

上気道閉塞性疾患 ⑬

Epiglottic retroversion (喉頭蓋の後傾)

城下幸仁 (相模が丘動物病院 呼吸器科)

Epiglottic retroversion (喉頭蓋の後傾) とは？

吸気時に喉頭蓋が後屈し、喉頭口を部分閉塞または閉塞する状態を言う。本来は、吸気時に舌骨喉頭蓋筋は緊張し、喉頭蓋は舌根に近接するため、喉頭口は開口する。発症時は吸気努力を伴った大きな荒々しい音を伴ったストライダーを示す。

解剖および生理

喉頭蓋は喉頭軟骨の一部であり、先端の鋭いスベード状の形をしている。嚥下時に舌根とともに喉頭口を塞ぎ、摂食物の誤嚥を防ぐ役割がある¹⁾。喉頭蓋の尾側中央部と甲状軟骨の腹側面中央前端は、喉頭蓋茎と呼ばれる線維組織の固い束状物で連結している(図1)²⁾。

声門に対する喉頭蓋の位置は、舌、舌骨装置、舌骨喉頭蓋筋の動きに従って変化する。犬の舌骨喉頭蓋筋は、左右の角舌骨内面から起き、喉頭蓋の口側に終止する2対の筋であり、舌下神経に支配される(図2)。この2対の筋腹は喉頭蓋口側面の腹正中線に向かって1本の腱になって融合して終止している^{2,3)}。

吸気時に、舌骨喉頭蓋筋は収縮し、喉頭蓋は前方に牽引され喉頭蓋は軟口蓋の尾側端の位置と重なるように位置する⁴⁾。馬では鼻呼吸をするため、喉頭蓋と軟口蓋の接触は鼻咽頭と喉頭を直接交通させ、鼻呼吸を強化している⁵⁾。犬では、喉頭蓋の前方への動きは軟口蓋によって制限されないため、口呼吸やパンティングのときは、それらが効率的に行えるように喉頭蓋は舌根に接するように水平方向になる⁴⁾。

喉頭蓋が嚥下時に誤嚥を防止する役割があるかどうかについては議論がある。現在の知見では、嚥下時には舌骨喉頭蓋筋は弛緩し、舌根が喉頭蓋を声門に押し込み、喉頭への食塊流入を防ぐとされている¹⁾。しかし人医の文献にて、喉頭蓋は必ずしも誤嚥防止には必要ではないという証拠が示されている⁶⁾。喉頭蓋全切除で誤嚥を生じやすいと述べる研究者がいる一方⁷⁾、誤嚥は生じないとする研究者もいる⁸⁾。鳥などの多くの動物では喉頭蓋がない⁹⁾。猫では実験的に喉頭蓋全切除を行っても誤嚥が生じなかった⁶⁾。

原因

未だに十分に解明されていない。馬に両側の舌下および舌咽神経ブロックを行うと、トレッドミル運動負荷中に喉頭蓋が吸気時に声門に後屈したために¹⁰⁾、喉頭蓋の後傾は舌下神経や舌咽神経の外傷や変性で生じる可能性が考えられる³⁾。

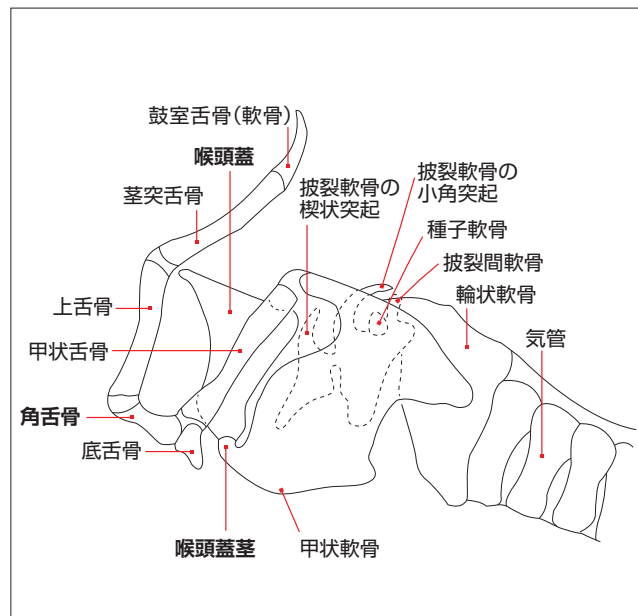


図1 犬の喉頭軟骨と舌骨装置。喉頭蓋は喉頭軟骨の一部であり、先端の鋭いスベード状の形をしている。喉頭蓋の尾側中央部と甲状軟骨の腹側面中央前端は、喉頭蓋茎と呼ばれる線維組織の固い束状物で連結している。舌骨喉頭蓋筋は角舌骨内面から起き喉頭蓋前面中央に終止する

