

呼吸器疾患への診断アプローチ Part 2

城下幸仁（相模が丘動物病院 呼吸器科）

動脈血ガス分析

動脈血ガス分析は、低酸素血症、高炭酸ガス血症、および酸塩基平衡障害を評価し、小動物臨床では、唯一無麻醉で実施可能な、呼吸機能を定量できる検査法である¹⁾。近年、1回換気フロー・ボリューム曲線解析^{2,3)} やボディ・プレチスマグラフィ⁴⁾などが獣医呼吸器臨床に取り入れられているが、動脈血ガス分析は依然として呼吸機能評価のgold standardになっている。血液ガス分析は呼吸症状の理解の要となり、また画像所見の主観的診断の補助にも役立つ。肺の機能障害を示す呼吸不全という術語が、動脈血酸素分圧60 mm Hg未満と一義的に定義されるように、肺機能低下は低酸素血症で表現される⁵⁾。

血液ガス分析は疾患を特定するものではないが、「肺がいかによく動いているか」という肺機能の包括的指標となる。臨床上意義のある血液ガス分析のパラメーターおよびそれらの犬の正常値を表1に示した⁶⁻⁹⁾。また文献¹⁰⁾を参照し、猫の正常値も同表に示した。各パラメーターは独立せず互いに影響し合いながら動いており、各パラメーターの意義は以下のように言われている。

* pH：全体としての酸塩基平衡状態の結果を示し、生体内でのホメオスタシスによりpHは非常に狭い範囲に維持されている。一般に急性期で正常範囲を逸脱し、慢性期で正常範囲を維持する。肺機能が障害されている場合、腎機能で代償されpHを正常化させるが、腎での代償が安定するには少なくとも48時間は必要とされる¹¹⁾。

* Paco₂（動脈血炭酸ガス分圧）：肺から炭酸ガスの排泄が十分に行われているかどうか、すなわち換気状態を評価するものである。換気量はおもにPaco₂値によって調節されており、Paco₂が低下する状態のことを過換気という。肺間質にはJ receptorが存在し、局所の炎症や浮腫に対して呼吸中枢に刺激を伝達し、分時換気量を増加させPaco₂が

表1 犬と猫の動脈血ガス分析における各パラメーター

パラメーター	犬	猫
pH	7.40±0.05	7.35±0.11
Pco ₂ (mm Hg)	34.0±5.0	33.5±7.5
Po ₂ (mm Hg)	90±10	103±15
[HCO ₃ ⁻](mmol/L)	22.0±3.0	17.5±3.0
Base Excess (mmol/L)	-2.0±3.0	-7.0±5.5

低下するので、間質性肺疾患の診断に役立つ。

* Pao₂（動脈血酸素分圧）：血中に存在する酸素の総量を反映し、Pao₂は動脈血に溶解している酸素の分圧を示す。肺機能定量の直接の指標となる。低酸素血症とはPao₂が80mmHg未満であり¹²⁾、Pao₂が60～79 mmHgを軽度、45～59 mmHgを中等度、45mmHg未満を重度の低酸素血

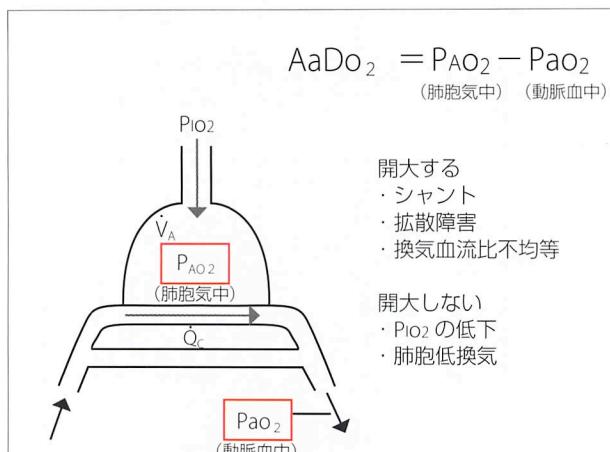


図1 肺胞気動脈血酸素分圧差（AaDo₂）の概念。肺胞気中の酸素分圧（PAO₂）から動脈血中の酸素分圧（Pao₂）を差し引いた値。AaDo₂は後述のシャント、拡散障害、換気血流比不均等で開大するが、吸入酸素分圧の低下や肺胞低換気では開大しない。VA：分時肺胞換気量（mL/分）、Qc：肺毛細管血流量（mL/分）

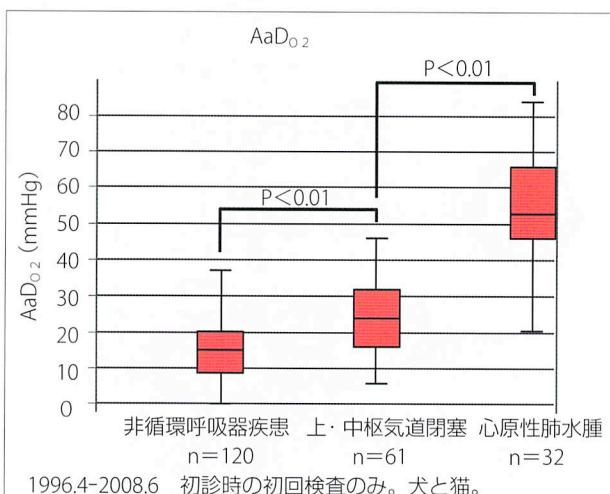


図2 3疾患群のAaDo₂の比較。非循環・呼吸器疾患群の75%は20mmHg以下を示した。上・中枢気道閉塞疾患では半数が20～30mmHgに分布し、非循環・呼吸器疾患群より有意に高い値を示した。理論的には、上・中枢気道閉塞疾患ではAaDo₂の上昇はみられないはずであるが、実際には換気血流比不均等などのなんらかの肺機能障害が生じていると考えられる。AaDo₂ 20～30mmHgは、肺疾患が潜在している可能性があることを示す

症と分類される¹²⁾。Pao₂が60 mmHgを下回ると、ヘモグロビンと酸素の結合力が急激に低下し、末梢組織への酸素運搬量が著明に減少する。したがって、Pao₂ 60mmHgはcritical pointであり、さまざまな判断基準となる。

