

平成16年度 鹿児島大学医学部医学科

第2年次後期学士編入学試験

学力試験

平成16年6月19日 午前9時～午前10時30分

注意事項

1. 試験開始の合図があるまで、この問題を開いてはいけません。
2. この問題は全部で7ページあります。
落丁、乱丁または印刷不鮮明の箇所があれば、手をあげて監督者に知らせてください。
3. 受験番号は、必ず6枚の解答用紙のそれぞれに記入しなさい。
4. 6枚の解答用紙が渡されますが、第1問解答用紙には第1問について、第2問解答用紙には第2問について、第3問解答用紙には第3問について、第4問解答用紙には第4問について解答しなさい。
5. 解答は、必ず解答用紙の指定された箇所に記入しなさい。記入箇所を誤った解答については、その解答に限り無効とします。
6. 解答用紙は、持ち帰ってはいけません。

第1問

設問1．ヒト(人間)の身体に関する次の問題に答えなさい。

問題1．赤血球の細胞質に最も多く存在する陽イオンはなにか。

問題2．成人の血液における細胞成分のうちで核を有する血球を、下の選択枝から選び、記号で答えなさい。

問題3．血液の浸透圧を一定に保つために最も重要な働きをしている器官を、下の選択枝から選び、記号で答えなさい。

問題4．体内に入った有毒物質を分解して無毒化するために最も重要な働きをしている器官を、下の選択枝から選び、記号で答えなさい。

問題5．インスリンを分泌する器官を、下の選択枝から選び、記号で答えなさい。

注：問題3～問題5は全問が正解の場合のみを得点とする。

問題6．過剰な働きをすると、血中の炭酸イオンの過剰な減少によって病気をひきおこすことのある器官を、下の選択枝から選び、記号で答えなさい。

問題7．血漿内のブドウ糖の濃度に最も近い値を、下の選択枝から選び、記号で答えなさい。

問題8．血液からヒトDNAを抽出するために適した血球を、下の選択枝から選び、記号で答えなさい。

問題9．働きが弱くなると尿毒症をひきおこすことのある器官を、下の選択枝から一つ選び、記号で答えなさい。

問題10．働きが弱くなると黄疸をひきおこすことのある器官を、下の選択枝から一つ選び、記号で答えなさい。

問題11．働きが弱くなると浮腫(むくみ)をひきおこすことのある器官を、下の選択枝から3つ選び、記号で答えなさい。

問題12．副腎髄質から分泌されて、血糖を上昇させるホルモンの名称を解答欄に書きなさい。

問題13．甲状腺ホルモンの分泌における甲状腺・脳下垂体・視床下部の関係のように、互いに影響しあい、甲状腺の働きが一定に保つことができるような調節の仕組みの名前を解答欄に記入しなさい。

問題14．至適条件では30分に1回分裂する細菌がある。この細菌の液体培地内の数を計測したところ、 2×10^3 /mLであった。この細菌10 mLを至適条件で120分間培養した場合の個数を計算し、解答欄にその個数を書きなさい。

問題15．目的とする細胞の大きさ(長さ)を顕微鏡で調べるために、以下の操作を行った。1mmを100分割してある対物マイクロメーターをステージにセットして、接眼マイクロメーターで測定すると、接眼マイクロメーターの目盛の10目盛が対物マイクロメーターの1目盛に一致した。この状態で、対物マイクロメーターの代わりに標本をステージにセットして計測すると、目的の細胞の直径は接眼マイクロメーターの8目盛であった。この細胞の直径を計算し、その長さを解答欄に書きなさい。

選択枝

- (ア)心臓 (イ)肺 (ウ)腎臓 (エ)肝臓 (オ)膵臓 (カ)胃 (キ)赤血球
(ク)白血球 (ケ)血小板 (コ)フィブリン (サ)1mg/dL (シ)10mg/dL (ス)100mg/dL

