

4 . からだの仕組みを知る 27 (丈夫な馬を育てるために)

= 腎臓と膀胱の仕組みを知ろう =

元 軽種馬育成調教センター 参与 兼子 樹廣

泌尿器としての腎臓と膀胱は体内をきれいに保つ器官であるが、**腎臓**は血液のクリーニングには欠かせない臓器で、老廃物の取り除きと尿を精製し、**膀胱**は尿の貯水池である。**尿**は膀胱に溜まると膀胱の平滑筋の収縮が起こり、大脳にその刺激が伝わって尿意が起こる仕組みになっているが、緊張すると大脳が興奮状態になってその興奮が膀胱に収縮運動を起させてトイレが近くなる仕組みになっている。尿の色は人で黄色であるが、これはタンパク質、ヘモグロビン、ミオグロビンなどが分解された後に残った老廃物である**ウロクローム**という物質によるもので、この物質は体調によって量が変化しやすいので日によって色が変わるのである。濃い黄色は尿が膀胱に長時間溜まっていた時、または汗をたくさんかいた時、逆に水分を大量に摂取した時は尿の色は薄い黄色となる。尿の色は体調の変化を現していることから、茶褐色や赤褐色の尿は身体の危険信号を表している。**馬では血・筋色素尿症**といって**疲労や重労働の時に筋肉に変質・変性**が起こり**尿に筋肉のヘモグロビンが赤く溶出する疾患**がある。

膀胱の出口である**尿道**には意思とは無関係の内括約筋と意思で動かせる外括約筋(尿意をがまんさせる筋)があり、二つの括約筋を緩めた時に膀胱に溜めた尿が水門・蛇口から排泄される仕組みになっている。しかし**女性の尿道**は短く、尿道の途中で内外の括約筋が排尿・蛇口の調節をし、膣に直接開門しているため漏れ易く、尿道口から細菌が入り感染(膀胱炎)し易い。**男性の尿道**は長く、内外の括約筋が膀胱出口にある前立腺とともに尿道の周りを取り囲んでいて、尿意をもよおすとこれらの括約筋を緩めて排尿しているために比較的我慢が出来感染しづらい。更に男性の尿道は、睾丸でつくられた精子を前立腺から分泌された液とともに射精する管ともなっていることから二つの通路の役目をもっていることになる。

1 . 腎臓

腎臓は、**皮質**(血液をろ過する膨大な数の腎小体じんしょうたいと呼ぶ**ろ過器**のある部位)と、**髄質**(皮質でろ過された血液成分の中から有用なものを**再吸収**する部位)に大きく区分され、常に血液の組成・成分を一定標準に保つように努力して血液のpHの調節をはかっている臓器です。特に腎臓は、常に最高の体調を維持させるために、体内の血液成分を一定に保つ働きとして、体液中の成分から**老廃物**や余分なものを取り除き、体内のpH7.4の弱アルカリ性の状態

に維持し、血圧を調節するホルモンの分泌やビタミンDを作り、ビタミンEを体内で活用出来るようにする働きなどを行っている。

1) 位置：

位置は、腹腔の腰部の背骨^{せぼね}を介して両側に、右腎は前方に左腎は多少後方に左右一対ついている。

2) 形状；(図-1)

形は動物によって異なるが、大まかに2つのタイプからなる。

葉状腎 (ブドウの房のような形でデコボコしている)

- * 哺乳類の胎仔は全て一時的にこの形になる。
- * 一般には生活環境が水と縁^{えん}のある哺乳類 (イルカ、クジラ、カワウソ、北極熊など) の形である。ウシは、外観上このタイプだが、内部構造は単腎の部類に入る。

単腎 (ウマで右腎はハート型、左腎はソラマメ型)

