



# 上気道閉塞性疾患

## ① 短頭種気道症候群

城下幸仁（相模が丘動物病院 呼吸器科）

### 短頭種気道症候群とは？

パグやフレンチ・ブルドッグ等の短頭犬種は、そのしぐさの愛らしさや愛嬌のある顔立ちから世界中で人気犬種となっている。しかし、これらの犬種は解剖学的に上気道閉塞を起こしやすく、呼吸トラブルが多くみられる。短頭種気道症候群（Brachycephalic Airway Syndrome、以下BAS）と

は、ブルドッグ、ペキニーズ、パグ、ボクサーを代表犬種とし、外鼻孔狭窄（図1）、軟口蓋過長症（図2）、気管低形成（図3）、反転喉頭小嚢（図4）、および鼻道の解剖学的構造による上気道閉塞を示す症候群のことを言う。犬の代表的な上気道閉塞性疾患である。鼻咽頭閉塞を示唆するいびき様呼吸（stertor、図5）、喉頭の閉塞症状を示唆するストライダー（図6）がよくみられる。また、上気道からの体熱放散障害



図1 左は外鼻孔狭窄を示し整復を必要としたフレンチ・ブルドッグ。右は整復が必要でなかったイングリッシュ・ブルドッグ。狭窄した短頭種の外鼻孔は「直角」であり、非短頭種または外鼻孔狭窄を示さない短頭種は「カンマ(,)型」をしている

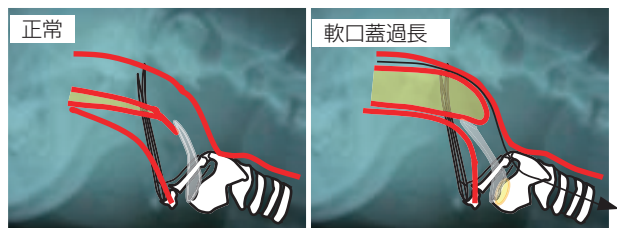
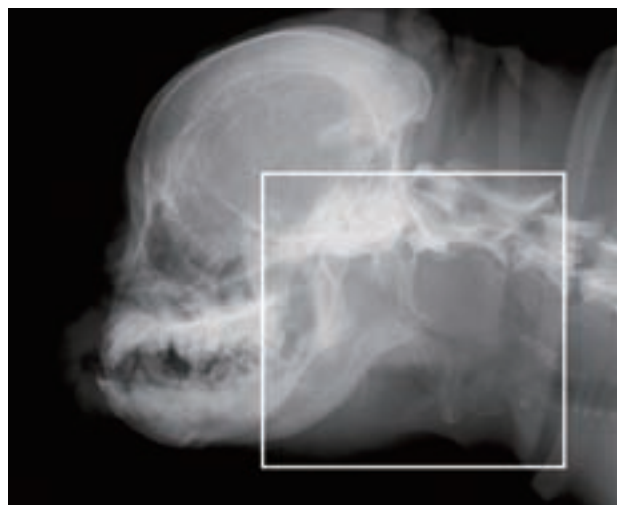


図2 上は軟口蓋過長を示したフレンチ・ブルドッグの頭部X線画像。左下は正常犬の咽喉頭、右下はX線画像で示したフレンチ・ブルドッグの咽喉頭の構造。分厚く、長い軟口蓋が喉頭蓋の上に乗る、咽喉の気道を狭くしている



図3 上は気管低形成のため呼吸困難を呈した4カ月齢のイングリッシュ・ブルドッグの頭頸部X線画像。下は同腹、同年齢のイングリッシュ・ブルドッグで、呼吸症状を示さない。症状を示す犬では、明らかに気管径が細い

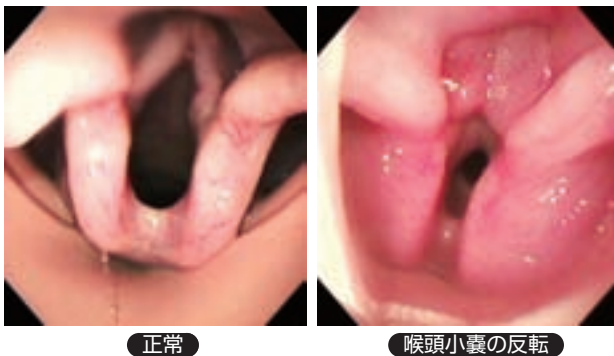
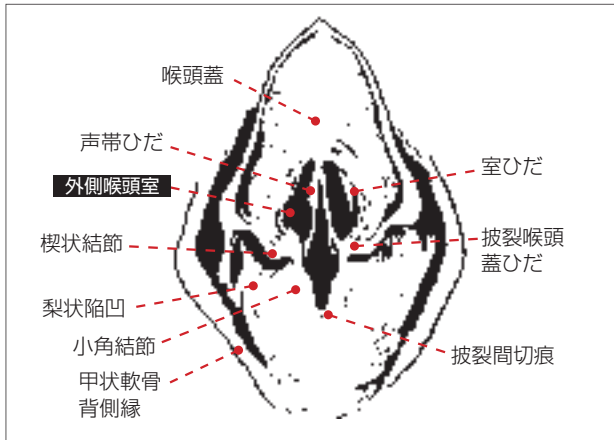


図4 反転喉頭小嚢。上は喉頭の前面図。下は気管支鏡所見で、左は正常な喉頭、右は反転喉頭小嚢を示す。声帯ひだと甲状軟骨の間にある外側喉頭室が反転して喉頭内に突出し、喉頭内の気道を狭めている

による熱中症もよく問題となる。運動後の意識消失やチアノーゼもよくみられるものである。

一般に、治療の基本は外科療法であり、外鼻孔狭窄には外鼻孔拡大術、軟口蓋過長には軟口蓋切除、反転喉頭小嚢には喉頭小嚢切除を実施するとされている。しかし、再発や術後経過不良を示したり、麻酔事故を起こしたりすることさえある。外科手術に関係ないBASにまつわる事故も今なお絶えることがない。多くの飼い主や獣医師はこうした不安を抱えつつ生活や診療を行っている。

