

22-21 ヒトの細胞の構造と機能に関する記述である。正しいのはどれか。

- (1) 細胞膜は、脂質の三重層から成る。
- (2) 1つの細胞には、2個以上の核はみられない。
- (3) 核は、核膜孔を通して物質交換を行う。
- (4) 核小体は、リソソーム生成の場である。
- (5) 体細胞は、減数分裂を行う。

(1) × 細胞膜の基本構造は、脂質二重層である。二重層を構成する脂質はリン脂質である。トリアシルグリセロールの3本の脂肪酸のうち、1本がリン酸に置き換わったものだ。さらにリン酸にはコリン、イノシトール、セリンなど水溶性の物質がくっついている。つまり、リン脂質は疎水性の脂肪酸と親水性のリン酸部分からできている。そこで、疎水性同士の脂肪酸が内側で向き合い、親水性のリン酸部分が外側に来ることによって、水溶液中で安定した脂質二重層ができる。リン脂質の脂肪酸がすべて飽和脂肪酸だと、ちょうど朝礼のときにみんなが肩を寄せ合って「キョーツケ」している状態で、窮屈な硬い生体膜になってしまう。折れ曲がっている不飽和脂肪酸が混じることにより、ちょうどみんなが「ヤスメ」をしてリラックスした状態になり、柔らかく流動性のある生体膜ができる。

(2) × 骨格筋細胞、心筋細胞、破骨細胞、巨核球など、2個以上の核をもつ細胞はたくさんある。ちなみに、巨核球は骨髄にある細胞で、細胞質がちぎれて血小板を作る細胞だ。

(3) ○ 核は、核膜によって包まれている。核膜は内外2枚の膜でできている。それぞれの膜は細胞膜と同じ脂質二重層である。内外の膜は所々で融合して、核膜孔を形成している。内外2枚の膜はこうしてつながっているということは、核膜は平べったい袋状の構造をしているということだ。核内で作られたリボソームや mRNA は、核膜孔を通過して核内から細胞質に移動し、DNA や RNA など核を構成する成分の材料は、核膜孔を通過して細胞質から核内へ運び込まれる。ちなみに、核膜の一部は細胞質の粗面小胞体とつながっている。

(4) × 核小体は、核の中で RNA がたくさん集まっているところだ。1つの核に1個のこともあるし、数個存在することもある。核小体では、リボソーム RNA (rRNA) の合成が行われる。完成した rRNA は、核膜孔を通過して細胞質に移動し、タンパク質合成をおこなう。

リソソームは、細胞質に存在する脂質二重層で包まれた球状の構造物である。リソソームは、内部に種々の加水分解酵素を含んでいて、細胞内に取り込んだ異物や細胞内の不要な物質を分解する。リソソームに含まれる加水分解酵素は、粗面小胞体で合成される。その後、粗面小胞体の一部がゴルジ体に移動し、加水分解酵素が修飾・濃縮されてリソソームが生成する。

(5) × 体細胞の核の中には23対46本の染色体が存在する。体細胞が分裂するときは、同じ細胞を複製するということから、染色体は一旦2倍になって、それから2つの細胞に分配される。よって、染色体の数は減少しないので、減数分裂ではない。

精子や卵子は、2つの細胞が合体して1つの細胞になる。その細胞は23対46本の染色体を持っているということは、精子や卵子は23種類の染色体を1本ずつ持っているということだ。精子や卵子のもとになっている生殖細胞は、体細胞と同じように23対46本の染色体をもっているため、精子や卵子をつくる時に、染色体の数を減らさなければならない。よって、「生殖細胞は、減数分裂を行う」というのが正しい。

正解 (3)

22-22 アミノ酸に関する記述である。誤っているのはどれか。

- (1) セリンは、リン脂質の構成成分の 1 つである。
- (2) γ -カルボキシルグルタミン酸は、ビタミン K 依存性の翻訳後修飾により合成される。
- (3) ロイシンは、分枝（分岐鎖）アミノ酸の 1 つである。
- (4) グルタミン酸は、神経伝達物質である。
- (5) アラニンは、フェニルアラニンの前駆体である。

(1) ○ リン脂質とは、分子内にリン酸を含む脂質のことである。リン脂質は、グリセロリン脂質とスフィンゴリン脂質の 2 種類に分類される。グリセロリン脂質とは、グリセロールの 1 位と 2 位の水酸基に脂肪酸がエステル結合し、3 位の水酸基にリン酸がエステル結合したものである。さらに、リン酸にはいろいろなものが結合している。コリンが結合したものがホスファチジルコリン（レシチンともいう）、エタノールアミンが結合したものがホスファチジリエタノールアミン、イノシトールが結合したものがホスファチジルイノシトールと呼ぶ。セリンが結合したものもあり、ホスファチジルセリンと呼ぶ。

(2) ○ グルタミン酸は、側鎖の先端にカルボキシル基（COOH）がくっついている。そこにもう一つカルボキシル基がくっつくと γ -カルボキシルグルタミン酸になる。mRNA からペプチドに翻訳されたあとに、アミノ酸残基が化学反応で修飾されるので、これを翻訳後修飾という。この反応を触媒する酵素がカルボキシラーゼで、ビタミン K がないとこの反応は起こらない。よって、この反応はビタミン K 依存性である。ちなみにビタミン K 依存性翻訳後修飾の代表例は、肝臓での血液凝固因子（II、VII、IX、X）である。 γ -カルボキシルグルタミン酸はカルシウムとの結合に関与する。ビタミン K が欠乏すると γ -カルボキシルグルタミン酸ができず、カルシウムが結合できなくなり、血液が固まりにくくなる。

(3) ○ 分枝アミノ酸は、アミノ酸の炭素からなる側鎖が枝分かれしたものである。バリン、ロイシン、イソロイシンの 3 つが分枝アミノ酸である。これは絶対に覚えておこう。

(4) ○ 神経伝達物質には、ペプチド（エンドルフィンなど）、コリン類（アセチルコリン）、アミン類（アドレナリンなど）、アミノ酸などがある。脳内の神経伝達物質として利用されるアミノ酸のうち、興奮性アミノ酸の代表はグルタミン酸である。また、抑制性アミノ酸の代表は γ -アミノ酪酸（GABA）である。そのほか、ATP やアデノシンも神経伝達物質になる。

(5) × アラニンは、グルタミン酸のアミノ基がピルビン酸に転移されて生成する。フェニルアラニンは、解糖の中間体であるホスホエノールピルビン酸とペントースリン酸経路の中間体であるエリトロース 4-リン酸が結合してできる 2-デオヒドロ-3-デオキシ-arabino-ヘプトン酸 7-リン酸が前駆体である。こんな長い名前を覚える必要はない。構造式をみると、アラニンのメチル基の水素の 1 つがベンゼン環に置き換わってフェニルアラニンができるように見えるけど、実際は違うということだけを知っておこう。もしアラニンからフェニルアラニンができるのなら、フェニルアラニンは必須アミノ酸ではないよね。

正解 (5)

22-23 糖質に関する記述である。正しいのはどれか。

- (1) ケトースは、アルデヒド基を持つ。
- (2) 天然の糖質は、D 型よりも L 型の光学異性体が多い。
- (3) セルロースは、 α -1, 4-グリコシド結合を持つ。
- (4) アミロースは、 α -1, 6-グリコシド結合を持つ。
- (5) グリコサミノグリカンは、二糖の繰返し構造を持つ。

(1) × 糖質は、炭素 (C) と水素 (H) と酸素 (O) の化合物である。化学式は $C_n(H_2O)_n$ で、炭素に水がくっついているように見えるので炭水化物ともいうが、本当に炭素に水がくっついてできているわけではない。官能基としてアルデヒド基 (CHO) をもつ糖質をアルドース、ケトン基 (C=O) もつ糖質をケトースという。官能基とは、炭素化合物の化学的性質を決める原子団である。

(2) × 化学名の前には、D と L が付いていることがある。D は右 (Dexter)、L は左 (Laevus) のこと。右手と左手を見てみよう。まったく同じように見えるが、指と手のひらは鏡に映した位置関係で、立体的に重ね合わせることはできない。このように構造が鏡像の関係にあるものを光学異性体という。生体に存在する糖質はほとんどすべて D 型である。ちなみに、アミノ酸にも光学異性体があり、タンパク質を構成するアミノ酸はすべて L 型である。

(3) × 多糖類は、単糖類が数珠つなぎになって生成する。単糖類と単糖類のつなぎ目のことをグリコシド結合という。単糖類の 1 番目の炭素と、次の単糖類の 4 番目の炭素が結合することを 1,4-グリコシド結合という。1 番目の炭素に結合している水酸基の位置により α と β の 2 種類がある。これをアノマーという。このため、グリコシド結合には α -1,4-グリコシド結合と β -1,4-グリコシド結合がある。セルロースは、 β -1,4-グリコシド結合でグルコースがつながっていく。ちなみにでんぷんやグリコーゲン α -1,4-グリコシド結合でグルコースがつながっている。糖質を分解するアミラーゼは α -1,4-グリコシド結合を切断することができるが、 β -1,4-グリコシド結合を切断することはできない。よって、食物繊維はアミラーゼによって分解されない。

(4) × でんぷんにはアミロースとアミロペクチンの 2 種類がある。アミロースは、グルコースが α -1,4-グリコシド結合で直線状に結合したもので、枝分かれしない。一方、アミロペクチンもグルコースが α -1,4-グリコシド結合でつながるが、ときどき α -1,6-グリコシド結合で枝分かれする。よって、 α -1,6-グリコシド結合をもつでんぷんはアミロペクチンである。