* [HCO₃]とBase Excess：代謝性の酸塩基平衡状態を示し、おもに腎からの不揮発性酸の排泄の状態を反映する。不揮発性酸とは硫酸塩、リン酸塩、ケト酸塩などの代謝性産物のことである。慢性呼吸器疾患では、不揮発性酸の増加な

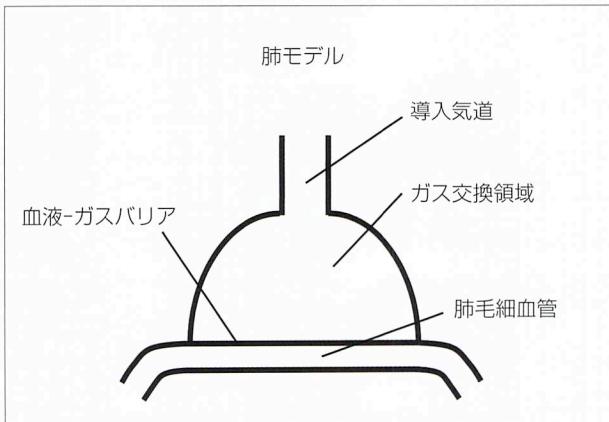


図3 肺モデル。導入気道、ガス交換領域、血液-ガスバリア、および肺毛細血管の関係が概念化されている

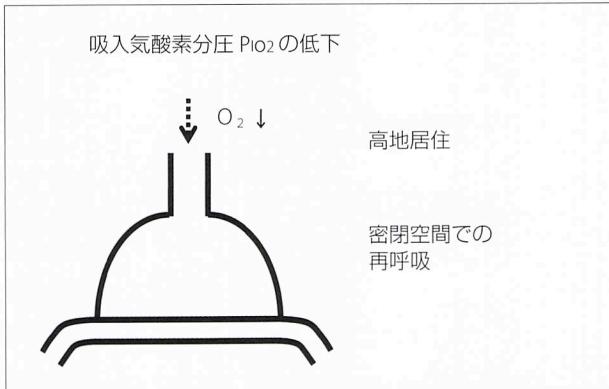


図5 吸入気酸素分圧 P1O₂ の低下。高地居住、密閉空間における呼出ガスの再吸入で起こるが、治療の対象となる機会は少ない

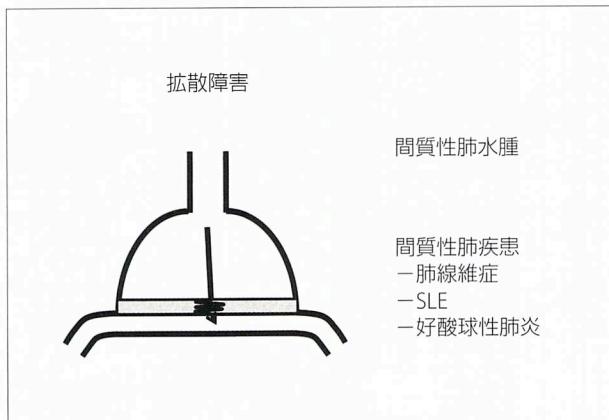


図7 拡散障害。肺毛細血管血と肺胞ガスとの間にPo₂が平衡に達していないことを意味する。血液-ガスバリアが肥厚するような間質性肺水腫や肺線維症を代表とする間質性肺疾患で生じる。100%酸素投与で低酸素血症は改善する

く代償性に上昇する。

* AaDo₂：酸素化能の指標としてよく使用され、肺胞酸素分圧と動脈血酸素分圧の差を意味する（図1）。シャント、拡散障害、換気血流比不均等で開大し、吸入気酸素分圧（P_{1O₂}）の低下や肺胞低換気では開大することはない。非循環・非呼吸器疾患犬群（n=140）、上気道・中枢気道閉塞疾患症例群（初診時のみ再検査含まず、n=61）、心原性肺水腫症例群（初診時のみ再検査含まず、n=32）の比較を行ったところ、AaDo₂の平均値（mean±SD）は、それぞれ非循環・非呼吸器疾患犬群 15.2±7.2mmHg、上気道・中枢気道閉塞疾患症例群 24.3±10.3mmHg、心原性肺