「なぜ短頭種は麻酔事故が多いのだろうか？」

「何が原因なのだろうか？」

本稿では、近年の研究によって明らかとなってきたBASの病態生理について説明し、まずこの疑問について答えたい。そして、その知見から筆者が最近試みている内科療法を紹介し、外科療法および救急療法についての考え方について概説する。何よりも始めに、BASに適切に対応するためには病期に応じた治療を施すことがもっとも重要であることを、まず強調しておく。

## 病態

BASは慢性進行性上気道閉塞疾患である。病態生理については、咽頭気道、睡眠時無呼吸、上気道拡張筋群の代償性活動がキーワードとなる。

### 1 | 咽頭気道

図7に非短頭種と短頭種の頭頸部のX線画像を示した。短頭種は非短頭種に比べ著しく咽頭気道が狭くなっている。画像研究によって短頭種の気道最狭窄部位は舌骨装置内であることがわかった<sup>1)</sup>。突き出た顎の骨格を短く改良したため、咽頭背側壁、軟口蓋、舌根の軟部組織が余剰となり、咽頭気道を狭める結果となったのである。これが、短頭種が興奮したり高温環境に曝されたりすると、鼻呼吸できずパンティングせざるを得ない理由であり、また呼吸によって効率的に熱放散できないことが熱射病になる原因である。この咽頭気道の壁構造は上気道拡張筋や舌骨に規定され、内腔は軟部組織によって制限されている。図8にこれを模式化し、咽頭気道を開存させる規定因子を示した。

### 2 | 睡眠時無呼吸

BASの代表犬種であるイングリッシュ・ブルドッグで普通にみられ、BASの病態との関与が指摘されてきた。動物ではその定義は明確ではないが、ヒトでは睡眠時10秒以上の口鼻呼吸の停止とされており、おもにいびきに関連して起こる閉塞型睡眠時無呼吸のことを意味する。睡眠はnon-REM睡眠とREM睡眠で構築されている。イングリッシュ・ブルドッグではREM睡眠期に毎時5~100回程度呼吸が休止し、non-REM睡眠期には呼吸休止は軽度であることがわかった<sup>2)</sup>。ヒトではnon-REM期でも無呼吸が起こるが、これは閉塞性無呼吸であり低酸素に反応し微覚醒が生じ呼吸を調節している。REM睡眠は特殊な睡眠であり、「自律神経の嵐」と言われ、脳は覚醒し夢をみて、身体は睡眠状態となっている。姿



図5 いびき様呼吸(stertor)と著明な運動不耐を示すキャバリア・キング・チャールズ・スパニエル。口を閉じている。横臥保定に抵抗する



図6 ストライダーを示すバグ。口を開き、口角を後方に引き舌を出して座りこんでいる。この犬は診察台上ですぐに伏臥になり、体全体を床に当て体温を下げようとする

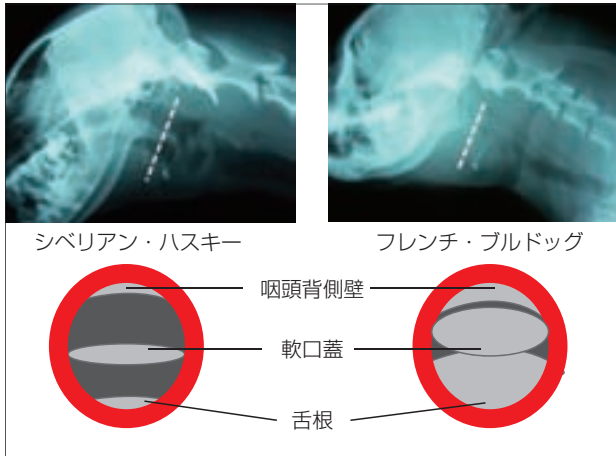


図7 非短頭種(ハスキー)と短頭種(フレンチ・ブルドッグ)の頭頸部のX線画像。短頭種は舌骨装置内で非短頭種に比べ著しく気道が狭くなっている。咽頭背側壁、軟口蓋、舌根で気道断面が占められている

