

本科 1 期 7 月度

解答

Z会東大進学教室

東大・難関大・医学部生物

東大生物



11章 体内環境①

問題

■演習

【1】

解答

A 問1 ① 心筋 ② 洞房結節 ③ 肺 ④ 大 ⑤ 副交感(迷走)

問2 (1) b (2) d (3) c (4) a

問3 筋細胞は单核である。

筋原纖維が並んだ横紋を観察できる。

問4 刺激によって、副交感神経の末端からアセチルコリンが分泌された。アセチルコリンはリンガー液の流れによって心臓Bに届き、その作用で心臓Bの拍動も減少した。

(75字)

B 問5 (1) 曲線:(a)

理由：二酸化炭素分圧が高くなると、同じ酸素分圧でも酸素とヘモグロビンの結合度合が低下するから。(44字)

(2) 曲線:(c)

理由：酸素分圧が高いとき、ヘモグロビンの75%が酸素と結合している。また、酸素分圧が低いとき、ヘモグロビンは酸素と解離にくくなるから。(65字)

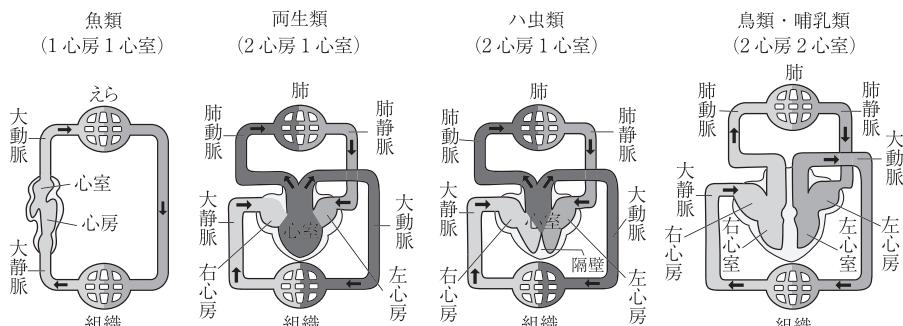
解説

A

問1 洞房結節が規則的に興奮することで、心筋を収縮させて血液を送り出すリズムをつくっている。洞房結節の興奮に異常が生じると、心臓の拍動も異常となり、血液を送り出すことができなくなる。するとからだは酸素不足となってしまう。

心臓や肺、胃など上半身の内臓器官に広く分布している自律神経を、迷走神経という。迷走神経は延髄から出る副交感神経である。ここでは、どちらの名称で答てもよい。

問2 脊椎動物の心臓は、分類群によって次のように構造が異なっている。



魚類ではえらに血液を送り込むように心臓がはたらいているので、静脈血が流れている。両生類は心房が2つに分かれるが、肺と体へ血液を送り出す心室は1つなので、動脈血と静脈血が混ざる。ハ虫類では不完全であるが、心室の間に境ができるてくる。鳥類は哺乳類と同じ2心房2心室である。

問3 横紋筋である骨格筋との違い、平滑筋である内臓筋との違い、以上2点について説明すればよい。

問4 このレーウィの実験が、神経伝達物質(アセチルコリン)の発見につながった。

B

問5 酸素解離曲線は、酸素分圧の変化によって、酸素と結合しているヘモグロビンの割合(酸素飽和度)がどのように変化するかを示したグラフである。酸素とヘモグロビンの結合が弱い(=酸素を離しやすい)ときは、グラフは右方向へとシフトする。反対に、結合が強い(=酸素を離しにくい)ときは、左方向へとシフトする。

【2】

解答

A 問1 アー恒常性(ホメオスタシス) イーアンモニア ウー糸球体
エー鉱質コルチコイド オー糖質コルチコイド

問2 (i) 計算式: $\frac{12}{0.1} \times 5 = 600$ 答: 600mL

(ii) 595mL

問3 (i) ほぼすべてのグルコースが、細尿管において能動的に再吸収されるから。
(ii) 血糖値が上昇し、多量のグルコースが原尿中にろ過されるため、再吸収できる量以上のグルコースがそのまま尿中に排出されるから。

B 問4 ④

問5 180L

問6 4mg/mL

解説

A

問1 肝臓はヒトの最大の臓器である。さまざまな代謝を行っており、そのうちの1つに尿素の生成がある。タンパク質を呼吸基質として利用するとき、有害なアンモニアが生じる。アンモニアは尿素回路(オルニチン回路:右図)によって、毒性の低い尿素につくり変えられる。

