



1

神経組織

- ①髄膜: 硬膜、クモ膜、軟膜
- ②血管系、脳室: 脳底の動脈、(硬膜) 静脈洞、脳脊髄液
- ③神経細胞
 - ・ニューロン (神経伝達を担う)
 - 電気的伝達 (活動電位の発生と伝達)
 - 化学的伝達 (シナプス)
 - ・グリア
 - アストロサイト
 - オリゴデンドロサイト (末梢: シュワン細胞)
 - ミクログリア
 - 上衣細胞 (脈絡叢)

2

髄膜(硬膜、クモ膜、軟膜)

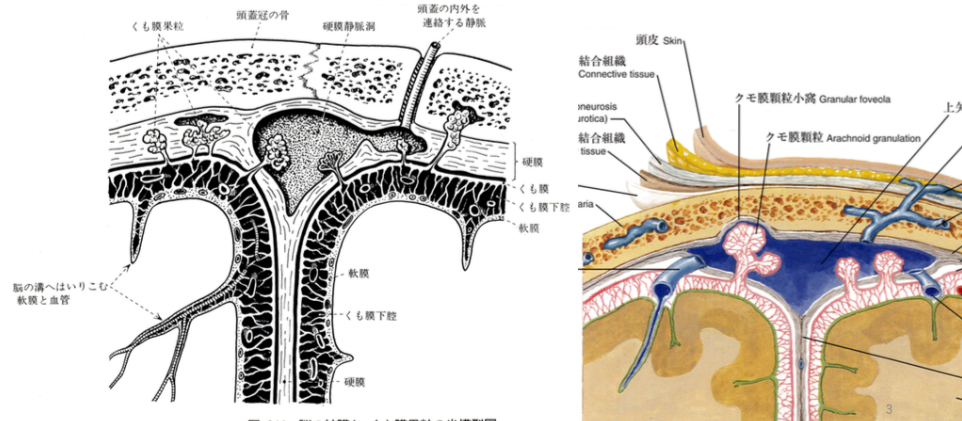
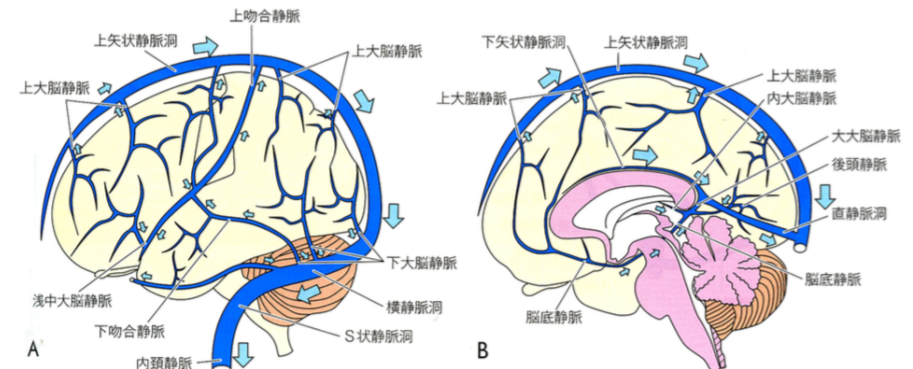


図 244. 脳の被膜と くも膜果粒の半模型図

大脳の静脈

図 14- 大脳の静脈 A: 外側面, B: 内側面



4

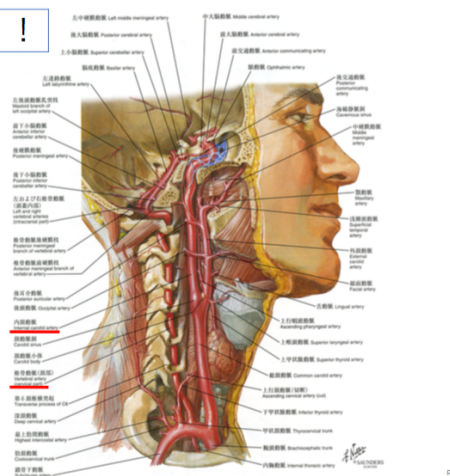
脳を栄養する動脈は2対！！

脳を栄養するのは

内頸動脈 internal carotid artery
(頸動脈管から頭蓋骨内へ入る)

椎骨動脈 vertebral artery
(大後頭孔から頭蓋骨内へ入る)