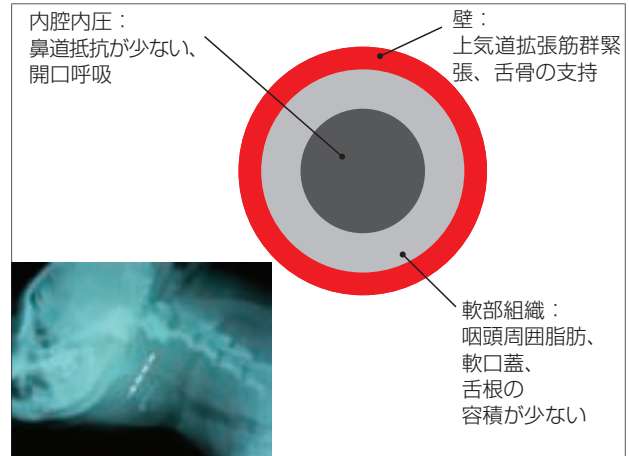


図8 咽頭気道を開存させる規定因子。咽頭気道は壁、軟部組織、内腔内圧の3つの要素からなる

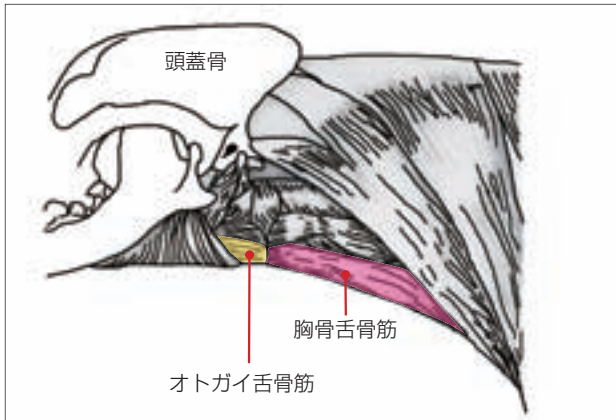


図9 上気道拡張筋群。胸骨舌骨筋、オトガイ舌骨筋等、おもに舌骨に終止している筋群のことを言う

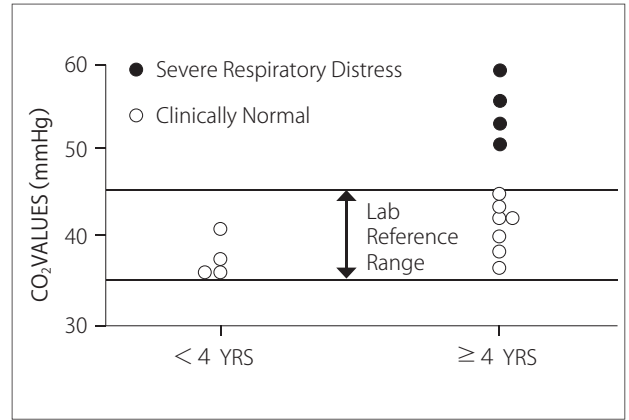


図10 毎時20回以上無呼吸を示す進行例(図の黒丸)では、血液ガスにて高炭酸ガス血症が進行し、換気障害が起きていた(文献1より抜粋)

勢筋を中心とする全身の筋活動が低下する。また、呼吸は血液ガスの値によるホメオスタシスで調節されずに筋活動に依存し、呼吸再開は不規則な筋活動による。

Hendricksらは、イングリッシュ・ブルドッグにおける睡眠呼吸障害(Sleeping disordered breathing, SDB)は、このようなREM期の特殊な状態を反映し、呼吸筋である横隔膜の活動低下というよりも、通常は姿勢筋である上気道拡張筋の活動低下に依存し、低酸素による微覚醒で呼吸を調節しているのではなく、不規則な上気道拡張筋の活動で調節されていることを示した<sup>2)</sup>。

### 3 | 上気道拡張筋群の代償性活動

覚醒期において、イングリッシュ・ブルドッグの咽頭は終末呼吸にほぼ閉塞するが、吸気が始まると拡張し始めることがわかった。この様式は正常犬とは正反対であり、吸気時に積極的に上気道を拡張させているようである。上気道を拡張させているのは、胸骨舌骨筋、オトガイ舌骨筋等、おもに舌骨に終止している筋群であり(図9)、ここでは上気道拡張筋群と呼ぶことにする。解剖学的に上気道が狭いブルドッグでは、代償性に上気道を拡張させる筋の活動亢進が、気道開存性と正常呼吸を維持するのに必要である、と結論された<sup>3)</sup>。

## 4 | 上気道拡張筋群の経年負荷と上気道閉塞症状の進行

元来、上気道拡張筋群は心筋や呼吸筋と異なり、常に活動するための筋ではない。したがって、以上のような上気道拡張筋の異常な活動亢進で経年負荷が生じ、機能障害に至る。イングリッシュ・ブルドッグの上気道拡張筋には浮腫・線維化がみられ、この傷害の程度と、睡眠時無呼吸の程度は相関した<sup>1)</sup>。毎時20回以上無呼吸を示す進行例では、覚醒時においても次第に血液ガスにて低酸素・高炭酸ガス血症が進行し、換気障害を起こすようになることも示された(図10)<sup>1)</sup>。

## 5 | 咽頭閉塞

咽頭閉塞とは、ここでは、解剖学的、機能的、または病変の存在によって咽頭気道が不完全または完全に閉塞し、正常な鼻呼吸を維持することに障害が生じた場合のことを言う。ヒトの睡眠時無呼吸症の病態を示すときに用いられる<sup>4)</sup>。咽頭閉塞は、咽頭腫瘍や肥満でも起こる。BASは咽頭閉塞を示す疾患の1つと言える。BASの覚醒時と睡眠時の咽頭気道の動きを図11に示した。

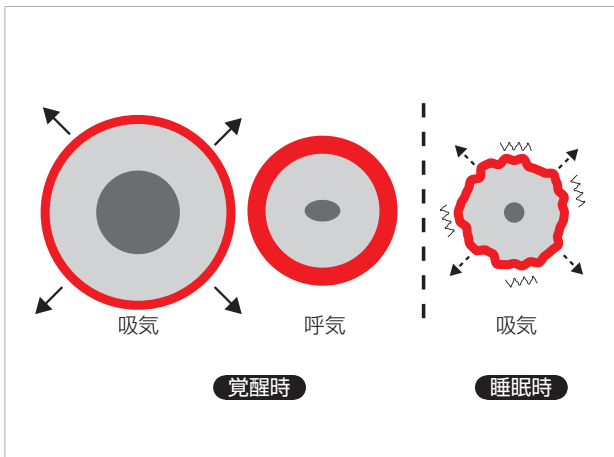


図 11 BASの覚醒時と睡眠時の咽頭気道。覚醒時は上気道拡張筋群の代償性活動亢進によって吸気時に軟部組織で狭くなった気道を広げている。睡眠時は咽頭閉塞によりいびきが生じる