- * ウマ、ウシ、ヤギ、ヒツジ、イヌ、ウサギ等の形で、外観は一般にツルツルし、ソラマメのような形をしている。

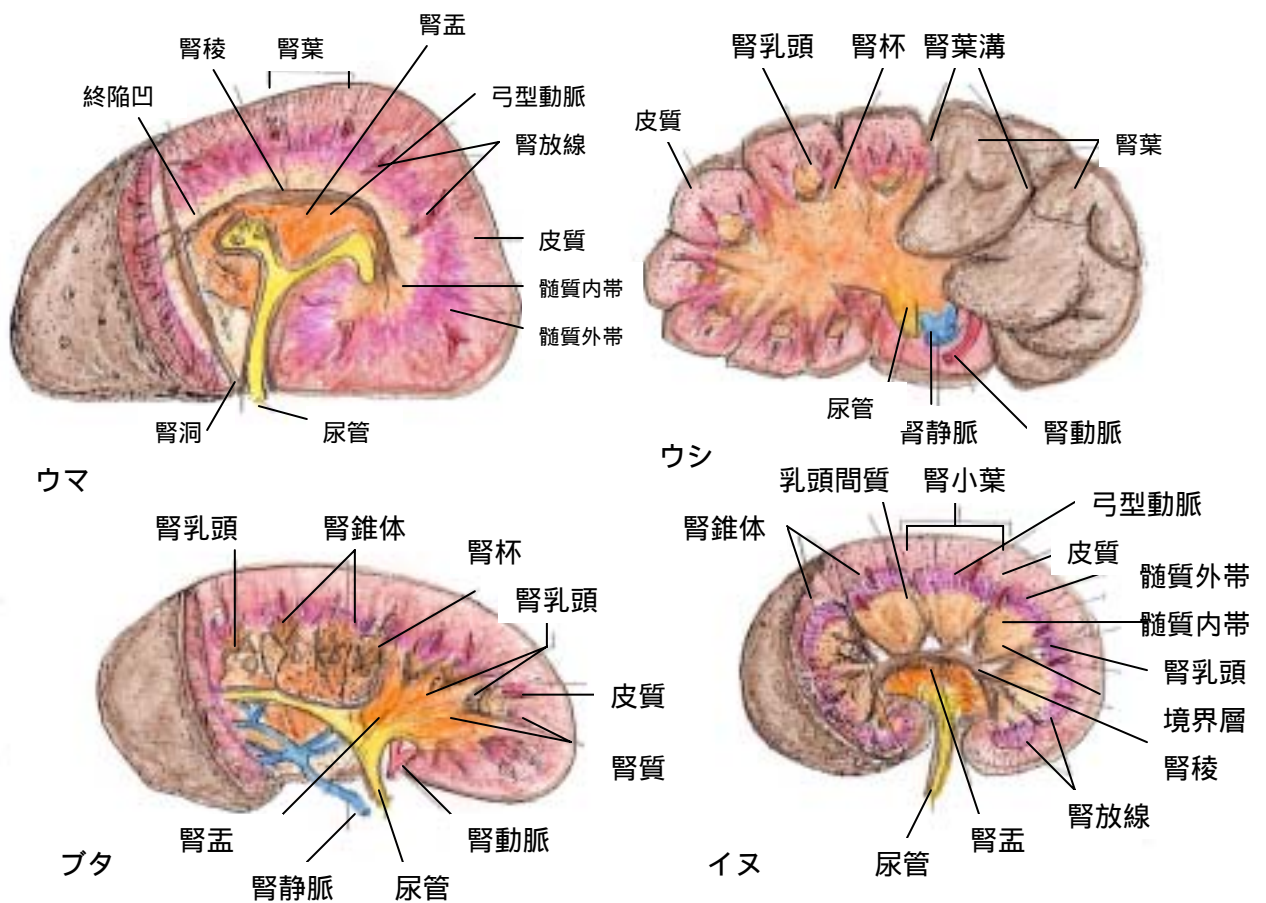


図 - 1 家畜の腎臓の形態

腎臓の形は動物によって異なるが、牛は外観では葉状腎で内部は馬と同じ単腎であるため完全な葉状腎ではない。

3) 大きさ (ウマ);

右腎は長さ約15cm、幅約15cm、厚さ5cm、重さ750g。

左腎は長さ約18cm、幅10~12cm、厚さ5~6cm、重さ710gで、右よりやや小さい。

4) 腎臓 (尿細管) の微細な構造 : (図 - 2)

尿の生成や排尿の過程は、以下のような仕組みのなかで行われている。

即ち、血管・血液 腎小体 (腎単位; 尿の生産から排泄までの機能単位でネフロンとも呼ぶ; ネフロン腺分泌部と吸収部からなる) ポーマン囊内に原尿 近位尿細管 [主部 ヘレンのわな (下行部 上行部 介在部)] 遠位尿細管 集合管 乳頭管 乳頭 腎杯 腎盂 尿管 尿として排出される。

