

犬の麻酔時における気道の変化について

中村 志¹⁾・吉野千太郎²⁾・飯田英治²⁾・市川貞治²⁾

- 1) 中村犬猫病院 〒486 愛知県春日井市高山字広田 95
2) 麻布大学獣医学部外科学第一講座 〒229 神奈川県相模原市淵野辺 1-17-71

CHANGE OF THE TRACHEA ON VARIOUS ANESTHETICS IN THE DOG

Tadashi NAKAMURA¹⁾, Sentaro YOSHINO²⁾, Eiji IIDA²⁾, Sadaharu ICHIKAWA²⁾

- 1) *Practitioner: Nakamura Dog and Cat Hospital
Hirota 95, Takayama-cho, Kasugai-shi, Aichi 486, Japan*
2) *Department of Veterinary Surgery, School of Veterinary Medicine,
Azabu University, Fuchinobe, Sagami-hara-shi, Kanagawa 229, Japan*

Abstract: Various type of bronchoscopes are used in evaluation and treatment of respiratory diseases. At tracheobronchoscopic examination various anesthetics are administered for safe accomplishment. The author detected anesthesia-induced contraction of the dorsal tracheal membrane during examination of intratracheal abnormality using a bronchofiberscope. Drugs used in anesthesia of small animals often exert dilatation and constriction of the trachea. Morphological changes in the trachea were investigated at the posterior tracheolaryngeal region, middle of the trachea and tracheal bifurcation using, either singly or combinedly, premedication and various anesthetics that are usually applied in the field of surgery. A bronchofiberscope (Olympus CLX-F) was used. All test dogs were strapped in dorsal recumbency.

(1) Single anesthesia with ketamine hydrochloride induced no abnormality in the tracheal rings or annular ligaments at the tracheolaryngeal region. However, constriction of the dorsal tracheal membrane occurred at the posterior tracheolaryngeal region, middle of the trachea and tracheal bifurcation. The lumen appeared considerably stenotic than normal.

(2) Anesthesia with ketamin hydrochloride preceded by premedication of atropine sulfate induced no constriction of the dorsal tracheal membrane. The wall disclosed an almost flat and normal surface.

(3) Single anesthesia with sodium pentobarbital induced conspicuous contraction of the dorsal tracheal membrane and stricture of the tracheal lumen. Single application of sodium pentobarbital resulted in severer constriction of the dorsal tracheal membrane than single application of ketamine hydrochloride.

(4) Anesthesia with sodium pentobarbital preceded by premedication of atropine sulfate induced entirely no constriction of the dorsal tracheal membrane.

(5) Anesthesia by a combination of ketamine hydrochloride and sodium pentobarbital induced marked constriction of the dorsal tracheal membrane and stricture of the lumen. The degree of this constriction was approximately intermediate between those produced by single application of ketamine hydrochloride and single application of sodium pentobarbital.

(6) Anesthesia by a combination of ketamine hydrochloride and sodium pentobarbital preceded by premedication of atropine sulfate induced no constriction of the dorsal tracheal membrane.

(7) Anesthesia with fluothane preceded by premedication of atropine sulfate induced no constriction of the dorsal tracheal membrane.

(8) Anesthesia by a combination of ketamine hydrochloride and fluothane preceded by premedication of atropine sulfate induced only slight constriction of the dorsal tracheal membrane at the posterior tracheolaryngeal region but not at other regions.

The above results indicated that the premedication and various anesthetics exerted a delicate action on the dorsal tracheal membrane. Constriction of the membrane seems unlikely to directly cause hazard. However, in clinical practice, it may be a problem that needs careful consideration of the risks involved and careful attention in examination and treatment of severe respiratory diseases. Atropine sulfate was found to inhibit contraction of not only the tracheal muscles but also the bronchial muscles. This may suggest the importance of premedication of atropine sulfate in undertaking anesthesia. In this study, the morphological changes of the airway down to the primary bronchi were observed. Further studies are needed to examine the effects of anesthetics on the bronchial branches in the lung.

