

生 物

2024年度 一般選抜試験(前期)

医療衛生学部

【注 意 事 項】

1. 生物の問題は39ページから49ページまであります。
2. 解答用紙(マークシート)の氏名・受験番号欄に記入・マークすること。
3. 選択科目欄に選択する科目を記入・マークすること。
4. 解答は解答用紙(マークシート)の解答欄にマークすること。
5. マークする際は濃くはっきりとマークすること。その際、ボールペン・サインペン・万年筆等を使用しないこと。その他マークの仕方に関しては、解答用紙(マークシート)の注意事項をよく読むこと。

【注意】 1つの設問に対して複数解答する場合には、その設問に該当するマークシートの解答番号欄にすべての解答をマークしなさい。

I ヒトの生体物質と免疫に関する以下の問いに答えなさい。

問1 以下に当てはまる適切なものを、それぞれ指定された数だけ【選択肢】から答えなさい。「すべて」と指定がある場合には、すべて答えなさい。なお、同じ選択肢を複数回答してもよい。

- | | |
|---------------------------------|--------------------------------|
| 1. RNAを構成するすべての元素(1つ) | <input type="text" value="1"/> |
| 2. システインを構成するすべての元素(1つ) | <input type="text" value="2"/> |
| 3. すい液に含まれる物質(2つ) | <input type="text" value="3"/> |
| 4. 胆汁に含まれる物質(1つ) | <input type="text" value="4"/> |
| 5. DNAが複製されるとき、鋳型鎖に水素結合する物質(1つ) | <input type="text" value="5"/> |
| 6. 転写の過程を経て核の中で合成される物質(すべて) | <input type="text" value="6"/> |

【 と の選択肢】

- | | | |
|-----------------|--------------------|-----------------|
| ① C, H, O | ② C, H, O, N | ③ C, H, O, P |
| ④ C, H, O, S | ⑤ C, H, O, N, P | ⑥ C, H, O, N, S |
| ⑦ C, H, O, P, S | ⑧ C, H, O, N, P, S | |

【 と の選択肢】

- | | | |
|---------|---------|---------|
| ① インスリン | ② カタラーゼ | ③ グルカゴン |
| ④ セクレチン | ⑤ トリプシン | ⑥ ビリルビン |
| ⑦ ペプシン | ⑧ リパーゼ | |

【 と の選択肢】

- | | | |
|--------|-------------|--------------------|
| ① mRNA | ② RNAポリメラーゼ | ③ rRNA |
| ④ tRNA | ⑤ デオキシリボース | ⑥ デオキシリボヌクレオシド三リン酸 |
| ⑦ リボース | ⑧ リン酸 | |

問2 免疫系と、免疫系で働く物質についての次の文を読み、以下の問いに答えなさい。なお、文中の(あ)～(え)は異なる細胞である。

マクロファージなどの免疫細胞はタンパク質Aをもつ。異物がタンパク質Aに結合すると、これらの細胞は活性化する。(あ)やマクロファージに取り込まれて断片化された異物は、これらの細胞がもつタンパク質Bと結合し、細胞表面に提示され、(い)によって抗原として認識される。また、異物が、(う)がもつタンパク質Cと結合し、(う)に取り込まれる。そして、(う)の内部で分解された異物の断片が細胞表面に提示され、(い)がそれを認識し、(う)を活性化すると(う)は増殖して分化し、抗原と結合するタンパク質Dを産生する。一方、(え)は、感染細胞がタンパク質Eに載せて提示している異物の断片を認識し、感染細胞を直接破壊する。

1. 文中のタンパク質 A, B, C, E として最も適切な組合せを1つ答えなさい。なお, BCRはB細胞受容体を, MHCは主要組織適合遺伝子複合体を, TLRはToll様受容体を, それぞれ表す。 7

- | | | | |
|---------------|-------------|-------------|-------------|
| ① A MHCクラス I | B MHCクラス II | C BCR | E TLR |
| ② A MHCクラス I | B MHCクラス II | C TLR | E BCR |
| ③ A MHCクラス I | B TLR | C BCR | E MHCクラス II |
| ④ A MHCクラス I | B TLR | C MHCクラス II | E BCR |
| ⑤ A MHCクラス II | B MHCクラス I | C BCR | E TLR |
| ⑥ A MHCクラス II | B MHCクラス I | C TLR | E BCR |
| ⑦ A MHCクラス II | B TLR | C BCR | E MHCクラス I |
| ⑧ A MHCクラス II | B TLR | C MHCクラス I | E BCR |
| ⑨ A TLR | B MHCクラス I | C BCR | E MHCクラス II |
| ⑩ A TLR | B MHCクラス I | C MHCクラス II | E BCR |
| ⑪ A TLR | B MHCクラス II | C BCR | E MHCクラス I |
| ⑫ A TLR | B MHCクラス II | C MHCクラス I | E BCR |