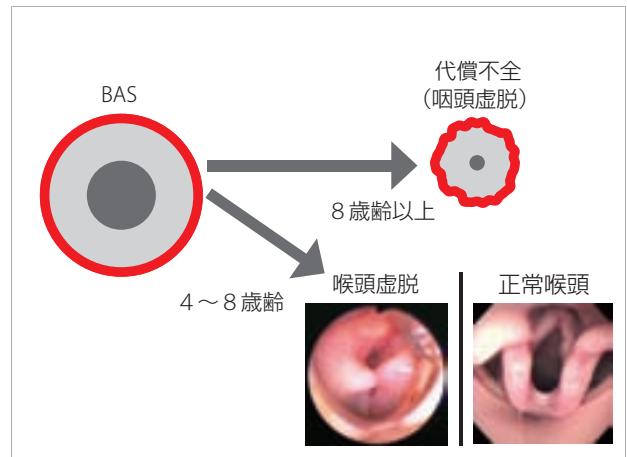


図 12 BASの終末像。4~8歳齢で生じる喉頭虚脱と8歳齢以上でみられる「咽頭虚脱」の2つがある

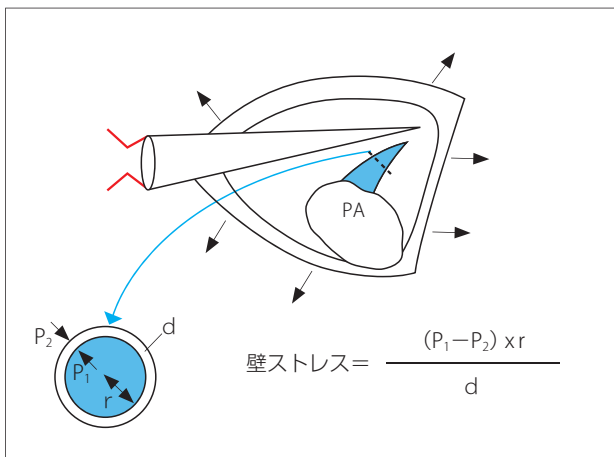


図 13 管腔にかかるストレスは、(管内圧-管外圧) × 半径 / 壁の厚さで表現される

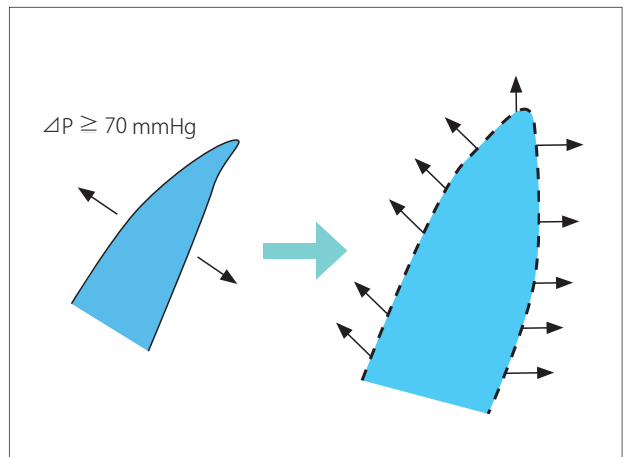


図 14 壁ストレス破綻は管内外圧差が70mmHgを超えると肺毛細血管壁に生じ始めるとされ、透過性亢進が起こる

## 6 | 自然経過

Hendricksによると、睡眠時無呼吸を示すイングリッシュ・ブルドッグには、一般に以下のような自然経過がみられると言う<sup>1)</sup>。

0~2週齢	睡眠時無呼吸症状なし
6週~3カ月齢	覚醒時にも睡眠時にも無呼吸症状あり
4カ月~4歳齢	REM睡眠時にものみ無呼吸症状あり
4歳齢~	運動不耐や意識消失等の代償不全徴候始まる
6~7歳齢	non-REM睡眠時も低酸素血症。呼吸不全・心不全あり
8歳齢以上	代償不全による呼吸停止のため、突然死の自然発症が多く認められる

注目すべきは、生後6週~3カ月齢までの不安定期と4歳齢以上から認められる代償不全兆候である。8歳齢から認められる突然死は、上気道拡張筋群の代償破綻を示唆する。

## BASの終末像

BASは、喉頭虚脱または、上気道拡張筋群の代償破綻、すなわち「喉頭虚脱」の2つの終末像に至る(図12)。ここでの喉頭虚脱は、軟口蓋過剰や巨舌等の構造的な上気道閉塞によって吸気時に咽頭内気道陰圧が亢進し、次第にそれに抗する支持力を失い、後天的に喉頭軟骨が軟化し、声門が閉鎖してしまう状態をさす。4歳齢程度の比較的若齢犬からみられる。「咽頭虚脱」とは、上気道拡張筋群の代償性活動が破綻し、覚醒時に咽頭気道開存が維持できなくなる状態を表現している。したがって、咽頭閉塞の1つの形と言える。ビデオ透視検査で観察すると吸気時にわずかに咽頭が開くが、呼気時に完全に閉塞する。イングリッシュ・ブルドッグでは8歳齢程度から生じるとされているが、同年齢のほかのBAS犬でも同様の状態をみることがある。喉頭虚脱も「咽頭虚脱」も著明な吸気努力や睡眠時呼吸停止を示し、緊急気管切開に迫られることがある。このような完全な上気道閉塞を数時間放置しておくと、陰圧性肺水腫が生じ、さらに状況は悪化し救命は困難となる。

陰圧性肺水腫の原因は明らかではないが、毛細血管壁の機械的破壊による肺毛細血管の透過性増加という説が有力である<sup>5, 6)</sup>。これは肺毛細血管の壁ストレス破綻で説明される。

壁ストレスとは、(管内圧-管外圧) × 半径/壁の厚さ、で表現される(図13)。実験的に管内外圧差が70mmHgを超えると肺毛細血管壁において壁破綻が生じ始めるとされている(図14)<sup>7)</sup>。上気道閉塞による吸気努力時には非常に高い胸腔内陰圧が生じるため、毛細血管壁の機械的破壊が生じている可能性は高いと考えられる(図15)。肺循環内の静水圧上昇による漏出性機序と異なるために、この機序で生じた肺水腫は、一般に利尿剤に対する反応は芳しくない。

## 短頭種の麻酔リスク

鎮静や麻酔は、いわば薬物による強制睡眠とはいえ、上気道拡張筋の活動は強く抑制され、自然睡眠の呼吸調節機能が失われる。気管内挿管下では酸素化や換気に問題はないが、導入時と抜管時に咽頭閉塞が生じる可能性があり危険である(図16)。まして、代償不全期の動物に鎮静麻酔を無計画に行った場合、すでにある心肺機能低下も重なり生命に関わる

