

4. からだの仕組みを知る②(丈夫な馬を育てるために)

= 肺の仕組みを知ろう =

元 軽種馬育成調教センター 参与 兼子 樹廣

前号には、走るために必要なエネルギーを得るための肺の仕組みについて基本的なことに触れました。特に優れた肺機能を持つ馬は「肋張りの良い馬」であることも書きました。

今号には、主に肺でガス交換をするための管である気管支や肺の病気、そして酸素の有効利用と酸素に関係する習慣病などについて少々触れてみたいと思います。

貝原益軒は養生訓のなかで万病のもとになるカゼを防ぎことに触れていますが、風邪のウイルスは低温、低湿の環境を好むので、十分な休養とビタミン類を取り予防すること、肺は二次性の細菌感染を起こし易いことなどでも知られています。

肺の生活習慣病とも呼ばれる慢性閉塞性肺疾患（COPD）は、動きだすとつらく、ぜんそくの発作時にも似た症状が出て、息苦しい状態が続くのが特徴です。この病気は、気管支が狭くなり、空気の入る小さな袋（肺胞）が壊れたりして呼吸が苦しくなり、馬の息癆そくろうに似ている病気です。呼吸機能は一度低下すると元に戻るのが大変難しい。原因として気管支や肺にダメージを与えるタバコは、最大の危険因子であることを肝に銘じていて欲しい。肺のガス交換が不十分な人間は、呼吸が苦しく疲れ易いために人口呼吸器を付けることになります。

ヒトの花粉症、アトピー、喘息ぜんそくなどのアレルギーが原因の病気は、全て口呼吸くちきゅうが原因で引き起こされるとする研究者もいます。哺乳動物で口呼吸をする動物は人間だけ。しかし人間の赤ちゃんの呼吸は鼻で行う。冷たい乾燥した空気では肺に達しても酸素を取り込み難く、鼻を通して呼吸すれば空気に十分な湿度を与えることが出来る。乳児期は自然体で食べ物がたを口で、鼻は空気を取り込むのが本来の役目と決めている。

口呼吸は、細菌やウイルスへの抵抗力が弱まり風邪を引き易くする。鼻からの空気は鼻腔にある粘膜や鼻毛を通過することによって細菌やウイルスなどの異物が除去されることになる。鼻は臭いを嗅ぐだけでなく、器官や肺に入る空気の悪影響を最小限にとどめる機能がある。

長く大きな鼻を持つ馬は、吸い込んだ空気を暖めたり加湿したりする立派なエアコンの機能をもっていることになる。

体内に取り入れることの出来る酸素の量は、肺の働きだけでは決まらない。胸腔内にある心臓の能力や体内の血流の状態、即ち酸素を利用できる筋肉（中間筋・中型の筋、ピンク色の筋；BTCニュース45号15ページ図1と2を参照されたい）の量によって決まる。競走馬の心肺機能を表すとされる「最大酸素摂取量」は、年齢とともに減っていくが、トレーニングによってある程度までは維持、向上させられる。因みに、赤筋（遅筋；長距離用）は酸素を使って脂肪をエネルギーに変えるが、白筋（速筋；短距離用）は逆の作用がある。ピンク色の中間筋は、瞬発力と持久力を兼ね備え、酸素を使って

糖質と脂肪をエネルギー源にする。赤筋やピンク筋が酸素を使ってエネルギーを作っている限り、乳酸は生まれにくい。赤筋やピンク筋は、運動不足や過労で不健康な状態だと、体内の血流が悪くなり脳や筋肉の慢性的な酸素不足によって乳酸を作ってしまう。糖質を消費する白筋を常時使わざるを得ない状態の時は、血糖値を高く維持する必要が出てきて糖尿病に進展し、しかも脂肪が消費されないの
で肥満は避けられないとも言われている。

酸素を身体のすみずみまで十分にいきわたらせる秘訣は、鼻孔から気管そして肺胞への正しい空気の流通と適度な筋肉運動が大切です。(次号から心臓・血管系を予定)

