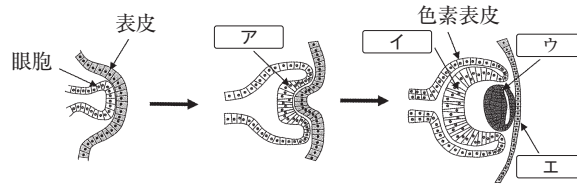


旺文社 生物 校正テスト

次の問題と解答・解説について、整合性があるか、誤植などがないかに注意して解き直してください。また、その他体裁面も含めすべての面で間違いを見つけ、赤字を入れてください。

① 発生のしくみ

右図はイモリ胚における眼の形成過程の模式図である。図中のア～エの名称をそれぞれ答えよ。



② 遺伝

ある夫婦は、2人とも同じ常染色体劣性の遺伝性疾患で兄弟が死亡している。夫妻はこの疾患を発症していない。

この夫婦の男子の子供がこの病気を発症する確率を求めよ。ただし、この遺伝性疾患は1対の対立遺伝子によって発症し、ホモ接合体は出生後死亡するものとする。

③ DNAの複製

DNAの複製について述べた次の記述のうち、正しいものをすべて選びなさい。

- ① 真核生物のDNA合成は、2本鎖DNAの両端からではなく内部から開始される。
- ② DNA合成酵素は鋳型DNAの情報をも5'方向に読んで行く。
- ③ 岡崎フラグメントの合成のためにはDNAリガーゼが必要である。
- ④ 2本鎖DNAの片方の鎖はすべて連続複製によって、もう一方の鎖はすべて不連続複製によって合成されたものである。
- ⑤ すべての岡崎フラグメントの合成には、最初にプライマーがつくられる必要がある。

④ 腎臓

腎臓のろ過・再吸収の能力を調べるため、健康なヒトの血管内にイヌリンを投与し、その血中濃度が一定になったところで血しょう、原尿、および尿についてイヌリンと主な物質の濃度を調べ、下表の結果を得た。なお、イヌリンは人体に含まれない物質で、糸球体で自由にろ過され、細尿管で再吸収されずに尿中に排出されるタンパク質である。なお、健康なヒトの尿は1分間に1.0mL生成されるものとする。

成分	質量パーセント濃度[%]		
	血しょう	原尿	尿
タンパク質	7	0	0
グルコース	0.1	0.1	0
ナトリウムイオン	0.3	0.3	0.35
クレチアニン	0.001	0.001	0.075
尿素	0.03	0.03	2
イヌリン	0.01	0.01	1.2

- (1) 1時間に生成される原尿の量[mL]を求めよ。
- (2) 尿素の再吸収率[%]を四捨五入して小数第1位まで求めよ。ただし、血しょう、原尿、尿の密度をすべて1.0g/mLとする。

リンパ球のうち、B細胞は免疫グロブリンを産生し、により細胞外に分泌する。

問1 文中の空欄に適切な語句を入れよ。

問2 文中の下線部について、(1)自然免疫と(2)適応免疫の免疫担当細胞が発現する識別タンパク質を、次からそれぞれ1つずつ選べ。

- ① Gタンパク質 ② T細胞受容体 ③ シャロペン
④ インターロイキン受容体 ⑤ トル様受容体

問3 問2で選んだ自然免疫の識別タンパク質と獲得免疫の識別タンパク質は、それぞれどのような物質を認識するか、80字程度で述べよ。

解答・解説

1 発生のしくみ

ア - 眼杯 イ - 網膜 ウ - 水晶体 エ - 角膜

解説

眼胞の先端がくぼんで眼杯となり、眼杯は角膜に分化する。

2 遺伝

$$\frac{1}{16}$$

解説

正常遺伝子を A 、病因遺伝子を a とすると、夫の遺伝子型は AA か Aa である。兄弟にこの疾患が現れたことから、夫の両親はともにヘテロ接合体 (Aa) である。よって、この

夫が AA 、 Aa である確率はそれぞれ、 $\frac{1}{4}$ 、 $\frac{2}{4}$ である。妻についても同様である。

この夫婦から病気を発症する子供が生まれる確率は、「夫婦ともに Aa 」であり、「どちらの親からも a が子に伝わる」確率である。よって、

$$\frac{2}{4} \times \frac{2}{4} \times \frac{1}{4} = \frac{1}{16}$$

となる。

3 DNAの複製

①、②、④、⑤

解説

- ① DNAの複製は、DNA分子中に複数ある複製起点から開始される。
- ② DNAポリメラーゼは鋳型鎖の5'方向へと進むため、新生鎖は5'方向へと伸長する。
- ③ DNAリガーゼは、岡崎フラグメントどうしを連結させてラギング鎖をつくるために必要となる。
- ⑤ DNAポリメラーゼはゼロから新生鎖をつくれなため、プライマーが必要となる。