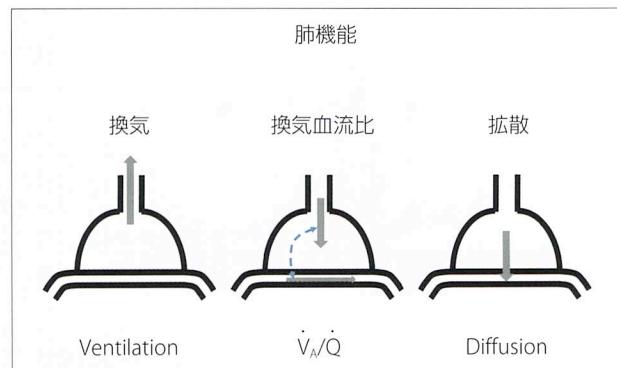


図4 肺機能評価は、換気、換気血流比、拡散の3つの過程に分けて考える

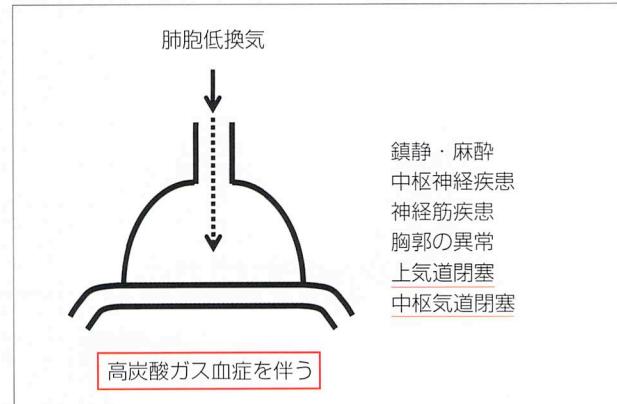


図6 肺胞低換気。単位時間に肺胞に流入する新鮮なガスの量（肺胞換気）が減少していることを意味する。原因是肺外にあり、肺自体は正常である

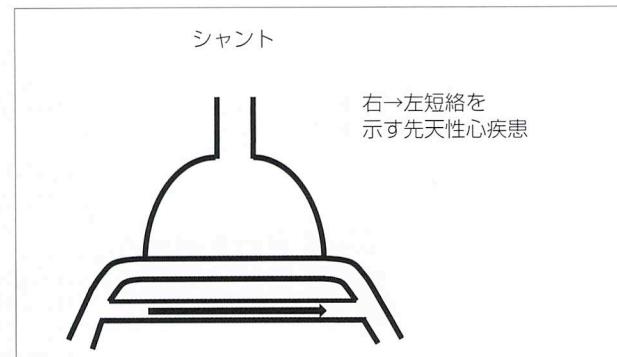


図8 シャント。ここでは解剖学的シャントのことをさす。100%酸素を投与しても低酸素血症は十分に改善されない

水腫症例群 $54.8 \pm 14.4\text{mmHg}$ であり（図2、自験データ）、3つのグループ間で有意差がみられた。本来、上気道・中枢気道閉塞の呼吸器病態は肺胞低換気であり、 AaDo_2 は開大しないが、このデータをみると、非循環器・非呼吸器疾患群と有意差が生じていることから、実際には上気道・中枢気道閉塞疾患では二次的に換気血流比不均等が生じている可能性がある。非循環器・非呼吸器疾患群と上気道・中枢気道閉塞群の75%点の差の AaDo_2 $20\sim30\text{mmHg}$ は肺疾患潜在の可能性を示している。そこで、 AaDo_2 値に関しては、 $<20\text{mmHg}$ で正常、 $20\sim30\text{mmHg}$ で肺機能異常可能性あり、 $>30\text{mmHg}$ で異常と解釈できる（表2）。この

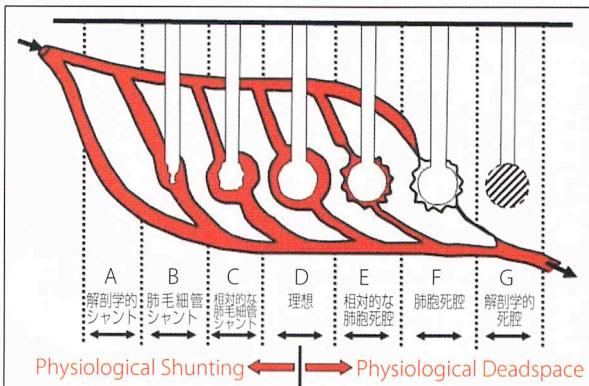


図9 換気血流比不均等の全パターン。図10～14に代表的なパターンを示す

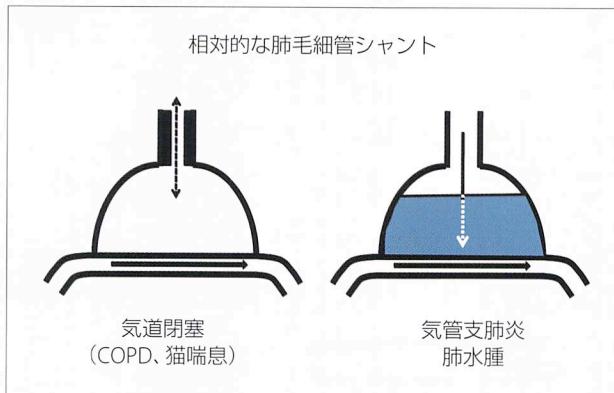


図11 相対的な肺毛細管シャント。気道閉塞が代表的。酸素反応は良好。気管支拡張療法を行う

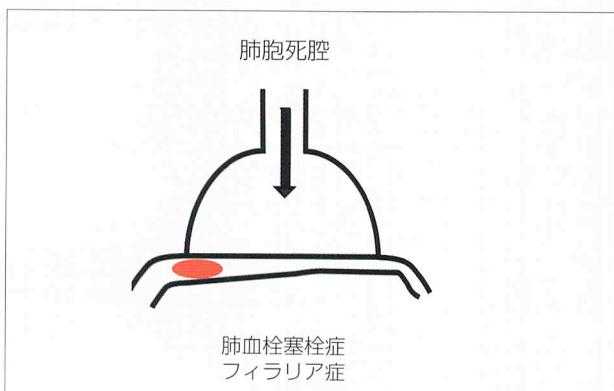


図13 肺胞死腔。肺血栓塞栓症が代表的。この場合、肺内レセプター刺激によって著明な過換気になる。血栓溶解療法を行う

基準を利用すると、上気道・中枢気道閉塞と考えていた症例で、 AaDo_2 値が $30\sim40\text{mmHg}$ を示せば末梢気道・肺実質疾患を見落としている可能性があり、診断を再検討する必要がある。

