

前期日程試験

平成 24 年度医学科入学試験問題

生 物

〔注意事項〕

- 1 監督者の指示があるまで、この冊子を開いてはいけない。
- 2 解答用紙に受験番号と氏名を必ず記入すること。
- 3 この問題冊子の本文は、8 ページからなっている。落丁、乱丁及び印刷不鮮明な箇所等があれば、手をあげて監督者に知らせなさい。
- 4 この問題冊子の白紙と余白は、適宜下書きに使用してもよい。
- 5 解答は、すべて別紙「解答用紙」の指定された場所に記入すること。
- 6 この問題冊子は持ち帰ること。

1 次の文を読み以下の設問に答えよ。

淡水に生息するヒドラは、その単純な形態と強い再生能力から再生の研究材料として広く用いられている。次ページの図1に示すように、ヒドラの体は頭部、体幹部、足部からなり、頭部には餌を捕食するための触手がある。また図2のように、ヒドラの頭部を切断すると必ず頭部が、足部を切断すると必ず足部が再生する。

ヒドラの頭部と足部の組織からは、特別な活性を持つ物質が放出されることがわかっている。すなわち頭部からは物質Aが分泌され、周囲の細胞に働きかけて頭部の形成を誘導する。一方、足部からは物質Bが分泌され、周囲の細胞に働きかけて足部の形成を誘導する。これらは、以下に述べるように、次ページの図3(A)～(D)をはじめとする一連の実験によって明らかにされたものである。以下に(A)～(D)の実験について説明する。

- (A) ヒドラの頭部の断片を別のヒドラの体幹部に移植すると、ヒドラの頭部が誘導された。
- (B) ヒドラの足部の断片を別のヒドラの体幹部に移植すると、ヒドラの足部が誘導された。
- (C) ヒドラの頭部の断片と足部の断片を混ぜて、別のヒドラの体幹部に移植すると、不完全な頭部や不完全な足部が誘導される場合と、何も誘導されない場合があった。
- (D) ヒドラを体幹部で切断すると、頭部のある断片からは足部が、足部のある断片からは頭部ができた。

1. (A)および(B)で、形成された頭部あるいは足部が、移植片に由来するものではなく、移植を受けたヒドラの組織に由来することを証明する方法について説明せよ。
2. (C)ではなぜ、完全な誘導が起きなかったのか、物質Aと物質Bの性質から推察せよ。
3. (D)で示されるようなヒドラの再生現象がなぜ起こるのか、物質Aと物質Bの性質から考えて説明せよ。

