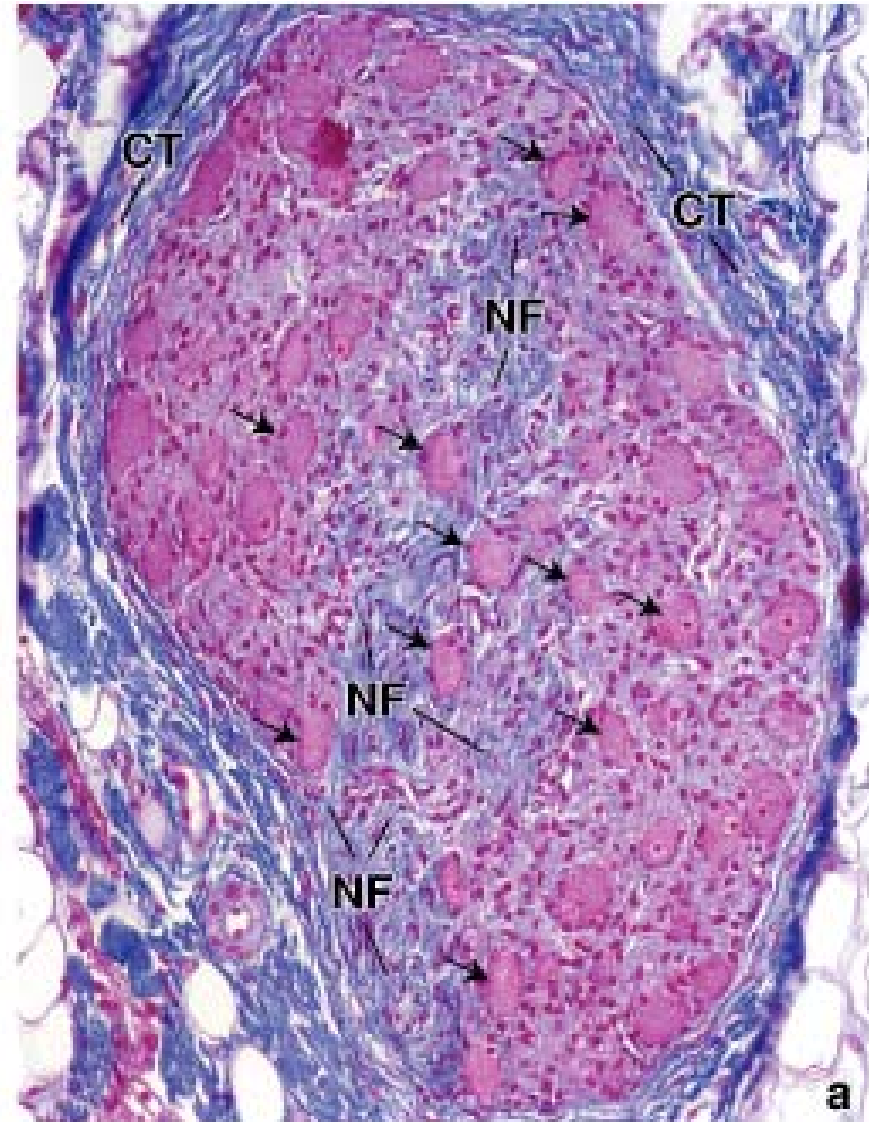
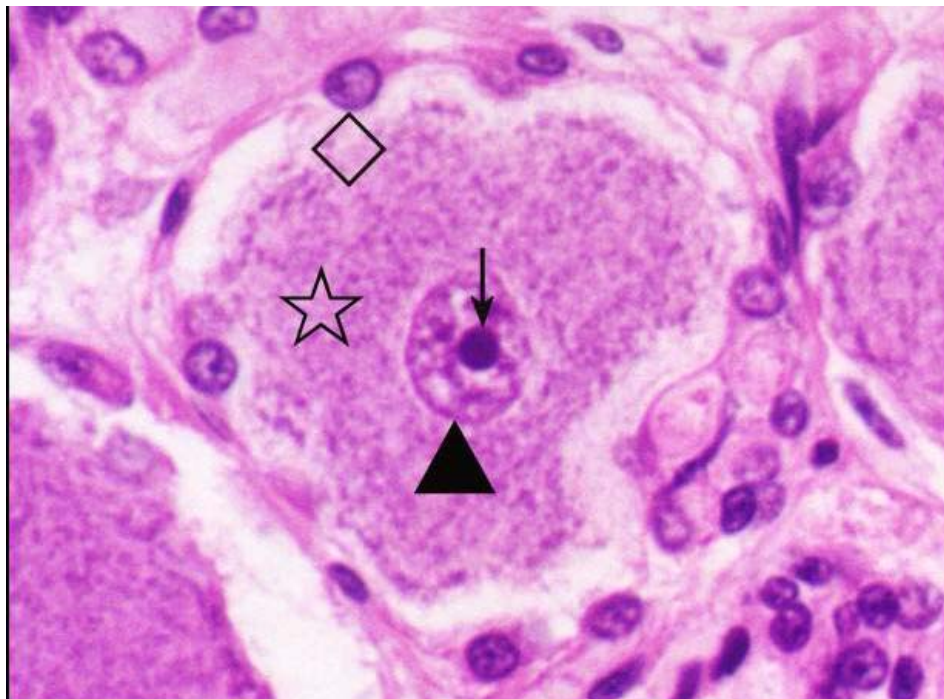


②卫星细胞 **Satellite cells**

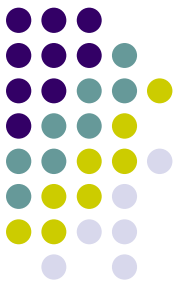
被囊细胞(*capsular cell*)

包绕在神经节细胞周围

营养、保护神经节细胞。



三、周围神经 (*peripheral nerve*)



神经纤维集合在一起形成

神经外膜 (*epineurium*) : 致密结缔组织

神经束膜 (*perineurium*)

外层: 结缔组织

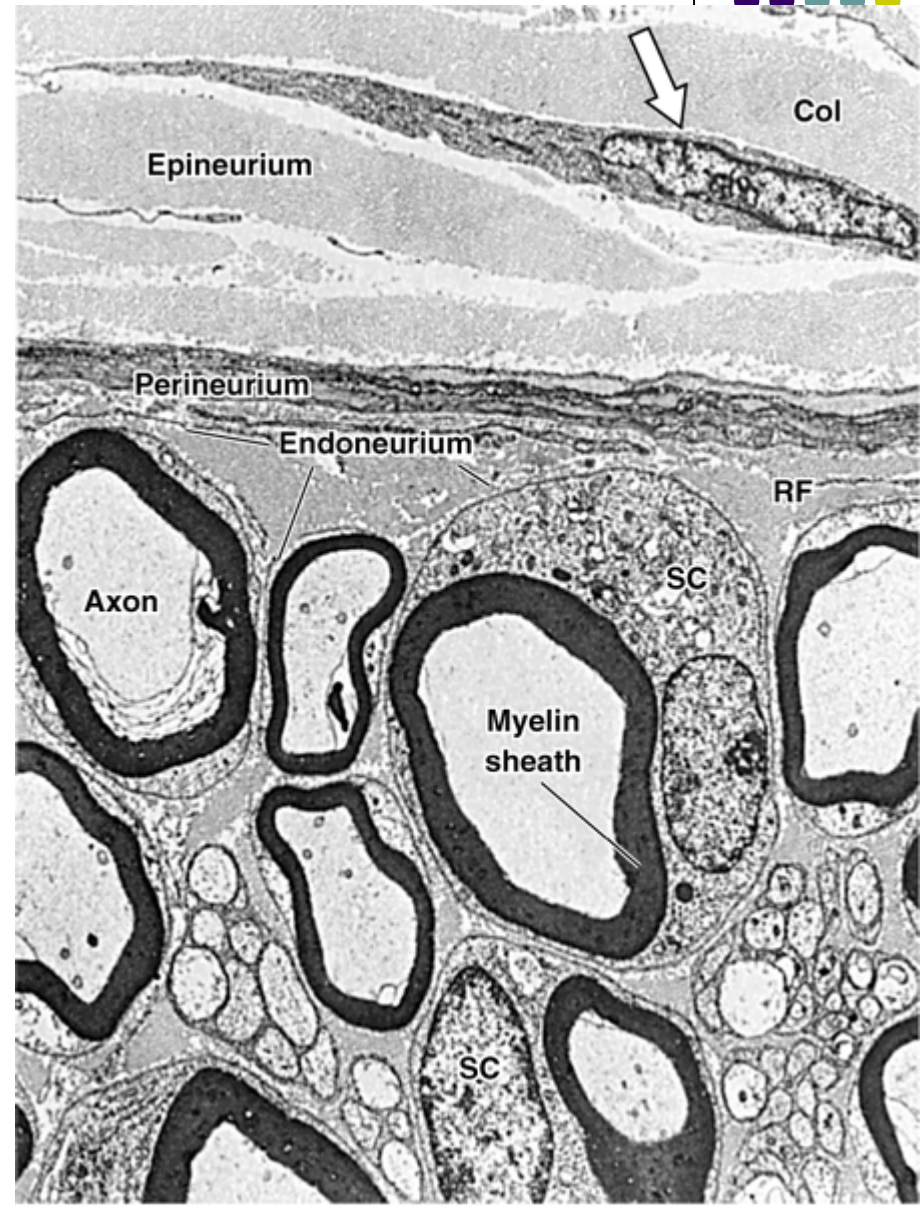
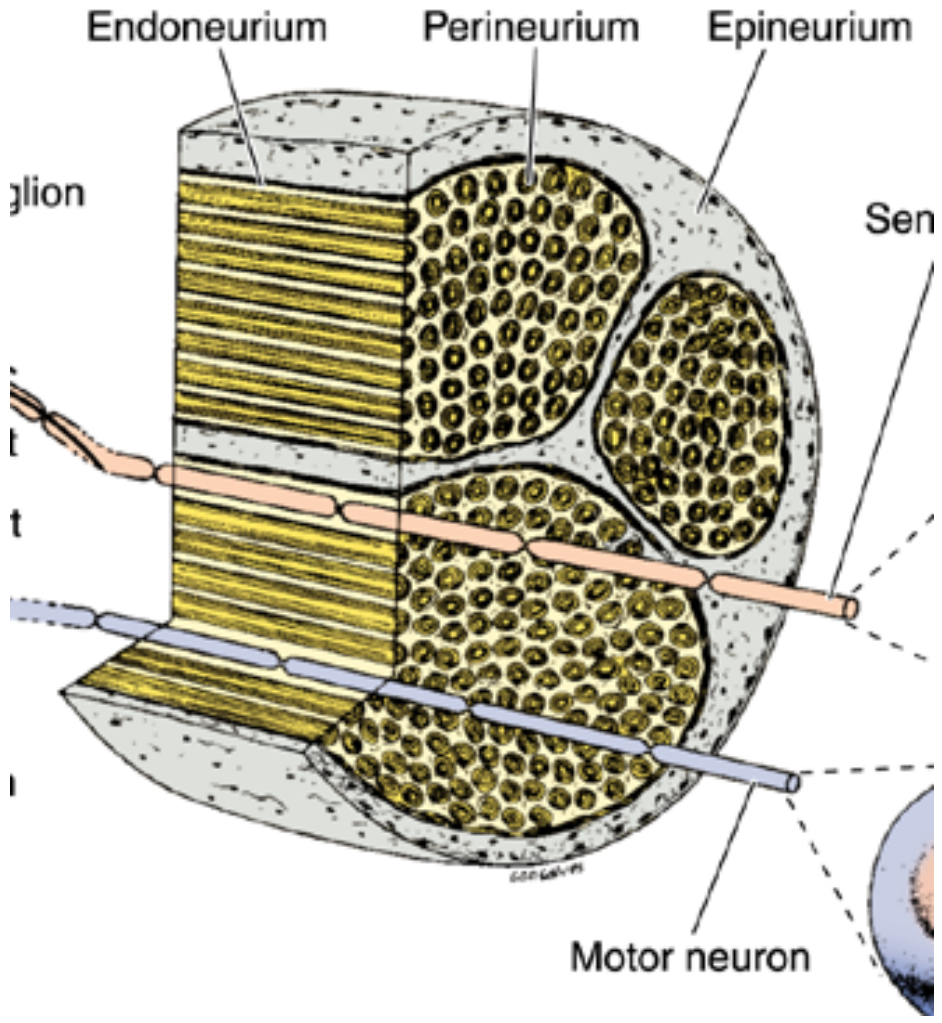
内层: 神经束膜上皮 (*perineural epithelium*):