腎臓は尿を生成する器官である。血液中に含まれる老廃物などを排出するのが尿の役割であるが、体内の浸透圧調節にも関係している。

問2 イヌリンが血しょう濃度 0.1mg/mL → 尿中濃度 12mg/mL と 120 倍に濃縮されている。120 倍に濃縮された結果、5mL の尿が形成されたので、原尿はその 120 倍の量となる。原尿量は糸球体でろ過された血しょう量(糸球体ろ過量)とも考えられるので、以下のような式が成り立つ。

*イヌリンを投与したとき.....

尿中に排出されるイヌリン量 ① }

糸球体ろ液中に含まれるイヌリン量 ② } これは等しい

糸球体ろ液中のイヌリン濃度 ③ }

血しょう中のイヌリン濃度 ④ } これは等しい

①は [尿中イヌリン濃度(U_{IN}) × 尿量(V)] で表すことができる。

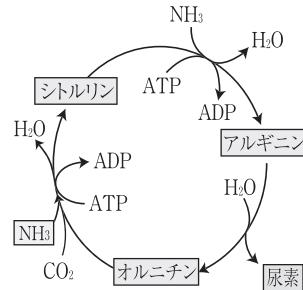
②は [糸球体ろ液中のイヌリン濃度(③) × 糸球体ろ過量] である。

③ = 血しょう中イヌリン濃度(④)より、

② = [血しょう中イヌリン濃度(P_{IN}) × 糸球体ろ過量(GFR)] である。

ここで、① = ②なので

尿中イヌリン濃度(U_{IN}) × 尿量(V)



$$= \text{血しょう中イヌリン濃度}(P_{IN}) \times \text{糸球体ろ過量}(GFR)$$

問3 細尿管でグルコースを100%吸収できる、と考えてよいのは正常な血糖値の範囲内である。再吸収できる上限を超えると、グルコースはそのまま尿中に含まれて排出される。

B

問4 血しょう中のグルコース濃度が400mg/100mLを超えると、(原尿中 - 尿中)のグルコース量は350mg/分で一定である。「量」が一定なのであって、「率」ではない。

問5 図1より、血しょう中のグルコース濃度が100mg/100mL(=1mg/1mL)のとき、原尿中の濃度も同じである。図2より、このとき1分あたりの原尿中のグルコース量は125mgと求められる。原尿中は1mg/1mLなので、原尿量は125mL/分である。

問6 216g/日なので、1分あたりにすると $216 \div 24 \div 60 \times 10^3 = 150$ [mg/分]

図2より尿中のグルコース量が150mg/分となる血しょう中のグルコース濃度は、400mg/100mLである。解答は1mLあたりで答える。

【3】

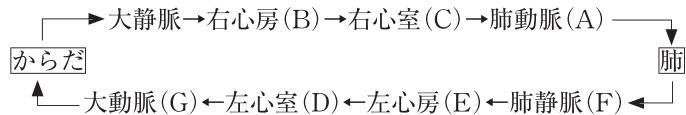
解答

- A 問1 $B \rightarrow C \rightarrow A \rightarrow F \rightarrow E \rightarrow D \rightarrow G$
問2 血液量: 680L エネルギー: 79kcal
B 問3 アードレナリン イアセチルコリン
問4 ウ-① エ-② オ-④ カ-③
問5 ①

解説

A

問1 右心房(B)には上大静脈と下大静脈の2本の大静脈がある。心臓に流れ込んだ血液は、



と流れしていく。

問2 1Lの血液には25mLの酸素を含む。1時間では17Lの酸素が必要なので

$$0.025\text{mL} : 1\text{L} = 17\text{L} : x \quad \therefore x = 680$$

17Lの酸素は $(17 \div 24.6 \approx) 0.691$ モルである。呼吸ではグルコース1モルで酸素6モルを消費しATPを38モル合成する。

$$6\text{モル} : 0.691\text{モル} = 686\text{kcal} : y \quad \therefore y = 79.0\cdots$$

