

C 神 経

1 神経系の構造と機能

(1) 神経細胞（ニューロン）の構造（図 2-33）

中枢神経系は 1 兆以上の神経細胞からなる。神経細胞は細胞体と長い 1 本の軸索よりなる。直径数十マイクロンの細胞体は多数の樹状突起を有する。軸索も末端で分かれ膨大部（シナプス小頭）を形成し、他のニューロンの細胞体、樹状突起と接触する。このニューロン接合部をシナプスという。シナプス小頭には顆粒または小胞があり、神経刺激により分泌される伝達物質が貯蔵されている。ニューロンには、軸索がミエリン鞘で覆われた有髄線維と、ミエリン鞘のない無髄線維の 2 種類存在する。ミエリン鞘はシュワン細胞膜で覆われているが、約 1 mm 間隔で幅約 1 μm のくびれがある。これをランヴィエ絞輪という。軸索の露出部位であるランヴィエ絞輪は、髄鞘を欠くため電気抵抗が低く、膜電流は絞輪の部分を跳躍伝導する。無髄線維はミエリン鞘を欠き、交感神経節後線維を含む。温度覚と痛覚は、侵害性のみを伝える。刺激伝導速度は有髄線維より遅い。

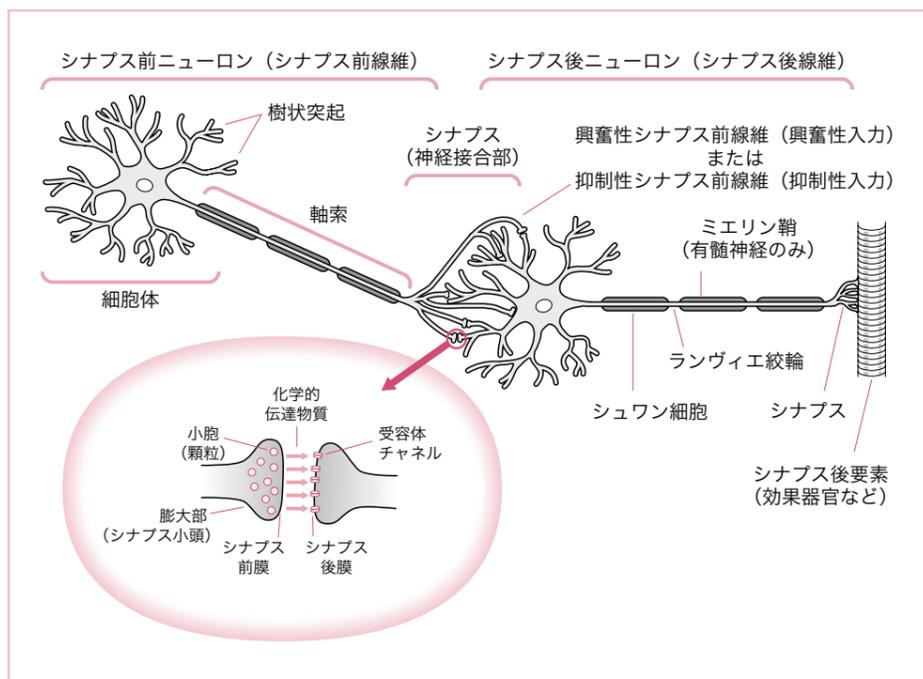


図 2-33 神経細胞とシナプス模式図

(2) 興奮と伝導

a 静止膜電位

静止時には、細胞内には K^+ が、細胞外には Na^+ が多く、細胞内は細胞外に対して陰性の電位（約 -70 mV ）をもつ。これを静止膜電位という。

軸索
axon

樹状突起
dendrite

ミエリン鞘
myelin sheath

有髄線維
myelinated fiber

無髄線維
non-myelinated fiber

ランヴィエ絞輪
Ranvier's node

跳躍伝導
saltatory conduction

コラム

信号伝達のしくみ

シナプス前ニューロンの軸索から 0 か 1 のデジタル信号が送信されると、シナプス小頭の Ca^{2+} 濃度が上昇し、小胞内の伝達物質がシナプス間隙に放出される。伝達物質はシナプス後ニューロンの受容体に結合し、イオンチャネルを開く。細胞体でこれらの入力情報が統合され、膜電位が閾値を超えると活動電位が発生し、次ニューロンに情報発信がなされる。

興奮性入力と抑制性入力

伝達物質とイオンチャネルの種類により、興奮性伝達が抑制性伝達かが決まる（表 2-1）。それらの伝達物質が放出されると 2 種類の電位を発生する。

- ① 興奮性シナプス後電位
EPSP ; excitatory post synaptic potential
興奮性入力を与えるシナプス前ニューロンによる脱分極。
- ② 抑制性シナプス後電位
IPSP ; inhibitory post synaptic potential
抑制性入力を与えるシナプス前ニューロンによる脱分極。