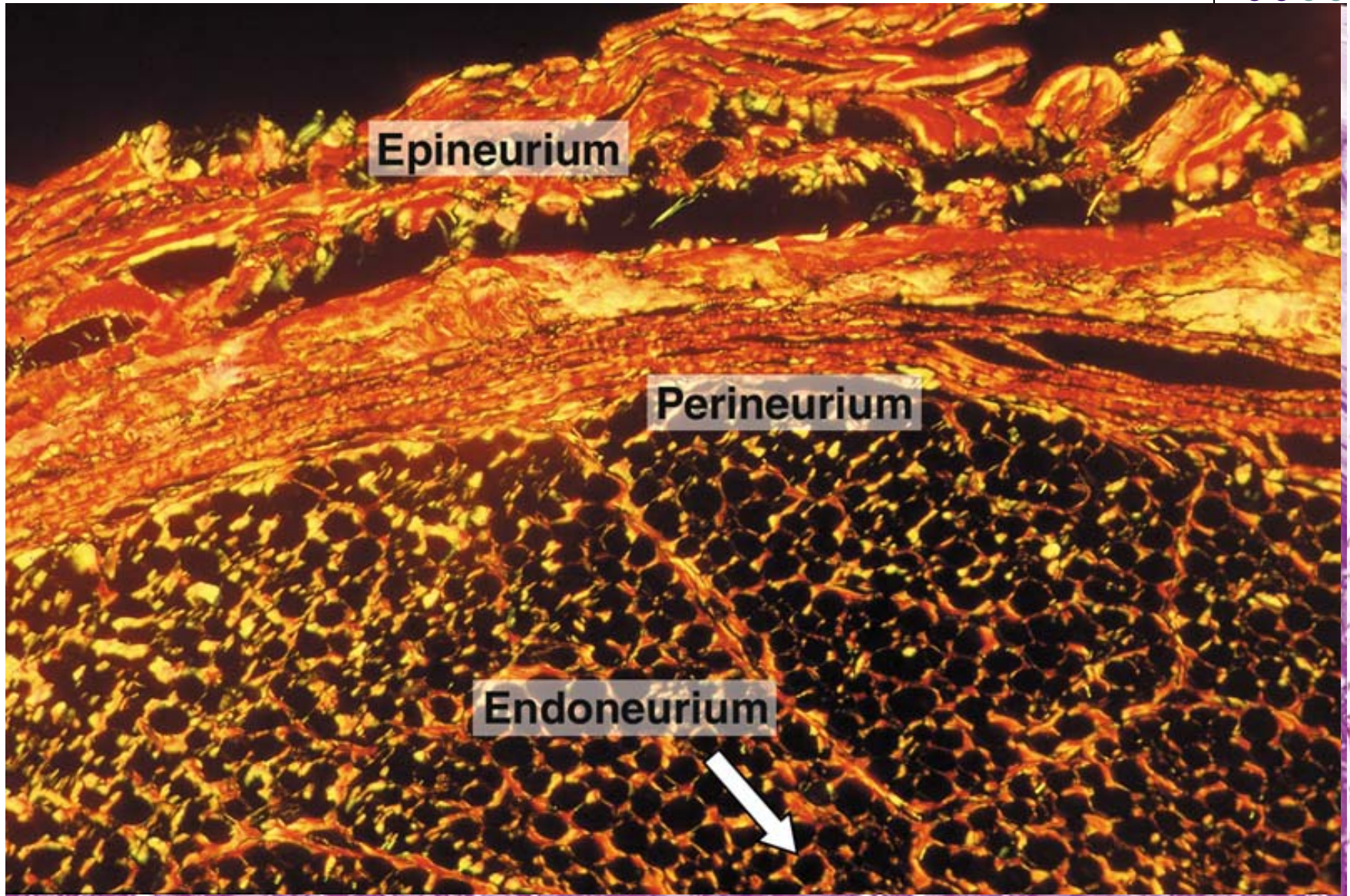
几层扁平细胞

紧密连接、基膜——屏障作用

神经内膜 (*endoneurium*) : 薄层疏松结缔组织

多为混合神经, 包括运动神经纤维、感觉神经纤维、植物神经纤维。



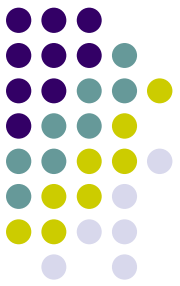


Epineurium

Perineurium

Endoneurium





四、神经末梢 **Nerve ending**

感觉神经末梢 (*sensory nerve ending*)

游离神经末梢 (*free nerve ending*)

有被囊感觉神经末梢 (*encapsulate nerve ending*)

触觉小体 (*tactile corpuscle*)

环层小体 (*lamellar corpuscle*)

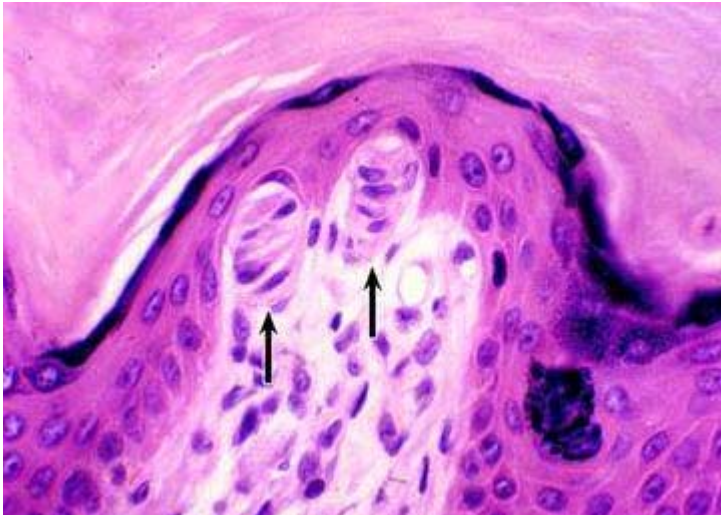
肌梭 (*muscle spindle*)

运动神经末梢 (*motor nerve ending*)

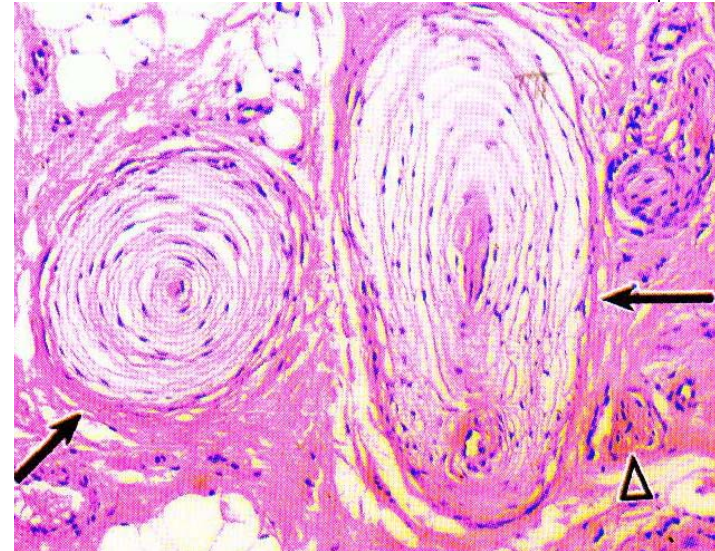
运动终板 (*motor end plate*)

内脏运动神经末梢 (*visceral motor nerve ending*)

