

24-21 ミトコンドリアに関する記述である。正しいものの組合せはどれか。

- a 自己複製することができる。
 - b 成熟赤血球は、ミトコンドリアをもつ。
 - c 外膜は、クリステを形成している。
 - d ミトコンドリア DNA は、母親由来である。
- (1) a と b (2) a と c (3) a と d (4) b と c (5) c と d

a○ ミトコンドリアは、太古の昔、独立した細菌の一種であった。それが、あるとき有核細胞に寄生したものと考えられている。だから、固有の環状 DNA を持っているし、細胞内で分裂して増殖することもできる。ミトコンドリアには、内膜と外膜からなる二重の膜を持っているということは、内膜が寄生した細菌の細胞膜で、外膜が宿主の細胞膜であると考えられる。つまり、ミトコンドリアは、細胞小器官の 1 つではあるが、いまだに細胞外で生きていると考えてもいいかもしれない。

b× 赤血球は、骨髄において、造血幹細胞から分化して産生される。最終的に赤血球が成熟する際、核、ミトコンドリア、小胞体、リボゾームなどを細胞外に放出する。そのため成熟赤血球は、エネルギーを解糖系だけで産生している。

c× クリステとは、ミトコンドリアの内膜が内向きに折れこんでひだを形成したものである。外膜にクリステはない。

d○ 受精の際、精子から卵子に抽入されるのは、父親由来の DNA だけである。受精卵のミトコンドリアは、卵子が持っていたものなので、ミトコンドリア DNA は母親由来である。

正解 (3)

24-22 たんぱく質の構造と機能に関する記述である。正しいのはどれか。

- (1) たんぱく質の変性とは、一次構造が破壊されることである。
- (2) 補体は、補酵素として機能する。
- (3) 受容体は、情報伝達物質の標的細胞に存在する。
- (4) 酵素は、触媒する反応に必要なエネルギーを増大させる。
- (5) 収縮たんぱく質は、それ自体の長さを短縮することで筋収縮を引き起こす。

(1) × タンパク質の構造には、アミノ酸配列を示す一次構造、 α ヘリックスや β シートなど部分的に規則的な構造を示す二次構造、1本のポリペプチドの立体構造を示す三次構造、複数のポリペプチドが集まってできる複合体を示す四次構造がある。タンパク質の変性とは、これらの立体構造が変化して、そのタンパク質が持っている機能（例えば、酵素活性）を果たせなくなることである。

(2) × 補体は、血清中に存在するタンパク質で、約 20 種類ある。細菌に抗体が結合すると、補体が活性化される。活性化された補体は細菌に付着して、細胞膜に穴をあける。こうして細菌を破壊する。補酵素は、酵素が働くために必要なタンパク質以外の補助因子である。多くの補酵素は低分子で、ビタミンの誘導体である。

(3) ○ 情報伝達物質とは、ホルモンや神経伝達物質のことである。情報伝達物質は、ある細胞から分泌されて、他の細胞に作用する。ある情報伝達物質に対して、ある細胞は反応するが、別の細胞は反応しない。ある細胞が反応できるのは、その情報伝達物質に対する受容体を持っているからである。ある情報伝達物質に対する受容体を持っていて、その情報伝達物質に反応できる細胞を、その情報伝達物質の標的細胞という。

(4) × ある物質とある物質が反応して、新しい物質ができるとき、エネルギーが必要である。そのエネルギーを活性化エネルギーという。酵素は、その反応の活性化エネルギーを減少させることにより、常温、常圧の穏やかな環境下で反応を起こさせることができる。これを酵素の触媒作用という。

(5) × 収縮タンパク質の代表は、アクチンとミオシンである。アクチンとミオシンはそれぞれたくさんの分子が重合して、細長いフィラメントを形成する。筋細胞の中では、アクチンフィラメントとミオシンフィラメントが、互いに規則正しく並んでいる。筋細胞が収縮するときは、アクチンフィラメントがミオシンフィラメントの間に滑り込むことによって収縮する。

正解 (3)

24-23 たんぱく質の構造に関する記述である。正しいのはどれか。

- (1) インスリンは、A鎖とB鎖の2本のペプチド鎖からなる。
- (2) コラーゲンは、二重らせん構造をもつ。
- (3) インスリン受容体は、7つの膜貫通領域をもつ。
- (4) ヘモグロビンは、 α 鎖と β 鎖からなる2量体である。
- (5) IgGは、各4本のL鎖とH鎖をもつ。

(1) ○ インスリンは、1本のポリペプチド（プロインスリン）として粗面小胞体で合成される。その後、ゴルジ装置から分泌顆粒へ移動するとき、分子内に3か所S-S結合ができる。そして、2か所のペプチド結合が切断される。その結果、3本のペプチド（A鎖、B鎖、C鎖）が生成する。インスリンは、A鎖とB鎖がS-S結合でつながった構造をしている。C鎖はCペプチドとも呼ばれ、インスリンとともに血液中に分泌される。インスリンとCペプチドは同じ数だけ分泌されるので、血中や尿中のCペプチドを測定することより、内因性のインスリン分泌能を推定することができる。

(2) × コラーゲンは、グリシン、プロリン、ヒドロキシプロリンを主成分とする3本のペプチド鎖がらせん状構造をなしている。よって、三重らせん構造である。プロリンからヒドロキシプロリンを生成する酵素活性には、ビタミンCが必要である。ビタミンCが不足すると、結合組織の生成が障害され壊血病になる。

(3) × インスリン受容体は、2本の α サブユニットと2本の β サブユニットがS-S結合でつながった構造をしている。 α サブユニットは、2つとも完全に細胞外に出ている。2つの β サブユニットは細胞膜を、それぞれ1回だけ貫通している。教科書の図を見て確認しておこう。 β サブユニットの細胞内部分にはチロシンキナーゼ活性があり、インスリンが α サブユニットに結合すると活性化され、細胞内に情報が伝達される。7つの膜貫通領域を持つ受容体は、グルカゴンなどcAMPをセカンドメッセンジャーとして利用するホルモンの受容体でみられる。7つの膜貫通領域を持つ受容体は、三量体Gタンパク質の活性化を介して細胞内に情報が伝達するのが特徴である。

(4) × ヘモグロビンは、2本の α 鎖と2本の β 鎖からなる4量体である。

(5) × IgGは、2本のL鎖と、2本のH鎖がS-Sでつながった構造をしている。教科書の図を見て確認しておこう。

正解 (1)

24-24 脂質に関する記述である。正しいのはどれか。

- (1) オレイン酸は、n-6 系の一価不飽和脂肪酸である。
- (2) エイコサペンタエン酸は、炭素数 20 の飽和脂肪酸である。
- (3) アラキドン酸は、プロスタグランジンの前駆体となる。
- (4) ホスファチジルコリンは、セリンをもつ。
- (5) ビタミン A は、ステロイド骨格をもつ。

(1) × 脂肪酸は、炭素が 1 列に並んだ分子である。その一端のカルボキシル基 (COOH) がある。カルボキシル基の炭素を α 位といい、その反対側の炭素を ω 位という。 ω 位の炭素から数えて 3 つ目に最初の二重結合がある脂肪酸を n-3 系不飽和脂肪酸 (例えば、エイコサペンタエン酸) という。同じように 6 つ目に最初の二重結合がある脂肪酸を n-6 系不飽和脂肪酸 (例えば、アラキドン酸) という。オレイン酸は、 ω 位の炭素から数えて 9 つ目に二重結合をもつ脂肪酸なので一価不飽和脂肪酸であるが、n-6 系ではない。

(2) × 「エイコサ (eicosa)」は、ギリシャ語で、20 を意味する。「ペンタ (penta)」は、5 を意味する。だから、エイコサペンタエン酸は、炭素数が 20 で 5 つの二重結合をもつ多価不飽和脂肪酸という意味である。