出典：Evans H. E., Christensen G. C. 編著：Miller's ANATOMY OF THE DOG, 新版犬の解剖学 (望月公子監訳), 408, 図8-11 A, 学窓社, 1985.

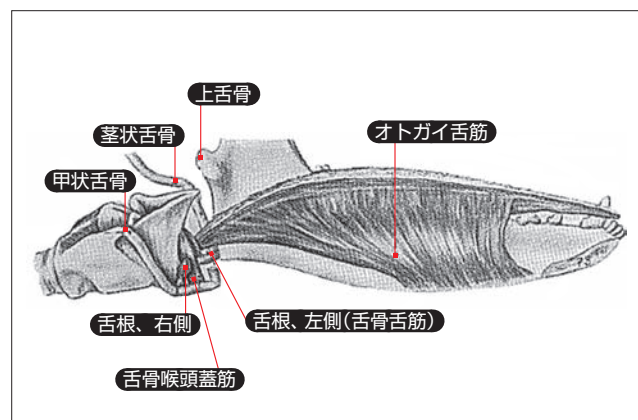


図2 犬の舌骨喉頭蓋筋は、左右の角舌骨内面から起き、喉頭蓋の口側に終止する2対の筋である。この2対の筋腹は喉頭蓋口側面の腹正中線に向かって1本の腱になって融合して終止している

出典：Evans H. E., Christensen G. C. 編著：Miller's ANATOMY OF THE DOG, 新版犬の解剖学 (望月公子監訳), 236, 図6-16, 学窓社, 1985.

犬2例の報告では、両例とも術中に舌骨喉頭蓋筋の生検が試みられたが、検体に筋組織がみられなかったという³⁾。標本採取が適切ではなかったのか、筋組織が変性して消失したのか、報告のなかでは明記されておらず、この病理組織検査結果と喉頭蓋の後傾との関連は不明である。

疫学

8歳齢、去勢雄のボクサーおよび10歳齢、不妊雌のヨークシャー・テリアの2例がEpiglottic retroversionによって重度の上気道閉塞を起こしたことが報告されている³⁾。筆者の知る限り、犬、猫での報告はこの1報のみである。

Epiglottic retroversionは、馬や人で呼吸困難の原因の1つとして報告されている¹¹⁻¹⁴⁾。馬では、運動不耐性やストライダーの徴候を示す。罹患した馬にトレッドミルで運動負荷をかけると、喉頭の内視鏡所見で吸気時に喉頭蓋が喉頭口に向け後屈することが観察される^{12,15)}。人では、新生児や小児における喉頭軟骨の発育過程でよくみられる喉頭軟化症(Laryngomalacia)^{16,17)}の一症状としてEpiglottic retroversionがある。その場合、多くの例で保存的に治療し、2歳齢程度になると自然治癒するという。ただし、重症例では外科適応となる。

問診および症状

パンティングに伴う重度なストライダーが特徴的である。軽度であれば、stertorとストライダーが同時に起こる。重症例であれば、急性上気道閉塞のためチアノーゼを起こす。いびきなどの睡眠呼吸障害が基礎にあったり、病的なパンティングが長期間継続していたりする場合がある。声帯領域に器質的変化を生じないため嘔声を伴わない。