の2つ（4本）



脳の動脈

腦底動脈

前大脳動脈

中大腦動脈

後大腦動脈

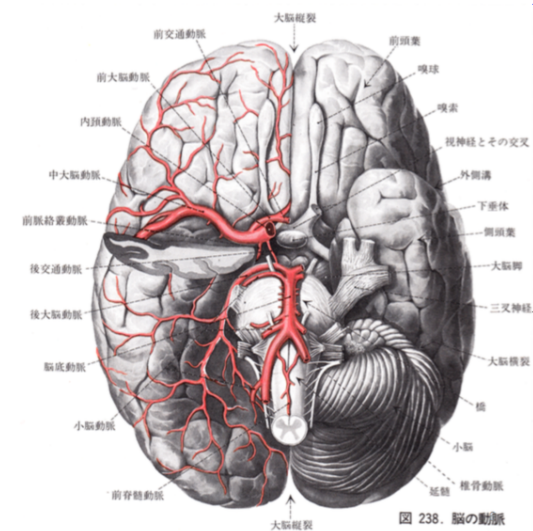
後交通動脈

前交通動脈

上小脳動脈

前下小腦動脈

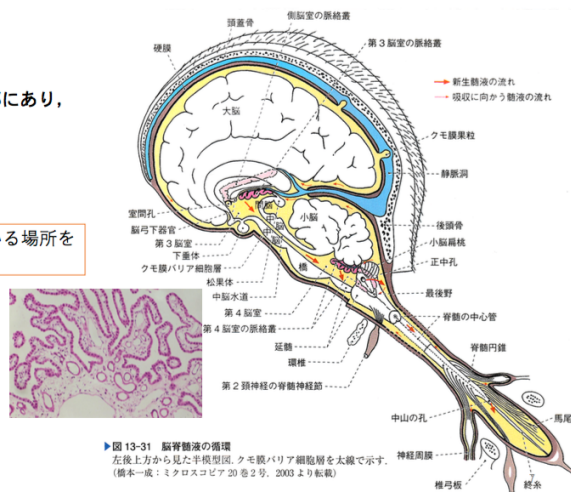
後下小腦動脈



クモ膜下腔

脳と脊髄は、それぞれ頭蓋骨と脊柱管の内部にあり、保護されている。さらに髄膜により保護される。硬膜と脳・脊髄の間と脳室、脊髄中心間は脳脊髄液で満たされている。

クモ膜下腔の特に広がっている場所を槽と呼ぶ



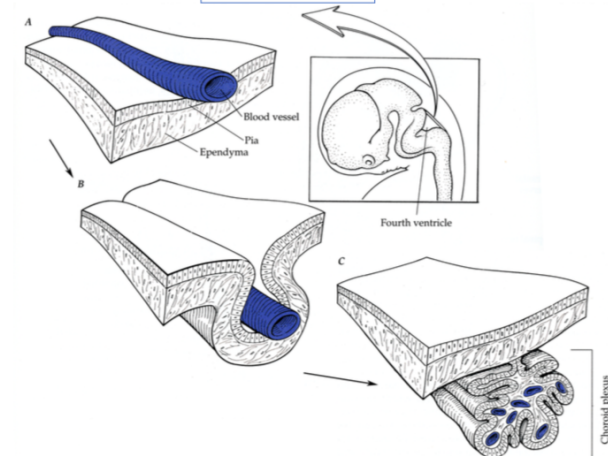
▶ 図 13-31 脳脊髄液の循環
左後上方から見た半模型図。クモ膜バリア細胞層を太線で示す。
(橋本一成：ミクروسコピア 20 巻 2 号，2003 より転載)

脈絡叢

脳脊髄液産生の場合

- ①側腦室脈絡叢
- ②第三腦室脈絡叢
- ③第四腦室脈絡叢

脈絡叢の発生



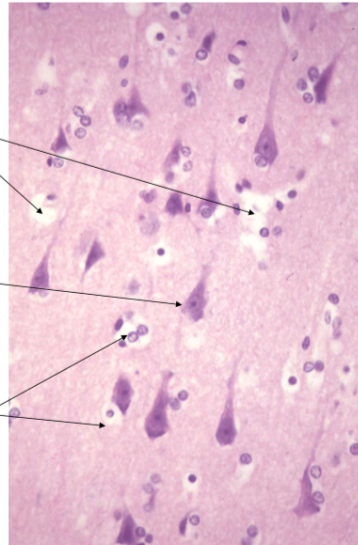
中枢神経系の構成

血管 blood vessel

神経細胞 neuron

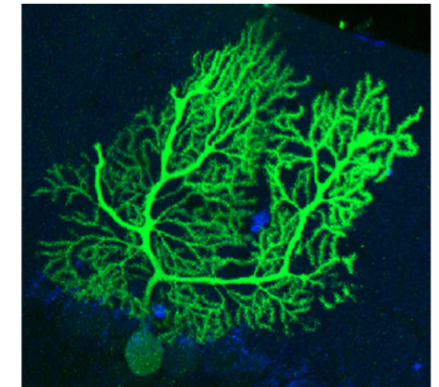
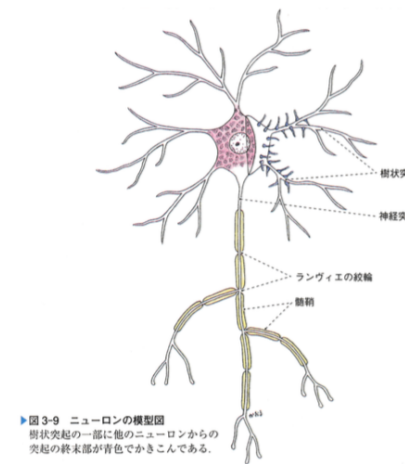
神経膠細胞 neuroglia

北大井上芳郎教授原図



9

ニューロンの模式図



小脳Purkinje細胞

10

Nissl染色による神経組織像

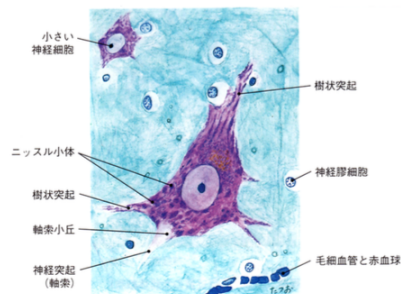
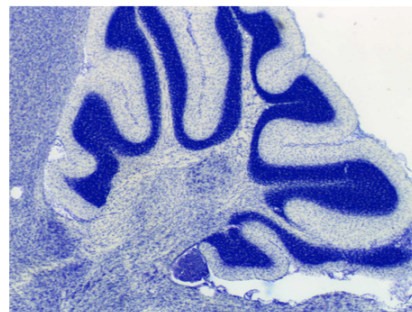