設問2 . 次の文を読み、どうして細菌Aが培養できないのかを考察し、その理由を解答欄に100字以上、200字以内で書きなさい。

塩基配列決定プロジェクトから得られる遺伝情報が増えるにつれ、多重遺伝子族(multigene family)は多くのゲノムの特徴であることが明らかになりはじめた。複雑な多重遺伝子族がどのように進化したかという問いに対しては、次の仮説に基づいて考える。すなわち、遺伝子が重複したあとに変異がおきて、2つの新しい遺伝子の塩基配列の違いが徐々に増したと仮定する。もし、変異によって2つの遺伝子のうち1つを不活性化する塩基配列の変化が起きたらどうだろう。こうしたことはよく起こるらしく、高等真核生物のゲノムを調べると、さまざまな理由で機能がなくなった多くの偽遺伝子(pseudogene)が見つかる。

一方、原核生物である細菌には普通は遺伝子の重複や偽遺伝子は少ないが、一部の細菌は多くの偽遺伝子を持つことがわかってきた。表にその一例を示す。(出典 *Nature* 409:1007 (2001))

特性	細菌 A	細菌 B
ゲノムサイズ(塩基配列数)	3268203	4411532
タンパクをコードする割合(%)	57.8	65.6
タンパクをコードする遺伝子の数	1604	3959
偽遺伝子の数	1116	6
遺伝子の平均塩基配列数	1011	1022

これまでの研究で、細菌Bは増殖が比較的早く、宿主細胞の中でも細胞外でも生存でき、無細胞培地で培養できることがわかっている。また、細菌Aは増殖が非常に遅く、宿主細胞の細胞質の中のみで生存でき、普通の培地での培養はこれまでに成功していない。

第2問

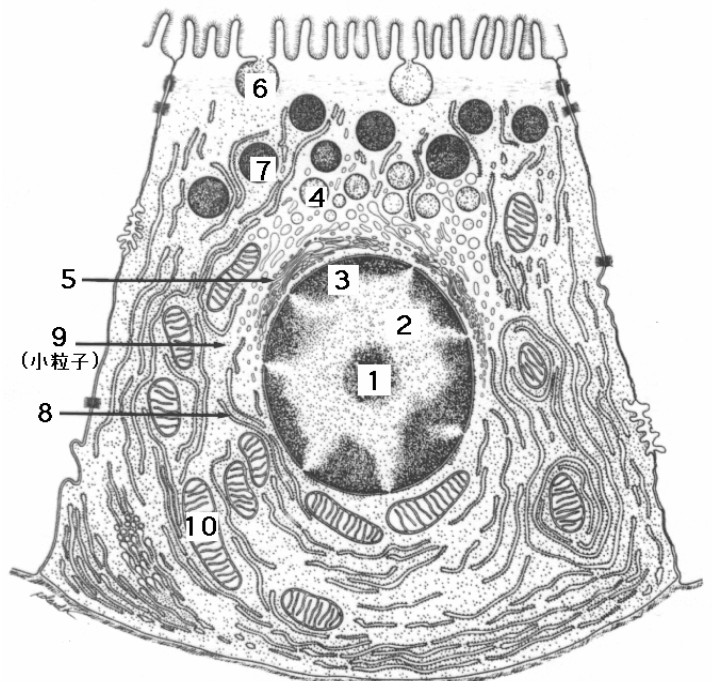
設問3 . 分泌細胞の模式図である右図について、以下の問題に答えなさい。

問題1 . 細胞の分泌物は、核内の遺伝情報からどのような経路で生合成され、処理され、細胞上方の腺腔に分泌されるか。図中の番号を使い、経路の流れ順を示しなさい。

(3) () ()
 () () ()
 () () (6)

