

キネシンとダイニン^①は、細胞骨格の微小管上を移動する。キネシンは微小管の+端(β チューブリン側)、ダイニンは一端(α チューブリン側)に向かって運ぶ。鞭毛の屈曲は、ダイニンの移動によって微小管が屈曲することで起こる。

- 23.** (1) ホルモン(インスリン, グルカゴンなど), 神経伝達物質(アセチルコリン, ノルアドレナリンなど), サイトカインなどから1つ
(2) 標的細胞 (3) 受容体(レセプター)
(4) イオンチャネル型受容体

解説 例えばバソプレシンというホルモン(情報伝達物質)は神経分泌細胞でつくられ、脳下垂体後葉から血液中に分泌される。血液中を移動したバソプレシンは、**標的細胞**である腎臓の集合管の細胞の細胞膜にある**受容体**で受け取られる。すると受容体が活性化して細胞内に情報が伝達され、最終的に、細胞膜に多くのアクアポリン(水チャネル)が配置される、という変化が起こる。その結果、細胞膜の水の透過性が上昇し、集合管からの水の再吸収が促進される。なお、バソプレシンの受容体はイオンチャネル型ではない。

- 24.** ① c ② h ③ b ④ i ⑤ f
⑥ j ⑦ e ⑧ g ⑨ d ⑩ a

解説 自然免疫では、好中球や樹状細胞、マクロファージなどの食細胞が行う食作用によって病原体が排除される。これらの食細胞は、細胞膜にある受容体で病原体の特徴を認識して活性化し、病原体を取りこんで消化・分解する。マクロファージは、**TLR**(トル様受容体)とよばれる受容体もっており、TLRで病原体を認識すると**サイトカイン**というタンパク質を分泌して、炎症反応や免疫細胞の活性化を引き起こす。

樹状細胞は、食作用で取りこんだ病原体の一部(抗原)を細胞表面にある**MHC 抗原(主要組織適合抗原)**ののせて提示する(抗原提示)。これによって**適応免疫**が開始する。T細胞は、細胞表面にある**TCR**(T細胞受容体)でMHC 抗原と抗原に接触し、これに特異的に結合できるTCRをもつT細胞だけが活性化される。活性化されたT細胞のうち、キラーT細胞は、病原体に感染した細胞を直接攻撃して排除する。

B細胞も、自身がもつ受容体で病原体を特異的に認識し、食作用の後、樹状細胞と同じように抗原提示する。これに、活性化されたヘルパーT細胞がTCRで結合し、サイトカインを分泌する。B細胞はサイトカインによって活性化されて形質細胞(抗体産生細胞)に

分化し、形質細胞は抗原に特異的に結合する抗体(**免疫グロブリン**)を多量に分泌する。抗体は抗原と抗原抗体反応を起こして凝集し、これをマクロファージなどが食作用によって排除する。

25. (1) 抗体 (2) 免疫グロブリン

- (3) ① H鎖 ② L鎖
(4) 部分…3 名称…可変部

解説 (1),(2) 図は抗体の構造を示している。抗体をつくるタンパク質は**免疫グロブリン**である。
(3) 免疫グロブリンの長いほうの鎖をH鎖、短いほうの鎖をL鎖という。
(4) 図の③の部分は抗体の種類によって形が異なる可変部、④の部分はどの抗体でも一定の構造である定常部である。

26. ① 主要組織適合抗原 ② T ③ 拒絶

解説 それぞれの生物の細胞の表面には、個体によって異なる**主要組織適合抗原(MHC 抗原)**とよばれるタンパク質があり、これにT細胞受容体(TCR)が結合して自己・非自己を識別する。非自己と判定されると、その細胞が攻撃・破壊される。これによって、他個体の細胞が排除されたり、がん細胞などの増殖が抑制されたりする。他人からの移植臓器に対して拒絶反応が起こるのはこのためである。

27. (1) (ア) リボソーム (イ) ゴルジ体

- (2) (ア) E (イ) C (3) 3, 5
(4) エキソサイトーシス
(5) ① 細胞骨格…アクチンフィラメント
モータータンパク質…ミオシン
② 細胞骨格…微小管
モータータンパク質…ダイニン

解説 (1),(2) DNAの情報をもとに、アミノ酸を結合してポリペプチドをつくる場となるのはリボソームである。例えば小胞体上のリボソームで合成されたタンパク質は、小胞体の一部から分離した小胞に包まれてゴルジ体へ運ばれる。ゴルジ体から分泌小胞が分離して細胞膜へ移動し、細胞膜と融合するようにして、分泌小胞内部のタンパク質が細胞外に分泌される。