(3) ○ アラキドン酸は、炭素数が 20 で 4 つの二重結合をもつ不飽和脂肪酸である。プロスタグランジンの前駆体となるというのは正しい。

(4) × グリセロールは、3 つの炭素が 1 つずつ水酸基 (-OH) を持っている。その水酸基に 3 つの脂肪酸のカルボキシル基がエステル結合したものがトリグリセリドである。そのうち 1 つの脂肪酸がリン酸に置き換わったものがリン脂質である。そのリン酸にコリンが結合したものがホスファチジルコリンである。コリンの代わりにセリンが結合するとホスファチジルセリンになる。

(5) × ステロイド骨格とは、3 つの六員環と 1 つの 5 員環で構成されている。六員環、五員環の形については、教科書の図で確認しておこう。ビタミン A は、1 つの六員環に側鎖がくっついた構造なので、ステロイド骨格とは異なる構造である。

正解 (3)

24-25 脂質に関する記述である。正しいのはどれか。

- (1) 脂肪酸の β 酸化は、細胞質ゾルで行われる。
- (2) ドコサヘキサエン酸は、エイコサノイドである。
- (3) 血中のケトン体が増加すると、血液 pH は上昇する。
- (4) メバロン酸は、コレステロール合成の中間体である。
- (5) スフィンゴミエリンは、単純脂質である。

(1) × 脂肪酸は、ミトコンドリア外膜にあるアシル CoA 合成酵素の作用で、アシル CoA となる。アシル CoA はミトコンドリア内に運ばれて、ミトコンドリアのマトリックスで β 酸化が行われる。アシル CoA がミトコンドリアの内膜を通過するときにはカルニチンが関わっている。このことからカルニチンをサプリメントとして摂取すると脂肪酸の燃焼が促進するのでダイエットに効くといわれているが、ヒトを対象にした大規模臨床試験で効果が証明されているわけではない。

(2) × 「ドコサ (docosa)」は、ギリシャ語で、22 を意味する。「ヘキサ (hexa)」は、6 を意味する。だから、ドコサヘキサエン塩酸は、炭素数が 22 で 6 つの二重結合をもつ多価不飽和脂肪酸という意味である。「エイコサ (eicosa)」は 20 を意味するので、エイコサノイドは、炭素数 20 の多価不飽和脂肪酸からつくられる生理活性物質の総称である。

(3) × ケトン体とは、アセチル CoA を原料にして肝臓で作られる化合物で、アセトン、アセト酢酸、3-ヒドロキシ酪酸の 3 つがある。「～酸 (acid)」という名前からわかるように水に溶けると酸性になるので、pH は低下する。少量であれば血液の緩衝作用で pH が大きく低下することはないが、多量になると、血液は酸性になる。これをケトアシドーシス (ketoacidosis) という。

(4) ○ コレステロール合成は、まず、3 分子のアセチル CoA から、3-ヒドロキシ-3-メチルグルタリル CoA (HMG-CoA) ができる。HMG-CoA は、HMG-CoA 還元酵素の作用でメバロン酸になる。その後、何段階か経てコレステロールが生成する。HMG-CoA 還元酵素は、コレステロール合成の律速酵素であり、生成物であるコレステロールによりフィードバック調節を受ける。現在、世界でもっと売れている高コレステロール血症治療薬であるスタチンは、遠藤明博士が世界で最初に発見したコンパクチンの研究から始まったものである。

(5) × 単純脂質は、脂肪酸とアルコールのエステルであり、中性脂肪とコレステロールエステルが代表である。脂肪酸とアルコール以外にリン酸、糖、窒素を含む化合物が成分に含まれている脂質を複合脂質という。複合脂質は、リン脂質と糖脂質に分類される。スフィンゴミエリンは、リン脂質に含まれる。もう一つ、誘導脂質は、単純脂質や複合脂質を加水分解して得られるものうち有機溶媒にとけるものをいう。脂肪酸、ステロイドなどがこれに含まれる。

正解 (4)

24-26 エネルギーとその変換に関する記述である。正しいものの組合せはどれか。

- a グルコースの好氣的代謝によって生じる ATP は、嫌氣的代謝よりも多い。
 - b 37.0℃の水 50kg が、2,000kcal の熱量を吸収すると、水温は 37.4℃になる。
 - c ヒトが生存・活動するためのエネルギーとして利用しているのは、熱エネルギーである。
 - d 呼気中の二酸化炭素分子には、摂取した水分子に由来する酸素原子が含まれる。
- (1) a と b (2) a と c (3) a と d (4) b と c (5) c と d

a○ 解糖により 2 分子の ATP と 2 分子の NADH が生成する。好氣的代謝では、NADH は電子伝達系に運ばれ、1 分子の NADH から 3 分子の ATP が生成する。よって解糖だけで 8 分子の ATP が生成する。クエン酸回路も含めると、1 分子のグルコースから 38 分子の ATP が生成する。嫌氣的代謝では電子伝達系が働かないので解糖でできた NADH はピルビン酸から乳酸の生成に使われる。よって、嫌氣的代謝では、1 分子のグルコースから生成する ATP は 2 分子だけである。

b× カロリー (calorie) の定義は、1 気圧のもとで 1g の水を 14.5℃から 15.5℃に上昇させるのに必要なエネルギーである。これを 15 度カロリーという。平均カロリーは、1g の水を 0℃から 100℃に上昇させるのに必要なエネルギーの 100 分の 1 である。15℃と 37℃では、1℃上昇させるのに必要なエネルギーはわずかに違うが、ここではそれを無視しよう。50kg の水を 0.4℃上昇させるエネルギーは、 $50 \times 0.4 = 20\text{kcal}$ である。

c× ヒトが生存・活動するためのエネルギーは太陽からやってくる。植物は、光合成により光エネルギーを化学エネルギーとして蓄える。動物は、植物に蓄えられた高分子を低分子に分解するとき発生する化学エネルギーを使って生命を維持に必要な化学反応を行っている。また、体温を維持するために、化学エネルギーを熱エネルギーに変換して利用している。

d○ 解糖によりグルコース ($\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$) 1 分子から 2 分子のピルビン酸ができる。1 分子のピルビン酸から 1 分子のアセチル CoA ができるときに 1 分子の CO_2 が発生する。この CO_2 の酸素の 1 つはグルコース由来、1 つはリン酸に由来する。アセチル CoA 1 分子がクエン酸回路に入ってグルグル回る間に、アセチル基 ($\text{CH}_3\text{CO}-$) の 2 つの炭素は 2 分子の CO_2 となる。この CO_2 の酸素は水 (H_2O) の酸素に由来する。教科書のクエン酸回路の図をよく眺めてみよう。 H_2O が入っている場所が 2 か所あるはずだ。こうして 1 分子のグルコースが完全に酸化されると 6 分子の CO_2 が生成することになる。

正解 (3)

24-27 代謝とその調節に関する記述である。正しいのはどれか。

- (1) アロステリック効果は、基質結合部位へのリガンドの結合によって生じる。
- (2) HMG-CoA 還元酵素は、アセチル CoA によるフィードバック制御をうける。
- (3) アイソザイムは、同一反応を触媒するが構造の異なる酵素である。
- (4) リポたんぱく質リパーゼは、インスリンによって抑制される。
- (5) グリコーゲン合成酵素は、アドレナリンによって活性化される。

(1) × 「アロ (allo)」は、「異なる」という意味である。「ステリック (steric)」は、「立体化学的」という意味である。アロステリック効果とは、小さな分子が、基質結合部位とは異なった部位に結合して、そのタンパク質の機能を調節することをいう。cAMP が、cAMP 依存性プロテインキナーゼの調節サブユニットの結合し、その結果触媒サブユニットが活性化するのは、アロステリック効果の例である。リガンド (ligand) とは、タンパク質のような高分子の基質結合部位に結合する分子のことをいう。例えば、インスリンは、インスリン受容体のリガンドである。