* 図の番号のものがすべて経路上にあるとは限らない。なお、9はリボソームをしめす。

問題2 . 図中の1, 5, 8, 10の名称を記載しなさい。



Bloom & Fawcett : A Text Book of Histology 改変引用

問題3 . 動物細胞一般に見られる図中の5, 8, 9, 10のそれぞれの機能を40字以内で説明しなさい。

第3問

設問4 . 次の文を読んで、以下の問題に答え、解答は解答用紙の解答欄に記入しなさい。

SV というウイルスは膜(エンベロープ)を持った RNA ウィルスで、細胞表面にあるシアル酸を持つリセプターに結合することにより細胞への吸着が起こる。吸着の後、エンベロープの細胞膜との融合が起こってウイルスの遺伝子が細胞内に入ることにより感染が成立する。SV を増殖継代するには通常発育鶏卵が用いられ、漿尿腔に接種すると漿尿膜細胞で増殖したウイルスは漿尿腔に排出され漿尿液の中に蓄積される。この卵で増殖した SV を egg-SV とよぶことにする。egg-SV は赤血球凝集能、ノイラミニダーゼ活性、細胞融合活性、溶血能、発育鶏卵や培養細胞への感染性等の生物活性を持っている。egg-SV をマウス由来の培養細胞、L 細胞に感染させると培養液中に新しいウイルスが出てくる。これを L-SV とよぶことにする。興味深いことに egg-SV と L-SV は明かに異なる性状を示した(表)。さらに、L-SV をプロテアーゼのひとつトリプシン(Trypsin)で処理したところ(Trypsin/L-SV) 見られなかった活性が全て出現した。なお、別のプロテアーゼであるキモトリプシン(Chymotrypsin)で処理したときには(Chymotrypsin/L-SV) 活性は変化しなかった。

egg-SV と L-SV、Trypsin/L-SV を SDS-ポリアクリルアミドゲル電気泳動によりその構成タンパク質を比較してみたところ、図のようになった。

表

活性	egg-SV	L-SV	Trypsin/L-SV	Chymotrypsin/L-SV
赤血球凝集能	+	+	+	+
ノイラミニダーゼ活性	+	+	+	+
溶血能	+		+	
細胞融合能	+		+	
L 細胞に対する感染性	+		+	
卵に対する感染性	+	±	+	±

+ は活性があることを、- は活性がないことを、± 弱い活性があることを示す。

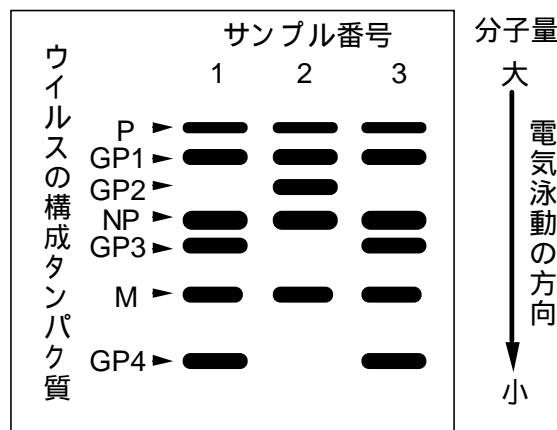


図 . SDS-ポリアクリルアミドゲル電気泳動によるタンパク質の同定

サンプル番号 1, egg-SV; 番号 2, L-SV; 番号 3, トリプシン処理した L-SV(Trypsin/L-SV)。GP1, GP2, GP3, GP4 は糖タンパク質でエンベロープ上に存在し、その分子量は、それぞれ、70 kDa, 60 kDa, 50 kDa, 10 kDa と推定された。

