

生 物 (全3の1)

1 細胞膜や細胞内に存在する分子は均一ではなく、偏りをもって存在している。これを細胞の極性とよぶ。図1に示すように上皮細胞は「ある細胞間接着A」によって細胞の頂端部と側底部が明確に区分されており、頂端部と側底部では細胞膜の形態や機能が異なるだけでなく、存在する膜タンパク質も異なる。例えばグルコース輸送に関わるタンパク質には、グルコース輸送体(GLUT)とナトリウム・グルコース共輸送体(SGLT)の2種類があり、小腸の上皮細胞ではSGLTは細胞の頂端部側(管腔側)に、GLUTは細胞の側底部側(血管側)に局在している。このような偏りにどのような意義があるのだろうか。

食事直後は小腸管内のグルコース濃度が細胞内よりも高いために、細胞の頂端部側から濃度勾配にしたがってグルコースを細胞内に取り込む(1)が可能である。取り込まれたグルコースは側底部側にあるGLUTを通り、隣接する毛細血管へと輸送される。しかしこの(1)のしくみだけでは、小腸管内のグルコース濃度が低い時には逆に上皮細胞からグルコースが管腔側へ流出してしまう。SGLTはグルコースとNa<sup>+</sup>を同時に同方向に膜を通して共輸送する輸送体で、細胞内のNa<sup>+</sup>濃度が低ければ、Na<sup>+</sup>を取り込むと同時にグルコースを細胞内に取り込むことが可能である。すなわち、「ある膜タンパク質B」が常に細胞内のNa<sup>+</sup>濃度を細胞外よりも低く保っているために、濃度勾配に逆らってグルコースを上皮細胞内に取り込む(2)が可能となっている。SGLT自身は輸送の際にはエネルギーを使わないが、「ある膜タンパク質B」による細胞内Na<sup>+</sup>濃度の維持にエネルギーが投入されるので、グルコースの取り込みは二次性(2)ともよばれる。

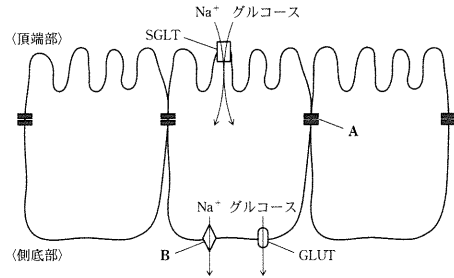


図1

- 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 上の文中、および図1に示された「ある細胞間接着A」の名称を答えなさい。また、図1に示すような上皮細胞では、膜タンパク質は「ある細胞間接着A」を超えて細胞膜上を移動することはできない。では、膜タンパク質はどのようにして頂端部や側底部に限局できるようになっているか、そのしくみを50字以内で答えなさい。
- 問3 SGLTは小腸以外にもグルコース吸収に関与する臓器の上皮細胞に存在している。その臓器とは何か、答えなさい。
- 問4 あるホルモンは筋肉細胞において、GLUTの細胞膜上への局在を誘導することで細胞へのグルコースの取り込みを促進する。そのホルモンとは何か、答えなさい。
- 問5 上の文中、および図1に示された「ある膜タンパク質B」の名称を答えなさい。また、この「膜タンパク質B」の本来のほたるきは「○○○」の調節である。「○○○」に当てはまる漢字3文字を答えなさい。

生 物 (全3の2)

2 骨格筋は、多核の(1)とよばれる細胞が多数集まったもので、両端に腱があり、骨と連結している。(1)の中には多数の(2)が束になって詰まっている。中枢神経系からの骨格筋の収縮を促す指令は、(3)として運動ニューロンの(4)を伝導する。(4)は途中で分岐し、その神経終末は複数の(1)と(5)を形成する。(5)では、運動ニューロンの神経終末から放出された(6)とよばれる神経伝達物質が(1)の受容体に結合することで、興奮性(5)後電位(EPPS)が生じる。EPPSがある閾値を超えると、(1)で(3)が発生する。この(3)が引き起こす(7)からの(8)放出が引き金となり骨格筋の収縮が起こる。

- 問1 上の文中の(1)~(8)に当てはまる適切な語句を答えなさい。
- 問2 骨格筋の収縮を促す指令の伝達にはイオンチャネルとよばれるタンパク質を介したイオンの移動が関与する。次の(A)~(D)の中からイオンチャネルについて正しい記述を全て選び、記号で答えなさい。
- (A) 細胞膜や細胞小器官の膜を貫通するタンパク質である。  
 (B) ATP分解酵素活性をもつ。  
 (C) 特定のイオンを高濃度側から低濃度側に通過させる。  
 (D) 特定のイオンを低濃度側から高濃度側に通過させる。
- 問3 次の(ア)~(ウ)の現象に主に関与するイオンチャネルのはたらきを選択肢(A)~(E)の中から選び、記号で答えなさい。
- (ア) 運動ニューロンの興奮  
 (イ) 運動ニューロンの神経終末からの神経伝達物質の放出  
 (ウ) 問題文の(1)でのEPPSの発生

