

短頭種犬の麻酔、その注意点を学ぶ

山下和人（酪農学園大学獣医学部伴侶動物医療教育群 附属動物病院麻酔科）

はじめに

ブルドッグ、ボストン・テリア、チャウ・チャウ、ペキニーズ、パグ、シー・ズーといった短頭種犬では、その解剖学的特徴である垂れ下がった軟口蓋と狭い気道によって、覚醒状態でも呼吸困難を示すことがある。とくに、夏の高湿多湿環境では呼吸困難を生じやすい。全身麻酔下では、気道閉塞の程度は複雑になり、気管挿管して気道確保をしていなければ大きな喘鳴音（いびき）を生じる。したがって、短頭種犬の麻酔管理は、麻酔事故の不安を抱えながら緊張感を持って実施されている。短頭種犬を安全に麻酔管理するためには、確実に気道を確保するとともに、麻酔回復の延長を防止し、動物自身による気道コントロールを素早く回復させることが重要であり、そのためにも急速に代謝排泄される作用時間の短い麻酔薬を使用することが賢明である。本稿では、短頭種犬の麻酔時の合併症を確認するとともに、その対処法について概説する。

小動物臨床における麻酔関連死亡率と短頭種犬

医療における麻酔関連死亡率は、0.04～0.06%とされている¹⁾。これに対し、獣医臨床における麻酔関連死亡率は高く、欧米で実施された犬、猫に関する大規模調査では麻酔関連死亡率は0.1～0.3%と報告され²⁻⁴⁾、二次診療施設では0.25～0.60%とさらに高いと考えられている^{5,6)}。酪農学園大学附属動物病院（RGU-VTH）麻酔科では、2004～2007年度の4年間に延べ犬6,106頭および猫1,043頭に鎮静不動化また

は全身麻酔を実施した。このうち犬16頭および猫5頭が麻酔処置後7日以内に死亡した（麻酔関連死亡率：犬0.26%、猫0.48%）⁷⁾。これらの犬の鎮静不動化・全身麻酔例は90犬種に及び、そのうち短頭種犬は延べ982頭を占め（シー・ズー625頭、パグ205頭、ペキニーズ65頭、フレンチ・ブルドッグ41頭、狆16頭、ボクサー15頭、ボストン・テリア9頭、イングリッシュ・ブルドッグ3頭、ラサ・アプソ2頭、チャウ・チャウ1頭）、麻酔関連死亡例の1/4（4頭）は短頭種犬のシー・ズーが占めた（表1）。RGU-VTH麻酔科における短頭種犬の麻酔関連死亡率は0.41%となり、全体の麻酔関連死亡率よりも高い傾向を認めている。

短頭種犬の解剖学的特徴と麻酔リスク

短頭種犬には上部気道に解剖学的異常を持っている場合が多く、鼻孔狭窄、軟口蓋過長のほか、重症になると喉頭小嚢の外転や喉頭の変形（虚脱）を生じる（図1および2）。これは“短頭種気道症候群”と呼ばれる⁸⁾。“短頭種気道症候群”の症例では、気道横断面積の減少によって気流抵抗が大きく、強い呼吸運動が要求される。その結果、喘鳴音を伴う特有の呼吸様式を示し、しばしば呼吸困難（とくに吸気時）に陥って低酸素症を生じる。また、持続的な低酸素症に伴って多血症を呈することもある。さらに、夏の高湿多湿環境下や興奮時には呼吸困難が悪化し、高体温を呈することもある。重症例では興奮によってチアノーゼを呈してショックに陥ることあり、“短頭種気道症候群”のある症例の診断検査では、ストレスを与えない取り扱いが必要である⁹⁾。また、短頭種犬では迷走神経性緊張が高い場合が多い。気管挿管が困難な

表1 酪農学園大学附属動物病院における犬種別麻酔関連死亡率ランキング

犬種	死亡数/総数(頭)	犬種内の死亡率(%)
1. ミニチュア・ピンシャー	1/23	4.35
2. シベリアン・ハスキー	2/196	1.03
3. パピヨン	1/102	0.98
4. ポメラニアン	1/121	0.83
5. シー・ズー	4/625	0.64
6. ヨークシャー・テリア	1/184	0.54
7. 雑種	2/601	0.33
8. ゴールデン・レトリバー	2/613	0.33
9. ビーグル	1/384	0.26
10. ミニチュア・ダックスフンド	1/636	0.16
全体	16/6,106	0.26

