

高等学校第2学年 生物 学習指導案

日時 平成24年11月1日(木)

指導者 教育センター所員 若芝 亮

1 単元名 内部環境の恒常性

2 使用教科書 改訂版 高等学校生物 (数研)

3 単元について

【教材観】

本単元は、学習指導要領「生物Ⅰ」の(2)生物の体内環境におけるア「環境と動物の反応」の(ア)体液とその恒常性の内容で、高等学校学習指導要領解説理科編による「体液とその循環に触れ、恒常性の維持の原理についても代表的な例に基づいて扱うこと」に基づくものである。また、新学習指導要領「生物基礎」では(2)生物の体内環境の維持におけるア「生物の体内環境」の(ア)体内環境及び(イ)体内環境維持のしくみにおいても腎臓の構造と機能が多く取り上げられている。恒常性の分野で、腎臓(排出器)は内分泌腺と並んで重要な学習項目の1つとなっている。

また、国内で透析を受ける患者数が年々増加し、30万人を越えている現状や、昨今の臓器移植問題等から、腎臓という器官の構造や機能を理解することは、日常生活や社会との関連を図りながら生物や生物現象に対して興味・関心を高めることにもつながる。

腎臓の分野は、ほとんどの教育現場では、教科書や図表によって授業が進められる。腎臓の解剖実験に関しては、様々な考えや準備の煩雑さから敬遠される場合が多い。今回使用するブタの腎臓は食肉用に安全な品質管理の上で加工されたものであり、匂いもほとんどなく、生体を解剖する際に感じるような罪悪感や嫌悪感は少ないと思われる。また、解剖も簡単で器具と材料さえ揃えば、時間も掛からない。

実物に触れながらその構造や働きを実感させることは、生命を尊重する態度を養い、生物学の基本的な概念や原理・法則を理解させることに寄与すると考えられる。

【生徒観】

本学級は、カリキュラム上で物理・化学・生物の3科目を履修させているクラスである。SSH(スーパーサイエンスハイスクール)事業を経験しており、様々な理科的事象の実験を経験している。理科の授業においても意欲的に取り組むことができ、身の回りの事象についての科学的な興味・関心が高く、知識・理解も優れた生徒が多いと思われる。

ただ、臓器の解剖実験は、ほとんどの生徒が初めての経験であるため、基本的な技術の獲得とともに臓器の解剖組織切片の作成から顕微鏡観察という生物学の基本的な研究方法を体験させたい。

【指導観】

「内部環境の恒常性」は、外部環境に対してどのように個体が適応しているかを知るうえで重要な単元である。特に腎臓の分野は、構造と機能から濃縮率や腎クリアランスの計算問題まで幅広い知識と思考力が必要とされる。通常の授業では、構造については教科書や図表の図で解説を行い、濃縮率や腎クリアランスの計算に多くの時間が費やされている。しかし、新課程「生物基礎」では、多くの教科書で腎臓の解剖実験が取り上げられ、構造の記述も「生物Ⅰ」より詳細になっている。このため解剖を通して腎臓の構造を理解する必要がある、それに伴い腎臓の解剖方法を学習することが必要である。

本時の授業では、腎臓の解剖実験について、簡便に行う手法の提案を試みたい。

特に、今回の実験で最も労力を要する腎動脈を見つけることに関して、あらかじめ爪楊枝を刺しておくというやり方で実験の簡便化を図りたい。

今回の解剖実験には解剖用メス、注射器(先端をヤスリで削り先を丸くしたもの)、止血鉗子の代替としてつば鋏、腎皮質の切片作成用のカミソリを使用する。いずれも使い方を誤ると怪我につながるため、それぞれの器具の使い方について、画像を用い丁寧に説明する。また、食用の腎臓を使用するため感染の可能性は少ないが、ゴム手袋を使用し、感染のリスクを最小限にする。

実物に触れることにより、腎皮質の柔らかさや腎盂の硬さ、整然と並んだ腎小体、輸尿管と腎盂の繋がり、動脈や静脈の違いを実感させ、腎臓の各部位の機能の理解へとつなげることがねらいである。