1. 気管支の仕組みと分岐

肺でガス交換するための器官として、最初に鼻孔・鼻腔から空気を取り入れるが、その外界からの空気の出し入れをするための役目をしている管を気管あるいは気管系と言います。その気管系には太さや大きさの違う管が順に細くなり、最終的には微小な肺胞と言う袋状にまで連なる仕組みになっています。

気管系とは；気管 幹気管支（気管支が左右に分岐する部位まで） 肺の中に入り、肺葉気管支 気管支枝（小葉細気管支とも言う） 終末細気管支 呼吸細気管支（管の内面の細胞は単層円柱上皮からなる） 肺胞管 肺胞までを言います（BTCニュース61号12と13ページ図 2と 4を参照されたい）。

馬の肺の右気管支（径の太さ約4～4.8cm）の始まりは、左気管支（3.5～4cm）よりも著しく太くなっています（解剖した際に左右の気管支を間違えることはありません）。

多くの哺乳動物の**右肺は、多量の空気を送り込む仕組みになっているために左肺よりも常に大きく発達しているのです**。また、心臓が左の方に偏って位置するために左側の胸腔が狭くなっています。そのために胸腔の左右の容積比は右肺が大きく、人で8：7、馬で4：3、犬で5：4、牛の場合は馬よりも更に左右の差が大きいです。

肺の重量は、馬で体重に対して右葉で1 / 130、左葉で1 / 150です。放血した場合の両肺の重量は約4kg、放血しない時は約6kgあります（多くの血液を容れていることになります）。

胎子の肺は、まだ空気呼吸をしていないため水に沈みます（無気肺とも言います）。しかし、肺炎の肺も水中に沈むので、胎子の肺炎を診断する際には生後の空気を吸った肺炎とは区別する必要があります。例えば、肺に空気が入っている場合（呼吸した場合は水に浮くので、母体内での流死産死と出生後の死との目安にもなります）。

気管支の粘膜は、多列繊毛上皮と呼び多くの細胞が列をなして並んでいてしかも繊細な細い毛が細胞に生えていて、さらに液体を分泌する混合腺（粘っこい液体とサラサラした液体の両方を分泌する腺）をもっています。そのために痰や異物は、直ちに外界に出してしまう仕組みになっています。

気管支は系統的に分かれているため、街路のようにそれぞれの分かれ道（分岐）で住所のようにナンバーが付けられています。しかもその気管支の分岐によって肺の呼吸領域が区分されているのです（住所録の決定）。そのため気管支内視鏡での肺の検査は、病変領域が特