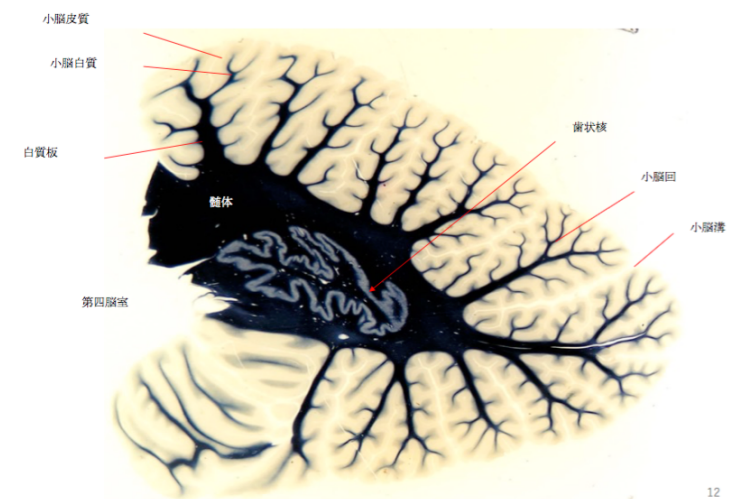
図 6-3 神経細胞 (ヒト、大脳皮質) (クリューヴァー-パレラ染色) (×500)
神経細胞の中のニッスル小体がタリシバイオレットという塩基性色素によって紫色に染まっている。神経突起にはニッスル小体が見とれない。