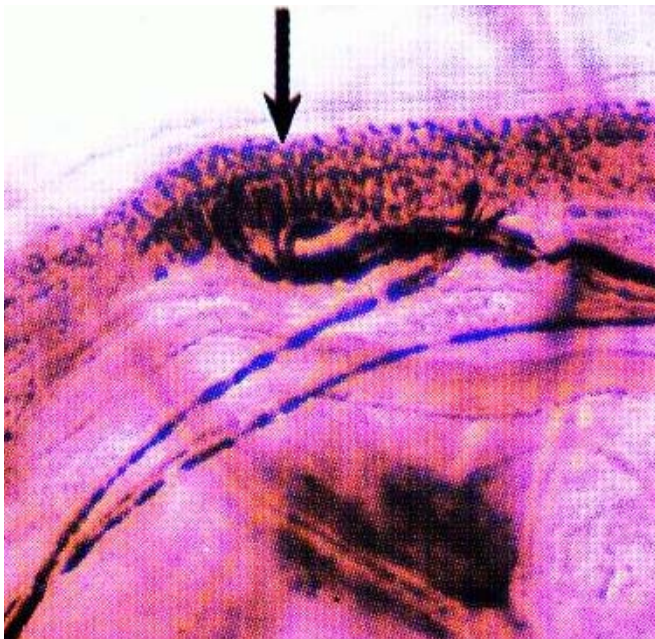
Tactile corpuscle



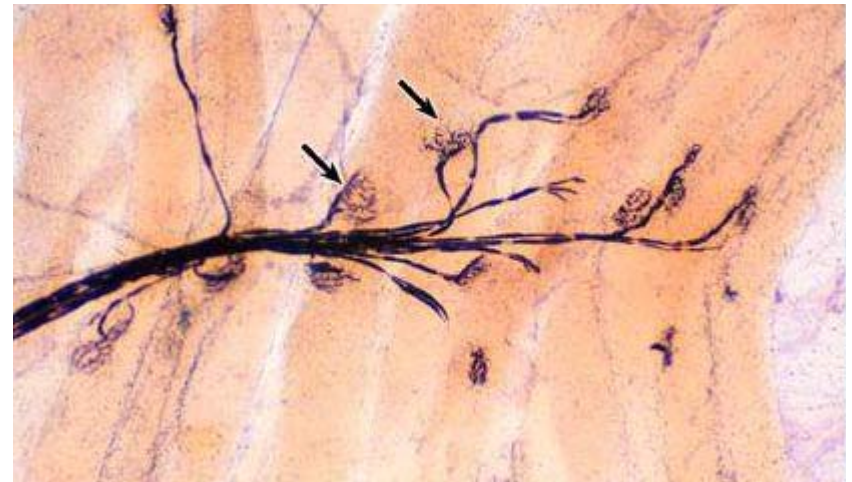
Lamellar corpuscle



Muscle spindle



Motor end plate



神经溃变与再生

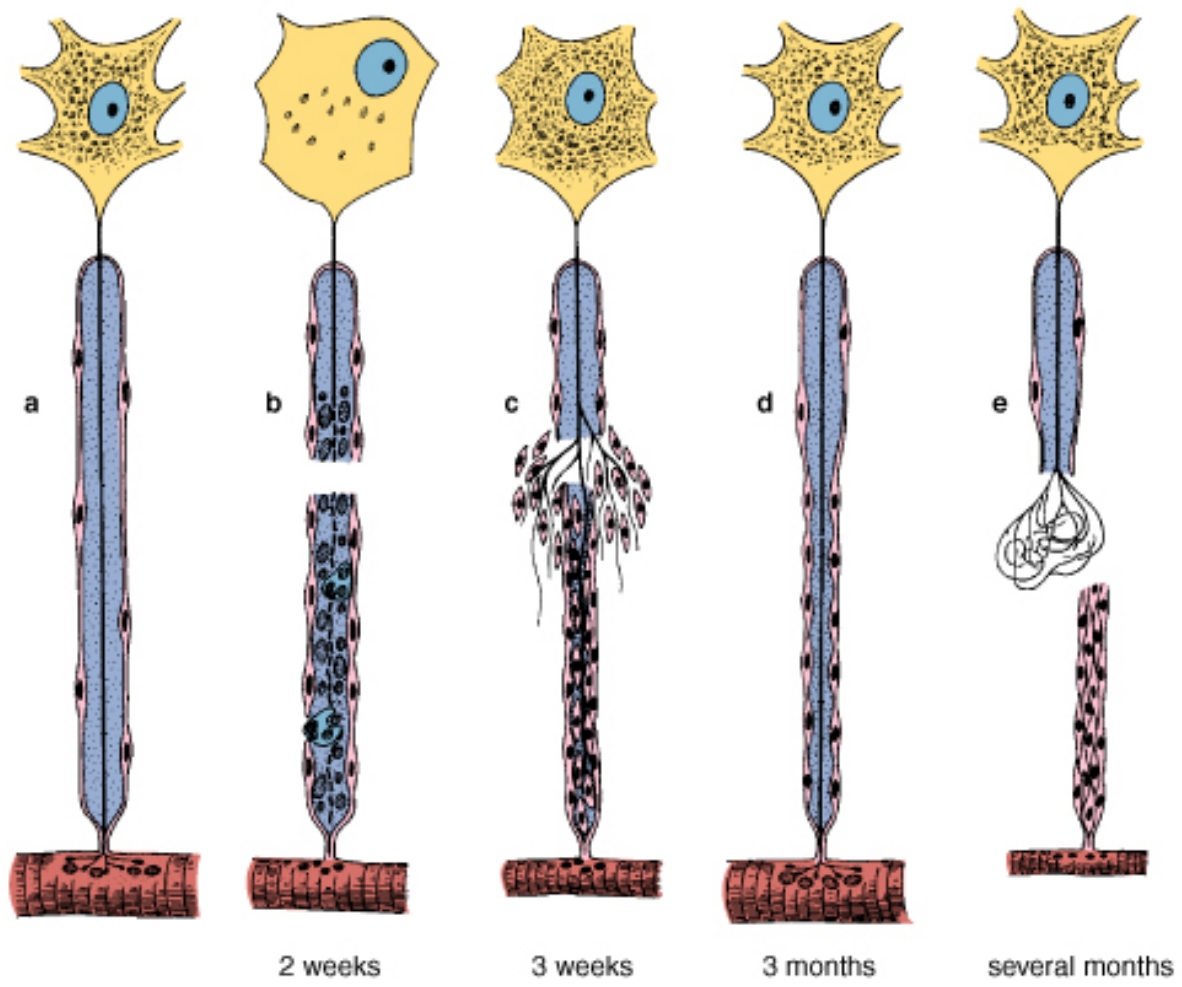
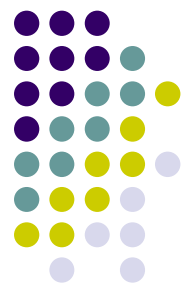
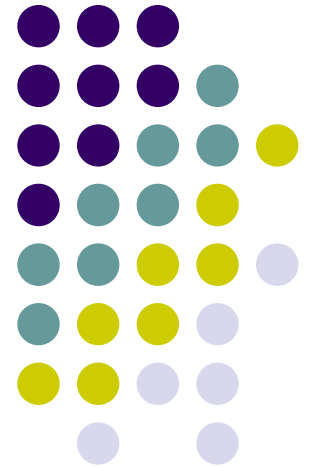
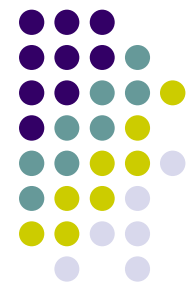


Figure 11.33. Response of a nerve fiber to injury.

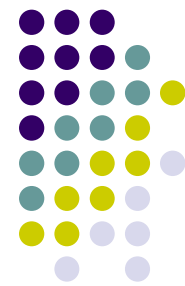
神经系统





内容提要

- 神经系统的组成
- 脊髓的组织结构
- 大脑皮质的组织结构
- 小脑皮质的组织结构
- 脑脊膜和脉络丛的结构及功能
- 脑脊神经节和植物性神经节



神经系统的组成

- 神经系统包括中枢神经系统和周围神经系统。中枢神经系统由脑和脊髓组成；周围神经系统由神经节、脑脊神经和自主神经组成。
- 脑和脊髓的实质可区分为灰质和白质两部分，灰质主要包括神经元的胞体和突起，白质主要由神经纤维束构成，因新鲜神经纤维的髓鞘类脂呈白色而得名。在周围神经系统，神经元胞体聚集在神经节内。在中枢神经系统和周围神经系统的各组成部分中，都有神经胶质细胞存在。