各種の麻酔薬が気道の拡張、あるいは収縮作用になんらかの影響を及ぼすことは、すでに知られている。しかしながら、臨床的に前投薬剤または麻酔薬が実際にどのように影響するかについてはあまり報告がみられない。また、麻酔時に使用される前投薬剤のなかには、従来考えられていた薬理作用とは逆の作用があることも報告されている〔4〕。

著者らは呼吸器疾患の検査に気管支ファイバースコープ（以下 B. F. という）を使用しているが、実際に犬の麻酔を行う場合、前投薬剤ならびに麻酔薬により気道とくに気管膜様壁に著しい変化が起こることを認めた。このことは麻酔時における気道の縮小から肺換気量に影響をおよぼすものと考えられることから、これを詳細に観察し、その対策を講ずることとした。気管上部の膜様壁には横走する気管筋がある。この気管筋が前投薬剤ならびに麻酔薬によってどのように変化するかについて、B. F. を使用して観察を行った。

実験方法

犬の気道検査に使用した機種は人体用 B. F., オリンパス CLX-F 型で、先端部分は BF タイプ 4C3 を使用した。スコープの視野角度は 65°, 観察深度 3-5-0 mm, 先端部外径 4.4 mm, 湾曲角 Up 160°, Down 30°有効長 605 mm, 全長 775 mm である。写真撮影は接眼部分にオリンパス OM1 35 mm を接続して撮影した。また

光源はフラッシュ型キセノン光源装置を使用した。

実験には臨床的に健康と認められた雑種成犬 40 例を使用し、前投薬剤の有無、麻酔薬の種類により 8 群に分け 1 群当たり各 5 例とした (Table 1)。

前投薬には硫酸アトロピンを使用し 0.025 mg/kg を筋肉内投与した。麻酔薬は塩酸ケタミン (ケタラール R), ペントバルビタールナトリウム (ソムノベンチール R), フローセンの 3 種類とし、単味またはこれらの麻酔薬を二種類併用した。塩酸ケタミンは 20 mg/kg 筋肉内投与、ペントバルビタールナトリウムは 25 mg/kg 静脈内投与とし、フローセンは 100% 酸素をキャリアガスとしダイヤルセットを 3% として吸入した。前投薬剤と麻酔薬、あるいは麻酔薬と次の麻酔薬の投与間隔は 15 分とした。

気道の観察部位は気管の喉頭後部、気管の中間部、気管の分岐部の 3 カ所とし膜様壁を選択的に観察した。実験犬はすべて仰臥位保定し、観察は最後の麻酔薬の投与 15 分後、麻酔深度がおおむね第 III 期第 3 相 (外科麻酔期) に到達したことを確認した後に B. F. を挿入した。

実験成績

(1) 塩酸ケタミン単独麻酔群:

塩酸ケタミンを筋肉内に投与したのち、15 分を経過して第 III 期第 3 相の外科麻酔期に到達した時点で、B. F. を気管内に挿入し、気管喉頭

Table 1. Method of Anesthesia.

Group	No. of Cases	Anesthetics			
		Atropine	Ketamine	Pentobarbital	Fluothane
1: K	5	-	+	-	-
2: A+K	5	+	+	-	-
3: P	5	-	-	+	-
4: A+P	5	+	-	+	-
5: K+P	5	-	+	+	-
6: A+K+P	5	+	+	+	-
7: A+F	5	+	-	-	+
8: A+K+F	5	+	+	-	+

[N. B.] Atropine sulfate 1.025mg/kg, i.m.
 Ketamine hydrochloride 20mg/kg, i.m.
 Pentobarbital Sodium 25mg/kg, i.v.
 Fluothane, dial set 3%, carrier gas 100% oxygen
 +: administered, -: not administered
 Each drug was administered 15 min interval.

