

体内環境と体外環境～からだの「内」と「外」、**「内」は液体でヒタヒタ**

目的

- 体内環境と体外環境の違いがわかる。
- 体液の組成とその循環の概要を説明することができる。
- 体内環境に関する理解を基にして、体液の関連するヒトの生命現象について考察することができる。

基礎的内容の理解

課題1 体内環境とは？

課題2 血液の成分は何か？

課題3 組織液の成分は何か？

課題4 酸素解離曲線からどのようにして「組織で渡される酸素」の量がわかる？

課題5 血液凝固のしくみは？

単元の「幹」となる問い

課題6 多細胞生物の一つ一つの細胞に「快適な環境」が提供されるために、循環系、呼吸系、消化系、排出系がどのような役割を果たしているか？

課題7 血しょうに含まれるグルコースの量や、血しょうの温度・pHをほぼ一定に保つことは、細胞の活動にとってどのような意味を持つか？

課題8 酸素解離曲線がS字型になっていることはどのような点で都合がよい？（直線のグラフと比べるとどうか？）

ヒトの生物学

課題9 血液、リンパ液は間に組織液をはさんで体内を循環している。血液、リンパ液を循環させているのはどのような力か、それぞれ考察せよ（血液循環は心臓だけで十分か？）。

課題10 「体内環境をほぼ一定に保つ」こと具体例として、体温の調節（＝体液の温度の調節）はどのように行われているか、暑い時、寒い時に分けてそれぞれ考察せよ。

課題11 輸血用の血液では血液凝固を防止する必要がある。どうすればよいか考察せよ。また、血友病という血液凝固がうまくいかない疾患がある。この原因と治療法を考察せよ。

確認しておきたい用語

体液 体内環境 恒常性（ホメオスタシス） 循環系 呼吸系 消化系 排出系 血液 組織液
リンパ液 赤血球 白血球 血小板 血しょう 毛細血管 リンパ液 リンパ管 動脈 静脈
閉鎖血管系 開放血管系 左心房 左心室 右心房 右心室 大動脈 大静脈 肺動脈 肺静脈
肝門脈 体循環 肺循環 ヘモグロビン 酸素ヘモグロビン 血液凝固 血ぺい
プロトロンビン トロンビン フィブリノーゲン フィブリン 線溶（フィブリン溶解） 梗塞

授業を通じて成長したい人のための発展課題

発展課題 1

体に関係する様々な「液体」を「体内」にあるものと「体外」にあるものに区分せよ。また、もし体外だった場合には、どこでどのようにして「体内」から「体外」に移行したか説明せよ。

血液 組織液 リンパ液 だ液 汗 鼻水 涙 胃液 すい液 腸液 胆汁 尿

発展課題 2

リンパ液の循環は滞ることがある。

- ①これはなぜか、考えられる原因を考察せよ。
- ②リンパ液の流れが滞るとどのような症状が現れるか考察せよ。
- ③どうすれば②の症状を解消できるか、考えられる対処法を考察せよ。

発展課題 3

血しょうに含まれるナトリウムイオンの濃度をほぼ一定に保つことは、細胞の活動にとってどのような意味を持つか考察せよ。

発展課題 4

なぜ流れる血液はふだんは凝固しないのか？また、もし凝固がおきてほしくないところで凝固が起きた場合、どのようにして対応しているか？

発展課題 5

以下の手順に従って、自分の体内に存在する赤血球の総数を求めよ。

- ①血液 1 リットルに含まれる赤血球の数を計算せよ。
- ②体重の $\frac{1}{3}$ が血液と言われている。自分の体内の血液量を求めよ（比重は水と同じとして計算せよ）
- ③自分の体内に存在する赤血球の総数を求めよ。

肝臓と腎臓～血液検査、尿検査で何がわかるか？

目的

- 体内環境の維持に肝臓と腎臓が重要な役割を果たしていることがわかる。
- 肝臓と腎臓がどのように体液を調節しているか説明することができる。
- 肝臓や腎臓に関する理解を基にして、血液検査や尿検査の結果の意味を考察することができる。

基礎的内容の理解

課題1 腎臓でのろ過と再吸収とは？

課題2 腎臓での様々な物質の再吸収率、濃縮率はどのように計算される？

課題3 肝臓につながる血管と胆管は肝小葉の構造ではどこに位置し、どのような液体がどのように流れている？

課題4 肝臓で合成される物質、分解される物質にはどのようなものがある？

課題5 海水魚と淡水魚での塩分濃度の調節はどのように行われている？

単元の「幹」となる問い

課題6 肝臓と腎臓では体液の調節に関してどのように役割分担が行われているか？

課題7 腎臓と肝臓の成人での平均重量は、それぞれ、100～150 g、1000～1500 g 程度である。これらに血液の約 20%、約 30%が流れ込むことの意義は？