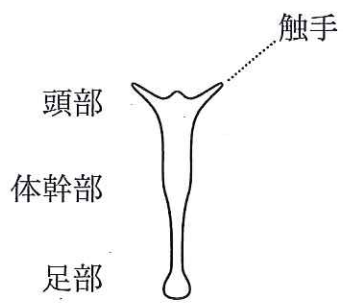


図1 ヒドラの体の構造

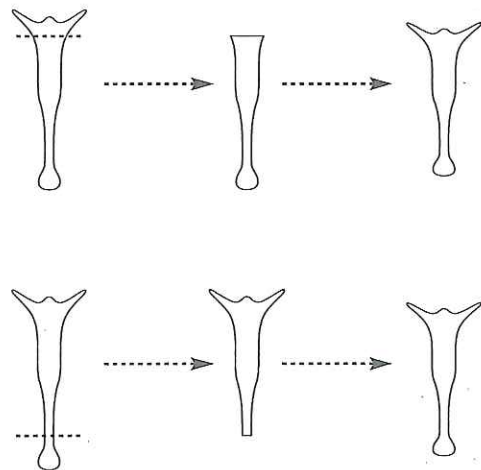


図2 ヒドラの再生

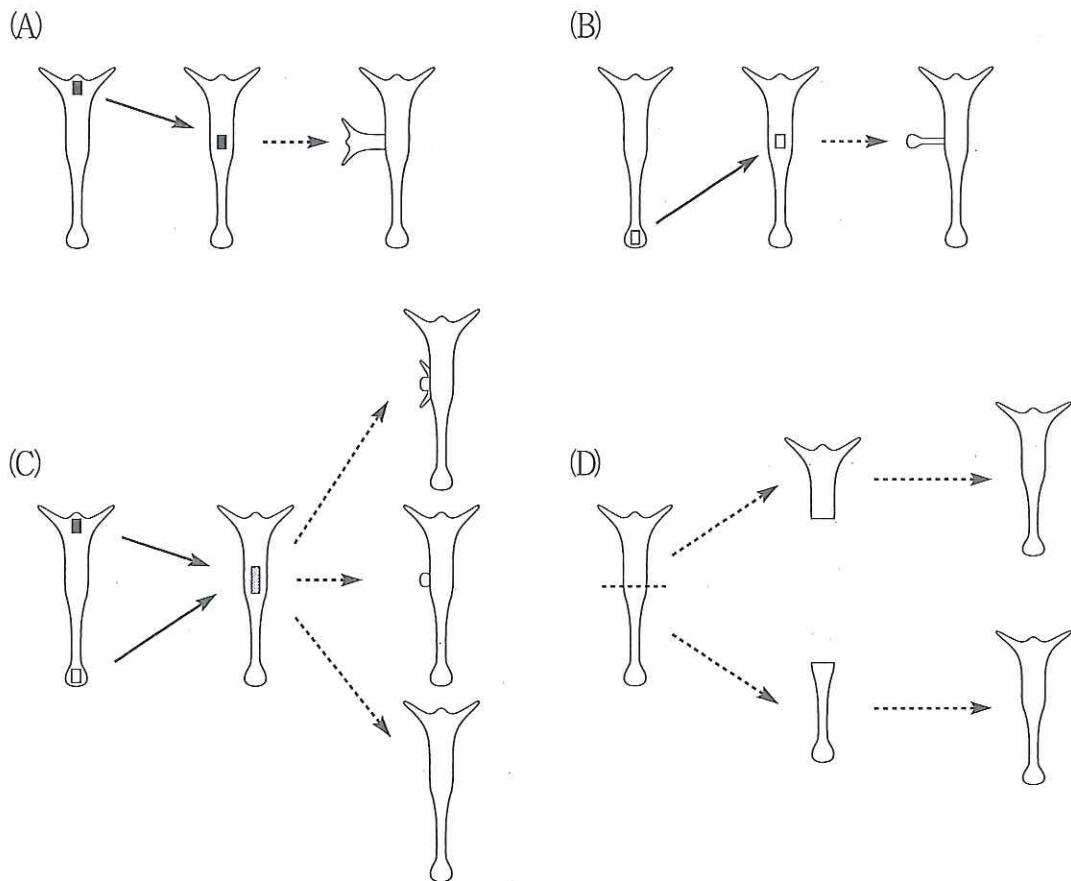


図3 物質Aと物質Bの存在を示唆した実験

2 血糖を調節するホルモンについて書かれた次の文を読み、以下の設問に答えよ。

ホルモンは体内の特定の器官で合成・分泌され、血液によって体内を循環し、別の器官でその効果を発揮する物質である。すい臓ランゲルハンス島から分泌される二種類のホルモン(A, B)は、血液中のグルコースの濃度(血糖値)を厳密に制御している。図1は二種類のホルモンのうち、Aの分泌機構を表した模式図である。細胞がグルコースを取り込むと、細胞呼吸によってATPが生成される。ATP濃度の上昇によって、ATP感受性 K^+ チャネルが閉じ K^+ が細胞内に蓄積する。その結果、膜電位が変化することにより、 Ca^{2+} が細胞内に流入し、Aの分泌が促進される。