診断

嘔声歴のない興奮時ストライダー、stertorとストライダーが同時に起きている場合に本疾患を疑う。覚醒下での頭部X線およびX線透視検査にて診断する。

頭部単純X線側面像では、吸気時に喉頭蓋が喉頭口に向け後屈し、喉頭を閉塞する所見が得られる。重症例では吸気時に動的頸部気管虚脱がみられる。同時に胸部単純X線検査を行えば、上気道閉塞に伴う陰圧性肺水腫を確認できるかもしれない。X線透視検査は、本疾患に対してもっとも検出力が高い検査である。吸気時に喉頭蓋が喉頭口に向け後屈し、呼気には前方の正常位に復する。このような喉頭蓋の異常運動が呼吸ごとにみられる。

動脈血ガス分析において、軽症例では異常はみられない。重症例の場合、陰圧性肺水腫を起こすため、低酸素血症およびAaDo₂

の軽度開大を示す。動脈血ガス分析は重症度や肺実質障害を調べることが可能となるため予後判定として有用である。

超音波検査は、喉頭蓋周辺には空気があるため診断には向いていない。CTやMRI検査では、喉頭蓋の動きを観察できないため診断できない。浅麻酔下や鎮静下での喉頭直視や内視鏡検査は、開口して口腔から観察するために喉頭蓋の位置や動きの評価に適さない。

鑑別すべき疾患は、喉頭麻痺、喉頭虚脱、反転喉頭小嚢、肉芽腫性喉頭炎などの炎症性喉頭疾患、喉頭嚢胞である。

治療

重症例で、安静、外部冷却、酸素投与を行っても急性上気道閉塞症状が改善しない場合、ただちに緊急気管切開が必要となる。

犬2例で喉頭蓋固定術(epiglottopexy)での治療成功例が報告された³⁾。2回に分け段階的に手術が行われた。まず、気管切開後に仮固定を行った。3-0の針付ナイロン糸にて喉頭蓋口側面の中央のひだ部分と舌根部の間に水平マットレス縫合を1糸かけた。喉頭蓋の角度が水平に保たれるように縫合の緊張度を調節した。その後覚醒させ、誤嚥など摂食障害が生じないことを確認し、24時間後に気切チューブを抜去した。その1~2日後、永久固定を行った。喉頭蓋口側面の中央ひだの舌側を幅10mm×長さ5mmだけ楔状に切除し、3-0PDSを用い4本の水平マットレス縫合を行った。縫合の緊張度は喉頭蓋が水平に位置するように調整した。気管切開チューブを設置し麻酔から覚醒させた。

動物では報告がないが、喉頭蓋部分切除術も人で良好な結果が得られている^{14,16)}。炭酸ガスレーザーでの部分切除は術後合併症がなく、ストライダーは術後完全に消失したという¹⁶⁾。

また、もし喉頭以前の上気道に閉塞性疾患が存在すれば、喉頭蓋の治療の前に基礎疾患の治療を検討する必要がある。

予後

現時点では小動物臨床領域での情報が少ないが、犬2例の報告では術後経過は良好であった³⁾。ボクサーでは術後6週、ヨークシャー・テリアでは術後4カ月で、ストライダーも、造影検査において喉頭蓋の後傾も誤嚥もみられなかったことが確認されている。人の報告でも上気道確保や開存に成功すれば、少なくとも上気道閉塞症状は改善され予後良好である。

症例

以下自験例を示す。ともに保存的に対処した。

症例 ①

ウェルシュ・コーギー・ペンブローク、雌、3歳齢

- 来院経緯：一般状態は良好だが、1歳齢未満の飼育開始時より興奮時ストライダーが著しく、いびきもあった。歯周病と診断され抜歯術が予定された。麻酔リスク評価も兼ね上気道疾患について精査を希望され、呼吸器科受診となった。
- 初診時：体重13.22kg、体温39.1℃、心拍数120回/分。BCS4でやや体重過剰。問診にて、咳、嘔声、gagging、摂食障害な

どはみられないが、頸部の体勢により寝苦しそうで、入眠までに30分くらいかかるとのことだった。

来院時、興奮のためパンティングが続いていた。可視粘膜色に異常はなく、パンティング時にroom air下においてSpO₂ 98%と正常を示したが、軽く強制的に閉口させるとSpO₂は94%に下がりstertor（低調な吸気時気道狭窄音、ズーズーという音）を示した。頬部のたるみを両側に軽く牽引すると確実に同時にstertorとストライダーが生じた（図3）。歩きながら、低調連続音のstertorと、音量が大きく荒々しいストライダーが同時に生じた。聴診では、咽頭にて吸気時および