(2) × HMG-CoA 還元酵素は、コレステロール合成の律速酵素であり、生成物であるコレステロールによりフィードバック調節を受ける。HMG-CoA とは、3-ヒドロキシ-3-メチルグルタリル CoA (3-hydroxy-3-methylglutaryl CoA) のことである。

(3) ○ 「アイソ (iso)」は、「同じ」という意味である。「ザイム (zyme)」は、「酵素 (enzyme)」という意味である。つまりアイソザイムとは、「同じ反応を触媒する酵素」という意味である。「ある酵素に、複数のアイソザイムがある」ということは、構造、すなわちアミノ酸配列、すなわち遺伝子が異なる酵素が、同じ反応を触媒するということである。

(4) × リポタンパク質リパーゼは、血液中のキロミクロンや VLDL に含まれる中性脂肪を分解して、脂肪酸とグリセロールを生成する酵素である。インスリンは、リポタンパク質リパーゼの酵素量を増加させることにより、キロミクロンや VLDL に含まれる中性脂肪を分解して、脂肪組織への脂肪の蓄積を増加させる。

(5) × グリコーゲン合成酵素は、グリコーゲンを合成する酵素である。グリコーゲンを分解する酵素は、ホスホリラーゼである。インスリンは、グリコーゲン合成酵素を活性化し、ホスホリラーゼを抑制することにより、グリコーゲン合成を増加させる。アドレナリンやグルカゴンは、グリコーゲン合成酵素を抑制し、ホスホリラーゼを活性化することにより、グリコーゲン分解を増加させる。

正解 (3)

24-28 代謝とその調節に関する記述である。正しいのはどれか。

- (1) アクアポリン（水チャンネル）は、ATP を加水分解する酵素である。
- (2) クエン酸回路には、基質と酵素分子との反応過程がある。
- (3) アンギオテンシン変換酵素は、アンギオテンシン I をアンギオテンシノーゲンに変換する。
- (4) 脱共役たんぱく質（UCP）は、電子伝達と ATP 合成を脱共役させる。
- (5) ホスホジエステラーゼは、ATP を基質として cAMP（環状 AMP）を合成する。

(1) × アクアポリンは、腎臓の集合管の上皮細胞に存在するタンパク質である。腎臓の集合管では、集合間の内腔に比べて集合間周囲の間質の浸透圧が高いために水が再吸収され、尿が濃縮される。水は細胞膜を自由に通過することができるが、移動の効率はあまりよくない。そこで、集合管のように大量の水が通過する細胞には、水の通り道になるタンパク質（アクアポリン）が存在する。集合管上皮が、下垂体後葉から分泌される抗利尿ホルモン（バソプレシン）に刺激されると、細胞内にあったアクアポリンが細胞膜に移動して、水の吸収速度を上げる。この過程には ATP は必要ない。

(2) × クエン酸回路には、酸素分子が入り込む場所はない。教科書の図で確かめておこう。

(3) × アンギオテンシン変換酵素は、アンギオテンシン I をアンギオテンシン II に変換する。

(4) ○ ミトコンドリアにおいて、電子伝達系で電子が移動する間に、マトリックスの水素イオン (H^+) が内膜と外膜に挟まれた空間にくみ出される。この H^+ が、ATP 合成酵素を通過してマトリックスに流れ込んでくるときに放出されるエネルギーによって ATP が合成される。脱共役タンパク質（UCP、**uncoupling protein**）は、内膜と外膜の間にある H^+ を、ATP 合成酵素を通さずに、マトリックスに戻す。この時に放出されるエネルギーは熱に変換される。脱共役とは、 H^+ の移動と ATP 合成がカップリングしないようにするという意味である。UCP は、褐色脂肪細胞に多く存在し、体温調節に関わっている。

(5) × ホスホジエステラーゼは、cAMP を基質として、AMP を生成する。つまり、セカンドメッセンジャーである cAMP を分解して、ホルモンの作用を終了させる酵素である。ある種のホスホジエステラーゼは、cGMP を分解して、GMP を生成する。一酸化窒素 (NO) は血管を拡張させる作用があるが、そのセカンドメッセンジャーは cGMP である。よってそのホスホジエステラーゼの阻害薬は、cGMP の分解を抑制するので、NO の血管拡張作用を持続させることになる。この作用を応用した薬がバイアグラである。

正解 (4)

24-29 糖質の代謝に関する記述である。正しいのはどれか。

- (1) インスリンは、骨格筋でグルコース輸送体 (GLUT4) に作用する。
- (2) 骨格筋では、グリコーゲンがグルコースに変換される。
- (3) アセチル CoA は、リンゴ酸と反応してクエン酸回路に入る。
- (4) ペントースリン酸回路は、ミトコンドリアに存在する。
- (5) アセチル CoA は、糖新生の基質となる。

(1) ○ インスリンが骨格筋細胞の細胞膜に存在するインスリン受容体の α サブユニットに結合すると、 β サブユニットの細胞内部位にリン酸化が起こる。これがきっかけとなって細胞内に次々と反応が起こって、最終的に骨格筋細胞内に蓄えられていた GLUT4 が細胞膜に移動して、細胞外のグルコースが細胞内に取り込まれるようになる。

(2) × グリコーゲンを分解するホスホリラーゼによる加リン酸分解によりグルコース 1-リン酸を生成する。次に、ホスホグルコムターゼの作用によりグルコース 6-リン酸が生成する。骨格筋にはグルコース 6-リン酸を分解するグルコース 6-ホスファターゼがないので、グルコースは生成されず、解糖に入って代謝される。

(3) × アセチル CoA は、オキサロ酸と反応してクエン酸回路に入る。

(4) × ペントースリン酸回路とは、解糖の代謝中間体であるグルコース 6-リン酸から枝分かれして、フルクトース 6-リン酸とグルセルアルデヒド 3-リン酸になって解糖に戻ってくる代謝経路である。ペントースリン酸回路の役割は、ヌクレオチドの材料であるリボース 5-リン酸と、脂肪酸合成に必要な NADPH を供給することである。解糖もペントースリン酸回路は、ともに細胞質に存在する。

(5) × 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、グルコースがつくられる代謝経路である。解糖の最終産物であるピルビン酸は、オキサロ酢酸とリンゴ酸を経てオキサロ酢酸になる。ピルビン酸からできるアセチル CoA は、オキサロ酢酸と結合してクエン酸回路に入る。よって、正味アセチル CoA からオキサロ酢酸を生成することはできないので、アセチル CoA は糖新生の基質になることはできない。

正解 (1)

24-30 糖質の代謝に関する記述である。正しいのはどれか。

- (1) 乳酸は、好氣的条件下でピルビン酸から生成される。
- (2) 乳酸脱水素酵素は、解糖系の律速酵素である。
- (3) アラニンは、肝での糖新生に利用される。
- (4) ペントースリン酸回路は、クエン酸回路の側路である。
- (5) グルカゴンは、グリコーゲン分解を抑制する。

(1) × 解糖により生成するピルビン酸は、好氣的条件下でアセチル CoA となり、オキサロ酢酸と結合してクエン酸となり、クエン酸回路に入る。嫌氣的条件下では、ピルビン酸はクエン酸回路に入ることができない。NADH の酸化もできないので、解糖も停止してしまう。そこでピルビン酸を乳酸に変換する乳酸脱水素酵素の作用で NADH から NAD⁺を再生することにより、解糖を進め、ATP を合成する。

