

神经组织 (Nerve Tissue)

周莉教授
吉林大学白求恩医学院
组织胚胎学教研室



-
- 组成：神经细胞和神经胶质细胞
 - 功能：神经细胞具有感受刺激和传导冲动产生反应的特点，是神经组织的结构和功能单位，故又称神经元(neuron)。神经胶质细胞对神经元起支持、营养、绝缘、保护和修复等功能。
-

一、神经元（Neuron）

神经元有胞体和突起，突起分为轴突和树突。

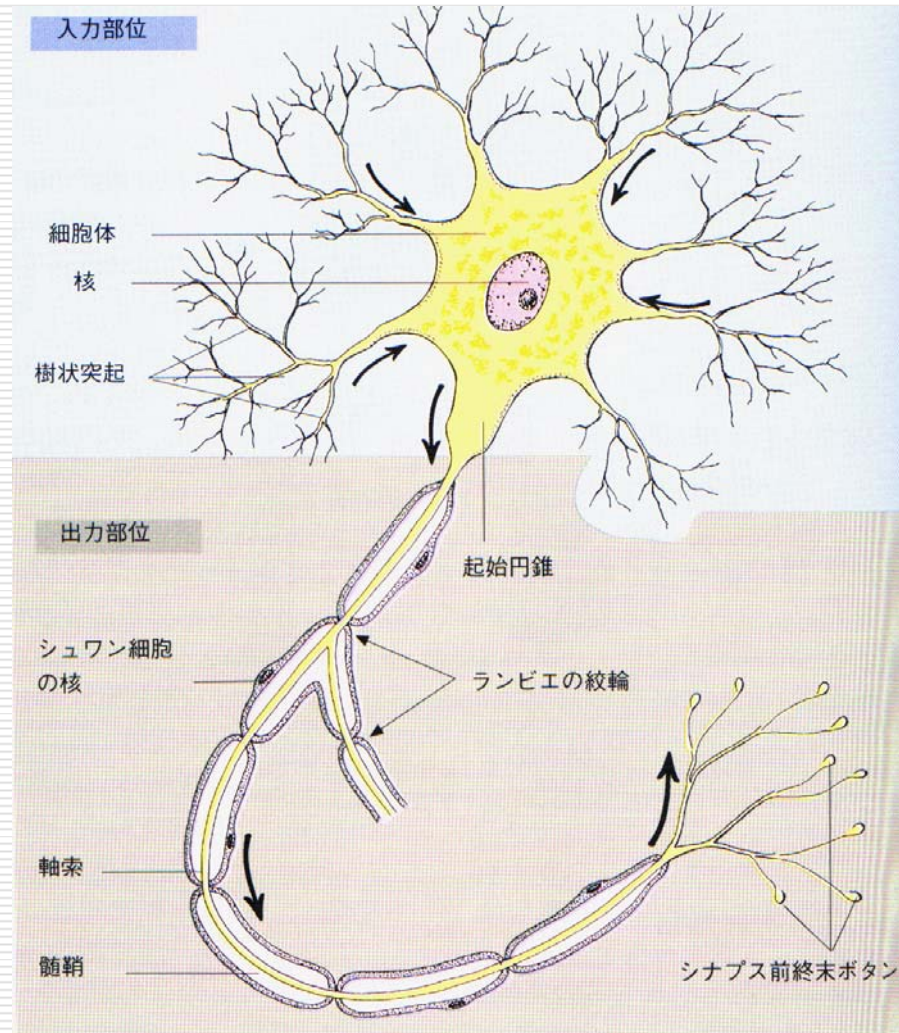
（一）神经元的结构

1. 胞体（Soma）

分布于脑、脊髓灰质和神经节

- 形态：各异，大小不一。
 - 功能：是神经元的代谢和营养中心。
-

神经元的形态

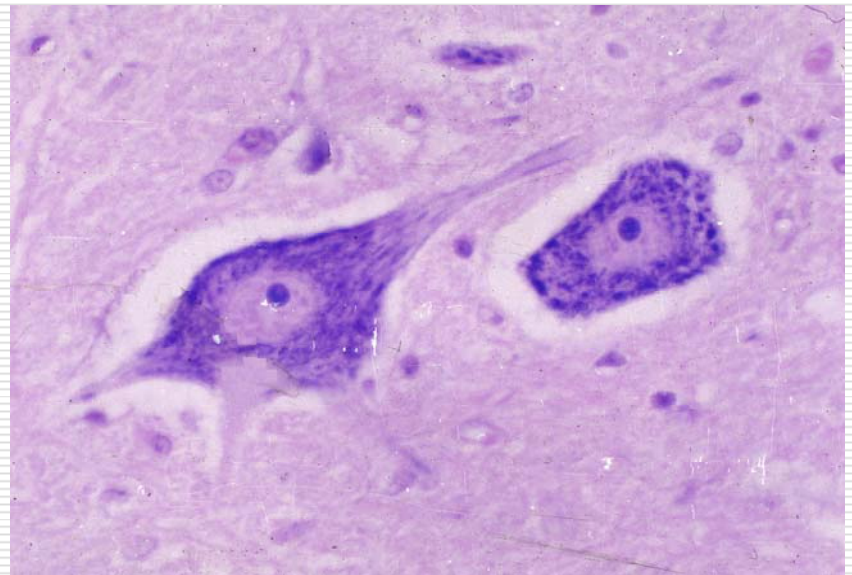


(1) 细胞膜：易兴奋性、离子通道和受体

(2) 细胞核：大而圆

着色淡（常染色质多）

核仁明显，1-2个

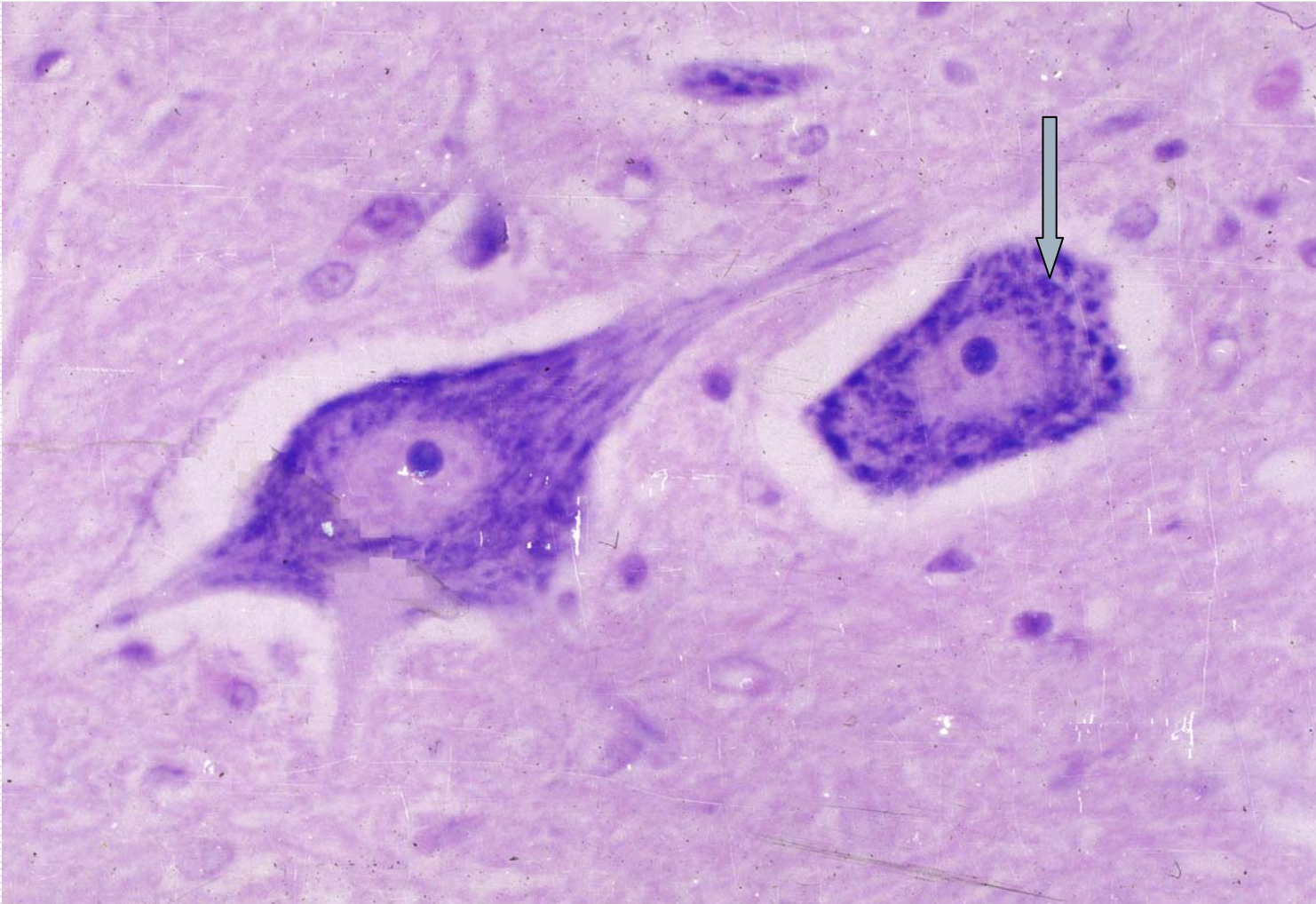


(3) 细胞质（核周体）：

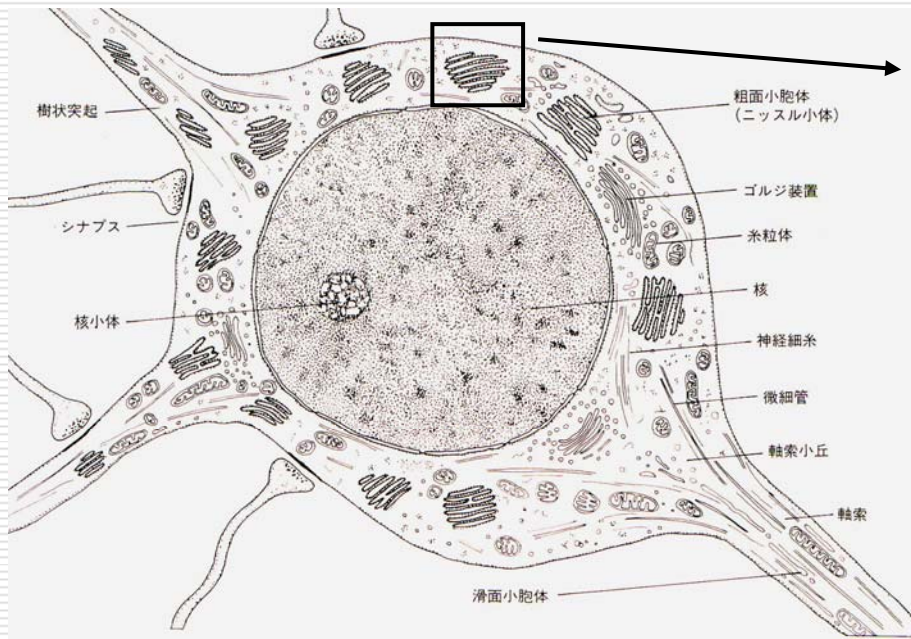
1) 尼氏体（Nissl's body）

- 又称嗜染质（chromophil substance）是胞质内的一种嗜碱性物质，光镜下，多呈斑块状或颗粒状。电镜下，有许多平行排列的粗面内质网和游离核糖体组成。
-

尼氏体 (LM)



尼氏体电镜图 (TEM)



2) 神经原纤维 (neurofibril)

- 分布:在核周体内交织成网，并向树突和轴突延伸，可达到突起的末梢部位。

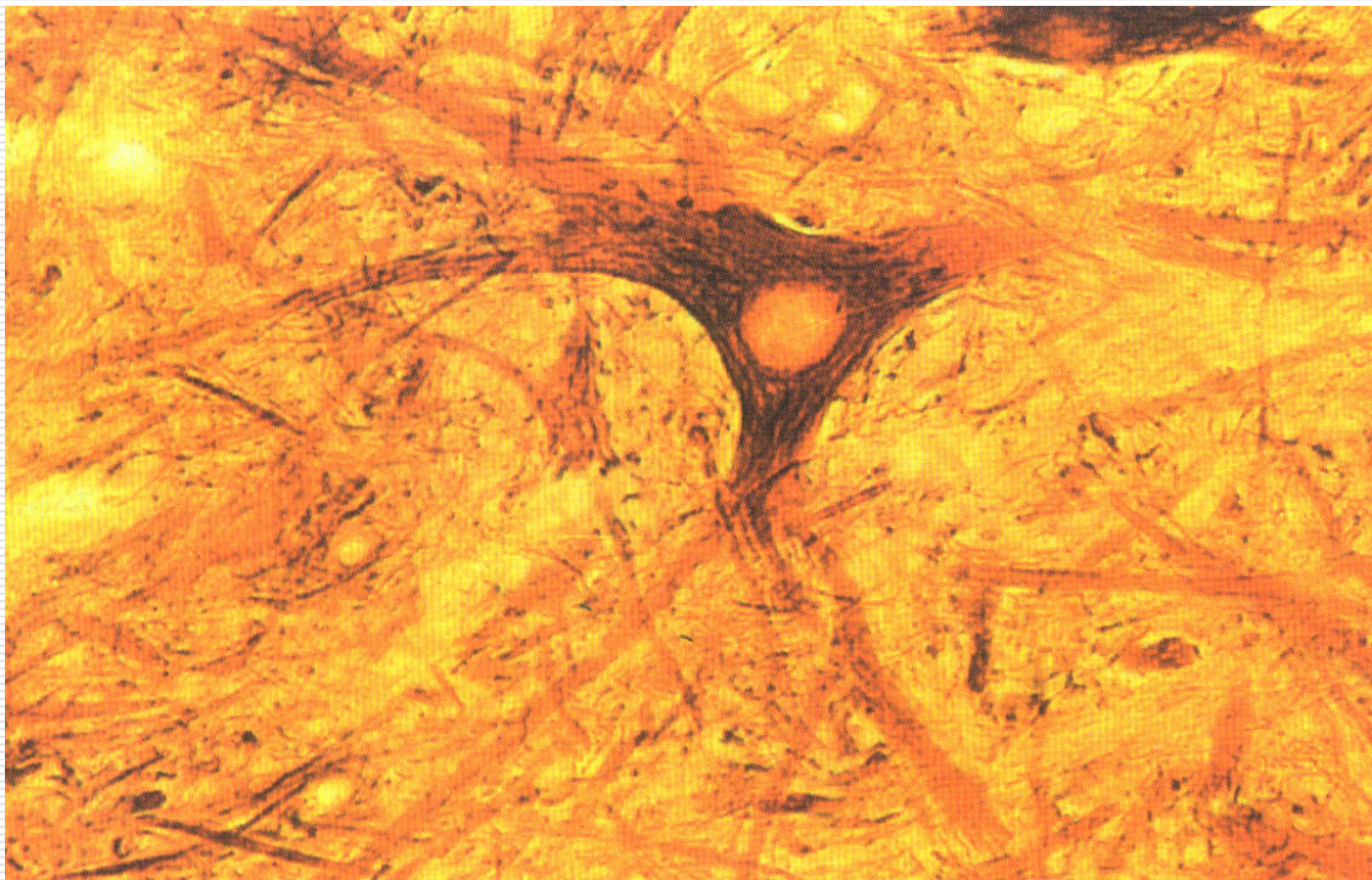
LM: 银染的切片标本可显示棕黑色的丝状纤维。

EM: 神经丝和神经微管集聚成束构成

- 神经丝、微管和微丝构成神经元的细胞骨架，参与物质运输。

3) 脂褐素 (lipofuscin)

神经原纤维

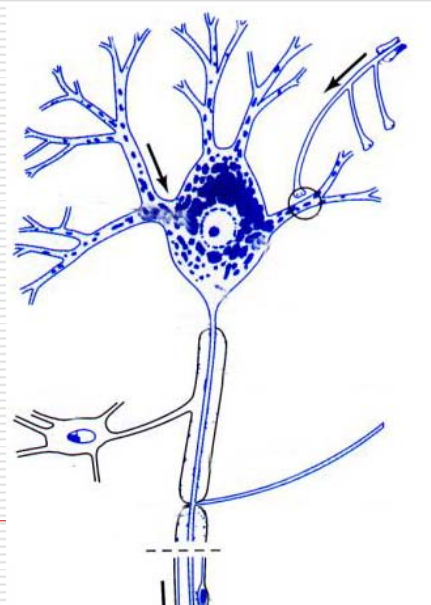


2. 突起 (Neurite)

(1) 树突 (dendrite)：树枝状，结构与胞体相似，胞质内含有尼氏体和神经原纤维，无高尔基复合体

□ 树突棘，形成突触的部位扩大神经元接受刺激的表面积。

□ 功能：



(2) 轴突(axon)