(5) ○ 糖にアミノ酸が結合したものをアミノ糖という。単糖類のアルデヒド基の反対側の端にある水酸基がカルボキシル基になったものをウロン酸という。アミノ糖とウロン酸が、交互に数珠つなぎになったものをグリコサミノグリカン (またはムコ多糖類) という。

正解 (5)

22-24 生体エネルギーに関する記述である。正しいのはどれか。

- (1) AMP は、高エネルギーリン酸結合を持つ。
- (2) 電子の受容は酸化と呼ばれる。
- (3) 酸化的リン酸化による ATP の合成は、細胞質ゾルで進行する。
- (4) ホスホクレアチン（クレアチンリン酸）の高エネルギー結合は、ATP 生成に利用される。
- (5) 電子伝達系を伝達される電子は、最終的に水素に移る。

(1) × リン酸 (H_3PO_4) は、リン (P) の周りに酸素 (O) が 4 つも結合している。酸素はたくさんの電子を抱え込む性質があるので、負に帯電している。そんな酸素を 4 つも持っているリン酸は、強く負に帯電している。そんなリン酸が 2 つ結合すると、お互いに反発しあう。それを無理やり結合させているのがリン酸結合である。リン酸結合は、水酸基と水酸基から水が取れてできるエステル結合である。エステル結合が加水分解される時、大きなエネルギーが放出される。このような結合を高エネルギーリン酸結合という。AMP はリン酸が 1 つなので、高エネルギーリン酸結合はない。ADP と ATP は、高エネルギーリン酸結合をもつ。

(2) × 酸化還元の定義。酸素と結合することが酸化。酸素を奪われることが還元。酸素は、電子を抱え込む性質があることから考えると、電子を奪われることが酸化。電子を受け取ることが還元。炭素に酸素が結合すると、炭素が持っていた電子が酸素に奪われるので、「炭素は酸化された」といことになる。

(3) × 糖質に含まれる炭素は、電子をたくさん抱えている。つまり糖質に含まれる炭素は還元された状態で、多くのエネルギーを蓄えている。このエネルギーは太陽の光からやってきたもので、植物が光合成により蓄えたものだ。この炭素は、解糖、クエン酸回路、電子伝達系を経て、二酸化炭素に酸化される。このとき炭素から電子が放出される。電子は最終的には酸素に渡されて水ができる。ミトコンドリアの内膜で進行する電子伝達系で放出されるエネルギーを使って、水素イオンが内膜と外膜の間に汲み出される。この水素イオンの濃度勾配を利用して ADP から ATP が合成される。炭素の酸化と共役して ADP をリン酸化して ATP を合成するので酸化的リン酸化という。この過程は、ミトコンドリア内で進行する。

(4) ○ クレアチンキナーゼという酵素は、細胞内に ATP が十分にあるときは、ATP のリン酸 1 つをクレアチンに転移して、ホスホクレアチン（クレアチンリン酸）を生成する。クレアチンとリン酸の結合は高エネルギー結合である。全力で走り出した直後で、筋肉で大量に ATP が消費されているが、糖質の酸化による ATP 合成が間に合わないときは、クレアチンキナーゼは、ホスホクレアチンのリン酸を ADP に転移して、ATP を合成する。1 段階の化学反応で ATP を合成できるので、とっさの場合に、短時間しのぐのに便利な化学反応である。

(5) × 電子伝達系の電子は、最終的には酸素に渡され、水ができる。酸素が還元されて水ができるまでの中間体（スーパーオキシド、過酸化水素、ヒドロキシラジカル）が活性酸素である。

正解 (4)

22-25 代謝経路とその調節に関する記述である。正しいのはどれか。

- (1) 同一の基質に作用し、異なる反応産物を生じる酵素は互いにアイソザイムという。
- (2) 律速酵素(鍵酵素)とは、代謝経路で反応速度の最も速い段階を触媒する酵素のことをいう。
- (3) たんぱく質リン酸化酵素は、プロテインホスファターゼと呼ばれる。
- (4) カルモジュリンは、 Ca^{2+} をセカンドメッセンジャーとする情報伝達系に関与する。
- (5) 脂肪酸の合成は、ミトコンドリア内で行われる。

(1) × アイソザイムのアイソは iso で、「同じ」という意味。「ザイム」は「エンザイム (enzyme)」のことで、酵素のこと。つまり、アイソザイムとは、同じ反応を触媒する酵素のこと。つまり、同一の基質から、同一の反応産物を生じる。例えば唾液に含まれるアミラーゼは、でんぷんを加水分解してマルトースやマルトトリオースを生じる。膵液に含まれるアミラーゼも同じ反応を触媒する。実は、唾液アミラーゼと膵アミラーゼは、異なる遺伝子でコードされており、異なるタンパク質である。だけど、同じ反応を触媒するので、「唾液アミラーゼと膵アミラーゼはアイソザイムである」という。

(2) × 例えば $\text{A} \rightarrow \text{B} \rightarrow \text{C} \rightarrow \text{D}$ という代謝経路があったとしよう。このうち、 $\text{B} \rightarrow \text{C}$ の反応速度がもっとも遅いとしよう。すると A から D ができる速度は、 $\text{B} \rightarrow \text{C}$ の反応速度に依存していることになる。このような段階を触媒する酵素を律速酵素という。「反応速度を律する」という意味だ。

(3) × プロテインホスファターゼは、英語で書くと protein phosphatase である。Protein は、タンパク質。Phosphate はリン酸。-ase は、酵素。ホスファターゼ (phosphatase) は、リン酸エステルのエステル結合を加水分解して、リン酸を遊離させる酵素のこと。プロテインホスファターゼは、タンパク質とリン酸のエステル結合を加水分解して、タンパク質からリン酸を遊離させる酵素のこと。タンパク質リン酸化酵素はプロテインキナーゼ (protein kinase) という。

(4) ○ アドレナリンやインスリンなど水溶性のホルモンは、標的細胞の細胞膜上に存在する受容体に結合する。ホルモンが結合した受容体は活性化され、細胞内に反応の連鎖を引き起こし、その結果、ホルモンの作用が現れる。受容体の活性化からホルモンの作用が発現するまでの間には、多くの分子が関わっていて、ドミノ倒しのように反応の連鎖が起きる。このドミノ倒しの仕組みを細胞内情報伝達系といい、細胞内で情報の伝達を担う物質をセカンドメッセンジャーという。

例えば、視床下部から分泌される「甲状腺刺激ホルモン放出因子 (TRH)」が、甲状腺の濾胞細胞の受容体に結合すると、G タンパク質を介してホスホリパーゼ C を活性化する。ホスホリパーゼ C は細胞膜のホスファチジルイノシトールを分解して、イノシトール-3-リン酸とジアシルグリセロールを生成する。イノシトール-3-リン酸は Ca^{2+} を貯蔵している小胞体に作用して Ca^{2+} を細胞質内に放出させる。 Ca^{2+} はカルモジュリンと結合して Ca^{2+} -カルモジュリン依存性タンパク質リン酸化酵素を活性化する。 Ca^{2+} -カルモジュリン依存性タンパク質リン酸化酵素は、ある特定のタンパク質をリン酸化してそのタンパク質を活性化あるいは不活性化する。その結果、甲状腺濾胞細胞では甲状腺ホルモンの産生・分泌が増加する。よって、「カルモジュリンは、 Ca^{2+} をセカンドメッセンジャーとする情報伝達系に関与する」は、正しい。

- (5) × 脂肪酸の生合成は、細胞質で行われる。ミトコンドリア内では、脂肪酸の β 酸化が行われる。

正解 (4)

22-26 糖質の代謝に関する記述である。正しいのはどれか。

- (1) 解糖系では、グルコースからガラクトース-6-リン酸が生成される。
- (2) ピルビン酸の乳酸への還元には、NADPH が用いられる。
- (3) ピルビン酸脱水素酵素は、ビタミン B₆ を補酵素とする。
- (4) 骨格筋には、グルコース-6-ホスファターゼが存在する。
- (5) ペントースリン酸回路では、リボース-5-リン酸が生成される。

(1) × 解糖系ではグルコースからピルビン酸が生成される。グルコースからピルビン酸にいたるまでに 10 種類の酵素が関わっている。最初の酵素はヘキソキナーゼで、グルコースからグルコース-6-リン酸を生成する。ここではこれ以上説明しないが、10 種類の酵素と解糖系の中間体は、一度は教科書で確認しておこう。

(2) × ピルビン酸から乳酸を生成する酵素は乳酸脱水素酵素 (LDH) である。この酵素の名前は、心筋梗塞の血液検査で出てくるので覚えておこう。5 種類のアイソザイムがあって、心筋梗塞のときは LDH1 が増加する。LDH は酸化還元反応を触媒する酵素で、補酵素として NADH が用いられる。NADPH は、脂肪酸合成の時に還元反応の補酵素として用いられることも覚えておこう。

(3) × ピルビン酸脱水素酵素は、解糖系の産物であるピルビン酸からアセチル CoA を生成する反応を触媒する。補酵素として、CoASH、NAD、FAD、リポ酸、チアミンピロリン酸の 5 種類を用いる。CoASH は、パントテン酸から作られる。NAD は、ニコチン酸から作られる。FAD は、ビタミン B₂ (リボフラビン) から作られる。チアミンピロリン酸は、ビタミン B₁ (チアミン) から作られる。