図3 頬部のたるみを両側に軽く牽引すると確実にstertorとストライダーが同時に生じた



図4 頭部X線側面像。閉口吸気時、ストライダーと同期し、喉頭蓋が喉頭口の後屈し咽頭背側に接触していた。その際に軟口蓋は平坦化した



図5 同、閉口呼気時。喉頭蓋は軟口蓋尾側端にて背側で接し、軟口蓋は側面で分厚くなった

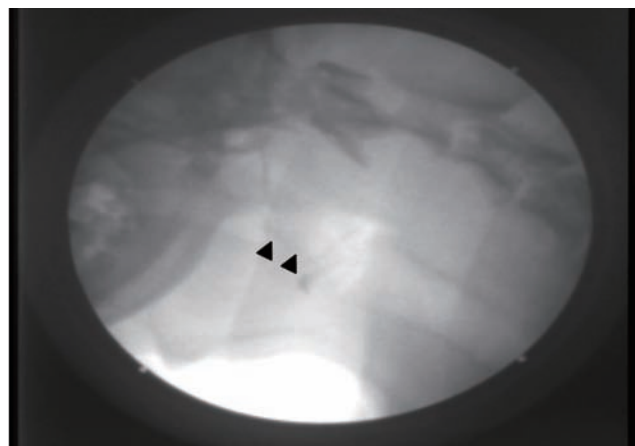


図6 X線透視検査所見。パンティング時には喉頭蓋は軟口蓋の腹側に移動し（矢頭）、舌根に接触するように前方に位置していた。これはパンティング時の正常な喉頭蓋の位置である

stertor時には低調な連続音、喉頭にて高調な連続音が認められた。CBCおよび血液化学検査で特記すべき変化はみられなかった。動脈血ガス分析でも、pH 7.43、Pco₂ 27 mmHg、Po₂ 94 mmHg、[HCO₃⁻] 17.6 mol/L、Base Excess -4.4 mol/L、AaDo₂ 24 mmHgと軽度の過換気を示すにすぎなかった。胸部X線画像でも著変はなかった。しかし、頭部のX線側面像およびX線透視では軟口蓋が厚く、閉口吸気時に喉頭蓋が喉頭口側に後屈し咽頭背側面に接触し、その際にストライダーが生じていた(図4)。その時軟口蓋はやや平坦化した。閉口呼気時には喉頭蓋は軟口蓋尾側端にて背側で接し、軟口蓋は側面で分厚くなった(図5)。パンティング時には喉頭蓋は軟口蓋の腹側に移動し、舌根に接触するように前方に位置していた(図6)。これはパンティング時の正常な喉頭蓋の位置である。

- 暫定診断：軟口蓋過長および喉頭蓋の運動異常。
- 治療および経過：軟口蓋は切除するほど過長を呈さず、軽度体重増加傾向がみられたために、減量により咽頭気道を開存させることにした。喉頭蓋の運動異常に関しては、病態が不明であり麻酔リスクを評価することができなかった。したがって、歯周疾患に対しては広範囲抗生物質(オルビフロキサシン3 mg/kg PO q24h)を2週間内服にて対処することにした。

5カ月後、逆くしゃみあり、stertorが悪化したとのことで再来院した。体重が13.68 kgに増え、頭部X線検査にて咽頭気道が初診時より呼吸相にかかわらず常に狭くなっていた。喉頭蓋の運動異常は依然としてあり、喉頭蓋接触による咽頭粘膜の浮腫と歯周病に関連した鼻腔内炎症による鼻道抵抗増大が原因と考え、抗生物質の再開と在宅ネブライザー療法(生理食塩液20 mL + ボスミン外用液0.5 mLを1日2回)を開始した。2週間後に症状が軽減し、ネブライザー療法の効果が認められたため継続した。さらに約1カ月半後、漿液性鼻汁とくしゃみが増



