

第一回

ヒトの体：多様な器官系によって構成

(運動器系、循環器系、神経系、内臓系、感覚器系、外皮系)

細胞の構成成分 (p4,5)

亜鉛；ビタミン C と共に吸収され味蕾を作る。どちらかが足りてないと味覚異常を引き起こす。

細胞の構成と機能

①核

②核小体

③粗面小胞体

④滑面小胞体

⑤ゴルジ体

⑥分泌小胞

例) 破骨細胞；HCl を含み骨を溶かす。

骨芽細胞；アルカリフォスファターゼを含み骨を形成する。

バランスが崩れると骨粗鬆症になる。エストロジアンで骨芽細胞を活性化させる。

⑦リソソーム

酸性加水分解酵素を持ちタンパク質を分解する。

この機能が低下するとタンパク質が貯まるアルツハイマー病に。

⑧ペルオキシソーム

膜の中で酸化酵素が (カタラーゼ、尿酸オキシターゼ) 過酸化水素を生成する。(有害だからこの分解酵素もある)

これにより中性脂肪 (脂肪酸) が β 酸化され、アセチル CoA としてクエン酸回路に入り、完全酸化された後 ATP 生産に使われる。(1 分子から 100ATP)

⑨ミトコンドリア (p10)

肝臓や筋肉に蓄えられたグリコーゲンから分解されたグルコースを分解し、ATP を生成する。(エネルギー産生)

母親由来の独自の DNA を持つ。

これに変異が入るとミトコンドリアの機能低下 (→肥満・糖尿病・脳症)

第二回

神経細胞 (p54,55)

プルキンエ細胞 (小脳)

錐体細胞 (大脳)

①細胞体、核 (CPU)

②樹状突起(input)

③軸索(output)

無髄神経

有髄神経

ミエリン：オリゴデンドログリア@中枢神経

シュワン細胞@末梢神経

ランビエ絞輪：Na チャネルが豊富に存在している。イオンの通過が妨げられている
ミエリンを跳び越すように活動電位が伝導していく。このため跳躍伝導の速度は速い。

神経細胞の活動電位 (p52)

刺激により Na イオンチャネルが開く脱分極が起きる。イオンの濃度勾配に従い Na イオンが流入するので、膜電位は上昇するが 40~50mV で止まる。同時に K イオンチャネルが開き K イオンが流出するので、上昇した膜電位が下がり Na イオンチャネルは閉じる。このような活動電位の働きに加えて、リーク K イオンチャネルにより静止膜電位は K イオン選択性膜とほぼ同じ電位。逆にイオンを能動輸送するのが ATPase である。

要はATPの分解エネルギーによってATPaseが働き神経細胞に刺激が伝わっていく、というシステムが存在する。ちなみに Na イオンチャネルは一旦閉じると再び静止膜電位が形成されるまで開かない (不応期)。このため神経の伝達は両方向には行くが戻ることはない。

シナプス

- ①棘突起；伝達をコントロール。記憶をすると大きくなる。
 - ②細胞体
 - ③樹状突起
- に存在する。

シナプス前細胞、シナプス後細胞

化学シナプス（シナプスとシナプスの間が空いている）

速い精密な伝達；イオンチャネル共役型受容体

神経伝達物質：（記憶に関わる）グルタミン酸・AMPA・NMDA・カイニン酸

遅い調節的な伝達；① 3 量体 G タンパク質（共役型受容体）

②酵素共役体

神経伝達物質：（気分に関わる）ドーパミン・セロトニン

化学シナプスは

興奮性シナプス；脱分極性のシナプス後電位を起こす。

神経伝達物質：グルタミン酸・セロトニン・ノルアドレナリン・アセチルコリン

抑制性シナプス；過分極性のシナプス後電位を起こす。（リラックス）

神経伝達物質：GABA・ATP（が出ないとてんかんに）

の二つに分類される。

電気シナプス（間が空いてない、イオンの通る穴が空いているギャップ結合、伝達速い）

活動電位が発生すると。チャネルより Na、Ca イオンが流入する。するとシナプス小胞が細胞膜と結合して神経伝達物質を放出する。それがシナプス後の受容体に結合すると Na イオンが流入、活動電位が発生する。