ビタミン B₆ は、ピリドキサルリン酸となって、アミノ基転移反応や脱炭酸酵素の補酵素として用いられる。

(4) × 糖新生は、オキサロ酢酸からホスホエノールピルビン酸を経て、解糖系を逆戻りしてグルコースを生成する。その最終段階で、グルコース-6-リン酸からグルコースを生成する酵素がグルコース-6-ホスファターゼである。グルコース-6-リン酸は、グリコーゲンの分解によっても生成される。糖新生やグリコーゲンの分解によりグルコースを生成して、血液中に放出して血糖値を上昇させるのは肝臓であって、骨格筋ではない。よって、グルコース-6-ホスファターゼは骨格筋には存在しない。

(5) ○ ペントースリン酸回路とは、解糖系のグルコース-6-リン酸のところから横道にそれて、フルクトース-6-リン酸とグリセルアルデヒド-3-リン酸のところへ帰ってくる回路である。この回路の生成物で、必ず覚えておかなければならないことが 2 つある。1 つは核酸の材料になるリボース-5-リン酸であり、もう 1 つは脂肪酸合成に必要な NADPH である。

正解 (5)

22-27 人体内で合成可能な脂肪酸である。誤っているのはどれか。

- (1) パルミチン酸
- (2) ステアリン酸
- (3) ミリスチン酸
- (4) α -リノレン酸
- (5) オレイン酸

人体内では、まず、飽和脂肪酸が作られて、次に不飽和酵素により二重結合ができて不飽和脂肪酸が作られる。人は、脂肪酸のカルボキシル基から数えて 9 番目の炭素までは二重結合を導入することができるが、それ以上離れた場所に二重結合を導入できない。

- (1) × パルミチン酸は、炭素数が 16 個の飽和脂肪酸である。よって人体内で合成可能である。
- (2) × ステアリン酸は、炭素数が 18 個の飽和脂肪酸である。よって人体内で合成可能である。
- (3) × ミリスチン酸は、炭素数が 14 個の飽和脂肪酸である。よって人体内で合成可能である。

(4) ○ α -リノレン酸は、炭素数 18 個の多価不飽和脂肪酸である。カルボキシル基から数えて 9 番目、12 番目、15 番目の炭素に二重結合がある。人は 15 番目の炭素に二重結合を導入できないので、人体内では合成できない。

ちなみに、リノール酸は、炭素数 18 個の多価不飽和脂肪酸ある。カルボキシル基から数えて 9 番目と 12 番目の炭素に二重結合がある。人は 12 番目の炭素に二重結合を導入できないので、人体内では合成できない。よって、 α -リノレン酸とリノール酸は必須脂肪酸である。

もう 1 つ、ちなみに、 γ -リノレン酸は、炭素数 18 個の多価不飽和脂肪酸で、カルボキシル基から数えて 6 番目と 9 番目と 12 番目の炭素に二重結合がある。人は 6 番目の炭素に二重結合を導入できるので、人体内でリノール酸から合成可能である。

(5) × オレイン酸は、炭素数 18 個の一価不飽和脂肪酸で、カルボキシル基から数えて 9 番目の炭素に二重結合がある。よって、人体内でステアリン酸から合成可能である。

正解 (4)

22-28 コレステロールに関する記述である。正しいのはどれか。

- (1) コレステロールは、甲状腺ホルモンの前駆物質である。
- (2) 血液中のコレステロールのうち、エステル型は 30%以下である。
- (3) コレステロール合成の律速酵素は、コレステロール 7 α -ヒドロキシラーゼである。
- (4) 小腸に分泌される胆汁酸の再吸収率は、50%以下である。
- (5) コレステロールは、胆汁酸合成の原材料である。

(1) × 甲状腺ホルモンの前駆物質は、アミノ酸のチロシンとヨードである。コレステロールを前駆物質とするホルモンをステロイドホルモンという。主なステロイドホルモンは、副腎皮質から分泌されるコルチゾルとアルドステロン、精巣から分泌されるテストステロン、卵巣から分泌されるエストロゲンとプロゲステロンである。

(2) × 血液中のコレステロールには、水酸基をもつ遊離コレステロールと、その水酸基に脂肪酸がエステル結合したコレステロールエステルの 2 種類がある。コレステロールは、リポタンパク質に含まれて血液中に存在している。遊離コレステロールは極性を持つので、リポタンパク質粒子の表層に存在し、コレステロールエステルは極性を持たないのでリポタンパク質粒子の内部に存在する。比率は、約 3 分の 1 が遊離コレステロール、約 3 分の 2 がコレステロールエステルである。

(3) × コレステロールは、体内でアセチル CoA を出発物質として 20 段階以上の化学反応を経て合成される。コレステロール合成の律速酵素は、ヒドロキシメチルグルタリル CoA 還元酵素 (HMG-CoA 還元酵素) である。現在、世界でもっとも売れている薬品は、高コレステロール血症治療薬である HMG-CoA 還元酵素阻害薬 (スタチン) である。

(4) × 胆汁酸は、肝臓で構成され、他の胆汁の成分とともに胆管を通過して十二指腸内に分泌される。他の胆汁成分とは、ビリルビン、レシチン、カルシウム、コレステロールなどである。胆汁酸は、食物中の脂質とミセルを形成し、脂質の消化吸収を促進する。胆汁酸は小腸で 90%以上が吸収され、肝臓に戻る。これを胆汁酸の腸肝循環という。

(5) ○ 胆汁酸は、肝臓でコレステロールを原材料として生成される。食物繊維は胆汁酸と結合して便中に排泄される。その結果、胆汁酸の腸肝循環が減少する。肝臓は一定量の胆汁酸を分泌しなければならないので、肝細胞内のコレステロールからの胆汁酸合成を増加させる。その結果、肝細胞内のコレステロールが減少するので、血液中のコレステロールを肝細胞内への取り込みが増加する。その結果、血中コレステロール濃度が低下する。よって、食物繊維には血中コレステロール濃度低下作用がある。しかし、同時に体内のコレステロール合成も増加するので、食物繊維の血中コレステロール濃度低下作用はそれほど大きくはない。最近、コレステロール吸収阻害薬と HMG-CoA 阻害薬を組み合わせ、より強力に血中コレステロール濃度を低下させる治療法が検討されている。

正解 (5)

22-29 たんぱく質の合成・分解に関する記述である。正しいのはどれか。

- (1) プロテアソームは、たんぱく質分解酵素の複合体である。
- (2) プロトロンビンは、トロンビンから生成される。
- (3) ユビキチンは、たんぱく質合成に関与する酵素の 1 つである。
- (4) トリプシンによるたんぱく質分解は、ATP に依存する。
- (5) 分泌たんぱく質は、細胞膜表面で合成される。

(1) ○ プロテアソームとは、タンパク質の分解を行う巨大な酵素複合体で、細胞質に存在している。細胞内で生成したできそこないのたんぱく質など、細胞にとっていらぬタンパク質にはユビキチンが結合する。ユビキチンもタンパク質である。いらぬものにラベルを張っていると思えばよい。ユビキチンを張られたたんぱく質は、プロテアソームで分解される。正確な表現ではないが、ドラム缶のような形をしたプロテアソームの中に、ユビキチンでラベルされたたんぱく質を取り込んで分解すると思えばよい。ちなみに、プロテアソームでのタンパク質分解は、ATP 依存性で、エネルギーを必要とする。

(2) × 「プロ・・・」は「・・・」の前駆体という意味である。だから、プロトロンビンからトロンビンが生成されるというのが正しい。ちなみに、トロンビンはフィブリノーゲンからフィブリンを生成し、血液を促進する。

(3) × (1) で説明したとおり、ユビキチンは細胞内のいらぬタンパク質に結合する。このタンパク質を分解してくださいという目印というか、ラベルだと思えばよい。よって、タンパク質分解に関与するタンパク質である。ちなみに、ユビキチンは酵素ではない。

(4) × トリプシンは、タンパク質のペプチド結合を加水分解してより小さなペプチドやアミノ酸を生成する。つまり、大きな分子を小さな分子にする。一般に、大きな分子が小さな分子になるときはエネルギーが放出される。よって、トリプシンによるタンパク質分解は ATP に依存しない。ATP 依存性のタンパク質分解は、ユビキチン-プロテアソーム系で起こる。

(5) × 分泌タンパク質は、粗面小胞体で合成される。粗面小胞体のリボソームで mRNA から翻訳されて生成したペプチドは小胞体内に蓄積される。小胞体は、ゴルジ装置を経て分泌顆粒になる。この間に分泌タンパク質の修飾・濃縮が行われる。細胞に分泌刺激が与えられると、分泌顆粒は細胞膜と融合し、内容物を細胞外に放出する。これをエクソサイトシスという。

正解 (1)

22-30 核酸に関する記述である。正しいのはどれか。

- (1) 核酸の主鎖には、硫酸が含まれる。
- (2) ミトコンドリアには、DNA が存在する。
- (3) 成熟した mRNA (伝令 RNA) は、イントロン部分を持つ。
- (4) rRNA (リボソーム RNA) は、プロモーター領域を持つ。
- (5) tRNA (転移 RNA) は、コドンを持つ。