図7 初診時のストライダー。開口し、吸気時に大きな荒々しい音が生じていた

加してきたとのことで、ネブライザー療法の薬剤にゲンタマイシン0.5 mL/回を追加した。以降、stertorやストライダーは軽減した。

19カ月後のfollow-upでも喉頭蓋の運動異常は認められていたが、stertorの増加に関連して、ストライダーが生じたとのことで、飼い主の判断でstertorの悪化時にネブライザー療法を随時行っていた。その後、本症例と同じ喉頭蓋の運動異常を示した症例報告をみつけ、22カ月後の再診時に、Epiglottic retroversionと診断した。

本症例では、報告例のように重篤な上気道閉塞症状に至っておらず、減量による咽頭気道開存、3カ月に一度の無麻酔下での歯科衛生処置、間欠的なネブライザー療法にて保存的に管理することにした。しかし、ストライダー発現頻度が増加すると、症例報告のように重度の呼吸困難に至る可能性があり、できるだけ興奮を避け、保存療法を十分に行うよう指示した。

症例 2

ウェルシュ・コーギー・ペンブローク、雌、10歳齢

- 来院経緯：2日前に重度なストライダーが生じ止まらなくなり夜間病院受診。翌日、前医にて気管虚脱疑いにてプレドニゾン1 mg/kg SC、ジプロフィリン10 mg/kg SC、ブトルファンール0.4 mg/kg POの処置を受けたが、ストライダーは変わらず、精査加療のため呼吸器科紹介受診となった。
- 初診時：体重17.70 kg、体温38.7°C、呼吸数52回/分。BCS4でやや体重過剰。問診にて「2~3カ月前よりいびきが増大していたが覚醒時にはStertorなし、1カ月前より散歩時とその後ストライダーが続いていたが安静にすると5分程度で止まった。その頃から多飲多尿が始まっていた。最近2日間はほとん

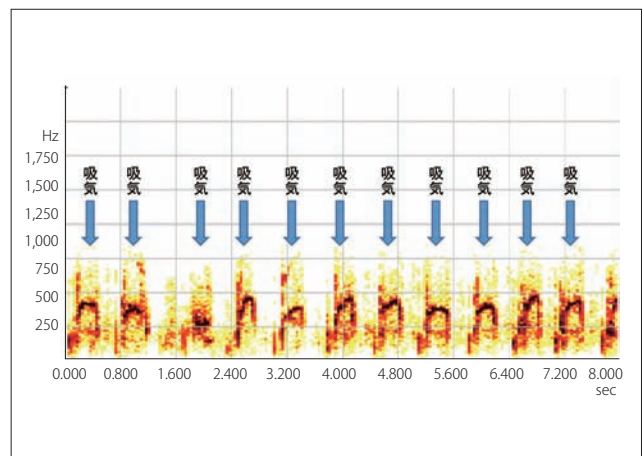


図8 咽喉頭の聴診所見。500 Hz以上の高調な連続性の気道狭窄音が呼吸ごとに聴取された

ど睡眠できず、嘔声、gagging、摂食障害などはみられない」とのことだった。膀胱炎の既往があるが、心疾患はなかった。

初診時、開口しながら音量が大きく荒々しいストライダーが続いていた(図7)。吸気努力があったが、頻呼吸を呈していた。聴診では、咽喉頭で最強の高音調の連続音が聴取され(図8)、肺野の正常呼吸音や副雑音は識別できなかった。胸部X線検査では、側面像にて吸気時動的頸部気管虚脱、および吸気時肺野にスリガラス様の間質陰影を呈し透過性低下(図9、10)、頭部のX線検査および透視検査では開口しながら、吸気時に喉頭蓋が喉頭口側に後屈し、咽喉背側面に接触し、その際にストライダーが生じていた(図11)。呼気時には喉頭蓋は軟口蓋尾側端にて背側で接した(図12)。披裂軟骨の外転は透視下で確認

された。CBC検査では白血球数の増加(WBC 25,400/mm³)、血液化学検査ではALPの上昇(506U/L)と総コレステロール値の増加(339mg/dL)、さらにCRPの軽度増加(3.55mg/dL)が認められた。動脈血ガス分析においても、pH 7.42、Pco₂ 35mmHg、Po₂ 67mmHg、[HCO₃⁻] 22.3mol/L、Base Excess -1.1mol/L、AaDo₂ 44mmHgと、換気血流比不均等による低酸素血症を示した。