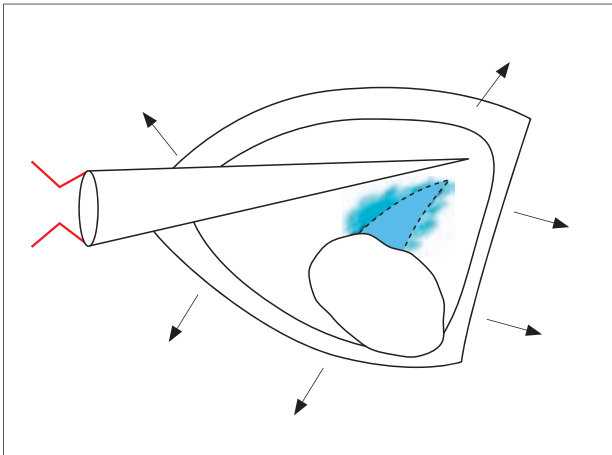


図15 壁ストレス破綻による肺水腫は、急性上気道閉塞によって生じうる

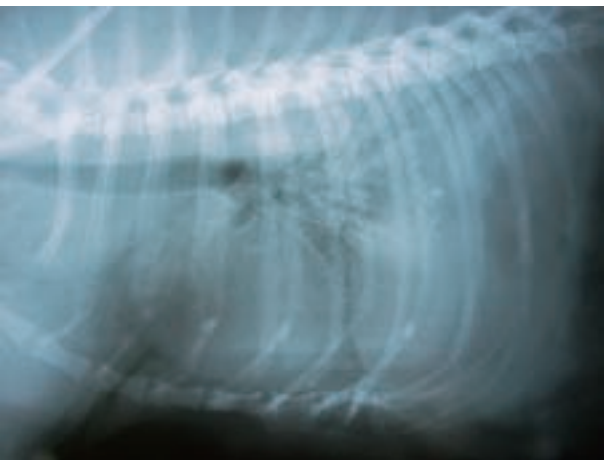


図17 代償不全期の6歳3カ月齢のキャバリア・キング・チャールズ・スパニエルに対し軟口蓋切除術を行い、術後6時間上気道閉塞症状を看過した結果、呼吸困難が生じた。胸部X線にてび慢性肺泡浸潤影を示した。人工呼吸管理と利尿剤投与を行ったが救命できなかった。心不全の病歴はなく陰圧性肺水腫と考えられた

状況になる可能性がある。鎮静時や抜管後の上気道閉塞症状を数時間看過することによって陰圧性肺水腫が生じることがある(図17)。このような症状を示した場合、ただちに再挿管が必要となる。

麻酔時の事故を防ぐ方法として、代償機能が不安定な6週齢~3カ月齢時には鎮静麻酔を実施しない、代償不全期の動物には術後に気管切開チューブを設置する、意識清明となるまで気管チューブを抜かない、術前・術後に内科的上気道拡張(後述)を行う、等の対処が必要となる。

## 診断

BASは、短頭犬種でいびき様呼吸やストライダーを示せば容易に診断される。ただし、ほかの上気道閉塞疾患が合併している可能性もあり、鑑別が必要とされる。もっとも大きな問題は、代償期か代償不全期かということである。BAS研究や外科成績の文献から、表1のような10項目のリスクファ

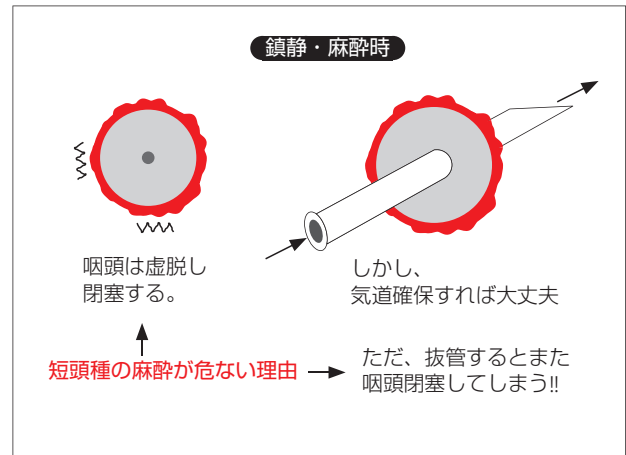


図16 鎮静麻酔時の咽頭気道。自然睡眠時よりもさらに咽頭気道が虚脱する。気管内挿管さえ行えば、窒息のリスクは避けられる

表1 短頭種気道症候群のリスクファクター

4項目以上当てはまる場合は代償不全期と考えられ、外科リスクが大きくなる可能性が高い

1	短頭種、とくにイングリッシュ・ブルドッグ
2	睡眠時無呼吸あり。とくに毎時20回以上無呼吸あり
3	幼齢(3週~3カ月齢)または4歳齢以上。とくに8歳齢以上はリスク大
4	明らかなストライダー。診察台上に乗せると確実に認められる
5	Paco <sub>2</sub> 40 mm Hg以上、または Pao <sub>2</sub> 80 mm Hg未滿
6	食欲、元気なし。明らかな運動不耐
7	心不全・心肥大あり
8	胸部X線にてび慢性間質陰影あり
9	気管虚脱あり
10	誤嚥性肺炎の病歴あり

クターがあげられる。これらのうち4項目以上当てはまると代償不全期の可能性があり、外科手術要注意と考えられる。BASへの対処を考える際、これらリスクファクターの検討が飼い主へのインフォメーションに役立つであろう。

## 治療

### 1 | 内科療法の試み

従来の外科療法は症状改善効果が持続しない、また、高齢犬等、代償不全患者へは外科リスクが非常に大きい等の理由により外科療法に踏み込めないことがある。近年の研究で、脳幹のセロトニンニューロンの活動は上気道拡張と関連していることがわかってきた。シナプス前部のセロトニン再取り込みを阻害し、脳内セロトニン濃度を増加させる抗うつ薬がイングリッシュ・ブルドッグの上気道拡張効果に少なくとも短期的には有効であることが確認されている<sup>1)</sup>。セロトニン再取り込み阻害薬については、心毒性が問題となっていたが、現在の第4世代薬ミルナシプランでは安全性が向上し、心毒性がほぼみられなくなった。