定され、手術部位の特定や治療にも役立てられることとなります（図 - 1、図 - 2）。

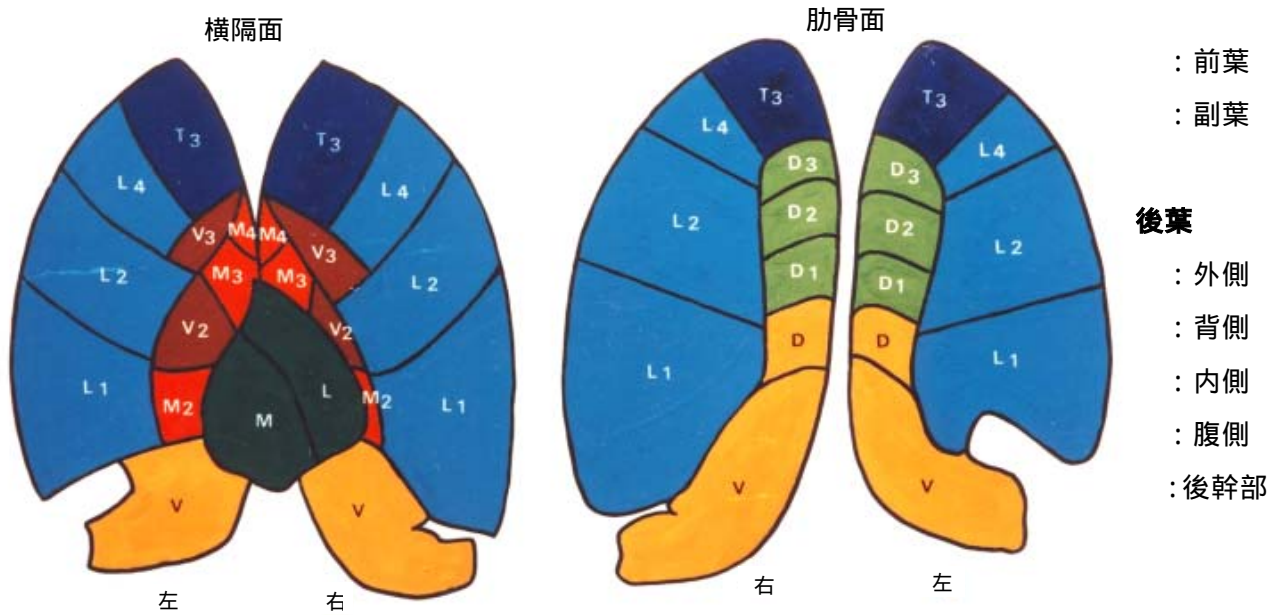


図 - 1 気管支鏡の挿入実験で明らかにされたウマの肺区域

ウマの肺は気管支の分岐によって呼吸する部位が特定されていることから、気管支鏡を使って肺の機能や病気の部位を診断するのにしばしば利用される肺区域を示した図です。図の横隔面とは心臓を包み込んでいる側で、肋骨面とは背中側の区域で、それぞれを色分けして示しています。各区域の番号は図 - 2 の気管支分岐に全く一致しています。（馬の科学 1986、No. 6、217 - 223 から引用）