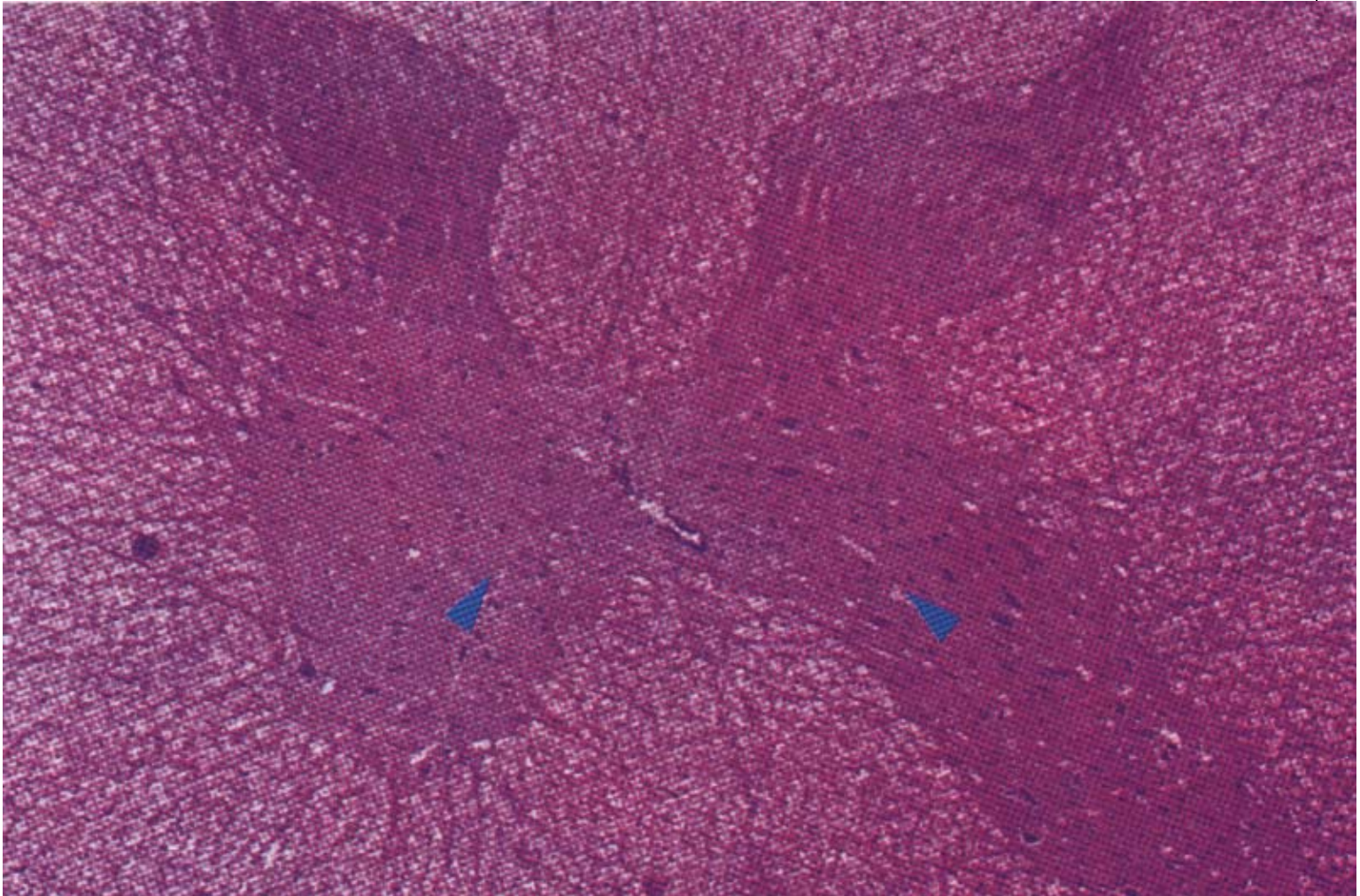
脊髓的组织结构

- 脊髓的灰质分前角、后角和侧角。前角内大多是躯体运动神经元，胞体大小不等。侧角内的神经元是交感神经的节前神经元，其轴突终止于交感神经节，与节细胞建立突触。后角内的神经元一般较小，主要接受感觉神经元传入的神经冲动，其轴突在白质内形成各种上行纤维束到脑干、小脑和丘脑，这类神经元又称束细胞。
- 白质主要为纵行的神经纤维，多数为有髓神经纤维。

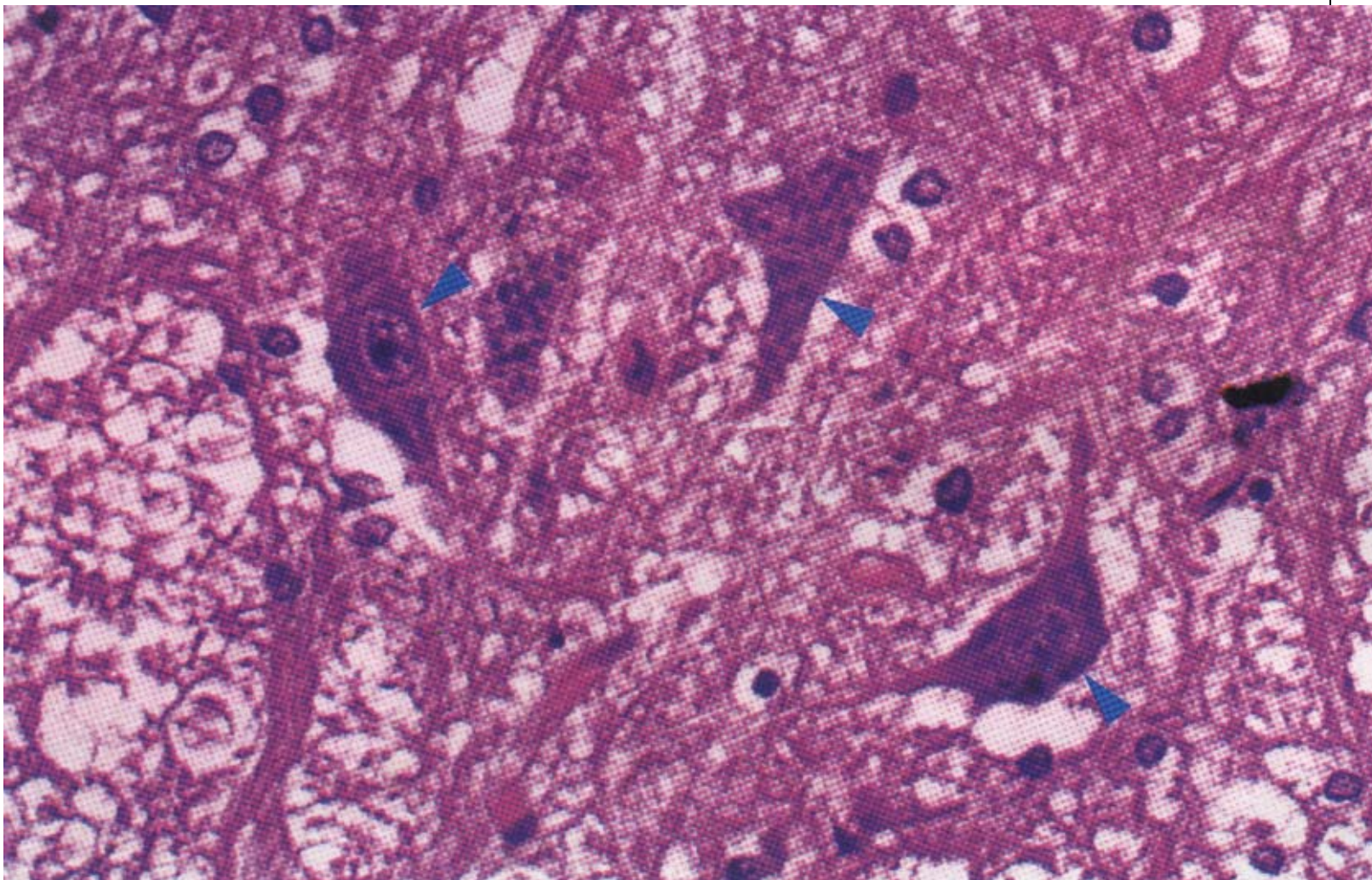
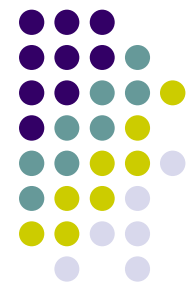
脊髓切片



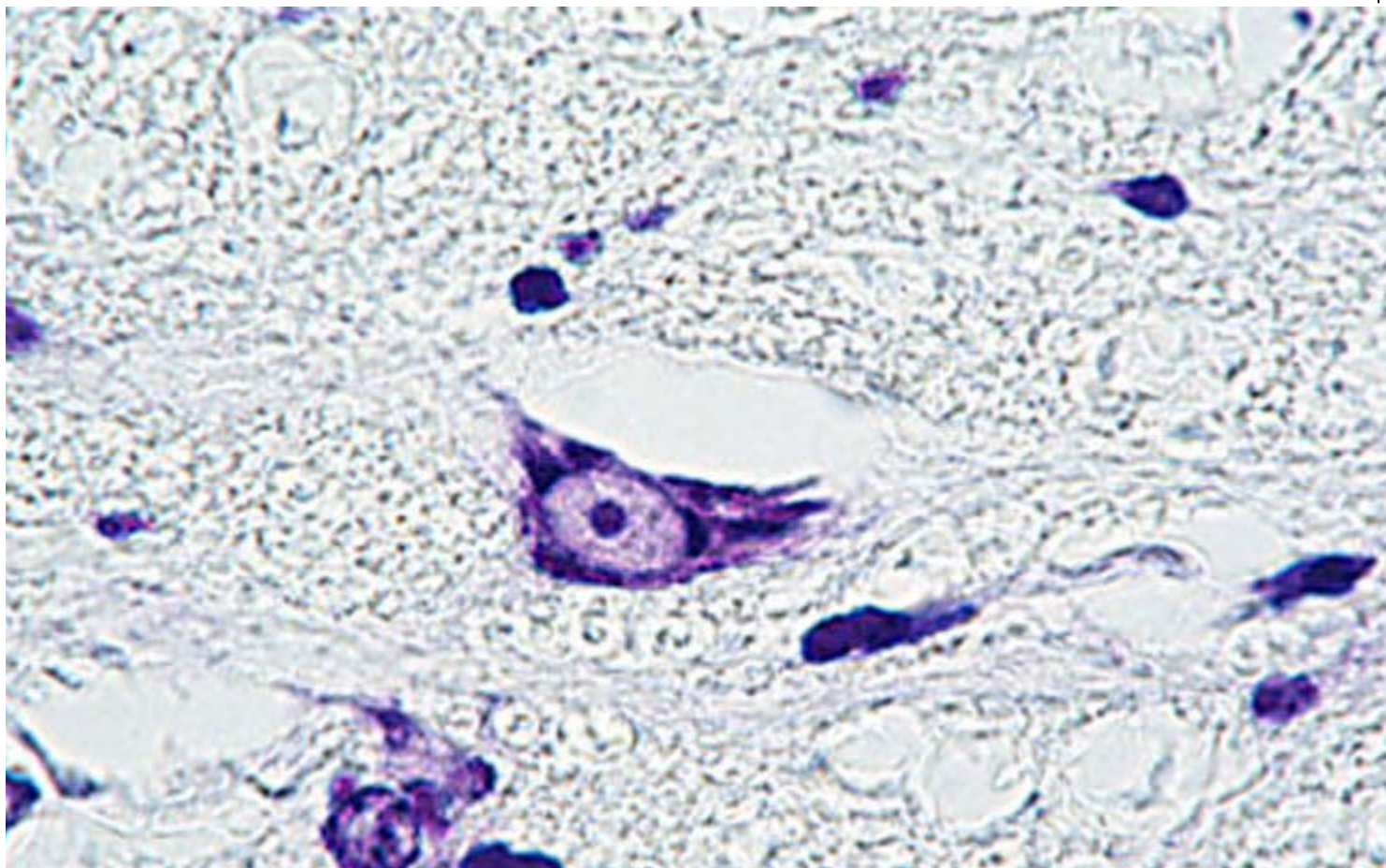
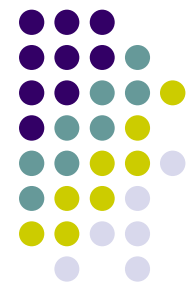
脊髓切片光镜结构