(2) × 解糖の律速酵素は、ヘキソキナーゼ、ホスホフルクトキナーゼ、ピルビン酸キナーゼの 3 つである。

(3) ○ 筋肉において、グルコースは解糖で代謝されてピルビン酸になる。そのピルビン酸はグルタミン酸からアミノ基を受け取ってアラニンとなる。アラニンは血流によって肝臓に運ばれる。肝臓において、アラニンは α -ケトグルタル酸にアミノ基を渡してピルビン酸となる。肝臓では、ピルビン酸から糖新生によりグルコースになる。グルコースは血流によって筋肉に運ばれ、解糖で代謝される。これをグルコース・アラニン回路という。

(4) × ペントースリン酸回路は、解糖の側路である。解糖の代謝中間体であるグルコース 6-リン酸から枝分かれして、フルクトース 6-リン酸とグルセルアルデヒド 3-リン酸になって解糖に戻ってくる。ペントースリン酸回路の役割は、ヌクレオチドの材料であるリボース 5-リン酸と、脂肪酸合成に必要な NADPH を供給することである。

(5) × グリコーゲンの分解を抑制するホルモンは、インスリンである。グルカゴンは、グリコーゲンの分解を促進する。この調節はグリコーゲン合成酵素とホスホリラーゼの 2 つの酵素のリン酸化/脱リン酸化によって行われる。

正解 (3)

24-31 生理活性物質とその前駆体のアミノ酸に関する組合せである。正しいのはどれか。

- (1) 一酸化窒素 (NO) — メチオニン
- (2) γ -アミノ酪酸 (GABA) — グルタミン酸
- (3) セロトニン — チロシン
- (4) ヒスタミン — ロイシン
- (5) アドレナリン — トリプトファン

(1) × 一酸化窒素 (NO) は、血管内皮細胞で合成され、血管平滑筋を弛緩させて、血圧を低下させる作用がある。一酸化窒素 (NO) は、一酸化窒素合成酵素により、アルギニンがシトルリンに変換されるときに発生する。だから、一酸化窒素 (NO) の前駆体はアルギニンである。

(2) ○ γ -アミノ酪酸 (GABA) もアミンの 1 種である。グルタミン酸のカルボキシル基が取り除かれたものが γ -アミノ酪酸 (GABA) である。だから、 γ -アミノ酪酸 (GABA) の前駆体はグルタミン酸である。

(3) × セロトニンもアミンに 1 種である。セロトニンの前駆体は、トリプトファンである。トリプトファンが、5-ヒドロキシトリプトファンになり、次にセロトニンになる。5-ヒドロキシトリプトファンがセロトニンになるときにカルボキシル基が取り除かれる。

(4) × アミノ酸は、カルボキシル基 (COOH) とアミノ基 (NH₂) を持っている。カルボキシル基が取り除かれるとアミンになる。ヒスチジンのカルボキシル基が取り除かれたものが、ヒスタミンである。だから、ヒスタミンの前駆体は、ヒスチジンである。

(5) × アドレナリンもアミンの 1 種である。アドレナリンの前駆体は、チロシンである。チロシンが、ドーパになり、ドパミンになり、ノルアドレナリンになり、最後にアドレナリンになる。ドーパがドパミンになるときに、カルボキシル基が取り除かれる。

正解 (2)

24-32 核酸・遺伝子に関する記述である。正しいのはどれか。

- (1) 成熟 mRNA (伝令 RNA) で遺伝情報を含む部分は、イントロンである。
- (2) ヌクレオシド (nucleoside) は、リン酸をもつ。
- (3) DNA から mRNA (伝令 RNA) への転写は、DNA ポリメラーゼによる。
- (4) 活性型ビタミン D は、遺伝子発現を調節する。
- (5) DNA 分子中のチミンに対応する相補的塩基は、アラニンである。

(1) × タンパク質のアミノ酸配列は、遺伝子として DNA 上の 4 つの塩基の配列によってコードされている。遺伝子のうち、遺伝情報を含む部分をエクソンという。エクソンとエクソンの間の遺伝情報を含まない部分をイントロンという。転写された直後の mRNA はエクソンとイントロンを含むが、その後イントロンが切り出されて、エクソンだけの成熟 mRNA となる。これをスプライシングという。

(2) × 塩基にペントース (五単糖) がくっついたものが、ヌクレオシドである。ペントースは、RNA の場合はリボース、DNA の場合はデオキシリボースである。ヌクレオシドのペントースにリン酸がくっついたものがヌクレオチドである。教科書の図で確かめておこう。

(3) × DNA から mRNA への転写は、RNA ポリメラーゼによって行われる。DNA ポリメラーゼは、DNA を複製するときに働く。

(4) ○ ビタミン D の受容体は核内にある。活性型ビタミン D と受容体が結合した複合体は、特定の遺伝子のプロモーター領域に結合し、特定の遺伝子発現を調節する。

(5) × DNA の 4 つの塩基は、アデニン (A)、グアニン (G)、チミン (T)、シトシン (C) である。相補的に対をつくるのは、アデニン (A) とチミン (T)、グアニン (G) とシトシン (C) である。

正解 (4)

24-33 炎症についての記述である。正しいのはどれか。

- (1) 慢性炎症の浸潤細胞は、主に好中球である。
- (2) 急性炎症では、血管透過性が低下する。
- (3) 炎症性サイトカインは、赤血球に由来する。
- (4) 急性炎症では、乾酪壊死がみられる。
- (5) 炎症では、血中に C 反応性たんぱく質(CRP)が増加する。

(1) × 浸潤細胞とは、炎症が起こっている場所へ集まってくる白血球のことである。急性炎症では主に好中球が浸潤し、慢性炎症では主にリンパ球が浸潤する。

(2) × 急性炎症では、発赤、発熱、腫脹、疼痛が起こる。このうち発赤と発熱は、毛細血管が拡張することにより起こる。腫脹は、血管透過性の亢進により血漿成分が間質に漏れ出ることにより起こる局所の浮腫である。

(3) × サイトカインとは、細胞が分泌するタンパク質で、特定の情報伝達に関わっている。ホルモンに比べて分子量が大きいものが多い。炎症性サイトカインは、白血球やマクロファージが分泌するサイトカインである。赤血球には、核もリボソームもないので、タンパク質を合成することができない。

(4) × 乾酪壊死とは、慢性炎症で形成された肉芽腫に壊死がおこってチーズのような外観を呈することをいう。代表例は結核症でみられる。

(5) ○ CRP は、炎症の場で活性化されたマクロファージから分泌されたサイトカインが肝細胞に働いて生成される急性期反応タンパク質の一種である。血中 CRP 濃度の上昇は、体内に炎症が存在することを示している。

正解 (5)

24-34 疾患に関連する病態・症候・検査についての記述である。正しいのはどれか。

- (1) 頻脈は、甲状腺機能低下症でみられる。
- (2) 下血は、過敏性腸症候群でみられる。
- (3) クスマウル大呼吸は、胆石発作でみられる。
- (4) 黄疸は、溶血性貧血でみられる。
- (5) 1 秒率の増加は、慢性閉塞性肺疾患でみられる。

(1) × 甲状腺ホルモンには、交感神経を緊張させる作用がある。そのため、血中甲状腺ホルモン濃度が増加する甲状腺機能亢進症では、頻脈（脈拍数 100/分以上）が出現する。血中甲状腺ホルモン濃度が低下する甲状腺機能低下症では、徐脈（脈拍数 50/分以下）が出現する。

(2) × 下血とは、肛門から血液が混じった便を排泄することである。消化管粘膜の潰瘍やびらんなど出血を伴う器質的な病変があるときに出現する。過敏性腸症候群は、腸管の機能的な異常であり、器質的な病変を伴わないことが特徴なので、下血はみられない。

(3) × クスマウル大呼吸とは、深く大きな呼吸のことで、呼吸数は減少する。糖尿病性ケトアシドーシス、尿毒症でみられる。胆石症の三主徴は、右季肋部の疝痛発作、発熱、黄疸である。