筆者は、上記のセロトニンの上気道拡張効果の基礎データに着目し、いびき・いびき様呼吸・ストライダー症状があり、頭部X線およびビデオ透視検査で上気道閉塞が確認され

た14症例に対し内科的上気道拡張治療を試みた(図18)。投与量はミルナシプラン(トレドミン錠:旭化成ファーマ)1~2mg/kgを夜就寝前に1日1回を基本とし、重症度に応じて1日2回とした。このなかにBAS代償不全期と考えられる犬が3例いた。犬種は、狆2例、シー・ズー2例、チワワ2例、イングリッシュ・ブルドッグ、パグ、キャバリア・キング・チャールズ・スパニエル、マルチーズ、アメリカン・コッカー・スパニエル、ミニチュア・ダックスフンド、ポメラニアン、ヨークシャー・テリア各1例、性別は雄7例、雌7例、年齢は中央値9.46歳(0.83~12歳)、体重は中央値4.46kg(2.4~18.06kg)、投与期間は1日~10カ月間であった。いびき・いびき様呼吸・ストライダーの上気道閉塞症状消失を効果ありと判断した。2週間以内に効果を示したのは10/14例(71.4%)、1カ月間では9/11例(81.8%)だった(図19)。しかし、1~3カ月間に、上気道閉塞症状が再び現れ始める例が数頭認められ、投与期間が3カ月になると効果を維持できたのは3例だけであった。以上の結果から、ミルナシプランの1カ月以内の短期投与ならば有効の可能性ありと考えている。内科療法はあくまで短期療法であり、長期維持は困難なようである。この内科的上気道拡張はまだ試験的だが、適応としては、代償不全末期の手術リスク大の患者、周術期、外科療法の効果確認と術前期間、肥満動物の体重減量期、専門医受診までの一時的治療等が考えられ

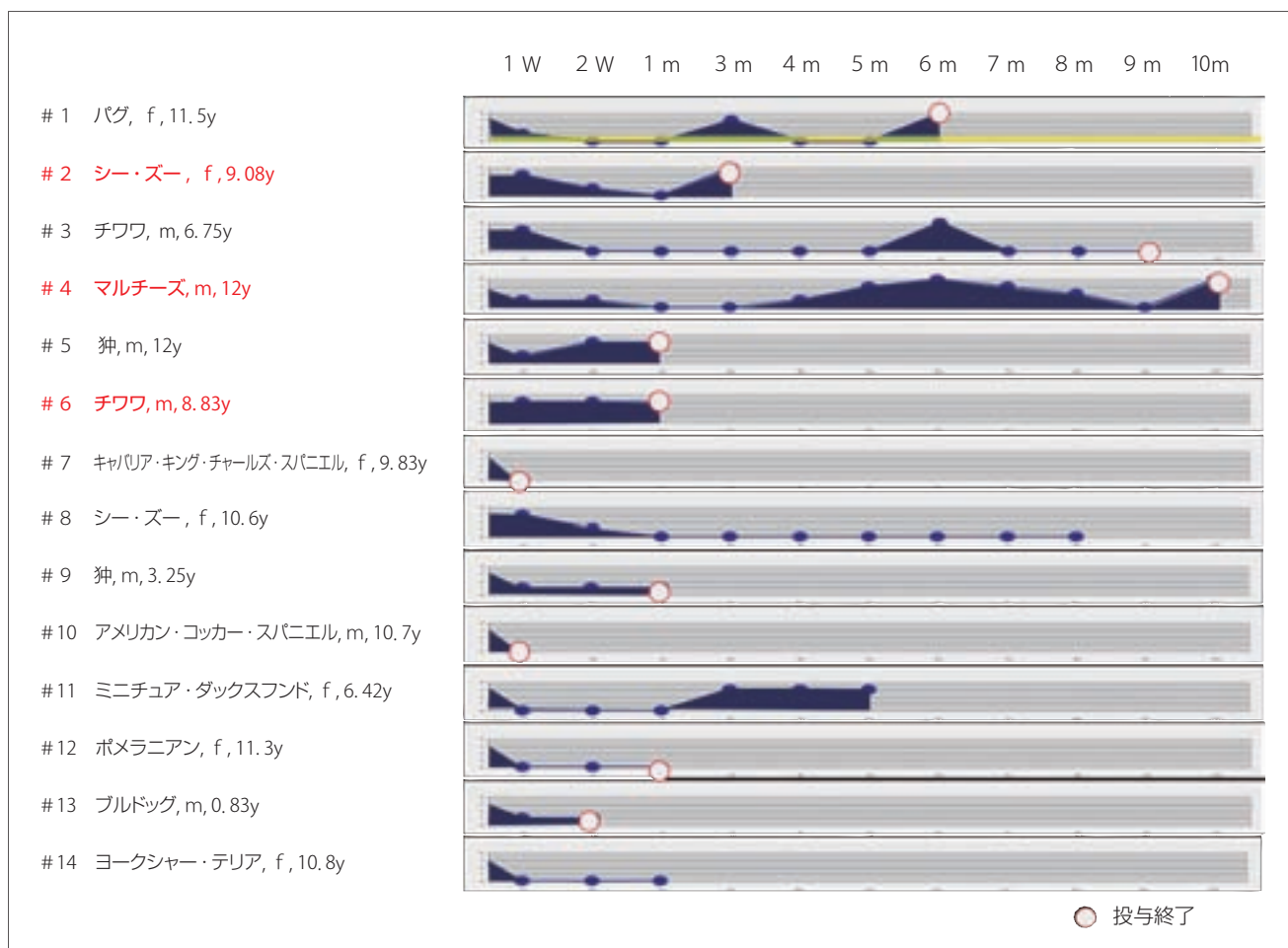


図18 上気道閉塞症状を示した14症例に対し、ミルナシプランによって内科的上気道開存を行った。図は各症例の経過を示す。横軸は経過期間、山の高さは症状の重症度、赤色字は代償不全期と診断した犬を示す。症例#5と#6で初期効果はみられなかったが、ほかの症例では有効であった