4 腎臓

(1) 7200[mL] (2) 44.4[%]

解説

- (1) イヌリンはろ過されるが再吸収されない物質であり、「原尿量 = 尿量 × イヌリンの濃縮率」である。よって、

$$1 \text{ 分間の原尿量} = 1.0 \times = 120 \text{ [mL]}$$

$$1 \text{ 時間の原尿量} = 120 \times 60 = 7200 \text{ [mL]}$$

- (2) 原尿、尿の密度をすべて 1.0 g/mL としているので、1分間の原尿量と尿量はそれぞれ 120 g 、 1.0 g である。

よって、1分間にろ過される尿素は、

$$120 \times \frac{0.03}{100} = 3.6 \times 10^{-3} [\text{g}]$$

排出される尿素は,

$$1.0 \times \frac{2}{100} = 2.0 \times 10^{-2} [\text{g}]$$

なので, 1分間に再吸収される尿素は,

$$3.6 \times 10^{-3} - 2.0 \times 10^{-2} = 1.6 \times 10^{-2} [\text{g}]$$

である。よって, 尿素的再吸収率は,

$$\frac{2.0 \times 10^{-2}}{3.6 \times 10^{-2}} \times 100 \approx 44.4 [\%]$$

5 RNA 干渉

問1 ① 5'—UCAAC—3' ② 5'—UCCCA—3'

問2 ②

理由: 細胞内で遺伝子 a を転写する場合, 図の下側の鎖を鋳型鎖として RNA が合成される。よって, 下側の鎖と同じ配列の RNA を用いれば細胞内の mRNA と相補的に結合できるから。(82字)

問3 二本鎖 RNA は細胞質中で同じ配列をもつ mRNA に対して作用して, mRNA 量を減少させるが, 核外のスプライシングされていない RNA に作用することはない。よって, イントロンの配列をもとに作製した二本鎖 RNA は作用できず, mRNA 量を減少させることができなかったから。(131字)

解説

問1 転写は, 鋳型となる鎖の 3' 末端側から 5' 末端側に向かって進む。よって, プロモーター X から右向きに転写が進む場合, 下側の鎖が鋳型鎖となる。これとは逆に, プロモーター Y から左向きに転写が進む場合は, 下側の鎖が鋳型鎖となる。

問2 細胞内で合成される mRNA はプロモーター Y から左向きに転写してつくった RNA ②と同じ塩基配列, プロモーター X から右向きに転写してつくった RNA ①と相補的な塩基配列である。よって, mRNA は RNA ②と相補的に結合することができる。

問3 転写された RNA はスプライシングなどの加工を受けて mRNA となり, 核外へと移動する。RNA 干渉による RNA の分解が核内で行われるならば, イントロンの配列をもつ二本鎖 RNA でも mRNA 量を減少させられるはずである。よって, RNA 干渉は核外, つまり細胞質中で行われることがわかる。

探究 RNA 干渉

細胞内に 2 本鎖 RNA があると, これがダイサーという酵素によって約 21 塩基対に切断される。生じた短い RNA は一方の鎖を失い, アルゴノートというタンパク質と複合体をつくる。この複合体は, アルゴノートに結合した 1 本鎖 RNA と相補的な mRNA と結合し, これを分解したり翻訳を阻害したりする。この現象を RNA 干渉 (RNAi) という。

6 自然免疫と獲得免疫

問1 ア-食細胞 イ-可変部 ウ-定常部 エ-エキソサイトーシス

問2 (1) ⑤ (2) ②

問3 トル様受容体は細菌やウイルスなどの病原体に広く共通で存在する物質を認識する。
T細胞受容体はMHCに結合して提示された様々な物質とMHCの複合体を認識する。(81字)

解説

問1 好中球などの食細胞がエキソサイトーシスによって異物を取り込んで、細胞内で分解することを食作用という。

問2, 3 自然免疫にかかわる食細胞は細胞膜や細胞内にトル様受容体(TLR, Toll like receptor)をもち、これによって自己と非自己を識別している。TRLは細菌の細胞壁成分、細菌のべん毛成分、ウイルスの核酸といった病原体に広く共通に存在する物質と特異的に結合する数種類が存在している。

一方、適応免疫(獲得免疫)に関わるT細胞は細胞膜にT細胞受容体(TCR, T-cell receptor)をもつ。TRC遺伝子は抗体遺伝子と同様に遺伝子再編成によってつくられ、非常に多様性が大きい。TCRは、MHCと結合する形で提示された抗原断片とMHCとの複合体と特異的に結合し、これによってT細胞が抗原を認識する。

MHCには、クラスI MHCとクラスII MHCの2種類がある。クラスI MHCはヘルパーT細胞に対して、クラスII MHCはキラーT細胞に対して抗原提示をする際に用いられる。