4 単元の目標

生物の体内環境の維持について観察、実験などを通して学習し、生物は、個体として外部環境の変化に対応して、安定した内部環境を維持することを理解させる。

5 単元の評価規準

| 観点 | 関心・意欲・態度 | 思考・判断・表現 | 観察・実験の技能 | 知識・理解 |
|------|---|--|---|--|
| 評価規準 | ○生物の体内環境の維持に関する事象について関心をもち、意欲的に探究しようとするとともに、科学的な見方や考え方を身に付けている。 | ○生物の内部環境が保たれていることを探究する過程を通して、事象を科学的に考察し、導き出した考えを的確に表現している。 | ○生物の体内環境の維持に関する事象について観察、実験などを行い、基本操作を習得するとともに、それらの過程や結果を的確に記録、整理し、科学的に探究する技能を身に付けている。 | ○生物の体内環境の維持に関する事象について、基本的な概念や原理・法則を理解し、知識を身に付けている。 |
| 方法 | ・ワークシート | ・ワークシート ・テスト | ・実験レポート ・行動観察 | ・小テスト |

6. 単元計画

第5章 内部環境の恒常性

- ①内部環境としての体液(4時間)
- ②体液の恒常性(4時間)
- ③自律神経とホルモンによる調節(4時間)

| 次 | 時 | 主な学習活動 |
|---|-------|---|
| ① | 1 | ・恒常性の概念と内部環境である体液の組成を知る。(関心・意欲・態度) |
| | 2 | ・体液についてその種類と組成を知る。(知識・理解) |
| | 3 | ・体液の循環の過程を知り、酸素解離曲線のグラフを読み取ることによって酸素運搬の仕組みを理解する。(思考・判断・表現) |
| | 4 | ・免疫の基本的な仕組みを理解する。(知識・理解) |
| ② | 1 | ・水生無脊椎動物の浸透圧調節のしくみについてグラフを通して理解し、グラフがかけられるようになる。(思考・判断・表現) |
| | 2 | |
| | 3(本時) | ・魚類の浸透圧調節のしくみについて理解する。(知識・理解) ・腎臓の構造と尿の生成についてそのしくみを知る。 (観察・実験の技能/知識・理解) |
| | 4 | ・腎臓の濃縮率及び腎クリアランスの計算ができるようになる。また、肝臓の働きを知る。(思考・判断・表現) |
| ③ | 1 | ・自律神経によって体液の恒常性及び体の状態が調節されていることを理解する。 (知識・理解) |
| | 2～3 | ・ホルモンによって体液の恒常性及び体の状態が調節されていることを理解する。 (知識・理解) |
| | 4 | ・血糖量調節や体温調節がホルモン及び自律神経によって調節されていることを理解し、説明できる。(思考・判断・表現) |

7. 本時の目標

体液の恒常性を維持するための重要な器官である腎臓の構成要素について、それらの機能を構造上の特徴と関連付けながら理解させる。

8. 本時の展開

| 過程 | 学習活動 | 指導上の留意点 |
|-------------|---|--|
| 導入 (10分) | 1 ヒトの腎臓の位置を示す。 2 腎臓の主な働きを説明する。 3 腎小体(マルピーギ小体)について説明する。 4 原尿について説明する。 | ○パワーポイントにより位置を図示し、主な働きについては発問する。 ○ろ過と再吸収についての説明は動画を用いる。 |

| | | |
|---------------------|---|--|
| <p>展開 (35分)</p> | <p>5 本時の実験の概要について説明する。 6 本時の実験の観察目標を確認させる。 7 輸尿管、動脈、静脈を確認させる。 8 腎動脈から墨汁を注入する。 9 墨汁が腎皮質の糸球体に行き渡ったら、腎臓を腎門の逆側から2つに切断する。 10 2つに切断する途中で、腎盂を確認する。 11 切断後、腎皮質、腎髄質、輸尿管から腎盂にいたる経路をピンセットで確認する。 12 腎皮質の切片をつくり、検鏡して観察する。 13 再吸収の場である腎細管の構造と働きを説明する。</p> | <p>○観察目標である動脈、静脈、輸尿管、腎盂、腎皮質、腎髄質、糸球体の位置関係を表示する。 ○動脈、静脈についてはその特徴を発問し、確認させる。 ○墨汁を注入する際の注意点について器具の扱いを中心に説明する。 ○切断する際のメスの扱い方について説明する。 ○腎皮質は軟らかく切りやすいが、腎盂の部分が固く切断しにくいことを説明する。 ○切片をつくる際のカミソリの扱い方について注意する。 ○腎皮質の切片作成が完了したら、後片付けを行い、顕微鏡を出し検鏡する。</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin: 10px 0;"> <p>る過と再吸収を調節することによって、血液から老廃物が排出され浸透圧が一定に保たれていることを理解できたか。 (知識・理解) ワークシート</p> </div> <p>○未習の分野であるホルモンについても紹介する。</p> |
| <p>まとめ (5分)</p> | <p>14 濃縮率について説明する。 15 後片付けを行う。</p> | |