問題1．赤血球凝集能に関与するのは egg-SV のどのタンパク質と考えられるか、その名称を解答欄に書きなさい。

問題2．溶血能に必要とされるのは egg-SV のどのタンパク質と考えられるか、その名称を解答欄に書きなさい。

問題3．L-SV をトリプシン処理することにより4つの活性が変化したのに、同じプロテアーゼのキモトリプシンでは変化しなかった理由を100字以内で説明しなさい。

問題4．L-SV が卵に対する感染性を弱いながらも示す理由を100字以内で説明しなさい。

問題5．問題4の仮説を検証するための実験をデザインし、200字以内で説明しなさい。

第4問

設問5．呼吸に関する次の文を読み、以下の問いに答えなさい。なお、解答は、解答欄に400字以内で書きなさい。

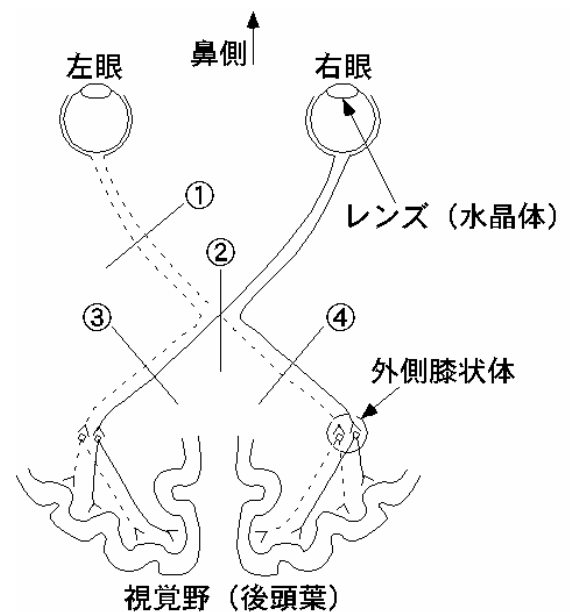
安静時、1回換気量(1回の呼吸により吸入または排出されるガス量)は平均500mLである。しかし口、または鼻から気管、気管支そして細気管支のある部位まではガス交換は起こらない。この部位を死腔といい、成人では平均150mLである。また1回の呼吸でガス交換に利用される量を肺胞換気量という。

ゆっくりおこなう深呼吸と速く浅い呼吸では、どちらが1分間でより多量の肺胞換気量を得られるのかその理由を説明しなさい。ただし、分時換気量(1分間の総換気量)をどちらの場合も8000mLとし、呼吸数および1回換気量は解答者が決めて、その数値を用いて説明しなさい。

設問6．視覚伝導路と視野に関する以下の問いに答えなさい。

右図は視覚伝導路を示している。光はレンズを通り網膜に結像する。網膜からの神経線維は、集合した後、視神経として眼球を出る。その後、視神経を伝わる光刺激は外側膝状体で中継され、後頭葉の視覚野に投射されて認識される。

下記の問題1から問題6までの損傷により視野はどのようなになるのか。下のaからoまでの記号で答えなさい。ただし、左は左眼、右は右眼、そして黒い部分は見えない領域を示す。



問題1．	の部位	問題4．	の部位
問題2．	の部位	問題5．	と の部位
問題3．	の部位	問題6．	と の部位

- | | | | | | | | | | | | | | | |
|----|-----------------------|-----------------------|----|-----------------------|-----------------------|----|-----------------------|-----------------------|----|-----------------------|-----------------------|----|-----------------------|-----------------------|
| a. | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | d. | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | g. | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | j. | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | m. | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| b. | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | e. | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | h. | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | k. | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | n. | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| c. | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | f. | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | i. | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | l. | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | o. | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |

設問7. 筋収縮系に関する下記の質問に答えなさい。

問題1. 下記の文章の空欄を埋めなさい。

Ca²⁺は筋肉の収縮および弛緩に重要なイオンである。神経の興奮が伝達され、筋細胞膜が興奮すると、細胞内Ca²⁺貯蔵器官である(a)より細胞内にCa²⁺が放出される。その結果、太い(b)が細い(c)の間を滑り込み、(d)が短くなる。また筋弛緩時には細胞内Ca²⁺を減少させるために、ATPを使う(e)輸送と下記に示すNa⁺/Ca²⁺交換系が働き、上記の逆が起こる。

問題2. Ca²⁺の動向について述べた下記の文章の空欄を埋めなさい。

Ca²⁺の動向に影響を与えるものの1つとしてNa⁺/Ca²⁺交換系というものがある。これはNa⁺の細胞内外の濃度勾配を利用して、細胞内のCa²⁺を変動させる機構である。以下、それについて検討を加える。