後部、気管中央部ならびに気管分岐部を観察した。Fig. 1-A は気管喉頭後部の気管で、気管内部の膜様壁が、攣縮を起して縦壁を呈している。しかし、気管輪や気管輪状靭帯は異常を認めず、粘膜炎も正常である。Fig. 1-B は頸部気管の中間部で、前方に左右の主気管支がみられるが、膜様壁は攣縮して平坦状に観察される。Fig. 1-C では気管分岐部から、左右の主気管支にわたり、膜様壁の攣縮がみられ、主気管支の管腔が狭く観察される。気管喉頭後部ならびに気管中央部の管腔は正常の場合よりもかなり狭窄して観察される。

(2) 硫酸アトロピン+塩酸ケタミン麻酔群:

前投薬として硫酸アトロピンを筋肉内投与し、15分を経過した時点で塩酸ケタミンを筋肉内投与した。投与後15分経過して外科麻酔期に到達した時点で B. F. を気管内挿入し、観察した。Fig. 1-D は気管喉頭後部の所見で膜様壁が幾分膨隆してみえるが、B. F. 先端のアンクル操作によるものであり、実際には膜様壁の攣縮はみられず、ほぼ膜様壁は平坦で血管に富み淡赤色の健康な粘膜炎が観察された。Fig. 1-E の気管中央部ならびに Fig. 1-F の気管分岐部では、膜様壁の縦構造がわずかに観察される。

(3) ペントバルビタールナトリウム単独麻酔群:

ペントバルビタールナトリウムを静脈内に投

与して15分を経過し外科麻酔期に到達した時点で、B. F. を気管内に挿入した。Fig. 1-G, H, I に示したように、気管喉頭後部、気管中央部ならびに気管分岐部のいずれにおいても、膜様壁が著明に攣縮し気管ならびに気管支腔の狭窄がみられた。とくに気管喉頭後部、気管分岐部でこのような所見が顕著であった。ペントバルビタールナトリウムの単独投与では、塩酸ケタミンを単独で投与した場合よりも、膜様壁の攣縮は一層顕著であった。

(4) 硫酸アトロピン+ペントバルビタールナトリウム麻酔群:

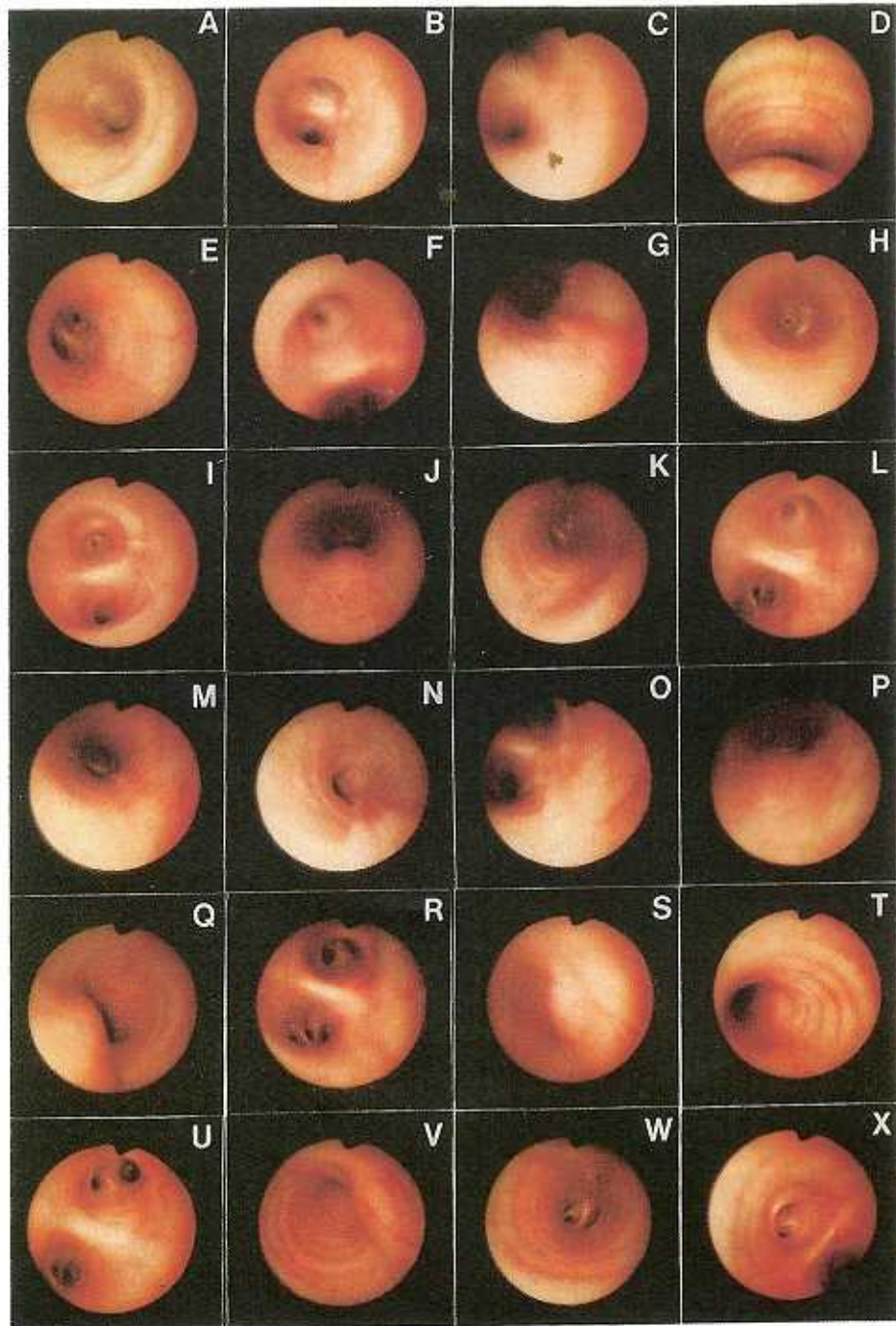
前投薬として硫酸アトロピンを筋肉内に投与したのち、15分経過した時点で、ペントバルビタールナトリウムを静脈内に投与した。15分を経過して外科麻酔期に到達した時点で B. F. を気管内に挿入し、観察した。Fig. 1-J, K, L に示したように、気管喉頭後部の気管膜様壁がわずかに攣縮したようにみられるが、B. F. のアンクル操作によるもので、実際の所見ではほとんど攣縮はみられなかった。気管中央部ならびに気管分岐部においても膜様壁は平坦でほとんど攣縮の所見は認められなかった。