- 每个神经元只有一根。
 - 轴丘：胞体发出轴突的细胞质部位多呈圆锥形，称轴丘，其中没有尼氏体。
 - 轴突终末：轴突末端多呈纤细分支称轴突终末，与其他神经元或效应细胞接触。
 - 轴膜，轴质或轴浆。
- EM：**神经原纤维(神经丝和神经微管)，线粒体，纵行的长管状的滑面内质网和多泡体；轴突末端还有突触小泡，无尼氏体和高尔基复合体
-

轴突运输 (axonal transport)

神经元胞质自胞体向轴突远端流动，同时从轴突远端也向胞体流动。此种方向不同、快慢不一的轴质双向流动称为轴突运输。

- 顺向运输:
 - 快速运输: 长管状的滑面内质网和微管运输含神经递质的各类小泡和有关的酶类
 - 慢速运输 (轴质流动): 主要将胞体合成的结构蛋白质运向轴突终末, 以更新轴质的基质、神经丝微管等。
-

逆向轴突运输

- 轴突末端代谢产物和通过入胞作用摄取的蛋白质、神经营养因子等由轴突运向胞体，称逆向轴突运输。
 - 由多泡体实现，
 - 在感染时，有些病毒或毒素由逆向运输，转运到神经元的胞体内而致病。
-

（二）神经元的分类

1. 根据神经元突起的数目，可将其分为三类：

（1）假单极神经元（**pseudounipolar neuron**）

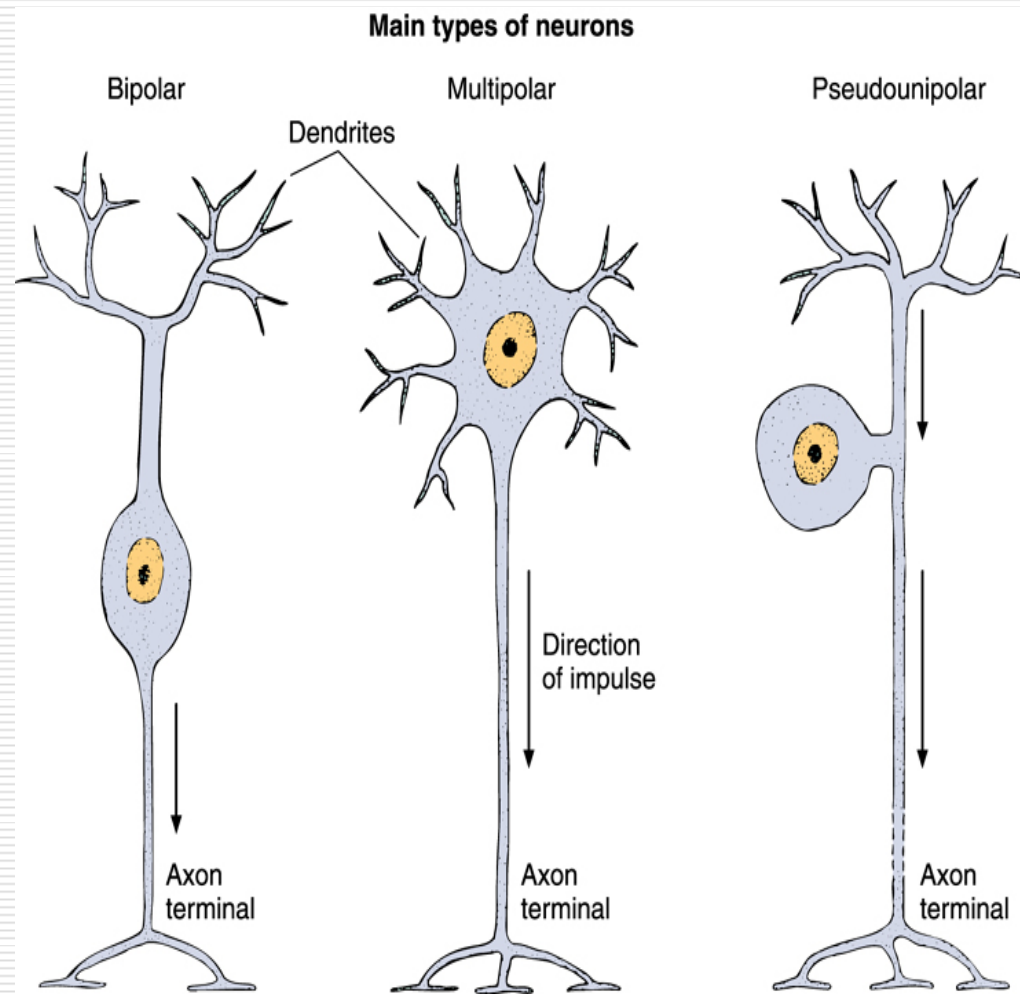
□ 周围突

□ 中枢突

（2）双极神经元（**bipolar neuron**）：

（3）多极神经元（**multipolar neuron**）：

神经元的分类



2. 根据神经元的功能，可将其分为三种：

(1) 感觉神经元(**sensory neuron**)

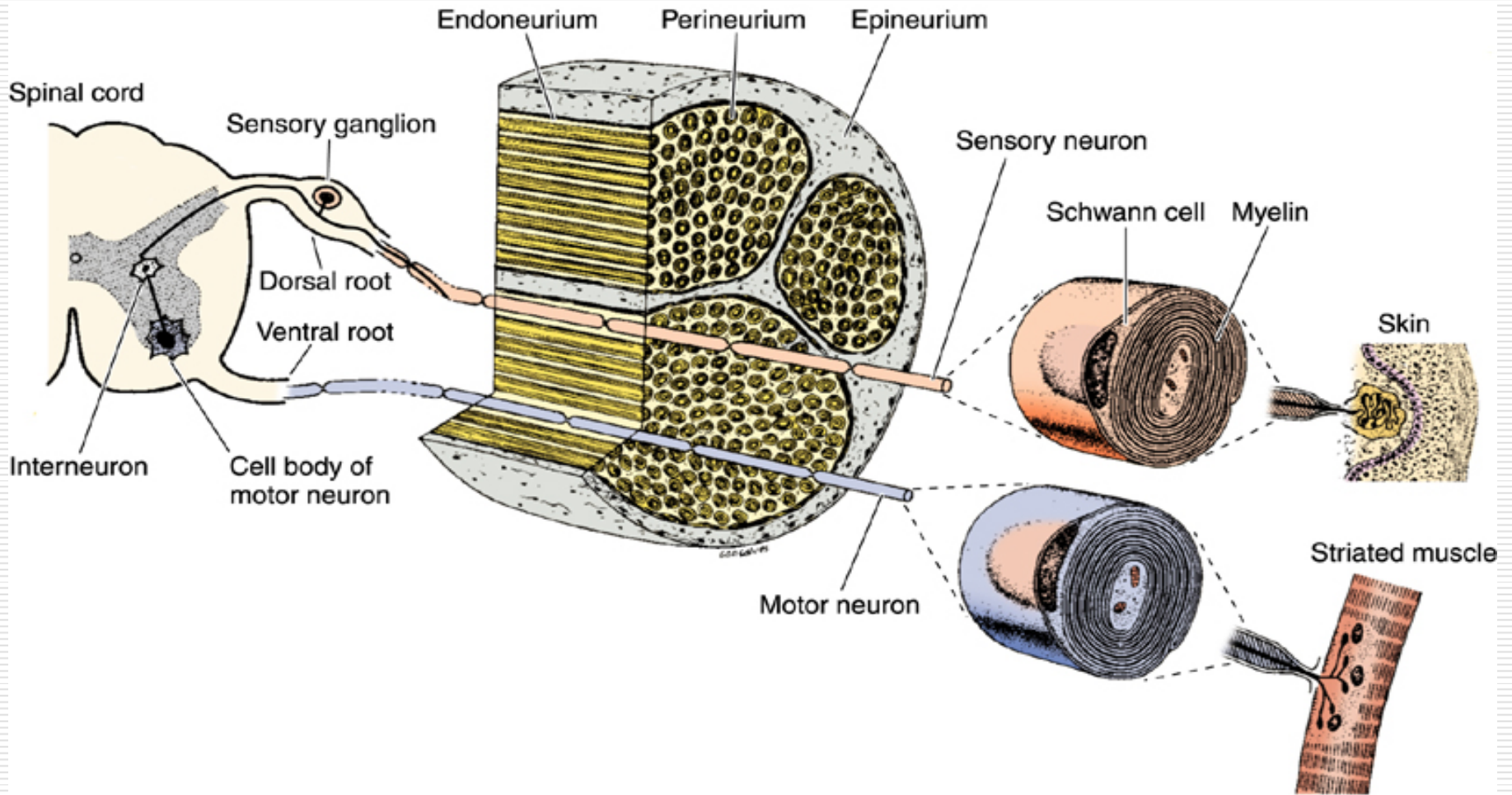
(2) 运动神经元 (**motor neuron**)

(3) 中间神经元 (**interneuron**)

3. 根据神经元所释放的神经递质不同，又可分为以下四类：

(1) 胆碱能神经元 (**cholinergic neuron**)

感受器与效应器



(2) 胺能神经元：多巴胺、5-羟色胺能神经

(3) 氨基酸能神经元：谷氨酸， γ -氨基丁酸等

(4) 肽能神经元：能释放脑啡肽等神经肽

□ 神经调质 (**neuromodulator**)：现在认为神经肽不直接引起效应细胞的改变，仅对神经递质的效应起调节作用，故将神经肽称为神经调质。

二、突触 (synapse)

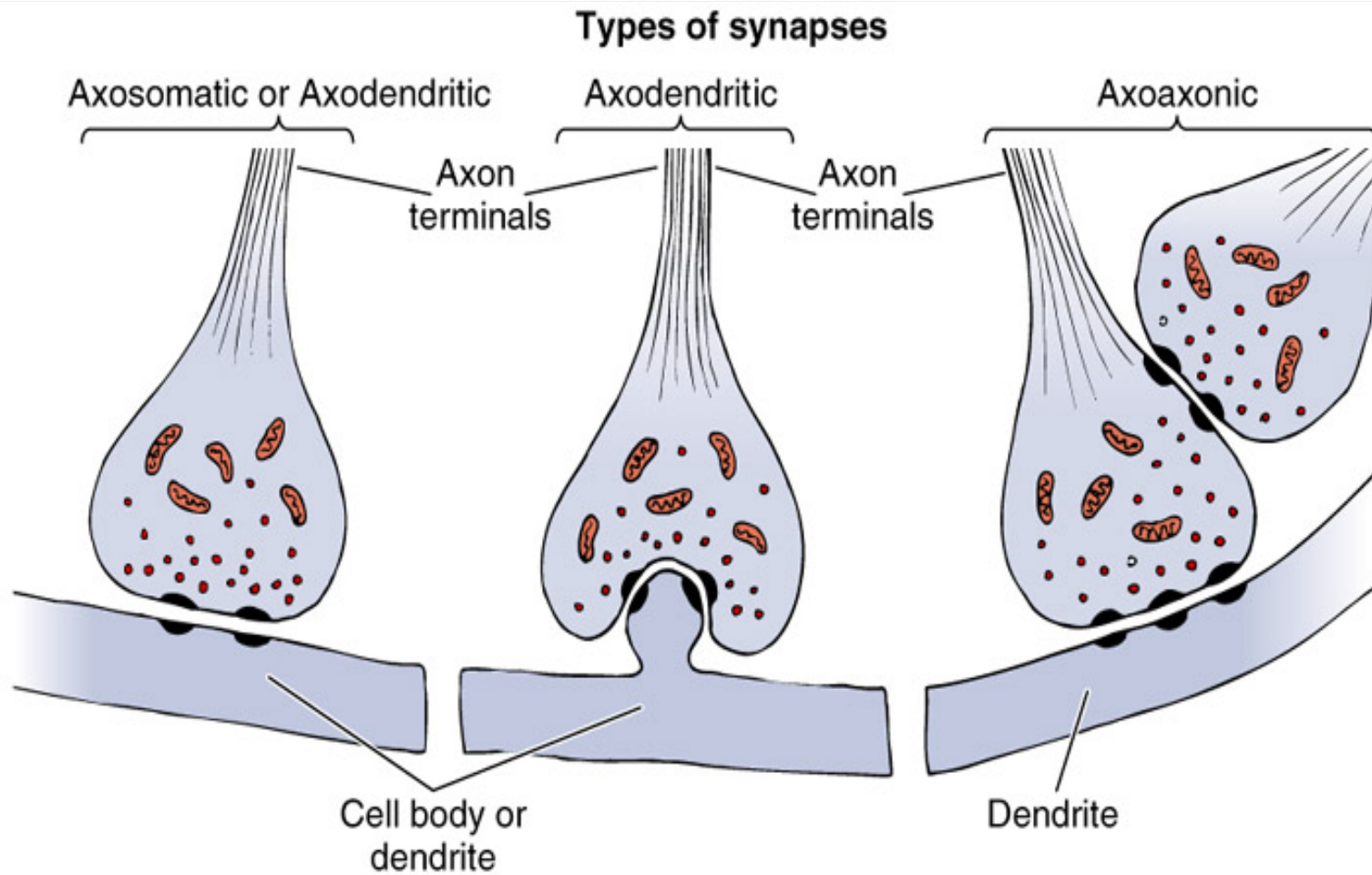
- 突触神经元与神经元之间，或神经元与非神经细胞（肌细胞、腺细胞等）之间的一种细胞连接。分两类：

(一) 化学性突触 (chemical synapse)

根据两个神经元之间所形成的突触部位，则有不同的类型，

- 轴-体突触，轴-树突触，轴-棘突触，轴-轴突触，树-树突触
-

突触的类型



LM: 轴突终末呈球形或环状膨大，附在另一个神经元的胞体和树突表面，其膨大部分称为突触结。

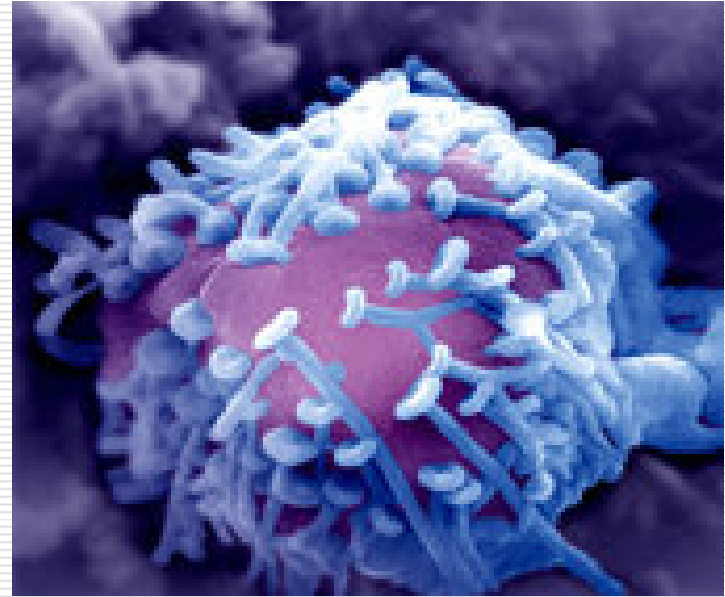
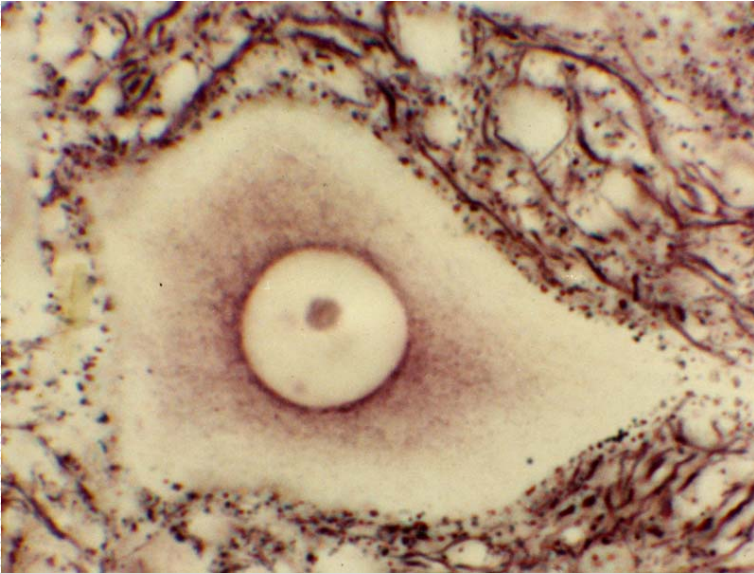
EM: 1. 突触前成分 (presynaptic element)

