

第5章 細胞間のコミュニケーション

1. 細胞外からの可溶性分子によるシグナル伝達は、内分泌、パラ分泌、自己分泌シグナル伝達の三つに分類できる。この三つの細胞間シグナル伝達の違いを説明せよ。成長ホルモンは脳下垂体から分泌され、肝臓にある成長ホルモン受容体に働きかける。これは上の三つのどのシグナル伝達にあたるか。それはなぜか。

動物の場合、ある細胞から分泌されたシグナル伝達分子は近傍の細胞(パラ分泌)、遠方の細胞(内分泌)あるいはシグナルを出した細胞自身(自己分泌)に働きかける、距離によって3つのシグナル伝達に分類することが出来る。

内分泌シグナル伝達は、ホルモンとよばれるシグナル伝達物質が血液の流れなどを利用して離れた標的細胞に効果を及ぼす細胞間シグナル伝達であり、パラ分泌シグナル伝達は、放出されたシグナル伝達物質がごく近傍の標的細胞にだけ効果を及ぼす細胞間シグナル伝達である。自己分泌シグナル伝達: 自分自身が分泌した分子に应答し、効果を及ぼす細胞間シグナル伝達である。

成長ホルモンが脳下垂体から分泌され、肝臓にある成長ホルモン受容体に働きかけるのは、内分泌シグナル伝達である。

2. シナプスにおける興奮の伝達の仕組みを説明せよ。

シナプスには電気シナプスと化学シナプスの2つのタイプが存在する。電気シナプスは、ギャップ結合により細胞同士が結合されているシナプスであり、化学シナプスは細胞間の興奮の伝達が化学物質を介して行われているシナプスである。電気シナプスのほうが化学シナプスよりも興奮の伝達速度が速いが、以下には、脊椎動物で中心的な役割をはたしている化学シナプスについて記す。興奮を伝える側のシナプスで、神経伝達物質が H^+ と共役する対向輸送体によりシナプス小胞に輸送される。軸索を伝導されてきた活動電位がシナプス終末の電圧(膜電位)依存性 Ca^{2+} チャンネルを開口させ、シナプス内の Ca^{2+} イオン濃度の上昇がシナプス小胞と細胞膜の融合を誘起し、神経伝達物質が放出される。放出された神経伝達物質は、標的細胞のリガンド依存性受容体または膜電位依存性チャンネルを開口させる。その結果、興奮性の化学シナプスでは、流入した Na^+ が膜の局所的脱分極を誘起し、電圧依存性 Na^+ チャンネルが開き、活動電位発生し、標的細胞に興奮が伝達する。抑制性の化学シナプスでは、細胞膜の Cl^- チャンネルや K^+ チャンネルが開いて、膜電位を低下させることで、標的細胞に抑制性の興奮が伝達する。シナプスでのシグナル伝達は神経伝達物質の分解か再吸収によって終了する。多くの神経伝達物質は再吸収され、再利用されるが、アセチルコリンは再利用されず、アセチルコリンエステラーゼにより分解される。

3. ミエリン鞘が存在する有髄繊維とよばれる神経細胞の軸索での活動電位の伝導の機構を説明せよ。

ミエリン鞘は、グリア細胞が軸索のまわりを包むように巻いた結果できた特別な細胞膜の層であり、末梢神経系ではこのようなグリア細胞はシュワン細胞と呼ばれる。電圧依存性 Na^+ チャンネルがランビエ絞輪にしか存在しないので、活動電位に伴う Na^+ の流入は絞輪の部分だけで起こる。一つの絞輪で活動電位が発生すると、細胞内で過剰となった陽イオンはミエリン化された軸索膜から逃げられず、軸索に沿って速やかに拡散し、次の絞輪を脱分極させ、その絞輪に活動電位を発生させる。このように活動電位は絞輪から絞輪にジャンプするように伝わっていく。