フグ毒は Na イオンチャネルをブロック

破傷風菌はシナプス小胞と細胞膜が結合するのをブロック

第三回

視覚

視細胞

杆体細胞 1 種類 光センサー

錐体細胞 3 種類 色（赤青緑）の識別

色覚異常；緑、赤を感じる錐体細胞のタンパク質合成の DNA 欠損。緑赤の錐体細胞の DNA は X 染色体状に存在するので X 染色体の一本少ない男性に多く発症。

神経節細胞

情報の流れ

杆体、錐体細胞→双極細胞→神経節細胞（情報の統合）→脳

①ON 細胞

網膜上で錐体細胞が集まった

中心部に光があたる→活動電位上がる

周辺部に光があたる→活動電位下がる

→光刺激のコントラスト（明暗）に

②OFF 細胞

応答する

中心部に光があたる→活動電位下がる

周辺部に光があたる→活動電位上がる

色の識別

黄青型 黄錐体細胞 青錐体細胞 で感知される

赤緑型 赤錐体細胞 緑錐体細胞 で感知される

赤い光→赤錐体細胞→赤緑神経節細胞（赤が OFF という前提で感知される）→脳「赤」

黄色い光→黄錐体細胞→黄青神経節細胞（黄が OFF という前提で感知される）→脳「黄」

黄＝赤＋緑 赤緑神経節に+と-の信号がいくため打ち消し合う。

光エネルギーに反応して

杆体細胞では光受容タンパク質であるロドプシン（オプシン（タンパク質）と
レチナール（ビタミンA誘導体、不足するとトリ目に）から成る）が構造変化する。

錐体細胞では光受容タンパク質であるフォトプシン（オプシンとレチナールから成る）
が構造変化する。フォトプシンⅠ→青、Ⅱ→緑、Ⅲ→赤 に反応。

杆体細胞に光があたると

→ロドプシンの構造変化

→G タンパク質が乖離、ホスホジエステラーゼ（cGMP 分解酵素）に結合して活性化

→cGMP を 5'GMP に変換、cGMP 作動性のナトリウムイオンチャネルが閉じる

→過分極（活動電位が下がる）により光受容性のシグナルを伝達

植物の光の感知

青に反応するバクテリオロドプシンはプロトン（を細胞外に能動輸送する）輸送体

青に反応するチャネルロドプシンは陽イオン輸送体

黄に反応するハロロドプシンは陰イオン輸送体

これらを動物の神経節細胞に入れば ON/OFF に応答させることができる。

ヒトへの応用として網膜色素変性症、加齢黄斑変性症の治療が期待される。

チャネルロドプシン2を発現させることで神経節細胞を光受容体にする。

お酒と失明

網膜にはレチノールをレチナールに酸化するためのアルコール脱水素酵素が豊富に
存在する。他にもアルコールの脱水はエタノールからアセトアルデヒド、メタノールから
ホルムアルデヒドでも起こる。そのため、メタノールを飲んだ場合には、網膜でホルム
アルデヒドが大量に作られ、ホルムアルデヒドの毒性で視細胞が死に、失明すること
になる。ただしエタノールの代謝速度はメタノールより速いので、エタノールを後で飲め
ばメタノールは脱水する前に排出され問題ない。

視覚異常と薬

アセチルコリンが血管内皮に作用すると血管内皮にてアルギニンから窒素ガスが発生
→平滑筋に窒素ガスがいきグアニル酸シクラーゼを活性化
→グアニル酸シクラーゼにより $GTP \rightarrow cGMP$ に変換される
→平滑筋内の Ca イオンが放出されて平滑筋が弛緩。血液がたまる。