B

問3 アドレナリンは副腎髄質から分泌されるホルモンで、心臓の拍動数を増加させる。なお、交感神経末端から分泌される神経伝達物質であるノルアドレナリンとアドレナリンは、類似の構造をしており、合成経路も同じである。メインとなる作用は若干異なるが、作用も似ている。ノルアドレナリンも心臓の拍動数を増加させる作用があるが、アドレナリンの方がその作用は強い。また、副腎髄質は場所こそ腎臓の上にあるが、外胚葉由来である。

問4 問題の図を圧-容積曲線という。心臓全体ではなく、左心室の容積と圧力について示したグラフである。まず、左心室に血液が流入すると心室の容積は大きくなるので、③→④となる。血液が流入するときには房室弁は開くので③。④→②で容積は変化してなく圧力が高くなっているのは、弁は閉じたままで心筋が収縮したからである。よって房室弁は閉じているのは④である。このように、グラフは反時計回りに見ていく。

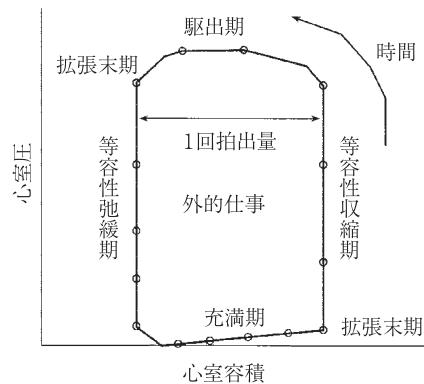
等容性収縮期：興奮が左右の心室に伝播すると心室の収縮が始まり心室内圧が急激に上昇する。大動脈弁と肺動脈弁は閉じたままなので、血液は外に出ないため心室の容積は変化しない。

駆出期：心室内圧が動脈圧より高くなると、大動脈弁と肺動脈弁が開き、血液が動脈に出る。

等容性弛緩期：大動脈弁と肺動脈弁が閉じても、しばらく房室弁は閉じている。この時期は心室の容積は変わらない。

充満期：心室内圧が心房内圧より低くなると房室弁が開き、心房から心室へと血液が流入する。弁は閉じているので心室に血液がたまる。

問5 アドレナリンの作用では心拍数が増えるだけでなく、心筋の収縮が強くなり、心室の収縮が強くなり(=心室の容積が減少する)、心室の圧力が高くなる。



添削課題

解答

I 問1 31.5 mg/分

問2 126 mL/分

問3 排泄量：13.5 mg/分 ろ過負荷量：2.52 mg/分

問4 (3)

II 問5 1-(1)

理由：図1より血糖値が2mg/mL以下であれば、グルコースはすべて再吸収されて尿中には排出されないから。

2-(2)

理由：血糖値が低くなると細尿管中のグルコース濃度が低下し、水の再吸収量が増加するから。

問6 (2)

解説

I

問1 尿流量は0.9mL/分で、尿中濃度が35mg/mLなので

$$0.9\text{mL}/\text{分} \times 35\text{mg}/\text{mL} = 31.5\text{mg}/\text{分}$$

問2 問1の文章に「物質Xは、糸球体でろ過され、細尿管で再吸収も分泌もされない物質で、また体内で代謝されない」、また問2の文章に「細尿管で再吸収も分泌もされない物質の排泄量は、ろ過負荷量と同じ値となる」とある。よって、問1で求めた値が物質Xのろ過負荷量である。

$$\begin{aligned}\text{糸球体ろ過量} &= (\text{物質Xのろ過負荷量}) \div (\text{物質Xの血しょう中濃度}) \\ &= 31.5\text{ mg}/\text{分} \div 0.25\text{ mg}/\text{mL} = 126\text{ mL}/\text{分}\end{aligned}$$

問3 物質Yの排泄量は問1と同様で、

$$0.9\text{ mL}/\text{分} \times 15\text{ mg}/\text{mL} = 13.5\text{ mg}/\text{分}$$

一方、(物質Yのろ過負荷量)÷(物質Yの血しょう中濃度)=糸球体ろ過量 である。よって、

$$\begin{aligned}\text{物質Yのろ過負荷量} &= (\text{糸球体ろ過量}) \times (\text{物質Yの血しょう中濃度}) \\ &= 126\text{ mL}/\text{分} \times 0.02\text{ mg}/\text{mL} \\ &= 2.52\text{ mg}/\text{分}\end{aligned}$$