轴突终末呈球状膨大，胞膜增厚为突触前膜，突触小泡，内含神经递质，微丝和微管、线粒体和滑面内质网等。

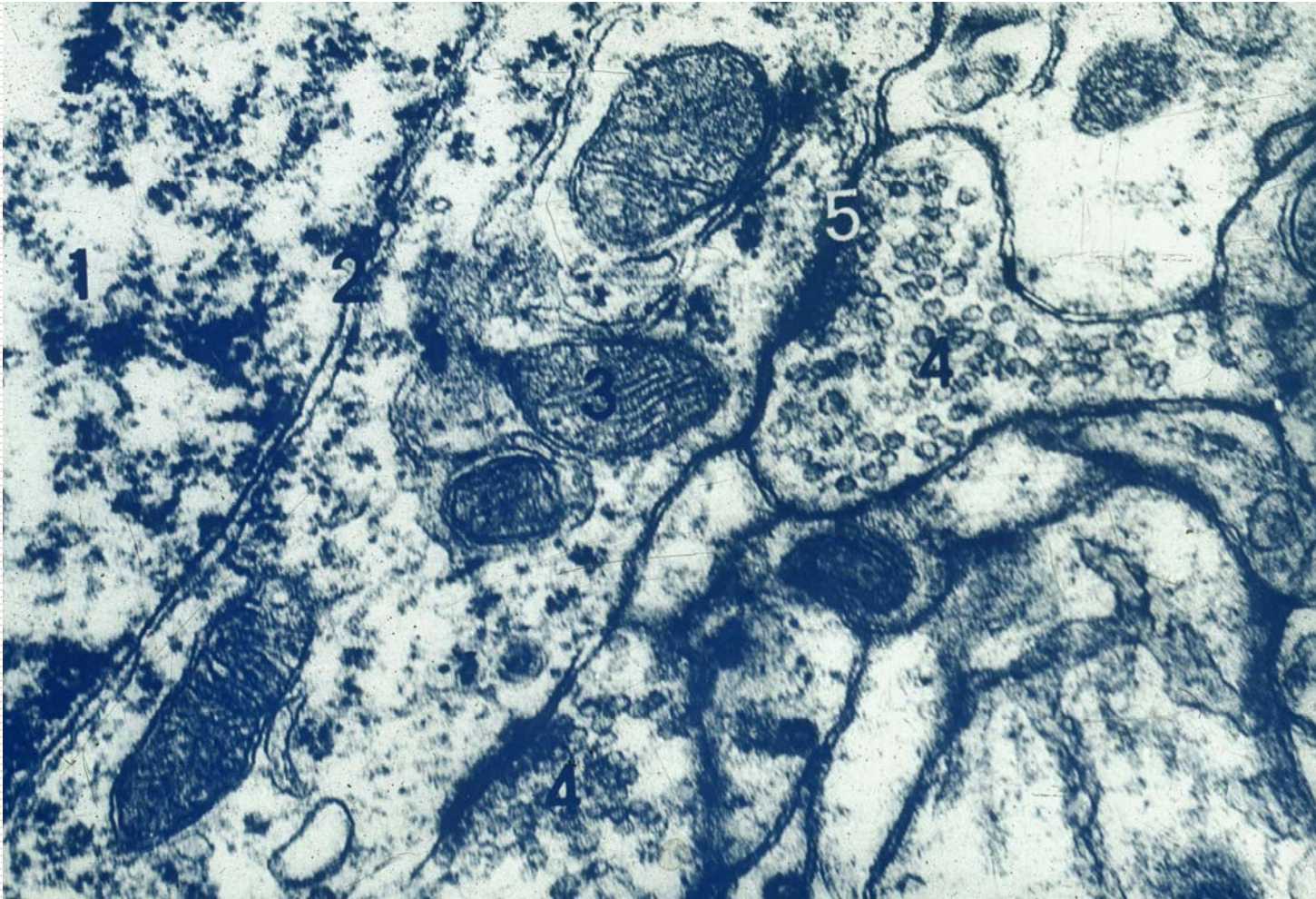
2. 突触间隙 (synaptic cleft)

位于突触前、后膜之间的细胞外间隙。

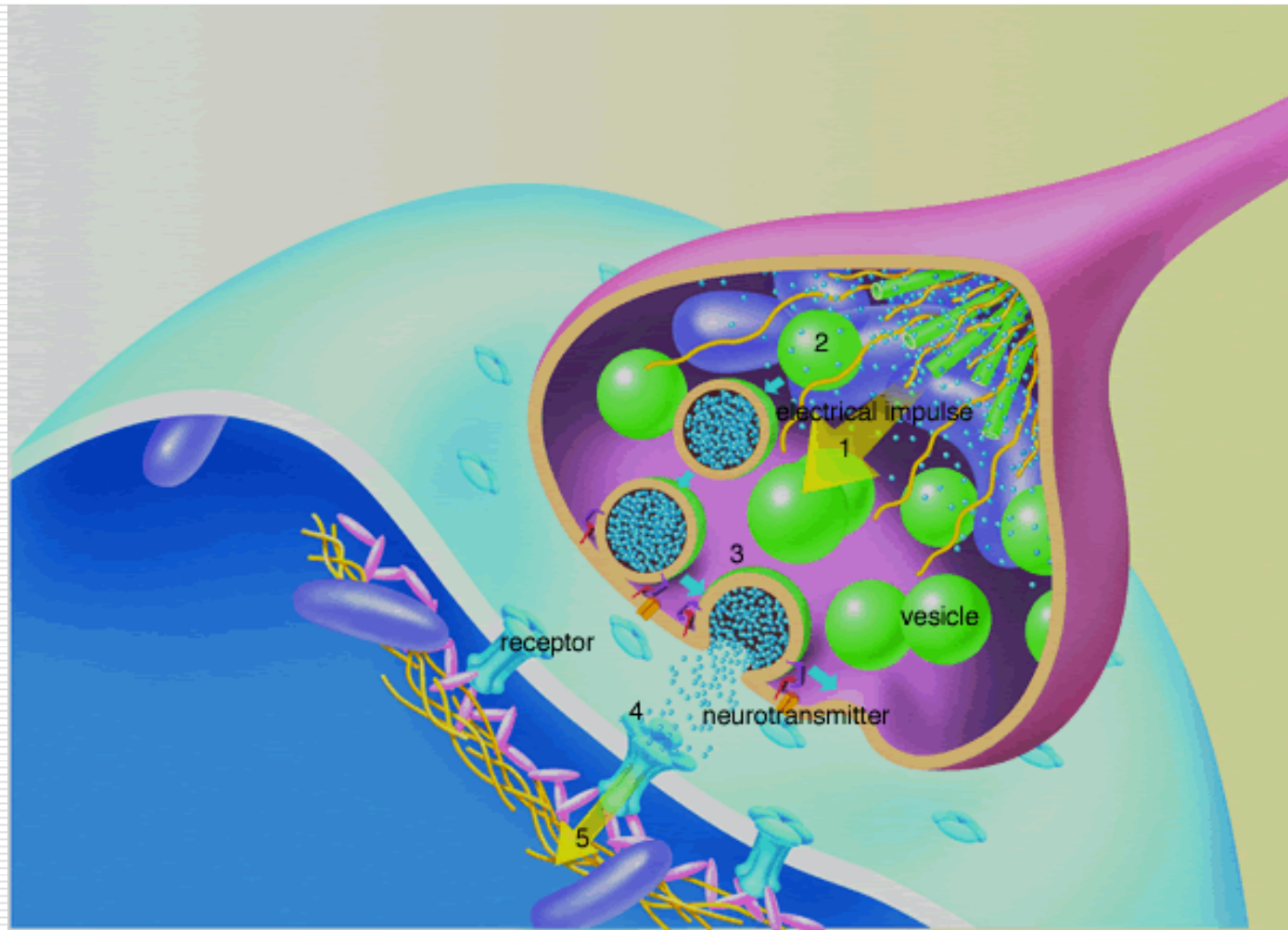
突触结 (SEM)



突触 (TEM)



神经递质传递过程模式图



2. 突触后成分（postsynaptic element）

多为突触后神经元的胞体膜或树突膜，与突触前膜相对应部分增厚，形成突触后膜。在后膜具有受体和化学门控的离子通道。

功能：影响突触后神经元的活动，分兴奋性突触和抑制性突触

(二) 电突触 (electrical synapse)

是缝隙连接。

- 特点：是以电流传递信息，双向快速传递，传递空间减少，传递更有效。
-

三、神经胶质细胞（**neuroglia cell**）

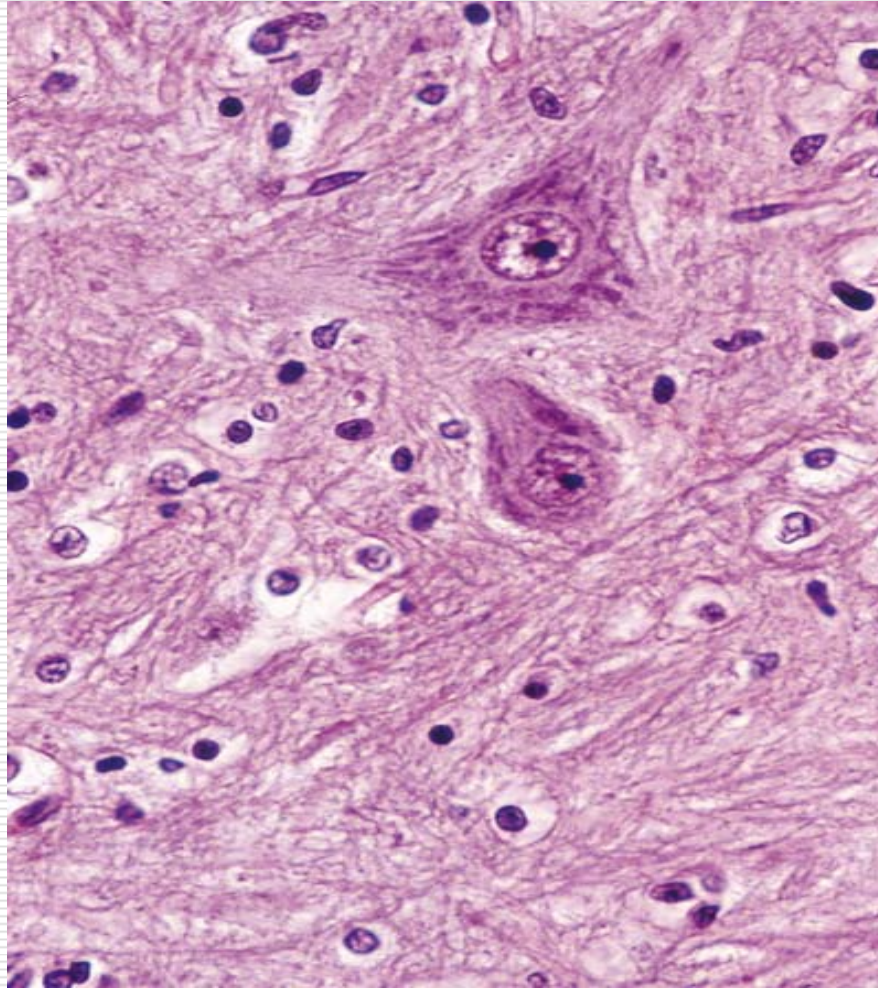
□ 简称神经胶质（**neuroglia**）

（一）中枢神经系统的神经胶质细胞

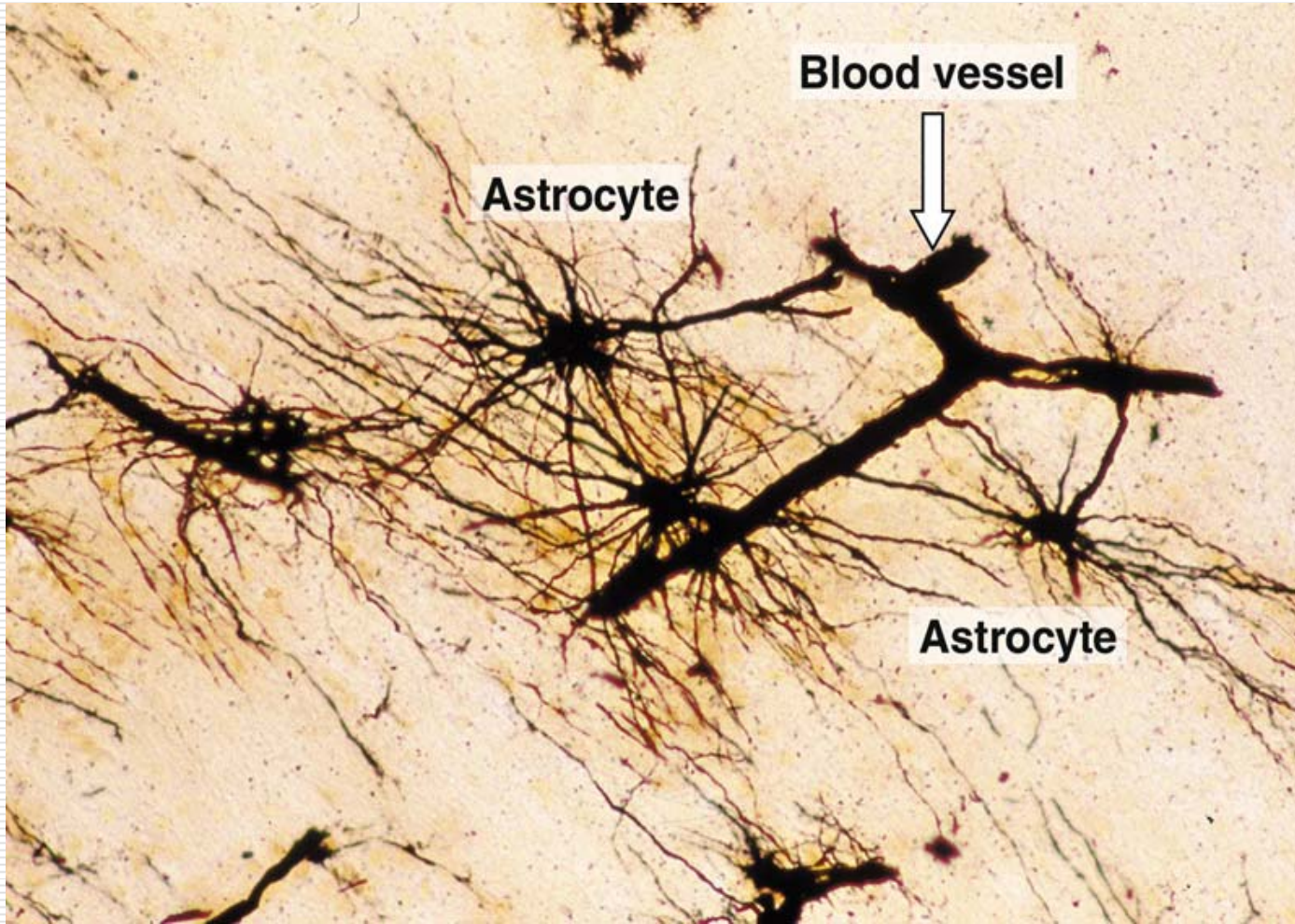
1. 星形胶质细胞（**astrocyte**）

胞体呈星形，核大呈圆形或椭圆形，染色较浅。胞质内有交织走行的神经胶质丝。部分突起末端膨大形成脚板（**end foot**）附在毛细血管基膜上，或伸到脑和脊髓的表面，形成胶质界膜。

神经胶质细胞 (HE)



星形胶质细胞



星形胶质细胞依其分布及形态

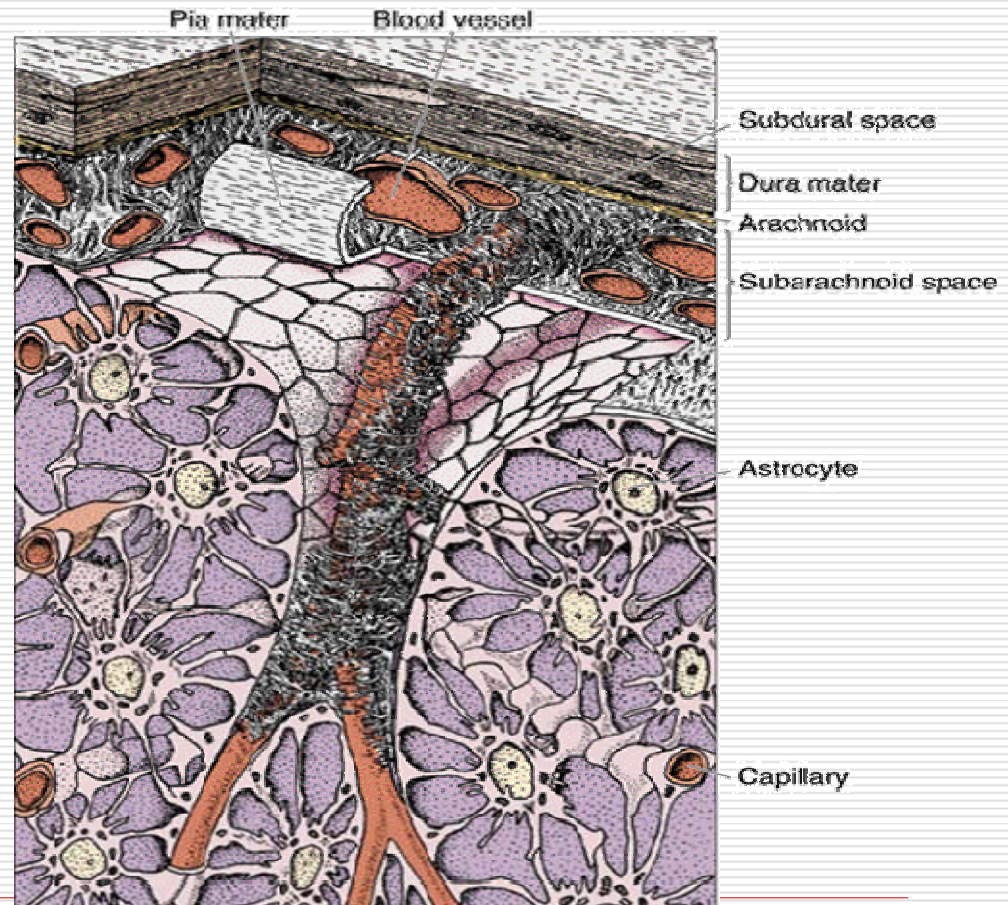
(1) 原浆性星形胶质细胞 分布于灰质内，神经元之间

(2) 纤维性星形胶质细胞 分布于白质内，神经纤维之间。

- 神经胶质丝：胞质内有许多交织排列的中间丝，称神经胶质丝，含有胶质原纤维酸性蛋白（**glial fibrillary acidic protein, GFAP**），用免疫细胞化学染色能特异地显示此类细胞。
 - 功能：支持、营养、修复，对维持神经元微环境的稳定和调节代谢过程起重要作用。
-