2004～2007年度の4年間に延べ犬6,106頭および猫1,043頭の鎮静不動化または全身麻酔を実施した。このうち、犬16頭および猫5頭が麻酔処置後7日以内に死亡した（麻酔関連死亡率：犬0.26%、猫0.48%）⁷⁾

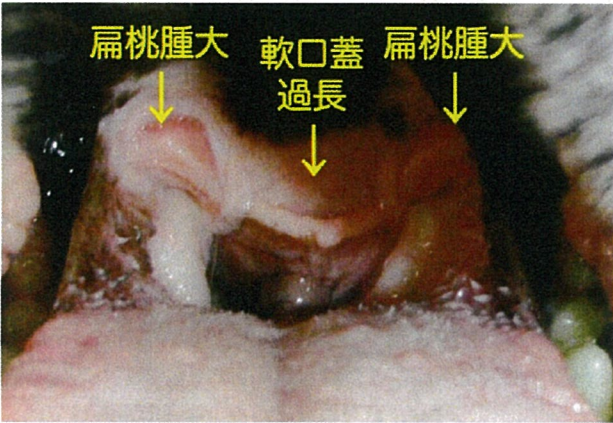


図1 短頭種犬（バグ、雄、8歳齢）の外貌と喉頭

ことによる過度の咽頭操作や迷走神経緊張を高める薬物（オピオイドなど）によって、重度の徐脈やさらなる気道狭窄が引き起こされる可能性がある¹⁰⁾。

犬、猫の麻酔関連死亡例の死亡原因の30～70%は、麻酔薬の過剰投与とこれによる循環障害とされている^{2,4)}。また、呼吸器系合併症も麻酔関連死亡を引き起こす基礎疾患として重要であり、犬では死亡原因の30～40%、猫では40～50%を占めると報告されている^{2,4)}。なかでも、短頭種犬は比較的高い頻度で麻酔中の心肺停止や気道閉塞を生じることが報告されている^{2,4)}。とくに、短頭種犬では気道閉塞が麻酔関連死亡を引き起こす呼吸器系合併症のおもな原因とされ、そのほかに気管挿管による合併症や呼吸不全もその原因として報告されている^{2,4)}。

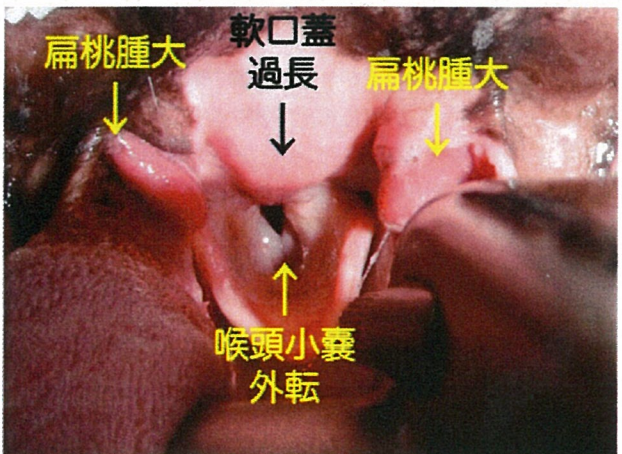
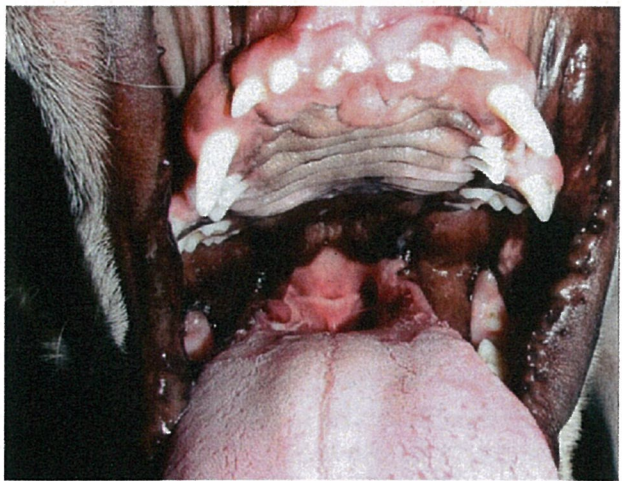
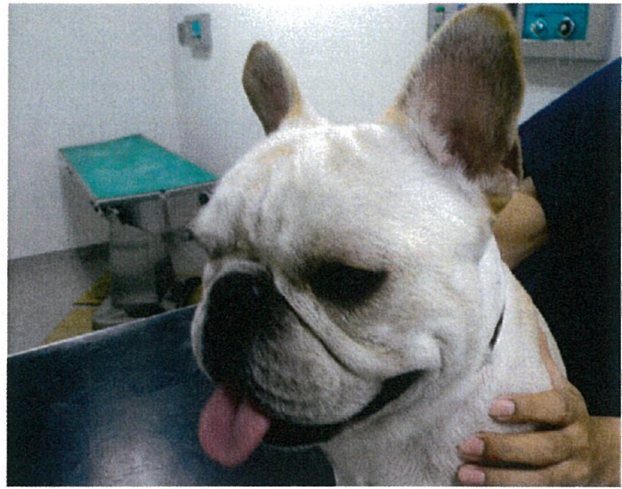