(4) ○ 黄疸とは、血中ビリルビン濃度が上昇し、皮膚が黄染した状態をいう。ビリルビンは、ヘモグロビンの構成要素であるポルフィリンの代謝産物である。老化した赤血球は脾臓でとり込まれて分解される。ヘム由来の非抱合型ビリルビン（不溶性）は肝臓に運ばれる。肝臓に取り込まれた非抱合型ビリルビンは、グルクロン酸との抱合反応により抱合型ビリルビン（可溶性）となり胆汁中に排泄される。腸管内のビリルビンは、腸内細菌によりウロビリノーゲン（無色）になる。ウロビリノーゲンの大部分は、腸内細菌により還元されて黄褐色のステルコビリニンとなり、糞便中に排泄される。ウロビリノーゲンの一部は、再吸収されて肝臓に取り込まれ、ビリルビンとなって再び胆汁中に排泄される。（胆汁色素の腸肝循環）溶血性貧血では、肝臓の処理能力を超えて、大量の非抱合型ビリルビンが産生されるので黄疸が出現する。

(5) × 1 秒率とは、呼吸機能検査の一つで、最大吸気位から最大呼気位まで、最大の速度で吐き出す量（努力肺活量）のうち、最初の 1 秒間に排泄する空気の量の比率のことである。慢性閉塞性肺疾患では、呼気時に気道が閉塞するので、1 秒率は減少する。

正解 (4)

24-35 終末期医療と死に関する記述である。正しいものの組合せはどれか。

- a ホスピスでは、終末期医療を専門的に行っている。
 - b 緩和ケアは、精神面のケアを含まない。
 - c 尊厳死の選択は、本人の自発的意志によるものである。
 - d 安楽死は、わが国では尊厳死法に定められている。
- (1) a と b (2) a と c (3) a と d (4) b と c (5) c と d

a○ ホスピスとは、末期患者に対して痛みをはじめとするさまざまな苦痛を緩和し、QOLの向上を目指す医療を行う施設や活動のことをいう。

b× 緩和ケアとは、WHO の定義によると、「生命を脅かす疾患による問題に直面している患者とその家族に対して、疾患の早期より痛み、身体的問題、心理社会的問題、スピリチュアルな（霊的な、魂の）問題に関してきちんとした評価をおこない、それが障害とならないように予防したり対処したりすることで、クオリティ・オブ・ライフ（QOL、生活の質、生命の質）を改善するためのアプローチである」とされている。

c○ 尊厳死とは、人間が人間としての尊厳を保って死に臨むことである。治癒の可能性がない終末期の患者が、緩和ケアを受けながら、無益な延命治療を行わないことについて、本人の自発的意思が尊重される。終末期で本人による意志表明が困難な場合があるので、前もってリビング・ウィルで意思を表明しておくことが有効であると考えられている。

d× 安楽死には、積極的安楽死と消極的安楽死がある。積極的安楽死とは、回復の見込みがない終末期の患者に対し、苦痛から解放するために薬物などの処置により積極的に死を迎えさせることをいう。消極的安楽死と尊厳死の違いは、本人の自発的意思の有無である。わが国では、安楽死、尊厳死について、法制化されていない。

正解 (2)

24-36 一次救命処置に関する記述である。正しいものの組合せはどれか。

- a 口対口人工呼吸法 (mouth-to-mouth 法)
 - b 心電図のモニタリング
 - c 頭部後屈による気道確保
 - d アドレナリンの静脈内注射
- (1) a と b (2) a と c (3) a と d (4) b と c (5) c と d

a○ 一次救命処置は、たまたま現場に居合わせた人が行うもので、特別な器具や薬品を必要としない。これに対し、二次救命処置は、病院など設備の整った環境で、資格を有する者が行う救命処置である。AED は器具であるが、現場に居合わせて人が使うことが前提となっており、有資格者である必要はないので、一次救命処置に含まれる。一次救命処置の手順は、①反応を確認する、②大声で叫んで周囲の注意を喚起する、③119 番通報して AED を手配する、④気道を確保する、⑤呼吸を確認する、⑥人工呼吸を 2 回行う、⑦胸骨圧迫を行う、⑧胸骨圧迫 30 回と人工呼吸 2 回の組み合わせ (心肺蘇生) を続ける、⑨AED を使用する、である。

b× AED は、心電図を自動的に判別し、電気ショックを与える器具で、一次救命処置に含まれるが、心電図モニタリングは、資格を有する者が心電計を使ってモニターするものなので二次救命処置に含まれる。

c○ 一次救命処置の、「④気道を確保する」のことである。

d× アドレナリンの静脈内注射は、資格を有する者が、薬品を使って行うものなので、二次救命処置に含まれる。

ちなみに、「口対口人工呼吸法」については、近年では感染症防止の為、無理に人工呼吸を行わず、胸骨圧迫だけでもよいとされている。また、そもそも、人工呼吸を行わず、胸骨圧迫のみを継続して行ったほうが、蘇生率が良い結果になったという報告もある。

正解 (2)

24-37 糖尿病の合併症である。誤っているのはどれか。

- (1) 高浸透圧昏睡
- (2) 代謝性アルカローシス
- (3) 失明
- (4) ネフローゼ症候群
- (5) 起立性低血圧

(1) ○ 著しい高血糖 (600mg/dl 以上) になると、血液の浸透圧が上昇して、脳の循環障害や神経細胞の脱水を起し、そのために昏睡が出現することがある。これを高浸透圧高血糖症候群という。以前は非ケトン性高浸透圧昏睡と呼ばれていたが、ケトーシスを伴うこともあり、昏睡なることはまれなために、このような呼称が用いられている。

(2) × 体内で発生した酸を中和するために重炭酸イオンが消費されて発生するアシドーシスを、代謝性アシドーシスという。糖尿病では、グルコースの利用障害と脂肪酸酸化の過剰により、ケトン体が産生される。ケトン体は酸性なので、これを中和するために重炭酸イオンが消費される。これをケトアシドーシスという。

(3) ○ 糖尿病では、糖尿病性網膜症が出現し、重症の場合、失明する場合もある。

(4) ○ 糖尿病性腎症では、タンパク尿が出現し、重症の場合、腎不全になる場合もある。尿タンパクの排泄が著しい場合は、ネフローゼ症候群の診断基準を満たすことがある。糖尿病性腎症は、二次性ネフローゼ症候群の主要な原因の一つである。

(5) ○ 糖尿病性神経障害では、自律神経障害が出現し、起立性低血圧が出現する。起立性低血圧とは、横たわった状態から立ち上がると、収縮期血圧が 20mmHg 以上低下するものをいう。

正解 (2)

24-38 咀嚼・嚥下に関する記述である。正しいものの組合せはどれか。

- a 咀嚼の下顎運動には、三叉神経が関与する。
 - b 喉頭は、鼻腔と上咽頭の間が存在する。
 - c 嚥下運動には、喉頭期がある。
 - d 肺炎の原因に、不顕性誤嚥がある。
- (1) a と b (2) a と c (3) a と d (4) b と c (5) c と d

a○ 三叉神経（第 5 脳神経）と顔面神経（第 7 脳神経）は、ともに顔面に広く分布し、知覚神経と運動神経の両方を持つのでわかりにくい。ここでよく整理しておこう。三叉神経は、顔面の知覚と咀嚼筋運動を支配する。顔面神経は、表情筋の運動と、味覚を支配する。

b× 口腔の奥に咽頭がある。咽頭の上の方を上咽頭といい、鼻腔につながっている。咽頭の下の方は、喉頭と食道につながっている。空気は喉頭に、食物は食道に入る。

c× 嚥下運動は、先行期、準備期、口腔期、咽頭期、食道期の 5 期に分けられる。嚥下反射は、咽頭期に起こる。食物が、誤って喉頭に入ると、誤嚥性肺炎を起こす。

d○ 食物が喉頭から気道に入ると、ふつうは激しくむせぶ。誤嚥が起こっても、そのような反射が起きない場合を、不顕性誤嚥という。不顕性誤嚥は、肺炎の原因になる。

正解 (3)