肺を導入気道、ガス交換領域、血液-ガスバリア、および肺毛細血管の構成要素に模式化する¹³⁾ と（図3）、肺でのガス交換は、換気、換気血流比、拡散の3つの過程で行

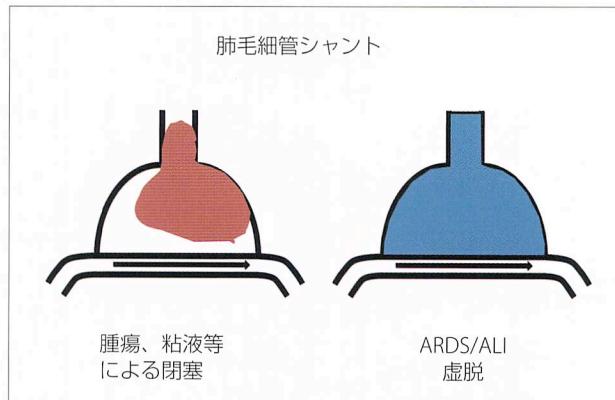


図10 肺毛細管シャント。ARDSのようなび漫性肺水腫が代表的。陽圧換気などによって換気スペースをつくる

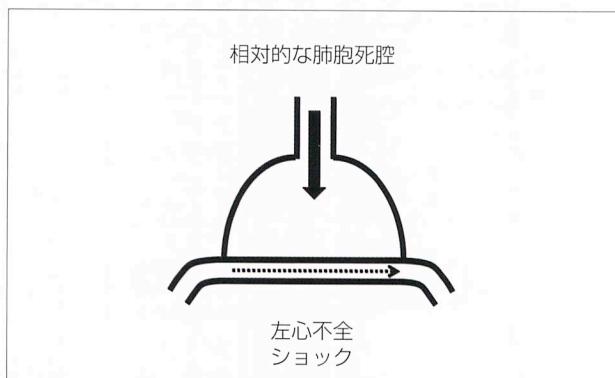


図12 相対的な肺胞死腔。左心不全などの心拍出量低下など。輸液や強心療法を行う



図14 動脈穿刺。横臥にして大腿動脈にて行っている。シリンジ内に空気の混入が生じないように動脈穿刺専用のシリンジ（図では動脈血サンプラー PICO70、ラジオメーター）を使用している。サンプル後もただちに針先をパテなどでシールし、転倒混和後すぐに血液ガス分析機で測定する。穿刺から測定まで一貫して気密を保つ必要がある

表2 AaDo₂の解釈

AaDo ₂ 値	シャント・拡散障害・換気血流比不均等(肺内要因)
<20mmHg	なし
20~30mmHg	可能性高い。要考慮。
>30mmHg	重症度により開大悪化あり。

われている（図4）。動脈血酸素分圧低下、すなわち低酸素血症は、吸入気酸素分圧低下（図5）、肺胞低換気（図6）、拡散障害（図7）、シャント（図8）、換気血流比不均等（図9～14）の5つの機序があり、ガス分析値や画像所見からどの機序であるかを考察し、診断の一助とともに治療方針を決定する際の指針とする。

動脈穿刺

筆者は、大腿動脈を穿刺している。測定対象が血液中に溶解しているガスであるため、サンプル時から測定まで一貫して、血液サンプルは密閉を保ち空気に曝してはならない。空気に触れると血中の炭酸ガスは放散し、酸素は空気から血中に溶け込んでしまうからである。そのため専用の動脈血サンプラーを用いる。助手に横臥に保定させ、穿刺する側の後肢をひもで固定する。動脈圧を触知し、血管の走行に対し平行に、皮膚に対し約10～20度傾け、25G×1インチ、R B針をつけた動脈血サンプラーにて穿刺する（図14）。大腿動脈は恥骨筋前縁を走行しているので、それを指標にする。穿刺針を抜去後、穿刺した部位を直接2分間圧迫止血し、測定はただちに行うのが原則だが、検体を4°Cの氷水に浸漬しておけば6時間まで血球の代謝の影響を受けず重大な誤差は生じないとされている¹⁴⁾。合併症については、犬の動脈穿刺111例に対し7頭（6.3%）で中程度から広範な皮内出血がみられた¹⁵⁾。これらは全身状態に影響を与せず、すべて7～16日間で消退した。体重3.5kg未満、心血管系障害を有する犬で有意に高い併発症の発現率を示した¹⁵⁾。

パルスオキシメトリーとカブノグラム

パルスオキシメトリーとカブノグラムは、麻酔モニターとして現在普及している。動脈血ガス分析の代替法として利用可能であり、非侵襲的、簡便、連続モニタリング可能という利点がある。パルスオキシメトリー測定はプローブを包皮、趾間、腓腹筋腱部などに挟み行うが、体動で不安定となるので実際の測定には手間取ることとなる。値も大きく変動するために、採用すべき値を決定できないことがしばしばみられる。筆者は、尾根部で測定するパルスオキシメトリーを診察で使用しているが、値がほぼ安定した時の最大値を採用している。

カブノグラムは、口になるべく密着し死腔を少なくなるマスクを介して記録している。正常波形でみられるプラート部

分が消失し、基線から終末呼気に至るまでなだらかに上昇していく閉塞パターンが続いていることを示唆している。ただし、まだこの検査法の再現性は確認しておらず、参考所見として考えている。

ビデオ透視検査と頭部および胸部X線検査

ビデオ透視検査は、上気道および中枢気道の呼吸相の一連の動きを連続的にリアルタイムに観察可能とし高い有用性がある。一方、X線検査は末梢気道・肺実質疾患診断では不可欠であり、上気道・中枢気道評価の際でも計測に必要となる。呼吸の動きを含めた画像診断のためには、両検査を同時にを行うべきである。以下、ルーチンとして観察すべき要点を示すが、これら以外の特殊所見については症例ごとに検討していく。

1 | 上気道の評価

構造と動きを観察する。硬口蓋の面がフィルムに対し垂直となり一直線に投影され、左右の下顎が重なるように保定する。鼻呼吸時の咽頭軟部組織の形状や喉頭蓋の位置を見るために、パンティングをしていない閉口時のタイミングで撮影する。透視で上気道の動きを観察後、吸気、呼気時のX線撮影を行う。図15に頭部X線検査で観察する上気道について示した。呼吸相の変化は、咽頭気道開存および閉塞（図16）、喉頭蓋の位置を見る。ビデオ透視では、X線撮影だけでは検出困難な咽頭閉塞の呼吸相の把握（図17）、肺ヘルニアの確認（図18）などが可能となる。

2 | 中枢気道の評価

直径と呼吸相変化を見る。ポジションは右下横臥にし、パンティング時と閉口時の差を透視で観察し、閉口させて、吸気、呼気時の胸部X線ラテラル像の撮影を行う。ビデオ透視検査にて、呼吸相の変化として吸気時頸部気管虚脱、呼気時胸腔内気道虚脱（おもに気管分岐部周辺）。図19を、X線写真では閉塞や狭窄（図20）、犬では胸郭前口部の固定性虚脱（図21）を観察する。

3 | 末梢気道・肺実質疾患の評価

肺野異常陰影のパターン認識と分布を観察する。前記ラテラル像に加え、胸部X線DVまたはVD像を1枚、閉口の状態で撮影する。まず、び漫性陰影（図22）か限局性陰影（図23）かを確認する。陰影の程度にかかわらず、一般にび漫性肺疾患は機能障害が大きくなる。肺野異常陰影の表記分類について図24に示した。