Nissl染色による小脳の像

11

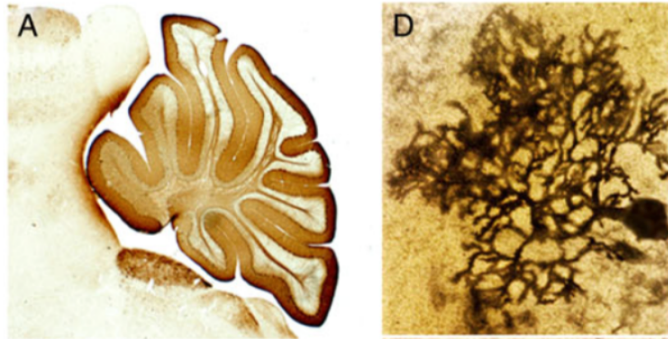
小脳



12

小脳のPurkinje細胞

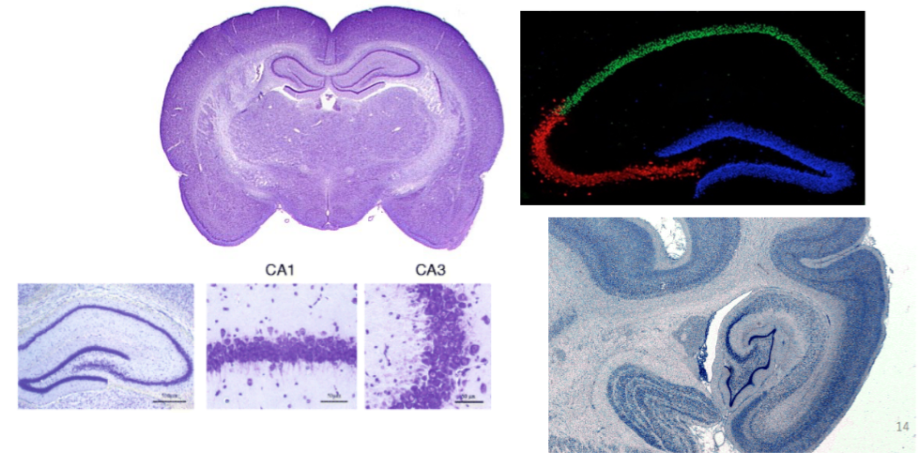
ゴルジ染色による



Imai et al., 2016

13

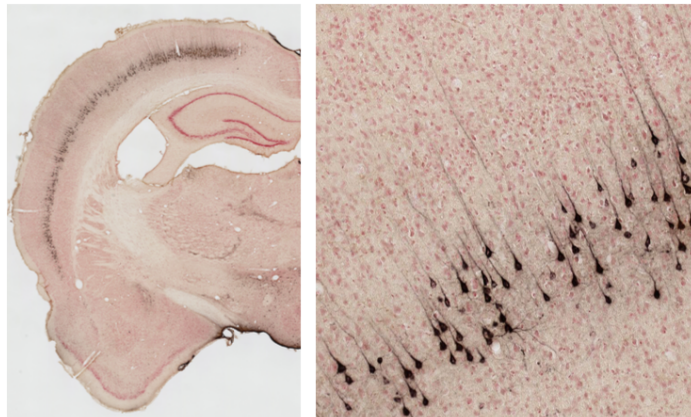
海馬体 Hippocampal formation



14

大脳皮質5層の錐体細胞

コレラトキシンBを脊髄に注入した神経回路標識による



勝山 & 大和田 2016

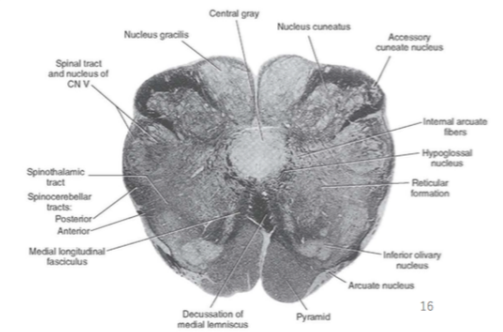
15

延髄の組織像 Klüver-Barrera染色



Upper (open) medulla

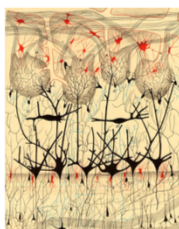
Lower (closed) medulla



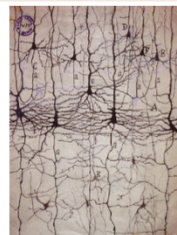
16

神経組織の形態

Camillo Golgi 1843-1926

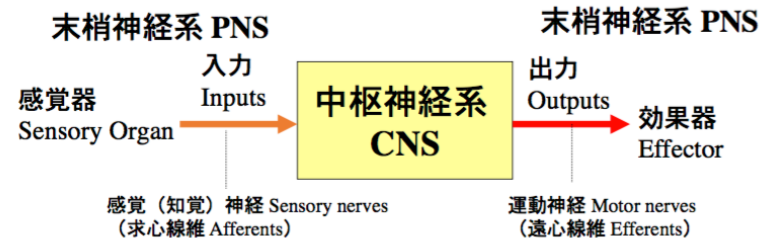


Ramon y Cajal 1852-1934



17

末梢神経系を知覚神経と運動神経に分ける



18

ニューロンの基本構造

- ① 細胞体 cell body or soma
 - a) 核 nucleus
 - b) 核周囲部 perikaryon
- ② 樹状突起 dendrites
- ③ 軸索 (突起) axon

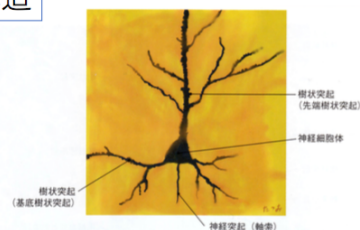


図 6-2 ゴルジの鍍銀染色で黒染された神経細胞 (ネコ、大脳皮質の大顆粒細胞)

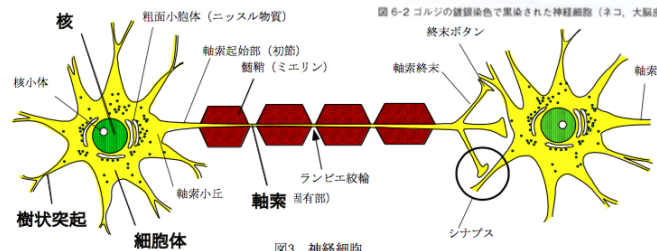
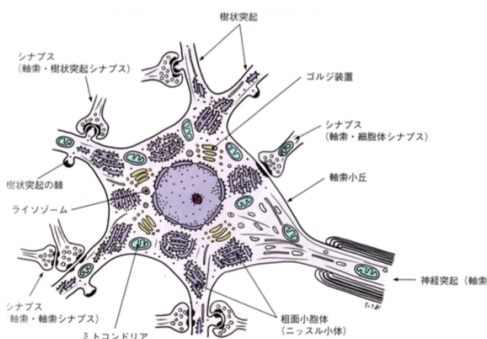


図3 神経細胞

19

ニューロンの細胞体 soma



6-5 神経細胞の微細構造を示す模型図
※図は形態のシナプス (92 頁) にも注意。

樹状突起 dendrites

■特徴

- 1) 複数
- 2) 二分岐を繰り返す
- 3) 次第に細くなる
- 4) 樹状突起棘
- 5) 髄鞘 (-)

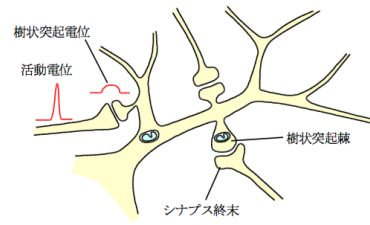
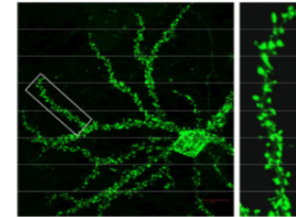


図0 樹状突起

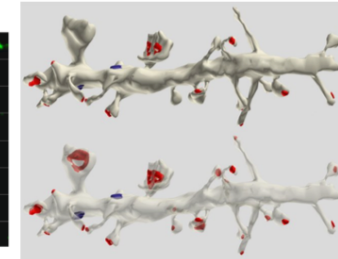


21

実際の樹状突起と樹状突起棘の形態



特定のタンパク質の検出による樹状突起棘の可視化



A segment of pyramidal cell dendrite from stratum radiatum (CA1) with thin, stubby, and mushroom-shaped spines. Spine synapses colored in red, stem (or shaft) synapses colored in blue.