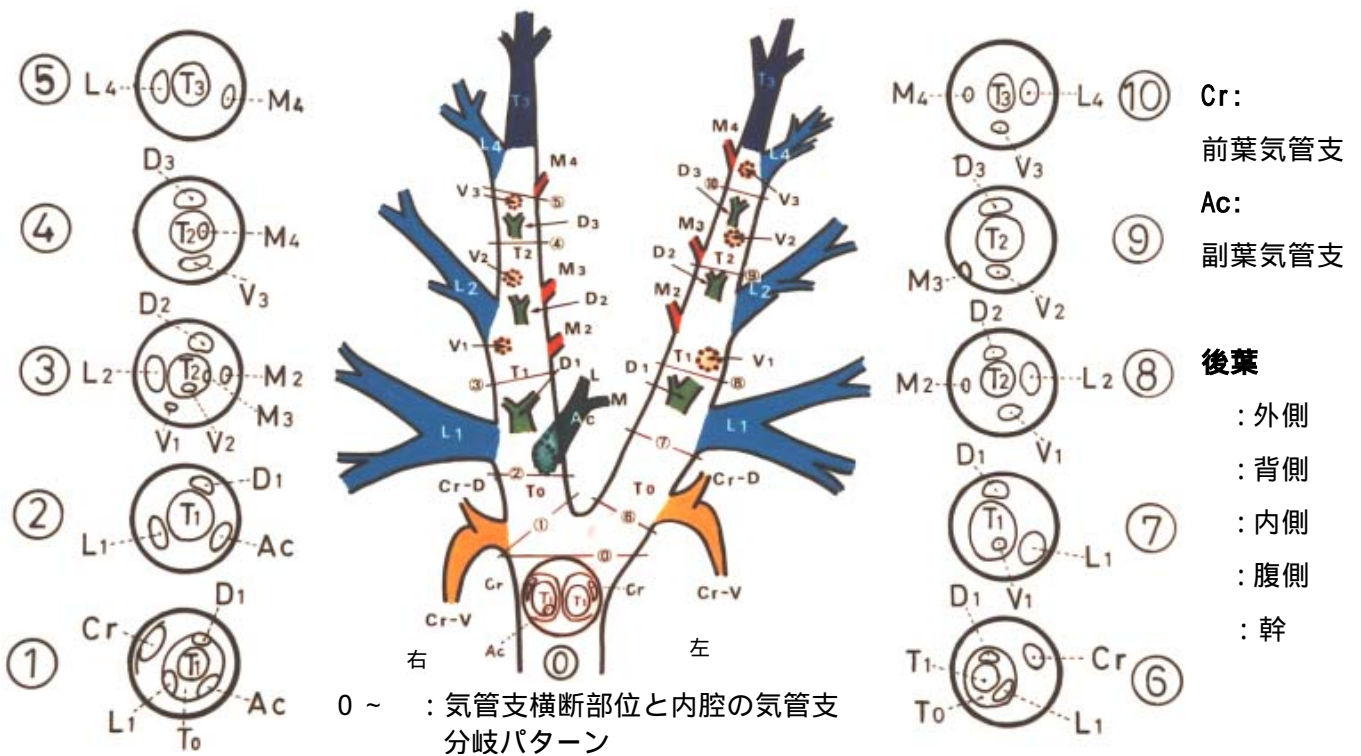


図 - 2 ウマの気管支分岐パターンと系統模式図（背側面）

中央の図は、図 - 1 に一致する気管支分岐パターンを示しています（色分けは図 - 1 の肺区分図と全く同じです）。また から の左右両端の図は、気管支鏡を挿入した時の模式像で、略語は気管分岐の番地を示しています。

2. 肺と気管支のノウハウ

1) 肺胞とは

ガス交換を行う部位です。

肺胞の数は、人では総数3～4億個あるとされています。

肺胞すべての内壁（空気との接触面）の面積は、55m²（大人の皮膚面積の約25人分に相当する）あります。

肺胞を囲む毛細血管の表面積の総和は約140m³です。

肺全体で1分間に約1%の血液量が毛細血管の中を流れています。

2) 呼吸中枢とは

肺の機能をコントロールしている中枢神経；寝ていても無意識に呼吸をしている中枢です。

血液中に炭酸ガスが上昇した場合；^{えんずい}延髄にある呼吸中枢（BTCニュース53号の図 - 2を参照されたい）が刺激され呼吸運動が活発に促進される仕組みになっています。

しかし血液中の酸素の欠乏だけでは^{びじやく}延髄にある呼吸中枢への効果は微弱です。逆に酸素が多くなった場合は呼吸中枢が働かなくなって死に至る場合もあります。

3) 吸い込んだ埃^{ほこり}や冷たい空気の処理は

鼻毛^{ろかき}が埃の濾過器となります。

埃は、気道の粘膜に吸着するようになっています。

気道の粘膜上皮の表面には細い^{せんもう}繊毛が生えていてしかも繊毛は出口（鼻孔）の方へなびく運動をしています。そのために異物は直接的に肺の中に入りづらく、しかも肺や気管支の異物を外に排出され易い仕組みになっています。

異物は、気管の粘膜にある混合腺から粘膜面に分泌された粘液に混じって、繊毛に乗せられて絶えず外の方へ送り出されています（これを^{かくたん}喀痰という）。

万が一、肺胞にまで達した異物の場合は^{かんしつ}肺胞壁の間質の中を遊走している^{ゆうそう}喰細胞である^{しよく}大喰細胞と組織球（喰細胞の一種）に^{せっしゆ}摂取される仕組みになっています。しかし大量の場合は、処理しきれないで肺炎になってしまいます。

外界の冷たい乾いた空気は、鼻腔から気道を通過中に温められ、また湿度も加えられ^{しつど}肺に強いショックを与えないような工夫がなされています。馬の肺は冷たい空気に弱いので長い鼻（鼻腔）で^{びこう}予め空気を^{あらかじ}温めたり^{あたた}湿らせたりしています。

