

生 物 (全3の1)

1 ヒトの体には、体内の環境を一定に保とうとするはたらきがあり、恒常性の維持やホメオスタシスの維持とよばれている。これはホルモンや自律神経により調節され、その中枢は視床下部に存在する。例えば、体内の塩分調節や水分調節は、この視床下部に存在する中枢が関与している。体内の塩分が相対的に多くなると、視床下部では口渴(のどの渇き)を感じさせたり、ここに存在する神経分泌細胞で合成されたバソプレシンが脳下垂体の(1)まで運ばれ、毛細血管に分泌される。分泌されたバソプレシンは、血流を介し、腎臓まで運ばれ、尿細管や(2)に作用し、原尿からの水分の再吸収を促進する。この原尿は、最初、(3)と(4)からなる直径100 μ m程度のろ過装置である(5)により作られる。(3)は原尿をろ過する装置である毛細血管のかたまりであり、(4)は原尿を受け取る装置である。

問1 文中の(1)～(5)に入る最も適切な語句を答えなさい。

問2 体内の塩分濃度が相対的に高くなる事例を、次の(ア)～(カ)の中から全て選び、記号で答えなさい。

- (ア) 水分の過剰摂取 (イ) 水分の摂取不足 (ウ) 塩分の過剰摂取 (エ) 塩分の摂取不足
(オ) 普通の発汗 (カ) 多量の低張尿の排せつ

問3 バソプレシンのように原尿からの水分の再吸収を促進する作用をもつホルモンを何ホルモンとよぶか、答えなさい。

問4 バソプレシンが作用し、原尿からの水分の再吸収が促進された結果、尿量はどのようになるか、次の(ア)～(ウ)の中から1つ選んで記号で答えなさい。

- (ア) 増加する (イ) 変わらない (ウ) 減少する

問5 ホルモンが作用する相手の細胞を標的細胞とよぶ。バソプレシンの場合、標的細胞に存在する受容体は細胞のどこにあるか、答えなさい。

問6 文中の(5)は腎臓1個に約何個あるとされているか、答えなさい。

問7 正常な場合、原尿に含まれる成分を次の(ア)～(カ)の中から全て選び、記号で答えなさい。

- (ア) 水 (イ) 赤血球 (ウ) 白血球 (エ) ナトリウムイオン
(オ) カリウムイオン (カ) グルコース (キ) タンパク質 (ク) 尿素

問8 視床下部は脳のどの部分に存在するか、次の(ア)～(オ)の中から1つ選んで記号で答えなさい。

- (ア) 大脳 (イ) 中脳 (ウ) 間脳 (エ) 小脳 (オ) 延髄

問9 自律神経は、大きく交感神経と副交感神経に分類される。以下の現象で、通常、交感神経が優位にはたらくと起こる現象にはSを、副交感神経が優位にはたらくと起こる現象にはPを、解答欄に記入しなさい。

- (ア) 心拍数の増加 (イ) 心臓の収縮力の増加 (ウ) 胃の活動の抑制
(エ) 小腸の活動の促進 (オ) 発汗の促進

生 物 (全3の2)

2 DNA は、DNA ヌクレオチドが多数つながったヌクレオチド鎖2本が互いに逆向きに向かい合い、内側に突き出た相補的な塩基どうしが水素結合を形成してできた二重らせん構造をしている。大半の原核生物の DNA は環状であるが、真核生物の DNA は線状である。

細胞分裂の際、母細胞の DNA が複製され、それぞれが娘細胞に分配される。DNA の複製は複製起点とよばれる決まった領域ではじまり、そこから両方向に複製する。ほどかれた2本のヌクレオチド鎖がそれぞれ鋳型となって、相補的な塩基配列をもつヌクレオチド鎖が DNA ポリメラーゼによって新しく合成され伸長していく。新たに合成されるヌクレオチド鎖のうち、DNA がほどこけていく方向と同じ向きに連続的に合成される鎖を(1)鎖とよぶのに対し、DNA がほどこけていく方向とは逆向きに合成される鎖を(2)鎖とよぶ。

DNA が複製される時、10万塩基対に1個の割合で、相補的でない塩基をもつヌクレオチドが誤って結合することがあるとされるが、DNA ポリメラーゼのもつはたらきによって、複製された DNA 中の誤りの頻度は最終的には10億塩基対に1個の割合にまで減少する。