<https://synapseweb.cim.utexas.edu/morphology-spines-synapse/>

22

跳躍伝導

跳躍伝導はニューロンの軸索を髄鞘が取り巻くことによる

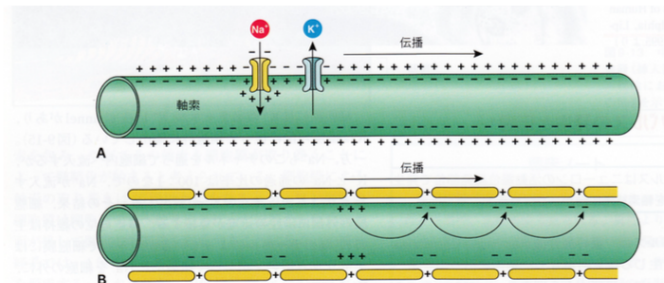


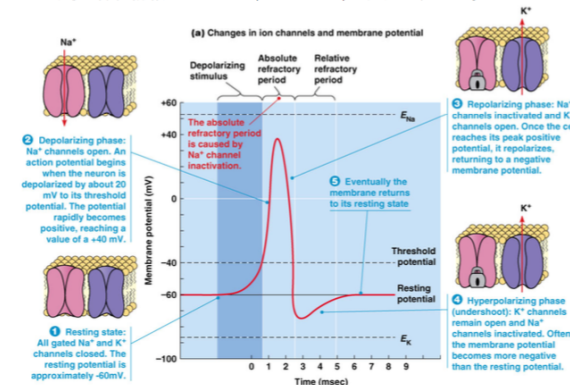
図9-16 無髄神経線維 (A) および有髄神経線維 (B) の軸索における活動電位の伝播の様子を示す模式図 (本文参照)。

髄鞘 = ミエリン

23

活動電位

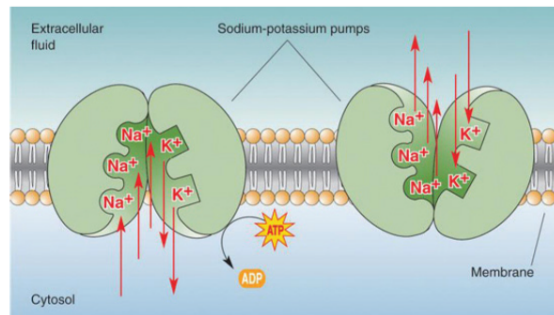
ニューロンでの活動電位の形成 (Na^+ , K^+ の細胞膜を介した移動の制御) 電気的な神経情報は全か無か (all or none) の法則で伝わる。



<http://www.mun.ca/biology/desmid/brian/BIOL2060/BIOL2060-13/CB13.html>

24

Na⁺-K⁺ ポンプ (Na⁺-K⁺ ATPase)

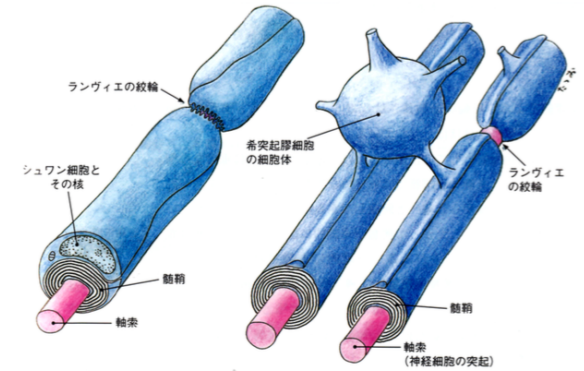


通常のイオン勾配を作るタンパク質 (Na⁺は細胞外に多く、K⁺は細胞内に多い)

ATPをエネルギー源にして
3つのナトリウムイオンと2つのカリウムイオンを交換

25

末梢神経系と中枢神経系の髄鞘の違い



抹消—シュワン細胞

中枢—オリゴデンドロサイト
(希突起膠細胞)

〈末梢神経の有髄神経線維〉

〈中枢神経の有髄神経線維〉

図 6-8 有髄神経線維の構造を示す立体模型図

末梢神経と中枢神経では髄鞘をつくる細胞が異なっていることに注意。

26

末梢の髄鞘 (シュワン細胞) の染色像

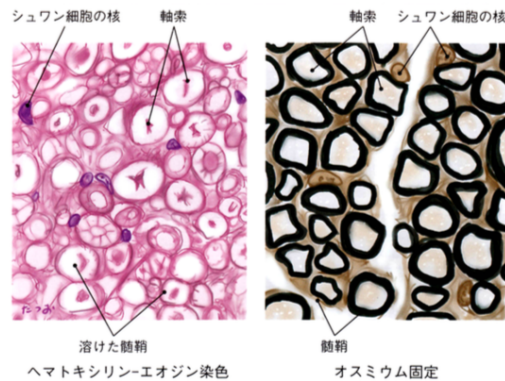


図 6-7 有髄神経線維の光学顕微鏡像 (×600)

27

髄鞘 myelin

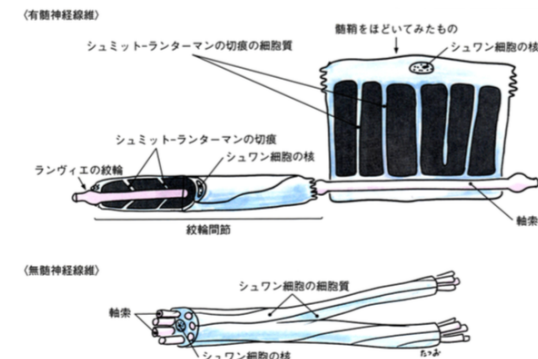
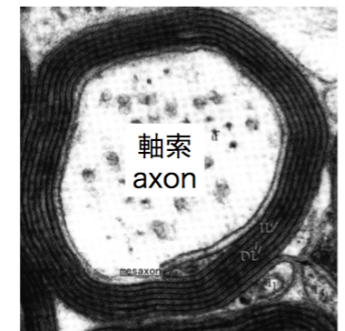