馬の気管は、咽頭から続く円筒形の管で、^{あたま}食道とともに頸の下を通っています。空気の通路を保つために気管軟骨（関節軟骨と同じガラス軟骨）が環状に配置され、一部は柔らかい結合組織や筋膜となつて環をつくっています。その軟骨の数は馬で48～55個、牛などの反芻獣で48～60個、豚で32～34個、犬で42～45個、猫で38～40個、人で15～20個と動物によって異なっています。

4) 肺の胸腔内での大きさは

肺の大きさは常に^{かんげき}変動していますが、胸腔内が陰圧なために胸腔との間隙は僅かしかありません。

馬の肺の空気含有量は約40%です。

普通の呼吸の場合 5%の空気が鼻孔と肺胞を出し入れしています。それは1/8程度の容積が変化していることにもなります（肺組織の全てを使っているわけではないのです）。

5) 肺の仕組みとその異常

(1) 気胸

肺胞の一部が破れるか外傷などで胸部の貫通傷などで外界の空気が胸腔に入り込む状態（胸腔内の陰圧が損なわれる状態）を言います。

気胸になると、外界の気圧に近づくために胸腔内の陰圧が保てなくなり、肺が膨らまないことから空気が肺に入り込めないために呼吸が困難になり、大変苦しい症状になります。

(2) 肺水腫

肺胞内に空気ではなく、血液中の血漿に近い液体（漿液）が溜まった状態を言います。

肺炎や中毒などの原因で起こりますが、僧房弁閉鎖不全（心臓の弁が上手く開閉することなく左室から左房へ血液が逆流して心臓雑音が聞こえる）のような心臓の機能の衰えに伴って起こることも多くあります。

(3) 内呼吸

全身各組織のなかで、毛細血管と細胞の間で行われる所謂肺呼吸以外（主に筋肉）のガス交換のことを言います。

(4) 外呼吸

内呼吸に対する言葉として、外界から取り込んだ肺細胞の空気と肺の毛細血管との間で行われるガス交換、即ち肺呼吸のことを言います。

(5) タバコと肺

タバコを吸った室内で飼われている動物や空気の汚れている環境や都会の動物の肺は、飼主の肺と同様に炭素の黒い粒が肺や肺門リンパ節に多数沈着しています（炭沫沈着症と言います、免疫機能の衰えを示しています）。

また、タバコの煙が動物のアレルギ源となることもあります。身体にとって、タバコは多害あって一利無しです。因みに、喫煙者はタバコを吸わない人の約5倍も肺ガンに罹りやすいというデータもあります。

3. 肺炎

馬の肺に炎症が起こった状態を肺炎と言いますが、原因による分類では細菌性肺炎、ウイルス性肺炎、カビ性肺炎、寄生虫性肺炎などの名前がついています。

また、子馬は初乳を十分与えられなかった場合には免疫不全症となりしかも臍帯消毒が不十分であった場合には細菌性の化膿性肺炎に（図 - 3）、育成馬や競走馬に多い馬鼻肺炎ウイルスや馬インフルエンザウイルスによって起こるウイルス性肺炎に、ストレスや細菌による輸送性肺炎（図 - 4）などに罹りやすい動物です。

最近問題になっている競走馬の鼻出血や肺破裂の原因は、環境汚染と関係する空気ダストによる慢性閉塞性肺疾患（COPD）なども関連しているように思われます。

気候不順で良い乾草が出来なかった翌年は、カビ性肺炎の多発や^{こうのうえん}喉嚢炎からの鼻出血の発症が多く見受けられます。

幼駒や育成馬が肺炎になった場合は、発育を阻害することになり、万病の基になる可能性を持つこととなります。また、必ずと言ってよいほど発熱を起し、成長や調教スケジュールに問題を生じることとなります。