図2 短頭種犬（フレンチ・ブルドッグ、雄、1歳齢）の外貌と喉頭

短頭種犬の麻酔管理

短頭種犬の麻酔管理における麻酔担当獣医師の目標は、1) 必要以上に深い鎮静を避け（とくに症例を持続的に監視できない場合）、2) 注射麻酔薬の静脈内投与によって素早く気管挿管し、3) 症例が適切に麻酔回復するまで気管挿管を維持することにある。麻酔導入前には、酸素を吸入させて症例をかみならず酸素化する。麻酔中には、気管挿管して気道を確保し、調節呼吸で呼吸管理する必要がある。とくに、肥満した短頭種犬では、1回換気量の低下と機能的換気量の低下によって換気能が障害されるため、調節呼吸が必須である。麻酔回復期にも呼吸循環状態に注意を払い、症例が気管チューブを強く嫌がるようになった時点で適切に麻酔回復したと判断する。

1) 麻酔前投薬

麻酔前投薬は、鎮静・先取り鎮痛・筋弛緩作用を得ることを目的として実施され、抗コリン作動薬、トランキライザー（フェノチアジン、ブチロフェノン、ベンゾジアゼピン）、 α_2 -アドレナリン受容体作動薬（ α_2 -作動薬）、オピオイド、ケタミン、および非ステロイド系抗炎症薬（NSAID）が利用されている。短頭種犬では興奮によって呼吸困難に陥りやすく、麻酔前投薬によって十分な安静状態を得る必要がある。一方で、麻酔前投薬に用いられるトランキライザーや鎮静薬は比較的強い筋弛緩作用を示し、喉頭周囲の筋弛緩によって上部気道の閉塞を助長する危険性がある。短頭種犬では迷走神経性緊張が高い場合が多く、抗コリン作動薬（アトロピン、グリコピロレート）の投与によって麻酔導入時の重度の徐脈やさらなる気道狭窄を防止できる。しかしながら、気道分泌物の粘稠度が増大し、気道閉塞を引き起こす可能性もある。したがって、短頭種犬の麻酔前投薬では、症例に応じて十分な鎮静状態を得るとともに、麻酔前投薬前より酸素吸入によって十分に酸素化し、麻酔導入後の気道確保までに低酸素血症に陥らないように配慮する必要がある。

2) 麻酔導入

短頭種犬の麻酔導入では、できるだけ速やかに気管チューブを気管挿管して気道を確保し、補助換気または調節呼吸できる体制を確立する必要がある。したがって、マスク導入ではなく、プロポフォールなどの注射麻酔薬を静脈内投与して急速に麻酔導入する。

