研究報告

山羊のエーテル吸入麻酔

佐藤 敬*, 桑原正人*, 斎藤政男*,
川口武志*, 圓橋正秀*, 小林雅樹*,
久保田泰一郎*

ETHER ANESTHESIA IN THE GOT

Masao SAITO, Takeshi KAWAGUCHI, Masahide MARUHASHI, Masato KUWABARA,
Masaki KOBAYASHI, Taiichirō KUBOTA and Kei SATO

SUMMARY

The clinical studies were made in 12 goats (32 kg average b.w.) anesthetized by the closed inhalation of ether about 120 minutes. Atropine 0.05 mg/kg was used premedication, after that, thiopental sodium 12.5 mg/kg/min. was used as induction anesthesia.

The results are as follows:

1. Goats were inducted quite easily following administration of atropine and thiopental sodium.
2. Rumenotomy was possible in goats which were operated on the vaporeizer ether gas concentration 14% (K-1 New type model, Dial set 3, Liquid-Temp. 17°C, Oxygen 0.7 l/min.).
3. After induction 5 minutes, respiratory rate and volume were increased, thereafter lapse 60 minutes, they were increased more than control value.
4. It was anesthetized safely that intubated tracheal catheter in goats.

はじめに

筆者らは大学付属農場および東京都より教育・研究用として払い下げられた計 12 頭の屋久島山羊を麻酔する機会を得たが、羊や山羊の全身麻酔に関する報告は極めて少なく、とくに吸入麻酔に関する報告^{1),2)}は 1・2 を数えるにすぎないが、そのいずれも研究用の麻酔報告である。

実際、現在の臨床家はバルビツレートの使用方に習熟し、それぞれ実績を挙げているとはいえるものの、動物個体差の問題や呼吸抑制の現象などについては不満を抱いている。一方、より安全な麻酔法という理解から昨今急速に普及しはじめたのが吸入麻酔法である。筆者らはエーテルの吸入麻酔法を山羊に適用し、長時間におよぶ学生の実習を実施すると共に、山羊の麻酔経過を観察したところ以下の経過を得た。

実験動物および麻酔方法

1. 実験動物

屋久島山羊 12 頭は、表 1 に示すごとくいずれも体重

* 日本大学

* Department Laboratory of Veterinary Surgery,
College of Agriculture and Veterinary Medicine.,
Nippon University.

Table 1.

GOAT NO.	SEX	AGE	BODY WEIGHT (KG)	BLOOD EXAMINATION			
				RBC (X1000)	WBC	SAHLI G/DL %	B. GLUC. MG/DL
1	M	A	29	1915	11750	14.5 90	90
2	M	Y	29	1807	11900	14.4 90	90
3	F	A	33	1462	9900	12.0 77	90
4	M	A	30	1897	8600	15.5 97	90
5	M	Y	27	1982	9800	14.7 92	90
6	F	A	37	1395	9100	14.5 90	45
7	F	Y	17	1213	9500	14.2 87	45
8	F	A	31	1412	5750	11.0 68	45
9	M	A	45	1011	6550	14.6 91	90
10	M	A	51	1713	8750	10.9 68	90
11	M	A	27	1076	10200	10.7 66	45
12	M	A	35	1651	15300	13.8 88	90

M: MALE F: FEMALE A: ADULT Y: YOUNG

ANESTHESIA METHOD

PREMEDICATION

ATROPINE 0.05 MG/KG

INDUCTION

THIOPENTAL SODA
12.5 MG/KG

MAINTENANCE

ETHER GAS
O₂ FLOW 0.7-2.0 L/MIN.