糸球体囊; ポーマン囊とも呼ぶ; 血管の特殊な糸たま状からなる糸球体 (グロメルス とも言う) を包んでいる囊で、血液中の分子の大きいものを濾し、ポーマン囊内に原尿をしみ出す部位。その仕組みは、輸入管 (輸入細動脈) の方が輸出管 (輸出細動脈) よりも太いので、糸球体の血管内圧 (45Hgの圧力) が高まることによってつくられる。

主部 (曲部と直部がある); 腎小体でつくられた原尿をはこぶ管を尿細管といい、近位尿細管、ヘレンのわな、遠位尿細管、集合管の4つに大別され、腎小体に直接つづく太い管を主部と呼ぶ。原尿の水分、塩類、タンパク質、糖、アミノ酸、ビタミンCの吸収と、尿素、尿酸、クレアチニンを原尿として排出する部位である。なお、尿細管での再吸収と分泌を行なう部位を導管部とも言う。

ヘレン係蹄 (下行部と上行部がある); 水と塩分が血管内に再吸収されるため尿が濃くなる部位。

介在部 (第2曲部); 下垂体ホルモン (抗利尿ホルモン) の作用により水分の吸収が促進される部位。

近位尿細管 (結合部) は、原尿の80%が再吸収される部位。

ヘレンのわなは、下行部と上行部と集合管が近接していて、尿の流が反対方向 (腎臓の間質と血管との間で対向) に流れて尿の濃縮に関わっている。

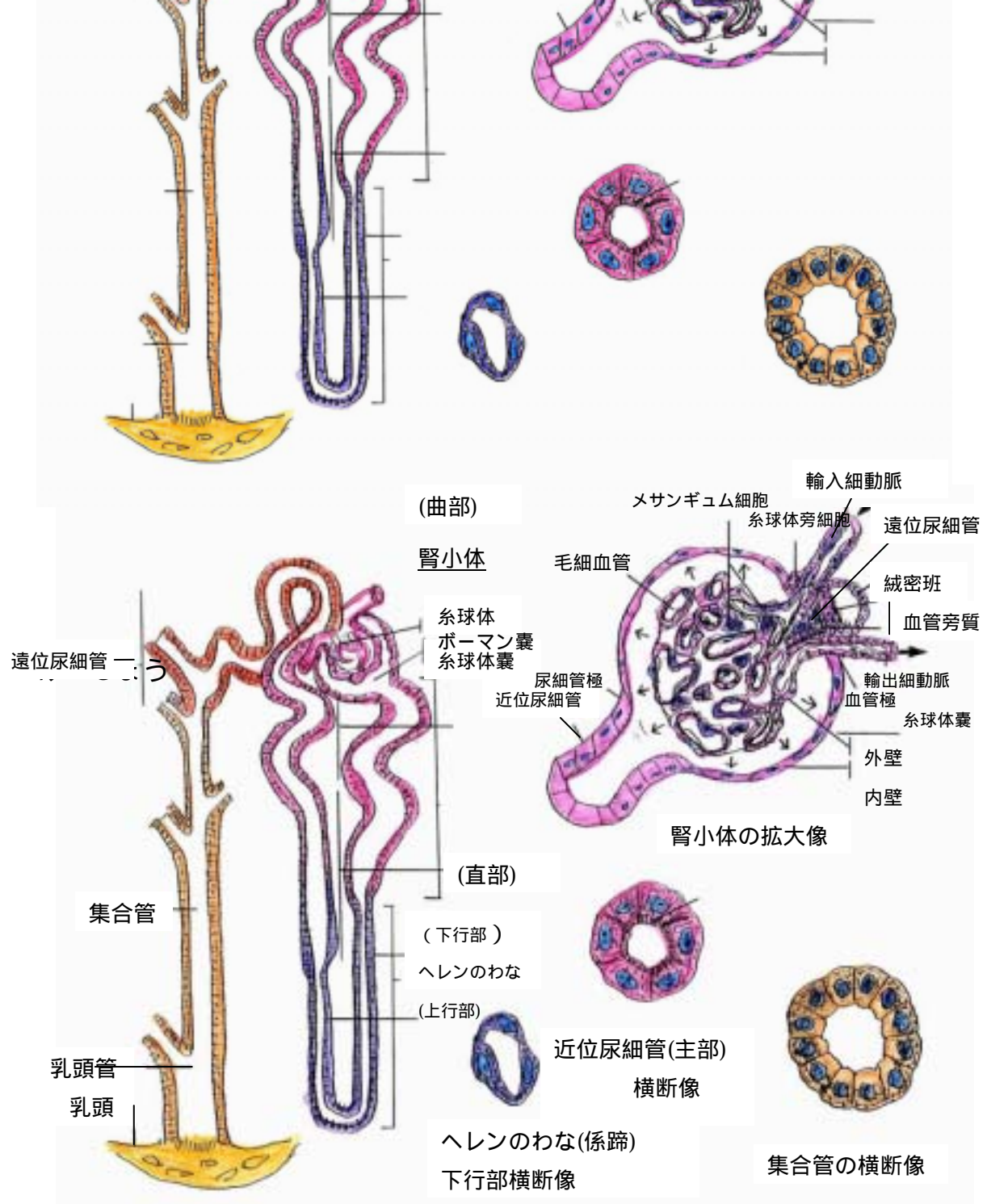


図 - 2 尿細管の経路模式図（左側）と、腎小体や各尿細管部位の微細構造模式図
 左側に尿を作る経路を、右側にはその主な経路の拡大図を示している。腎臓は尿の素（原尿）をつくる腎小体から管（尿細管）を順に通過させて体に必要な物質を血管に再吸収し不必要な物質を尿として最終的に集合管から排泄している。

ネフロン各部における水分量の減少程度は、糸球体で100%とすれば、近位尿細管25%、ヘレンのわな14%、遠位尿細管5%、集合管1%である。

5) 腎臓のノウハウ

腎臓は肺とともに家畜の主な水分の排水路である。