図 6-9 末梢神経の有髄神経線維と無髄神経線維の模型図

上図の有髄神経線維の右側は、シュワン細胞の髄鞘をほどいて示したものである。



28

有髄神経と無髄神経



図 6-10 末梢神経の有髄神経線維の透過電子顕微鏡写真（マウス、坐骨神経）

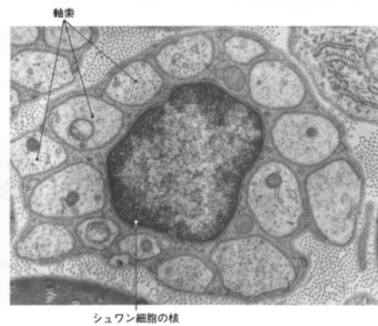


図 6-11 末梢神経の無髄神経線維の透過電子顕微鏡写真（マウス、坐骨神経）

軸索輸送

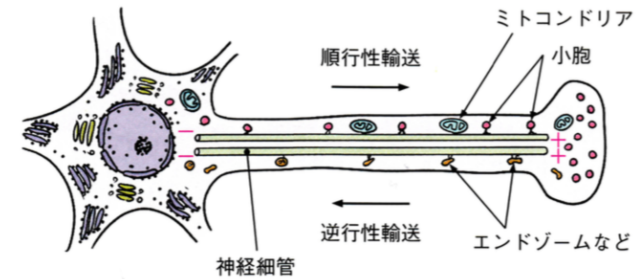
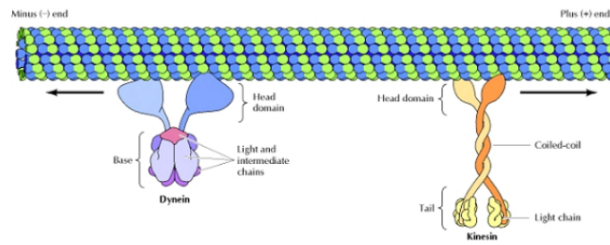


図 6-6 軸索輸送の概念図

30

微小管にモーターたんぱく質が結合し、特定の物質（たんぱく質、RNAなど）を運ぶ



<http://study.com/academy/lesson/microtubules-definition-functions-structure.html>

シナプス

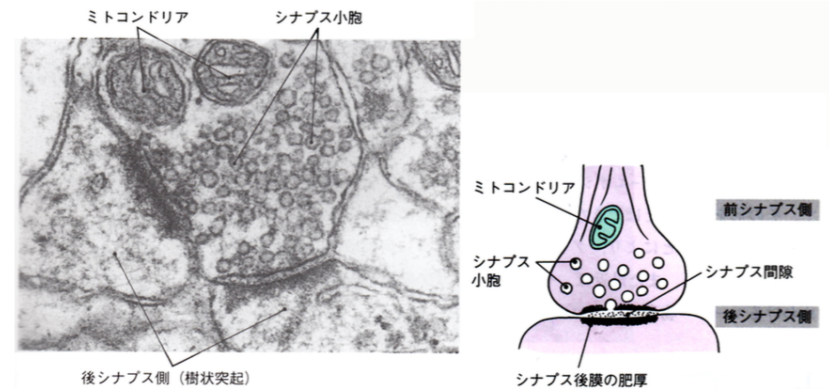


図 6-12 シナプスの透過電子顕微鏡写真（ラット、大脳皮質）と模型図

32

化学的シナプス

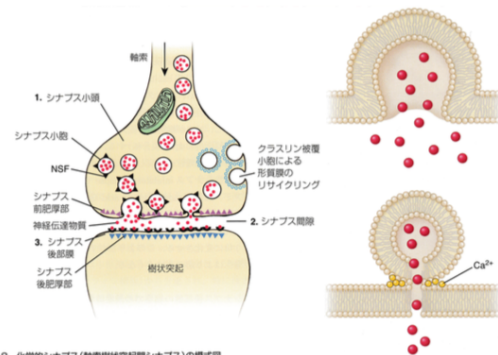


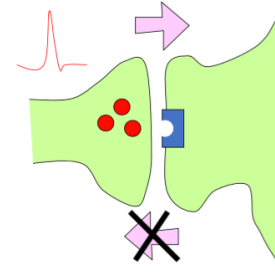
図 12.8 化学的シナプス(軸索樹状突起間シナプス)の模式図

この模式図は典型的なシナプスの3つの構成要素を示す。(1)シナプス小胞は軸索遠位端に存在し神経伝達物質の放出が起きる部分である。シナプス小胞の特徴は神経伝達物質を含むシナプス小胞が多数存在することである。シナプス小胞はその表面に NSF(N-エチルマレイミド-感受性因子)と呼ばれるタンパク質を含み、NSFは小胞の形成、ターゲティング、シナプス前部膜との融合に必要である。シナプス小胞の形成はクラスリン被覆小胞によるリサイクリングを起こす。(2)シナプス間隙は軸索側のシナプス小胞を樹状突起の細胞膜と隔てる。(3)樹状突起のシナプス後部膜は多くの場合シナプス後部膜を特徴的な構造として持ち、神経伝達物質に親和性を持つ受容体が存在する。a. シナプス小胞のシナプス前部膜への融合によって神経伝達物質の放出が起きるとする現在のモデルをあらわした図。b. ボロサイトスとよばれる機構によって神経伝達物質の放出が起きるとする新しいモデルをあらわした図。このモデルではシナプス小胞はシナプス前部膜につなぎ留められ Ca^{2+} チャンネルと対向した位置に存在する。 Ca^{2+} の存在により小胞とシナプス前部膜の脂質二重層が再編成されて直径 1 nm 程度の小孔が小胞の内腔とシナプス間隙をつなぐように形成されて伝達物質の放出が起きる。