ヒトの生物学

課題8 腎臓における尿生成は体液の「量」と「成分」の調節に重要な役割を果たしている。以下の①、②の場合、つくられる尿の量や成分にどのような変化があると考えられるか説明せよ。

- ①夏の暑い日に2 Lのジュースを一気に飲んだとき
- ②夏の暑い日にあまり水分補給をせずに大量の汗をかいたとき

課題9 血液検査や尿検査で肝臓や腎臓の異常がわかる。以下のような症状が見られた場合、肝臓もしくは腎臓でどのようなことが起こっていると考えられるか説明せよ。

- ①血中の γ -G T Pの値が正常値よりもかなり高い
- ②尿タンパクの値が正常値よりもかなり高い
- ③尿中に含まれるグルコースが正常値よりもかなり高い

注) γ -G T Pは、肝臓に多く存在する酵素で、肝臓の解毒作用に関係している。通常は細胞内にしか存在しないため、血液中には量が少ない。

確認しておきたい用語

腎臓 肝臓 輸尿管 ナトリウムポンプ 能動輸送 皮質 髓質 腎う 腎動脈 腎静脈
腎小体 ボーマンのう 糸球体 細尿管 集合管 ネフロン (腎単位) ろ過 原尿 尿 再吸収
肝門脈 肝小葉 胆管 胆汁 肝動脈 肝静脈 血糖 グルコース グリコーゲン 尿素
ビリルビン 胆のう

授業を通じて成長したい人のための発展課題

発展課題 1

腎臓での「大量ろ過・大量再吸収」システムは、無駄であるように感じられるが、なぜ必要なのか考察せよ (もし少量ろ過・少量再吸収だとどんな不都合が考えられる?)。

発展課題 2

腎臓では、「ろ過」により、大きさの小さい物質は一度すべて通した上で、必要なものだけを「再吸収」するシステムを採用している。「不要なものを捨てる」という役割に特化して考えれば、「不要なものだけを選択的に通して捨てる」方が二度手間がなく合理的に思える。わざわざ二度手間と思えるような「ろ過」と「再吸収」のシステムには、不要物を選択して捨てるシステムに比べてどのような利点があるか考察せよ。

発展課題 3

海水生硬骨魚類は、体液と等濃度の尿を少量排出する。余分な塩分を積極的に排出するのであれば体液より高濃度の尿を排出した方が効率がよいように思えるが、これは、高濃度の尿を作ることができないのか、それともあえて作らないのか、考察せよ。

発展課題 4

消化・吸収したものは肝脈を通過して肝臓を経由した後に心臓に送られ、その後全身に送られる。消化・吸収したものが静脈を経由してダイレクトに心臓に送られるよりも肝臓を一度経由した方がよい理由を考察せよ。

発展課題 5

なぜアルコールの飲みすぎが肝硬変や肝がんにつながるのか考察せよ。

発展課題 6

アンモニアは、「アンモニア→尿素→尿酸」のように代謝される。しかし、特に必要がなければ、これらの代謝経路を持たない生物もいる。以下について考察せよ。

- ①魚類は、「アンモニア→尿素」の代謝を積極的に行わない。なぜこの代謝を行う必要がないのか?
- ②両生類は、「アンモニア→尿素」の代謝を積極的に行う。なぜこの代謝を行う必要があるのか?
- ③は虫類や鳥類は、「アンモニア→尿素」だけでなく、「尿素→尿酸」の代謝を行う。なぜこの代謝を行う必要があるのか?
- ④哺乳類は、「尿素→尿酸」の代謝を行わない。なぜこの代謝を行う必要がないのか?