血脑屏障（blood brain barrier, BBB）

- 连续性毛细血管内皮
- 基膜
- 神经胶质（界）膜

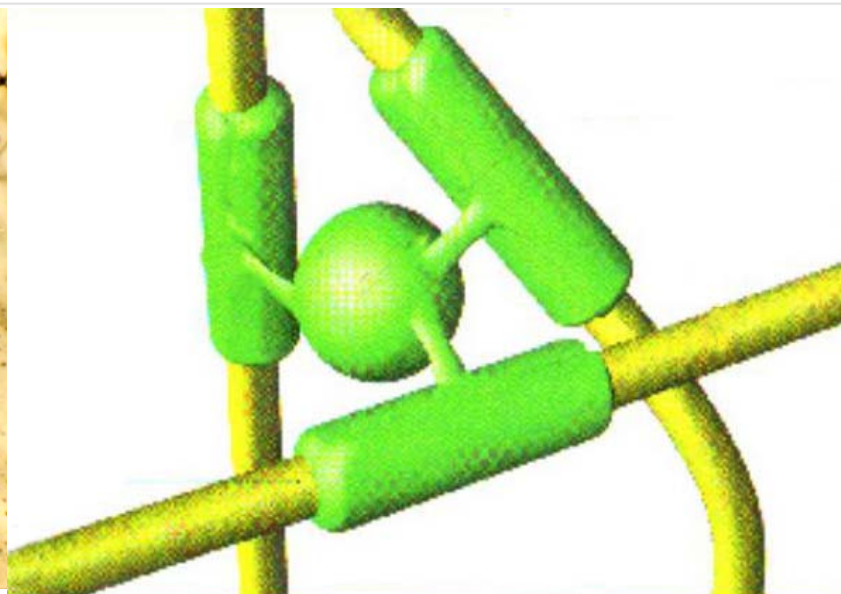
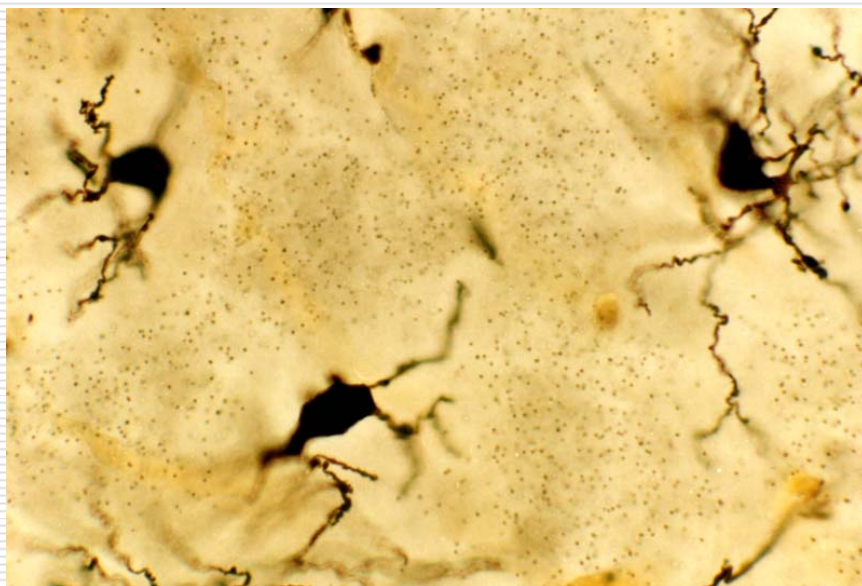


2. 少突胶质细胞 (Oligodendrocyte)

- 分布于灰质及白质内，位于神经元胞体及神经纤维的周围，胞体较小，呈圆形或椭圆形，突起少，分支亦少，核呈圆形或椭圆形，染色稍深。

EM: 少突胶质细胞的每一个突起包绕一个轴突形成髓鞘。它除形成髓鞘外，可能还有营养和保护作用。

少突胶质细胞

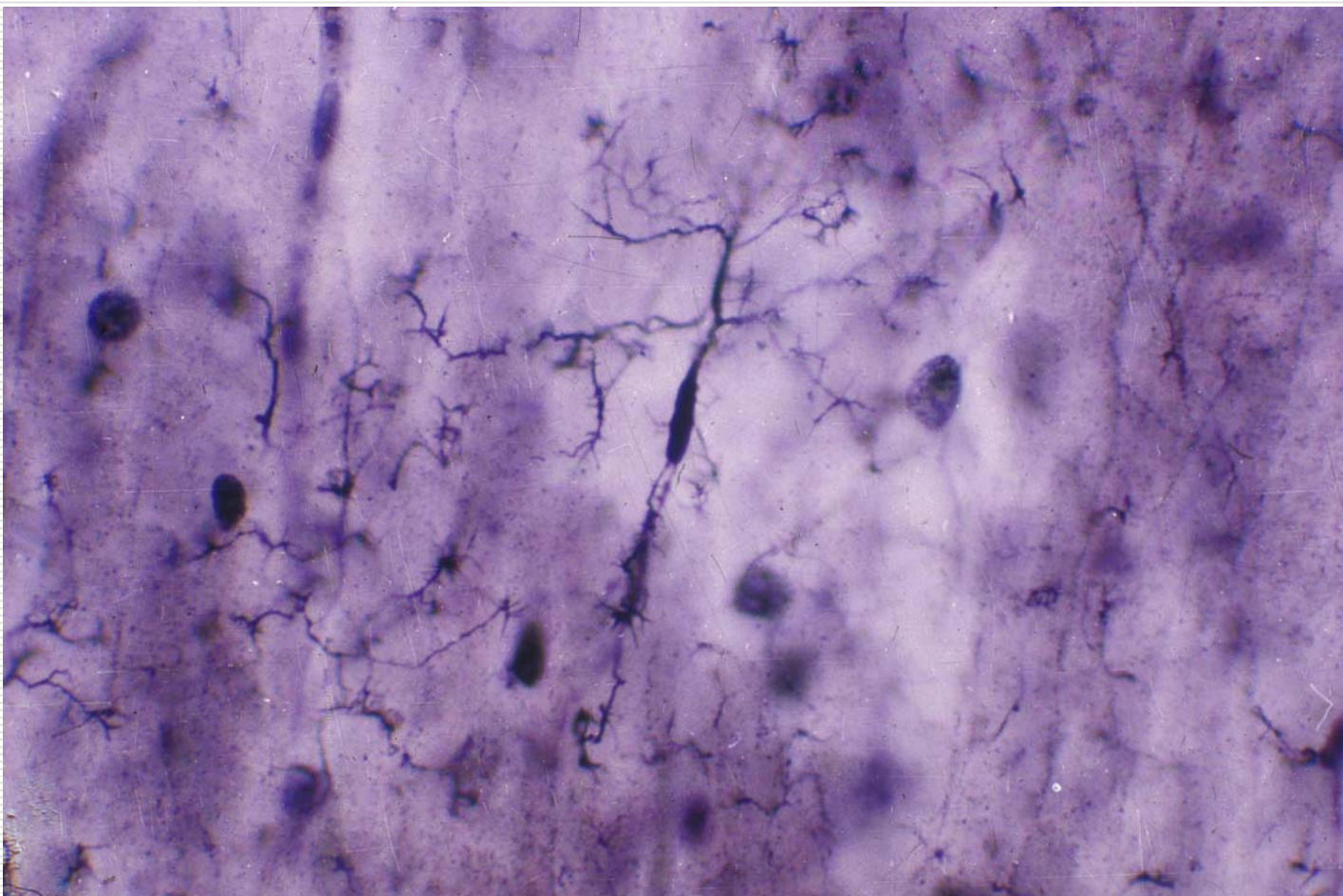


3. 小胶质细胞（microglia）

LM: 分布于灰质及白质内，胞体较小，呈长椭圆形，常以胞体长轴的两端伸出两个较长突起，反复分支，其表面有小棘。胞核呈椭圆或三角形，染色较深。

- 功能：1) 具有变形运动和吞噬功能，属于单核吞噬细胞系统的细胞。
 - 2) 认为小胶质细胞是中枢神经系统中神经胶质的干细胞，能分化成其它胶质细胞。
-

小胶质细胞



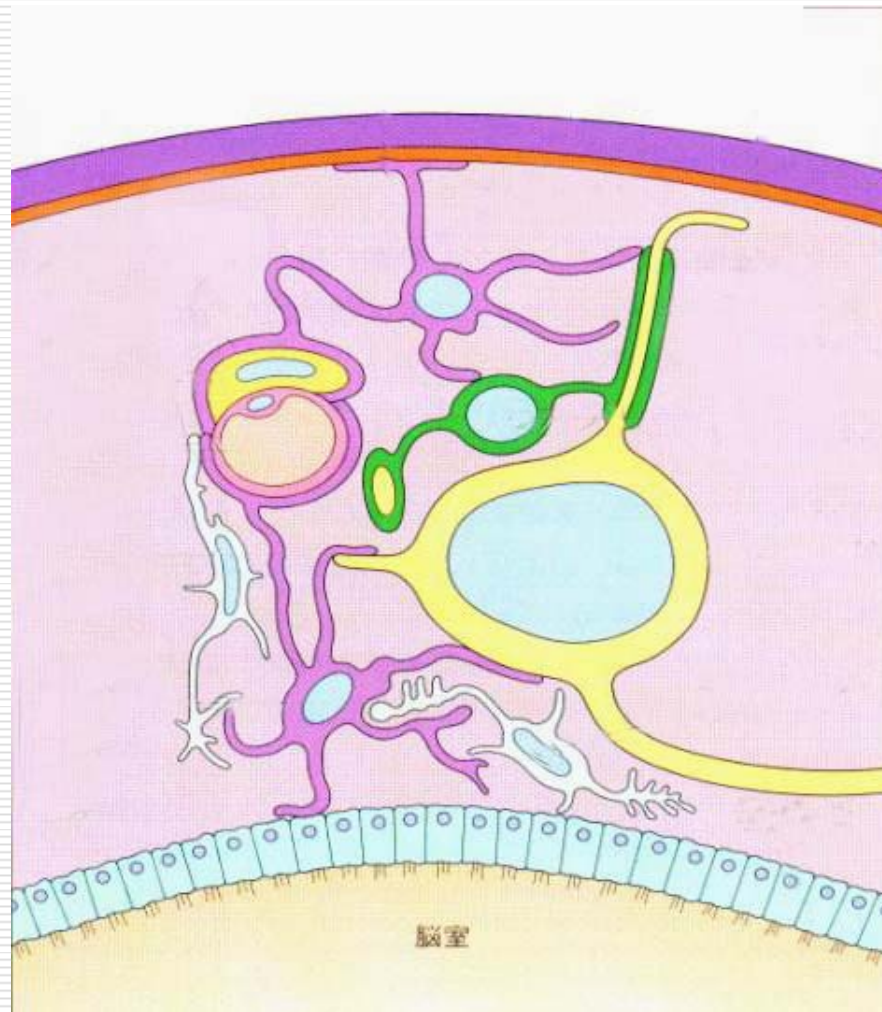
4. 室管膜细胞（ependymal cell）

□ 分布：脑室和脊髓中央

LM: 为覆盖在脑室和脊髓中央管壁的一层立方或柱状细胞，细胞表面有微绒毛或纤毛，基部发出细长突起伸向脑及脊髓深层。

□ 功能：保护、支持。

神经胶质细胞模式图



(二) 周围神经系统的神经胶质细胞

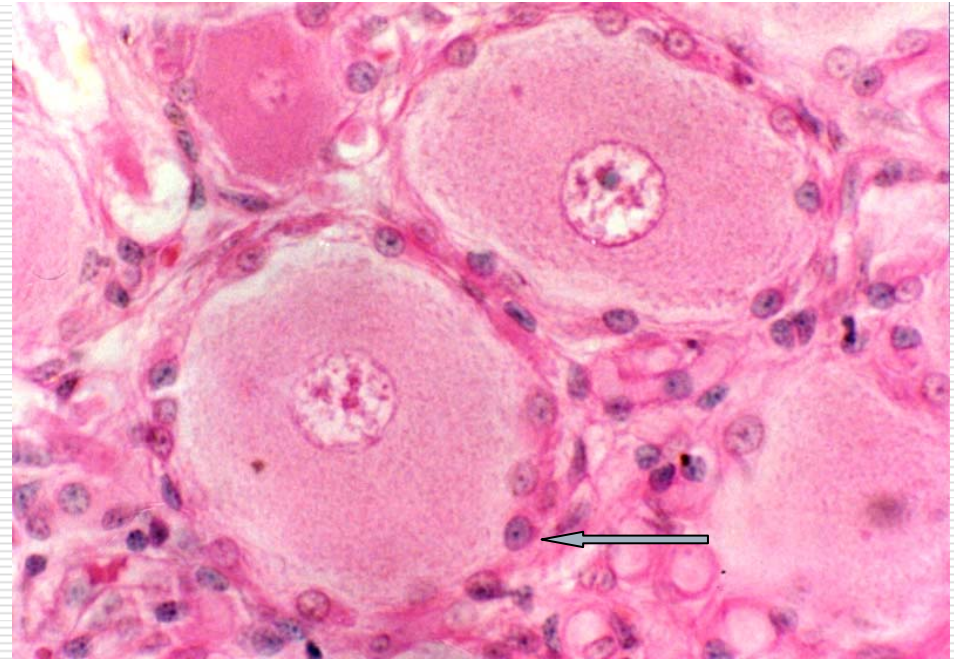
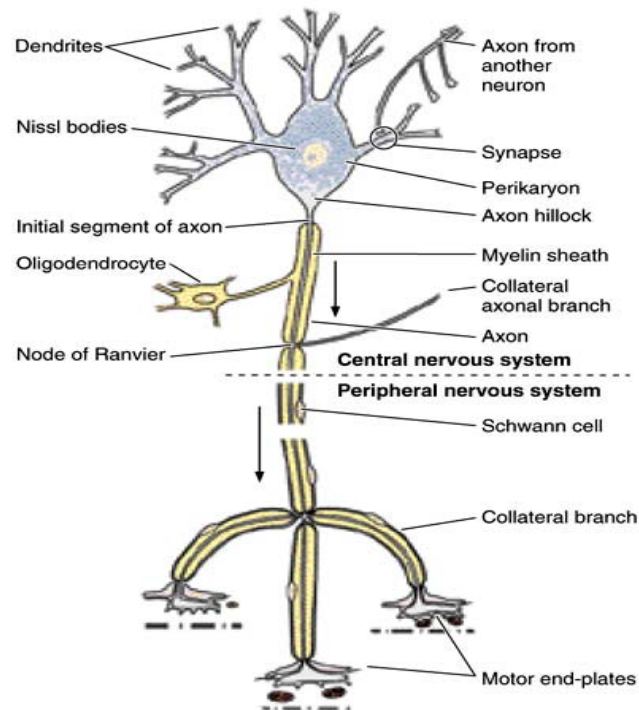
1. 施万细胞 (**Schwann cell**) 又称神经膜细胞，它包卷在神经纤维轴突的周围。

功能：形成髓鞘和神经膜。在神经纤维的再生中起诱导作用。

2. 卫星细胞 (**satellite cell**) 又称被囊细胞，包绕在神经节细胞周围的一层扁平形细胞，核圆形，染色较深。

功能：具有营养和保护神经节细胞的功能。

施万细胞 (Schwann cell)和卫星细胞



四、神经纤维 (nerve fiber)