問4 問3より、物質Yの排泄量は物質Yのろ過負荷量より多いことがわかる。これは、糸球体でろ過された量よりも排泄された量が多いということである。

排泄量 = ろ過負荷量 + 分泌量 - 再吸収量
の関係があるので、 分泌量>再吸収量 となる。

II

問5 1: 図1より、血糖値が閾値よりも低いときには、グルコースの排泄量は0である。血糖値が0.9mg/mLであれば閾値以下なので、グルコースは尿中に含まれない。

2: 文2で、再吸収されないグルコースが細尿管中にあると、尿量が増えるとある。インスリンの投与によってグルコースがすべて再吸収されたので、水の再吸収量は増加して、尿量は減少する。

問6 クリアランスとは、ある物質が1分間で何mLの血しょうから取り除かれたか、言い換えることができる。たとえば、ある物質Aが1分で10mg取り除かれた(=排泄量[mg/分])とき、血しょうにおける物質Aの濃度が1mg/mLであれば、 $10\text{mg} \div 1\text{mg/mL} = 10\text{mL}$ の血しょうに由来すると計算できる。

血糖値が閾値に達するまでは、排泄量は0なのでクリアランスも0である。よって、(1), (3)は誤りである。閾値を越えたときには、

グルコースの排泄量 = (糸球体ろ過量) × (血糖値) - (グルコースの再吸収量)
である。クリアランス = (グルコースの排泄量) ÷ (血糖値) であるので、

$$\text{クリアランス} = \frac{(\text{糸球体ろ過量}) \times (\text{血糖値}) - (\text{グルコース再吸収量})}{\text{血糖値}}$$

という関係式が成り立つ。グラフは縦軸がクリアランス、横軸が血糖値であるので(4)のような直線にはならないとわかる。

12章 体内環境②

問題

■演習

【1】

解答

- | | | |
|---------------|----------------|------------|
| 問1 (ア) - 自律 | (イ) - 内分泌 | (ウ) - 交感 |
| (エ) - 脊髄 | (オ) - ノルアドレナリン | (カ) - 副交感 |
| (キ) - アセチルコリン | (ク) - 間 | (ケ) - 視床下部 |
| (コ) - 標的 | | |

問2 (3)

問3 酸性である胃から、消化物が小腸に流入した状態を再現し、観察する目的で使われた。

問4 塩酸による刺激で、ホルモンが小腸粘膜から血液中に分泌される。ホルモンが膵臓にはたらくことで、膵液の分泌が促進される。

問5 (1) × (2) ○ (3) × (4) ×

解説

問1 基本事項の確認である。恒常性の維持のために、自律神経系と内分泌系がはたらいている。

問2 下線aのように、交感神経と副交感神経で一方がはたらいている場合に他方が抑制されることを拮抗作用と呼ぶ。

立毛筋は交感神経の作用により収縮する。そうすることで放熱量が減少し、体温が上昇する。また、立毛筋には副交感神経は分布していない。

多くの臓器は交感神経と副交感神経の両方がはたらくことで調節されているが、以下の部位ではいずれか一方の支配となっている。

・瞳孔散大筋…交感神経 ・瞳孔括約筋…副交感神経 ・汗腺…交感神経

よって、瞳孔(ひとみ)の大きさについては、交感神経によって瞳孔散大筋が収縮することで拡大し、副交感神経によって瞳孔括約筋が収縮することで縮小している。1つの筋肉の収縮と弛緩によって瞳孔の大きさが変わっているわけではない点に注意したい。

問3 胃液はペプシンの最適pHであるpH2前後に保たれている。なお、消化管には次のようなホルモンがはたらいている。

・ガストリン… H^+ の多い胃液の分泌促進。

・パンクレオザイミン…膵臓の酵素の分泌にはたらく。胆囊を刺激して胆汁を放出させる。

問4 ホルモンは血流にのって移動する。そのため、小腸粘膜から分泌されたホルモンが静脈注射によって膵臓にはたらいた。

問5 小腸に分布する神経は切除されており、それでも膵液の分泌が促進されている。よって、水で希釀した塩酸による膵液分泌に、神経は関与しないと考えられる。

ペイリスとスターリングによる実験から、血液によって運搬されて特定の器官に効果を及ぼす物質、ホルモンが発見された。このホルモンをセクレチンという。

【2】

解答

- 問1 アーフィードバック イ－甲状腺 ウ－受容体
エ－甲状腺刺激ホルモン オ－脳下垂体前葉
- 問2 記号：④
はたらき：酸素と結合して組織に酸素を運搬している。
- 問3 記号：②
根拠：実験3と4よりホルモンYは赤血球を増加させることができることがわかる。薬剤投与で赤血球の数が低下したのだから、投与後にホルモンYの濃度は増加する。
- 問4 記号：③
根拠：抗Y抗体をくりかえし投与すると、ホルモンYが分泌されてもすぐに抗体と結合するため、ホルモンYがはたらくことができないから。