(3) ① ヘモグロビンは赤血球に含まれる、酸素を運搬するタンパク質である。

② ATPアーゼはATPを分解してエネルギーを取

り出すときに使われる酵素で、細胞内ではたらく。

- ③ インスリンはホルモンの一種で、すい臓のランゲルハンス島の B 細胞から血液中に分泌される。
- ④ ヒストンは、核の中で DNA とともにクロマチンを形成している。
- ⑤ 免疫グロブリンは B 細胞が変化した形質細胞(抗体産生細胞)が生産するタンパク質で、体液中に分泌されてはたらく。

28. (1) (ア) タンパク質 (イ) 基質

(ウ) 活性部位 (エ) 基質特異性

(オ) 酵素-基質複合体 (カ) 生成物

(2) 競争的阻害 (3) フィードバック調節

(4) アロステリック部位

解説 (2) 基質と立体構造がよく似ている物質は、酵素の活性部位に結合して、基質と酵素の結合を妨げる。このような阻害を**競争的阻害**という。

(3) 生体内では、一連の化学反応の結果つくられた最終産物が代謝経路の初期の反応に作用する酵素にはたらく。酵素反応を調節することが多い。このしくみを**フィードバック調節**という。

(4) アロステリック酵素では、基質以外の物質が酵素の**アロステリック部位**に結合することで、酵素の立体構造が変化し、酵素反応が阻害される。このような阻害を**非競争的阻害**という。フィードバック調節では、一連の化学反応の最終産物が、初期の反応にはたらく酵素のアロステリック部位に結合して、反応を阻害することが多い。

29. (1) (ア) 担体 (イ) チャネル

(ウ) エンドサイトーシス (エ) リソソーム

(2) a, b, d, f

(3) (A) 密着結合 (B) ギャップ結合

(C) 固定結合(デスモソームによる結合)

(4) カドヘリン

解説 (1) 細胞膜にある輸送タンパク質は、小孔を形成して物質を通過させるチャネルと、物質を結合して運ぶ担体の 2 つに大別される。

(2) 人工の脂質二重膜は、チャネルや担体が存在しないリン脂質の二重層である。これを透過できるのは、酸素や二酸化炭素などの低分子物質と、アルコールやエーテルなどの脂溶性物質などである。グルコースなどの糖やグルタミン酸などのアミノ酸、デオキシリボ核酸(DNA)などは分子が大きく通過できない。また、カルシウムイオンなどのイオンは電荷を

もつため通過できない。

(3),(4) 隣りあう細胞どうしは細胞間結合によって接着しており、細胞間結合は大きく 3 つに分けられる。

(A) **密着結合**…膜を貫通しているタンパク質(接着タンパク質)によって、隣りあう膜どうしが密着した結合。

(B) **ギャップ結合**…隣接した細胞どうしを中空の膜貫通タンパク質がつないでいる結合。低分子の物質やイオンなどはこのタンパク質を通して移動できる。

(C) **固定結合**…接着タンパク質どうしの結合に加え、接着タンパク質と細胞骨格が結合し、強度や伸縮性を与えている。固定結合には次の 3 つがある。接着結合…カドヘリンとアクチンフィラメントが結合。

デスモソームによる結合…接着結合とは異なるカドヘリンと中間径フィラメントが結合。

ヘミデスモソームによる結合…インテグリンと中間径フィラメントが結合し、上皮細胞を基底膜に固定。

問題の図(C)の結合は、細胞どうしの結合であり、細胞内に広がる中間径フィラメントが接着タンパク質と結合しているため、デスモソームによる結合である。

30. ① 免疫グロブリン ② 6000

③ 192 万 ④ HLA(ヒト白血球型抗原) ⑤ 12

解説 ① 抗体は**免疫グロブリン**というタンパク質でできていて、リンパ球の一種である B 細胞が分化した形質細胞(抗体産生細胞)により産生される。

② H 鎖の可変部の遺伝子の組み合わせは、V 遺伝子が 40 種類、D 遺伝子が 25 種類、J 遺伝子が 6 種類あるので、

$$40 \times 25 \times 6 = 6000(\text{通り})$$

③ L 鎖の可変部の遺伝子の組み合わせが 320 通りなので、抗体の可変部の遺伝子の組み合わせは、L 鎖と H 鎖の組み合わせを考えればよい。したがって、

$$6000 \times 320 = 1920000(\text{通り})$$

⑤ **HLA** 遺伝子は父親から受け継いだ染色体にクラス I 遺伝子を 3 種類、クラス II 遺伝子を 3 種類の合計 6 種類、同様に母親から受け継いだ染色体に 6 種類もつため、あわせて 12 種類もつことになる。