2. 文中のタンパク質 D についての記述として適切なものを3つ答えなさい。 8

- ① 1本のポリペプチド鎖からなる。
- ② 2本のポリペプチド鎖からなる。
- ③ 抗原と結合した後, マクロファージに取り込まれる。
- ④ 血液中に存在する。
- ⑤ 毒ヘビにかまれた際に治療に用いられる注射液に含まれる。
- ⑥ 予防接種の注射液に含まれる。

3. 以下の記述に当てはまる細胞として適切なものを, 文中の(あ)~(え)からそれぞれすべて答えなさい。該当する細胞がない場合は「⑤ なし」を答えなさい。なお, 同じ選択肢を複数回答してもよい。

- (1) 自然免疫において, 病原体に感染した細胞を排除する。 9
- (2) 活性化したものの一部は, 記憶細胞として体内に残る。 10
- (3) リンパ球である。 11

- ① あ ② い ③ う ④ え ⑤ なし

4. ABO式血液型の遺伝子は、対立遺伝子として、A型を現す遺伝子**A**、B型を現す遺伝子**B**、O型を現す遺伝子**O**があり、**A**と**B**の間には優性劣性の関係はなく、**A**と**B**は**O**に対して優性である。同じ両親から生まれたある兄弟について、兄の血液に抗A血清(抗A抗体を含む)を加えても凝集は起こらなかったが、抗B血清(抗B抗体を含む)を加えると凝集が起こった。一方、弟の血液にいずれの血清を加えても凝集は起こらなかった。母親の血液型がA型であるとき、父親の血液型は何型であると考えられるか。可能性のある血液型として適切なものをすべて答えなさい。

12

- ① A型 ② AB型 ③ B型 ④ O型

II 神経と骨格筋に関する以下の問いに答えなさい。

問1 ヒトの神経組織とニューロンについての以下の問いに答えなさい。

1. 神経組織またはニューロンの構造についての以下の文が正しい文になるように、下線部と入れ替える語として最も適切なものをそれぞれ1つずつ答えなさい。

- (1) 運動ニューロンの細胞体は小脳にある。 13
- (2) 中枢神経で髄鞘を形成する細胞は内皮細胞である。 14
- (3) 中枢神経の灰白質とは、ニューロンの軸索が集まった領域である。 15
- (4) 有髄神経繊維において、髄鞘がないくびれた部位を神経鞘と呼ぶ。 16
- (5) 脊髄神経が通る背根に存在する膨らみをリンパ節と呼ぶ。 17

- ① オリゴデンドロサイト ② 間脳 ③ 筋紡錘 ④ 細胞体
⑤ シュワン細胞 ⑥ 神経溝 ⑦ 神経鞘 ⑧ 神経節
⑨ 神経堤 ⑩ 脊髄 ⑪ 中脳 ⑫ ランビエ絞輪

2. ニューロンの機能についての以下の文が正しい文になるように、下線部と入れ替える語または数値として最も適切なものを【選択肢】からそれぞれ1つずつ答えなさい。

- (1) ニューロンが静止状態のとき、細胞内の電位は細胞外よりも約20 mV 低い。 18
- (2) 閾値^{いきち}を超える大きさの刺激を受けると、アクアポリン(水分子を通過させるチャネル)が開くことによって、膜は急速に脱分極する。 19
- (3) 活動電位が生じるとき、ナトリウムポンプが開くことによって、膜電位はその最大値から急激に下降する。 20
- (4) 1個の感覚ニューロンに閾値以上の刺激が加えられたとき、刺激が強くなると活動電位の最大値が増加する。 21