(1) × 核酸の主鎖は、糖とリン酸が交互につながった構造をしている。硫酸ではない。糖は、DNA の場合はデオキシリボースで、RNA の場合はリボースである。ちなみに、側鎖には塩基が結合しており、DNA の場合はアデニン (A)、チミン (T)、グアニン (G)、シトシン (C) の 4 種類があり、RNA の場合はチミン (T) の代わりにウラシル (U) が入る。遺伝子は、これらの塩基配列のよってコードされている。

(2) ○ ミトコンドリアは、大昔には酸素を使って動き回る細菌だったという説がある。よって、ミトコンドリアは、独自の DNA を持っている。ミトコンドリアは、あるとき有核細胞の中に寄生したと考えられている。そう考えれば、ミトコンドリアに内膜、外膜の 2 枚の脂質二重層があるのもうなずける。ミトコンドリアは、分裂により増殖する。私たちのミトコンドリアは、代々母親から受け継いできたものである。

(3) × DNA 上の遺伝子は、タンパク質をコードしている「エクソン」と、その間のタンパク質をコードしていない「イントロン」からなる。DNA から転写により写し取られた直後 mRNA には、エクソンとイントロンがあるが、スプライシングによりイントロンが除かれ、しっぽにアデニンヌクレオチドがたくさんくっついて成熟する。

(4) × rRNA は、リボソームの構成成分で、タンパク質合成に関わっている。プロモーター領域とは、DNA 上の遺伝子の上流にあって、遺伝子の発現 (転写) を調節している部位のことである。

(5) × アミノ酸は、mRNA 上の 3 つの塩基配列によってコードされている。これをコドンという。tRNA には、コドンの塩基配列と相補的な部分があって、これをアンチコドンという。tRNA には、それぞれ特有のアミノ酸が結合している。リボソームにおいて、mRNA のコドンに対応するアンチコドンをもつ tRNA が結合することにより、塩基配列による遺伝暗号が、タンパク質のアミノ酸配列に翻訳される。

正解 (2)

22-31 悪性腫瘍に関する記述である。誤っているのはどれか。

- (1) 組織学的に異型性が強い。
- (2) 細胞の核細胞質比 (N/C 比) が小さい。
- (3) 転移がみられる。
- (4) 浸潤性に発育(進展)する。
- (5) 細胞の増殖が速い。

腫瘍とは、正常な体を構成する細胞から発生する組織の異常増殖である。異常増殖の特徴は周囲の正常な組織との間に調和が保たれないこと (自律性) であり、事情が許す限り際限なく増殖することである。腫瘍は実質 (腫瘍細胞) と間質 (腫瘍細胞が増殖するのに必要な足場、栄養、酸素などを供給する) からできている。間質は正常な細胞からできていて、腫瘍の増殖は間質を介して宿主に完全に依存している。つまり、宿主が死亡すれば、腫瘍も死亡する。

(1) ○ ある正常な組織を構成する細胞は、大きさや核の状態がそろっていて、規則正しく並んでいる。それが、一つひとつの細胞の大きさが不揃いであったり、核の大きさや位置が不揃いであったり、細胞の並び方が乱れていたり、本来、単層のものが重層したりして、正常な組織構造と異なる状態を「異形成」とよぶ。異形成=腫瘍というわけではないが、腫瘍組織は異形成が強いというのは正しい。

(2) × 細胞の核細胞比 (N/C 比) が「大きい」ということが異形成の特徴の 1 つである。

(3) ○ 臨床的には予後が良好なものを「良性」、不良なものを「悪性」とするが、病理組織学的には、増殖様式により圧排 (アッパイ) 性増殖のみを示すものを「良性」、浸潤性増殖を示すものを「悪性」とする。圧排性増殖では腫瘍組織と正常組織の境界が明瞭で、腫瘍細胞が周囲にこぼれ出るといったことはない。それに対し、悪性腫瘍は周囲の組織に浸潤して増殖し、血管内やリンパ管内に浸潤した腫瘍細胞が血液やリンパ液の流れによって遠隔臓器に転移する。

(4) ○ 「浸潤性」というのは、腫瘍組織と周りの正常組織の境界が明瞭ではなく、1 個または数個の腫瘍細胞が周囲の正常組織の中に浸み込んでいくように増殖することをいう。浸潤性増殖は、悪性腫瘍の特徴である。

(5) ○ 悪性腫瘍がどんどん大きくなって、全身に転移し、そこでまた増殖することから、「細胞の増殖が速い」というのは正しい。しかし、癌細胞の細胞周期が、正常細胞より速いとは限らない。例えば、白血病の治療で抗がん剤を使用すると、白血病細胞も正常な白血球も減少するが、治療後、先に回復するのは正常白血球である。白血病細胞が増える前で、正常白血球が回復した段階で抗がん剤を使用すると白血病細胞をさらに少なくすることができる。これは、白血病細胞の細胞周期が正常白血球より遅いことを利用した治療法である。では、なぜ腫瘍細胞は正常組織を押しつけて増殖するのか？この理由は、分裂周期にはいる腫瘍細胞が多いからである。一つひとつの細胞周期は長くても、分裂周期に入っている細胞が多いので、全体として増殖が速くなる。

正解 (2)

22-32 症候と疾患に関する組合せである。誤っているのはどれか。

- (1) 頻脈 — 鉄欠乏性貧血
- (2) 肥満 — クッシング症候群
- (3) 浮腫 — ネフローゼ症候群
- (4) 黄疸 — 非代償性肝硬変
- (5) るいそう — 甲状腺機能低下症

(1) ○ 鉄欠乏性貧血は、ヘモグロビンの材料である鉄が欠乏するために、ヘモグロビン合成が障害される疾患である。貧血になれば、血液の酸素運搬能が低下する。少しでも多くの酸素を運ぼうとすれば、血流を増やすしかない。血流を増やすためには、心拍数を増やさなければならない。その結果、脈拍数は増加し、頻脈になる。通常、脈拍数 100/分以上を頻脈という。

(2) ○ クッシング症候群は、副腎皮質ホルモンであるコルチゾルを過剰に分泌する疾患である。コルチゾルは、手足の脂肪組織の脂肪や筋肉タンパク質の異化を促進してエネルギーを得る作用があるが、体幹の脂肪組織に対しては、皮下脂肪の蓄積を促進する作用がある。この結果、手足が細く、体幹に脂肪がついた中心性肥満になる。クッシング症候群は、症候性肥満の一つである。

(3) ○ ネフローゼ症候群とは、何らかの原因により糸球体のタンパク質透過性が異常に亢進し、多量の尿タンパク排泄と血清タンパク質濃度の低下によって特徴づけられる疾患である。血清タンパク質濃度の低下は、膠質浸透圧の低下につながり、膠質浸透圧の低下は、間質から毛細血管への水分の移動の低下につながり、間質に水分が貯留した状態になる。これを浮腫という。

(4) ○ 肝臓は、ビリルビンを代謝して胆汁中に排泄する役割がある。肝硬変では正常な肝細胞の減少により、ビリルビンを代謝する能力が低下する。非代償性ということは、肝硬変による機能低下を正常肝細胞の機能によりカバーできなくなった状態をいう。つまり、ビリルビンを代謝できないので、血液中にビリルビンが蓄積する。ビリルビンは黄色い色素なので、皮膚や粘膜が黄色くなる。これを黄疸という。

(5) × 甲状腺ホルモンは、脂肪組織の脂肪や骨格筋のタンパク質の異化を促進して、基礎代謝を亢進される作用がある。甲状腺ホルモンが過剰になるバセドウ病（甲状腺機能亢進症）では、一般にやせになる。一方、甲状腺ホルモンが不足する甲状腺機能亢進症では、基礎代謝が低下するので、皮下脂肪が蓄積する。甲状腺機能低下症は、症候性肥満の一つである。

正解 (5)

22-33 疾患の診断・治療に関する記述である。正しいのはどれか。

- (1) 臓器移植時にみられる拒絶反應對策には、免疫賦活薬が有効である。
- (2) 腹膜透析は、人工膜を用いた血液浄化法である。
- (3) 末梢静脈栄養法の合併症には、気胸がある。
- (4) 早期胃がんの完全切除は、対症療法である。
- (5) 植物状態の患者には、対光反射が認められる。

(1) × 免疫とは、「自己と異なるもの（非自己）を認識して、排除すること」である。臓器移植時の拒絶反応は、移植された臓器を非自己と認識して排除する免疫反応である。拒絶反応を抑制するということは、免疫反応を抑制するということである。よって、使用するのは「免疫抑制薬」である。

(2) × 腹膜透析は、腹膜を半透膜として、体液と透析液の間で物質交換を行い、老廃物や余分な水分を体内から取り除く方法である。腹膜透析では、腹腔内に透析液を入れる。人工膜を用いた血液浄化法を、血液透析という。血液を体外循環させ、血液が透析器の中を通りにけるうちに、人工の半透膜（人工膜）を介して血液と透析液の間で物質交換を行う。

(3) × 気胸とは、肺に穴があいて、胸腔内に空気が漏れ、肺が虚脱して呼吸困難になる疾患である。末梢静脈栄養法では、手や足の静脈を使用するので、針で肺をさす危険性はない。一方、中心静脈栄養法は、鎖骨下静脈や内頸静脈などにカテーテルを挿入して実施する。鎖骨下静脈は、肺に近いところにあるので、カテーテルと挿入するとき、肺を針で突いて気胸を起こす可能性がある。