解説

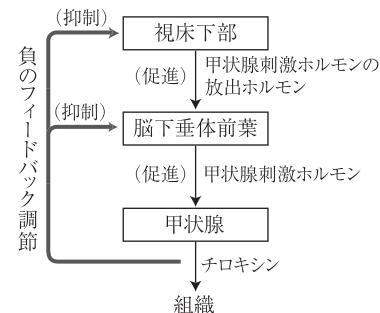
- 問1 ホルモンは受容体のある標的器官に受け取られる。

ホルモンの分泌量は常に一定なのではなく、他のホルモンや自律神経系によって調節されている。そのしくみとして、フィードバックがある。チロキシンの濃度が高くなると、視床下部に作用して放出ホルモンの分泌が減少する。それによって、脳下垂体前葉からの甲状腺刺激ホルモンの分泌も減少するので、甲状腺からのチロキシン分泌も減少する。

- 問2 ① 筋収縮の他、細胞骨格にも関わる。
② 血糖量を減少させるホルモンである。
③ 狂牛病を発症させる原因となるタンパク質である。ヒトでは、クロイツフェルト・ヤコブ病という病気などがプリオンを原因とする。異常型のプリオンは正常なプリオンとは異なり、フォールディングの異常によって、タンパク質分解酵素に分解されないように細胞に蓄積する。
⑤ 血液凝固に関わる。血液中には前駆体であるフィブリノーゲンとして存在し、トロンビンのはたらきで纖維状のフィブリンとなり、血球をからめとり血ペイをつくって止血する。なお、血管が元通りになると、プラスミンという酵素のはたらきによって血ペイが溶かされる。

- 問3 赤血球が多いときにはホルモンYの濃度は減少するが、赤血球が少なくなるとホルモンYの濃度は増加すると考えられる。

- 問4 抗体と結合したホルモンは、はたらくことができなくなってしまう。



【3】

解答

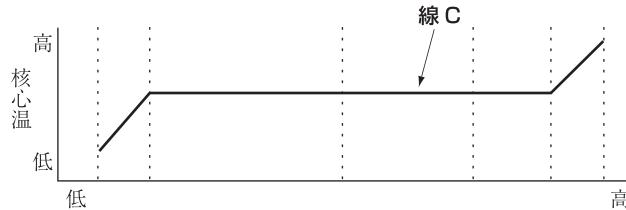
- 問1 (ア) - 間脳視床下部 (イ) - 交感神経 (ウ) - 糖質コルチコイド
(エ) - 肝臓 (オ) - 収縮

問2 ホルモン：鉱質コルチコイド

内分泌器官：副腎皮質

- 問3 (ア) - A (イ) - AB (ウ) - B

問4 (下図)



問5 静脈には頭部で冷やされた血液が流れしており、それが隣接して逆向きに流れている動脈を冷やす。

- 問6 ア - b イ - a

解説

問1 体温調節にかかわるホルモンには、アドレナリン・チロキシン・糖質コルチコイドなどがある。

問2 腎臓でナトリウムイオンの再吸収を促進するのは、鉱質コルチコイドである。鉱質コルチコイドは副腎皮質から分泌されるが、副腎皮質刺激ホルモンによって分泌が促されるのは糖質コルチコイドである。鉱質コルチコイドは、レニンという腎臓から分泌されるホルモンなどによって、分泌が促進される。この内容については教科書範囲外であるため覚える必要はない。しかし、教科書にあるホルモンだけでなく、腎臓などからもホルモンは分泌されていることは知っておきたい。

問3 (ア)：アドレナリンの血中濃度が高いことで、心臓の拍動数の増加や、肝臓における代謝による熱の発生が促進される。

(イ)：外界の気温に対して、体温を高く保ちたいときや、反対に低く保ちたいときには、ATPのエネルギーを消費する。

(ウ)：問題文にヒントがある。「熱は気化熱のほか、尿や便に含まれる熱として体外へ排出される」ことが最初の方に書かれている。また、暑いときには発汗が促されることからも、熱をもった尿を排出することで体温を下げると考えられる。