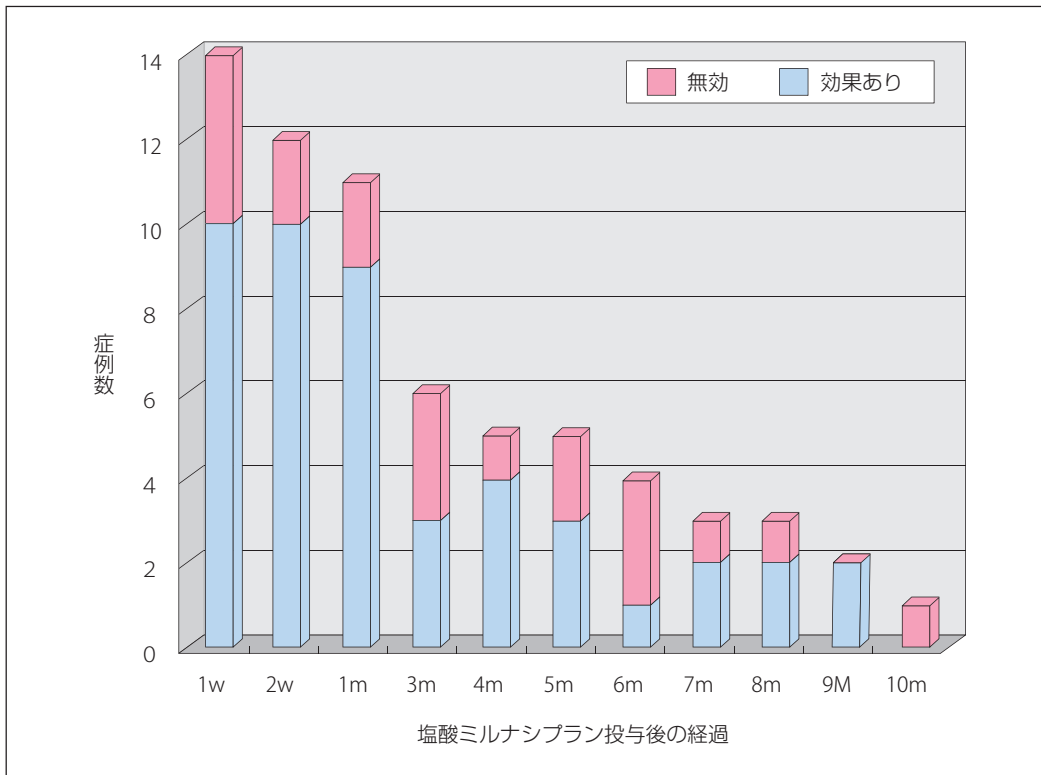


図19 ミルナシブラン投与継続期間と有効率。2週間以内に効果を示したのは10/14例(71.4%)、1カ月間では9/11例(81.8%)であった



図20 ダブルルーメン気管切開チューブ。軟口蓋切除術等上気道外科手術後に頸部気管に一時的に設置する。設置後、チューブ内が気道内分泌物で閉塞しないように2～4時間ごとに内筒を交換して管理する。設置部位は輪状軟骨から3～4リング下の気管軟骨間、チューブ外径は頸部気管径の75%程度が良い

る。一般的な副作用は、口渴・便秘等の抗コリン作用、心毒性、悪心・嘔吐、錯乱・興奮・震戦等のセロトニン症候群等がある。投与を試みた14例のなかで緑内障が1例、MR合併例に肺水腫が1例生じたことから、この2例には投与を中断した。

## 2 | 外科療法

外鼻孔狭窄には外鼻孔拡大術、軟口蓋過長には軟口蓋切除、反転喉頭小嚢には喉頭小嚢切除を実施する。外鼻孔狭窄+軟口蓋過長(1歳齢以下が多い)整復術では96%改善し成績良好であったが、反転喉頭小嚢+軟口蓋過長(高齢が多い)整復術では69%の改善率であった<sup>1)</sup>。また、BAS 118例のreviewでは、もっとも多い合併症は誤嚥性肺炎(15/118)であった。手術実施56例中、術後成績良好17例、良好16例、不良23例という結果で、術後死亡は8例(14%)あり、6例は誤嚥性肺炎で、そのうち5例はイングリッシュ・ブルドッグであった<sup>1)</sup>。

自験例では呼吸器科設立以来4年間で、18症例に対し軟口蓋切除術を行ってきた。全例とも外科リスクが高いと判断され、18例とも術後一時的に気管切開チューブを設置した。17例は経過良好で術後の呼吸トラブルは生じなかった。残りの1例は、誤嚥性肺炎を繰り返していた3歳齢のイングリッシュ・ブルドッグで、手術直後に誤嚥を起こし気管切開チューブより吸引等を繰り返したが、術後3日目に肺炎症状で死亡した。誤嚥性肺炎歴のあるイングリッシュ・ブルドッグの上気道整復術はリスクが非常に高く、外科適応外と考えるべきである。リスクの高い症例でも、代償期ならば、術後一時的に気管切開チューブ(図20)を設置し、術直後の咽頭閉塞による窒息や術後の術部浮腫等によって生じる一過性咽頭閉塞の合併症を防げる。しかし、喉頭虚脱や「咽頭虚脱」にすでに陥っている場合には、上気道拡張術はむしろ危険なので永久気管瘻設置が選択される。したがって、術前に両疾患を診断しておく必要がある。喉頭虚脱は術直前に内視鏡で観察して確定診断できる。