(4) × 病気とは、何か原因があって、それが生体に作用し、その結果、自覚的・他覚的症状が出現することである。病気を治すには、原因を除去する必要がある。しかし、原因の除去には、時間がかかったり、完全な除去が困難な場合がある。この間、患者は様々な症状で苦しむことになる。この苦しみを少しでも軽減する治療方法が「対症療法」である。インフルエンザ感染に対し、タミフルを飲んでウイルスの増殖を抑える治療法は「原因療法」である。発熱に対して解熱剤を飲むのは「対症療法」である。早期胃がんの完全切除は、病気の原因である癌細胞を取り除く治療法なので「原因療法」である。また、「完全に」取り除き、完全に治すことを目的とした治療法ということで、「根治療法」ともいう。

(5) ○ 人が生きてるか死んでいるかは、心臓、呼吸、脳の 3 つの機能がちゃんと働いているかどうかによって決められる。この 3 つがすべて停止した状態が「心臓死」である。心臓と呼吸については人工呼吸器や薬物で維持できているが、脳の機能が停止した状態が「脳死」である。「植物状態」とは、人間の機能のうち、呼吸、循環、体温調節など「植物機能」といわれている機能は維持されているが、感覚、意識、筋肉の運動など「動物機能」が停止した状態をいう。「対光反射」は自律神経によって調節されている植物機能なので、植物状態でも認められる。脳死では自律神経は働かないので対光反射は認められない。

正解 (5)

22-34 胃切除後の合併症とその原因についての組合せである。誤っているのはどれか。

- (1) 後期ダンピング症候群 — 一過性低血糖
- (2) 胃全摘術後の逆流性食道炎 — 胆汁の逆流
- (3) 輸入脚症候群 — ビルロート I 法 (Billroth I 法)
- (4) 骨粗しょう症 — 二次性副甲状腺機能亢進症
- (5) 悪性貧血 — キャッスル内因子 (Castle 内因子) の欠如

(1) ○ 胃の役割の一つに、食物を一旦胃の中に蓄えておいて、少しずつ十二指腸に送り出すことがある。胃を切除すると、その役割ができなくなって、食物が一気に小腸内に入ってくる。このために起こる様々な症状をダンピング症候群という。ダンピング症候群には早期ダンピング症候群と後期ダンピング症候群の 2 種類がある。早期ダンピング症候群は、急激な小腸の拡張や高浸透圧刺激によって、腹痛、悪心、嘔吐、動悸、めまい、冷や汗などが起こることをいう。症状は、食後 10~30 分出現する。後期ダンピング症候群は、糖質の急激な吸収により、食後 1 時間以内に高血糖になり、それに反応してインスリンが多量に分泌されが、その後、糖質の吸収が減少するために、食後 90~180 分に反応性低血糖を起こす。低血糖症状は 30~40 分持続する。

(2) ○ 胃全摘なので、食道は小腸に直接つながっている。小腸から食道へは腸管の内容物が逆流するが、それには胆汁が含まれている。

(3) × ビルロート法というのは、ビルロートという人が考え出した胃切除後の胃と小腸のつなぎ方法である。I 法は、残存胃と十二指腸を一直線につなぎ方法である。II 法は、残存胃と空腸をつなぎ、十二指腸が盲端になるつなぎ方である。この盲端の部分を輸入脚といい、胆汁や食物が逆流したり、輸入脚の中で細菌が異常増殖したりするのが輸入脚症候群である。

(4) ○ 二次性副甲状腺機能亢進症とは、ビタミン D 不足や、その他何らかの原因により血清 Ca 濃度が低下して、それが刺激になって副甲状腺 (上皮小体) から副甲状腺ホルモン (パラソルモン) の分泌が亢進している状態をいう。パラソルモンは骨組織に作用して骨吸収を促進し、血清 Ca 濃度を正常に保とうとする。その結果、骨に沈着している Ca が減少して骨粗鬆症になる。

(5) ○ キャッスル内因子とは、胃腺の壁細胞から分泌されるタンパク質で、ビタミン B₁₂ と結合し、ビタミン B₁₂ の吸収に関わる。何らかの理由でキャッスル内因子が欠乏するとビタミン B₁₂ の吸収が障害される。ビタミン B₁₂ 欠乏は、DNA 合成障害をもたらし、そのため骨髄の赤芽球の分裂が障害される。分裂が障害された赤芽球は大きくなり、巨赤芽球になる。この多くは赤血球に成熟することなく骨髄内で崩壊するので、末梢血では赤血球が不足して貧血になる。これを悪性貧血という。

正解 (3)

22-35 リポたんぱく質とその代謝に関する記述である。正しいのはどれか。

- (1) アポたんぱく質 B は、HDL の主な構成たんぱく質である。
- (2) VLDL の主な合成の場は小腸である。
- (3) LDL の主な脂質成分は、トリグリセリド (トリアシルグリセロール) である。
- (4) コレステロールエステル転送たんぱく質 (CETP) は、コレステロールをエステル化する。
- (5) リポたんぱく質リパーゼ (LPL) は、トリグリセリドを加水分解する。

(1) × アポタンパク質 (アポリポタンパク質ともいう) とは、リポタンパク質から脂質を取り去った残りのタンパク質のことである。リポタンパク質の種類によって特有なアポタンパク質があり、リポタンパク質の代謝を調節している。アポタンパク質 B は、LDL に含まれていて、LDL 受容体との結合に関与している。ちなみに、HDL にはアポタンパク質 A-I が含まれている。

(2) × VLDL は、肝臓で合成されたトリグリセリドを全身に運ぶリポタンパク質で、肝臓で合成される。小腸で合成されて、食物中のトリグリセリドを全身に運ぶリポタンパク質は、キロミクロンである。

(3) × 肝臓から放出された VLDL は、血管内皮細胞上にあるリポタンパク質リパーゼ (LPL) の作用によりトリグリセリドが加水分解される。トリグリセリド含量が減少した VLDL を VLDL レムナント (中間型リポタンパク質ともいう) と呼ぶ。VLDL レムナントは、肝臓で合成したコレステロールを含んでいる。VLDL レムナントは肝臓の洞様毛細血管において肝性リパーゼの作用によりさらにトリグリセリドが分解され、コレステロールが主成分の LDL になる。

(4) × HDL は、末梢組織のコレステロールを過剰に含んでいる細胞からコレステロールを集めて回る。集めたコレステロールを、肝臓に直接持ち帰ることもできるが、賢い HDL は、集めたコレステロールを VLDL やキロミクロンに渡して、代わりにコレステロールを肝臓へ運んでもらい、自分は組織の余分なコレステロールを集めて回ることに専念する。HDL のコレステロールエステルを、キロミクロンや VLDL に移し替えるタンパク質がコレステロールエステル転送タンパク質 (CETP) である。HDL において、コレステロールをエステル化する酵素はレシチンコレステロールアシルトランスフェラーゼ (LCAT) である。

(5) ○ リポタンパク質リパーゼは、キロミクロンや VLDL に含まれているトリグリセリドを加水分解して、脂肪酸とグリセロールを産生する。

正解 (5)

22-36 「メタボリックシンドロームの診断基準」(メタボリックシンドローム診断基準検討委員会、2005)に関する記述である。正しいのはどれか。

- (1) 内臓脂肪面積は、110cm²以上である。
- (2) 血清 HDL-コレステロールは、40mg/dL 以上である。
- (3) 血清 LDL-コレステロールは、150mg/dL 以上である。
- (4) 拡張期血圧は、90mmHg 以上である。
- (5) 空腹時血糖は、110mg/dL 以上である。

診断基準に関する問題である。数字を知っているかどうかだけである。

(1) × 内臓脂肪面積は、男女とも 100cm²以上である。ウエスト周囲径では、男性 85cm 以上、女性 90cm 以上である。

(2) × HDL は数値が低い方が異常値である。よって、40mg/dL 未満が正しい。

(3) × メタボの診断基準には、LDL コレステロールは含まれていない。血清脂質の診断基準は、HDL とトリグリセリド 150mg/dL 以上のいずれかあるいは両方を満たすものである。

(4) × 血圧の診断基準は、収縮期血圧 130mmHg 以上、かつ/または、拡張期血圧 85mmHg 以上である。

(5) ○ 血糖値の診断基準は、110mg/dL 以上で正しい。

内臓脂肪面積またはウエスト周囲径が必須項目で、それに加えて血清脂質、血圧、血糖値のうち 2 つ以上当てはまる場合をメタボリックシンドロームと診断する。

正解 (5)

22-37 食道及び胃食道逆流症に関する記述である。正しいのはどれか。

- (1) 食道は、咽頭につづいて胃の幽門に至る臓器である。
- (2) 食道の上皮は、円柱上皮である。
- (3) 腹圧の上昇は、胃食道逆流症の原因となる。
- (4) 下部食道括約部圧の上昇は、胃食道逆流症の原因となる。
- (5) 胃酸分泌の消失は、胃食道逆流症の原因となる。

(1) × 食道から胃への入り口を「噴門」という。胃から十二指腸への出口を「幽門」という。「幽」は「奥深い」という意味がある。「幽門」というのは、胃の奥深いところにある門という意味らしい。「噴門」は、食道から胃に向けて食物を噴き出すところと覚えておけばよい。

(2) × 口腔、咽頭、食道は、食物の通り道で、熱かったり、冷たかったり、硬かったりするので、これらの臓器の粘膜は丈夫でなければならない。よって、食道の上皮は重層扁平上皮である。皮膚の重層扁平上皮と異なることは、角化しないことである。