脊髓前角——示多极神经元



多极神经元

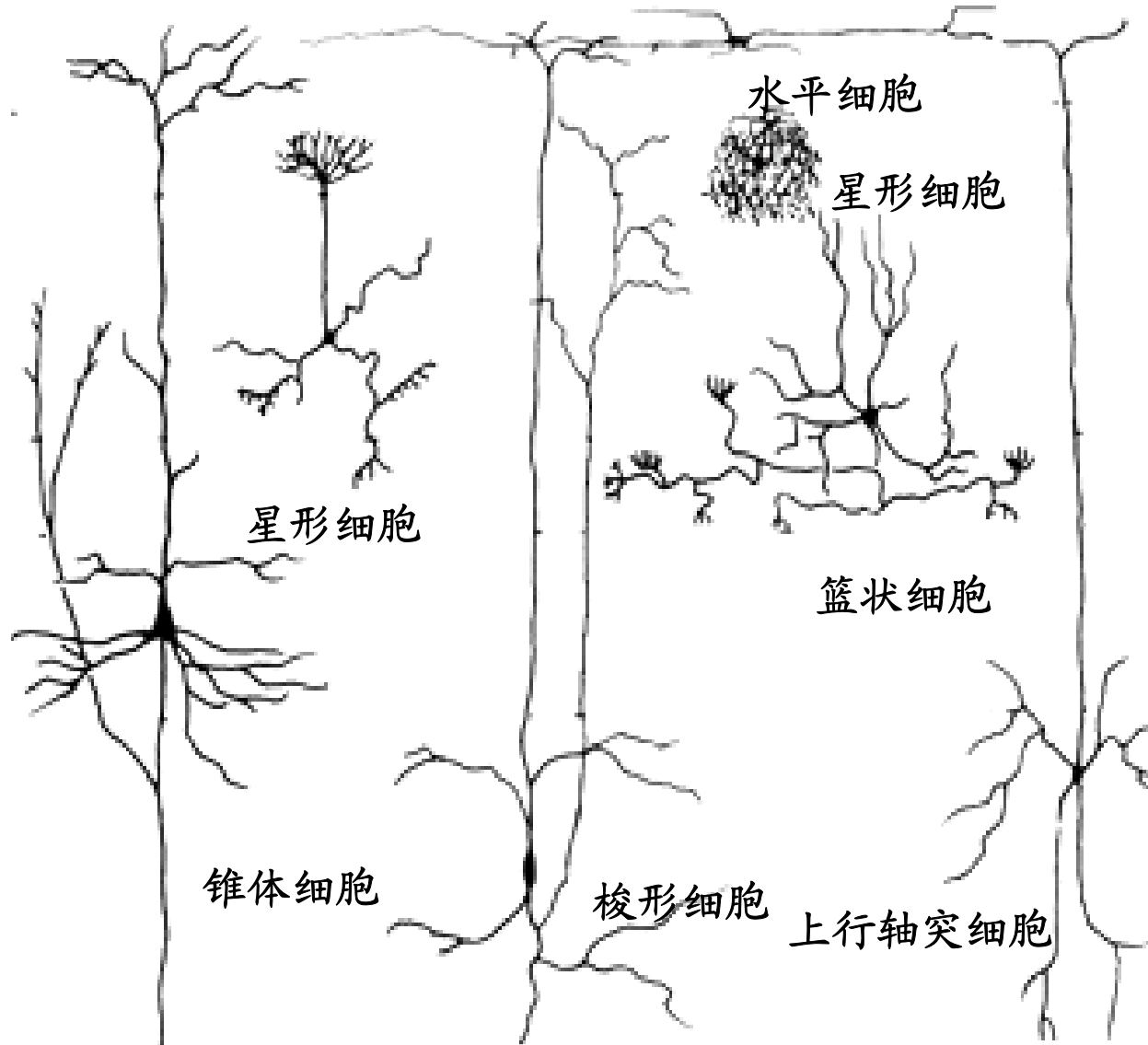
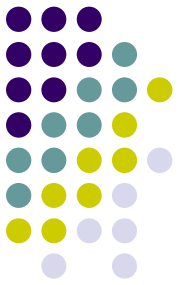




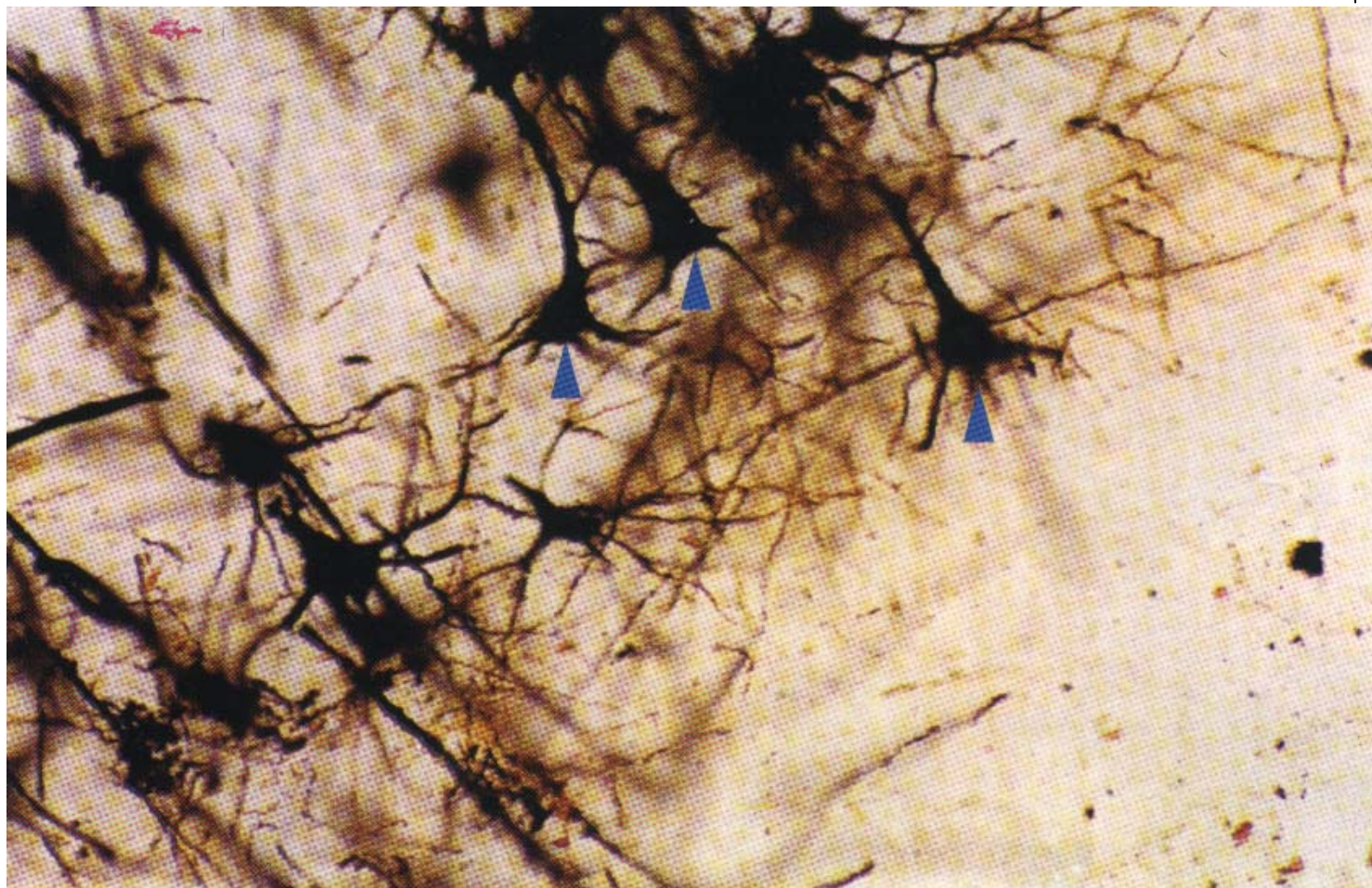
大脑皮质的神经元类型

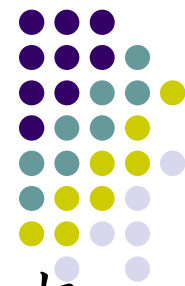
- 大脑皮质内的多极神经元按形态分为锥体细胞、颗粒细胞和梭形细胞。锥体细胞分大、中、小三型，胞体呈锥形，尖端发出一条粗的主树突，伸向皮质表面，轴突自胞体底部发出；颗粒细胞胞体较小，呈颗粒状，包括星形细胞、水平细胞和篮状细胞等。梭形细胞胞体梭形，树突自细胞的上下两端发出，轴突自下端树突的主干发出。