30 kg 内外で, 第1胃切開手術を行ったが, その間の麻酔経過について観察した。

2. 麻酔方法

硫酸アトロピン 0.05 mg/kg を皮下注した後, 15~20 分後にチオペンタールソーダ 12.5 mg/kg を静注し, 麻酔へ導入した後気管チューブを挿管してエーテル吸入麻酔を行った。挿管操作に手間どった例は, その間に覚醒したため再度, チオペンタールソーダを静注した。吸入麻酔は閉鎖循環式吸入麻酔器(五十嵐医科工業, New k・1 型麻酔器) をエーテルを使用して利用し, その間の心電図(フクダエレクトロ, FD 12) を記録すると共に, シチズン製ベンチメータで刻々の呼吸量を測定した。

実験結果

1. 麻酔経過

硫酸アトロピン皮下注後チオペンタールソーダを静注すると, その直後, 眼球は変位固定し, 眼瞼反射, 瞳孔反射が消失し, 痛覚も消失した。この間に気管チューブを挿管しエーテルガス(27~30%) を供給(酸素流量 1l/分, 液温 20°C, New k・1 型エーテル気化器のダイヤルセット4) すると, 麻酔の深度も深まり, 供給酸素量も余剰が多くなってくる。そこで, 0.7l/分を供給するようにニードルを調整し, 気化器をダイヤルセット3(液温 17°C) にすると, おおむね 14% のエーテルガスが供給され, この状態で約2時間を経過させた後, 麻酔を中止した。(図1)

麻酔への導入直後, 嘔吐(胃汁)する1例がみられたが, 術中術後を通じて鼓脹を呈する例は認めなかった。又, 術前の尿所見は, 蛋白, 糖, ケトン体, 潜血の反応は全例陰性であったが, 術後蛋白は 100~200 mg/dl を示し, 血尿を呈する山羊が3例みられた。しかし24時間後はその蛋白や血尿も消失し正常となった。

生後3・4年を経た山羊からは, もつれたようなビニ

Fig. 1 Change of ether gas concentration and clinical sign.

ール塊を胃内より取り出すことができた。

2. 体温の変化

12頭の麻酔前の体温は, 38.0~40.0°C であった。そして前処置や採血など行っているうちに体温は上昇し, 麻酔への導入時には 0.3~0.5°C 上昇する例がほとんどであった。これは皮下注, 静注などの山羊に対する取り扱い操作によると思われるが, 導入後は刻々と下降し,

Fig. 2 Change of T. P. R.

手術の終了した2時間後には 2°C 下降した。この下降速度は $0.1^{\circ}\text{C}/6$ 分の割にあたり、また下降の仕方は図2に代表的体温表として示すごとく、おおむね20分を周期として下降と上昇を交互に繰り返しながら下降して行く傾向であった。またいずれの例も麻酔および手術を2時間で終了したが、体温は麻酔行為の中止と共に上昇する例がほとんどであった。1例は麻酔を中止した後も下降し続け、20分間に 1°C の下降を示し、140分時には、 35.3°C になった。この例は保温器を装し体温の上昇に努めたためか、翌日は健康な体温 38.5°C に復した。

3. 脈拍の変化

脈拍の強弱・多少は麻酔の深度に左右されることは勿論である。山羊には手術侵襲も加わるため、麻酔は浅く施すよう努めたためか、2時間にわたる麻酔中増加し続ける例がほとんどであった。しかし体温下降の多い前記1例は、2時間経過頃に脈拍数が減少しはじめた。一般には図2に代表的脈拍の経過を示したが、麻酔への導入後120~150に増加し、その後僅かに増加しつつ2時間経過時には、150~170となった。

4. 心電図所見

麻酔前から麻酔後までの約2時間、心電図をA-B・I誘導で記録したが、図3に示す心電図は代表的例である。

Fig. 3

ECG in Control, Premedication, Induction, 30 min., 60 min., and 120 min.

硫酸アトロピンの投与後、心拍間隔は短縮の傾向にあるが、チオペンタールソーダの静注後はさらにこの間隔を知縮すると共に各棘波は増高している。しかしながらこの例が示すように特異な異常心電図を示す例はみられなかった。

図4に示す1例は90分を過ぎる頃よりECGの各棘波は減高しはじめたが、この減高時期は次に述べる呼吸数の増加しはじめた140分時には各棘波が急激に増高し、麻酔前の波形に復している。