【 18 の選択肢】

- ① 1 ② 10 ③ 70 ④ 120 ⑤ 300 ⑥ 1000

【 19 と 20 の選択肢】

- ① GABA 依存性イオンチャネル ② 電位依存性カリウムチャネル
③ 電位依存性ナトリウムチャネル ④ アクアポリン

【 21 の選択肢】

- ① 閾値 ② 最小値 ③ 伝導速度 ④ 発生頻度 ⑤ 不応期の長さ

問2 ヒトの神経組織で見られるシナプスについての以下の問いに答えなさい。

1. シナプス前細胞において神経終末に活動電位が到達したときに、そこで最初に起こる現象として最も適切なものを1つ答えなさい。 22

- ① 電位依存性カリウムチャネルが開き、 K^+ が細胞外から細胞内に流入する。
- ② 電位依存性カルシウムチャネルが開き、 Ca^{2+} が細胞外から細胞内に流入する。
- ③ 電位依存性カルシウムチャネルが開き、 Ca^{2+} が細胞内から細胞外へ流出する。
- ④ 電位依存性ナトリウムチャネルが開き、 Na^+ が細胞内から細胞外へ流出する。

2. 上記 22 の結果、シナプス前細胞の神経終末で起こる現象として最も適切なものを1つ答えなさい。 23

- ① シナプス前細胞の膜からのシナプス小胞の形成
- ② シナプス前細胞の膜とシナプス後細胞の膜との膜融合
- ③ シナプス前細胞の膜とシナプス後細胞の膜との間でのギャップ結合の形成
- ④ シナプス前細胞の膜とシナプス小胞との融合

問3 ヒトの骨格筋についての以下の問いに答えなさい。

1. 筋繊維の構造についての記述として適切なものを2つ答えなさい。 24

- ① 単核である。
- ② 多核である。
- ③ 核がない。
- ④ 内部に筋原繊維を含む。
- ⑤ 内部に毛細血管を含む。
- ⑥ 内部に介在神経を含む。

2. 筋繊維の興奮がT管に到達してから、ミオシンがアクチンに結合するまでに起こる現象として適切なものを4つ選び、それらを起こる順に並べ、 25 ~ 28 に最も適切なものをそれぞれ1つずつ答えなさい。

T管に興奮が到達 → 25 → 26 → 27 → 28 → ミオシンがアクチンに結合

- ① Ca^{2+} が筋小胞体から筋繊維の細胞質基質に放出される。
- ② Ca^{2+} がゴルジ体から筋小胞体に放出される。
- ③ Ca^{2+} がトロポニンと結合する。
- ④ Ca^{2+} がトロポミオシンと結合する。
- ⑤ 筋小胞体の膜に存在するカルシウムチャネルが開く。
- ⑥ 筋小胞体の膜に存在するナトリウムチャネルが開く。
- ⑦ 筋小胞体の膜に存在するカリウムチャネルが開く。
- ⑧ トロポニンが変化してトロポミオシンになる。
- ⑨ トロポミオシンが変化してトロポニンになる。
- ⑩ トロポミオシンの形が変化する。
- ⑪ T管からアセチルコリンが放出される。
- ⑫ T管からノルアドレナリンが放出される。

問4 カエルの筋繊維の構造と機能についての次の文を読み、以下の問いに答えなさい。

カエルの骨格筋の筋原繊維はヒトと同じ構造をしている。図1は、生体内におけるカエルの筋原繊維の一部を模式的に示したものである。サルコメアを構成する2種類のフィラメント(XとY)の長さをそれぞれ、a、bとする。フィラメントXにはATP分解酵素活性をもつ領域(上下に伸びる短い線で示す)と、もたない領域があり、もたない領域の長さをcとする。また、フィラメントXとYが重なり合う部分の長さをdとし、Z膜の厚み(図中での横方向の長さ)は考えないものとする。筋原繊維の長さが一定のとき、筋原繊維の場所によらずサルコメアの長さは一定であり、常に $2b > a$ であるものとする。