発展課題 7

ヒトは、体内に尿酸が増えることで「痛風」になることがある。これは、尿酸代謝のための酵素を持たないためである。しかし、哺乳類にも尿酸代謝のための酵素を持つものもあり、ヒトを含む一部の霊長類は、進化の過程で、積極的に尿酸代謝のための酵素を失ったと推測されている。尿酸代謝のための酵素を失うことにどのような利点があったか考察せよ (もし尿酸代謝のための酵素を失わなければ「痛風」にならずにすんだかもしれないのに・・・)。

自律神経系と内分泌系～「じっくり全身」、「素早く局所」で無意識に調節

目的

- 体内環境の維持にホルモンと自律神経による無意識の調節が重要であることがわかる。
- ホルモンと自律神経による調節の特徴について説明することができる。
- 情報伝達に関する理解を基にして、糖尿病などの身近な疾患について考察することができる。

基礎的内容の理解

- 課題1 交感神経と副交感神経の主なはたらきは？それぞれの役割の違いは？（どこに分布して、どんな作用を示す？）
- 課題2 ホルモンは全身に運ばれるのに、なぜ標的細胞のみに作用する？
- 課題3 フィードバック調節とはどのような調節か？
- 課題4 血糖濃度はどのように調節されているか？

単元の「幹」となる問い

- 課題5 神経系と内分泌系の共通点と相違点は？全身性の異なるシステムを持つ意義は？
- 課題6 肝細胞は、血糖値が上昇したときにはインスリンに対して応答し、血糖値が下降した際にはグルカゴンに対して応答できる。同じ細胞でありながら、複数のホルモンに対して応答できるのはなぜか？

ヒトの生物学

- 課題7 自律神経の働きが異常になるとどのような症状が現れ、何が原因で自律神経に影響が出るか考察せよ。
- 課題8 I型糖尿病とII型糖尿病の違いを説明せよ。また、治療のためのアプローチとしてどのような方法が考えられるか考察せよ（同じようなアプローチでよいか？それとも違ったアプローチが必要か？）。
- 課題9 「脳死」判定を行う際、間脳などそれぞれの脳の部位の機能が失われていることはどのようにすれば確認できるか考察せよ。

確認しておきたい用語

自律神経系 交感神経 副交感神経 中枢神経系 末梢神経系 神経伝達物質
ノルアドレナリン アセチルコリン ペースメーカー（洞房結節） 自動性 ホルモン 内分泌線
間脳視床下部 脳下垂体 前葉 後葉 甲状腺 副甲状腺 副腎髄質 副腎皮質
すい臓ランゲルハンス島 A細胞 B細胞 放出ホルモン 成長ホルモン 甲状腺刺激ホルモン
副腎皮質刺激ホルモン パソプレシン チロキシン パラトルモン アドレナリン
糖質コルチコイド 鉱質コルチコイド インスリン グルカゴン 標的細胞 受容体
神経分泌細胞 フィードバック 負のフィードバック 糖尿病

授業を通じて成長したい人のための発展課題

発展課題 1

血糖値はなぜ高すぎても低すぎてもよくないのか考察せよ。

発展課題 2

ヒトでは血糖値を上げるホルモンは複数存在するが、血糖値を下げるホルモンはインスリンのみである。これはなぜか考察せよ（進化の過程でなぜ血糖値を下げるホルモンを複数獲得しなかったのか？）

発展課題 3

交感神経がはたらく状況であっても、顔が青ざめたり、赤くなったり違いがみられることがある。同じ交感神経がはたらくのであれば同じ作用が出そうだが、なぜこのような違いがみられるか考察せよ。

発展課題 4

「オキシトシン」というホルモンは、脳下垂体後葉でつくられる。このホルモンは、出産の際子宮の筋肉を収縮させるはたらきがある。しかし、出産後は子宮に対してははたらかず、乳腺の筋肉を収縮させて、乳汁を排出させる働きを持つ（赤ちゃんが乳を飲もうとするときにだけ乳汁を分泌できる）。このように、同じホルモンでありながら、時期によって違う細胞に対して異なる働きができるのはなぜか、「受容体」という語句を用いて簡単に説明せよ。

発展課題 5

ホルモンや神経伝達物質などの情報伝達物質が受容体と結合している時間の長さや、体内での「寿命」はどのようなものだと考えられるか（ヒント：もしも、情報伝達物質が受容体といつまでもくっついていたら？もしも情報伝達物質がいつまでも分解しなかったら？）

発展課題 6

I型糖尿病とII型糖尿病では、治療のためのアプローチとしてどのような方法が考えられるか考察せよ（同じようなアプローチでよいか？それとも違ったアプローチが必要か？）。

免疫のシステム～見分けて、伝えて、やっつける

目的

- 自然免疫と適応免疫のそれぞれの特徴がわかる。
- 免疫系の異常による疾患や免疫の医療への応用例について説明することができる。
- 免疫に関する理解を基にして、健康な生活や疾患に対する適切な対応について考察することができる。