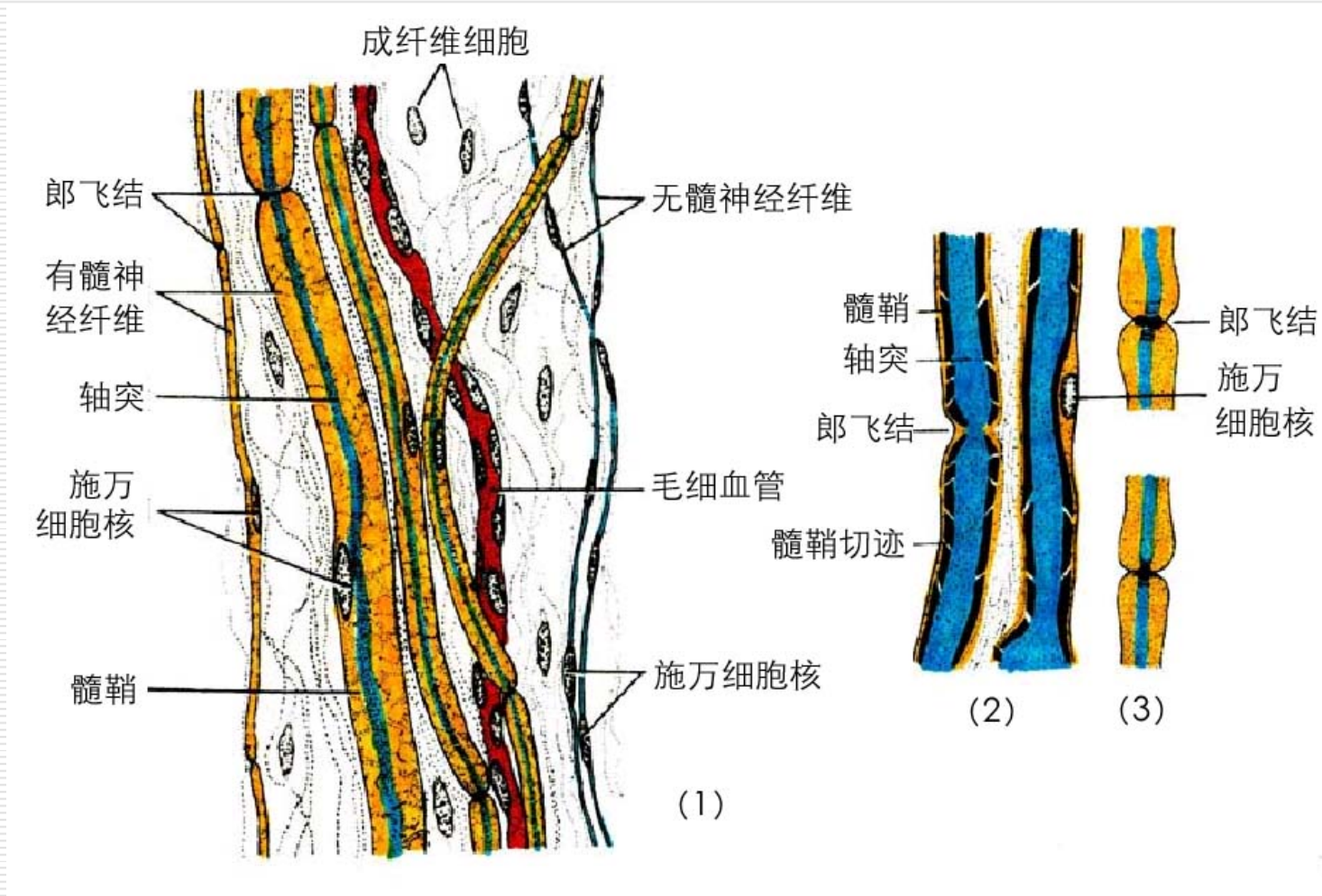
□ 以轴突（包括长树突）为中轴，外包神经胶质细胞（施万细胞或少突胶质细胞）。根据神经纤维有无髓鞘包裹，分为有髓和无髓神经纤维两种。

（一）有髓神经纤维 (myelinated nerve fiber)

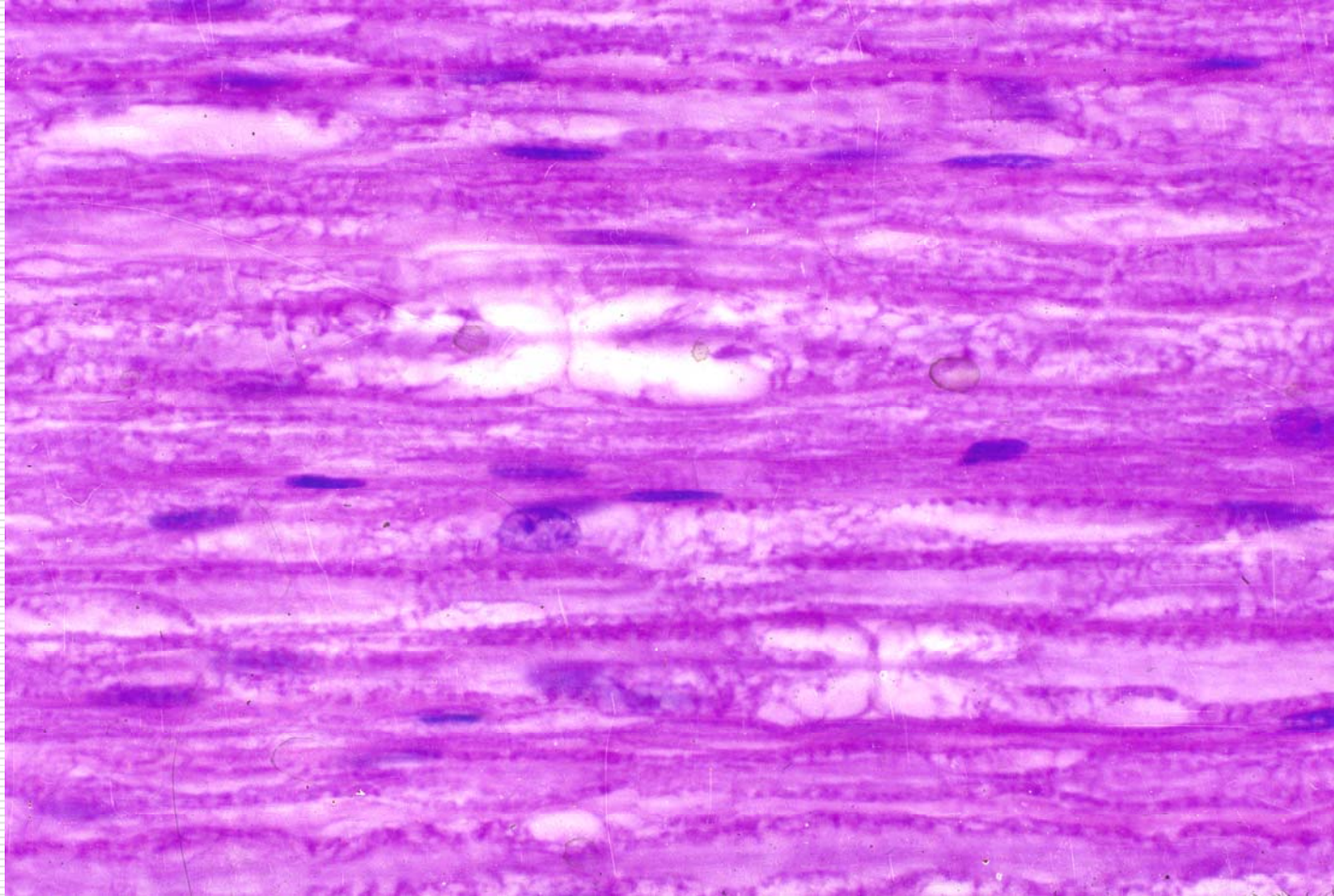
有髓神经纤维由轴突（或树突）、髓鞘、神经膜构成。

□ 髓鞘的形成：

神经纤维模式图



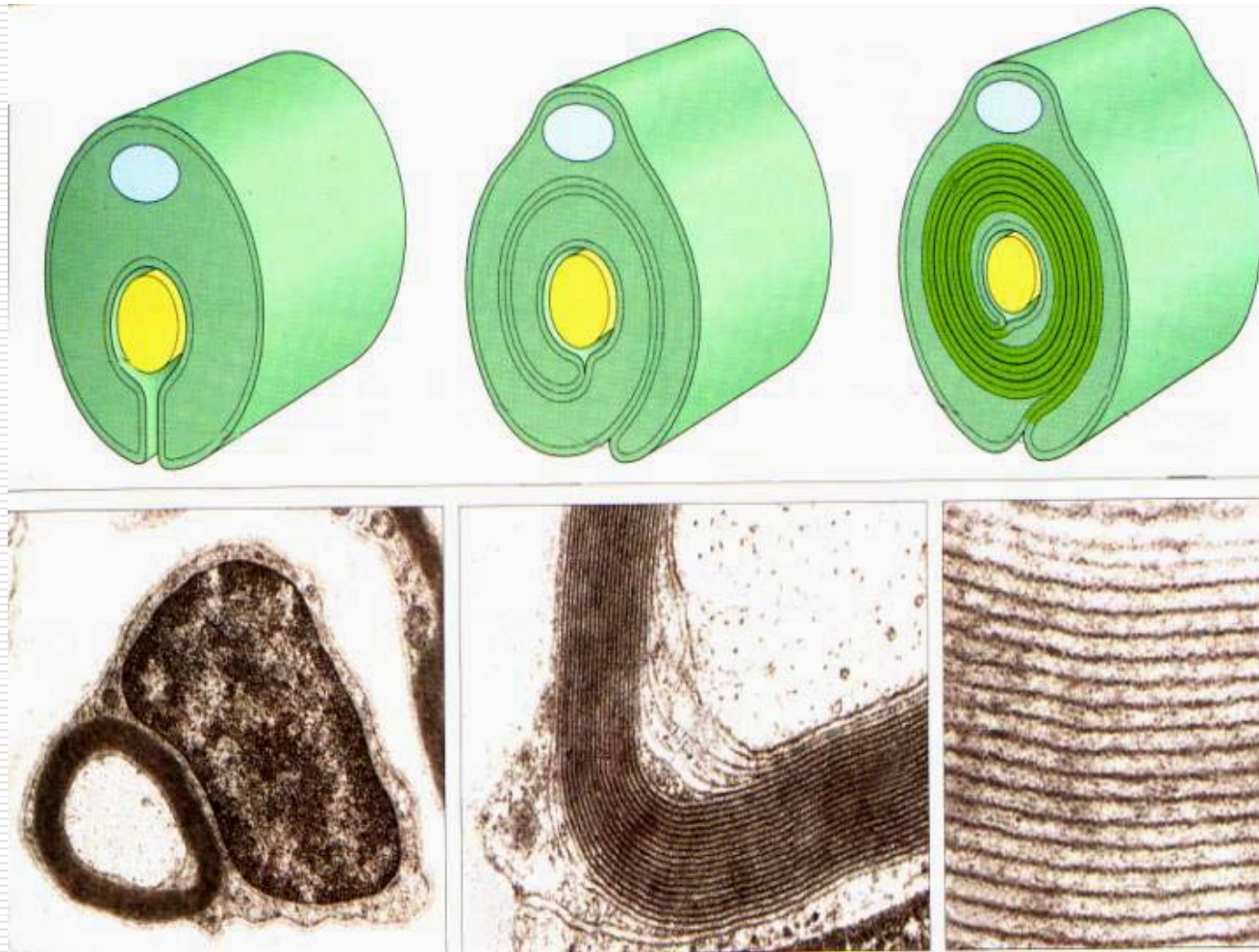
神经纤维纵断面 (LM)



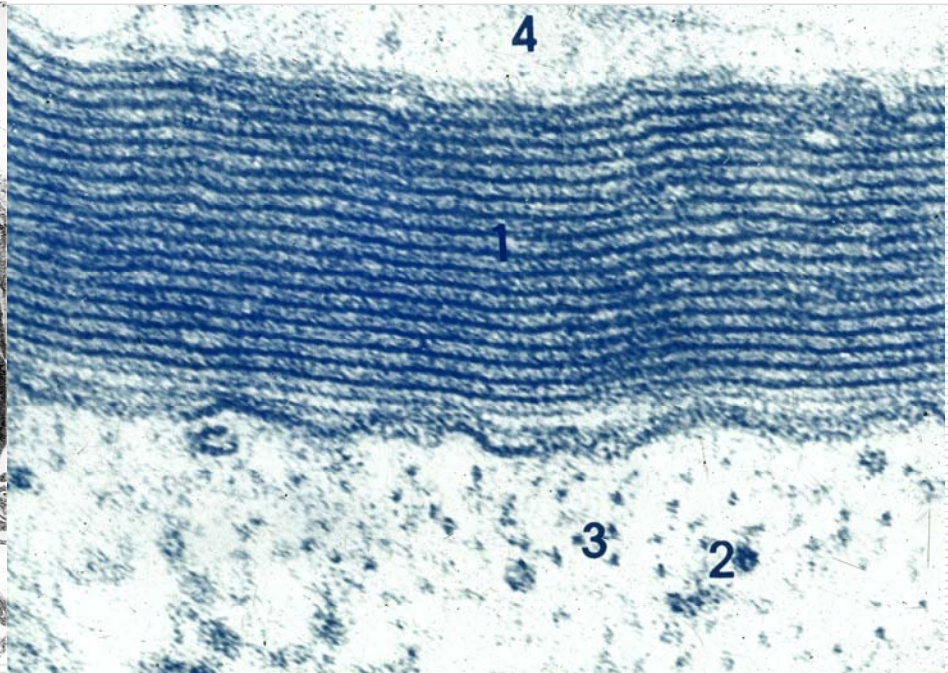
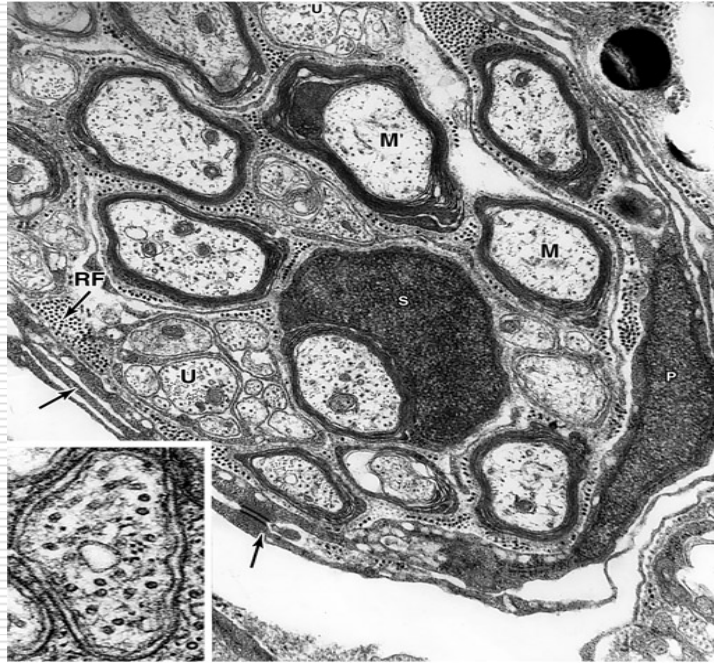
郎飞结 (Ranvier node)：又称神经纤维节

- 起始段远侧的轴突部分，髓鞘呈节段包卷轴突，形似藕节，其间断部位，轴膜裸露，可发生膜电位变化，称此部位为郎飞结。
 - 结间体(**internode**)：两个相邻郎飞结之间的一段，称结间体，由一个施万细胞所形成的髓鞘及其周围的神经膜构成。施万细胞核呈长椭圆形，位于髓鞘边缘的少量胞质内。
-

髓鞘的形成



髓鞘 (TEM)



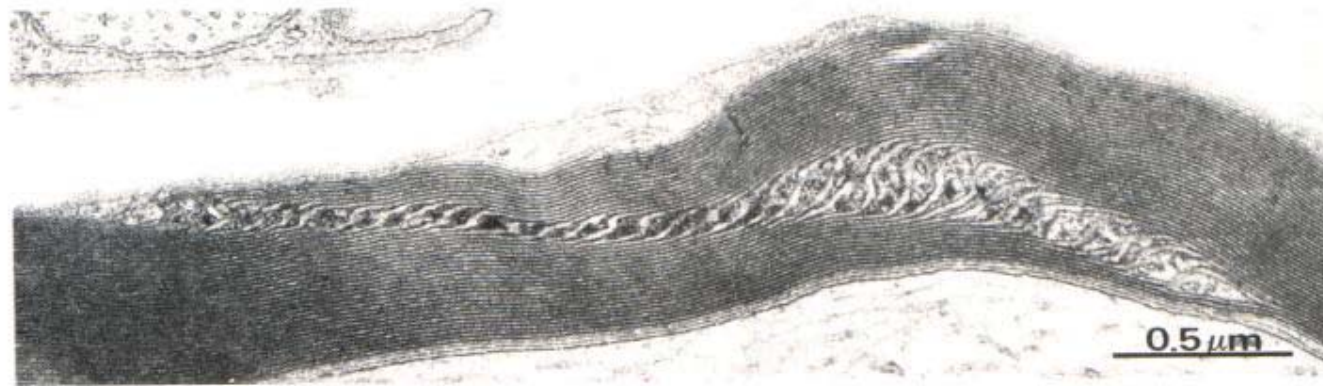
-
- 中枢神经系统有髓神经纤维的髓鞘由少突胶质细胞形成。

神经角质网：

- 髓鞘切迹（**incisure of myelin sheath**）：在钼酸浸染的标本上，髓鞘呈黑色，其中还可见数个呈漏斗形的斜裂，称髓鞘切迹或施-兰切迹(**Schmidt-Lanterman incisure**)。