間質陰影（間質パターンとも言う）は、肺胞領域の含気を残して間質の炎症、浮腫、線維化、結節病変を反映した陰影である。通常、肺血管走行は識別可能な程度のX線不透過性を示し、び漫性に広がる。肺胞浸潤影（浸潤影、肺胞パターンとも言う）は、逆に肺胞の気腔領域に広く液体が「浸潤」した状態を反映した陰影で、この浸潤液は肺胞間の連絡孔で

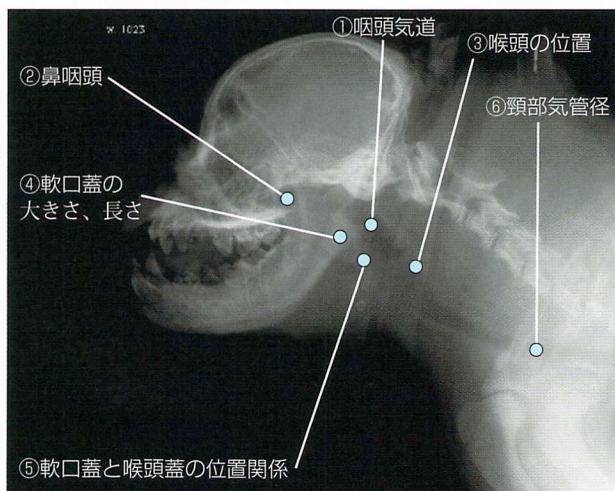


図15 頭部X線検査。上気道の構造として、まず咽頭気道の開存と周囲軟部構造をみる。鼻咽頭の広さは後鼻孔の大きさを反映する。喉頭は第1～2頸椎間で舌骨と関節する。軟口蓋は硬口蓋の厚さと比較する。喉頭蓋は閉口呼吸では軟口蓋の上にある。頸部気管の大きさは、気管低形成や気管チューブ径評価のために観察する。

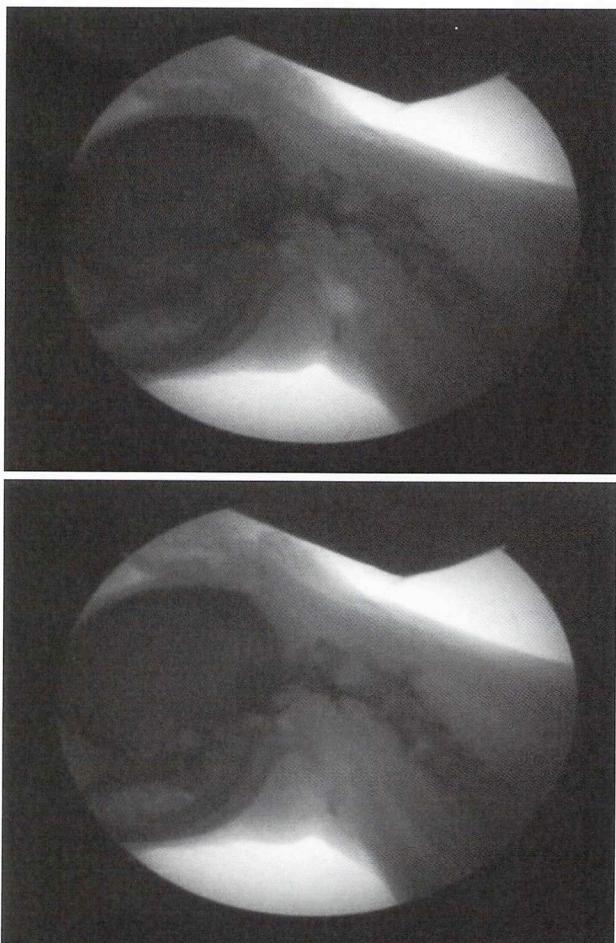


図17 呼気時咽頭閉塞の透視診断。8歳齢の♂。呼吸困難と睡眠障害を示す。呼吸が早くX線撮影では呼吸相変化を確認できなかつた。透視では上の吸気で咽頭が開大し、下の呼気で閉塞することが判明したため、短頭種気道症候群の代償不全期と診断した



図16 吸気時咽頭閉塞の例。9歳齢のパグ。いびき様呼吸と呼吸困難を示す。上は吸気時で咽頭はほぼ閉塞し、下は呼気時で逆に咽頭は異常に拡大している。鼻咽頭は十分な大きさを示しており、後鼻孔狭窄はない。鼻腔内の閉塞が示唆された

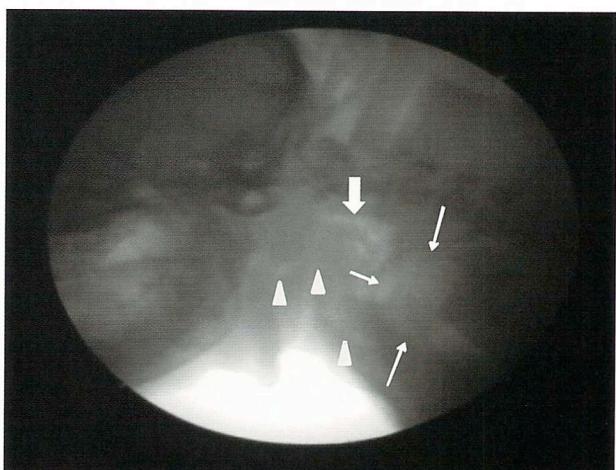


図18 肺ヘルニア透視診断。2カ月齢のイングリッシュ・ブルドッグ。咳と呼吸困難を示し、重度の気管低形成と診断した。図はビデオ透視検査時に咳をした際に生じた肺ヘルニアを示す(細い矢印3本)。気管は大きく屈曲し(△)、食道ガスが前後していた(太い矢印1本)