問4 恒常性を維持できない温度範囲になったときには、核心温も周囲に合わせて上下すると考えられる。

問5 問題文に「四肢や首では冷えた血液が流れる静脈を、これと隣接して対向して流れる動脈が温めるため」とある。これより、冷えた血液を動脈が温めるのであれば、冷えた血液が動脈を冷ます、とも考えられる。

問6 発熱時に寒気を感じた経験は誰でもあるだろう。セットポイントが上がったので、核心温はそれより低くなる。よって寒冷下にあるわけではないが、寒く感じる。

添削課題

解答

問1 グルカゴン、アドレナリン

問2 糖質コルチコイド

問3 3, 5

問4 (1) 血糖：ア 時間：30分

インスリン：H 時間：30分

(2) 血糖：キ 時間：90分

インスリン：D 時間：90分

(3) 特徴：空腹時血糖濃度が高いほど、飲用後120分の血糖濃度が高い。

血糖濃度とインスリン濃度の関係：血糖濃度が高い被験者ほど、飲用後のインスリン濃度が低い。

(4) 血糖：ウ 時間：60分

インスリン：G 時間：90分

(5) 被験者②の空腹時の血糖濃度は、被験者①よりは高いが被験者③～⑥よりは低い。

飲用後の血糖濃度も同様であるが、血糖濃度が最高となるのは被験者①より遅く、被験者③～⑥より早い。一方、インスリン濃度は被験者①より低いが被験者③～⑥よりは高い。インスリン濃度が最高となるのは、被験者①より遅く被験者③～⑤とほぼ同じである。

解説

問1 グルカゴンは交感神経の刺激がなくとも、低血糖をすい臓が直接感知することによっても分泌される。

問2 脳下垂体前葉から副腎皮質刺激ホルモンが分泌され、その作用で副腎皮質から糖質コルチコイドが分泌される。

問3 3：脂肪の消化産物である脂肪酸は、ミトコンドリアで β 酸化という過程を経て、アセチルCoAになる。アセチルCoAは呼吸の中間代謝物であり、呼吸の反応によってATPが合成される。血糖値を下げるには、グルコースが分解される必要があり、脂肪の分解でATPが得られるのであれば、グルコースの消費は抑えられてしまう。インスリンは、脂肪分解を抑制する作用ももつ。

5：発汗は、交感神経のはたらきで起こる。

問4 (1)：①は血糖濃度が正常の範囲内である。

(2)：⑤は血糖濃度が通常よりも高い。

(3)：図1のグラフをみると、③, ④, ⑤, ⑥の順で、空腹時血糖濃度も、飲用後120分の血糖濃度も高くなっていることが読み取れる。また、図2のグラフをみると、飲用後のインスリン濃度の最大値は、③, ④, ⑤, ⑥の順で低くなっていることが読み取れる。

(5) 字数についての制限はないので、それぞれについて最高濃度とそこまでの時間の 2 点について、②を①および③～⑥と比較して述べる。

13章 体内環境③

問題

■演習

【1】

解答

- A 問1 1-骨髄 2-胸腺 3-リンパ節 4-脾臓
問2 1-(イ) 2-(ア) 3-(オ) 4-(ウ)
問3 b, c, d
問4 HIV
問5 鎖骨下静脈
問6 c, e
問7 c, e
問8 b
B 問9 脾臓
問10 (1) 約10日で脱落する。
(2) 生着する。
(3) 胸腺の除去により成熟したT細胞がなく自己非自己の区別ができないから。
(34字)
問11 A型-40人 B型-20人 O型-25人 AB型-15人

解説

A

- 問1 リンパ球に限らず、すべての血球は骨髄にある造血幹細胞に由来する。
- 問2 1:骨髄は「骨の髓」、髓とは「内側にあるもの」を指している。
2:胸腺はその名前の通り、胸部にある。幼少期には発達しているが、成人になると萎縮する。
3:耳の下やわきの下、脚の付け根などにリンパ節がある。
4:脾臓は胃の左側上部にある器官である。
- 問3 a:抗体をつくるのはB細胞である。
e:食作用はマクロファージなどが行う。
f:ヒスタミンは肥満細胞や好塩基球が分泌する。
- 問4 エイズ(後天性免疫不全症候群: Acquired ImmunoDeficiency Syndrome)は、ヒト免疫不全ウイルス(HIV: Human Immunodeficiency Virus)が原因である。
- 問5 毛細リンパ管が集まって太い管となり、鎖骨下静脈で血管と合流する。
- 問6 閉鎖血管系をもつのは、脊椎動物と環形動物、軟体動物のうちの頭足類(イカやタコなどの仲間)である。

