

2026年度名古屋大学大学院生命農学研究科博士前期課程入学試験

受 験 専門科目名	動物生理学	この科目について (1)枚のうち(1)枚目
--------------	-------	------------------------------

次の設問に答えよ。問題（問1～3）ごとにそれぞれ、別の答案用紙を用いること。

問1. 神経系および感覚系に関する以下の問いに答えよ。

- 1-1 有髄神経の構造的特徴と伝導の仕組み、およびその利点について説明せよ。
- 1-2 化学シナプスにおける伝達の過程について、膜電位の変化がシナプスに到達してから伝達物質が除去されるまでの一連の過程を説明せよ。
- 1-3 嗅上皮における匂い物質の受容から嗅皮質への情報伝達経路を説明せよ。

問2. 骨の生理機能に関する以下の問いに答えよ。

- 2-1 骨組織を構成する主な物質を2つ示せ。また、カルシウムの貯蔵と放出は骨の生理機能の一つである。骨の生理機能について他に4つあげよ。
- 2-2 骨組織からのカルシウム放出には甲状腺や副甲状腺で合成分泌されるホルモンが関与するが、それ以外で1,25-ジヒドロキシコレカルシフェロールも重要な役割を担う。1,25-ジヒドロキシコレカルシフェロールの合成について説明せよ。また、その生理機能と作用機序について標的器官を明示し説明せよ。
- 2-3 老化に伴う骨量の減少の理由について、1,25-ジヒドロキシコレカルシフェロールを含む4つの生理活性物質を明示して説明せよ。

問3. 呼吸に関する以下の問いに答えよ。

呼吸は基本的に不随意運動であり脳幹により調節される。脳幹の⁽¹⁾に存在する呼吸中枢には、⁽²⁾中枢と⁽³⁾中枢と呼ばれるニューロン群が存在する。⁽²⁾中枢は呼吸リズムの形成、脳幹の⁽⁴⁾に存在する上位中枢である⁽⁵⁾中枢などからの入力と受容器からの入力の統合、効果器である呼吸筋への出力の3つの役割がある。中枢性化学受容器は、脳脊髄液の⁽⁶⁾分圧の変化を感知する。末梢化学受容器は、動脈血の⁽⁷⁾分圧の変化を感知する。

呼吸運動に影響を及ぼす大きな要因の一つは気道抵抗である。気道抵抗は気道の⁽⁸⁾に大きく影響を受ける。もう一つは圧の変化に対する肺の容量変化($\Delta V/\Delta P$)を示す⁽⁹⁾である。 $\Delta V/\Delta P$ は吸息時と呼息時で異なるが、このような現象を一般的に⁽¹⁰⁾と呼ぶ。II型肺胞上皮細胞から分泌される肺サーファクタントは $\Delta V/\Delta P$ を上昇させる。

- 3-1 文章中の括弧1～10にあてはまる語句を記せ。
- 3-2 安静時の自発呼吸に関わる主な呼吸筋の名称を2つ答えよ。またこれらの呼吸筋を支配する神経の名称をそれぞれ答えよ。
- 3-3 安静時の自発呼吸のメカニズムを説明せよ。
- 3-4 肺サーファクタントが $\Delta V/\Delta P$ を上昇させる機構を説明せよ。
- 3-5 $\Delta V/\Delta P$ が吸息時と呼息時に異なる理由を説明せよ。

2026年度名古屋大学大学院生命農学研究科博士前期課程入学試験
解答例及び出題意図

専門科目名	動物生理学
-------	-------

問1. 神経系および感覚系に関する基本的な理解を問う。

- 1-1 有髄神経の軸索は、シュワン細胞あるいはオリゴデンドロサイトの細胞膜が軸索の周りを何重にも密に取り巻いた絶縁性の髄鞘によって覆われている。髄鞘は軸索全長を隙間なく包んでいるのではなく、一定間隔ごとに髄鞘が中断し、軸索が露出している部分はランビエ絞輪と呼ばれる。活動電位は絶縁性の高い髄鞘では流れなく、ランビエ絞輪からランビエ絞輪へと「跳躍」するように伝わるため、髄鞘のない無髄神経と比べて非常に速い伝導が可能である（この伝導様式は跳躍伝導と呼ばれる）。また、ランビエ絞輪付近に活動電位発生に関与するイオンチャネルを集中的に配置することで電流密度を上げ、エネルギーを効率的に利用可能である。
- 1-2 シナプス伝達は、まず活動電位が軸索を伝わってシナプス前終末に到達することから始まる。活動電位がシナプス前終末に達すると、終末部の膜が脱分極する。この脱分極により、シナプス前膜に存在する電位依存性 Ca^{2+} チャネルが開口し、細胞外から Ca^{2+} が細胞内に流入する。シナプス小胞には神経伝達物質が貯蔵されており、 Ca^{2+} の作用によってこれらの神経伝達物質がエキソサイトーシスによってシナプス間隙に放出される。放出された神経伝達物質はシナプス間隙を拡散し、シナプス後膜に存在する特異的な受容体に結合する。この結合により、シナプス後ニューロンに興奮性または抑制性の信号が伝達される。最終的に、神経伝達物質は酵素による分解や再取り込み機構によって除去される。
- 1-3 鼻腔最上部の嗅上皮には、一次感覚ニューロンである嗅細胞が存在する。匂い分子が嗅細胞の嗅毛にある匂い受容体に結合すると、脱分極性の受容器電位が発生する。この受容器電位が軸索起始部まで広がると、伝導性の活動電位が生じる。嗅細胞の軸索は篩板を貫通して嗅球に到達し、二次ニューロンである僧帽細胞と房飾細胞の樹状突起とシナプス結合する。このシナプスが形成されている場所は糸球体と呼ばれる。僧帽細胞と房飾細胞の軸索は嗅索を形成し、嗅皮質に直接投射する。