イオン A の細胞内外濃度により細胞内外の電気化学ポテンシャル(μ_A)がゼロになる電位を、平衡電位(E_A ; または逆転電位ともいう。単位は mV)という。それを数式化したものがNernstの式と呼ばれている。

$$E_A = \frac{RT}{zF} \ln \frac{[A]_o}{[A]_i}$$

[A] _o :	イオン A の細胞外濃度	T :	絶対温度
[A] _i :	イオン A の細胞内濃度	z :	電価
R :	ガス定数	F :	ファラデー定数

イオンチャンネル(イオンを通す孔)の開口やNa⁺/Ca²⁺交換系が働くと、膜電位(E)は各チャンネルの平衡電位や、Na⁺/Ca²⁺交換系の平衡電位(E_{Na/Ca})に向かって変化しようとする。ここでのポイントは、Na⁺チャンネルおよびCa²⁺チャンネルの平衡電位は、それぞれ細胞内外のNa⁺およびCa²⁺濃度のみに影響を受けるが、Na⁺/Ca²⁺交換系の平衡電位は、Na⁺とCa²⁺の両者に影響を受けるということである。

この知識を基にNernstの式を利用してNa⁺/Ca²⁺交換の平衡電位(E_{Na/Ca})を以下に求めていく。なおNa⁺の平衡電位をE_{Na}、Ca²⁺の平衡電位をE_{Ca}として用いよ。

与えられた膜電位(E)におけるイオンAの電気化学ポテンシャル差はzF(E-E_A)で表される。膜電位EにおけるNa⁺およびCa²⁺の電気化学ポテンシャル差をおのおの μ_{Na}、 μ_{Ca}とし、1個のCa²⁺に対して交換されるNa⁺の量比を n とすると

$$n \mu_{Na} = \underline{\hspace{2cm} f \hspace{2cm}} \dots\dots\dots$$

$$\mu_{Ca} = \underline{\hspace{2cm} g \hspace{2cm}} \dots\dots\dots$$

ここで膜電位がE_{Na/Ca}の時には と が等しいことから

$$E_{Na/Ca} = \underline{\hspace{2cm} h \hspace{2cm}} \dots\dots\dots$$

多くの細胞ではCa²⁺ 1個に対して3個のNa⁺が移動するので

$$\text{式は } E_{Na/Ca} = \underline{\hspace{0.5cm} i \hspace{0.5cm}} E_{Na} - \underline{\hspace{0.5cm} j \hspace{0.5cm}} E_{Ca} \text{ となる。} \dots\dots\dots$$

具体例を考える。

Nernst の式を簡略化すると

$$E_{Na} = \frac{RT}{F} \ln \frac{[Na]_o}{[Na]_i} \approx 58 \log \frac{[Na]_o}{[Na]_i} \quad E_{Ca} = \frac{RT}{2F} \ln \frac{[Ca]_o}{[Ca]_i} \approx 29 \log \frac{[Ca]_o}{[Ca]_i}$$

となる。ここで

	Na ⁺	Ca ²⁺
細胞外 (mM)	150	2
細胞内 (mM)	10	0.0001

というイオン濃度の条件下でかつ、 $\log 2 = 0.3$, $\log 3 = 0.5$, $\log 5 = 0.7$ とすると

$$E_{Na} = \underline{\quad k \quad} \text{ mV} , E_{Ca} = \underline{\quad l \quad} \text{ mV}$$

となる。この数値を の式に入れると、

$$E_{Na/Ca} = \underline{\quad m \quad} \text{ mV} \text{ が得られる。}$$

すなわち $\underline{\quad m \quad}$ mV より膜電位が負の方にあると細胞内の Ca²⁺ が細胞外に出され、細胞外から Na⁺ が細胞内に入ってくる。

付記： k , l , m については、小数点以下を四捨五入しなさい。