問7 最初に抗原を取り込み、抗原提示を行うのは樹状細胞とマクロファージである。

問8 ウマの血清中に含まれるヘビ毒素に対する抗体は、あくまでウマの抗体であるのでヒトにとっては異物である。

B

問10 (1) B系統のマウスであるが、生後すぐにまだT細胞の成熟が終わっていない段階でA系統マウスの細胞を注射されると、A系統の抗原(MHC)も自己と認識するようになる。しかし、何も処理をしていない(=A系統マウスを非自己と認識する)B系統マウスのリンパ球を注射すると、そのリンパ球のはたらきによって拒絶反応が起こる。

(2), (3) 自己非自己を見極められるようになるには、T細胞が2段階の選別を受ける必要がある。そのとき重要なのは胸腺であるが、除去されてしまうとT細胞が成熟できない。なお、これは誕生直前や直後の短い時期であり、大人になった個体では起こらない。

問11 抗A血清とはB型のヒトの血清であるので、凝集素 α を含む。同様に、抗B血清はA型の血清であるので、凝集素 β を含む。

$$\left\{ \begin{array}{l} \text{抗A血清に凝集反応をする} = \text{A型} + \text{AB型} \\ \text{抗B血清に凝集反応をする} = \text{B型} + \text{AB型} \\ \text{両血清に反応しない} = \text{O型} \end{array} \right.$$

$$\text{よって A型} + \text{AB型} = 55 \cdots ① \quad \text{B型} + \text{AB型} = 35 \cdots ②$$

$$\text{O型} + \text{AB型} = 40 \cdots ③$$

$$① + ② + ③ = (\text{A型} + \text{B型} + \text{AB型} + \text{O型}) + 2 \times \text{AB型} = 130$$

$$2 \times \text{AB型} = 30 \quad \therefore \text{AB型} = 15 \text{人}$$

【2】

解答

- 問1 1-陽性 2-陰性 3-陰性 4-陽性 5-陰性 6-陽性
- 問2 ア-2 イ-2 ウ-3 エ-2 オ-1
- 問3 ア-シナプス イ-ナトリウムイオン ウ-筋小胞体
エ-カルシウムイオン オ-トロポニン
- 問4 (a) ワクチン接種によって一次応答が起こる。その後、免疫記憶が成立して抗原に対してもう一度反応できるようになるまで時間がかかる。
(b) リンパ球の一部が記憶細胞として残るので、しばらくの間は黄熱に対する抗原記憶をもった細胞が体内にあるから。
- 問5 (a) 1/4
(b) 1/6400 万

解説

- 問1 ツベルクリン検査とは、結核菌の抗原を皮下注射してから48時間後に、注射した部位がどのくらい炎症を示したかを調べるものである。赤くなっている部位の直径が10mm以下であれば、結核に感染したことがないと判定され、結核の予防接種(BCG)を行う。
- もし体液性免疫であれば、結核についての免疫があるときは、血清中に抗体があるはずである。よってツベルクリン陽性のモルモットの血清をツベルクリン陰性のモルモットに注射するとは、結核菌に対する抗体を注射したことになる。もし細胞性免疫であれば、リンパ球が免疫記憶をもっているはずである。よってツベルクリン陽性のモルモットのリンパ球をツベルクリン陰性のモルモットに注射すると、ツベルクリン反応が起こるはずである。
- 問2 血しょう中には、アルブミンというタンパク質が最も多い。次いで多いのが、グロブリンである。グロブリンの分画のうち、主に γ -グロブリンが抗体としてのはたらきをもつ。
- 可変部は、H鎖ではV領域、D領域、J領域の3つの領域から1つずつ、L鎖ではV領域、J領域の2つの領域から1つずつDNAの領域が選ばれて遺伝子として完成する。
- 問3 重症筋無力症とは自己免疫疾患の1つである。細胞膜表面にあるアセチルコリンレセプターに対する抗体ができることで、レセプターが破壊される。そのため、運動神経や副交感神経からの刺激を受け取ることができなくなり、筋収縮が起こらなくなってしまう。
- 問4 (a)では一次応答について、(b)では免疫記憶について述べる。