ホルモンAに対する抗体は、血中ホルモンの濃度測定などに用いられる。一般に、抗体は自分に存在しないタンパク質や、同じ種類のタンパク質でもアミノ酸配列が異なると抗原として認識して作られる。例えば、ヒトのAをモルモットに注入してできた抗体を用いると、ヒトの血中でのAの濃度を測定することができる。

1. ホルモンAの血中濃度は食後すぐに上昇する。AおよびBのホルモンの名前と、それらを分泌する細胞名を書け。
2. 図1において、解糖系を制御する酵素遺伝子に異常があり活性が弱い場合、Aの分泌は正常時と比べてどうなると考えられるか、説明せよ。
3. 高タンパク質の食事をした時のヒトの血中ホルモン濃度を測定したところ、Aの濃度が上昇した。その原因を知るために、アミノ酸の一種である、正の電荷を持つアルギニンをすい臓に加えたところ、アルギニンが細胞内に取り込まれ、Aの分泌が促進されることがわかった。細胞内のクエン酸回路が働かなかったとして、どのような機構によってAの分泌が促進されたと考えられるか説明せよ。
4. 抗体が関係する免疫を何というか答えよ。

5. 図2はヒトおよびモルモットのAの構造を示している。二本のペプチド鎖はシステイン同士で結合している。この結合の名前を答えよ。
6. 下線で得られたヒトのAに対する抗体を用いて、モルモットのAの濃度を正確に測定できるかどうか答えよ。また、そう答えた理由を説明せよ。