大脑皮质神经元



大脑锥体细胞

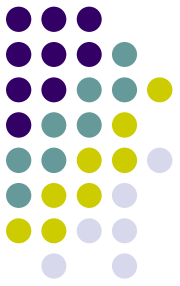
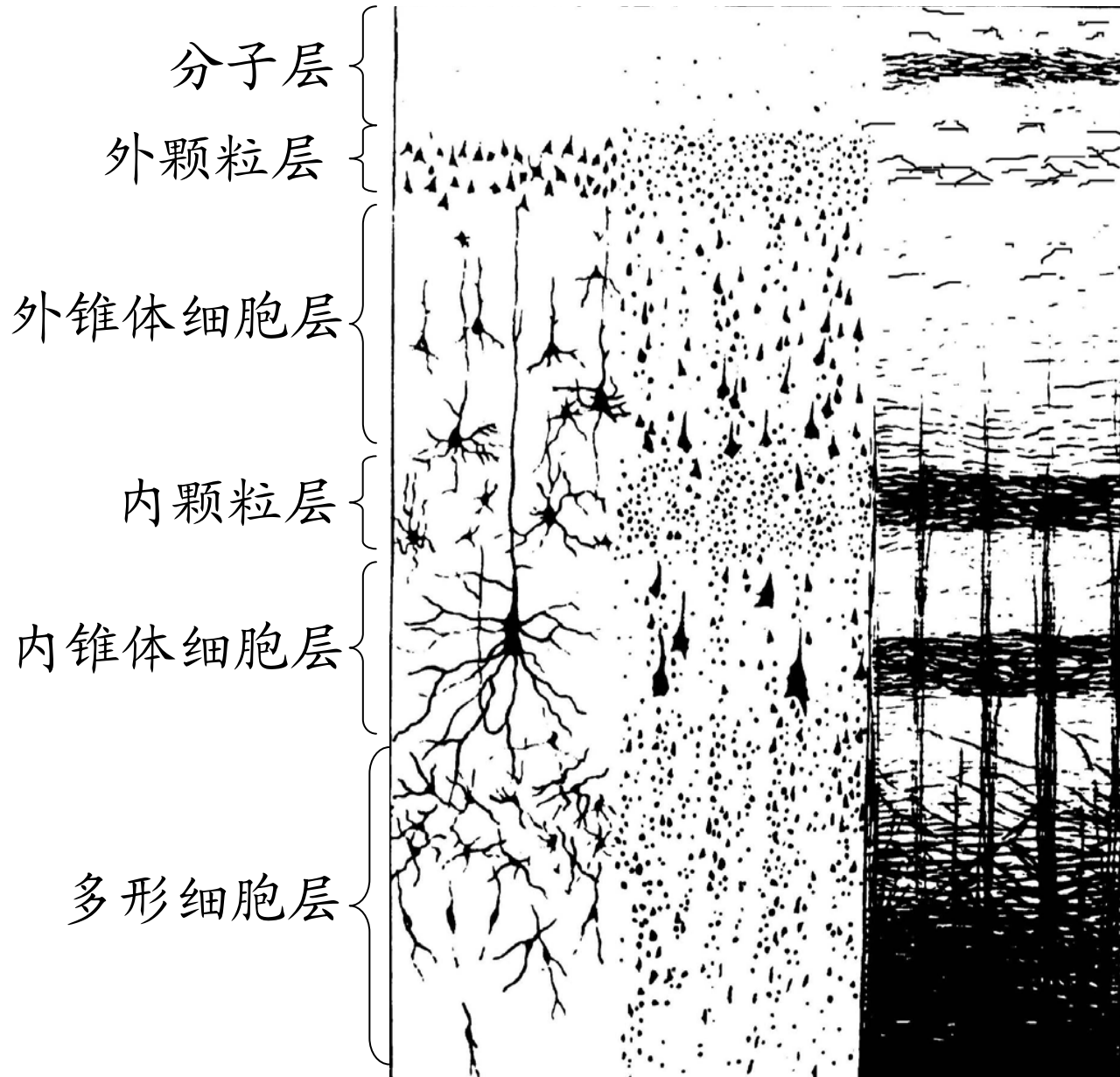


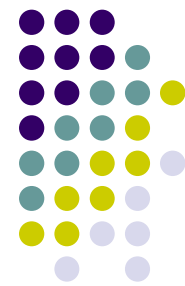


大脑皮质分层及各层的结构

- 分子层：主要由水平细胞、星形细胞和许多与皮质表面平行的神经纤维构成；
- 外颗粒层：主要由星形细胞和小型锥体细胞构成；
- 外锥体细胞层：由许多中、小型锥体细胞和星形细胞组成；
- 内颗粒层：其神经元多是星形细胞；
- 内锥体细胞层：主要由中型和大型锥体细胞组成多形细胞层以梭形细胞为主，还有锥体细胞和颗粒细胞。

大脑皮质6层结构

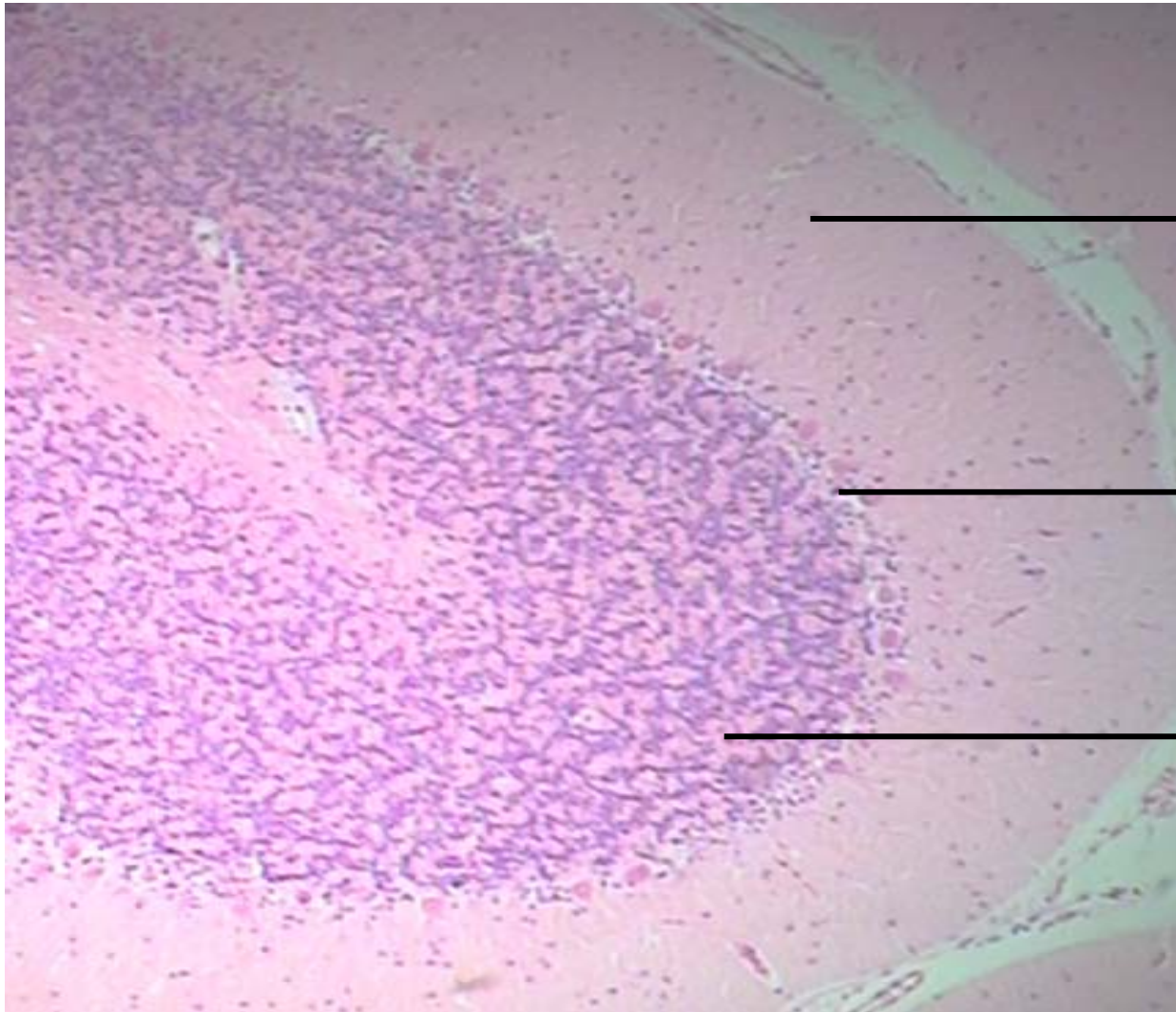




小脑皮质的组织结构

- 分子层：主要有两种神经元，星形细胞和篮状细胞。
- 蒲肯野细胞层：由一层蒲肯野细胞胞体规则排列而成。蒲肯野细胞是小脑皮质中最大的神经元，胞体呈梨形，从顶端发出2-3条粗的主树突伸向分子层；
- 颗粒层：由颗粒细胞和高尔基细胞组成。