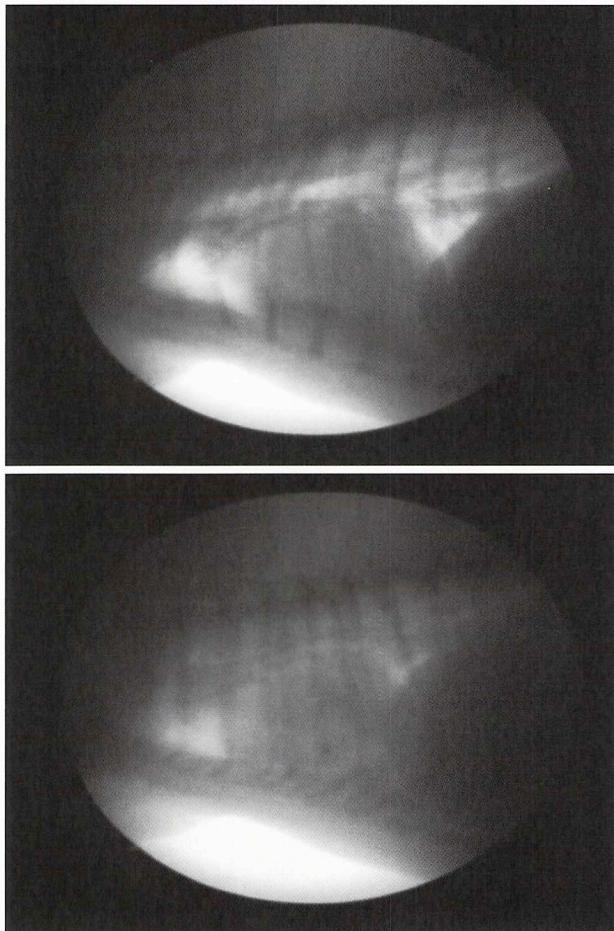


図19 呼気時胸腔内気道虚脱。13歳齢のヨークシャー・テリア。慢性発咳を示す。横臥にすると咳が悪化し呼吸困難となる。ビデオ透視にて数呼吸分だけ録画した。上が吸気時で下がその次の呼気。呼気時広範に胸腔内気道虚脱がみられた。気管虚脱と気管気管支軟化症と診断した



図20 気管腫瘍による中枢気道閉塞。20歳齢の雄種猫。喘鳴による呼吸困難を示す。頸部気管上部で気管径が細くなっている。気管支鏡検査にてほぼ全周性に不整形の隆起病変があり、気管内腔をほぼ閉塞していた。扁平上皮癌と病理診断された



図21 気管虚脱。11歳齢のヨークシャー・テリア。呼吸困難と咳を示す。呼吸相に関係なく胸郭前口部に気管の扁平化がみられる。頸部気管と胸部気管の移行部は常に両者の相反する気道圧を受け、気管軟化素因がある犬種では気管虚脱が固定化され、中枢気道閉塞の原因となる

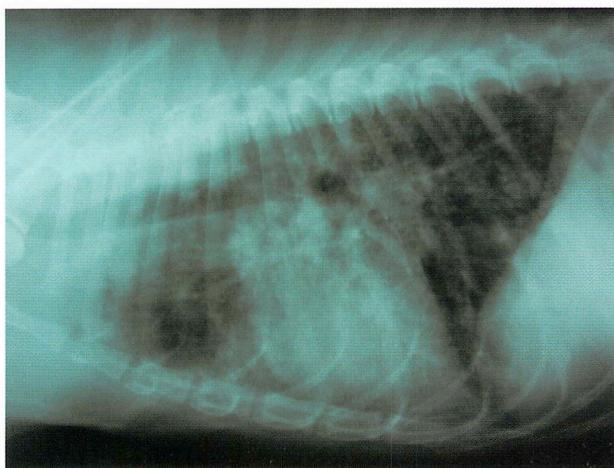


図22 び慢性肺野異常陰影。努力呼吸を示す12歳齢の雑種犬。び慢性間質陰影を示している。心陰影不明瞭。pHa 7.466、Paco₂ 28.7mmHg、Pao₂ 63.2 mmHg、AaDo₂ 50.5mmHgとAaDo₂の著しい開大を伴っている