基礎的内容の理解

課題1 自然免疫とはどのようなものか？

課題2 適応免疫（獲得免疫）とはどのようなものか？

課題3 「一度かかった病気にかかりにくい」のはなぜか？

課題4 免疫力の低下や免疫の異常反応に関係する疾患にはどのようなものがあるか？

課題5 免疫の医療への応用にはどのようなものがあるか？

単元の「幹」となる問い

課題6 免疫反応では、なぜ自己の細胞を攻撃することがないのか？

課題7 細胞性免疫と体液性免疫のそれぞれで、「見分けて」「伝えて」「やっつける」に対応するプロセスは、どの細胞がどのように行っているか？

課題8 自然免疫と適応免疫（獲得免疫）という2つのしくみを持つことにどのような利点があるか？（片方だけで困ることはあるか？）

ヒトの生物学

課題9 抗生物質は、どのような疾患に対して有効か説明せよ。それをふまえて、一般的な風邪のときに飲む風邪薬と抗生物質にはどのような意味があるか考察せよ。

課題10 なぜインフルエンザの予防接種毎年する必要があるのか考察せよ。また、予防接種をしてもインフルエンザを発症してしまうことがあるのはなぜか考察せよ。

確認しておきたい用語

免疫 物理的・化学的防御 自然免疫 適応免疫（獲得免疫） 皮膚 表皮 真皮 角質層 粘膜
リゾチーム 食作用 食細胞 好中球 マクロファージ 樹状細胞 ナチュラルキラー（NK）細胞
炎症 T細胞 B細胞 免疫寛容 抗原 抗原提示 MHC（主要組織適合抗原） 拒絶反応
キラーT細胞 ヘルパーT細胞 B細胞 形質細胞（抗体産生細胞） 抗体（免疫グロブリン）
抗原抗体反応 細胞性免疫 体液性免疫 記憶細胞 免疫記憶 一次応答 二次応答 利根川進
日和見感染 エイズ（AIDS, 後天性免疫不全症候群） HIV（ヒト免疫不全ウイルス）
アレルギー アレルゲン アナフィラキシーショック 花粉症 自己免疫疾患 予防接種
ワクチン 血清療法

授業を通じて成長したい人のための発展課題

発展課題 1

「自然免疫が動かないと適応免疫は動かない」ということが知られている。このことにはどういう意味があるか考察せよ（なぜ適応免疫は単独で動いてはまずいのか？）。

発展課題 2

膨大な種類の多様な「異物」に対して対応できるのはなぜか、自然免疫、細胞性免疫（適応免疫）、体液性免疫（適応免疫）のそれぞれについて理由を考察せよ。

発展課題 3

なぜ抗生物質はヒトの細胞には副作用なくバクテリアだけに作用するのか考察せよ。

発展課題 4

なぜ新型インフルエンザは、通常の季節性インフルエンザよりもパンデミック（世界規模の大流行）が心配されるのか考察せよ。

発展課題 5

花粉症を治療するにはどのような方法がありうるか考察せよ。

発展課題 6

世界にはアレルギーがほとんど見られない集団が見られる。もしこの違いが遺伝性のものであるならば、どのような変異が関係しているか考察せよ。また、もしこの違いが遺伝要因ではなく環境要因であるならば、どのような環境が関係しているか考察せよ。

発展課題 7

がんを免疫のシステムを利用して撃退しようという「がん免疫療法」という治療の考え方がある。どのような発想でどのようなことを行えばよいか考察せよ。また、他のがんの治療法にはどのようなものがあるかを確認し、それと比べるとどのような利点があるか考察せよ。

発展課題 8

血清療法には、「治療」の意味合いだけでなく、様々な副作用があると言われる。どのようなしくみでどのような副作用があるか考察せよ。

「生物の体内環境」参考資料プリント No1

No1 体内環境と体外環境 (171215 作成)

体内環境

- 「体内」と「体外」は細胞シートで仕切られている。
- 「体内」は、細胞シートの内側であり、体液に満たされている。
- 体液の状態は細胞の活動が維持できるようほぼ一定に保たれている (ホメオスタシス=恒常性)。
- 細胞にとっての「環境」とは、細胞をとりまく体液そのものなので、「体内環境=体液」である。
- 体液には、血液、組織液、リンパ液がある (実際に細胞をとりまく液体は血しょう、組織液、リンパしょうであることを確認しておくこと)。
- 体内環境は、調節された液体の世界であり、体外環境は調節されていない世界である。
- 口の中から始まり、食道、胃、小腸、大腸の中も、外界と連続しているので体外環境である。
- 体外環境から体内環境に移行するには細胞シートを通過する必要がある。