24-39 膵臓の外分泌腺から分泌されるポリペプチドである。正しいのはどれか。

- (1) ガストリン
- (2) キモトリプシノーゲン
- (3) グルカゴン
- (4) セクレチン
- (5) ペプシノーゲン

(1) × ガストリンは、胃の前庭部の粘膜上皮に存在する G 細胞から分泌されるペプチド・ホルモンである。食物に含まれる肉汁や迷走神経によって分泌が増加する。ガストリンは、胃腺の壁細胞に働いて、胃酸の分泌を促進する。

(2) ○ キモトリプシノーゲンは、膵臓の外分泌腺から分泌される消化酵素である。酵素はポリペプチドでできている。膵臓の外分泌腺から分泌される消化酵素には、他にトリプシン、エステラーゼ、アミラーゼ、リパーゼなどがある。

(3) × グルカゴンは、膵臓の内分泌腺（ランゲルハンス島）の A 細胞から分泌されるペプチド・ホルモンである。グルカゴンは、血糖値が低下したときに分泌され、肝臓でのグリコーゲン分解と糖新生を促進して血糖値を上昇させる。

(4) × セクレチンは、十二指腸の粘膜上皮に存在する S 細胞から分泌されるペプチド・ホルモンである。胃酸により分泌が増加する。セクレチンは、膵臓の外分泌腺に働いて重炭酸イオンの分泌を促進し、胃酸を中和する。

(5) × ペプシノーゲンは、胃腺の主細胞から分泌される消化酵素である。胃酸の働きでペプシンとなり、タンパク質を分解する。

正解 (2)

24-40 循環障害に伴う病態に関する組合せである。正しいのはどれか。

- (1) 腎動脈狭窄 — 本態性高血圧
- (2) 右心不全 — 肺水腫
- (3) 深部静脈血栓 — 肺塞栓
- (4) 心筋壊死 — 狭心症
- (5) 粥状動脈硬化 — 糖尿病網膜症

(1) × 腎動脈に狭窄が起こると、腎臓への血流が減少する。腎臓への血流が減少すると傍糸球体装置からレニンが分泌される。レニンは、血液中を流れているアンギオテンシノーゲンをアンギオテンシン I に変換する。アンギオテンシン I は、アンギオテンシン変換酵素によりアンギオテンシン II になる。アンギオテンシン II は、副腎皮質を刺激してアルドステロンを分泌させる。アルドステロンは、尿細管の Na 再吸収を促進して体液量を増やす。また、アンギオテンシン II は、直接血管に働いて収縮させる。その結果、血圧が上昇する。これを腎血管性高血圧という。本態性高血圧とは、原因不明の高血圧という意味である。

(2) × 心不全は、心拍出量の減少による症状と、静脈系のうっ血による症状を考えればよい。右心不全は、右心室から血液が十分に押し出されないので、肺に行く血液が減少し、全身の静脈系にうっ血が起こる。よって、肺水腫は、起こらない。左心不全は、左心室から血液が十分に押し出されないので、全身に行く血液が減少し、肺の静脈にうっ血が起こる。これが肺水腫である。

(3) ○ ある場所にできた血栓がはがれて、血流にのって流れて、別の場所の血管に詰まることを塞栓という。はがれた血栓が詰まるのは、血栓がはがれた場所の血管より細い血管に入ってしまったときに起こる。静脈は、一般に心臓にたどり着くまでは合流しながらだんだんと太い静脈になる。よって、深部の静脈にできた血栓がはがれた場合、心臓までは引っかかることはない。血栓は右心房、右心室を通過して肺動脈に入る。肺動脈は、分岐しつつ次第に細くなる。ここで血栓が詰まる。よって、肺梗塞が起こる。代表例は、エコノミー症候群である。長時間、窮屈な座席に座っていると、下肢の血流が停滞して血栓ができる。それがはがれて肺梗塞を起こす。飛行機に乗るときは、定期的に足を動かして血栓ができるのを予防しよう。

(4) × 心臓の筋肉を栄養する冠状動脈の閉塞により狭心症と心筋梗塞が起きる。梗塞とは、血流が途絶えたために組織が酸素不足となり、細胞に壊死が起こることをいう。一方、狭心症は、一過性の虚血により起こるもので、組織の壊死は起こらない。

(5) × 粥状動脈硬化症は、大きな血管の内膜にコレステロールが沈着して起こる。糖尿病の合併症として起こりやすく、大血管障害 (macroangiopathy) という。糖尿病網膜症は、糖尿病腎症、糖尿病神経障害とともに糖尿病の細小血管症 (microangiopathy) といわれているものである。

正解 (3)

24-41 心筋の活動電位と筋収縮に関する記述である。正しいものの組合せはどれか。

- a 膜電位が興奮閾値に達すると、過分極する。
 - b 活動電位第 2 相（プラトー相）では、カルシウムイオンが心筋細胞内に流入する。
 - c 心筋細胞内のカルシウムイオン濃度の上昇により、アクチンとミオシンが結合する。
 - d 活動電位第 4 相（静止膜電位）では、心筋は収縮している。
- (1) a と b (2) a と c (3) a と d (4) b と c (5) c と d

a× まず、静止電位と活動電位について、基礎知識を確認しておこう。細胞膜には Na-K ポンプというものがあって、ATP を消費して Na⁺を細胞外へ、K⁺を細胞内へ移動させる。その結果、細胞外は Na⁺濃度が高く、細胞内は K⁺濃度が高くなる。ここまでいいかな。次に、細胞膜には Na チャネルと K チャネルという Na⁺と K⁺の通り道がある。静止状態では、Na チャネルは閉じており、K チャネルは空いている。その結果、何が起こるか想像してみよう。Na⁺は細胞内に入れないが、K⁺は細胞外に出ていくよね。すると細胞内にプラスのイオンが減少して、細胞内が電氣的に負になる。これを分極といい、この電気勾配差を膜電位という。細胞が刺激を受けると膜電位が上昇する。上昇するということは 0 に近づくということだよ。これを脱分極という。脱分極が一定のレベルに達すると Na チャネルが一斉に開いて、Na⁺が細胞内に流れ込んできて、活動電位が発生する。この一定のレベルのことを興奮閾値という。過分極とは、静止膜電位が過剰に低下することで、活動電位が発生した後の再分極するときに起こるんだよ。

b○ 心筋の活動電位は、Na⁺の流入に続いて Ca²⁺が流入する。このため心筋の活動電位は、骨格筋の活動電位より長く続くことになるんだね。Ca²⁺が流入するときを活動電位第 2 相（プラトー相）という。プラトー（plateau）とは、高原とか、台地とか、平坦とか、安定とかいう意味だよ。

c○ 活動電位第 2 相で流れ込んでくる Ca²⁺が刺激となって、筋小胞体から Ca²⁺が流出し、アクチンフィラメントとミオシンフィラメントに連絡橋ができて、滑走が起こるんだね。Ca²⁺はアクチンフィラメントにくっついているトロポニンに結合する。すると、アクチンフィラメントにまとわりついているトロポミオシンが少しずれて、アクチンとミオシンの頭部が結合することができるようになる。こうしてアクチンフィラメントとミオシンフィラメントに連絡橋ができるんだね。

d× 活動電位第 1 相は Na⁺の流入により脱分極である。第 2 相は Ca²⁺流入によるプラトー相である。第 3 相は K⁺の流出による再分極である。このとき Ca²⁺も流出する。第 4 相は静止膜電位である。心筋を収縮させるのは Ca²⁺だよ。だから、心筋が収縮するのは、第 2 相から第 3 相にかけてであることがわかるね。第 4 相は弛緩している。