問 1 上の文中の(1), (2)に当てはまる適切な語句を答えなさい。

問 2 下線部(a)について、1本のヌクレオチド鎖には方向性があり、一方の端を5'末端、もう一方の端を3'末端とよぶ。この5', 3'とはDNA ヌクレオチドを構成するどの部分の炭素原子を示すか、答えなさい。

問 3 下線部(b)について、DNA がほどこけていく方向と逆向きに合成される鎖ではDNA の断片が不連続につくられて、それがつなげられて1本のDNA 鎖となる。不連続に形成されるDNA 断片のことを何とよぶか答えなさい。また、この断片をつなげるはたらきを持つ酵素の名称を答えなさい。

問 4 下線部(c)について、DNA 複製中の誤りの頻度が下がるのは、DNA ポリメラーゼのもつどのようなはたらきによるものか、75字以内で答えなさい。

問 5 ある条件下で大腸菌のDNA(総塩基数を 4.6×10^8 塩基対とする)を完全に複製するのに40分間がかかったとする。DNA 複製の進行速度(DNA ポリメラーゼによって1秒間に伸長する塩基対の数)を有効数字2桁で、(ア)・(イ) $\times 10$ (ウ)という形で表したとき、(ア)~(ウ)にそれぞれ数字を1つ入れて答えなさい。

問 6 ヒトの体細胞の核内のDNA は約 3×10^9 塩基対で、これは大腸菌DNA の数百倍である。ヒトのDNA 複製の進行速度は毎秒約50塩基程度であるが、一般的にDNA の複製は10時間程度で終了する。ヒトの細胞ではなぜこのような短時間で複製を完了できるのか、その理由について、30字以内で答えなさい。

生 物 (全3の3)

3 筋肉は(1)とよばれる細長い細胞の集まりで、神経から刺激の情報が伝えられて収縮する。(1)に細かい横じまがある筋肉を(2)とよび、骨格筋と心筋とがある。骨格筋は丈夫な筋膜で包まれていて両端は細くなって白色の(3)で骨につながっている。骨格筋は自分の意志で動かせる(4)で、収縮は速く、発生する力も大きいが疲労しやすい筋肉である。心臓以外の内臓の筋肉は(5)で、自分の意志で動かすことができない(6)で疲労しない。心筋は(2)であるが決して疲労しない(6)である。

(1)の中では(7)とよばれるタンパク質がATPのエネルギーを利用して滑り力を発生させ、(8)フィラメントと相互作用することで筋収縮が起こる。骨格筋の細胞はグリコーゲンを分解してグルコースとし、これを呼吸基質に用いて(9)系からクエン酸回路、(10)系へと連鎖的につづく呼吸を行っている。しかし、激しい運動をしている骨格筋では呼吸によるエネルギーの供給が追いつかなくなり、嫌氣的にグルコースやグリコーゲンを分解してATPを生成する。この過程は(11)とよばれ、グルコースなどの有機物が完全に分解されないため、生成されるATPは呼吸より少なくなる。^(a)

問 1 上の文章中の(1)～(11)に入る適切な語句を答えなさい。

問 2 下線部(a)に関連して、呼吸でグルコース1分子から生成されるATPの分子数は、(11)でグルコース1分子から生成されるATPの分子数の最大何倍になるか答えなさい。

4 ショウジョウバエには正常眼と異なる表現型である紫色眼をもつものがある。また、正常翅と異なる表現型である痕跡翅をもつものがある。これらの形質は異なる2つの遺伝子座で支配されている。正常眼で正常翅の純系の雄と、紫色眼で痕跡翅の純系の雌を交配すると、 F_1 で生じるものは、すべて正常眼で正常翅であった。

F_1 の雄と、紫色眼で痕跡翅の雌を交配すると、正常眼・正常翅：紫色眼・痕跡翅が1：1となった。これから、組換え価がわかる。^(a) F_1 の雌と、紫色眼で痕跡翅の雄を交配すると、正常眼・正常翅：正常眼・痕跡翅：紫色眼・正常翅：紫色眼・痕跡翅はm：1：1：mとなった。これで、組換え価がわかる。^(b)

問 1 下線部(a)について、雄、雌のいずれの組換え価がわかるのか。雄か雌で答えなさい。

問 2 下線部(a)について、その組換え価を求めなさい。

問 3 下線部(b)について、雄、雌のいずれの組換え価がわかるのか。雄か雌で答えなさい。

問 4 下線部(b)について、その組換え価を求めなさい。

問 5 F_1 どちらを交雑させて生じた F_2 での、正常眼・正常翅：正常眼・痕跡翅：紫色眼・正常翅：紫色眼・痕跡翅の分離比を求めなさい。