(3) ○ 胃食道逆流症とは、胃の内容物が噴門を通して食道に逆流するために、胸やけなどの症状が起こることをいう。腹圧が上昇するという事は、胃が圧迫されて内腔の圧力も上昇するという事なので、胃の内容物が食道に逆流する原因になる。

(4) × 食道下端には、下部食道括約筋があって逆流を防いでいる。この括約筋の締め付ける圧力が低下すると、逆流が起こりやすくなる。

(5) × 胃食道逆流症で胸やけなどの症状が出現する理由は、胃酸により食道粘膜が障害され、炎症を起こすからである。胃酸分泌の増加は、わずかな逆流でも炎症を起こす可能性が高くなるが、胃酸分泌の消失が、胃食道逆流症の原因になることはない。

正解 (3)

22-38 循環に関する記述である。正しいのはどれか。

- (1) 3本の冠状動脈が大動脈から分枝する。
- (2) 脳は、外頸動脈から血液の供給を受ける。
- (3) 肺動脈の血管壁は、大動脈の血管壁に比較して薄い。
- (4) リンパ管は、左鎖骨下動脈に合流する。
- (5) 卵円孔は、心室中隔にある。

(1) × 上行大動脈の起始部から、左冠状動脈と右冠状動脈の2本が分枝する。左冠状動脈は、すぐに回旋枝と前室間枝の2本に分枝する。

(2) × 首から上に血液を送る血管は総頸動脈である。右総頸動脈は、右腕頭動脈から分枝する。左総頸動脈は、大動脈弓から分枝する。総頸動脈は、顔面、頭皮、髄膜などに血液を送る外頸動脈と、脳に血液を送る内頸動脈に分枝する。脳は、内頸動脈以外に、鎖骨下動脈から分枝する椎骨動脈からも血液を供給される。内頸動脈と椎骨動脈は脳底部で吻合してウィリス動脈輪を形成する。

(3) ○ 肺動脈圧は20/10mmHg程度で、大動脈圧(120/70mmHg程度)の約6分の1である。よって、大動脈の血管圧より薄くても大丈夫である。実際、肺動脈の血管壁は薄い。

(4) × リンパ管は、左右の静脈角(鎖骨下静脈と内頸静脈の合流部に合流する。静脈に合流するのであって、動脈には合流しない。リンパ管内の圧力より動脈圧が高いので、もしも動脈に合流したら血液が逆流してしまう。

(5) × 卵円孔は、胎児の時期に血液を肺に送る必要がないので、心臓に帰ってきた血液を右心房から左心室に直接流すための穴である。出生後、肺に血液が流れ始めると、肺から左心房に帰ってきた血液により圧迫され、閉じてしまう。

正解 (3)

22-39 心不全に関する記述である。正しいものの組合せはどれか。

- a 右心不全では、肝臓が腫大する。
 - b 左心不全では、動脈血酸素濃度が増加する。
 - c 左心不全では、頸静脈が怒張する。
 - d 左心不全では、血中アルドステロン濃度が増加する。
- (1) a と b (2) a と c (3) a と d (4) b と c (5) c と d

心不全の問題は、血液を動脈に十分に送り出せないことによる症状と、静脈に血液がうっ滞することによる症状の 2 つを考えればよい。

- a ○ 右心不全ということは、右心室の機能が低下した状態である。その結果、全身から心臓に帰ってくる静脈に血液がうっ滞する。肝臓にも血液がうっ滞する。その結果、肝臓は腫大する。
- b × 左心不全ということは、左心室の機能が低下した状態である。その結果、肺に血液がうっ滞する。肺に血液がうっ滞すると、肺胞でのガス交換が障害される。その結果、動脈血酸素濃度は低下する。つまり息切れするようになる。
- c × 頸静脈は、頭部からの血液を心臓に送る静脈である。頸静脈が怒張しているということは、頸静脈内に血液がうっ滞しているということである。つまり頸静脈怒張は、右心不全の症状である。
- d ○ 左心不全では、大動脈への血液の拍出量が減少する。その結果、腎臓への血流量が減少する。その結果、傍糸球体装置からレニンが分泌される。後はレニン・アンギオテンシン・アルドステロン系の活性化により、副腎皮質からアルドステロンが分泌される。その結果、血中アルドステロン濃度が増加する。

正解 (3)

22-40 副腎皮質から分泌され、体液量・血圧の調節に関わるホルモンである。正しいのはどれか。

- (1) バソプレシン
- (2) アルドステロン
- (3) レニン
- (4) アンギオテンシンⅡ
- (5) アドレナリン

(1) × バソプレシンは、下垂体後葉から分泌されるホルモンである。血液浸透圧の上昇あるいは体液量の増加が刺激となって分泌が増加する。バソプレシンは腎臓の集合管に働いて、水の再吸収を促進する。

(2) ○ アルドステロンは、副腎皮質から分泌されるホルモンである。分泌はレニン・アンギオテンシン系によって調節されており、体液量が減少したときに分泌が増加する。アルドステロンは、腎臓の遠位尿細管および皮質集合管に働いて Na の再吸収と K の排泄を促進する。

(3) × レニンは、腎臓の傍糸球体装置の輸入動脈の壁にある細胞から分泌されるタンパク質分解酵素である。腎臓への血流減少が刺激となって分泌が増加する。レニンは血液中でアンギオテンシノーゲンを加水分解し、アンギオテンシンⅠを産生することにより、レニン・アンギオテンシン系を活性化する。アンギオテンシノーゲンは、主に肝臓で合成されて血液中に放出されるタンパク質である。

(4) × アンギオテンシンⅡは、アンギオテンシン変換酵素がアンギオテンシンⅠを加水分解して生成する。アンギオテンシンⅡは、血管を収縮させて血圧を上昇させることに加えて、副腎皮質に働いてアルドステロンの分泌を増加させる。

(5) × アドレナリンは、副腎髄質から分泌されるホルモンである。交感神経活動の増加が刺激となって分泌が増加する。心臓や血管に働いて血圧を上昇させる。

正解 (2)

22-41 ホルモンと、その作用に関する組合せである。正しいのはどれか。

- (1) プロラクチン — 利尿作用
- (2) カルシトニン — 血中カルシウム濃度の増加
- (3) コレシストキニン — 胆嚢の収縮
- (4) グルカゴン — 血糖値の低下
- (5) ノルアドレナリン — 末梢血管の拡張

(1) × プロラクチンは、下垂体前葉から分泌されるホルモンである。妊娠中、授乳中に分泌が増加し、乳腺の発育と乳汁の生成・分泌を促進する。しかし、妊娠中はエストロゲンの作用により、乳汁の生成・分泌は抑制されている。利尿作用を有するホルモンは心房性 Na 利尿ペプチドである。

(2) × カルシトニンは、甲状腺の傍濾胞細胞から分泌されるホルモンである。血中 Ca 濃度の上昇が刺激となって分泌が増加する。カルシトニンは、骨への Ca 沈着を促進し、骨形成を促進する。その結果、血中 Ca 濃度は低下する。血中 Ca 濃度を増加させるホルモンは、上皮小体から分泌されるパラソルモンである。

(3) ○ コレシストキニンは、十二指腸粘膜の M 細胞から分泌される。食物、特に脂肪が十二指腸内に流れ込んでくることが刺激となって分泌される。コレシストキニンは、胆嚢に働いて、胆嚢を収縮させ、胆汁を十二指腸に分泌して、脂肪の消化吸収を促進する。その他、コレシストキニンは、膵臓に働いて、腺房細胞から消化酵素の分泌を促進する。

(4) × グルカゴンは、膵臓ランゲルハンス島 A 細胞から分泌される。血糖値の低下が刺激となって分泌される。グルカゴンは、肝臓に働いて、グリコーゲン分解を促進し、解糖を抑制し、糖新生を促進して、その結果、血糖値を上昇させる。血糖値を低下させるホルモンは、膵臓ランゲルハンス島 B 細胞から分泌されるインスリンである。

(5) × ノルアドレナリンは、交感神経の末端から分泌される神経伝達物質である。また、副腎髄質から分泌される副腎髄質ホルモンの約 15% を占めている。ちなみに副腎髄質から分泌されるホルモンの 85% はアドレナリンである。副腎髄質は、交感神経節後線維由来の組織で、副腎髄質ホルモンの分泌は交感神経の活動に依存している。アドレナリンとノルアドレナリンの作用は、アドレナリン受容体に結合することにより発揮される。アドレナリン受容体には、 α_1 受容体、 α_2 受容体、 β_1 受容体、 β_2 受容体、 β_3 受容体がある。アドレナリンとノルアドレナリンは、すべての受容体に結合できるが、親和性の関係から、ごく大雑把に、アドレナリンの作用は β 受容体を介して、ノルアドレナリンの作用は α 受容体を介して発揮されると理解しておいてよい。心臓では、 β_1 受容体を介して心拍数の増加、収縮力の増加が起きる。全身の末梢血管では、ノルアドレナリンが α_1 受容体を介して血管を収縮させる。骨格筋では、アドレナリンが β_2 受容体を介して、血管を拡張させ、筋肉への血流を増加させる。

正解 (3)

22-42 神経・筋疾患とその原因となる障害部位についての組合せである。正しいのはどれか。

- (1) 重症筋無力症 — 自律神経
- (2) 筋萎縮性側索硬化症 — 感覚路
- (3) パーキンソン病 — 錐体外路
- (4) 多発性硬化症 — 骨格筋
- (5) 周期性四肢麻痺 — 錐体路