逆にホスホジエステラーゼにより $cGMP \rightarrow 5'GMP$ に分解されるが、バイアグラがこれを阻害する。

Column ————— 花粉症 —————

生物の個体維持機能の一つにホメオスタシス（恒常性）の維持がある。これが破綻した時、疾患や病気にかかる。その一例が花粉症である。発症機序は以下の通り。鼻の粘膜において花粉のコアタンパク質が溶かされ、抗原成分を持った花粉タンパクが体内に入る。異物としてマクロファージに捕食され抗原提示のシグナルが T リンパ球にいくと、そのまま B リンパ球に情報伝達され抗体（IgE）が産生される。IgE が皮膚直下の血液中の肥満細胞に結合することでヒスタミン、ブラジキニン、プロスタグランジンが放出される。

ヒスタミンは血圧降下、平滑筋収縮、血管拡張、分泌促進などを引き起こし、ヒスタミンの効果を止めれば花粉症が抑えられる。この場合ヒスタミン（鍵）に対する鍵穴には平滑筋、血管、脳にある H1 受容体、消化管にある H2 受容体、脳にある H3 受容体、胸腺、脾臓にある H4 受容体などが存在する。これらの受容体をブロックする抗ヒスタミン薬が治療に用いられている。ただし花粉症アレルギーを止める H1 受容体ブロッカーは脳にも作用するので眠気を伴う。

第四回

聴覚

基底膜；高音を感知する狭くて硬い部分 低音を感知する先端部の広く柔らかい部分
外有毛細胞；感度、周波数応答性に関与。

プレスチン（タンパク質）により受け取った波長を増幅するように収縮。

内有毛細胞→蝸牛神経核→脳→外有毛細胞（増幅）→内有毛細胞

内有毛細胞；音を聴くことに関与。内有毛細胞の先はティップリンクによりつながれていて、さらに陽イオンチャネルにつながれている。左右に動くことでチャネルが開閉して膜電位を発生させる。刺激しすぎてティップリンクが切れ耳が聴こえなくなることもある。

耳の音響反射

耳に音を入れると中でこだまする。電話は左右の耳で音がひずまないように自分の声も受話器から聞こえるように設計されている。しかし、周囲の騒音も合わせて聞こえてくるので送話口を手でふさぐとよく聞こえるようになる。

皮膚感覚

感覚	受容器	受容野	順応速度
皮膚の変形	メルケル受容体	小	遅
皮膚の伸長	ルフィニー小体	大	遅
指・手・足	マイスナー小体	小	速
圧力	パチニー小体	大	速

TRP チャネル	温度変化により開閉	受容体タンパク質
TRP V1	~43℃	カプサイシン、アナンタンド
TRP M8	25~28℃	メントール、イチリン
TRP A1	17℃	ワサビ、マスタード、シナモン、大根

感覚受容器 侵害受容器にて皮膚で受け取った刺激のエネルギーは電気エネルギーに変換され脊髄を經由して脳や内臓にいく。この伝達に関わる Na イオン x1.7 (Na チャネル) が変異すると痛みを感じない。また、内臓と神経はつながっているため関連痛が引き起こされる。

味覚

甘味とうま味の受容体はそれぞれ TIR2 TIR3、TIR1 TIR3 から成っている。視細胞と同様に G タンパクと連結して情報伝達を行う。また、ヒトは TIR2 に変異があるため。人工甘味料を甘いと感じる。

嗅覚

におい分子は少なくとも 1 種類の嗅覚受容体と結合することで感知される。すると嗅覚細胞から G タンパクが離れ cAMP が増加。脱分極が起こり脳に情報が伝達される。この時、測頭葉ではパターン化された細胞の活動が起こり情報が符号化されている。

おまけ (2012 年度夏学期期末試験問題)

① 長期記憶増強に関する問題 (記述)

→マウスの記憶を良くするにはどうすればよいか

② i 杆体細胞に関する問題 (穴埋め)

ii インスリンの分泌に関する問題 (記述)

→①メカニズム②実際の働きについて述べよ

③薬物依存に関する問題 (穴埋め)

→神経とそれに働く抗うつ剤について

※うる覚えなので (一年前) 間違っても悪しからず