EM: 髓鞘为明暗相间的同心圆板层排列。

髓鞘模式图 (TEM)



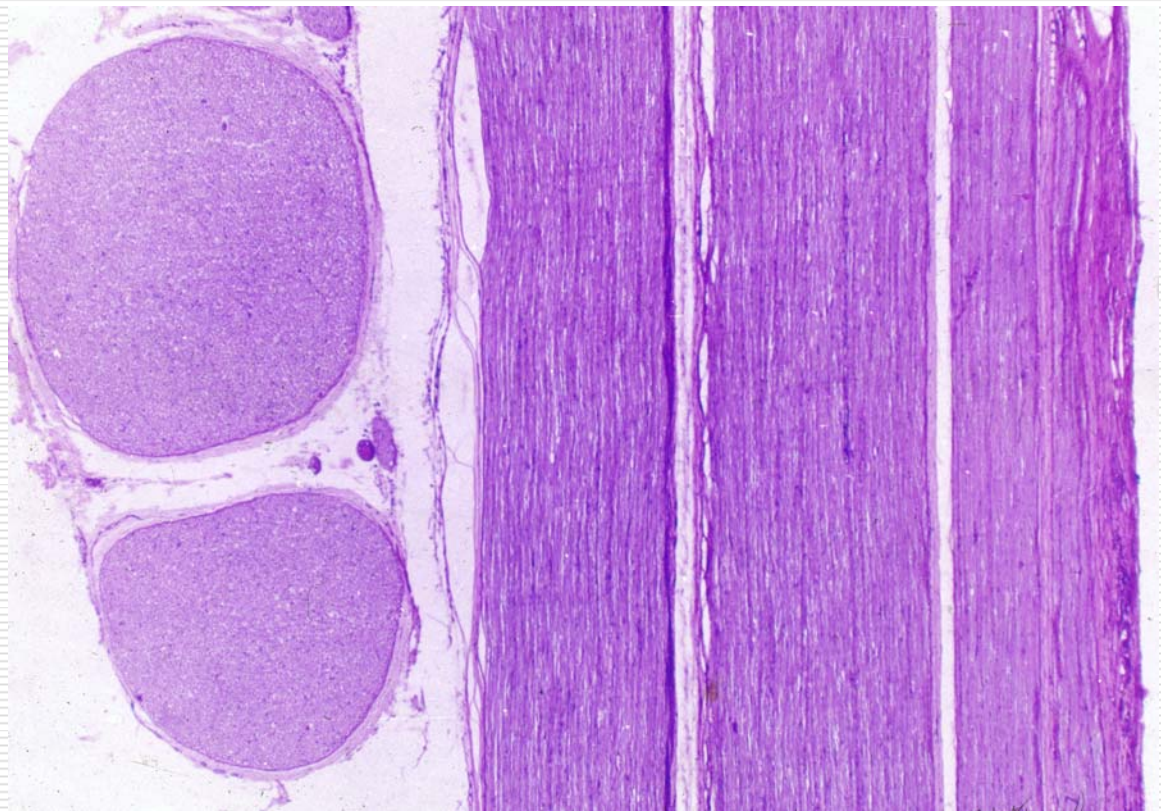
五、周围神经 (peripheral nerve)

神经外膜

神经束膜

神经束膜上皮

神经内膜



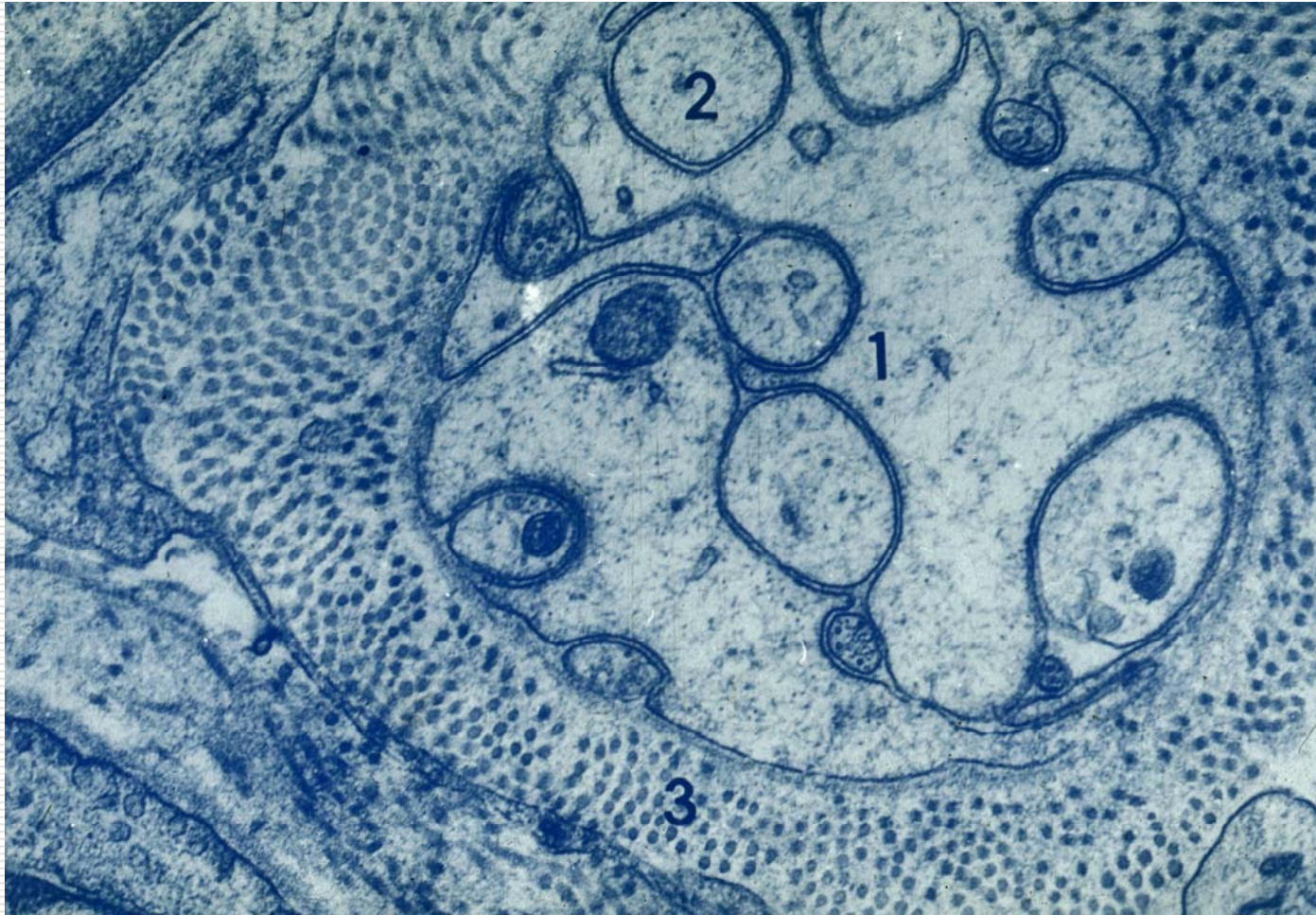
(二) 无髓神经纤维 (**nonmyelinated nerve fiber**)

无髓神经纤维由较细的轴突及施万细胞构成，无郎飞结。

EM: 可见一个施万细胞深浅不同的包裹数条粗细不等的轴突。

- 自主神经的节后纤维和部分感觉神经纤维属无髓神经纤维。
 - 功能特点：传导速度慢
-

无髓神经纤维 (TEM)



六、神经末梢 (nerve ending)

周围神经纤维终末部分终止于其他组织中所形成的特有结构，称为神经末梢。分为两类：

(一) 感觉神经末梢

感受器 (receptor)：感觉 (传入) 神经元周围突的终末部分与其他组织结构共同形成的特定结构，称为感受器。

1. 游离神经末梢 (free nerve ending)

分布：多在表皮、角膜中

结构：周围突在接近终末端处髓鞘消失，其裸露反复分支，游离分散在上皮细胞或结缔组织中。

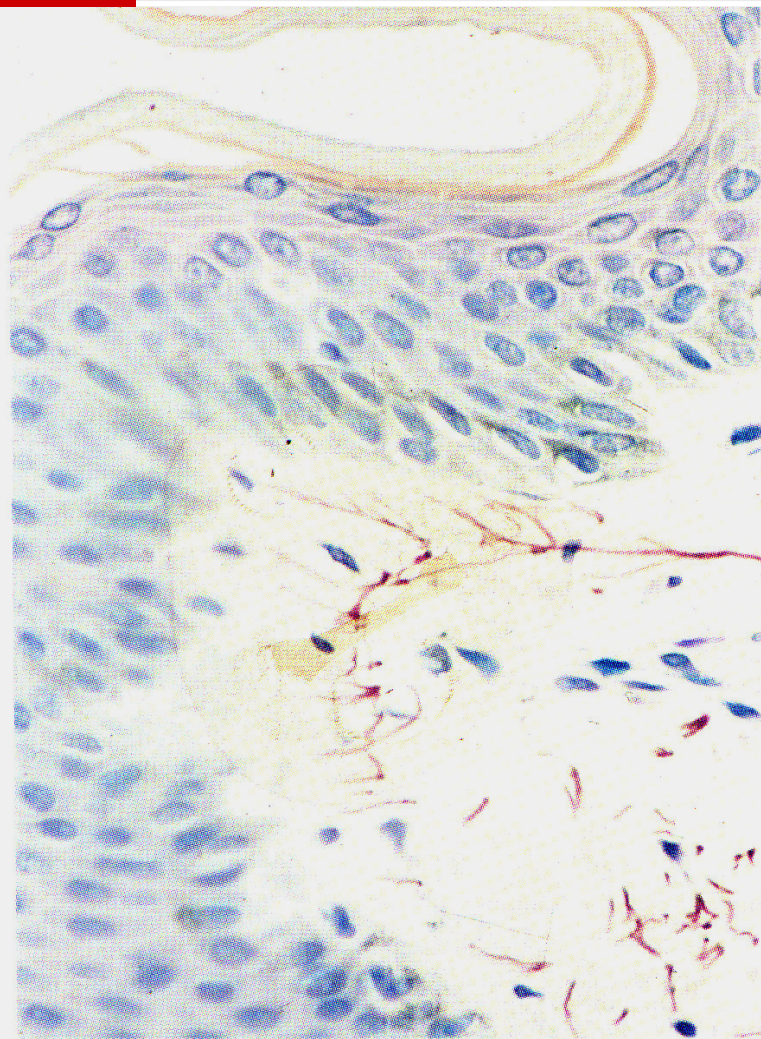
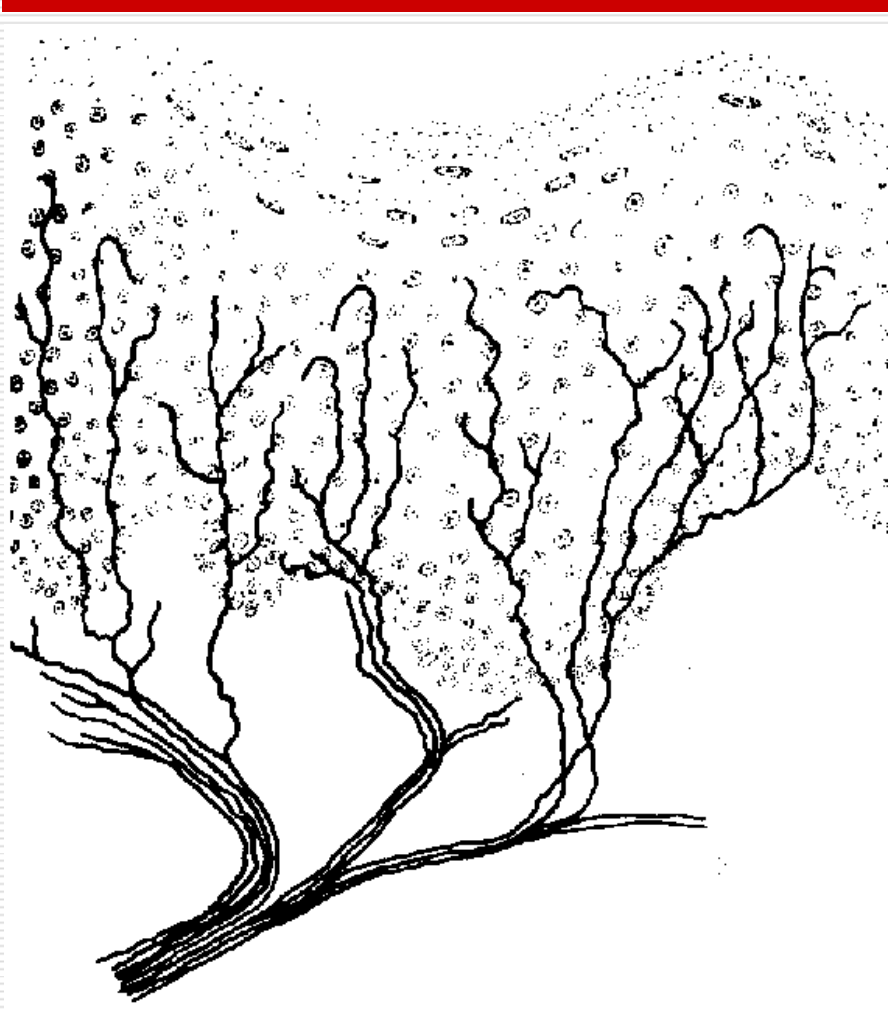
功能：感受疼痛和冷热的刺激。

2. 有被囊感觉神经末梢

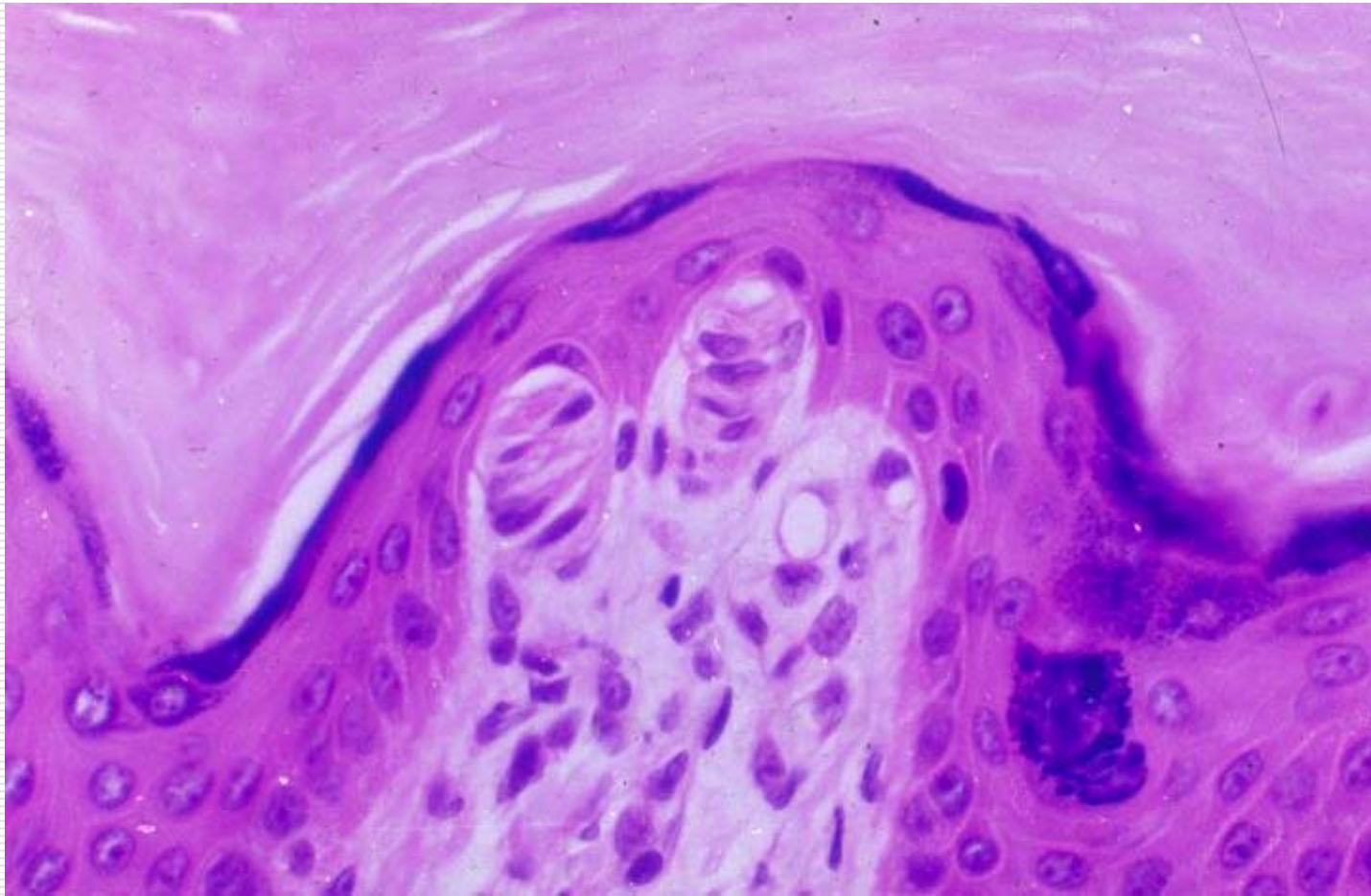
(1) 触觉小体 (tactile corpuscle) :