短頭種犬では、垂れ下がった軟口蓋で喉頭を十分に観察できない場合も多い。伏臥位または横臥位で気管挿管する場合には、舌を下顎犬歯の間からしっかり引き出して口を大きく開口させ、舌を引っ張り出したほうの手で大きめのブレードを取り付けたマッキントッシュ型喉頭鏡を操作し、そのブレード先端を舌根部にしっかり当てて、押さえ込むように手首を強く屈曲させて喉頭を確認する（図3）。もう一方の手で先端から15cm程度まで軽く弧を描くように曲げたスタイレットを挿入した気管チューブを口に挿入し、気管チューブの途中で垂れ下がった軟口蓋を持ち上げて喉頭をみやすくし、気管チューブ先端を喉頭蓋表面に這わせるように気管挿管する。また、同様に曲げた長いスタイレットの先端をまず

気管内に浅く挿入し、これをガイドとして気管チューブを進める方法もある。この場合には、気管を物理的に損傷しないように注意する必要がある。

喉頭虚脱や喉頭小囊の外転など、喉頭の状況によっては喉頭径が制限されて、用意した気管チューブを容易に挿管できない場合もあることから、かならず複数のサイズの気管チューブを準備しておく。気管挿管後は、気管チューブが滑脱しないようにテープなどで固定しておく。下顎切除などの口腔手術では、手術操作中に気管チューブの滑脱が生じやすいので、頬部に縫合固定することも必要である（図4）。

軟口蓋過長が重度の場合には、症例を仰臥位に保定することで軟口蓋が喉頭から離れ、喉頭を観察しやすくなる。しかし、麻酔導入直後の動物を仰臥にすると、腹部臓器が後大静脈を圧迫するなど循環動態へ大きな影響を及ぼす場合もあり、注意を要する。仰臥位では、上顎に紐を回して下向きに引き、舌を下顎犬歯の間からしっかり引き出して下顎を上方に持ち上げて口を大きく開口させ、舌を引き出した手でマッキントッシュ型喉頭鏡を操作し、喉頭鏡のブレード先端を舌根部にしっかり当てて持ち上げるように手首を強く屈曲させて喉頭を確認する。

3) 麻酔維持

気管チューブを挿管できれば酸素化が容易になり、その後の麻酔維持は吸入麻酔または全静脈麻酔のいずれも利用できる。麻酔回復の速やかさを考慮すると、吸入麻酔ではセボフルランまたはイソフルランが好ましい。また、全静脈麻酔では、麻酔深度の調節性と麻酔回復の速やかなプロポフォールを用い、さらに鎮痛効果の追加を目的としてオピオイドやケタミンの持続静脈内投与（CRI）を併用すべきである。オピオイドのCRIでは、ブトルファンール、モルヒネ、フェンタニル、あるいはレミフェンタニルを用いることができるが、鎮痛効果の強さと麻酔回復の速やかさを考慮するとフェンタニルまたはレミフェンタニルが好ましいといえる。とくに、レミフェンタニルは代謝排泄が非常に速やかであり、長時間CRIで投与しても麻酔回復の遅延が非常に起こりにくい。

4) 麻酔中の呼吸循環管理

セボフルランやイソフルラン、あるいはプロポフォールなどの麻酔回復の速やかな全身麻酔薬や、フェンタニルまたはレミフェンタニルなどのオピオイドは、比較的強い呼吸抑制を生じることから、これらを用いた全身麻酔では麻酔中に調節呼吸による呼吸管理が必要となる。とくに、肥満した短頭種犬では、1回換気量の低下と機能的換気量の低下によって換気能が障害されており、麻酔薬によって換気障害が助長されるため、調節呼吸が必須である。一方で、調節呼吸による過大な気道内圧の上昇は胸腔内圧の上昇を招き、その結果、胸腔への静脈還流量（前負荷）の低下によって循環抑制（心拍出量低下、低血圧）が引き起こされる。したがって、麻酔中には、麻酔モニタリングによって症例の麻酔状態と呼吸循環状態を把握し、要求される麻酔深度を維持するとともに、酸素化・換気・循環状態が許容範囲内で推移するよう呼吸循環を管理する必要がある。