33

シナプスの重要な特徴

- 1) 情報伝達の一方方向性
- 2) シナプスの性質を決めるのは神経伝達物質ではなく受容体の性質

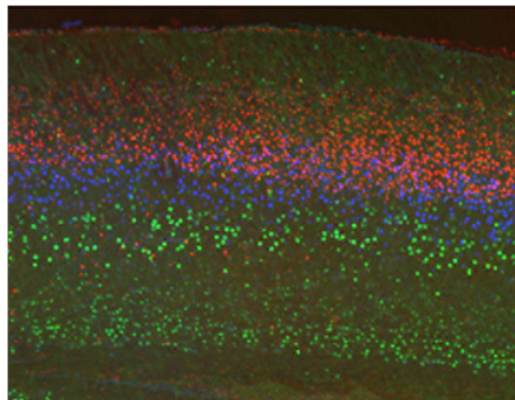
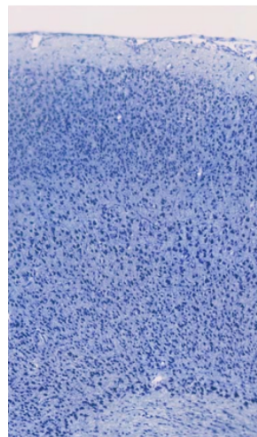


主な神経伝達物質

- A. 興奮性
アセチルコリン
グルタミン酸
- B. 抑制性
ガンマアミノ酪酸 GABA
グリシン

34

大脳皮質の層構造



35

中枢神経系の構成

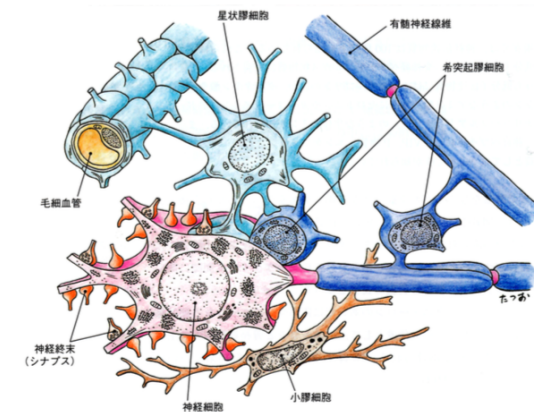


図 6-13 神経膠細胞と神経細胞および血管との関係を示す模式図

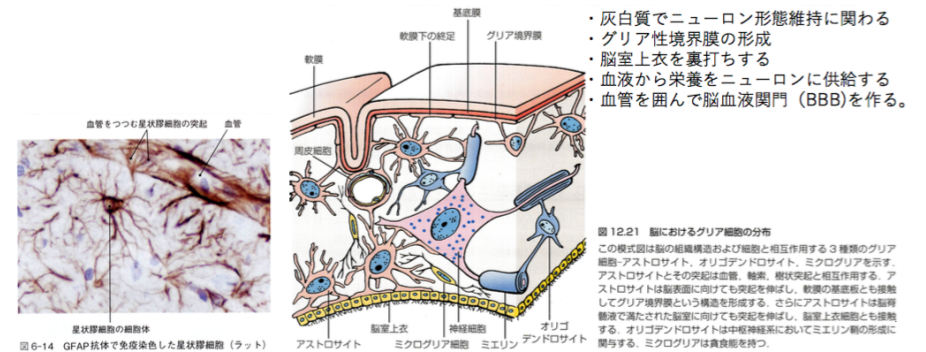
36

グリア細胞の種類

- 1) 星状膠細胞 Astrocytes
- 2) 稀突起膠細胞 Oligodendrocytes
(シュワン細胞) Schwann cells
- 3) 上衣細胞 Ependymal cells
- 4) 小膠細胞 Microglia