(1) × 運動神経と骨格筋の間のシナプスでは、アセチルコリンが神経伝達物質になっている。運動神経の末端からアセチルコリンが放出され、骨格筋のアセチルコリン受容体に結合して筋肉が収縮する。重症筋無力症では、アセチルコリン受容体に対する自己抗体が産生されるために、運動神経から骨格筋への刺激伝達が障害され、骨格筋が疲れやすく、脱力する疾患である。

(2) × 神経系には、中枢神経と末梢神経がある。末梢神経には、体性神経と自律神経がある。体性神経には感覚神経と運動神経がある。感覚路とは、感覚神経が通っている神経経路のことである。筋萎縮性側索硬化症は、運動神経の変性により全身の骨格筋が萎縮する疾患である。

(3) ○ パーキンソン病は、中脳黒質にあるドパミン神経細胞が変性、消失するために、緩慢な動作、関節のこわばり、姿勢保持障害などが出現する疾患である。その他、手の震えなど錐体外路が障害された症状が出現する。

錐体外路を説明するには少し時間がかかるので、根気よく付き合ってもらいたい。まず、随意運動と不随意運動を理解しよう。随意運動とは、意のままに体を動かすこと。例えば、「目の前にあるコップの水を飲もう」と考えた時、その意思に従って手を動かし、コップをつかみ、コップを口に運び、中の水を口の中に流し込む。このような動作をするための、大脳皮質運動から筋肉に至る神経路を「錐体路」という。そしてこのような神経経路以外の神経経路を「錐体外路」という。錐体路を形成するニューロンは、大脳運動野の神経細胞体から発し、脊髄全角に至る軸索と脊髄全角の神経細胞体から発し、骨格筋に至る軸索の、たった 2 つのニューロンで構成され、余計な刺激は入ってこない。これに対し、錐体外路を構成する神経経路は多くのニューロンで構成され、複雑な調節を受ける。このようなシナプスは主に大脳基底核に存在する。「錐体外路」が障害されると、例えば「手が振るえる」など、意思とは関係のない動きが出現する。このような運動を不随意運動という。

「もう理屈の理解はあきらめた」という人は、「錐体路の障害」＝「随意運動の障害」、「錐体外路の障害」＝「不随意運動」だけを覚えておこう。

なぜ、パーキンソン病で錐体外路症状が出現するかというと、中脳黒質のドパミン神経細胞は大脳基底核に信号を送っており、これが変性・消失すると大脳基底核の機能障害が出現し、そのために錐体外路が障害され、その結果、不随意運動が出現するということだ。

(4) × 多発性硬化症とは、中枢神経に多発性に脱髄病変が出現し、筋力低下、感覚障害、排尿障害などあらゆる神経障害が出現する疾患である。骨格筋は原因ではない。

(5) × 周期性四肢麻痺とは、何らかの原因で、発作性に随意筋の麻痺が出現し、それが繰り返す状態をいう。原因としてもっとも多いのは、甲状腺機能亢進症に伴う低 K 血症である。錐体路など神経系自体の障害が原因ではない。

正解 (3)

22-43 血液の酸素運搬に関する記述である。正しいのはどれか。

- (1) 体内では、血液 100mL は、約 100mL の酸素を保持できる。
- (2) 血液の pH が低下すると、ヘモグロビンの酸素親和性は低下する。
- (3) 血液の二酸化炭素分圧が低下すると、ヘモグロビンの酸素親和性は低下する。
- (4) 体温が上昇すると、ヘモグロビンの酸素親和性は上昇する。
- (5) 胎児ヘモグロビンは、成人ヘモグロビンよりも酸素親和性が低い。

(1) × 血液に溶け込んでいる酸素の 99%がヘモグロビンと結合しており、約 1%が物理的に血漿に溶け込んでいる。ヘモグロビン 1g は酸素 1.34mL と結合できる。100mL の血液に含まれるヘモグロビンを 15g とすると、血液 100mL が運ぶことができる酸素は 21.1mL になる。

(2) ○ ヘモグロビンは、肺で酸素と結合し、全身の組織で酸素を放出する。肺を流れる血液は、肺胞に入ってくる外気による温度が下がる。また、二酸化炭素を外気に放出するので pH が上昇する。つまり、温度の低下、二酸化炭素分圧の低下、pH の上昇は、ヘモグロビンの酸素親和性を上昇させる。一方、体の内部では、肺に比べて温度が高く、二酸化炭素分圧が上昇し、pH が低下する。このような状況では、ヘモグロビンの酸素親和性は低下する。

(3) × 二酸化炭素分圧の低下は肺で起こる出来事なので、ヘモグロビンの酸素親和性は上昇する。

(4) × 体温上昇は、体の内部なので、ヘモグロビンの酸素親和性は低下する。

(5) × 胎児は肺呼吸をすることができない。胎盤を介して、母親の血液から酸素を受け取っている。よって、胎児ヘモグロビンの酸素親和性は、母親（成人）のヘモグロビンより酸素親和性が高くなければならない。

正解 (2)

22-44 貧血に関する記述である。誤っているのはどれか。

- (1) 鉄欠乏性貧血の原因には、子宮筋腫がある。
- (2) 巨赤芽球性貧血の原因には、食道切除術がある。
- (3) 悪性貧血には、ハンター舌炎がみられる。
- (4) 重症再生不良性貧血に対しては、造血幹細胞移植が行われる。
- (5) 先天性溶血性貧血には、脾腫がみられる。

(1) ○ 鉄欠乏性貧血とは、ヘモグロビンの材料である鉄が不足して、ヘモグロビンの産生が障害されるために出現する貧血である。体内の鉄が欠乏する原因として、鉄の摂取不足、吸収不足、体外への排泄増加が考えられる。子宮筋腫では、子宮からの不正出血など体外に失われる血液が増加する。血液には多くのヘモグロビンが存在し、鉄も多く含んでいるので、出血の増加は鉄欠乏の原因になる。

(2) × 巨赤芽球性貧血とは、ビタミン B₁₂ または葉酸の欠乏によって出現する貧血である。ビタミン B₁₂ の吸収には、胃の壁細胞から分泌されるキャッスル内因子が必要である。よって、胃切除術はビタミン B₁₂ 欠乏の原因になるが、食道切除術は原因にならない。

(3) ○ 悪性貧血とは、内因子欠損が原因で起こるビタミン B₁₂ 欠乏によって出現する貧血である。ビタミン B₁₂ 欠乏では、DNA 合成が障害されるために、粘膜も障害され、舌が赤くなって、つるつるになり、痛みが出現する。これをハンター舌炎という。「ハンター」は人の名前。

(4) ○ 再生不良性貧血とは、すべての血球が減少する原因不明の疾患であるが、何らかの原因による造血幹細胞の異常が考えられている。重症の場合、造血幹細胞移植が行われる。

(5) ○ 先天性溶血性貧血とは、赤血球の細胞膜を裏打ちするタンパク質の異常、赤血球のエネルギー産生に関わる酵素の異常、ヘモグロビンの異常などにより、赤血球の寿命が短縮して貧血が出現したものである。異常な赤血球を大量に処理するために脾臓が肥大する。脾臓が肥大した状態を脾腫という。

正解 (2)

22-45 筋肉に関する記述である。正しいものの組合せはどれか。

- a 大腿四頭筋は、伸筋である。
- b 赤筋は、短時間に強力な収縮力を必要とする運動に適している。
- c 大動脈の中膜は、平滑筋から成る。
- d 胃の外縦走筋は、横紋筋である。

(1) a と b (2) a と c (3) a と d (4) b と c (5) c と d

a○ 骨格筋は、必ず関節を挟んで骨と骨をつないでいる。そうでないと骨格筋が収縮する意味がない。骨格筋の役割は、関節を動かすことである。関節は、部位により屈曲、進展、回転などのさまざまな動きをする。同じ関節に対して複数の骨格筋が結合して、反対の動きをする場合、拮抗筋という。例えば、膝関節は屈曲と進展の 2 つの動きをするが、大腿四頭筋は膝関節を進展させるので伸筋である。膝関節を屈曲させる屈筋は大腿二頭筋である。

b× 骨格筋には、赤筋と白筋がある。赤筋は、ミオグロビンを多く含むため赤みが強い。白筋は白っぽく見える。ミオグロビンはヘムを含むタンパク質で、筋肉内に酸素を運んでいる。つまり、ミオグロビンを多く含む赤筋は、酸素をたくさん利用することができるということだ。赤筋は、ミトコンドリアが豊富で、遅い持続的な収縮に適している。疲れにくいので、姿勢の保持に関する筋肉に多く含まれている。一方、白筋は太くてミトコンドリアが少なく、すばやい収縮に適しているが、疲れやすい。

c○ 大動脈に限らず、すべての動脈と静脈の中膜を構成する筋肉は、平滑筋である。ちなみに、毛細血管には筋層がない。

d× 胃、十二指腸、小腸、大腸の筋層を構成する筋肉は、すべて平滑筋である。消化管について言うと、入口の食道の上部と、出口の臥位肛門括約筋が横紋筋である以外、その間の筋肉はすべて平滑筋である。

正解 (2)

22-46 性周期に関する記述である。正しいのはどれか。

- (1) 卵胞刺激ホルモン (FSH) は、下垂体後葉から分泌される。
- (2) 卵胞期には、プロゲステロンの分泌が増加する。
- (3) 卵胞期は、子宮内膜の分泌期に相当する。
- (4) 排卵前には、LH サージ (黄体形成ホルモンの大量分泌) が認められる。
- (5) 排卵後の卵胞は、白体を経て黄体へ退縮する。