血液の成分

- 血しょう中に含まれる様々な物質の中でも、タンパク質は比較的大きいので、ほとんど血管外には出ていかない (タンパク質以外の物質は自由に行き来できる)。
- 「呼吸」にはグルコースや酸素が必要。そのため、体液中のグルコースや酸素の濃度をほぼ一定に保つ必要がある。
- 酵素には最適温度や最適 pH が存在する。そのため、体液中の温度や pH をほぼ一定に保つ必要がある。

体液とその循環

- 血管には「すきま」があり、そこから血しょうが漏れ出てくる (ただし血球やほとんどのタンパク質は漏れ出てこない)。
- 「血液→組織液」の流れと、「組織液→血液」の流れもあることに注意。この流れは「組織液→リンパ液」の流れよりも量が多い。
- 血液は心臓のポンプ作用で送り出される。これに加えて、筋肉に押されることでも血液は移動する。
- 静脈血の流れには心臓のポンプ作用に加えて筋肉の収縮も重要である (筋肉が収縮するときに押されて血液が流れる)。
- リンパ液は、主に筋肉の収縮の力で流れるが、リンパ管の平滑筋 (筋肉の一種) によるぜん動運動も寄与している。
- 「動脈血=酸素を多く含む血液」、「静脈血=酸素をあまり含まない血液」なので、肺動脈には静脈血が流れていることに注意。
- 動脈には大きな血圧がかかる。この血圧に耐える構造が必要になる。
- 静脈は、血圧が低く、逆流の危険がある。これを防ぐ工夫が必要になる。
- 毛細血管は、「すきま」を通じて周囲の組織液との物質のやりとりが必要になる。

酸素解離曲線

- ヘモグロビンを、「酸素を運ぶトラック」と考えてみる。
- 肺では、できる限り多くのトラックに酸素を積み込みたい。
- 酸素ヘモグロビンの割合が96%ならば、「トラック100台中96台は酸素を積み込んでいる」というイメージ。
- 全身の組織では、酸素を受け渡したいので、酸素を積み込んだトラックができる限り多く酸素という積み荷をおろして細胞に供給してあげたい。
- 「S字型のグラフ」では、ある濃度より低い濃度になったときに急激に酸素ヘモグロビンの割合が低下する。これは、肺から組織に酸素を供給するのはとても都合がよい。

血液凝固

- 最終的に「フィブリン」ができれば血液凝固は起こる。
- フィブリンができるまでのしくみに、「血液凝固因子」と「酵素」が関係している。
- 血液凝固因子は一種類ではなく、何種類も存在する。
- 血液凝固因子として働くタンパク質も存在する（よって、それに対応する遺伝子も存在するということである）。
- 血友病の原因となる遺伝子はX染色体上に存在する。このため、女性より男性の方が血友病になりやすい（男性はX染色体とY染色体を1本ずつ、女性はX染色体を2本もつ）。

循環系などの器官系と体内環境

- 「外部との物質のやりとり」と「体内での物質の流通」の視点で考える。
- 必要なものを取り入れて、不要なものを捨てる。これを外部とやり取りする必要がある。
- 取り入れたものを全身に流通させたり、不要なものを全身から回収するシステムが必要。
- 呼吸系では酸素を取り入れ、二酸化炭素を排出する。消化系では食物を消化し必要な物質を吸収する。循環系では酸素やその他の様々な物質を全身に運ぶ。排出系では細胞の活動によって生じた老廃物を排出する。

体温の調節

- 風呂の温度を一定に保つ方法には、「風呂にふたをして保温する」方法と、「風呂に追い炊きをする」方法がある。これを基に、寒冷時の応答を考える。
- 通常の「放熱」は体表面の血管からはなされる。放熱量は血管の太さによって変わり、血管の太さはある程度変化させることができる。
- 「代謝＝一連の化学反応」であり、化学反応では必ず熱の放出が起こる。つまり、代謝が活発であるということは、熱の放出が多いということである。
- 高温環境では、汗をかく。これは、気化熱により体から熱を奪って温度を下げるしくみである。

「生物の体内環境」参考資料プリント No 2

No 2 肝臓と腎臓 (171220 作成)