問2. 骨の生理機能に関する基本的な理解を問う。

2-1 コラーゲン、リン酸カルシウム

身体の支持・枠組みの形成・可動性
筋肉と協調しての運動遂行
臓器の保護
造血機能
脂肪の貯蔵
など

- 2-2 食物として摂取された7-デヒドロコレステロールは、紫外線によりビタミン D_3 に変換される。またビタミン D_3 は食物としても摂取される。肝臓で25-ヒドロキシラーゼにより、25-ヒドロキシコレカルシフェロールへ変換され、腎臓で 1α -ヒドロキシラーゼにより1,25-ジヒドロキシコレカルシフェロールへ変換される。
- 1,25-ジヒドロキシコレカルシフェロールの標的器官は腸と骨であり腸ではカルシウムの吸収、骨では骨形成ミネラル化を促進する。標的細胞では核内受容体と結合してカルビンディン-Dなどの Ca^{2+} の輸送や処理に関する遺伝子の発現を促進する。

2-3 パラソルモン、カルシトニン、エストロジェン

血中カルシウム濃度は1,25-ジヒドロキシコレカルシフェロール、パラソルモン、カルシトニンにより制御されているが、加齢に伴う腎機能の低下により1,25-ジヒドロキシコレカルシフェロールの産生が減少し、腸からのカルシウム吸収が低下する。また、尿中へのカルシウム排泄も増加、血中カルシウム濃度は低下傾向になる。そのため血中パラソルモン濃度は上昇傾向を示し、破骨細胞の働きが優勢になる。さらにエストロジェンはカルシトニンの作用を促進しパラソルモンの作用を抑制する。また、エストロジェンは骨芽細胞にも直接作用してその働きを活性化することで骨形成を促進するが、老化、閉経によりエストロジェンが減少すると破骨・造骨のバランスが崩れ破骨細胞の働きが優勢になる。その結果、血中カルシウムバランスの維持のため骨からのカルシウム流出が増加する。

問3.呼吸運動に関する基礎的な知識、理解を問う。

3-1 (1)延髄 (2)吸息 (3)呼息 (4)橋 (5)呼吸調節 (6)CO₂ (7)O₂
(8)半径 (9)肺コンプライアンス (10)ヒステリシス

3-2 横隔膜/横隔神経

外肋間筋/肋間神経

3-3 横隔膜や外肋間筋にそれぞれ横隔神経、肋間神経を通じて呼吸中枢の興奮が伝達され収縮が起こると、胸腔の空間が広がり胸膜腔に陰圧がかかる。その結果肺の中に空気が流入し吸気がおこる。また、横隔膜や外肋間筋が弛緩すると胸膜腔の陰圧が小さくなり肺から空気が流出し呼気が起こる。

3-4 肺胞内は水蒸気で飽和しているため肺胞の内表面は液体の薄膜で覆われており、気相と液相の界面では表面張力が働いている。肺胞内圧は表面張力に比例するが、肺サーファクタントは表面張力を減少させることで肺胞内圧を低下させ、肺コンプライアンス ($\Delta V / \Delta P$)を上昇させる。

3-5 肺胞内圧は、表面張力に比例し肺胞の半径に反比例するため、小さい肺胞ほど肺胞内圧が高い。吸息は肺胞の半径が小さい状態から始まるため肺胞内圧が高く、最初は肺がふくらみにくい。また呼息時は肺胞の半径が大きい状態から始まるため肺胞内圧が低く最初は肺が縮みにくい。そのため吸息時と呼息時で肺コンプライアンス ($\Delta V / \Delta P$)は異なる。生理食塩水を詰めた肺では表面張力は発生しないためこの現象は見られない。