37

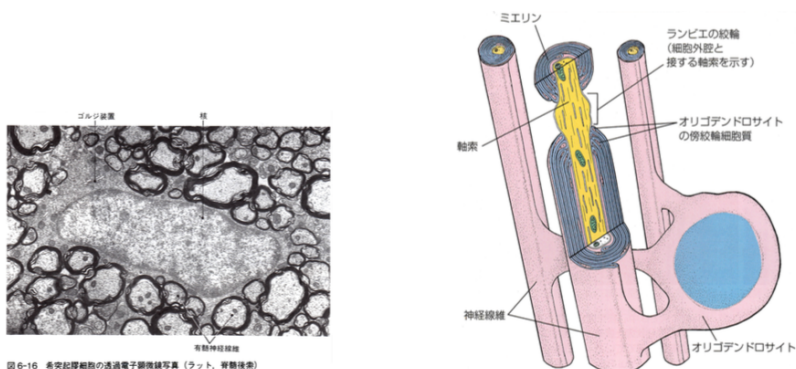
アストロサイト



もっとも大きなグリア細胞、GFAP陽性、ニューロン機能を助ける

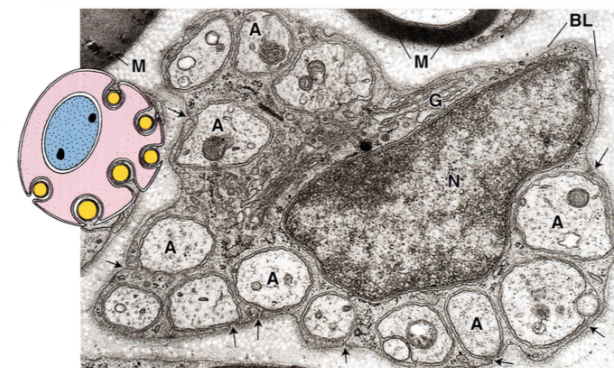
38

オリゴデンドロサイト



39

シュワン細胞は無髄神経繊維にも関わる



40

解剖学的に“神経”と呼ぶのは軸索の束（神経束）

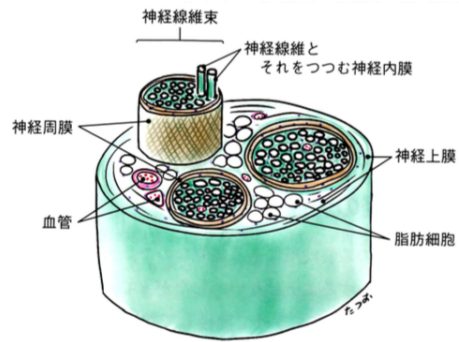


図 6-18 神経の被膜の模型図

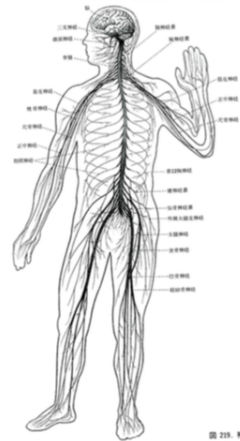


図 219 神経系の全図 41

ミクログリア細胞

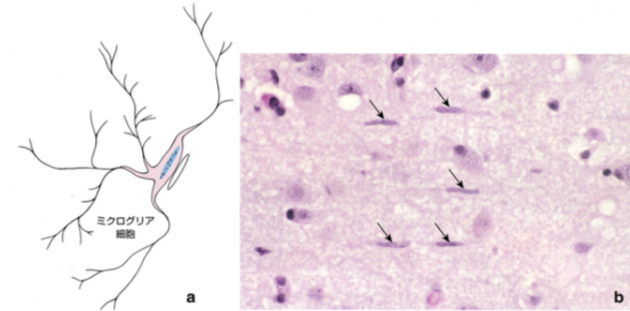


図 12-18 脳の灰白質に存在するミクログリア細胞

a. この模式図はミクログリア細胞の形態とその特徴を示す。細長い柄と細胞体から伸びる比較的少数の突起が特徴的である。b. 特徴的な細長い柄を持つミクログリア細胞(矢印)の顕微鏡写真。この標本はびまん性のミクログリア増殖を示したヒト脳に由来する。そのためミクログリア細胞は数が増え、通常の H&E 染色の標本でも容易に同定できる。

残渣物や障害産物に対する食作用、中胚葉（骨髄）由来と考えられている

上衣細胞 ependymal cell

脳室、脊髄中心管の表面を作る細胞

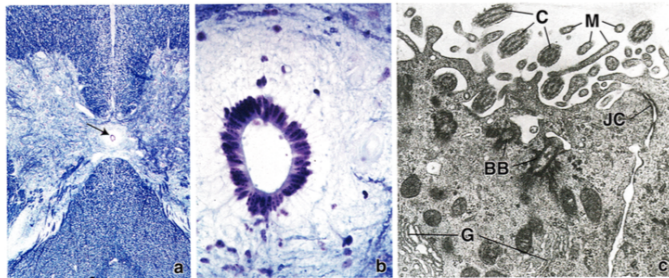


図 12-23 脊髄中心管を裏打ちする上衣細胞

a. トリイズンブルー染色を施した脊髄の中心部分の顕微鏡写真。矢印は中心管。20 倍。b. 強拡大では中心管を裏打ちする上衣細胞は 1 層の円柱状の細胞からなることが分かる。340 倍 (Dr. George D. Pappas の好意による)。c. 2 つの円柱状の上衣細胞の自由面を示す透過型電子顕微鏡。2 つの細胞は接合複合体 (JC) によってつながっており、中心管の内腔と基底面側の細胞間隙を隔てている。上衣細胞の自由面には絨毛 (C) や微絨毛 (M) がある。頂上部の細胞質には基底小体 (BB) やゴルジ装置 (G) もみえる。20,000 倍 (Dr. Paul Reier の好意による)。

上衣細胞 ependymal cell

上衣細胞は血管と入り混じって脈絡叢に分化する

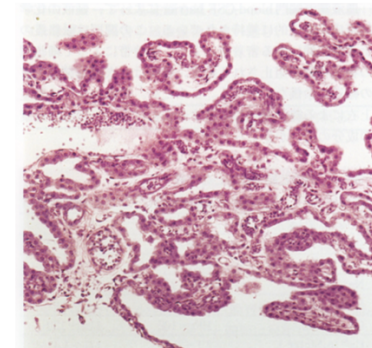


図 9-28 脈絡叢の光学顕微鏡写真 (× 250)。毛細血管と脈絡叢の単層立方上皮 (脳室上衣) が見える。