(5) 塩酸ケタミン+ペントバルビタールナトリウム併用麻酔群:

塩酸ケタミンを筋肉内に投与して、15分を経過したのち、ペントバルビタールナトリウムを静脈内に投与し、さらに15分後に深麻酔に到達した時点で B. F. を気管内に挿入し、観察した。Fig. 1-M, N, O に示したようにいずれの部位においても気管膜様壁は著明に攣縮し、喉頭後部から気管分岐部に向って攣縮した膜様壁が膨隆して観察され、気管腔は狭窄状態を示した。しかしながら、この場合の膜様壁の攣縮は塩酸ケタミン単独投与の場合より強く、ペントバルビタールナトリウム単独投与より弱く、両者の中間程度の攣縮であった。

(6) 硫酸アトロピン+塩酸ケタミン+ペントバルビタールナトリウム併用麻酔群:

硫酸アトロピンを投与して15分後に、塩酸ケタミンを筋肉内に投与し、さらに15分後にペントバルビタールナトリウムを静脈内に投与した。15分を経過した時点で B. F. を気管内に挿



Changes of The Dorsal Tracheal Membrane by Various Anesthetics
(using Broncheal Fiberscope)

用麻酔を行った場合の気管膜様壁の変化について観察した。その結果、塩酸ケタミンとペントバルビターナトリウムを単独で使用し、外科麻酔期の麻酔深度に到達した時点の気管膜様壁の変化は、著明に収縮することがわかった。この場合、塩酸ケタミン単独使用時よりも、ペントバルビターナトリウム単独使用時において膜様壁の収縮は顕著であった。バルビツール系の麻酔薬は気道収縮をもたらす代表的なものであり、そのために気管支痙攣が起きる場合もあるとされている。この両者の前投薬として硫酸アトロピンを投与した場合は、気管膜様壁の収縮はみられなかった。前投薬として投与した硫酸アトロピンの作用は、副交感神経末梢抑制作用、とくに気管腺の分泌機能を抑制する作用ならびに気管筋に対して弛緩作用があるといわれている〔4,5〕。この実験から前投与した硫酸アトロピンによって、気管の膜様壁が弛緩を示したものと考えられる。また、塩酸ケタミンとペントバルビターナトリウムを併用した場合でも、硫酸アトロピンを前投与すれば、気管膜様壁の収縮は発現しない。さらに、フローセン単独あるいは塩酸ケタミンと併用した場合でも、前投与薬として硫酸アトロピンを投与した場合は、膜様壁の収縮は認められなかった。以上の成績から、塩酸ケタミンならびにペントバルビターナトリウムは気管膜様壁の気管筋を収縮する作用があり、それによって気管喉頭後部から気管分岐部にかけて膜様壁の収縮が起きるものと考えられる。しかし、硫酸アトロピンを前投与することによって、気管膜様壁の収縮が抑制されることから、実際の臨床ではさして問題とはならないと考える。また、気管膜様壁の収縮によって起きる気道狭窄も肺換気量を著しく阻害するほどの障害は認められない。しかしながら、気管虚脱や気管支炎あるいはその他の原因によって気管狭窄、気管または気道に障害のある症例においては、肺換気障害の問題だけでなく、気管の弾力性が阻害されて、気管支炎を合併し易くすることも考えられる。実際の臨床面ではリスクの低いもの、あるいは重度の呼吸器疾患では実際上注意しなければならない問題であろう。人の場合における塩酸ケタミンは

気管に対して拡張的に作用すると考えられ〔4,5〕、喘息患者の導入麻酔に広く使われているが、犬の場合では収縮的に作用し、人と犬では同じ麻酔薬であっても膜様壁に対する作用が異なるものと考えられる。筋弛緩剤のサクシニルコリンクロライド (SCC) が人に対しては拡張的に作用するが、犬では収縮的に作用すると興味深い報告がある〔4〕。このことは麻酔薬のように中枢性の抑制作用を起こす薬物では、気道の反応もまたさまざまに拡張、収縮の機序は必ずしも単純なものではないと理解される。

フローセンは気管膜様壁の気管筋に対して、拡張的に作用する麻酔薬とされており、その作用機序については明確にされていないが、中枢から迷走神経に抑制的に作用することによって、緩徐に気道を拡張すると考えられている〔4〕。犬においてもその濃度に関係なく膜様壁に変化は見られなかった。硫酸アトロピンは気管筋だけでなく、気管支筋に対しても収縮を抑制する作用のあることがわかった。このことは、麻酔薬の使用にあたって硫酸アトロピンを前投薬として使用することの重要性を示唆している。実際に B.F. によって気道検査を行っている際に、強度な膜様壁の収縮がみられた場合、硫酸アトロピンを投与すると、投与後25分後には気管膜様壁の収縮が消退することを経験している。今回の実験では左右の気管分岐部の変化を観察したが、肺区域内の気管支が麻酔薬によってどのような影響を受けるのかについては、今後の課題として検討したい。

参考文献

- 〔1〕 加藤嘉太郎 (1967). 家畜比較解剖図説, 第2版, 養賢堂, 東京, 320-331.
- 〔2〕 金上晴夫 (1974). 新しい検査法からみた呼吸器疾患の診断, 第1版, 克誠堂, 東京, 260-281.
- 〔3〕 木本誠二 (1967). 実験外科ハンドブック, 第1版, 医学書院, 東京, 195-206.
- 〔4〕 古賀義久 (1982). 麻酔薬ならびに麻酔補助薬の気道に及ぼす作用. 麻酔, 31, 203-212.
- 〔5〕 高木敦次郎, 小沢 光 (1981). 薬物学, 第17版, 南山堂, 東京, 123-133.
- 〔6〕 兵頭正義 (1669). 小麻酔科書, 第3版, 金芳堂, 東京, 101-109.
- 〔7〕 長野 準 (1977). 気管支ぜん息診療ハンドブック, 第1版, 金原出版, 東京, 94-100.