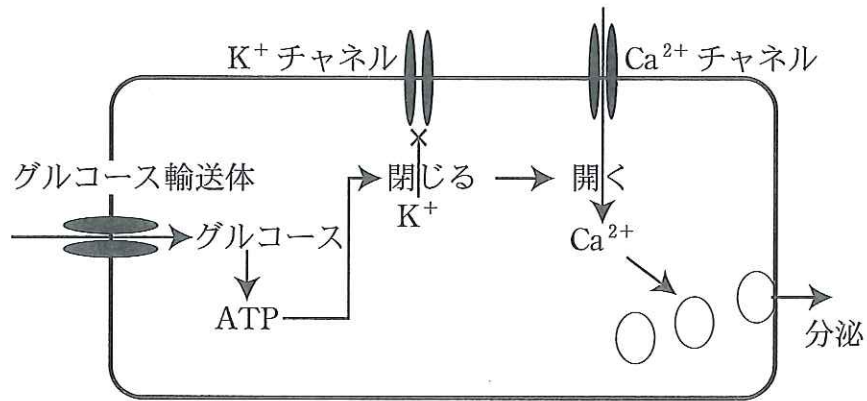


図1 Aの分泌を制御する機構

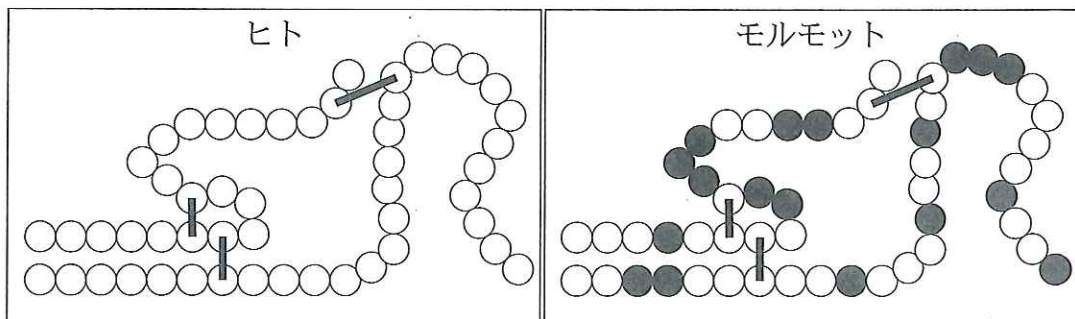


図2 ヒトとモルモットのホルモンAの構造

- はひとつのアミノ酸を、実線はシステイン同士の結合を表している。
●はモルモットのホルモンAで、ヒトと異なるアミノ酸を示している。

3 循環器系に関する以下の設問に答えよ。

1. 次ページの図は成人の循環器系を模式的に示している。模式図にある①～⑥の血管の名前を答えよ。
2. ①～⑥の血管のうち動脈血が流れているのはどれか、番号で答えよ。
3. ⑤の血管は静脈であるが、循環系の中での位置がほかの静脈とは大きく異なっている。どのような点が異なっているのか図を参考にして説明せよ。
4. 図の中でクレアチニンなどの老廃物の濃度が最も低い血液が流れる血管はどれか、番号で答えよ。
5. 血液から血球成分を除いたものを血しょうといい、これが毛細血管からにじみ出て組織液となる。毛細血管の動脈側では、血圧が血しょう浸透圧を上まわり血しょうがにじみでる。静脈側では、逆に血圧は血しょう浸透圧より低くなり組織液が回収される。組織液は主に静脈系を通過して心臓に戻るが、一部はリンパ系によって回収される。毛細血管からにじみ出た液が十分に静脈に戻らず血管外にとどまった場合には浮腫(ふしゅ)を生じる。浮腫は血管外の細胞間隙に水分が異常に貯留し皮膚がはれた状態で、さまざまな原因によって起こる。その一つに極端な栄養不足による血しょうタンパクの濃度の低下がある。血しょうタンパクの濃度が低下するとなぜ浮腫が起こるのか説明せよ。
6. ヒトのように閉鎖血管系を持っている動物を2つ選び、記号で答えよ。
④ゴキブリ, ⑥アサリ, ③ミミズ, ①ザリガニ, ②プラナリア, ①タコ