実験 ブタの腎臓の観察

【準備】解剖用メス、解剖ハサミ、ピンセット、るつぼバサミ(止血鉗子の代替)、シリンジ、先端を削った注射針、切片作成器、スライドガラス、カバーガラス、顕微鏡、墨汁、スクリーン管、ペーパータオル、ブタの腎臓(動脈に爪楊枝を指したもの)、ゴム手袋、腕カバー

【準備上の留意点】

- (1) ブタの腎臓は、新鮮なうちに腎臓を覆っている漿膜、脂肪を除き、動脈に爪楊枝を刺しておく。1個ずつビニール袋に入れ冷凍庫に保管する。
- (2) 注射針は、鉄やすりで先端部を滑らかにし、万一体に当たっても刺さらないように加工する。
- (3) 切片作製器: 剃刀2枚の間に厚紙を挟んで、テープで貼り合わせて作る(厚紙の厚さで切片の厚さが変わる。剃刀は新品を使う。)

【本時の実験の手順】(□はポイントとなる操作。危険を伴うため注意して行うこと)

- (1) 腎動脈、腎静脈、輸尿管を確認する。(輸尿管は最も太いので確認は容易。腎動脈はホース状で腎門側が2つに分れている。腎静脈は腎動脈の脇にあり、血管壁が薄くぺたっとしている。)
- (2) 腎動脈から墨汁を注入する。
 - ① 市販の墨汁を5倍程度に稀釈し、5mlほど10mlの注射器にとる。
 - ② 腎動脈に注射針を挿入し、腎門前で分岐して2本になっている腎動脈のうちの1本に注射針を差し込み(なるべく奥まで)、その血管を注射針ごとるつぼばさみで留める。
 - ③ 墨汁を静かに注入し、腎臓の皮質が黒く染まってきたら、墨汁の注入を止める。
* 腎静脈に注入しても、静脈には逆流を防ぐ弁があるため、墨汁は入らない。
- (3) 腎門の反対側の縁に沿ってメスを入れて縦断面を作る。皮質はメスが容易に入っていくが、腎杯にメスが達するあたりから、抵抗感がある。腎杯から腎盂の壁は、固くしっかりしていることが分かる。
- (4) 腎盂が現れたら、腎盂が袋状になっていることを観察する。
- (5) 切り離したら、皮質部分と髓質部分(赤紫色)を区別する。
- (6) 腎盂と輸尿管のつながりを確認する。(輸尿管の方からピンセットなどを挿し込むと腎盂に出てくる。)
- (7) 皮質の切片をつくる。墨汁が注入されて黒くなっている皮質を押さえ、皮質の外側の面に直角方向に切片作成器でしっかり切る。切片は、切り口にあるか、剃刀と剃刀のわずかな隙間に入っている。ピンセットや柄付針で切り口にある切片または、2枚の剃刀の間の切片を取り出し、スライドガラスの上に広げ、カバーガラスをかけて検鏡する。
- (8) 倍率を変えながら糸球体や毛細血管を観察する。