問5 (a) 組換えはほとんど起こらない、とあるので完全連鎖として考えてよい。ただし、両親がまったく同じ遺伝子型になるとは考えにくい。よって、親の一方がAとB、もう一方がCとDという遺伝子をもっているとすると

$$AB \times CD \rightarrow AC : AD : BC : BD = 1 : 1 : 1 : 1$$

(b) 相同染色体のうち、1本に $20 \times 20 \times 20$ 通りの遺伝子、もう1本にも $20 \times 20 \times 20$ 通りの遺伝子がある。よって、

$$(20^3)^2 = 2^6 \times 10^6 = 6.4 \times 10^7$$

【3】

解答

I 問1 (3), (4), (5)

問2 病原体OとPではエピトープの構造が似ており、1種類の抗体の抗原結合部位と相補性が高い。(43字)

II 問3 (1), (2)

問4 ヌードマウスは胸腺の形成不全のため、T細胞が成熟することができない。そのため、がん細胞Xに対する細胞性免疫や、抗体産生細胞を活性化して抗体の産生を促す体液性免疫が起こらないから。(89字)

問5 (4)

理由：がん細胞Xがマクロファージによる食作用を受けるには、Xと結合するFabと、マクロファージと結合するFcが連結している必要がある。(64字)

解説

問1 抗原と抗体の結合は、互いの分子どうしが強く結合するのではなく、立体構造の親和性と結合力による。それには、ファンデルワールス力や水素結合、イオン結合が関係している。ペプチド結合やジスルフィド結合のような、共有結合ではない。

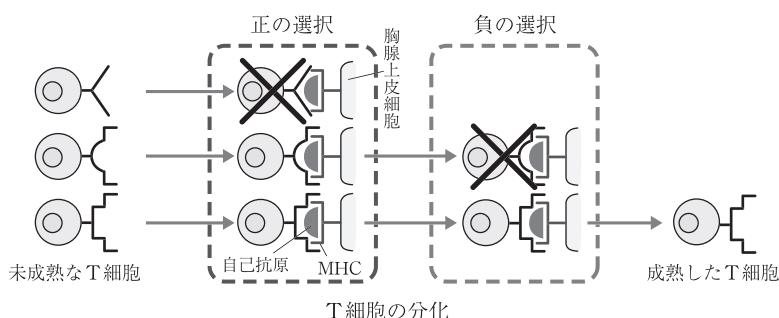
問2 抗原のエピトープ(抗原決定基)は抗原全体ではなく、一部である。よって、異なる分子であってもエピトープが似ていることはある。また、1つの抗原でも複数のエピトープをもつので、異なる抗体が結合することもある。

問3 脾臓とリンパ節は二次リンパ器官である。

問4 免疫細胞ができるとき、遺伝子の再構成によってT細胞でもいろいろなT細胞受容体(TCR)をもつものができる。これらの未成熟なT細胞は、胸腺で選択される。

まず、胸腺のMHC(=自分のMHC)と、MHC上にある抗原(=自己抗原)に対して、適度に結合するTCRをもつ細胞が選択される。これを、正の選択という。この段階で外された未成熟なT細胞は、アポトーシスによって死滅する。

次に、残った細胞のうち、自分のMHCと自己抗原に対して、過剰に反応するTCRをもつ細胞が、アポトーシスを起こす。これを、負の選択という。



ヌードマウスでは上記のような反応が起こらないので、T細胞が未成熟なために自己と非自己を見分けて非自己を攻撃することができない。

問5 東大の入試問題の特徴として、文1, 2などと分かれているが内容には関連があることが多い。よって、ここでも文1の内容を考慮する。また、文2の「Fab部分で抗原細胞と結合したIgG抗体のFc部分が、マクロファージの表面にある、Fcに対する受容体と結合すると、抗体を介して結合した抗原細胞に対するマクロファージの食作用が容易になり、抗原細胞が排除される」も踏まえる。すると、Fabのみ、Fcのみ、あるいはFabとFcをばらばらの状態で混合したものでは、マクロファージの食作用は起こらないと考えられる。

B3/B3J

東大・難関大・医学部生物

東大生物



会員番号

氏名