小脑切片

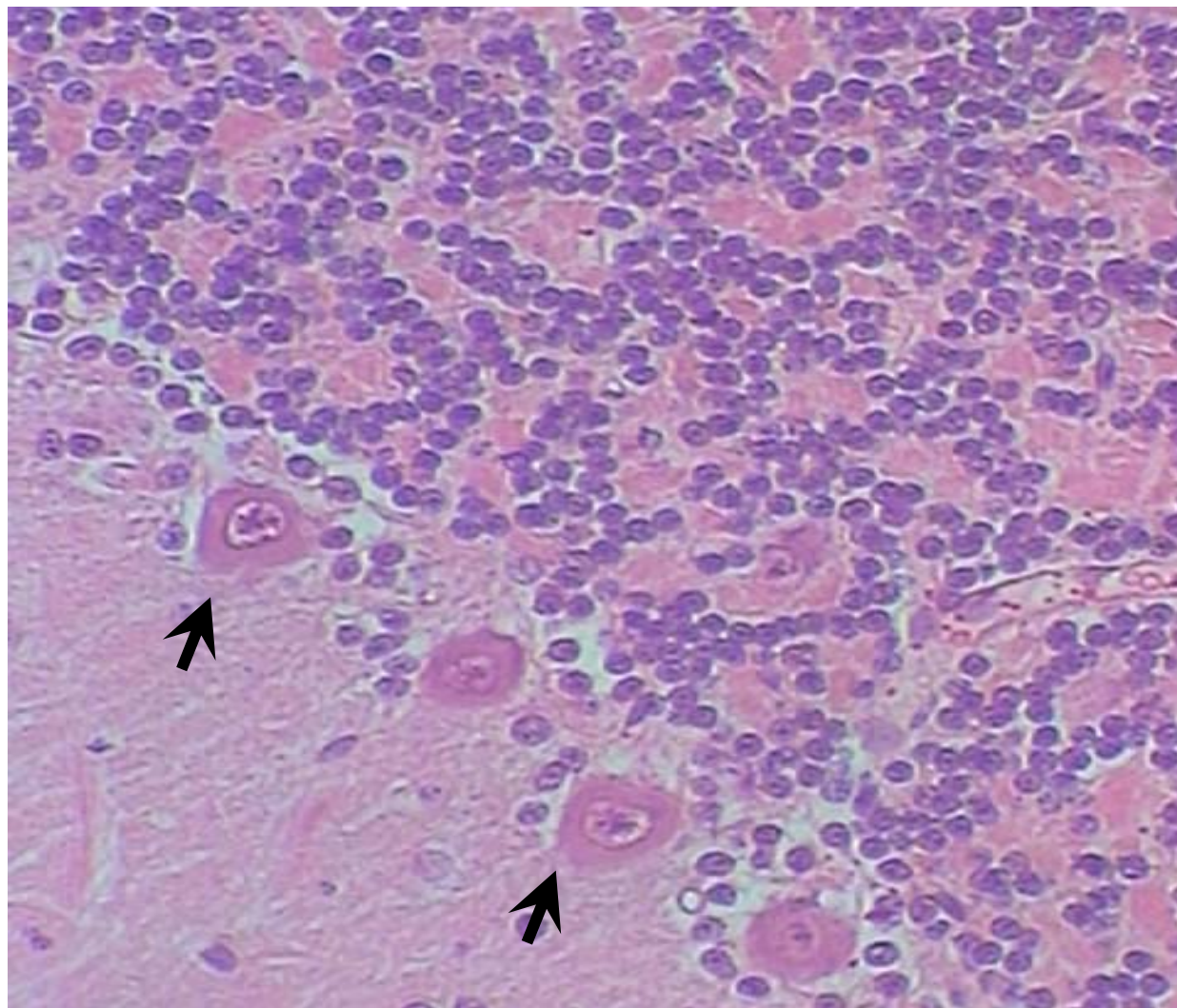


分子层

蒲肯野
细胞层

颗粒层

蒲肯野细胞



蒲肯野细胞

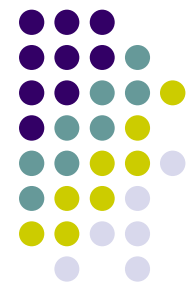


硝酸银染色

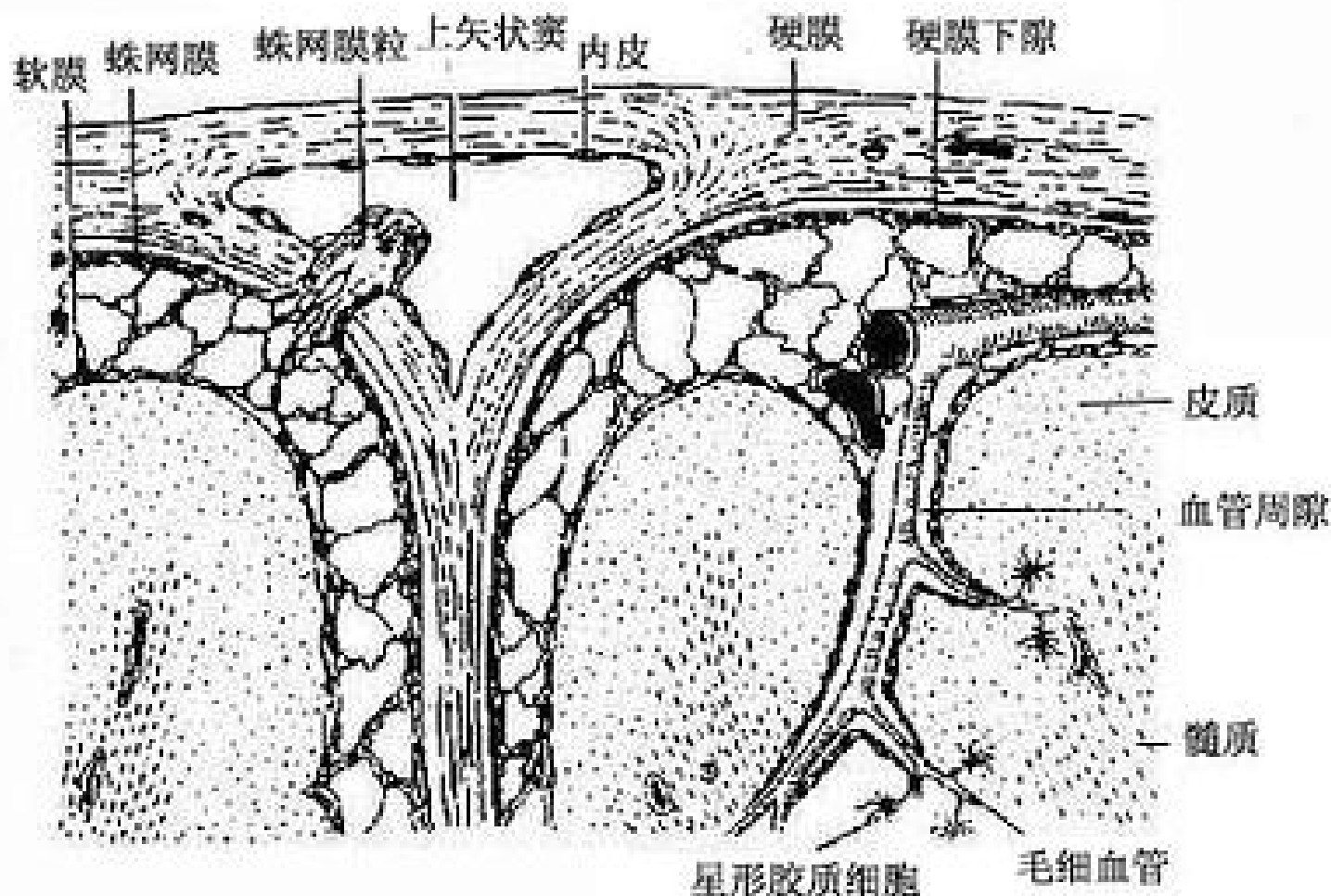


脑脊膜

- 脑脊膜是包在脑和脊髓外面的结缔组织膜，由外向内包括硬膜、蛛网膜和软膜。
- 硬膜是较厚而坚韧的致密结缔组织，其内表面有一层间皮细胞铺衬；硬膜与蛛网膜之间有一狭窄的间隙，称硬膜下隙；
- 蛛网膜由薄层纤细的结缔组织构成，与软膜之间有较宽大的腔隙称蛛网膜下隙；
- 软膜是紧贴在脑和脊髓表面的薄层结缔组织，富含血管。



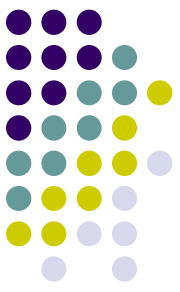
大脑冠状切面，示脑膜和血管





血-脑屏障

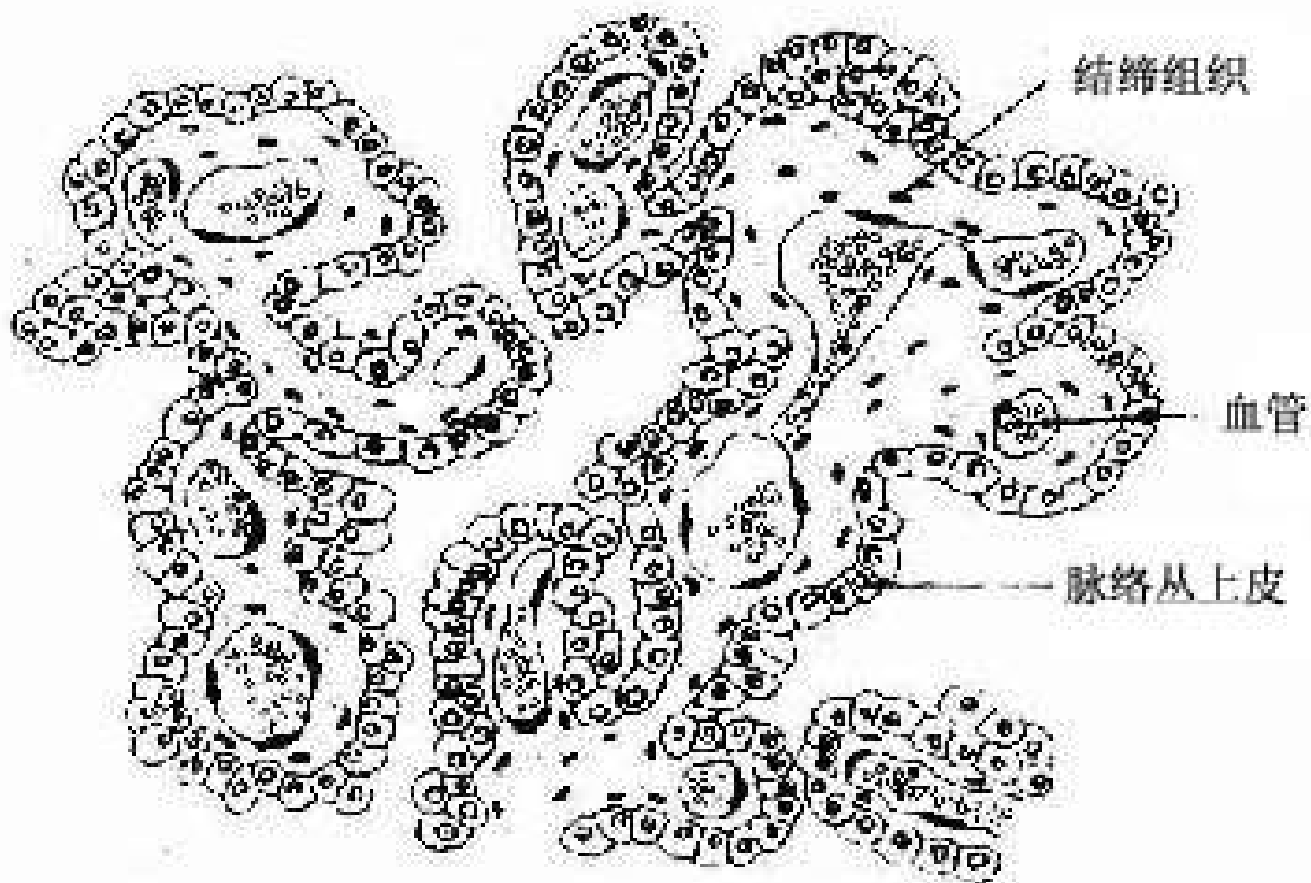
- 血-脑屏障由毛细血管内皮细胞及其基膜和神经胶质膜构成。毛细血管属连续型，外有星形胶质细胞突起的脚板围绕。血-脑屏障可阻止多种有害物质进入脑组织，营养物质和代谢产物可顺利通过，是一道重要的防卫屏障。