腎臓のはたらき

()の排出と体液の()の調節

血液を()で()し、必要な成分を()や()から()する。

A ヒトの腎臓

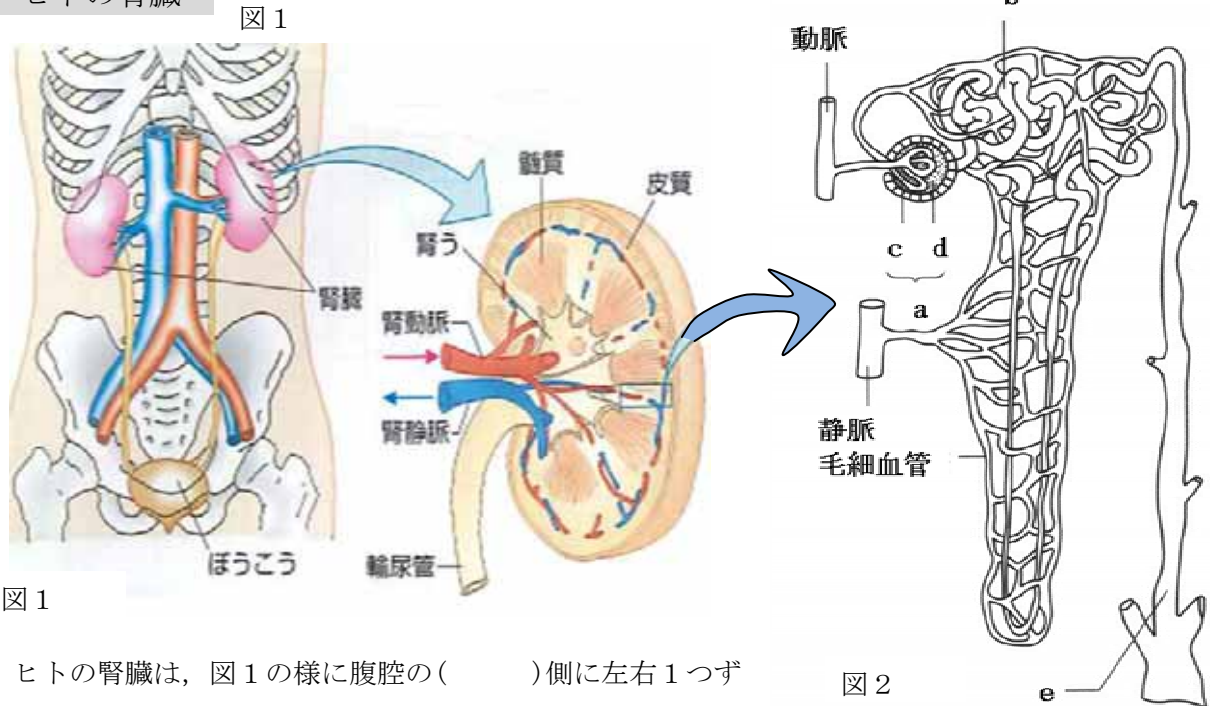


図1

図2

ヒトの腎臓は、図1の様に腹腔の()側に左右1つずつあって、内部には() =腎単位)とよばれる構造

がそれぞれ()個ほどある。()は(a)と(b)からなり、(a)は多数の毛細血管が集まった(c)を(d)が包み込むような構造になっている。

B 尿の生成

健康な男性の循環血液量は通常 5L/分くらいである。その約 20%が腎血流量になるので、腎血流量は()L/分で、腎血漿流量はヘマトクリット値(血球/血液 体積比)を 50%とすると約()mL/minとなる。その血しょう流量の約()%が濾過されるので糸球体ろ過量は約()mL/分となる。このろ液が()である。その多くが b や e で再吸収され、残りが尿として腎盂に集められ輸尿管を通り膀胱に溜められ、尿として排出される。

問 (1) 髓質と皮質の境界線を図2中に書き込め。

(2) ヒトの糸球体の大きさを右から選べ。 ア 100~200nm イ 10~20 μm ウ 100~200 μm

(3) 糸球体の毛細血管が他の毛細血管より血圧が高くなる構造上の特徴を述べよ。

(4) 濃縮率の計算式を右の語を用いて述べよ。(血しょう中濃度, 尿中濃度)

【発展】

(1)下の表は、健康なヒトの血しょう、原尿、および尿中の主な成分の濃度 (mg / ml) を示している。ただし、尿量は1ml / minとする。

| 物質名 | 血しょう | 原尿 | 尿 |
|-----------------|------|------|------|
| タンパク質 | 70 | 0 | 0 |
| グルコース | 1 | 1 | 0 |
| 尿素 | 0.3 | 0.3 | 20 |
| Na ⁺ | 3 | 3.2 | 3.2 |
| クレアチニン | 0.01 | 0.01 | 0.75 |
| パラアミノ馬尿酸 | 0.02 | 測定なし | 12.6 |