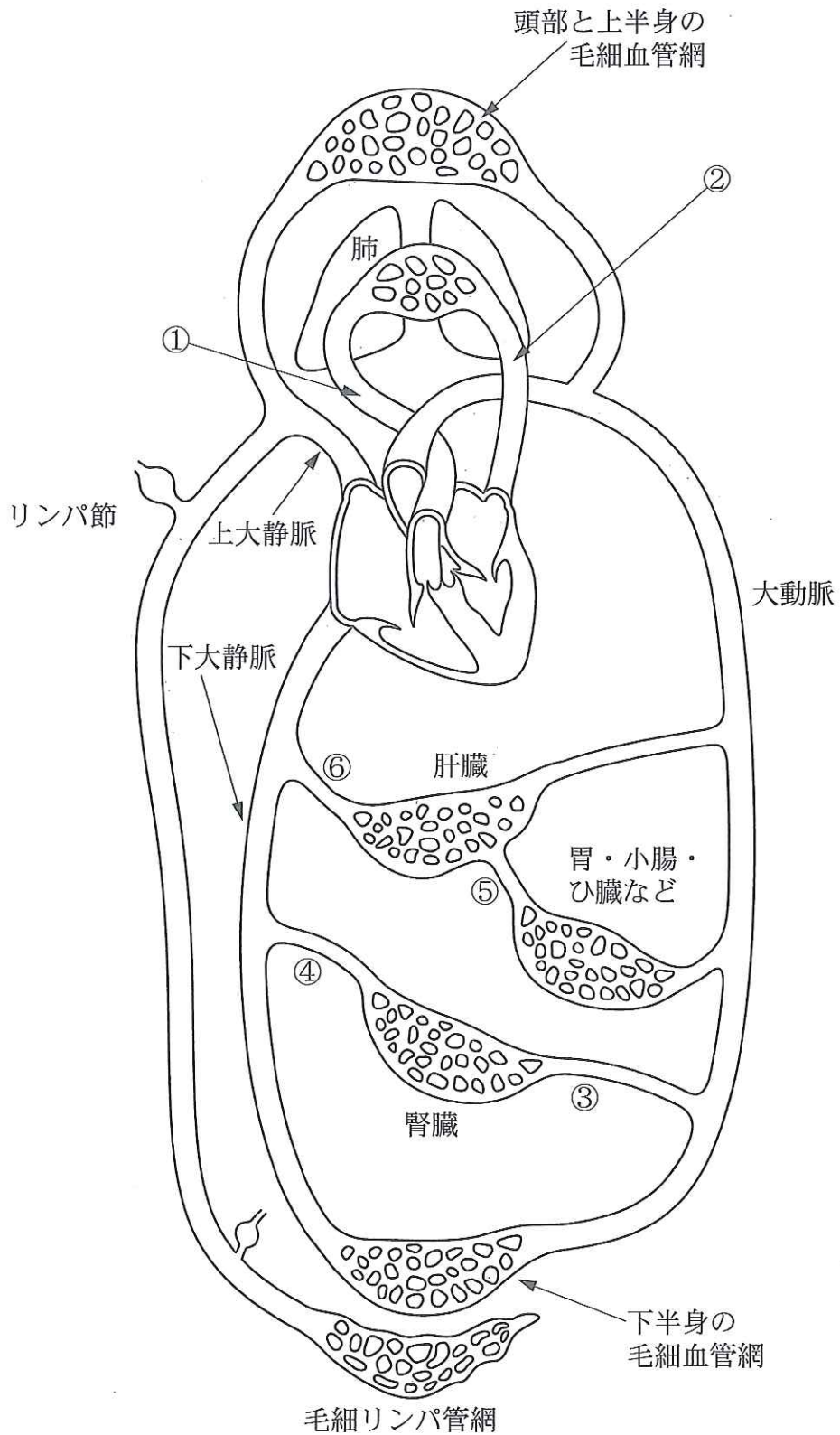


図 ヒト成人の循環器系の模式図

4 次の文を読み設問に答えよ。

大腸菌はふつう、栄養源としてグルコースを利用している。しかし、グルコースがないときにラクトースを与えると通常の1000倍ものラクトース分解酵素が合成され、ラクトースを利用するようになる。このような酵素合成の調節は、プロモーター・オペレーター・構造遺伝子からなるオペロンを単位として、調節遺伝子の産物であるリプレッサーが転写を制御することによって行われている。

プロモーターはDNA上でRNA合成酵素が結合する部位、オペレーターはリプレッサーが結合する部位、構造遺伝子は酵素のアミノ酸配列を決めている遺伝子を意味している。構造遺伝子の領域には、いくつもの酵素の遺伝子が並んでいる。

リプレッサーがオペレーターに結合すると、RNA合成酵素はプロモーターに結合できなくなる。するとRNA合成酵素による転写は起きない。一方、細胞内に入ったラクトースが構造変化してリプレッサーに結合するとリプレッサーはオペレーターから離れる。すると、RNA合成酵素がオペレーターに結合し転写が起こる。

1. (1) 転写によって合成されるものは何か。
(2) 上記(1)の物質からタンパク質が合成される過程を何というか、漢字2文字で答えよ。
2. 下線部のようにいくつもの酵素が同じオペロンにある利点について説明せよ。
3. オペロンに関する遺伝子が壊れると酵素合成の調節ができなくなる。以下の①～⑤の場合、ラクトース分解酵素の合成はどうなるか、ラクトースがあるときとないときのそれぞれについて、活性を持った酵素が作られる場合は○、作られない場合は×を解答欄に記入せよ。また②～⑤については、答えた理由を説明せよ。
 - ① すべての遺伝子が正常に働くとき。
 - ② 調節遺伝子が壊れているとき。
 - ③ プロモーターが壊れているとき。
 - ④ オペレーターが壊れているとき。
 - ⑤ 酵素の遺伝子が壊れているとき。