正解 (4)

24-42 アシドーシス・アルカローシスとその原因に関する組合せである。正しいのはどれか。

- (1) 呼吸性アシドーシス ----- 過呼吸 (過換気)
- (2) 呼吸性アルカローシス ---- 肺気腫
- (3) 代謝性アシドーシス ----- 嘔吐
- (4) 代謝性アシドーシス ----- 飢餓
- (5) 代謝性アルカローシス ---- 腎不全

(1) × アシドーシスとアルカローシスの問題だ。考えることは、血中二酸化炭素 (CO_2) 濃度が上昇するのか低下するのか、血中重炭酸イオン (HCO_3^-) 濃度が上昇するのか低下するのか、の 2 点である。 CO_2 が上昇するか HCO_3^- が低下すれば、血液は酸性 (acid) になるのでアシドーシス (acidosis)、 CO_2 が低下するか HCO_3^- が上昇すれば、血液はアルカリ性 (alkali) になるのでアシドーシス (alkalosis) である。先に CO_2 の変化が起こるものを呼吸性、先に HCO_3^- の変化が起こるものを代謝性という。

過呼吸になると体内の CO_2 が大気中に出て行って、血液中の CO_2 濃度は低下する。よって、過呼吸では呼吸性アルカローシスになる。

(2) × 肺気腫とは、息を吐き出す時に気管支が閉塞して、肺胞の中に多量に空気が残り、その結果、構造が破壊された状態である。肺でのガス交換が障害されるので、血液中の CO_2 濃度は上昇する。よって、肺気腫では呼吸性アシドーシスになる。

(3) × 嘔吐は、胃液は体外に失われる。胃液に含まれる H^+ は、 H_2CO_3 が H^+ と HCO_3^- に解離してつくられる。 HCO_3^- は体内に残るので、血液中の HCO_3^- 濃度が上昇する。よって、嘔吐では代謝性アルカローシスになる。ちなみに、下痢では腸液に含まれる HCO_3^- が体外に失われるので、代謝性アシドーシスになる。

(4) ○ 飢餓では、体内の代謝が異化の傾き、多量の酸が産生される。その酸を中和するために、 HCO_3^- が消費されるので血液中の HCO_3^- 濃度は低下する。よって、飢餓では代謝性アシドーシスになる。

(5) × 腎不全では、腎臓からの H^+ の排泄が障害される。その H^+ を中和するために、 HCO_3^- が消費されるので血液中の HCO_3^- 濃度は低下する。よって、腎不全では代謝性アシドーシスになる。

正解 (4)

24-43 腎臓の機能に関する記述である。正しいのはどれか。

- (1) 尿素は、主に腎臓で産生される。
- (2) β_2 -ミクログロブリンは、糸球体では濾過されない。
- (3) ヘンレ係蹄上行脚で水の再吸収が行われる。
- (4) 副甲状腺ホルモンは、リンの再吸収を抑制する。
- (5) 甲状腺ホルモンは、ビタミン D の活性化を促進する。

(1) × アミノ酸が分解されるときには、有害なアンモニアが産生される。アンモニアは、肝臓において無害な尿素に変えられて、主に腎臓から体外に排泄される。

(2) × β_2 -ミクログロブリンは、体内の細胞表面にある主要組織適合抗原 HLA クラス I の L 鎖に由来するタンパク質である。分子量が約 1.2 万と小さいため、糸球体で濾過されるが、尿細管で再吸収されるので、尿中にはほとんど排泄されない。

(3) × 糸球体で濾過された水の約 80% は近位尿細管において再吸収される。残りの約 20% はヘンレ係蹄下行脚と集合管で再吸収される。ヘンレ係蹄上行脚では Na^+ の再吸収が行われ、対向流増幅系が形成される。

(4) ○ 副甲状腺ホルモンは、血中カルシウム濃度が低下すると、副甲状腺から分泌されるホルモンである。主な標的器官は骨と腎臓である。骨では、破骨細胞を活性化して骨吸収を促進する。腎臓での作用は、カルシウムの再吸収促進、リンの排泄促進、ビタミン D の活性化促進である。

(5) × 体内で合成されたビタミン D_3 または食物として摂取したビタミン D_3 は、肝臓で水酸化され 25-ヒドロキシコレカルシフェロールとなる。さらに、腎臓で水酸化され、活性型の 1,25-ジヒドロキシコレカルシフェロールとなる。

正解 (4)

24-44 クッシング症候群の症候である。誤っているのはどれか。

- (1) 中心性肥満
- (2) 満月様顔貌
- (3) テタニー発作
- (4) 赤紫色皮膚線条
- (5) 多毛

(1) ○ クッシング症候群とは、慢性のグルココルチコイド（コルチゾル）過剰分泌により、中心性肥満、高血圧、低 K 血症、代謝性アルカローシスなどが出現する疾患である。下垂体の ACTH 過剰分泌が原因である場合をクッシング病という。クッシング病の 80～90%は下垂体の ACTH 産生腺腫が原因である。副腎の過形成または腺腫によりグルココルチコイド過剰産生が原因である場合を狭義のクッシング症候群という。20～40 歳代の女性に多い。

コルチゾルは、筋肉組織のタンパク質の異化を促進して、肝臓での糖新生を促進する。一方その結果、筋肉の糖取り込みを抑制するので、血糖値が上昇する。脂肪組織に対しては、四肢では脂肪分解、体幹部では脂肪蓄積が起こる。その結果、手足が細く、体幹部に脂肪が沈着した中心性肥満となる。

(2) ○ 満月様顔貌は、中心性肥満の症状の一部であり、顔面の脂肪沈着により丸顔になることをいう。クッシング症候群の特徴的症候である。

(3) × テタニーとは、低 Ca 血症により、手足の筋肉に強い拘縮を起こして、手足の屈曲が数分間持続することをいう。クッシング症候群では、骨吸収が促進して骨粗鬆症が出現するが、血中 Ca 濃度は低下しない。クッシング症候群に特徴的な電解質異常は、低 K 血症である。

(4) ○ コルチゾルの作用で、皮膚の結合組織のタンパク質異化の結果、皮膚が脆弱になる。一方、中心性肥満により、皮膚は引っ張られて緊張した状態になる。その結果、皮膚に裂け目ができる。これが皮膚線条である。クッシング症候群では、赤紫色の皮膚線条が特徴である。

(5) ○ クッシング症候群では、副腎アンドロゲンの分泌増加により、多毛症、座瘡（にきび）、無月経などが出現する。

正解 (3)

24-45 甲状腺機能亢進症の症候である。正しいのはどれか。

- (1) 嗄声 (させい)
- (2) 体重増加
- (3) 無気力
- (4) 食欲亢進
- (5) 便秘

(1) × 甲状腺機能亢進症は、甲状腺によるホルモンの合成・分泌が亢進するために血液中の甲状腺ホルモン濃度が上昇し、過剰なホルモンによる特徴的な臨床症状を呈する。甲状腺の TSH 受容体に対する自己抗体が出現するものをバセドウ病 (あるいはグレイブス病) といい、20~50 歳代の女性に多い。まれに、甲状腺ホルモンを産生する結節性の甲状腺腫が原因になることがあるが、これをプランマー病という。

嗄声とは、しわがれ声のことである。甲状腺機能低下症では、粘液水腫といってムコ多糖類が皮下組織に沈着するが、これが声帯に起こると嗄声が出現する。

(2) × 過剰な甲状腺ホルモンは、代謝を増加させ、消費エネルギーが増大するので、体重を減少させる。逆に、甲状腺ホルモンの不足は、代謝を低下させ、体重を増加させる。

(3) × 過剰な甲状腺ホルモンは、いらいら、不安感、落ち着きのなさなどの精神症状を出現させる。逆に、甲状腺ホルモンの不足は、疲労感、無気力、思考力の低下などの精神症状を出現させる。