人；1日尿量/1.5ℓ (尿からの排泄と呼吸による肺からの水分の排出割合は60%：40%)。腎臓に送り込まれる血液は人で1日/1.5トン。心臓が送り出す全身の血液のうちの約5分の1が絶えず流れ込んでいる。

馬；1日尿量/幼駒3、若馬5、成馬9ℓ (尿30%：肺70%から排出 馬は呼吸で失われる方が大きい 馬は人と同様に汗腺の発達が良い)。

牛；1日尿量/6～10～25ℓ。羊、豚；1日尿量/1.5～8ℓ。

犬；1日尿量/0.5～1.0ℓ (尿70%：肺30%)。

体内の水分は、尿の他に呼吸、汗、糞、各種腺の分泌による。

草食性の家畜の尿は アルカリ性で、馬の尿は炭酸カルシウムを遊離しているが麦のような濃厚飼料を与えると酸性になる。

尿の色が黄色なのは 胆汁色素(肝臓でつくられるユーロピリンという色素とトリプトファン)による。

たんぱくによ
蛋白尿とは

* 腎炎で糸球体が腫れ 毛細管が拡大 血管の内皮細胞間が拡大
けっしょうたんぱく の通過・漏出。アルブミン尿とも言われる。

急性腎不全とは

* 心不全や脱水などによって腎臓への血液量が低下して起こる腎前性腎不全と、尿路結石などにより腎臓から尿排泄が障害されて起こる腎後性腎不全と、細菌やレプトスピラなどの感染によって腎組織が障害されて起こる腎性腎不全がある。

慢性腎不全；細菌やレプトスピラなどによる感染症や加齢による腎組織(ネフロン)壊死を起こして発症する。症状の発現は緩やかであるが治らないので根治には腎移植しかない。

人工透析；動物の治療としては少ないが、腎不全の治療法の一つである。血液を一度体外に出して、人工透析膜を通して、血液中の不要物質を除去する血液透析と、動物自身の腹膜を透析膜として利用する腹膜透析が主に知られている。

化膿性腎炎(図-3)

新生幼駒は、化膿性腎炎で斃死することが多い。その原因は、初乳が飲めない場合、免疫力が低く細菌が臍帯炎から膀胱や腎盂に直接的に伝播する腎炎と、関節炎や肺炎あるいは腸炎など から起こる腎炎がある。いずれにしても細菌は、厩舎内にいる細菌で、糸球体の細い球状の血管や尿細管に取り付き感染（糸球体や尿細管にみる菌栓塞）することが多い。



