

問1 ヘモグロビンの酸素解離曲線において、二酸化炭素濃度が上昇した際の変化として正しい説明はどれか。（2010年 全国公立入試 類似）

- | | | | |
|--|--|--|---|
| 1. 酸素解離曲線は右側に移動し、同じ酸素分圧でも酸素ヘモグロビンの割合が低下する。 | 2. 酸素解離曲線は左側に移動し、同じ酸素分圧でも酸素ヘモグロビンの割合が上昇する。 | 3. 酸素解離曲線の形状は変化せず、酸素ヘモグロビンの割合も一定に保たれる。 | 4. 酸素解離曲線はS字型から直線へと変化し、酸素の供給効率が著しく低下する。 |
|--|--|--|---|

問2 血液の成分のうち、肺胞などの酸素濃度が高い部位で酸素と結合し、酸素濃度が低い組織で酸素を解離することで、全身への酸素運搬を担うタンパク質はどれか。（2017年 全国公立入試 類似）

- | | | | |
|-----------|----------|--------|--------|
| 1. ヘモグロビン | 2. フィブリン | 3. 血小板 | 4. 白血球 |
|-----------|----------|--------|--------|

問3 海水産硬骨魚の腎臓における尿の生成に関する記述として、最も適切なものはどれか。（2012年 全国公立入試 類似）

- | | | | |
|------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|--------------------------------|
| 1. 水分損失を抑えるために、少量の高張な尿を排出する。 | 2. 塩分を効率よく排出するために、多量の高張な尿を排出する。 | 3. 体液の浸透圧を維持するために、多量の低張な尿を排出する。 | 4. 体内の水分を保持するために、少量の等張な尿を排出する。 |
|------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|--------------------------------|

問4 白血球の形態や性質に関する記述として、誤っているものはどれか。（2012年 全国公立入試 類似）

- | | | | |
|-----------------------------|--------------------------------|---------------------------------|----------------------------------|
| 1. 白血球は赤血球と同様に核を持たず、形が一定である | 2. 白血球は血液の有形成分の一つであり、生体防御に関与する | 3. 白血球は食作用によって異物を細胞内に取り込むことができる | 4. 血液の有形成分の中で、赤血球の数の方が白血球の数よりも多い |
|-----------------------------|--------------------------------|---------------------------------|----------------------------------|

問5 ある健康なヒトにおいて、1日に生成される原尿の量が180 L、排出される尿の量が1.5 Lであるとき、尿素の濃縮率として最も近い値はどれか。ただし、尿素は尿管で再吸収されないものとする。（2024年 全国公立入試 類似）

- | | | | |
|--------|---------|---------|---------|
| 1. 60倍 | 2. 120倍 | 3. 180倍 | 4. 240倍 |
|--------|---------|---------|---------|

問6 抗体の構造において、特定の抗原を特異的に認識するために、抗原ごとに異なる立体構造を持つ部位の名称として最も適切なものはどれか。（2018年 全国公立入試 類似）

- | | | | |
|--------|----------|------------|----------------|
| 1. 可変部 | 2. ラギング鎖 | 3. リーディング鎖 | 4. ペプチド結合の切断部位 |
|--------|----------|------------|----------------|

問7 インスリンの構造と機能に関する記述として最も適切なものはどれか。（2018年 全国公立入試 類似）

- | | | | |
|---|---|---|--|
| 1. インスリンは2本のポリペプチド鎖がジスルフィド結合によって連結された構造を持つ。 | 2. インスリンは細胞内のミトコンドリアに直接結合することでエネルギー代謝を調節する。 | 3. インスリンはイオンチャネルに直接結合し、細胞膜の電位を変化させることで作用する。 | 4. インスリンはアミノ酸から構成されるが、その構造中に硫黄原子を一切含まない。 |
|---|---|---|--|

問8 淡水に生息するゾウリムシの収縮胞の働きに関する記述として、最も適切なものはどれか。（2021年 全国公立入試 類似）

- | | | | |
|----------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|--------------------------------|
| 1. 周囲の塩類濃度が低くなるほど、収縮胞の収縮頻度は高くなる。 | 2. 周囲の塩類濃度に関わらず、収縮胞の収縮頻度は一定である。 | 3. 収縮胞は、細胞内の塩類を能動的に取り込むために機能する。 | 4. 収縮胞の収縮は、細胞内の浸透圧を下げるために行われる。 |
|----------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|--------------------------------|

問9 糖負荷試験において、血糖値が著しく高く、かつインスリン濃度が低い被験者が示す病態として最も適切なものはどれか。（2005年 全国公立入試 類似）

- | | | | |
|--------------------|-------------------|---------------------|----------------------|
| 1. インスリン分泌不全による糖尿病 | 2. インスリン抵抗性による糖尿病 | 3. 低血糖症によるインスリン過剰分泌 | 4. 糖代謝異常を伴わない正常な代謝状態 |
|--------------------|-------------------|---------------------|----------------------|

問10 ある実験において、B細胞と抗原のみを培養した場合と、B細胞、抗原、およびヘルパーT細胞を含むリンパ球を共存させて培養した場合を比較した。この結果から導かれる考察として最も適切なものを次から選べ。（2020年 全国公立入試 類似）

- | | | | |
|-----------------------------------|---|--|--|
| 1. B細胞は単独で抗原を認識し、即座に抗体産生細胞へと分化する。 | 2. リンパ球の共存は、B細胞の抗体産生細胞への分化を促進する相互作用に関与している。 | 3. B細胞以外のリンパ球は、抗原を直接分解することで抗体産生を不要にする。 | 4. 抗体産生細胞の数は、B細胞の数のみに依存し、他のリンパ球の影響は受けない。 |
|-----------------------------------|---|--|--|