馬には気候や飼養管理が悪かったために起こる肺炎が多いことから、日常の馬の健康管理を怠ることなく、肺の丈夫な馬を作りたいものですネ。

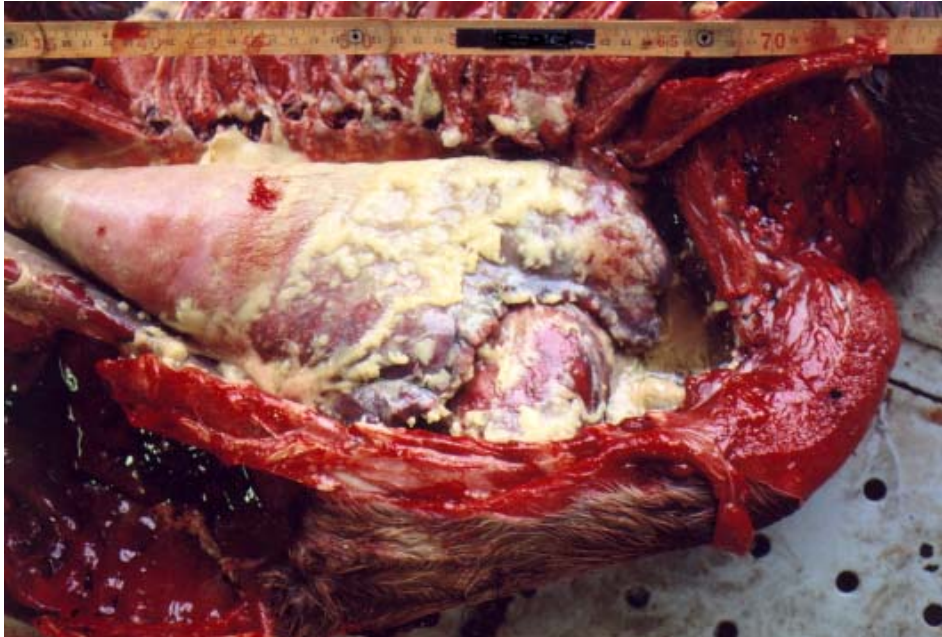


図 - 3 初乳不足による化膿性胸膜性肺炎の像

症例は、腹部の膨満、呼吸が荒く、脱水や疝痛症状で斃死した生後4日齢の幼駒。肺肋膜面あるいは胸腔内に多量の卵トジ様の化膿性物質が見られる胸膜性肺炎で肺の実質は化膿性肺炎です。初乳による免疫物質の不足と臍帯からの厩舎内の細菌による全身性の感染症で斃死しています。



図 - 4 輸送性肺炎で斃死した肺の剖面像

症例は、馬運車輸送中に出血性壊死性肺炎で斃死した競走馬で、ガス交換をするための肺実質（肺胞）は、馬運車内が不潔であったため塵埃や細菌などにより出血や壊死で殆ど失われています。

4. 胎子の肺の仕組み

肺が全く働く必要のない胎子は（空気を吸って酸素を血液に取り込む必要が無い）肺動脈が心臓を出ると間もなく だいどうみやくきゆう 大動脈弓と直接連絡して（どうみやくかん 動脈管と言う管を通じて）全身循環に移ります。

出生後この動脈管は 不必要となり じんたい 靱帯となります（これを どうみやくかんさく 動脈管策；ポタロ氏管とも言います）。この管が閉じずに残った場合は、ポタロ氏管開存くちびる といって重大な循環障害（肺高血圧症、口唇や粘膜が青紫色になるチアノーゼ、左心室の拡大による心臓の雑音の発生）を起すこととなります。

肺の仕組みに関係した胎子の心臓

母馬から胎盤を通じて直接酸素をもらっている胎子の心臓は、右心房から ちよく 直に左心房へ行く抜け穴（らんえんこう 卵円孔）があります。

全身循環を終えて心臓へ帰ってくる血液の全部を右心室へ導かずに 卵円孔を通して一部の血液を直ちに左心房へ送り込みます（出生後は呼吸が出来て酸素を十分取り入れることが可能になるために、自然に卵円孔がふさがらなくなる仕組みになっています）。

奇形で卵円孔がふさがらなかった場合は、やはり重症の心臓病を発症することとなります（卵円孔閉鎖不全症）。