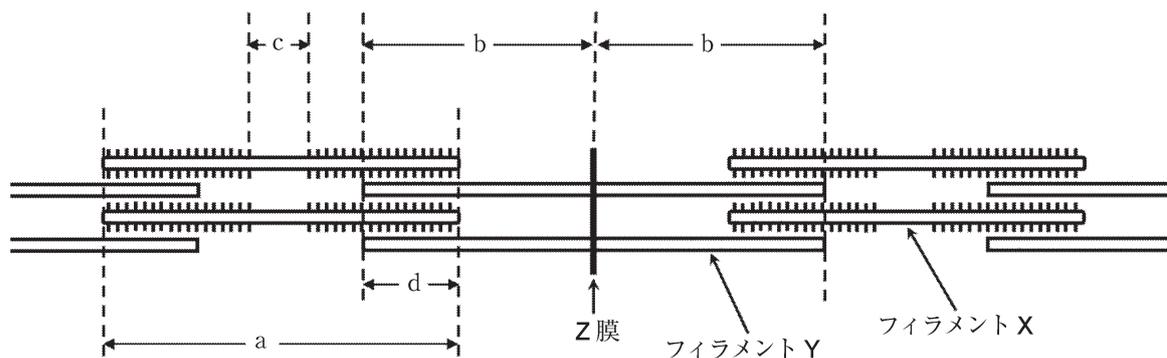


図1 カエルの筋原繊維の一部の模式図

1. フィラメントXとフィラメントYを構成するタンパク質として、適切なものをそれぞれ指定された数だけ答えなさい。

(1) フィラメントX(1つ)

(2) フィラメントY(3つ)

- | | | | |
|------------|----------|---------|-----------|
| ① アクチン | ② インテグリン | ③ カドヘリン | ④ キネシン |
| ⑤ コラーゲン | ⑥ ダイニン | ⑦ トロポニン | ⑧ トロポミオシン |
| ⑨ フィブロネクチン | ⑩ ミオシン | | |

2. サルコメアが図1に示した状態のときの以下の領域の長さを、a～dを用いて表したものとして、最も適切なものをそれぞれ1つずつ答えなさい。

(1) 暗帯

(2) 明帯

(3) サルコメア

- | | | | |
|-------------------|----------------------|-----------|--------|
| ① a | ② 2b | ③ c | ④ d |
| ⑤ $\frac{a-c}{2}$ | ⑥ $\frac{a-c-2d}{2}$ | ⑦ a-d | ⑧ a-2d |
| ⑨ 2b-2d | ⑩ a+b-2d | ⑪ a+2b-2d | |

3. サルコメアの長さ、筋繊維が発生する張力との関係調べた実験についての次の文を読み、以下の問いに答えなさい。

カエルの骨格筋から単一の筋繊維を取り出し、生理食塩水を満たした容器にしばらく静置したところ、筋繊維は図1で示した状態よりも短縮し、フィラメントYどうしが重なり合っていた。次に、短縮した筋繊維の一端を動かさないように固定し、他端を張力測定器に取り付け、固定末端と測定器の間隔を徐々に広げることで、筋繊維が弛緩時よりも長くなるまで段階的に変化させた。各段階において、サルコメアの長さを一定に保ったまま、筋繊維に強縮が起こるような刺激を与えて発生した張力を測定したところ、図2のようになった。サルコメアの長さが $2.0 \sim 2.25 \mu\text{m}$ のとき、張力は最大であった。サルコメアが以下の長さ(μm)のとき、サルコメアはどのような状態にあると考えられるか。そのときのサルコメアの長さをa~dを用いて表したものとして、最も適切なものをそれぞれ1つずつ答えなさい。

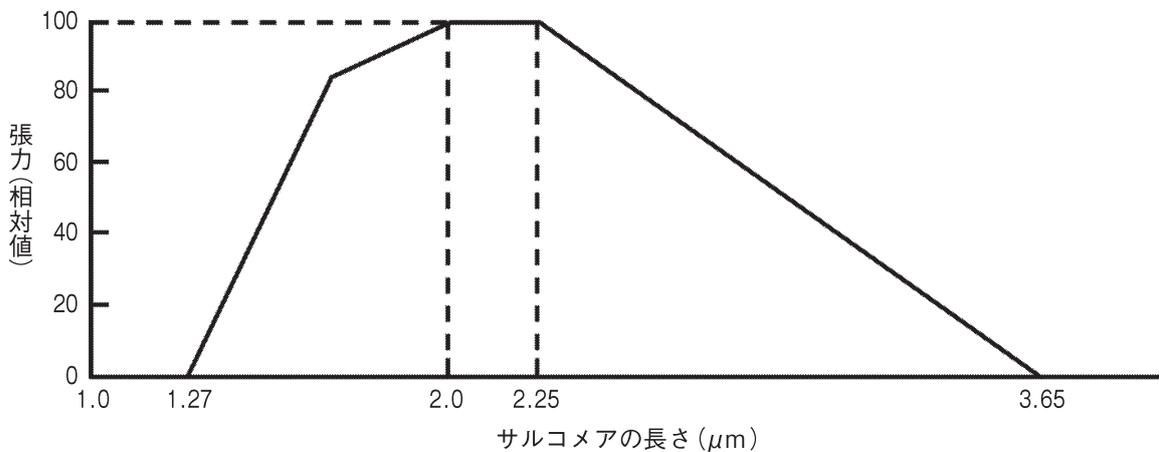


図2 サルコメアの長さ、筋繊維が発生する張力との関係
張力(縦軸)は最大値を100としたときの相対値を示す。

- (1) $2.0 \mu\text{m}$
- (2) $2.25 \mu\text{m}$
- (3) $3.65 \mu\text{m}$

- ① a ② b ③ c ④ d ⑤ 2a
- ⑥ 2b ⑦ a+2b ⑧ a+2d ⑨ b+d ⑩ b+2d
- ⑪ 2b+c ⑫ a+b-d ⑬ a+b-2d ⑭ a+2b-c