①尿素の濃縮率(血しょう中から尿になる際に何倍に濃縮されたか=尿中濃度/血しょう中濃度)小数第2位を四捨五入して示せ。

②タンパク質とグルコースの尿中濃度が0になる理由をそれぞれ説明せよ。

③Na⁺の濃縮率がほぼ1になる理由を説明せよ。

④クレアチニンのクリアランス(清掃率)を次の式を用いて計算せよ。

ある物質xの血しょう濃度をP_x、尿中濃度をU_x、尿量をV ml/min とする。

1分間に排泄される物質xの量= U_x・V

この量を排泄させるために糸球体を流れるべき血しょうの量= U_x・V/P_x

これを物質 x のクリアランス(C_x)という。

(1分間にどれだけの血しょうがきれいになるか)

⑤ パラアミノ馬尿酸のクリアランスを上のを式を用いて計算せよ。

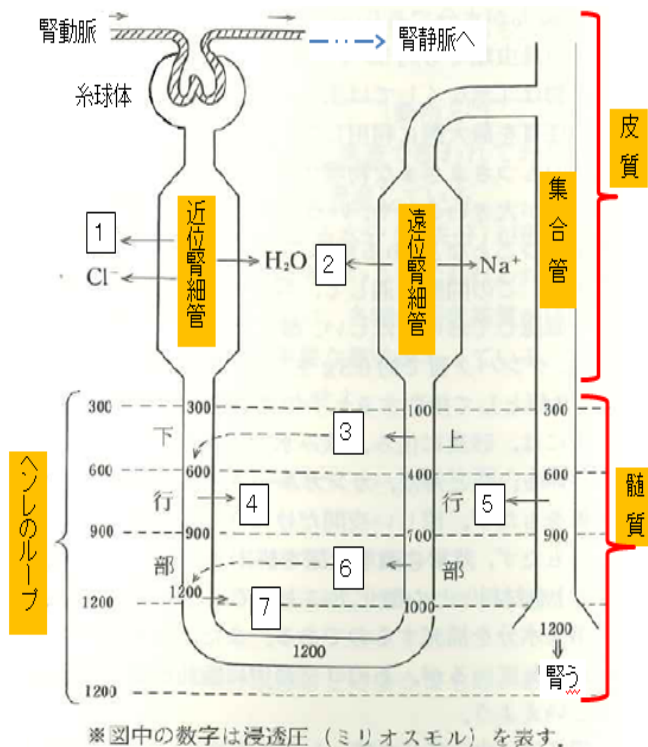
⑥ パラアミノ馬尿酸は糸球体からボーマンのうにろ過されるだけでなく、さらに糸球体を通過した血液から腎細管へ追加排出(分泌)され、血液が1回腎臓を通ることによって、血しょう中のパラアミノ馬尿酸の90%が尿中へ排出される。このことと、④の解答より、腎血しょう流量を求めよ。

(2) 右の図を見て次の文の()に適語を記入せよ。

近位腎細管において、 Na^+ が()的に再吸収され、それに伴って Cl^- と H_2O とが()的に移動する。

ヘンレのループでは上行部ではナトリウムイオンは再吸収されるが、 H_2O はほとんど再吸収されない。そのため間質の浸透圧は上行部内の浸透圧より()なり、この間質液が下行部に流入する。一方、下行部の壁は H_2O を自由に通り、間質がより高張になため、尿がループの先端へ流れるに従って H_2O を間質に出し、先に向かうほど下行部内はより()になる。このしくみは全体として余分な水を除去するのに適したものとなっている。

問 図中の1～7には Na^+ と H_2O のいずれかが入る。上文から判断して H_2O が入るものをすべて選べ。



解答

(1) ①66.7倍 ②タンパク質……ろ過されない グルコース……ろ過された後すべて再吸収される。

③再吸収率が水と同じ（99%が再吸収される。） ④ $0.75 \times 1 / 0.01$ ⑤ $12.6 \times 1 / 0.02$

⑥100%が尿中へ排出されるとすると、 $12.6 \times 10 / 9 = 14.0 \text{mg}$ これからクリアランスを求めると
 $14.0 \text{mg} \times 1 / 0.02 = 700 \text{ml} / \text{min}$

(2) 能動, 受動, 高く, 高張 問 2, 4, 5, 7