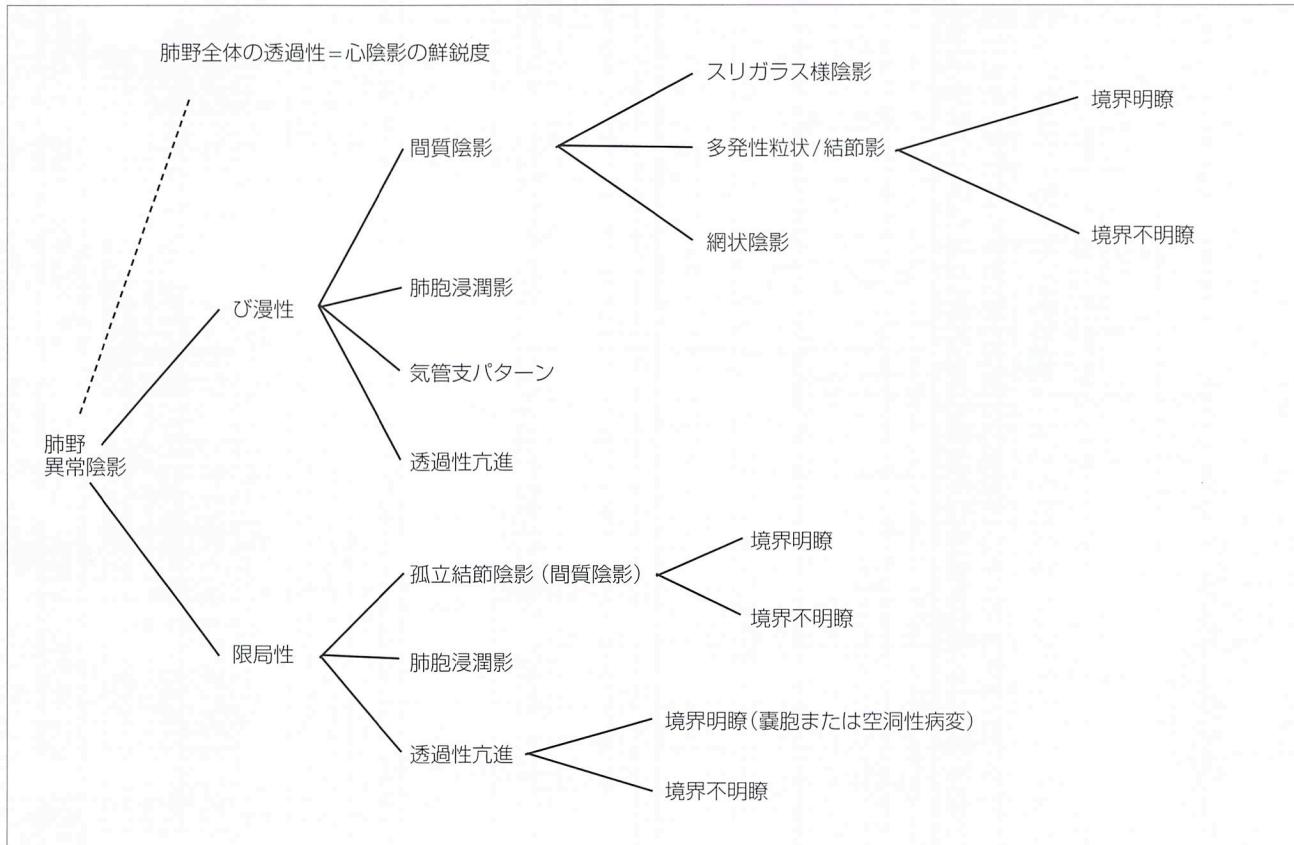


図23 限局性肺野異常陰影。呼吸症状のない11歳齢のポインター。嘔吐検査時に偶然みつかった限局性肺野異常陰影。心陰影不明瞭。心陰影の前背方に明かな大きな硬化がみられる。陰影は明らかに前図の陰影より大きく強い不透過性を示すが、pHa7.45、Paco₂ 40.7mmHg、PaO₂ 88.3mmHgと酸素分圧は正常

あるKohn孔を介し、隣接気腔に流出進展し小葉内および肺葉内に次々と広がっていく。したがって、境界不明瞭、融合性、斑状等の性格を持つ限局性あるいはび漫性X線不透過性陰影となる。浸潤領域のなかを走行する気管支のガスは滞留拡張し、周囲の不透過領域に対しコントラストが生じ、air bronchogramが肺野異常影中にみられる。気管支パターンは、気管支粘膜およびその周囲の間質の炎症や浮腫、気管支内分泌物貯留を反映した陰影であり、縦断面でtram line、横断面でドーナツサインやperibronchial cuffingと呼ばれる円

形状にみえる。び漫性透過性亢進は肺胞壁の破壊によって生じた肺気腫と考えられ(図25)、限局性境界明瞭な透過性亢進所見は、囊胞または空洞性病変と考えられ、気管支性囊胞、囊胞性気管支拡張症、肺吸虫症の可能性がある(図26)。

限局性陰影については、後述の気管支分布図¹⁶⁾を参照し、ある程度の部位同定が可能である(図27)。X線検査は呼吸器疾患診断に非常に重要であることには間違いないが、主観評価であるという重大な欠点がある。異常陰影を偶発的に生じたアーティファクトと思い込んだり、加齢性所見と判断し



注意

囊胞状陰影は、気管支性囊胞、肺胞性囊胞(グラ)、腫瘍などの間質陰影、肺虫症の可能性あり。
胸水を伴う時は、肺野異常陰影は識別困難となる。

図24 肺野異常陰影の分類。まず肺野全体の透過性を心陰影の鮮鋭度で評価し、次にび漫性か限局性を評価し、それからパターン認識を行う。結節陰影の境界は、周囲への炎症反応やX線投射方向に複数の結節病変が重なることによっても不明瞭になる



図25 び漫性肺野透過性亢進。10歳齢のシーザー。呼気努力による呼吸困難を示す。び漫性透過性亢進と肺過膨張がみられる。血液ガス分析で軽度の動脈血炭酸ガス分圧の上昇が認められ、肺気腫優位の慢性閉塞性肺疾患と診断した

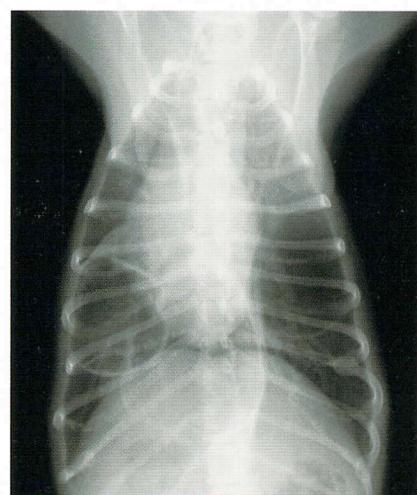


図26 境界明瞭な限局性肺野透過性亢進。12歳齢のチワワ。慢性発咳と低酸素・高炭酸ガス血症を示し、慢性閉塞性肺疾患と診断されていた。肺野に境界明瞭な限局性透過性亢進領域を3カ所確認できた。機序はよくわからないが、気管支拡張症から後天的に巨大囊胞が形成されたと考えている

たり、偽間質陰影と考えたり、正常範囲として見落としてしまったり、読影者によって差がでたり、結局は画像だけでは最終判断を下せないことが多々ある。そのような場合に、同時に動脈血ガス分析の客観データが加わると、異常画像の真偽を明確にすることができる、「やはり異常所見だったか」と再認識できる。間質性肺疾患の場合、よくこのようなことが

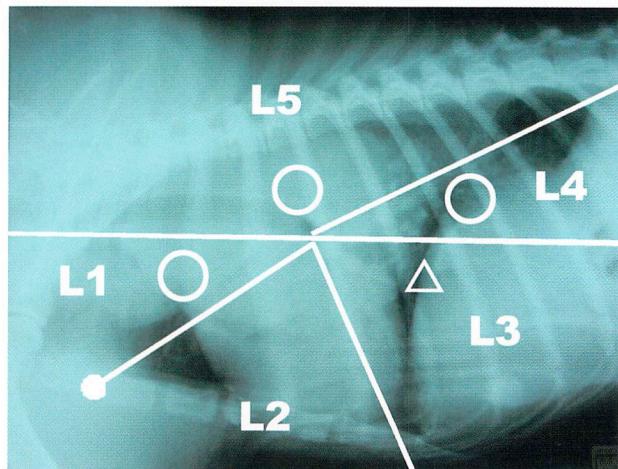


図27 限局性肺野異常に対する部位同定。図23について後述の関連気管支との関連を示す分布図（Part 3で詳述）を照合して異常陰影の部位同定を行ってみた。LB1（左前葉気管支）とLB1D1（左前葉気管支から生じる一番目の背側区域気管支）、LB2（左後葉気管支）が関与していると推察された。気管支鏡にてこれらの気管支が閉塞していることを確認した