腎臓の働き

- 腎臓の働きは「ろ過」と「再吸収」に分けて考える。
- 「大きさの小さいものをまとめて一旦捨てる」→「必要なものだけを取り返す」という流れ。
- 大きさの大きい成分はろ過されない(タンパク質は、アミノ酸がたくさんつながった「巨大分子」であることに注意)。
- からだに必要な成分は多くが再吸収され、不要な成分はあまり再吸収されない(全く再吸収されないわけではないことに注意)。

肝臓の働き

- 肝門脈は消化管とつながり、消化吸収したものはここを通過してまず肝臓に入る(いきなり心臓にはいかない)。
- 胆管は十二指腸とつながっており、胆汁が通る。これは「不要物の排出」と関係する。
- 肝小葉では、血液は、中心静脈に向かって流れる(外から中心への流れ)。胆汁は、外に向かって流れる。
- 肝臓では、血しょうタンパク質の合成なども行われる。これは、「どこの細胞が担当すべきかあいまいだが、どこかの細胞ではしなければならない仕事」であり、肝臓がそれを行っている。
- グルコースが多数つながったものがグリコーゲン。グリコーゲンは「貯蔵」専用。グルコースは細胞がいつも「使う」ものであり、貯蔵には向かない。
- グリコーゲンの「貯蔵」をしているのは、肝臓と筋肉だけ。全身のグルコースの流通量の調節には、筋肉ではなく肝臓が貢献している。
- 肝臓では様々な物質変換=化学反応が起こっている。この際、反応の前後で必ず一部が熱エネルギーとして失われる。これが、肝臓が「発熱器官」と言われる理由である。

魚類の塩分調節

- 外部の液体と体液の濃度が等しければ、水の移動は見かけ上ないはずなので、調節する必要はない。
- 外部の液体と体液の濃度が異なる場合には、水は濃度の濃い方にひっぱられる。放っておくと大変なことになるので、この変化に対抗するための工夫が必要。
- 海水魚は、そのままだと海水に水が引っ張られて脱水状態になる。
- 淡水魚は体内に水がどんどん入ってきてしまい、水分過剰になる。

腎臓での大量ろ過と大量再吸収

腎臓では、1日に180リットルもの原尿を作っている(大量にろ過)。

しかし、その後、99%もの水分が再吸収され、わずか1.5リットル(原尿の約1%)しか尿と

して排出されない。

必要な分だけろ過して、そのまま尿として捨てれば「ムダ」がないように感じないだろうか？
だが、実際には、大量にろ過して、その後大量に再吸収するという、一見とても「ムダ」なことをしているように見える。

なぜ、こんなに「ムダ」なことをするのか？そこには深い理由がある。

ポイント①：ろ過量は何で決まっているか？

糸球体の血圧。そんなに急に変わらない。

ポイント②：再吸収量は何で決まっているか？

細尿管、集合管での再吸収。ホルモンによる調節。

をふまえて、「夏の暑い日に大量に水分補給した」ことを考えてみる。

①もし、「少量ろ過システム」だったら・・・？

急激に増えた水を排出できない！（ろ過量は急に増やせない）

→むくみなど

②もし、「大量ろ過・大量再吸収」だったら・・・？

再吸収量が99%だったものを、98%にしてやるだけで、尿の量は2倍に増える。

→すぐに調節可能！

課題3 教科書P107思考学習の答え

※「イヌリン」は、全く再吸収されないという性質を持つ。

例えば、イヌリンが100倍に濃縮されているとしたら、それは純粋に水の量が減って（再吸収されて）濃縮されているのだから、尿に対して原尿は100倍量存在していた、とわかる。

つまり、イヌリンの濃縮率を使うと、原尿に対して尿がどのくらいあったのかを計算することができるのである。

解答)

考察1 120mL

考察2 グルコース 100%

水 $(119/120) \times 100 = 99.2\%$

ナトリウムイオン 原尿中の量 $120 \times 0.3 = 36\text{mg/分}$

尿中の量 $1 \times 0.34 = 0.34\text{mg/分}$

再吸収量 $= 36 - 0.34 = 35.66\text{mg/分}$

よって、再吸収率 $(35.66/36) \times 100 = 99.1\%$

考察3 再吸収率が99.2%から98.2%になると、尿量は、1mL/分から2.16mL/分になる。よって、2.2倍

考察4 クレアチニン (75倍)、尿素 (66.7倍)、尿酸 (13.5倍)

考察5 生体にとって有害もしくは必要のない物質

「生物の体内環境」参考資料プリント No 3

No 3 自律神経系と内分泌系 (180119 作成)