●暫定診断：副腎皮質機能亢進症を背景とする肺血栓塞栓症疑い。そのため病的なパンティングが生じているが同時にEpiglottic retroversionもあり、上気道閉塞も起き、それが数日間続いたため、陰圧性肺水腫を合併したと考えた。鑑別疾患としては、喉頭腫瘍、喉頭虚脱、咽頭閉塞による熱中症、子宮蓄

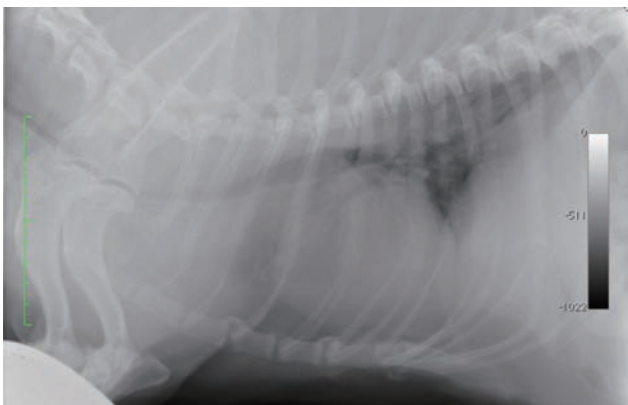


図9 初診時胸部X線写真側面像。吸気。頸部気管の虚脱と後肺野のスリガラス状間質陰影が認められた



図10 同じく、呼気。頸部気管の拡大がみられる。胸郭前口部の気管は扁平化が残っている。後肺野の間質陰影は吸気時より減少している。吸気時には上気道閉塞によって末梢気道がび漫性に虚脱していたと考えられる



図11 初診時頭部X線写真。吸気。開口しているが、喉頭蓋が後屈し喉頭口を塞いでいる(矢印)。そのため喉頭以下の頸部気管が動的虚脱を起こしている



図12 同じく、呼気。喉頭蓋は軟口蓋尾側端にて背側で接する位置に移動している(矢印)

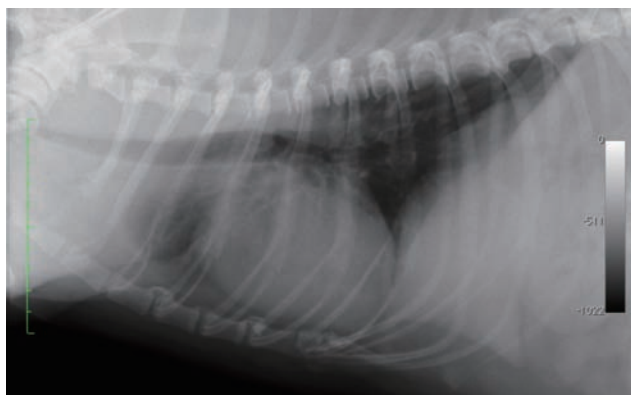


図13 治療開始後3日目の胸部X線写真。気管虚脱は改善し、後肺野の透過性もほぼ正常化した

膿症を考慮した。

- 治療および経過：肺血栓塞栓症にはヘパリン100U/kg SC q12h、上気道閉塞には低温管理、陰圧性肺水腫には安静および酸素投与、すなわち、室温18℃および Flo_2 0.25に設定しICU管理を徹底し、1日2回ヘパリン投与を行った。3日後、室温およびroom air下でストライダーは生じなくなり、呼吸状態は改善した。そのとき、CRP 0.40mg/dLと正常化、動脈血ガス分析にて Pao_2 79mmHg、 AaDo_2 30mmHgと肺機能改善、胸部X線検査にて肺野透過性はほぼ正常化し(図13)、頭部X線検査では喉頭蓋は正常運動に回復した。さらに、腹部超音波検査にて、左副腎頭側部に内部に混合エコーを示す直径20mmのマス病変が認められた(図14)。右副腎径は5.2mmと正常であった。子宮に液体貯留は認められなかった。ACTH刺激試験にて2時間後の血漿コルチゾール値は41.0 $\mu\text{g/dL}$ と著明に上昇していた。腹部超音波検査は仰臥姿勢で実施したが、ストライダーは生じなかった。副腎腫瘍と確定診断した。上記対症療法で呼吸症状は安定し、非呼吸器疾患と判明したので大学の腫瘍科に紹介診療となった。