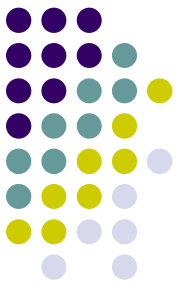


脉络丛

- 分布于第Ⅲ、Ⅳ脑室顶和侧脑室壁，由富含血管的软膜与室管膜直接相贴并突入脑室而成，此处的室管膜成为有分泌功能的脉络丛上皮。脉络丛上皮由一层立方形或矮柱状细胞组成，细胞表面有许多微绒毛，细胞核大而圆，胞质内有很多线粒体；上皮下是基膜，基膜深部是结缔组织，结缔组织内富含血管和巨噬细胞；此处的毛细血管属有孔型，内皮细胞上的小孔有薄隔膜封闭。

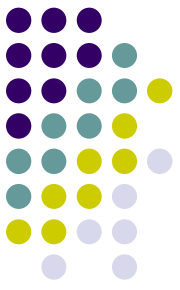
脉络丛





神经节

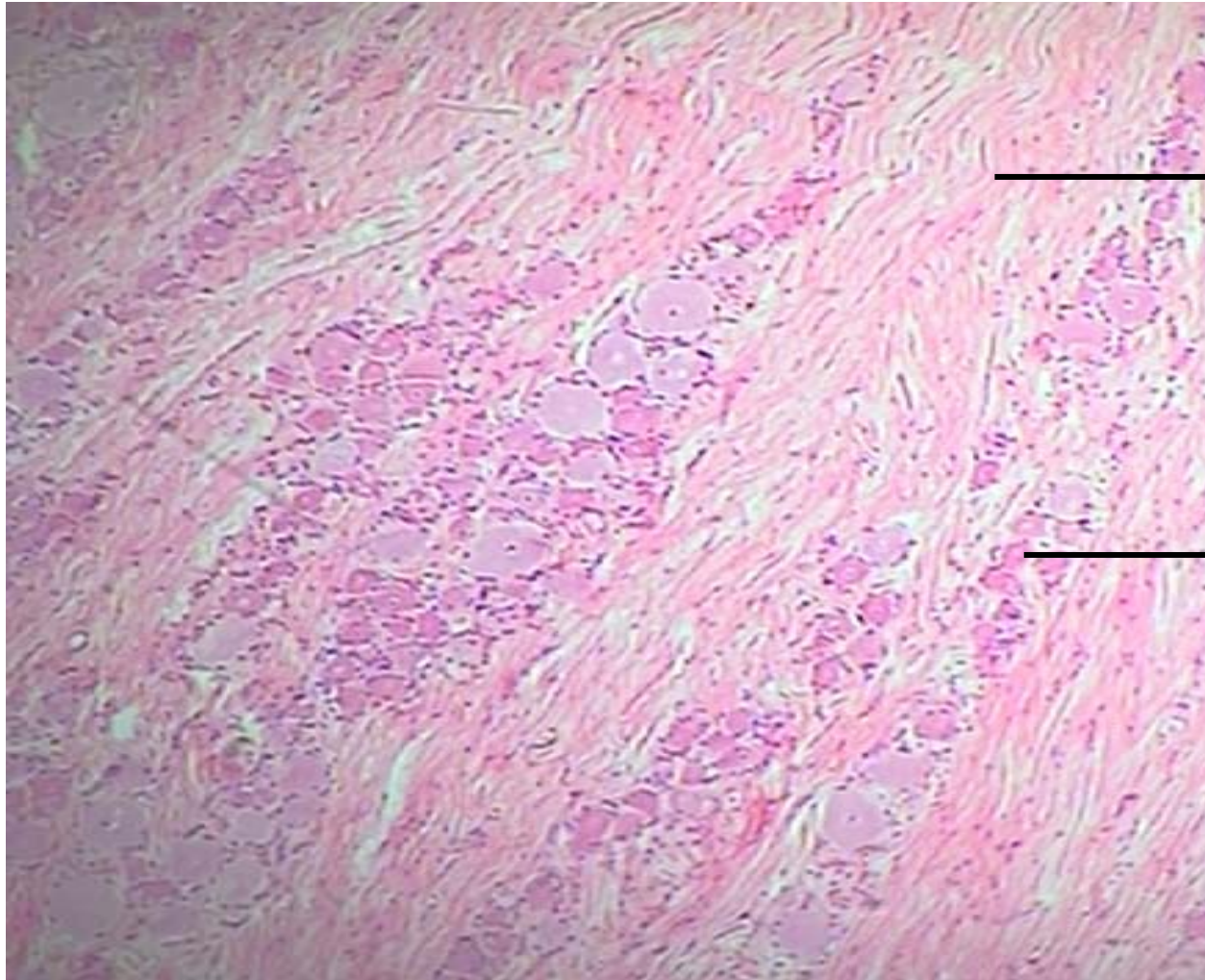
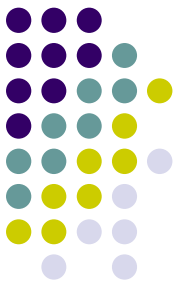
- 神经节包括脑脊神经节和植物性神经节两大类。脑脊神经节位于脊神经后根和某些脑神经干上。植物神经节包括分布在脊柱两旁和前方的交感神经节，内脏器官附近或器官内的副交感神经节。



脑、脊神经节

- 大多数神经节内含有假单极神经元，其胞体圆或卵圆形，大小不等，细胞核圆形，位于细胞的中央，核仁明显，胞质内的尼氏体细小分散。扁平的卫星细胞围绕着节细胞胞体及其盘曲的突起，卫星细胞外包裹着一层基膜。脑脊神经节内的神经纤维大部分是有髓神经纤维。

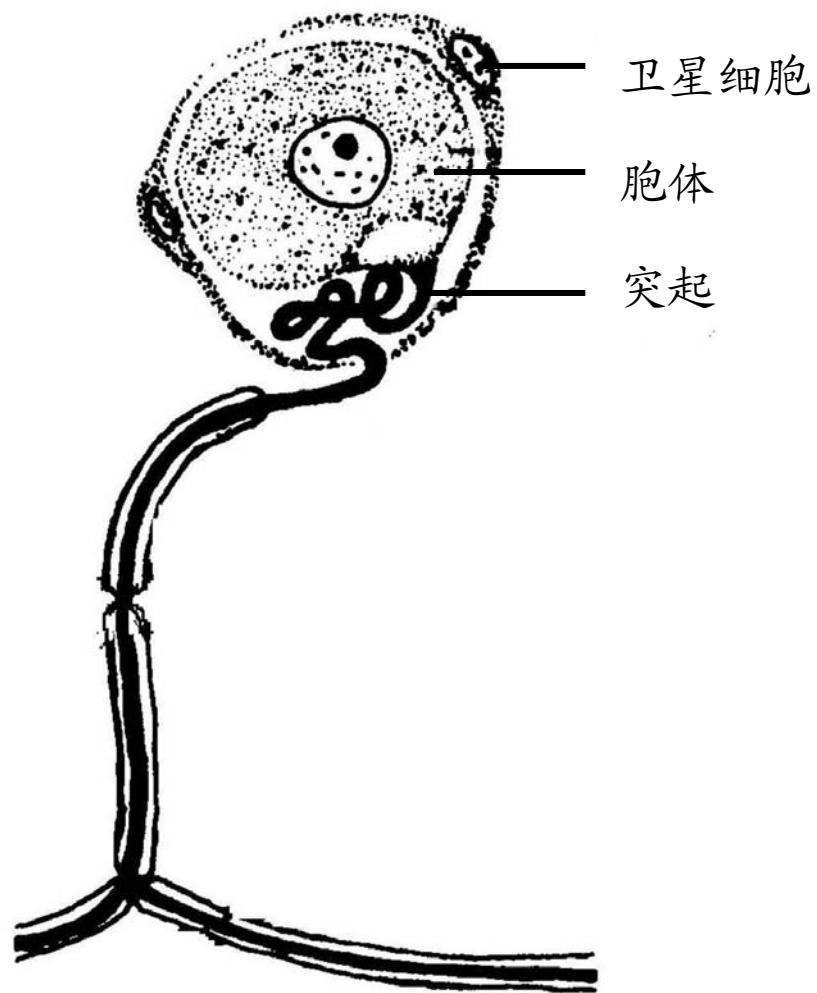
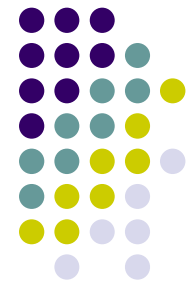
神经节切片

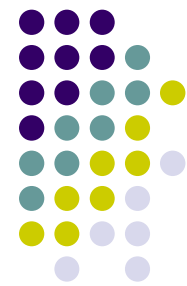


有髓神经纤维

神经节细胞

神经节细胞模式图





植物性神经节

- 神经节外包裹着结缔组织被膜，节细胞胞体较脑脊神经节节细胞小，属多极的运动神经元。交感神经节细胞细胞核常偏位于细胞的一侧，胞质内尼氏体呈颗粒状，均匀分布，有时胞质内还可见脂褐素样颗粒。卫星细胞数量较少，不完全地包裹节细胞胞体。节内的神经纤维多为无髓神经纤维，有节前纤维和节后纤维。