問11 母体と胎児の免疫的関係に関する記述として、誤っているものはどれか。（2005年 全国公立入試 類似）

- | | | | |
|--|--|--|---------------------------------------|
| 1. 胎盤は母体と胎児の物質交換の場であるが、血液の直接的な混合は防いでいる | 2. 胎児は母体にとって遺伝的に非自己であるため、本来は免疫応答の対象となり得る | 3. 胎盤の構造により、母体の免疫細胞が胎児の組織を直接攻撃することは抑制されている | 4. 胎児は母体の免疫系を完全に停止させることで、自身の生存を維持している |
|--|--|--|---------------------------------------|

答え合わせ・解説 No.1

問1	答え 1 酸素解離曲線は右側に移動し、同じ酸素分圧でも酸素ヘモグロビンの割合が低下する。	二酸化炭素濃度の上昇やpHの低下は、ヘモグロビンの酸素親和性を低下させる。これをボーア効果と呼ぶ。このとき、酸素解離曲線は右側にシフトし、同じ酸素分圧であっても酸素ヘモグロビンの割合が減少する。これにより、酸素を必要とする組織において、より効率的に酸素を放出することが可能となる。
問2	答え 1 ヘモグロビン	赤血球に含まれるヘモグロビンは、周囲の酸素濃度に応じて酸素と結合・解離する性質を持ち、酸素運搬の主役を担います。血しょうは酸素をほとんど運搬せず、フィブリンは血液凝固の過程で生成される繊維状のタンパク質です。血小板は止血に、白血球は生体防御に関与しており、酸素運搬の役割は持ちません。
問3	答え 1 水分損失を抑えるために、少量の高張な尿を排出する。	海水産硬骨魚は周囲の海水よりも体液の浸透圧が低いため、常に水分が体外へ奪われるリスクにさらされている。そのため、腎臓での水分再吸収を促進し、尿量を極限まで減らすことで体液の恒常性を保っている。この際、排出される尿は体液に対して高張となる性質を持つ。
問4	答え 1 白血球は赤血球と同様に核を持たず、形が一定である	白血球は核を持ち、アメーバ運動を行うため形が一定ではありません。一方、赤血球は哺乳類では成熟すると核を失い、円盤状の一定の形を保ちます。血液の有形成分において、赤血球は白血球よりも圧倒的に数が多く、酸素運搬という重要な機能を担っています。白血球は異物を認識して食作用を行うことで、生体防御の最前線で機能しています。
問5	答え 2 120倍	濃縮率は、原尿の量と尿の量の比から求められます。尿素は尿細管で再吸収されないため、原尿に含まれていた尿素の全量が尿として排出されます。したがって、尿素の濃度は水の再吸収によって体積が減少した分だけ高まります。計算式は $180 \text{ L} / 1.5 \text{ L} = 120$ となり、尿素は原尿の120倍の濃度に濃縮されることとなります。
問6	答え 1 可変部	抗体は免疫グロブリンと呼ばれるタンパク質であり、Y字型の構造をしています。その先端にある可変部は、遺伝子の再構成によって多様なアミノ酸配列を持ち、特定の抗原と適合する立体構造を形成します。この構造上の多様性により、生体は膨大な種類の病原体や異物を特異的に認識し、排除することが可能となります。なお、ラギング鎖やリーディング鎖はDNA複製時に現れる構造であり、抗体とは無関係です。
問7	答え 1 インスリンは2本のポリペプチド鎖がジスルフィド結合によって連結された構造を持つ。	インスリンは膵臓のランゲルハンス島B細胞から分泌されるペプチドホルモンである。その構造はA鎖とB鎖という2本のポリペプチド鎖からなり、これらはシステイン残基間のジスルフィド結合（S-S結合）によって連結されている。システインは硫黄原子を含むアミノ酸であるため、インスリンは硫黄原子を含む。また、インスリンは細胞表面の受容体に結合してシグナルを伝達するものであり、ミトコンドリアやイオンチャネルに直接結合するわけではない。
問8	答え 1 周囲の塩類濃度が低くなるほど、収縮胞の収縮頻度は高くなる。	淡水環境はゾウリムシの細胞内よりも低張であるため、浸透圧により水が絶えず流入します。周囲の塩類濃度が低いほど、細胞内外の浸透圧差が大きくなり、流入する水の量が増加します。そのため、ゾウリムシは収縮胞の収縮頻度を高めることで、流入した過剰な水を効率よく体外へ排出しています。
問9	答え 1 インスリン分泌不全による糖尿病	糖負荷試験で血糖値が著しく上昇し、それに対応するインスリン濃度が低い場合、膵臓のランゲルハンス島B細胞からのインスリン分泌が不十分であると考えられます。これはインスリン依存性の糖尿病の典型的な特徴であり、血糖値を下げるホルモンが不足している状態を示しています。
問10	答え 2 リンパ球の共存は、B細胞の抗体産生細胞への分化を促進する相互作用に関与している。	実験結果において、B細胞と抗原のみの条件よりも、他のリンパ球を共存させた条件で抗体産生細胞数が大幅に増加することは、B細胞の分化に他のリンパ球が関与していることを示している。これは、ヘルパーT細胞が抗原提示を受けたB細胞に対してシグナルを送り、分化を誘導する相互作用が働いているためである。この相互作用は、生体内で効率的に抗体を産生するために不可欠なプロセスである。
問11	答え 4 胎児は母体の免疫系を完全に停止させることで、自身の生存を維持している	胎児が母体の免疫系を完全に停止させるという事実は存在しない。妊娠の維持は、胎盤という特殊な構造による物理的な隔離や、免疫寛容と呼ばれる複雑な調節機構によって成り立っている。母体の免疫系が機能停止すると、感染症などに対して極めて脆弱になるため、生物学的に不適切である。