考察

Epiglottic retroversionは、それ自体で外科整復を余議なくするほど重篤な呼吸困難を引き起こすこともあるが、多くは、鼻道閉塞や咽頭閉塞、または過換気が長時間持続する場合などに伴って、二次的に生じる現象の1つと考えられる。犬では、開口呼吸やパンティング時には、舌骨喉頭蓋筋は緊張し、さらに舌が前方に引き出されるため、舌骨喉頭蓋筋には大きな負荷がかかる。この負荷に耐えられなくなったとき、舌骨喉頭蓋筋が一過性に弛緩し、喉頭蓋はときどき後屈すると筆者は考えている。というのは、短頭種気道症候群や咽頭閉塞の症例でパンティングを起こしている場合、X線透視にて一過性によくこのEpiglottic retroversion



図14 治療開始後3日後の腹部超音波検査所見。左副腎頭側部に内部に混合エコーを示す直径20mmのマス病変が認められた

を認めるからである。

症例1および2ともペンブローク・ウェルシュ・コーギーであった。過去の報告では、ボクサーとヨークシャー・テリアであり、これら犬種に関連性を見出すことはできない。症例1では、幼齢時よりEpiglottic retroversionがみられ先天性要因が示唆された。症例2では、副腎皮質機能亢進症に継発する過換気がEpiglottic retroversionを引き起こしたと考えられた。

症例1では重度な呼吸困難には至らないが、耳障りなストライダーが興奮時にすぐに生じ、飼い主を不安にさせていた。鼻道閉塞や咽頭閉塞に関連していると思われる睡眠呼吸障害を随伴していた。6歳齢くらいの比較的成長した小児に、睡眠呼吸障害と関連して喉頭軟化症が起こることがあると報告されている¹³⁾。症例1では、喉頭蓋が接する咽頭背側壁が腫脹し、いびきやstertorが悪化した。それはEpiglottic retroversionを起こしやすくし悪循環にもなりうる。一般に、咽頭炎にはボスミンを混じた薬剤をネブライゼーションすると有効である。症例1では、stertorの減少などの効果がみられ、結果としてストライダーがある程度軽減された。

症例2では、臨床経過から、おそらく1カ月前から過換気が生じていたと推測される。副腎皮質機能亢進症は肺血栓塞栓症の危険因子疾患であり^{18,19)}、肺血栓塞栓症は例外なく病的なパンティングが起こる。2例の過去の症例報告のうち、10歳齢のヨークシャー・テリアは発症の1年前より呼吸困難があり、甲状腺機能低下症の治療を受けていたという³⁾。詳述はないが、副腎皮質機能亢進症による病的なパンティングを起こしていたかも知れない。

Epiglottic retroversionは、人では脳外傷¹⁴⁾や口頸部での広範な手術^{14,20)}の晩期合併症としても報告されている。これは、舌下神経や舌咽神経の外傷や変性が原因と考えられる。2例の症例報告のうち8歳齢、去勢雄のボクサーにはてんかん症状があった³⁾。中枢神経疾患や頭部に関連した外傷歴も問診で確認する必要がある。

おわりに

持続するパンティングにストライダーを伴った場合、Epiglottic retroversionが生じている可能性がある。その場合、まず、外部冷却や酸素投与を行い、パンティングを終息させる。それでも、パンティングが続くならば、肺血栓塞栓症や肺水腫を疑い、基礎疾患をみつけそれを治療する。放置しておくとう陰圧性肺水腫を合併し、呼吸困難症状は難治化してしまう。鑑別疾患は、喉頭麻痺、喉頭虚脱、喉頭腫瘍、炎症性喉頭疾患だが、嚙声の病歴がないことがこれら疾患との識別できる点である。

相模が丘動物病院 呼吸器科

www.sagamigaoka-ac.com

当院は呼吸器科のみの専門診療を行っています。呼吸器疾患症例紹介を受け付けております。詳細は、当院ホームページをご覧ください。

「基礎から学ぶ犬猫の呼吸器セミナー」を開催しております。当院ホームページより参加予約を受け付けております。呼吸器の臨床を基礎から学び直したいという方にお勧めです。