交感神経と副交感神経

- 交感神経と副交感神経は、反対の作用を持つことが多い。
- 多くの組織・器官に両方が分布し、必要に応じていずれかの作用が優勢になる。
- 交感神経＝闘争 or 逃走、副交感神経＝睡眠モードという対比で理解する。
ex) 闘争モードのときに、瞳孔は大きい方がいい？睡眠モードのときに瞳孔は大きい方がいい？

ホルモンと標的細胞

- 標的細胞には、ホルモンを受容する受容体が存在する。
- 受容体はタンパク質でできているため、「立体構造」がある。
- タンパク質の立体構造といえば、酵素を思い出すとよい。なぜはたらきにかたちが大事だったのかを考える。

フィードバック調節

- フィードバックには、「増えすぎたものを減らす」方法と「減りすぎたものを増やす」方法が考えられるが、チロキシンの調節では「増えすぎたものを減らす」方法である。

血糖濃度の調節

- 血糖濃度は、自律神経系と内分泌系の両者がともに働くことで調節されている。
- 間脳視床下部が中枢であり、例えば、血糖濃度が低いときには交感神経を使って副腎髄質からのアドレナリン分泌やすい臓ランゲルハンス島 A 細胞からのグルカゴン分泌を促進する。
- アドレナリンやグルカゴン、インスリンの標的器官は肝臓であり、肝細胞のグルコースの取り込みや放出を調節している。

神経系と内分泌系

- 神経系は、神経細胞内で電気信号で情報が伝わるため、素早く情報が伝わっていく。
- 神経系は、接続する場所でのみ局所的に作用を及ぼす。
- 内分泌系は、ホルモンが血管を通して運ばれるので、神経系に比べると情報はゆっくり伝わる。
- 内分泌系は、全身にホルモンが運ばれるので、

自律神経失調症

以下のサイトより引用

<http://u0ul.net/I6zX> (180119 アクセス)

- 本当は「自律神経失調症」と言う病名も単語も、正式な医学の世界には存在しない。
- 日本では、自律神経失調症という言葉だけが独り歩きしてしまい、主に内科などの外来診療において、器質的疾患の認められない不定愁訴を、ゴミ箱的に疾患概念としてこの病名をつけてしまう悪しき慣習があったらしい。
- 病名が付いてしまうと、患者さんが安心してしまう側面もあり、歴史的には、医療の現場の知恵として一概に否定はできない側面もあったかもしれない。
- ある意味では、ほとんどすべての病気に自律神経の失調が伴う可能性がある。
- 「自律神経の失調」とは、ある意味で「何か病気がある」と、言っているようなものなので、何も正式な病名を診断したころにはならず、当然、正しい治療には結びつくはずがないことになる可能性がある。



糖尿病

- I型糖尿病は、すい臓ランゲルハンス島が攻撃されて発症する自己免疫疾患。
- II型糖尿病は、インスリン抵抗性が高まって発症する。全体の9割。
- いずれの場合も、対症療法としてインスリンの注射を患者自身が行う。
- 高血糖状態は、毛細血管を傷害する。
- 糖尿病の三大合併症は、「糖尿病網膜症」「糖尿病腎症」「糖尿病神経障害」である。
- 日本の糖尿病患者と糖尿病予備軍の人数は、ともに1000万人で合計2000万人（2016年国民健康・栄養調査）。

脳死判定基準

| 法的脳死判定の項目 | 具体的検査方法 | 脳内の検査部位と結果 |
|---|---|---|
| 1 深い昏睡 | ● 顔面への疼痛刺激 (ピンで刺激を与えるか、 眉毛の下あたりを強く押す) | 脳幹(三叉神経): 痛みに対して反応しない 大脳: 痛みを感じない |
| 2 瞳孔の散大と固定 | ● 瞳孔に光をあてて観察 | 脳幹: 瞳孔が直径4mm以上で、 外からの刺激に変化がない |
| 3 脳幹反射の消失 | ● のどの刺激 (気管内チューブにカテーテルを入れる) | 咳こまない=咳反射がない |
| | ● 角膜を綿で刺激 | まばたきしない=角膜反射がない |
| | ● 耳の中に冷たい水を入れる | 眼が動かない=前庭反射がない |
| | ● 瞳孔に光をあてる | 瞳孔が小さくならない=対光反射がない |
| | ● のどの奥を刺激する | 吐き出すような反応がない=咽頭反射がない |
| | ● 顔を左右に振る | 眼球が動かない=眼球頭反射がない(人形の自現象) |
| 4 平坦な脳波 | ● 脳波の検出 | 大脳: 機能を電氣的に最も精度高く 測定して脳波が検出されない |
| 5 自発呼吸の停止 | ● 無呼吸テスト (人工呼吸器を外して、 一定時間経過観察) | 脳幹(呼吸中枢): 自力で呼吸ができない |
| 6 6時間*以上経過した 後の同じ一連の検査 (2回目) | ● 上記5種類の検査 | 状態が変化せず、 不可逆的(二度と元に戻らない状態) であることの確認 |