麻酔薬などは抑制性伝達を促進することが知られている。シナプス後膜は各種の入力を統合し、入力の総和がシナプス後膜を閾値まで脱分極すると活動電位が発生する。

b 活動電位（図 2-34）

細胞間の信号伝達は活動電位による電氣的興奮で行われる。活動電位が最初に起こす膜変化は脱分極である。膜が -70 mV から 15 mV 脱分極すると発火レベルに達し、そこから急激に $+35\text{ mV}$ までオーバーシュートする。次いで再分極が起こり静止膜電位に戻る。膜電位の急上昇と急下降をスパイク電位という。その後の下降部分を後脱分極、さらに下降した部分を後過分極という。活動電位の誘発は「全か無の法則」に従い、その機序は Na^+ と K^+ の膜に対する電導度の変化である。活動電位発生中には、 Na^+ に対する電導度が上がり、ナトリウムチャネルが開き、 Na^+ が細胞内に流れ込むことで脱分極する。やがて Na^+ 流入は止まり、次いで K^+ の電導度が増加し、カリウムチャネルが開き、 K^+ が細胞外へと流出し、膜電位は静止電位に戻る。

c シナプス伝導

シナプスは刺激が 1 つの細胞から別の細胞に伝達される部位である。シナプスには電氣的シナプスと化学的シナプスの 2 種類がある。

d 神経系の化学的伝達物質（表 2-1）

アセチルコリン、アミン類、アミノ酸などがある。

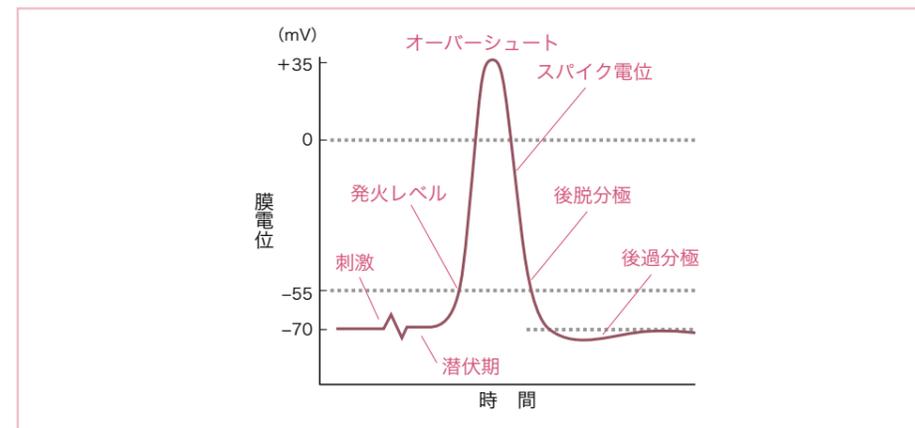


図 2-34 軸索における活動電位 (Ganong, W.F. : Review of Medical Physiology, 17th ed, Appleton & Lange, 1995)

表 2-1 神経伝達物質

神経伝達物質	興奮性神経伝達物質	抑制性神経伝達物質
アセチルコリン	自律神経節内、中枢神経系は興奮性伝達（ニコチン様作用）	副交感神経末端は抑制性伝達（ムスカリン様作用）
アミン類	ノルアドレナリン（脳幹、視床下部） セロトニン（脳幹 5HT3 受容体）	ドパミン（大脳基底核黒質） セロトニン（脊髄痛覚路）
アミノ酸類	グルタミン酸（大脳皮質）	グリシン（脳、脊髄） γ アミノ酪酸：GABA（延髄、小脳、基底核、大脳皮質）
神経ペプチド類	内因性オピオイドペプチド、P 物質（SP）、血管作動性小腸ペプチド（VIP）、コレシストキニン（CCK）、ニューロテンシン（NT）	

(3) 神経の分類や種類

a 神経系の基本的分類

神経系は基本的に図 2-35 のように分類される。

b 神経線維の太さと伝導速度による分類

神経線維は伝導速度や太さにより機能的に表 2-2 のように分類されている。

活動電位

action potential

脱分極

depolarization

コラム

全か無の法則

all or nothing response
刺激強度が閾値以下であれば活動電位は生じないが、刺激強度が閾値を超えると刺激の強さに関係なく一定の大きさの活動電位が誘発される。

電導度

conductance
電導度をコンダクタンスといひ、 mmho/cm^2 で表される。

コラム

電氣的シナプス

2 つの細胞間に直接電流が流れて情報が伝わる方式で、エファプス伝達または電気緊張性伝達という。肝細胞、心筋細胞、腸平滑筋細胞、硝子体上皮細胞がこの方式をもつ。

化学的シナプス

伝達物質の放出により情報が伝わる方式で、活動電流によりシナプス前ニューロンが伝達物質を放出し、シナプス間隙を拡散後、シナプス後膜の受容体に結合して情報を伝える。化学的シナプスは一方伝導性で、伝達物質の放出に約 0.5 msec の遅延を伴う。

コラム

ムスカリン様作用

副交感神経節後線維の効果器官におけるアセチルコリンの作用は抑制性で作用発現が遅く、毒キノコ成分のムスカリンの作用に似ている。おもに血圧低下、徐脈、気管支・子宮収縮、唾液・汗分泌促進、縮瞳、消化管運動促進などを起こす。

ニコチン様作用

神経接合部、自律神経節、中枢神経系におけるアセチルコリンの作用は興奮性で作用発現が速く、タバコ成分のニコチンの作用に似ている。おもに自律神経節の興奮、副腎髄質からのカテコールアミン放出などを起こす。