【選択肢】

- (A) 膜電位の変化により開き、Ca<sup>2+</sup>を細胞内に流入させる。  
 (B) 膜電位の変化により開き、Na<sup>+</sup>を細胞内に流入させる。  
 (C) 膜電位の変化により開き、K<sup>+</sup>を細胞内に流入させる。  
 (D) 神経伝達物質の結合により開き、Na<sup>+</sup>を細胞内に流入させる。  
 (E) 神経伝達物質の結合により開き、K<sup>+</sup>を細胞内に流入させる。
- 問4 次の(A)~(E)の記述のうち、神経伝達物質について正しい記述を全て選び、記号で答えなさい。
- (A) 神経伝達物質としてはたらくアミノ酸が存在する。  
 (B) 神経伝達物質が結合する受容体は全てイオンチャネルとしてはたらく。  
 (C) 小胞に包まれた状態で存在し、エキソサイトシスにより放出される。  
 (D) 放出された神経伝達物質は拡散により希釈されるため、分解酵素などはたらきによって積極的に除去されることはない。  
 (E) 抑制性の神経伝達物質は、開いていたイオンチャネルを閉じることで、問題文の(3)を発生しにくくする。
- 問5 骨格筋の収縮において(7)から放出された(8)が結合するタンパク質の名称を次の(A)~(E)から選び、記号で答えなさい。
- (A) アクチン (B) ミオシン (C) ATPアーゼ (D) トロポニン (E) トロポミオシン

生 物 (全3の3)

3 肝臓は、成人では約( 1 )kgにも達する臓器であり、腹部に存在する。肝臓には肝動脈と肝門脈からの血液が流れ込んでいる。肝臓組織は大きさ1mmほどの( 2 )状の肝小葉とよばれる基本単位からなり、肝小葉は約50万個の肝細胞からできている。肝小葉では、周囲の肝動脈や肝門脈からの血液が内側(中心)に向かって流れ、中心静脈に集まって、肝静脈を経て、( 3 )に流入し、肝臓の真上にある( 4 )膜を貫通し、心臓の( 5 )に流入する。

肝小葉の肝細胞の間には胆細管があり、肝細胞で作られた胆汁が流れ、肝小葉の外側にある胆管につながっている。胆汁は、肝臓を出て、胆のうに一時的に貯留され、状況に応じて( 6 )へ流入する。

問1 上の文中の( 1 )～( 6 )に当てはまる適切な語句を答えなさい。

問2 肝臓は主に腹部のどこに位置するか、以下の(a)～(d)の中から選び、記号で答えなさい。

- (a) 右上腹部 (b) 左上腹部 (c) 右下腹部 (d) 左下腹部

問3 心臓から出た血液の約何分の1が肝臓に流れ込むか答えなさい。

問4 肝臓に入る2種類の血管、肝動脈と肝門脈の血流量はどちらが多いか答えなさい。

問5 肝臓に出入りする肝動脈、肝門脈、肝静脈のうち、酸素を最も多く含む血液が流れるのはどれか答えなさい。

問6 肝門脈に血流を流入させる臓器のうち、消化管を除いた臓器で正しい組み合わせを以下の(a)～(e)の中から選び、記号で答えなさい。

- (a) 肝臓、脾臓 (b) 心臓、腎臓 (c) 卵巣、膀胱 (d) 腎臓、肝臓 (e) 脾臓、膵臓

問7 胆汁を運び出す胆管は、肝門脈と肝静脈のどちらの近くから肝臓を出るか答えなさい。

問8 肝臓がんは、肝門脈に血流を流入させる臓器からがん細胞が血流を介して転移してくることも多いが、肝臓がんの細胞が血流を介して転移する先として、肝臓以外でもっとも可能性が高いと考えられる臓器を一つ答えなさい。

4 哺乳類のさまざまな組織には体性幹細胞(組織幹細胞)が存在する。胚盤胞の内部細胞塊から人工的に作られる幹細胞である( 1 )細胞は全ての組織の細胞に分化することができるが、体性幹細胞は分化できる細胞の種類が限定されている。体性幹細胞の一例として、ヒトの成人の骨髄には造血幹細胞が存在しており、血液中を流れる全ての種類の血球が造血幹細胞から分化して生じることが知られている。その他の体性幹細胞として、表皮や毛髪などを作り出す毛包幹細胞が図2中のバルジとよばれる領域に存在する。マウスにチミジンと同様の挙動をしめすBrdU(ブロモデオキシウリジン)を3日間にわたって投与したところ、BrdUで標識された細胞が図2(A)のように分布することがわかった。BrdUを3日間投与した後、BrdUを投与せず

に8週間待ってから、BrdUで標識された細胞の局在を調べたところ、

図2(B)のようにバルジ領域にのみBrdUで標識された細胞が存在していた。毛包幹細胞の分裂によって生じた細胞の一部はTA細胞に分化する。TA細胞はバルジ領域から表皮の基底細胞層(表皮部の最も下側に位置し、基底膜と接する細胞層)に移動し、自己複製してその数を増やすとともに、最終的に表皮を構成する角化細胞に分化する。角化細胞はその後、表皮部の下側から体の表面へとせり上がっていき、約1か月経過すると体表から剥がれ落ちて失われる。

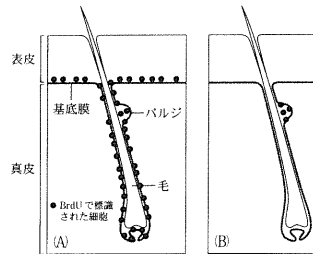


図2

問1 文中の( 1 )にあてはまる最も適当な語句を答えなさい。

問2 下線部(a)について、BrdUによって細胞が標識されるしきみを簡潔に述べなさい。

問3 下線部(b)について、TA細胞と毛包幹細胞の特徴について、その違いを50字以内で述べなさい。

問4 BrdU投与からの時間経過によって、BrdU標識細胞の分布が図(A)と(B)のように変化する理由を100字以内で説明しなさい。