短頭種犬の呼吸循環系の麻酔モニタリングでは、五感による麻酔モニタリング法（心拍数および呼吸数の計測、呼吸様

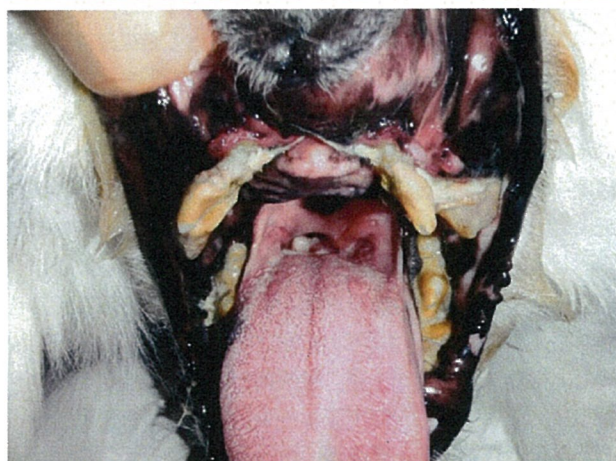


図3 短頭種犬（ペキニーズ、雄、11歳齢）の麻酔導入と喉頭鏡を用いた喉頭の展開

図4 短頭種犬（シー・ズー、雌、14歳齢）の片側下顎切除術における気管チューブの縫合固定

式の観察、脈の触知、可視粘膜の観察など)に加え、非侵襲的な麻酔モニタリング法(オシロメトリック式自動血圧計、カプノメーター、パルスオキシメーター、心電図など)を用い、麻酔中の呼吸循環機能の異常を検知する感度と精度を上げるべきである。

犬に調節呼吸を実施する際のガイドラインとして、呼吸数8~14回/分、吸気時間:呼気時間比(I/E比)=1:1.5~3.0、1回換気量10~20mL/kg、最大気道内圧(PIP)を10~20cmH₂Oとすることが推奨されている¹¹⁻¹³⁾。また、犬ではカプノメーターで肺胞相プラトーが得られている終末呼気炭酸ガス分圧(PETCO₂)値を動脈血炭酸ガス分圧(PaCO₂)の指標として利用でき、PETCO₂35~40mmHgであれば換気状態は良好であると報告されている^{14,15)}。従量式人工呼吸器を用いて調節呼吸を開始する際には、まず、換気条件を呼吸数12回/分、I/E比=1:2(すなわち5秒間に1回の呼吸、吸気時間約1.6秒、呼気時間約3.4秒)、および1回換気量15mL/kgに設定して人工呼吸器を作動させ、続いて、麻酔回路内のマノメーターでPIP 10cmH₂Oとなるように1回換気量を調整し、さらに、カプノメーターでPETCO₂35~40mmHgの範囲に維持されるように1回換気量を調整する。従量式人工呼吸器を用いて調節呼吸を開始する際には、まず、換気条件を呼吸数12回/分、I/E比=1:2、およびPIP 10cmH₂Oとなるように設定して人工呼吸器を作動させ、さらに、カプノメーターでPETCO₂35~40mmHgの範囲に維持されるようにPIPを調整する。

各臓器は、血圧(灌流圧)の変化に対して血流を一定に維持する自己調節能を持っている¹⁶⁾。自己調節能の強さは臓器によって大きく異なるが、臓器灌流を適切に保つためには平均動脈血圧 \geq 60mmHgとする必要がある¹⁷⁾。動脈血圧、全身血管抵抗(後負荷)、心拍出量、および1回拍出量には、以下の関係がある¹⁷⁾。