(4) ○ 甲状腺機能亢進症の特徴は、食欲亢進にも関わらず、体重が減少すること。甲状腺機能低下症の特徴は、食欲低下にも関わらず、体重が増加すること。

(5) × 過剰な甲状腺ホルモンは、腸の運動を亢進させるので、下痢が出現する。逆に、甲状腺ホルモンの不足は、腸の運動を抑制するので、便秘が出現する。

正解 (4)

24-46 感覚器に関する記述である。正しいのはどれか。

- (1) 音は、半規管によって電気信号に変換される。
- (2) 蝸牛からの信号は、顔面神経により伝えられる。
- (3) ロドプシンは、光の網膜照射によって分解される。
- (4) 瞳孔は、強い光が網膜に照射されることによって散大する。
- (5) 味蕾からの信号は、舌下神経により伝えられる。

(1) × 内耳は、前庭、骨半規管、蝸牛からなる骨迷路と、そのなかにある膜性の膜迷路からなる。膜迷路は、卵形嚢、球形嚢、半規管、蝸牛管からなる閉鎖した管系である。このうち、音の受容に関わる聴覚器官は、蝸牛管である。卵形嚢、球形嚢、半規管は、前庭器官といい、平衡感覚に関わる。

(2) × 蝸牛からの信号は、蝸牛神経によって伝えられる。蝸牛神経は、前庭器官からの前庭神経と合流して内耳神経（第Ⅷ脳神経）となって脳幹に入る。その後、蝸牛からの信号は交差して、側頭葉の聴覚野に達する。

(3) ○ 網膜の視細胞には、視物質と呼ばれる光感受性の物質が存在し、これが光を受容して構造が変化するとき、視細胞の興奮をひき起こす。杆体の視物質は、ロドプシン（視紅）と呼ばれ、レチナール（ビタミン A のアルデヒド）とタンパク質のオプシンが結合したものである。光によってロドプシンが分解することがきっかけとなって、視細胞に活動電位が発生する。この信号が視神経（第Ⅱ脳神経）によって脳に伝えられる。

(4) × 瞳孔は、目の中に入る光の量を調節している。明るいところでは、瞳孔は収縮し、暗いところでは瞳孔は散大する。瞳孔に光をあてると瞳孔が収縮することを、対光反射という。

(5) × 味蕾からの味覚の信号は、舌の後ろ 1/3 は舌咽神経によって、舌の前 2/3 は顔面神経によって伝えられる。

正解 (3)

24-48 生殖器に関する記述である。正しいのはどれか。

- (1) 精子細胞は、二倍体としての染色体を有す。
- (2) ミトコンドリアは、精子には存在しない。
- (3) 黄体からは、プロゲステロンが分泌される。
- (4) 黄体形成ホルモン (LH) サージは、月経を誘発する。
- (5) 黄体は、白体の癒痕化によりつくられる。

(1) × 精細管上皮は、精子をつくる細胞 (精細胞) とこれを支える支持細胞 (セルトリ細胞) からなる。上皮の深層に並ぶ精祖細胞は絶えず有糸分裂を行っているが、一部は第 1 次精母細胞 ($44+XY$) に変わり 2 段階 (第 1 および第 2) の減数分裂に入る。第 1 減数分裂を終えたものを第 2 次精母細胞 ($22+X$ または Y)、第 2 減数分裂を終えた細胞を精子細胞 ($22+X$ または Y) といい、さらに変形して精子になる。

(2) × 精子は、DNA を含む頭部、ミトコンドリアを含む中部、運動性のある尾部の 3 つの部分からなる。受精に際し、卵細胞内に入るのは DNA だけで、ミトコンドリアは受精卵に入らない。

(3) ○ 月経終了から約 2 週間は、卵胞刺激ホルモン (FSH) の作用で卵胞が成熟する。この時期に、卵胞からは卵胞ホルモン (エストロゲン) が分泌され、子宮内膜を増殖・肥厚させる。これを増殖期という。月経終了後 14 日目頃、エストロゲン分泌がピークに達すると、エストロゲンの正のフィードバック作用により黄体形成ホルモン (LH) の急激な分泌増加 (LH サージ) が起こって排卵が起こる。続いて、排卵後の卵胞から、黄体が形成される。黄体から分泌される黄体ホルモン (プロゲステロン) の作用で子宮内膜は分泌期に移行する。プロゲステロンは受精卵が着床するのに適した状態を作り出す。妊娠が起こらないときは、約 2 週間後に黄体が退化して白体となる。その結果、プロゲステロンの分泌が減少して子宮内膜を維持できなくなり、機能層の脱落が起こって月経 (消退出血) となる。これを月経期という。

(4) × LH サージは、排卵を誘発する。月経は、エストロゲンとプロゲステロンの減少による消退出血である。

- (5) × 黄体が癒痕化したものが、白体である。

正解 (3)

24-49 食物アレルギーに関する記述である。正しいのはどれか。

- (1) 食物アレルギーでは、皮膚症状は認められない。
- (2) 乳幼児の食物アレルギーは、自然寛解しない。
- (3) 果物では、食物アレルギーは生じない。
- (4) アレルゲンを推定するため、特異的 IgG 抗体検査を行う。
- (5) 食物誘発アレルギーの皮内反応は、15～20 分後に判定する。

(1) × 食物アレルギーでは、下痢、嘔吐、腹痛などの胃腸症状、かゆみ、湿疹、蕁麻疹、浮腫などの皮膚症状、鼻炎、咳、喘鳴、呼吸困難などの呼吸器症状、血圧低下、ショックなどの全身症状が出現する。

(2) × 食物アレルギーは、生後 6 カ月以内に出現する頻度が高く、加齢とともに自然寛解することが多い。

(3) × 3 大アレルゲンは、卵、牛乳、小麦である。その他、そば、落花生、あわび、いか、いくら、えび、オレンジ、カニ、牛肉、くるみ、サケ、さば、大豆、キウイフルーツ、鶏肉、豚肉、まつたけ、もも、やまいも、りんご、ゼラチンなどがアレルゲンになる頻度が高い。

(4) × 即時型アレルギー反応は、IgE によって引き起こされる。アレルゲンを推定するために、特異的 IgE 抗体検査が行われている。

(5) ○ アレルゲン診断のための皮膚テストには、即時型アレルギーを検査するブリックテストと遅延型アレルギーを検査するパッチテストがある。ブリックテストがアレルゲン液を皮膚に滴下し、皮膚に軽く傷をつけて膨疹や発赤の出現をみるものである。判定は 15 分後に行う。一方、パッチテストは、濾紙やガーゼにアレルゲン液を滴下し、皮膚に貼付して 48 時間後に判定する。

正解 (5)

24-50 大球性正色素性貧血をきたす疾患である。正しいのはどれか。

- (1) 悪性貧血
- (2) 再生不良性貧血
- (3) 腎性貧血
- (4) 先天性球状赤血球症
- (5) 鉄欠乏性貧血

(1) ○ 悪性貧血は、ビタミン B₁₂ 欠乏により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、赤芽球の分裂が遅延し、巨赤芽球が出現する。その結果、大球性正色素性貧血になる。

(2) × 再生不良性貧血は、造血幹細胞の障害により出現する貧血で、正球性正色素性貧血となる。

(3) × 腎性貧血は、腎臓のエリスロポイエチン産生障害により出現する貧血で、正球性正色素性貧血となる。

(4) × 先天性球状赤血球症は、細胞骨格の異常により球状の赤血球が出現する。赤血球の変形能が失われるために脾臓で取り込まれ溶血性貧血を起こす。正球性正色素貧血となる。

(5) × 鉄欠乏性貧血は、ヘモグロビン産生の障害により出現する貧血で、小球性低色素性貧血となる。

正解 (1)