- a treatment for obstructive sleep apnea and laryngomalacia, *Ann Otol Rhinol Laryngol*, 109 : 1140-1145, 2000.
- 17) Lawrence R., Thevasagayam R., Bateman N.: The Presentation and Diagnosis of Laryngomalacia In Eighteen Children Aged Over Two Years, *Clin Otolaryngol*, 2013.
- 18) Van Zaane B., Nur E., Squizzato A., et al.: Hypercoagulable state in Cushing's syndrome: a systematic review, *J Clin Endocrinol Metab*, 94 : 2743-2750, 2009.
- 19) Johnson L.R., Lappin M.R., Baker D.C.: Pulmonary thromboembolism in 29 dogs : 1985-1995. *J Vet Intern Med*, 13 : 338-345, 1999.
- 20) Kletzker G.R., Bastian R.W.: Acquired airway obstruction from histologically normal, abnormally mobile supraglottic soft tissues, *Laryngoscope*, 100 : 375-379, 1990.

参考文献:

- 1) Kendall KA., Leonard R.J., McKenzie S.: Airway protection : evaluation with video fluoroscopy, *Dysphagia*, 19 : 65-70, 2004.
- 2) Evans H.E.: *Miller's Anatomy of the Dog*, 3rd ed, W.B.Saunders, 1993.
- 3) Flanders J.A., Thompson M.S.: Dyspnea caused by epiglottic retroversion in two dogs, *J Am Vet Med Assoc*, 235 : 1330-1335, 2009.
- 4) Amis T.C., O'Neill N., Van der Touw T., et al.: Control of epiglottic position in dogs : role of negative upper airway pressure, *Respir Physiol*, 105 : 187-194, 1996.
- 5) Holcombe S.J., Cornelisse C.J., Berney C., et al.: Electromyographic activity of the hyoepiglotticus muscle and control of epiglottis position in horses, *Am J Vet Res*, 63 : 1617-1621, 2002.
- 6) Medda B.K., Kern M., Ren J., et al.: Relative contribution of various airway protective mechanisms to prevention of aspiration during swallowing, *Am J Physiol Gastrointest Liver Physiol*, 284 : G933-939, 2003.
- 7) Oeken J., Hansch U., Thiel S., et al.: Swallowing function after endoscopic resection of supraglottic carcinoma with the carbon dioxide laser, *Eur Arch Otorhinolaryngol*, 258 : 250-254, 2001.
- 8) Zeitel S.M., Vaughan C.W., Domanowski G.F., et al.: Laser epiglottectomy : endoscopic technique and indications, *Otolaryngol Head Neck Surg*, 103 : 337-343, 1990.
- 9) Negus V.E.: The Function of the Epiglottis, *J Anat*, 62 : 1-8, 1927.
- 10) Holcombe S.J., Derksen F.J., Stick J.A., et al.: Effects of bilateral hypoglossal and glossopharyngeal nerve blocks on epiglottic and soft palate position in exercising horses, *Am J Vet Res*, 58 : 1022-1026, 1997.
- 11) Chetty K.G., Kadifa F., Berry R.B., et al.: Acquired laryngomalacia as a cause of obstructive sleep apnea, *Chest*, 106 : 1898-1899, 1994.
- 12) Parente E.J., Martin B.B., Tulleners E.P.: Epiglottic retroversion as a cause of upper airway obstruction in two horses, *Equine Vet J*, 30 : 270-272, 1998.
- 13) Richter G.T., Rutter M.J., deAlarcon A., et al.: Late-onset laryngomalacia : a variant of disease, *Arch Otolaryngol Head Neck Surg*, 134 : 75-80, 2008.
- 14) Woo P.: Acquired laryngomalacia : epiglottis prolapse as a cause of airway obstruction, *Ann Otol Rhinol Laryngol*, 101 : 314-320, 1992.
- 15) Tan R.H., Dowling B.A., Dart A.J.: High-speed treadmill videoendoscopic examination of the upper respiratory tract in the horse : the results of 291 clinical cases, *Vet J*, 170 : 243-248, 2005.
- 16) Golz A., Goldenberg D., Westerman S.T., et al.: Laser partial epiglottidectomy as