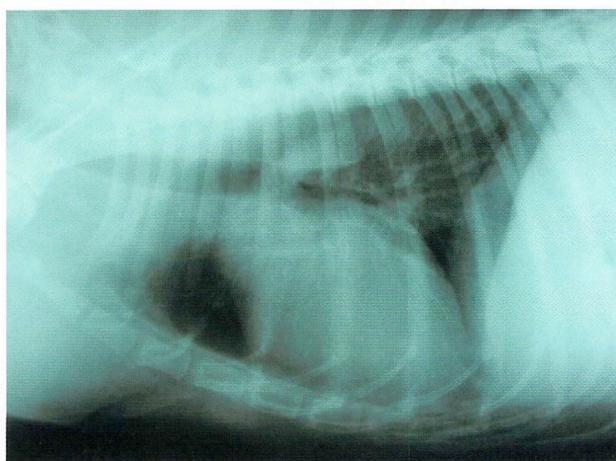


図28 慢性発咳を主訴とする15歳齢、雑種犬の胸部X線写真。軽度の努力呼吸が観察された。加齢所見と判断されるほどごくわずかな淡いスリガラス様陰影がみられるだけであったが、ガス分析所見はpHa 7.45、Paco₂ 33mmHg、Pao₂ 58 mmHg、AaDo₂ 54mmHgと重度の低酸素血症を示した。特発性間質性肺炎と診断した

起こる（図28）。

CBCおよび血液化学検査、CRP測定

1 | CBC検査

白血球数増加、左方移動、末梢血好酸球数増加、貧血の有無をみる。猫喘息の20%で末梢血好酸球数増加が認められ、病態が悪化するほど好酸球数は増加する¹⁷⁾。細菌性気管支肺炎では末梢血白血球は必ずしも増加しない。

2 | 血液化学検査

呼吸器に関して、特異的な所見は通常は得られない。しかし、糖尿病性ケトアシドーシスで代償性過換気を起こすなど、呼吸機能は正常であるにもかかわらず、著しい代謝性酸塩基平衡障害によって呼吸困難とも思えるほどの呼吸性代償を起こす場合もある。したがって、呼吸器以外の代謝性疾患を把握もしくは除外するため生化学検査を実施しておくことが望ましいだろう。また、二次検査に進む際、合併疾患の把握の目的でも重要となる。

3 | CRP測定

犬では急性炎症を検出するためCRPを測定することができる。炎症性疾患の有無やその程度を把握することは確定診断につながることが多く、呼吸器診断において必須の項目である。

引用文献：

- McKiernan B.C., Johnson L.R. : Clinical pulmonary function testing in dogs and cats. Vet Clin North Am Small Anim Pract, 22 : 1087-1099, 1992.
- Amis T.C., Kurpershoek C. : Pattern of breathing in brachycephalic dogs. Am J Vet Res, 47 : 2200-2204, 1986.
- Amis T.C., Kurpershoek C. : Tidal breathing flow-volume loop analysis for clinical assessment of airway obstruction in conscious dogs. Am J Vet Res, 47 : 1002-1006, 1986.
- Rozanski E.A., Hoffman A.M. : Pulmonary function testing in small animals. Clin Tech Small Anim Pract, 14 : 237-241, 1999.
- 三浦元彦：パルスオキシメーターと血液ガス分析. 呼吸, 20 : 785-789, 2001.
- Cornelius L.M., Rawlings C.A. : Arterial blood gas and acid-base values in dogs with various diseases and signs of disease. J Am Vet Med Assoc, 178 : 992-995, 1981.
- Ilkiw J.E., Rose R.J., Martin I.C. : A comparison of simultaneously collected arterial, mixed venous, jugular venous and cephalic venous blood samples in the assessment of blood-gas and acid-base status in the dog. J Vet Intern Med, 5 : 294-298, 1991.
- Wise W.C. : Normal arterial blood gases and chemical components in the unanesthetized dog. J Appl Physiol, 35 : 427-429, 1973.
- 城下幸仁, 山根義久：外来患犬に行われた動脈血血液ガス分析176例. 日本獣医学会131回講演要旨集, 150, 2001.
- Middleton D.J., Ilkiw J.E., Watson A.D. : Arterial and venous blood gas tensions in clinically healthy cats. Am J Vet Res, 42 : 1609-1611, 1981.
- Morais H.S.A., DiBartola S.P. : Ventilatory and Metabolic Compensation in Dogs With Acid-Base Disturbances. Journal of Veterinary Emergency and Critical Care, 1 : 39-49, 1991.
- Malley W.J. : Clinical Blood Gases : Assessment and Intervention, 2nd ed. Elsevier Saunders, 2005.
- West J.B. : Respiratory Physiology - the essentials, 8th ed. Lippincott Williams & Wilkins, 2008.
- Haskins S.C. : Sampling and storage of blood for pH and blood gas analysis. J Am Vet Med Assoc, 170 : 429-433, 1977.
- Shiroshita Y., Tanaka R., Shibasaki A., et al. : Retrospective study of clinical complications occurring after arterial punctures in 111 dogs. Vet Rec : 146, 16-19, 2000.
- 城下幸仁, 松田岳人, 佐藤陽子ほか：胸部X線像における犬の気管支樹の模式化. In: 第26回動物臨床医学年次大会プロシーディング, No.3, 196-197, 2005.
- Dye J.A., McKiernan B.C., Rozanski E.A., et al. : Bronchopulmonary disease in the cat : historical, physical, radiographic, clinicopathologic,