- 動脈血圧=心拍出量×全身血管抵抗(後負荷)
- 心拍出量=心拍数×1回拍出量
- 1回拍出量=前負荷×心拡張性×心収縮性÷後負荷

全身麻酔に使用される薬物の多く(α_2 -作動薬を除く)は血管拡張作用があり、用量依存性に心機能を抑制することから、麻酔中には血圧が低下することがある。平均動脈血圧が60mmHgを下回る低血圧では、臓器灌流を維持する自己調節能を維持できなくなることから、血圧を維持する治療が必要となる。低血圧の原因が徐脈による心拍出量の低下にある場合には、抗コリン作動薬による治療が有効である。しかしながら、低血圧に対して圧受容体反射によって心拍数が増加している場合には、1回拍出量の増加によって心拍出量の増大を図る必要がある。この場合には、静脈内輸液速度の増加(例:輸液剤20mL/kgの急速IV投与)や β_1 -受容体刺激による心収縮性の増大(ドブタミンやドパミンのCRI投与)を実施する。一方、アセプロマジンなどのフェノチアジン系トランキライザーは血管拡張作用が強く、麻酔前投薬に使用されると麻酔中の低血圧に対して前負荷を増加させても十分に血圧が回復しない場合がある。また、ドブタミンやドパミンは β_1 -受容体選択性が高いものの、高用量では β_2 -受容体

を同時に刺激して血管拡張を生じることから、アセプロマジンを麻酔前投薬した症例では、心収縮力増大によって心拍出量が増加しても、思いどおりに血圧が高くない場合もある。このような場合には、フェニレフリンなどの血管収縮薬で後負荷の増大を図ることで血圧を回復できるが、過剰に後負荷を増大させると1回拍出量が低下することから、心拍出量を確認できない状況下では慎重に投与する必要がある。

心疾患のある症例では、心不全の臨床徴候が認められなくても、心機能低下に対して神経ホルモン機構を介した代償性反応(交感神経の緊張亢進、レニン-アンジオテンシン-アルドステロン系の活性化、抗利尿ホルモンの放出)を生じ、循環血液量と血管緊張性が増加している¹⁸⁾。したがって、これらの症例では、代償反応による前負荷と血管抵抗の増大が予想されることから、低血圧に対する治療としてはドブタミンやドパミンによる心収縮性の増大が第一選択となる。

5) 麻酔回復

麻酔終了後には、症例が適切に麻酔回復するまで気管挿管を維持する必要がある。麻酔回復期には伏臥位保定として呼吸循環状態に注意を払い、症例が気管チューブを強く嫌がるようになった時点で適切に麻酔回復したと判断して抜管する(図5)。必要に応じて、麻酔終了時に酸素吸入用の経鼻カテーテルを設置しておく(カテーテル先端を咽頭まで挿入する必要はなく、鼻腔内に留める)。経鼻カテーテルでの酸素吸入では、酸素流量を50mL/kg/分とすることによって吸入酸素濃度を40~50%程度に高めることができる(図6)。

麻酔プロトコルにオピオイドを使用した場合には、ナロキソンでオピオイドを拮抗することによって動物自身で気道を維持できるようになるまでの回復時間を早められる。しかしながら、痛みの強い症例や苦痛のある動物では、抜管後に呼吸困難がより重度になる可能性がある。したがって、オピオイドを拮抗する際には、拮抗に伴って生じる痛みやストレスの増大といった潜在的な合併症を十分に考慮すべきである。咽頭に過剰な組織が存在することから、短頭種犬では、抜管直後に犬の頸部を伸展させて舌を引っ張り出して保持する(図5および6)。麻酔回復期の呼吸困難に備えて、純酸素の供給源、気管チューブ、喉頭鏡、および静脈内投与できる注射麻酔薬(例:プロポフォール)をいつでも利用できるように準備しておく。麻酔後の短頭種犬では、その換気状態を、麻酔回復後少なくとも1時間は綿密に観察する必要がある。

6) 術後管理

短頭種犬にかぎらず、術後の症例には、ゆっくりとした呼吸を維持することによって呼吸困難を生じない環境を整えることが重要である。術後疼痛、バンデージによる胸部や腹部の締め付け、体温上昇、尿の貯留などは浅速呼吸の原因となり、呼吸運動による酸素消費量の増加と浅速呼吸における肺胞換気量の低下によって低酸素血症に陥る可能性がある。適切な術後疼痛管理、乾燥し清潔な入院環境、動物の要求(食欲、飲水、排尿排便)に応じた看護によって、術後管理で入院する動物のストレスを最小限にする努力が望まれる。自力での食事や飲水ができない症例では、部分的静脈栄養などによる積極的な栄養管理も考慮すべきである。