分布：

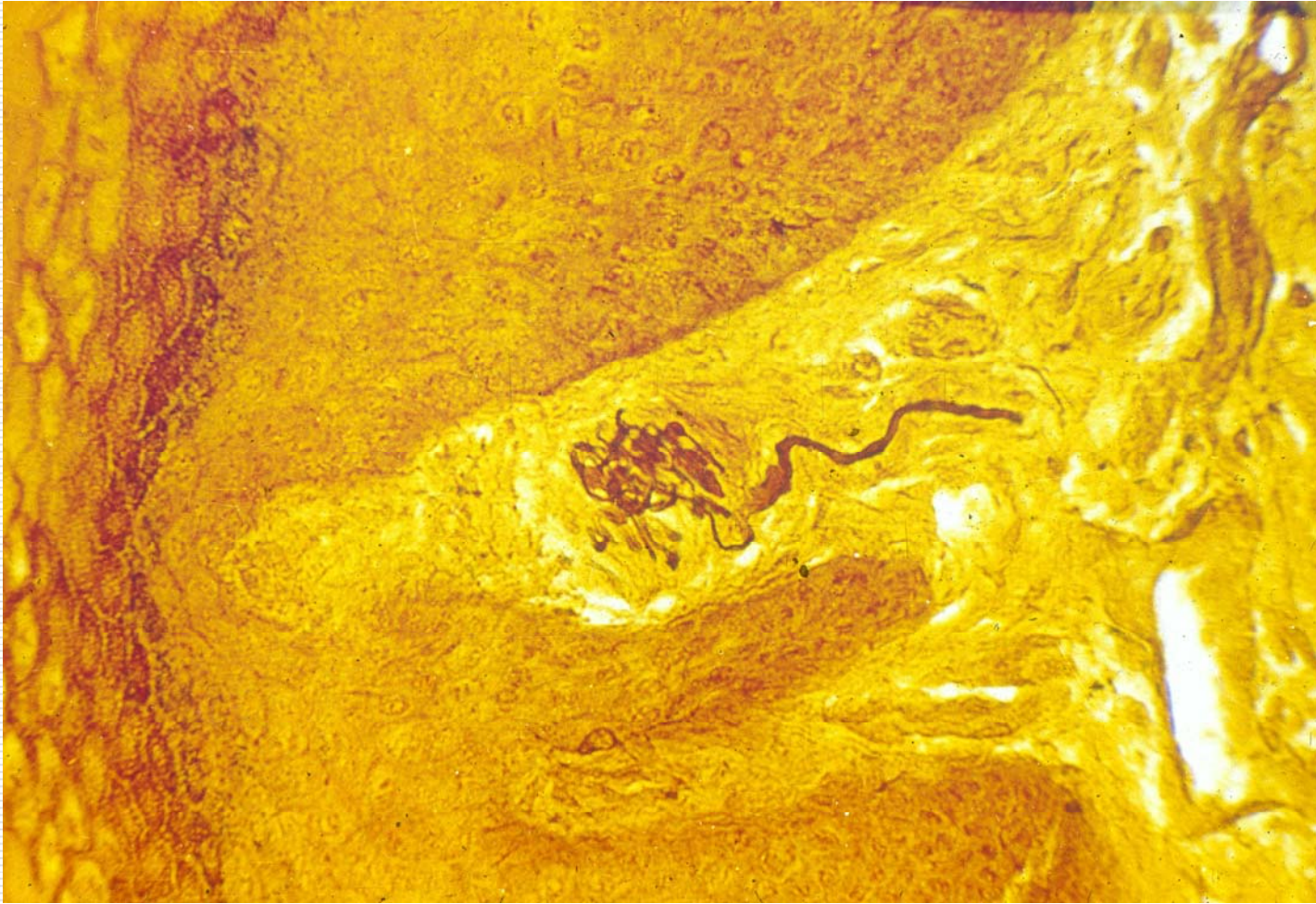
游离神经末梢



触觉小体 (HE)



触觉小体（镀银染色）



呈椭圆形，周围有结缔组织被囊，内有许多横列的扁平细胞。有髓神经纤维在被囊处失去髓鞘穿入被囊内，分支盘绕。

功能：感受触觉。

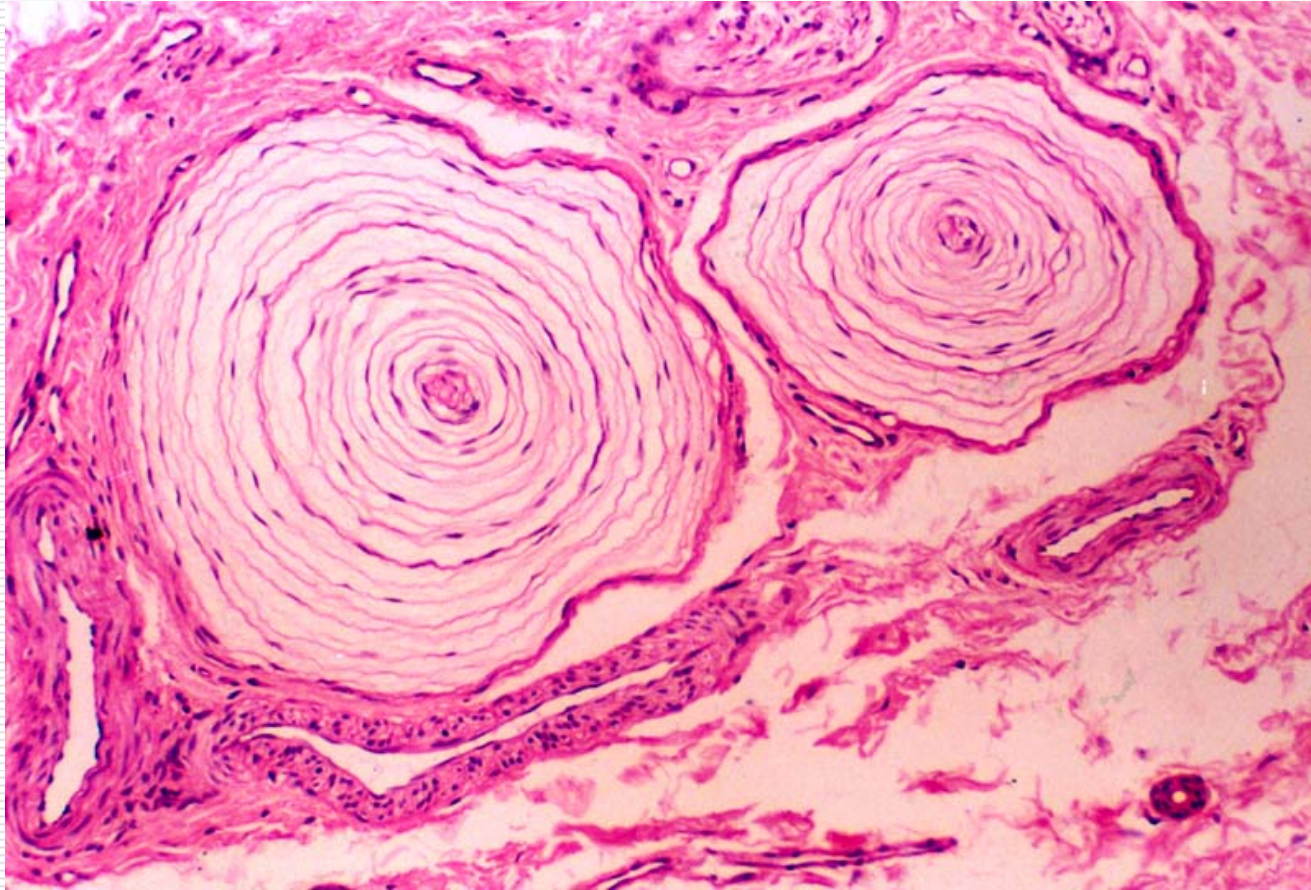
(2)环层小体 (**lamellar corpuscle**) :

分布：

结构：呈圆形或椭圆形，被囊由扁平的结缔组织细胞和纤维形成的同心圆板层，被囊中轴为一均质性的圆柱体，称内棍，神经纤维失髓鞘后进入内棍。

功能：

环层小体 (HE)



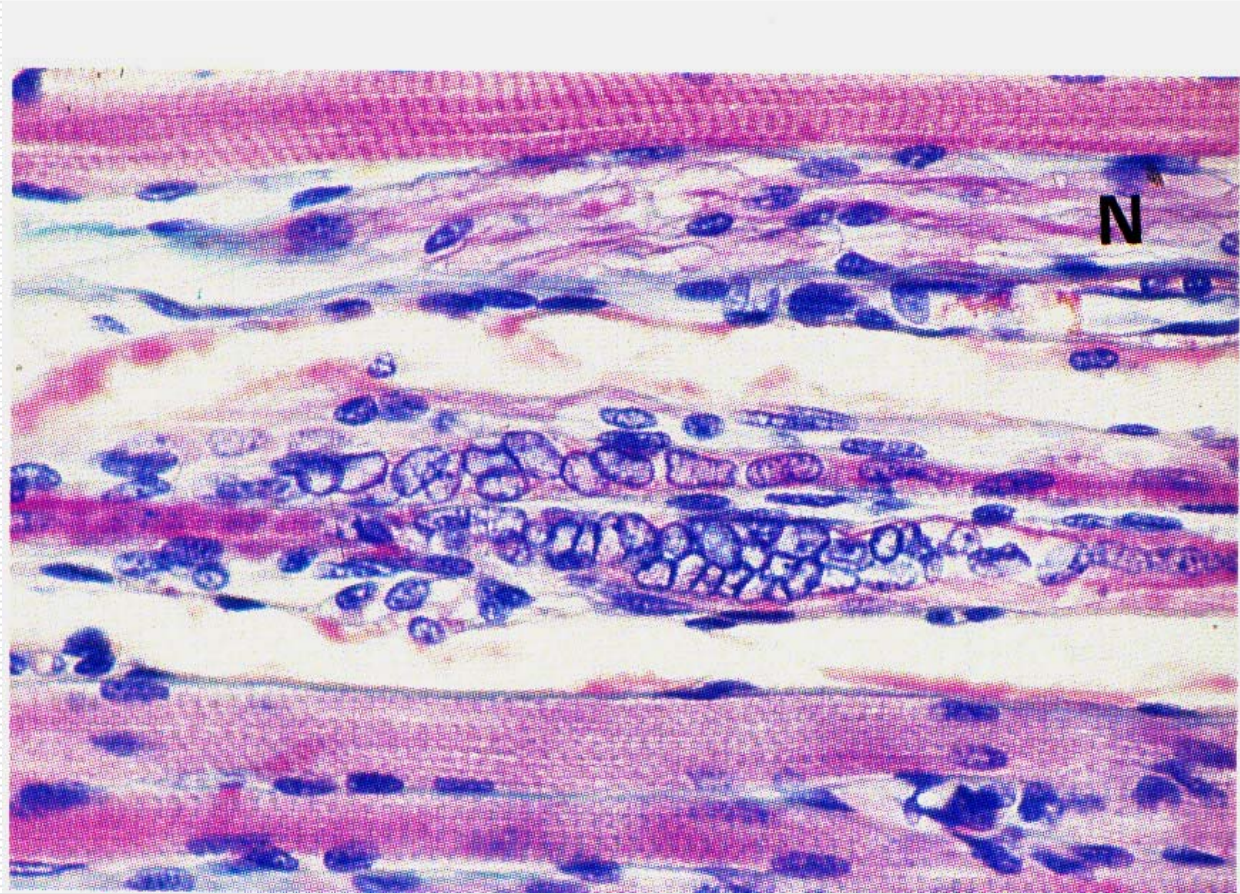
(3) 肌梭 (muscle spindle)

分布：骨骼肌中的细长梭形小体。

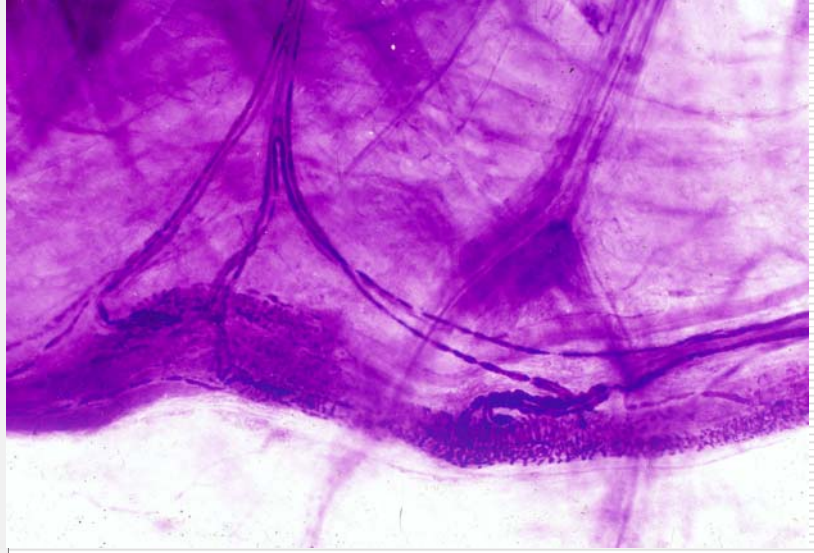
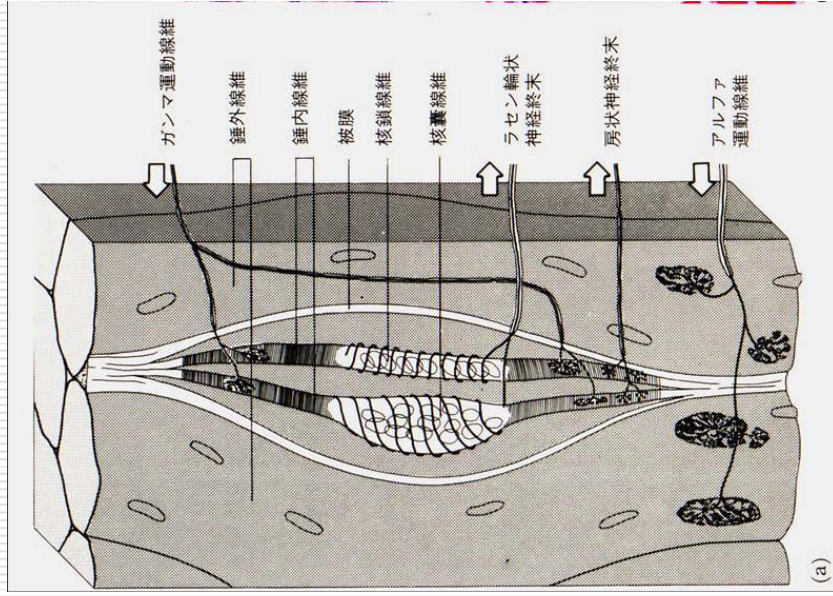
结构：表面有结缔组织被囊，其内含有数条较细的骨骼肌纤维，称梭内肌纤维。

□ 功能：是感觉肌肉的运动和肢体位置变化的本体感受器。

肌梭 (LM)