入した。Fig. 1-P, Q, R に示したように気管喉頭後部、気管中央部ならびに気管分岐部ともに、膜様壁の攣縮は観察されない。Fig. 1-Qにみられる膜様壁の膨隆は B. F. のアングル操作によるものである。

(7) 硫酸アトロピン+フロセソ麻酔群:

硫酸アトロピンの投与後15分を経過したのち、フロセソ (OF 3%) をマスク法によって吸入させ、15分を経過して外科的手術期に到達した時点で B. F. を気管内に挿入した。Fig. 1-S, T, U に示したように各部位とも膜様壁の攣縮は観察されない。気管輪ならびに血管は明瞭に観察され、粘膜面は清潔であった。また、フロセソの吸入濃度を変更しても気道内における膜様壁の変化は認められなかった。

(8) 硫酸アトロピン+塩酸ケタミン+フロセソ併用麻酔群:

硫酸アトロピンを筋肉内に投与して15分を経過した時点で、塩酸ケタミンを筋肉内に投与し、さらに15分を経過した後にフロセソ (OF 3%) の吸入を15分行った時点で B. F. を気管内

に挿入した。Fig. 1-V の気管喉頭後部では膜様壁の攣縮がわずかに観察されるが、Fig. 1-W, X の気管中央部ならびに分岐部の部位では全く攣縮が観察されなかった。

●総括および考察

小動物の臨床において、各種の麻酔を行う際に、さまざまな原因によって気道狭窄が発現し、それが麻酔事故につながる場合も少なくない。とくに気道狭窄によって肺換気量が減少し、生体内の低酸素症あるいは呼吸性アシドーシスなどの二次的障害を起こし易い。著者らは B. F. を臨床的に応用し、気管内異常の検索を行っている際に、麻酔によって気管の膜様壁が攣縮することに気付いた。そこで、各種の麻酔薬または前投薬剤による気管膜様壁の形態的な変化を B. F. で観察してみた。麻酔薬として実際に臨床的に頻用される塩酸ケタミン、ペントバルビタールナトリウム、フロセソならびに前投薬剤として硫酸アトロピンを選び、これらを単独またはそれぞれの組み合わせによって併

Figure Legends

- Figs. A, B and C: Fiberscopic views of the posterior tracheolaryngeal region, center of the trachea and tracheal bifurcation under single anesthesia with ketamine hydrochloride. Note severe contraction of the dorsal tracheal membrane at all the regions.
- Figs. D, E and F: Fiberscopic views of the posterior tracheolaryngeal region, center of the trachea and tracheal bifurcation under anesthesia with atropine sulfate+ketamine hydrochloride. No constriction of the dorsal tracheal membrane is visible at any region.
- Figs. G, H and I: Fiberscopic views of the posterior tracheolaryngeal region, center of the trachea and tracheal bifurcation under single anesthesia with sodium pentobarbital. Conspicuous constriction of the dorsal tracheal membrane is visible at all the regions.
- Figs. J, K and L: Fiberscopic views of the posterior tracheolaryngeal region, center of the trachea and tracheal bifurcation under anesthesia with atropine sulfate+sodium pentobarbital. No constriction of the dorsal tracheal membrane is visible at any region.
- Figs. M, N and O: Fiberscopic views of the posterior tracheolaryngeal region, center of the trachea and tracheal bifurcation under anesthesia with ketamine hydrochloride+sodium pentobarbital. Maked constriction of the dorsal tracheal membrane is visible at all the regions.
- Figs. P, Q and R: Fiberscopic views of the posterior tracheolaryngeal region, center of the trachea and tracheal bifurcation under anesthesia with atropine sulfate+combination of ketamine hydrochloride and sodium pentobarbital. No constriction of the dorsal tracheal membrane is visible at any region.
- Figs. S, T and U: Fiberscopic views of the posterior tracheolaryngeal region, center of the trachea and tracheal bifurcation under anesthesia with atropine sulfate+fluothane. No constriction of the dorsal tracheal membrane is visible at any region.
- Figs. V, W and X: Fiberscopic views of the posterior tracheolaryngeal region, center of the trachea and tracheal bifurcation under anesthesia with atropine sulfate+ketamine hydrochloride+fluothane. Slight constriction of the dorsal tracheal membrane is visible at the posterior tracheolaryngeal region (V) but no abnormality is found in other regions.