Ⅲ 呼吸商に関する以下の問いに答えなさい。

問1 特定の物質を基質としたときの呼吸商は、その物質が呼吸によって分解されるとき化学反応式から理論的に求めることができる。例えば、ロイシン(C₆H₁₃NO₂)が分解される過程は、次の化学反応式で表される。



したがって、ロイシンを基質としたときの呼吸商は、 $12 \div 15 = 0.80$ となる。

同様に、以下の有機物を基質としたときの呼吸商を計算し、答えの数値の小数点以下第3位を四捨五入して最も適切な値を答えなさい。ただし、、 は1の位の数字、、 は小数点以下第1位の数字、、 は小数点以下第2位の数字をそれぞれ表す。該当する位がない場合は、「」を答えなさい。なお、同じ選択肢を複数回答えてもよい。

1. リノール酸(C₁₈H₃₂O₂) .

2. バリン(C₅H₁₁NO₂) .

① 1 ② 2 ③ 3 ④ 4 ⑤ 5 ⑥ 6 ⑦ 7 ⑧ 8 ⑨ 9 ⑩ 0

問2 生物1個体の呼吸商を実験的に調べることで、その生物個体が利用している呼吸基質を推定することができる。マウスの呼吸商を調べる実験についての次の文を読み、以下の問いに答えなさい。

餌を与えて16時間飼育したマウスと、餌を与えずに同じ期間飼育したマウスを用意した。これらのマウスを計測装置に入れて、単位時間・体重当たりのO₂の消費量とCO₂の生成量をそれぞれ測定したところ、表のようになった。

表 実験結果

	O ₂ 消費量 (mL・kg ⁻¹ ・min ⁻¹)	CO ₂ 生成量 (mL・kg ⁻¹ ・min ⁻¹)
餌を与えて飼育したマウス	50	45
餌を与えずに飼育したマウス	36	27

1. 餌を与えて飼育したマウスと、餌を与えずに飼育したマウスについて、呼吸商を計算し、必要があれば答えの数値の小数点以下第3位を四捨五入して最も適切な値を答えなさい。ただし、、は1の位の数字、、は小数点以下第1位の数字、、は小数点以下第2位の数字をそれぞれ表す。該当する位がない場合は「⑩ 0」を答えなさい。なお、同じ選択肢を複数回答えてもよい。

(1) 餌を与えて飼育したマウス .

(2) 餌を与えずに飼育したマウス .

① 1 ② 2 ③ 3 ④ 4 ⑤ 5 ⑥ 6 ⑦ 7 ⑧ 8 ⑨ 9 ⑩ 0

2. マウスに餌を与えて飼育した場合と、餌を与えずに飼育した場合について、実験結果から考えられる記述として、最も適切なものをそれぞれ1つずつ答えなさい。

(1) 餌を与えて飼育した場合

(2) 餌を与えずに飼育した場合

- ① 餌に含まれていた脂肪やタンパク質を主に利用したので、呼吸商の値は他方よりも上がった。
- ② 餌に含まれていた脂肪やタンパク質を主に利用したので、呼吸商の値は他方よりも下がった。
- ③ 餌に含まれていた炭水化物を主に利用したので、呼吸商の値は他方よりも上がった。
- ④ 餌に含まれていた炭水化物を主に利用したので、呼吸商の値は他方よりも下がった。
- ⑤ 体に蓄えていた脂肪やタンパク質を主に利用したので、呼吸商の値は他方よりも上がった。
- ⑥ 体に蓄えていた脂肪やタンパク質を主に利用したので、呼吸商の値は他方よりも下がった。
- ⑦ 体に蓄えていた炭水化物を主に利用したので、呼吸商の値は他方よりも上がった。
- ⑧ 体に蓄えていた炭水化物を主に利用したので、呼吸商の値は他方よりも下がった。