性周期に関しては、下垂体、卵巣、子宮内膜と関連をホルモンの働きで整理しておこう。

- (1) × FSH は、下垂体前葉から分泌されるホルモンである。FSH は、卵巣に働き、卵胞を成熟させる。
- (2) × 卵胞期は、FSH の作用により、卵胞細胞からエストロゲンの分泌が増加する。
- (3) × 卵胞期には、卵胞細胞から分泌されたエストロゲンの作用により、子宮内膜が増殖する。つまり、子宮内膜が分厚くなる。この時期を増殖期という。
- (4) ○ 卵胞期の末期に、エストロゲン分泌が増加し、血液中の濃度が一定以上になると、下垂体に対し正のフィードバック作用を発揮するようになる。その結果 LH 分泌が大量に分泌され、それがきっかけになって排卵が起こる。
- (5) × 排卵後、LH の作用により卵胞は黄体となる。黄体はプロゲステロンを分泌する。プロゲステロンは、卵胞期に増殖した子宮内膜を維持し、着床に備える。この時期を卵巣からみると黄体期となり、子宮からみると分泌期に相当する。排卵後 2 週間たっても着床が起こらない場合は、黄体は退縮して白体になる。その結果、プロゲステロン分泌が減少し、増殖した子宮内膜を維持できなくなり、脱落する。これを月経 (消退出血) という。

正解 (4)

22-47 空気感染を起こす病原微生物である。正しいのはどれか。

- (1) MRSA (メチシリン耐性黄色ブドウ球菌)
- (2) C 型肝炎ウイルス
- (3) ロタウイルス
- (4) 単純ヘルペスウイルス
- (5) 麻疹ウイルス

(1) × メチシリンとはペニシリン系抗生物質の一種である。MRSA は、多くのペニシリン・セフェム系抗生物質に対する耐性を獲得した黄色ブドウ球菌である。近年の抗生物質の多用・乱用が原因で増加している感染症であり、院内感染の重要な原因の一つである。MRSA は、感染者との接触により伝染する「接触感染」である。

(2) × C 型肝炎ウイルスは、急性肝炎、慢性肝炎、肝硬変を起こすウイルスである。ウイルスは血液中に存在し、汚染された血液が体内に入ることによる伝染する。

(3) × ロタウイルスは、乳幼児の急性下痢症の主な原因となる病原微生物である。ウイルスは便中に排泄され、汚染されたものを口にすることで伝染する「経口感染」である。

(4) × 単純ヘルペスウイルスは、口腔、眼、陰部など粘膜や皮膚に感染して、水泡などの病変が出現する。感染者との接触により伝染する「接触感染」である。

(5) ○ 麻疹ウイルスは、気道粘膜に感染し、咳・くしゃみなどにより空気中にウイルスが排泄される。咳・くしゃみで排泄される飛沫の大きさにより、「飛沫感染」と「空気感染」に分けられる。粒子の大きさが $5\mu\text{m}$ 以上の場合、すぐに落下して遠くへは飛ばない。今話題のインフルエンザは「飛沫感染」により伝染する。粒子の大きさが $4\mu\text{m}$ 以下の場合、粒子は長く空気中を浮遊し、遠くへ移動する。このようなものを「空気感染」という。つまり、汚染された空気を吸うだけで伝染するものである。麻疹ウイルスは「空気感染」を起こす。

正解 (5)

22-48 アレルギーに関する記述である。正しいのはどれか。

- (1) I 型アレルギーに関与する免疫グロブリンは、IgA である。
- (2) II 型アレルギーは、細胞性免疫である。
- (3) アレルギー性鼻炎は、III 型アレルギーである。
- (4) IV 型アレルギーは、ヒスタミンの放出により生じる。
- (5) アナフィラキシーは、即時型反応である。

(1) × I 型アレルギーは、アナフィラキシー型反応ともいう。アレルゲンに対する IgE 抗体が産生されて起こる即時型過敏症である。花粉症、アレルギー性鼻炎気管支喘息、蕁麻疹、ペニシリンショック、食物アレルギーなどが含まれる。IgE は、好塩基球由来の肥満細胞（マスト細胞）の表面に結合し、アレルゲンが IgE に結合すると肥満細胞からヒスタミンなど化学伝達物質が放出されて即時型反応を起こす。

(2) × II 型アレルギーは、細胞障害型反応ともいう。細胞や組織に対する抗体産生に補体が関与して細胞障害を起こす。よって、液性免疫である。自己免疫性溶血性貧血、1 型糖尿病などが含まれる。

(3) × III 型アレルギーは、アルサス型反応ともいう。抗原-抗体複合体（免疫複合体）が組織傷害を引き起こす。血清病、糸球体腎炎、膠原病など自己免疫疾患の一部が含まれる。アレルギー性鼻炎は I 型アレルギーである。

(4) × IV 型アレルギーは、ツベルクリン型反応または遅延型過敏症ともいう。アレルゲンと接触後、36 時間から 48 時間でピークに達し、数日続く。血清により受身移入できないが、リンパ球により受身移入できる (T リンパ球) ので、細胞性免疫である。ヒスタミンを放出するのは I 型アレルギーである。

(5) ○ アナフィラキシーの「アナ」はなくすること、「フィラキシー」は防ぐことを意味する。昔、ある研究者が、イソギンチャクの毒の研究をしていて、その毒を犬に注射したところ、1 度目はなにも起こらないが、2 度目は直ちに痙攣を起こして死亡したことから、1 度目の注射でその「毒」の対する「防御がなくなった」と考え、このような現象をアナフィラキシーと呼んだ。その後、これが即時型アレルギー反応であることが判明した。

ちなみに、V 型アレルギー反応というものがある。抗体の刺激により組織の機能が異常亢進あるいは異常低下するものをいう。II 型アレルギーと同様に液性免疫によるものだが、細胞障害がないことから区別される。バセドウ病（甲状腺の TSH 受容体に対する抗体により機能亢進）と重症筋無力症（神経筋接合部のアセチルコリン受容体に対する抗体により機能低下）が代表例である。

正解 (5)

22-49 自己免疫疾患とその症候との関係である。正しいものの組合せはどれか。

- a 関節リウマチ — 蝶形紅斑
 - b シェーグレン (Sjogren) 症候群 — 唾液分泌亢進
 - c 強皮症 — 嚥下障害
 - d 全身性エリテマトーデス — ループス腎炎
- (1) a と b (2) a と c (3) a と d (4) b と c (5) c と d

a× 関節リウマチは、進行性、破壊性、多発性の関節炎で、全身の関節の変形をきたす疾患である。蝶形紅斑は、両側の頬部と鼻根部に出現する紅斑で、全身エリテマトーデス (SLE) に特徴的な症状である。

b× シェーグレン症候群は、慢性、進行性の外分泌腺炎である。涙線や唾液腺に炎症が起こり、涙や唾液の分泌が減少する。

c○ 強皮症は、皮膚が硬くなる病気だが、食道の粘膜下層と平滑筋層にも線維化が起こり、蠕動運動が低下して、嚥下障害が出現する。

d○ 全身性エリテマトーデスは、蝶形紅斑など特徴的な皮膚症状や関節炎など全身に症状が出現する。腎障害も出現し、タンパク尿や円柱が出現する。全身性エリテマトーデスによる腎障害をループス腎炎という。全身性エリテマトーデスは、英語で Systemic Lupus Erythematosus といい、SLE と略す。SLE による腎炎ということで、Lupus Nephritis という。

正解 (5)

22-50 がんに関する記述である。正しいのはどれか。

- (1) 早期胃がんの肉眼分類には、ボルマン(Borrmann)分類がある。
- (2) 家族性大腸腺腫症（家族性大腸ポリポーシス）は、大腸がんの頻度が低い。
- (3) 膵頭部がんは、閉塞性黄疸をきたしやすい。
- (4) 食道がんは、腺がんが最も多い。
- (5) PSA は、肝細胞がんの腫瘍マーカーである。

(1) × ボルマン分類は、進行胃がんの分類である。

(2) × ポリープ（腺腫）から大腸がんは発生することが知られており、家族性大腸腺腫症では、ポリープがたくさんできるので、大腸がんの発生する確率が高くなる。

(3) ○ 総胆管は、膵臓の頭部の中をくぐりぬけて、十二指腸のファーター乳頭に開口している。膵頭部がんでは、総胆管にがん細胞が浸潤するか、がん組織の圧迫により胆汁の流れが悪くなる。その結果、胆汁が血液中に逆流して黄疸になる。このような黄疸を、閉塞性黄疸という。

(4) × 食道の上皮は重層扁平上皮である。そこから発生するがんは、扁平上皮がんが 95%を占めている。

(5) × PSA は、Prostate Specific Antigen（前立腺特異抗原）の略称である。PSA は、前立腺から精液中に分泌されるタンパク質分解酵素の一種で、精液に含まれるゼリー状のタンパク質を分解して精子の運動性を高める役割を果たすと考えられている。通常、PSA が血液中に混入することはほとんどないが、前立腺がんにより組織が破壊されると、PSA が血液中に混入する。よって、血液中の PSA 上昇が、前立腺がんの腫瘍マーカーになる。肝細胞がんの腫瘍マーカーは、 α -フェトプロテインである。

正解 (3)