*生後12週～6歳未満の小児は24時間以上

以上の6項目を、必要な知識と経験を持つ移植に無関係な2人以上の医師が行う

日本臓器移植ネットワーク ウェブサイトより引用

<http://www.jotnw.or.jp/studying/4-3.html> (180119 アクセス)

教科書 P 1 2 4 思考学習の答え

患者A・・・インスリンが少ないまま→内分泌腺の異常の可能性

患者B・・・インスリンは出ているのに血糖濃度が高いまま→インスリンを受容する標的細胞の異常の可能性

「生物の体内環境」参考資料プリント No4

No4 免疫のシステム (180119 作成)

免疫の全体像

- 自然免疫・・・物理的・化学的防御＋食作用
- 適応免疫・・・体液性免疫＋細胞性免疫

物理的・化学的防御

- 物理的防御とは、皮膚のように物理的な「壁」となって病原体の侵入を防ぐ防御である。
- 化学的防御とは、リゾチームのように、病原体に対して何らかの作用を持つ化学物質による防御である。

食作用

- 食細胞は、細胞表面に受容体を持っていて、病原体の「目印」となる成分を受容体に結合させることによって、病原体を見分けている。
- 自分の細胞には、病原体の「目印」となる物質が存在しないので、自分の細胞を攻撃することなく、病原体のみを取り込むことができる。

炎症

- 炎症の4兆候は、以下の通りである。
 - 発赤：患部が赤くなる（血管が広がるため）
 - 熱感：患部が熱をもつ（血管が広がるため。血管には“熱を運ぶ”はたらきもある）
 - 腫脹：患部が腫れる（血管の透過性が上がり、組織液が増えるため）
 - 疼痛：患部の痛み（痛みを伝える神経が興奮するため）

適応免疫での抗原提示

- 抗原提示は、以下のようなものである。
 - 樹状細胞「MHC＋病原体の一部」 結合！ T細胞「T細胞受容体」
 - 樹状細胞「こいつが病原体です！」→T細胞「よし、わかった！」
- 樹状細胞は、取り込んだ病原体を分解して、その一部をMHCに乗せて細胞表面に出す。
- B細胞も、取り込んだ病原体を分解して、その一部をMHCに乗せて細胞表面に出す。
- ヘルパーT細胞やキラーT細胞は、T細胞受容体を持ち、「MHC＋病原体の一部」のセットと結合して活性化する。
- T細胞は、もともと膨大な種類が用意されている。その中から、特定のものだけが活性化する。

細胞性免疫

- 病原体を「見分けて」「伝えて」「やっつける」流れの概要は以下の通りである。

見分ける：樹状細胞

伝える：樹状細胞→ヘルパーT細胞→マクロファージ

樹状細胞→キラーT細胞

やっつける：キラーT細胞＝感染細胞を殺す

マクロファージ＝死んだ感染細胞を貪食

体液性免疫

- 病原体を「見分けて」「伝えて」「やっつける」流れの概要は以下の通りである。

見分ける：樹状細胞、(B細胞)

伝える：樹状細胞→ヘルパーT細胞→B細胞

やっつける：B細胞が抗体を分泌→抗原抗体反応で異物を処理（マクロファージが異物を食べやすくする等）

- 活性化したヘルパーT細胞は、先ほどの樹状細胞と同じ「MHC＋病原体の一部」のセットを持つB細胞と結合し、「あなたのつくる抗体は役に立つからよろしく！」とお墨付きを与える。

自然免疫と適応免疫の違い

- 「反応の速さと強さ」と「排除できる異物の種類」に注目する。

インフルエンザと突然変異

- インフルエンザウイルスは遺伝子として「一本鎖のRNA」を持つ。
- 感染細胞内で遺伝情報が複製される際に、突然変異が生じる。

京都大学 再生医科学研究所 河本宏研究室 ウェブサイト
免疫のしくみを学ぼう！

http://kawamoto.frontier.kyoto-u.ac.jp/public/public_Top.html