図 - 3 化膿性腎炎

腎臓の表面には細菌感染で死んだ組織が明瞭な灰白色の化膿巣としてバラバラと種を播(ま)いたように多発して見られる。腎臓は濁り腫れている。

症例は、4日齢で虚弱、予定より2日早く生まれ、母乳を飲んでいないため、臍帯(さ炎と飛節炎そして腎臓にも化膿巣を形成した全身性の細菌感染症で死亡。

2. 膀胱

膀胱は、尿を一時的に貯めておく器官。

馬では尿が満たされると、3~4ℓの容量となるが、排尿されて縮むと人のこぶし大の大きさに変わる。

馬は3~9ℓ/1日排尿する。因みに人は馬の体重1kg当りの排尿に換算すると約2倍の排泄量となり、馬は他の動物と比較しても少ない方である。その理由は汗として体表から大量の水分を排泄していること、更に馬は乾燥している草原地帯で進化してきたことから腎臓での水分の再吸収(再利用)が高いためである。

1) 位置

骨盤腔内にある。

背方は、雄では直腸、雌では子宮や膈に接している。

2) 微細構造

粘膜は移行上皮細胞。筋層は排尿に関する利尿筋で内外の縦走筋と中

層の輪走筋りんそうきんからなる平滑筋へいかつきんで、外壁の漿膜は腹膜が反転した膜おおで被っている。

3) 膀胱のノウハウ

排尿 (2通りある)

* **不随意的排尿** ;

尿が膀胱に満杯 膀胱の内圧が上昇 粘膜の移行上皮細胞が圧迫され 反射的に腰仙髄ようせんずいにある排尿中枢が刺激 拮抗筋きっこうきんが緩む 脳の排尿中枢が興奮 膀胱の筋層 (内括約筋) が収縮 尿を尿道へ押し出す。

* **随意的排尿** : (2通りある)

尿を意識的に我慢させる随意筋である外括約筋が 尿道を圧迫する排尿と、腹筋を収縮して膀胱を押し付ける (犬で特徴的) 排尿がある。

尿

* **競走馬の尿**は、レース終了後、上位3着まで採尿され、**ドーピング検査** (使用が禁止されている薬物検査) に使われる。

* **馬の尿**は、人に比べて不透明で少々粘り気を持っている。これは馬特有なもので、腎臓でつくられた原尿が排尿の過程で粘液腺によってつくられた抗菌作用のある粘液物質が混ざりためである (馬に腎臓病が少ない理由の一つ)。

尿管

* **腎臓の集合管**は尿の受け皿のような部位である腎盂じんう (腎盤じんぱん) に尿を輸送し、そこから膀胱へ送る管を言う。尿管は左右の腎門じんもんから血管に並行して走り、膀胱の背側面の頸部に入り込む。

尿道

* 尿を膀胱から体外へ運ぶ管で、雄の場合は尿と精液の両方を運ぶ。

膀胱炎

* 下部の尿路から上部の膀胱へと細菌や真菌が進入して発症する。**頻尿**ひんにょう 状態となり、時には細菌の塊かたまりによる尿結石が得意。

尿路結石症

* 結石の種類は尿酸結石、ストルバイト、シュウ酸カルシウム結石などで、完全に尿路が閉鎖状態になると**尿毒症**にょうどくしょうを起こして危険な状態になる。

新生子の膀胱破裂 (図 - 4)

* 臍帯さいたいとともにある尿管にょうまくかんが早期に閉鎖してしまい膀胱に尿が充満じゅうまんした

状態で分娩時の産道の通過時に膀胱への圧によって破裂する。その要因として膀胱壁筋層の一部に先天性に低形成のある場合、あるいは膀胱の膨満をコントロールする輪走筋の発達が悪い場合（出生以前から存在）で雄の子馬で背側の膀胱壁で破裂することが多い。

（次号には、雄の生殖器について書きます）

図 - 4 膀胱に破裂孔形成（上段）と膀胱の尿貯留による膨満（下段）



図は、膀胱の破裂（印）で、この膀胱は尿管とともに走る臍帯動脈が厩舎の細菌感染で炎症を起こし、尿管を圧迫し排尿が出来ないために膀胱の弱い部分から破裂している。

症例は雌、3日齢で元気がなく、腹部膨満のため膀胱破裂を疑い手術をしている最中に死亡した。下段の図は、3日齢で雄、虚弱、先天性水頭症のために排尿をコントロールする輪走筋の発育が悪いため膀胱は尿で充満している状態。