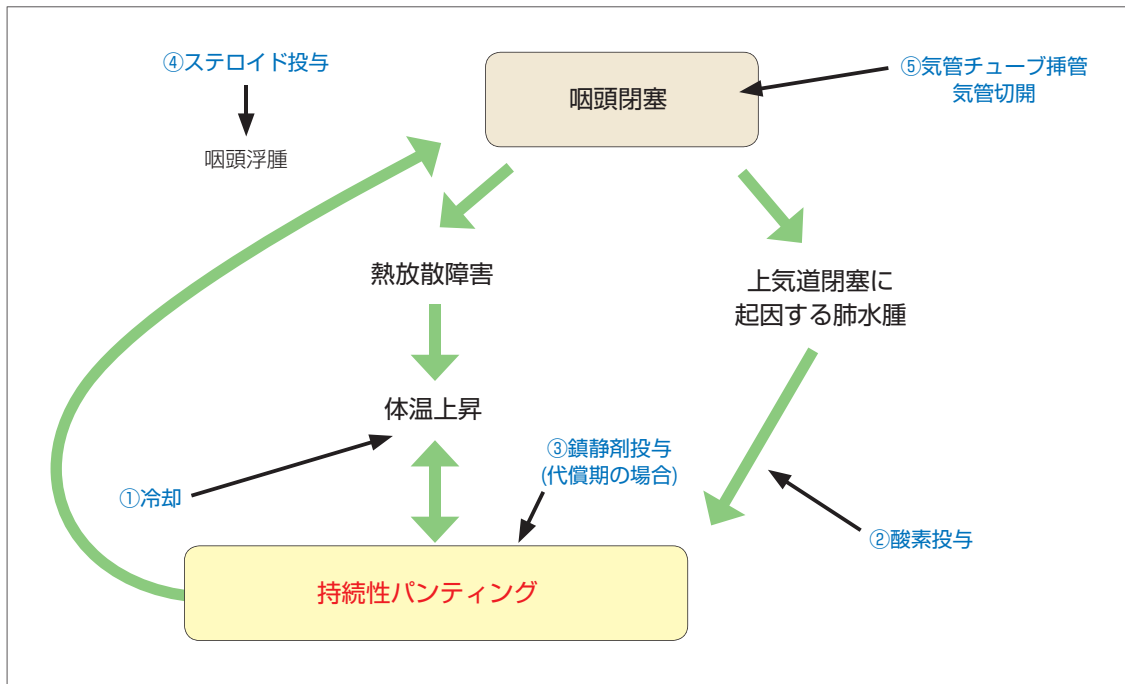


図 21 咽頭閉塞が引き起こす持続性パンティングまたは呼吸困難の機序。熱放散障害が体温上昇を引き起こし、パンティングが始まる。そして、パンティング自体が体温上昇を増幅させる。処置は、番号順に行う

### 3 | 救急療法

咽頭閉塞が引き起こす持続性パンティングまたは呼吸困難の機序を図 21 に示した。短頭種で 6 歳齢以上、かついびき歴や睡眠時無呼吸症歴がある犬が急性呼吸困難を示せば、まず BAS 代償不全による「咽頭虚脱」を疑ってよいと思われる。初期治療として、虚脱した犬にはまず、舌を引き出して気道を確保し呼吸を再開するかを確認し、再開がみられなければ気管内挿管し心肺蘇生を行う。「咽頭虚脱」にまで陥っていても、BAS 犬では喘鳴、チアノーゼ、持続性パンティングを示し、救急治療が必要となることがある。喘鳴およびチアノーゼを示す犬では、外部冷却+酸素+抗炎症量ステロイドを投与しつつ、虚脱に移行する可能性もあるので気管内挿管を準備しておく。持続性パンティングを示す犬ではまず外部冷却を徹底して行う。

#### 飼い主へのインフォメーション

飼い主には、他犬種に比べ短頭犬種の咽頭気道が著しく狭いことを図解して説明することが重要である。BAS は慢性進行性疾患であり、最期には「咽頭虚脱」を起こし呼吸ができなくなることがある。いびきや睡眠時無呼吸の症状があれば、年齢を追うにしたがって喉頭、気管、肺、心臓に負担が生じ、4 歳齢を超える頃からそれら臓器に機能障害が出始める。とくに、ヒトの会話の障害となるほどの非常に大きいいびきや、年齢にしたがい大きくなっていくいびきは、咽頭閉塞の病態が進行していることを意味し、非常に危険である。一般に代償不全症状のない 1~3 歳齢の時期に外科療法を行い、咽頭閉塞の進行を未然に防ぐのがもっとも安全な方法と考えられる。高齢になるほど術後咽頭閉塞のリスクが高くな

る。外科リスクが高い場合、短期間ではあるものの内科的上気道拡張療法で症状改善がみられる場合がある。

#### おわりに

BAS は、覚醒時には上気道拡張筋が活動亢進しているため上気道閉塞の問題が顕在化していない。そして、毎夜いびきや無呼吸症が生じ、次第に代償不全状態に知らぬ間に進行していく。いわば、「夜に進行していく」病気である。短頭犬種でいびきをかく犬は、すべてこのような経過をとる可能性がある。そのためにも、外科リスクの少ない、代償不全性変化が生じていない若齢のうちに外科矯正を行うのが最良の対処法と思われる。

#### 参考文献：

- 1) Hendricks J.C. : Brachycephalic Airway Syndrome. In : King LG, ed. Textbook of Respiratory Diseases in Dogs and Cats : 310-318, Elsevier SAUNDERS, 2004.
- 2) Hendricks J.C., Kline L.R., Kovalski R.J., et al. : The English bulldog : a natural model of sleep-disordered breathing, J Appl Physiol, 63 : 1344-1350, 1987.
- 3) Hendricks J.C., Petrof B.J., Panckeri K., et al. : Upper airway dilating muscle hyperactivity during non-rapid eye movement sleep in English bulldogs, Am Rev Respir Dis, 148 : 185-194, 1993.
- 4) 磯野史朗 : 【睡眠時無呼吸 最近の進歩と展望】睡眠時無呼吸の病態生理と呼吸調節 閉塞型睡眠時無呼吸 咽頭閉塞とその周期性のメカニズム, 最新医学, 64 : 14-21, 2009.
- 5) Schwartz D.R., Maroo A., Malhotra A., et al. : Negative pressure pulmonary hemorrhage, Chest, 115 : 1194-1197, 1999.
- 6) Weissman C., Damask M.C., Yang J. : Noncardiogenic pulmonary edema following laryngeal obstruction, Anesthesiology, 60 : 163-165, 1984.
- 7) Holt D.E. : Upper Airway Obstruction, Stertor, and Stridor. In : King LG, ed. Textbook of Respiratory Diseases in Dogs and Cats : 35-42, Elsevier SAUNDERS, 2004.