図6 経鼻カテーテルを用いた酸素吸入



図5 短頭種犬の麻酔回復 (図3と同じ症例)

おわりに

短頭種犬における全身麻酔では、麻酔導入時の気道確保と麻酔回復期の呼吸状態の維持による低酸素血症の予防がその生死を分けるといっても過言ではない。気管挿管の技術向上と麻酔回復期に動物を綿密に観察する習慣は、短頭種犬以外の動物の麻酔管理の安全性を高めてくれるに違いない。本稿が読者諸氏の日常診療における麻酔管理に少しでも役立てば幸いである。わが国の犬、猫の麻酔関連死亡率が少しでも下がるよう、北の大地から願っている。

参考文献：

- 1) 入田和男, 津崎晃一, 讃岐美智義ら：危機的偶発症発生に低下傾向：危機的偶発症に関する麻酔関連偶発症例調査2005の速報と最近5年間の推移. 麻酔, 56, 1433-1446, 2007.
- 2) Clarke K. W., Hall L. W. : A survey of anesthesia in small animal practice. AVA/BSAVA report, J Vet Anaesth, 17, 4-10, 1990.
- 3) Dodman N. H., Lamb L. A. : Survey of small animal anesthetic practice in Vermont. J Am Anim Hosp Assoc, 28, 439-444, 1992.
- 4) Dyson D. H., Grant M. M. : Morbidity and mortality associated with anesthetic management in small animal veterinary practice in Ontario. J Am Anim Hosp Assoc, 34, 325-335, 1998.
- 5) Gaynor J. S., Dunlop C. D., Wagner A. E., et al. : Complications and mortality associated with anesthesia in dogs and cats. J Am Anim Hosp Assoc, 35, 13-17, 1999.
- 6) Brodbelt D. C., Hammond R., Tuminaro D., et al. : Risk factors for anaesthetic - related death in referred dogs. Vet Rec, 158, 563-564, 2006.
- 7) 福井 翔, 山下和人, 都築圭子ら：酪農学園大学附属動物病院における犬, 猫の麻酔管理成績；2004～2007年度. 獣医麻酔外科学雑誌, 39(第76回獣医麻酔外科学会講演要旨), 197, 2008.
- 8) Hedlund C. S. (上地正実訳)：上部呼吸器系の外科. スモールアニマル・サージェリー第3版下巻, 917-974, インターズー, 2008.
- 9) 望月学, 佐々木伸雄：短頭種犬の麻酔管理. 獣医臨床麻酔学, 148-149, 学窓社, 2006.
- 10) Greene S. A., Harvey R. C. : Airway Disease, Lumb & Jones' Veterinary Anesthesia and Analgesia 4th ed., 937-940, Blackwell, 2007.
- 11) Muir W. W., Hubbell J. A. E., Skarda R. T., et al. (山下和人訳)：換気と人工呼吸. 獣医臨床オペレーション・ハンドブック第3版, 261-279, インターズー, 2005.
- 12) Haskins S. C. (原康訳)：調節換気と人工呼吸器. 小動物臨床麻酔マニュアル, 127-141, インターズー, 2002.
- 13) Sereno R. L. : Use of controlled ventilation in a clinical setting. J Am Anim Hosp Assoc, 42, 477-480, 2006.
- 14) 山下和人, 佐々木康, 泉澤康晴ら：吸入麻酔犬の動脈血炭酸ガス分圧の指標としての終末呼気炭酸ガス分圧. 日獣会誌, 52, 27-3, 1999.
- 15) Raffe M. R. (山下和人訳)：終末呼気カブノグラフィ. 犬と猫の呼吸器疾患, 237-244, インターズー, 2007.
- 16) 外須美夫：循環調節と末梢循環. 麻酔生理学, 125-131, 真興交医書出版, 1999.
- 17) Muir W. W., Hubbell J. A. E., Skarda R. T., et al. (山下和人訳)：麻酔モニタリング. 獣医臨床オペレーション・ハンドブック第3版, 281-313, インターズー, 2005.
- 18) Ware W. A. (前田貞俊, 奥田勝訳)：うっ血性心不全の治療. スモールアニマル・インターナルメディスン第3版上巻, 51-74, インターズー, 2005.