肌梭模式图



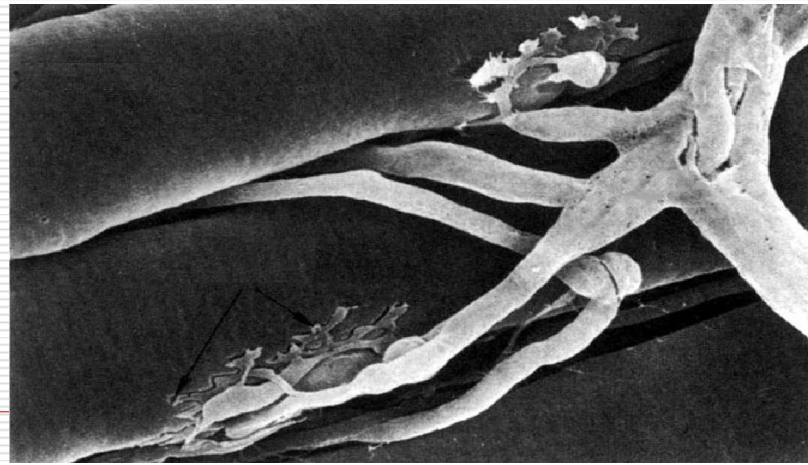
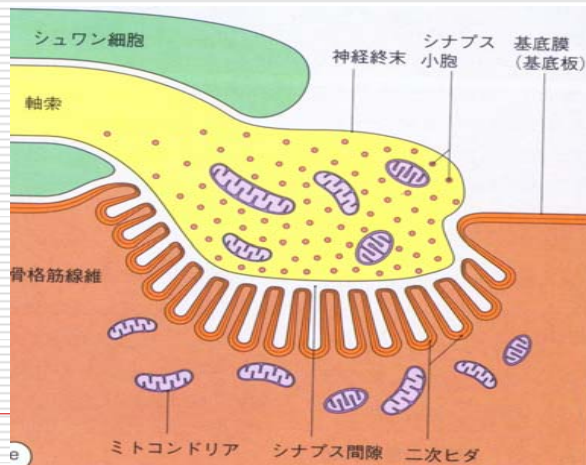
(二) 运动神经末梢 (motor nerve ending)

□ 效应器 (**effector**) 是运动神经元传出神经纤维的终末，终止于骨骼肌、心肌、平滑肌及腺体

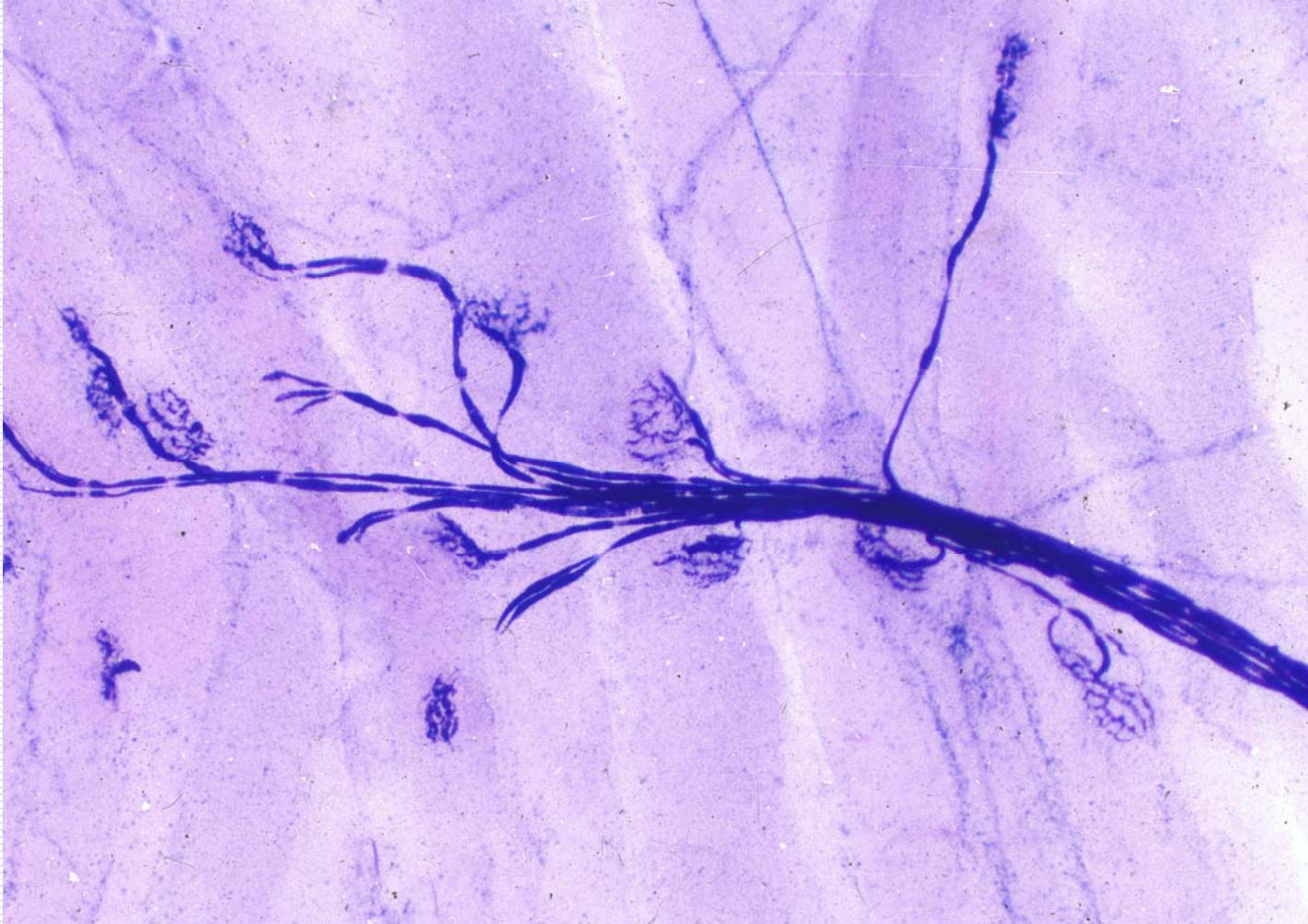
1. 运动终板 (motor end plate)

一种神经肌连接，来自脊髓前角或脑干的运动神经元的轴突终末，到达骨骼肌纤维的肌膜处失去髓鞘，分成爪状细支，其终末膨大，在骨骼肌纤维表面形成椭圆型板状隆起。

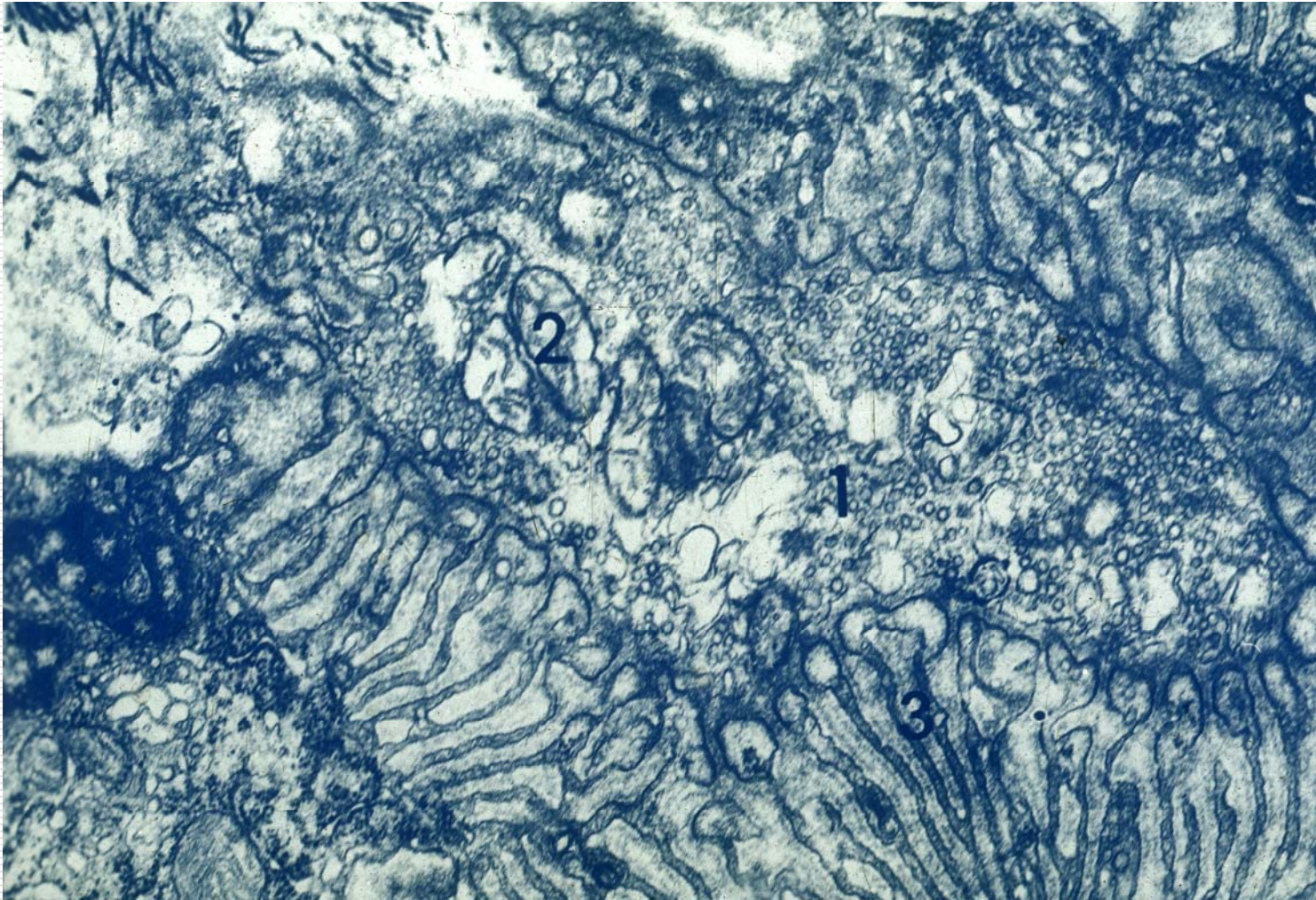
EM: 轴突终末中有线粒体和突触小泡，突触前膜，突触间隙，突触后膜（深沟和皱褶）
功能：突触小泡释放乙酰胆碱作用于突触后膜的N受体，使肌膜兴奋，经横小管传导至整个肌纤维，引起肌纤维收缩。



运动终板 (LM)



运动终板 (TEM)



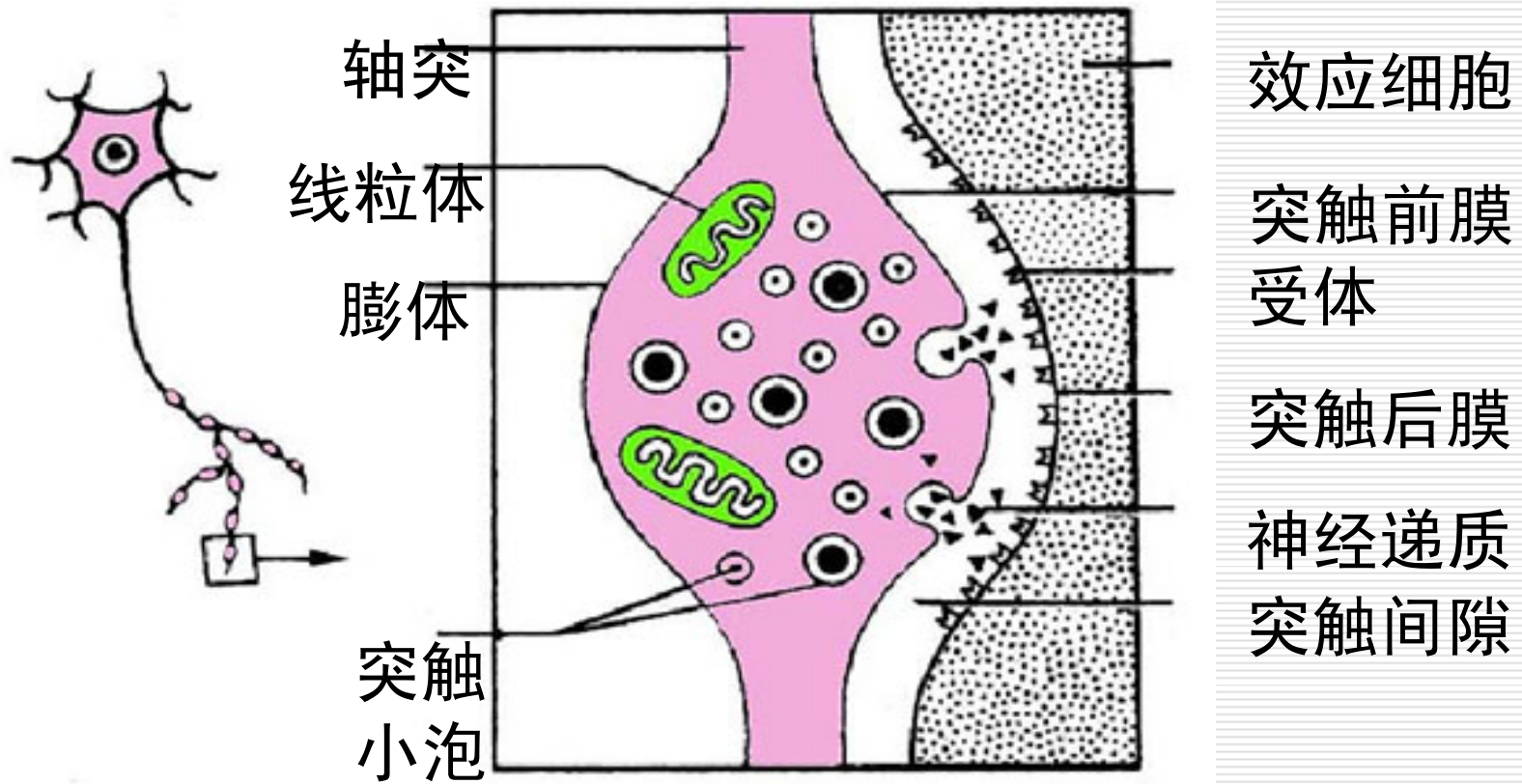
2. 内脏运动神经末梢 (visceral motor nerve ending)

神经终末小结：轴突终末经反复分支，终末支呈串珠状膨大，其末端膨大部位附于平滑肌细胞或腺细胞上，又称为膨体。

EM: 与突触结构相同

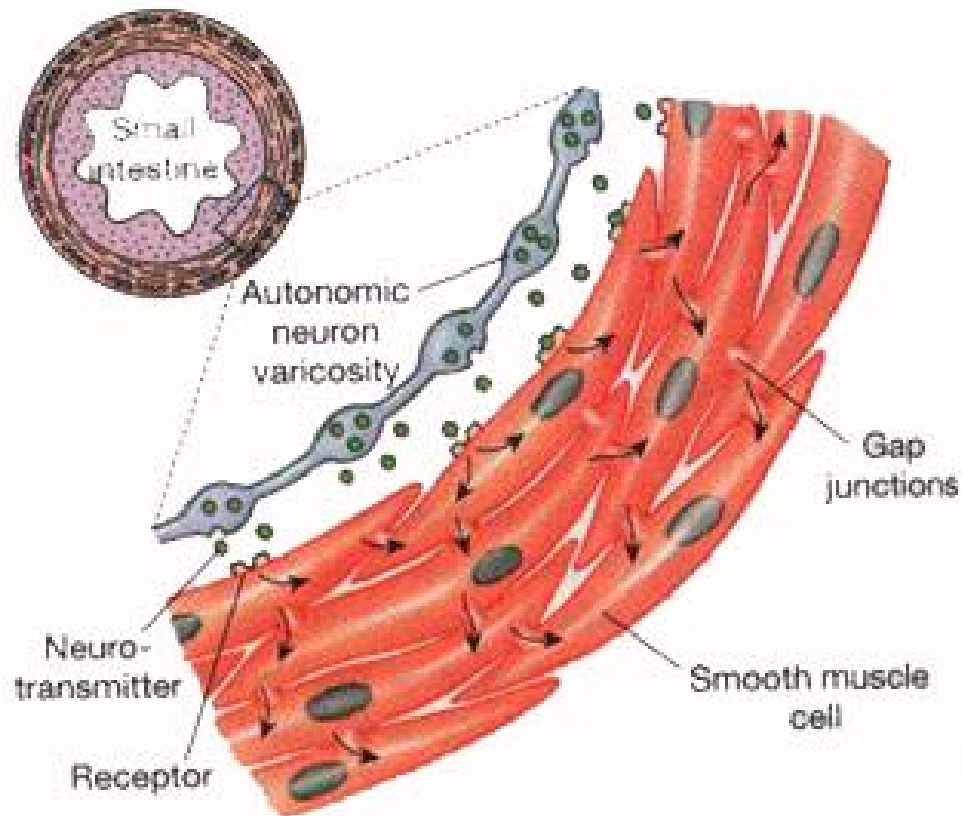
- 植物神经元的递质主要有乙酰胆碱、去甲肾上腺素和肽类，当神经兴奋沿内脏传出神经纤维至末梢时，导致神经递质的释放，引起平滑肌和心肌收缩以及腺体的分泌。
-

膨体模式图



内脏运动神经元末梢模式图

(a) Single-unit smooth muscle



本章重点

- 掌握神经元的光镜与电镜结构特点、功能。
 - 理解神经胶质细胞的分类、光镜结构特点及功能。
 - 掌握化学性突触的超微结构与功能。
 - 掌握神经纤维的结构与分类。
 - 掌握运动终板的结构。
 - 掌握血脑屏障的结构与作用。
-