5. 呼吸の変化

12例の術前の呼吸数は16~30/分であったが、硫酸アトロピンの投与後は全例やや減少して12~20/分になり、チオペンタールソーダの投与によってさらに減少するのが一般的な傾向であった。しかしこの投与方法の拙劣、すなわち注入途中で静脈から漏出等のため、注入に時間を費やした例は減少することなく刻々と増加し、次いで行ったエーテルガスの吸入後はさらに増加して40~50/分内外になった。

吸入麻酔に移行してからは、40~50/分の自発呼吸を行う例がほとんどであったが、チューブの挿管に手間どり、濃厚(約46~40%)なエーテルガスをマスクを経て供給しつつ追加静注を行った1例 No. 3は呼吸停止がみられ人工呼吸を行った。この例はその5分後に自発呼

Fig. 4

Fig. 5 Alteration of ventilation volume.

Fig. 6 Alteration of ventilation volume.

吸がみられたが、さらに人工呼吸を 10 分継続した後、自発呼吸に移行させた。この山羊も間もなく呼吸数は 40~50/分を数える状態になった。

呼吸数は、アトロピンやバルビツレート投与によって、前述のように減少するが、勿論毎回の呼吸量も減少し、したがって毎分の呼吸量も減少する。図 5 の山羊は体重 29 kg で、毎回 0.16~0.25l (平均 0.2l) の呼吸量があり呼吸数が 30/分で分時呼吸量は 5.8~6.4l (平均 6.1l) でおおむね 15 kg の犬の呼吸量に匹敵する。チオペンタールソーダの静注後は、毎回の呼吸量は 70% に、呼吸数は 30/分から 17/分に減少し 50~60% にそして分時呼吸量は 40% に減じているが、呼吸数の回復によって分時呼吸量は 90% へ、またその後は術前に等しい (100%) 分時呼吸量が測定できた。そして時を経るにしたがい 150% にも増加した。図 6 の山羊は、体重 27 kg で、毎回呼吸量 0.22l, 分時呼吸量 6.1l。麻酔導入時に毎回呼吸量は 70%、呼吸数は 29/分から 18/分に減じ分時呼吸量は 36% に減少し、図 5 の山羊と同様の呼吸量の変化を示したが、呼吸数は 20 分経過頃より増加し、分時呼吸量も術前とはほぼ同量となり 30 分経過後は 120% 前後に、そして終了時の 130 分には 160% 近くまで増量した。図 5・6 の山羊両者ともエーテルガス供給による麻酔維持中の呼吸量の変化の傾向は似たものであった。

酸素流量は閉鎖循環式麻酔器であるためマスク法では呼吸量の 1/4 で足りる。したがって 1.5l/分で充分であるが、気管チューブ利用例では 1/8 の 0.7l/分で足りた。

6. 血液所見

1) 赤血球について

山羊の赤血球径は犬などに比較して小さく 3.1~3.9 μ (犬は 7.0~8.8 μ) であるので、表面積や容積も小さい。このためか赤血球数は、1,462~1,982 万 (平均 1,787 万) で、極めて多い。図 7 に示すようにこの山羊に前記の麻酔を行うと麻酔後 24 時間では減少する例が多いが、変動のない例もみられた。減少例では、1,400~2,000 万から 1,100~1,500 万へ減ったが、1,000 万を下回る例はみられなかった。

2) 白血球について

図 8 に示すごとく術前の検査では 8,600~11,900 (平均 10,050) を数えた。術後はほとんどの例が増加し、10,100~16,200 (平均 12,275) を数え、1,500~4,300 (平均 2,225) 増加したが、No. 4 の山羊 1 例だけは術後白血球数の減少がみられた。

3) 血糖値について

術前の平均血糖値は 90 mg/dl であった。麻酔によって増加することは他の動物と似て、図 9 に示すような術

Fig. 7

Fig. 8

Fig. 9

前 91 mg/dl を示した症例 2 では、麻酔の 75 分時には 180 mg/dl, 120 分間麻酔した時の 135 分時は 250 mg/dl を示した。しかし翌日には平常値の 100 mg/dl にまで下がった。

考察ならびに総括

羊や山羊の麻酔は、1935~56 年、横沢^{9)~11)}らの Chlorali hydras をはじめ津田⁸⁾そして瀬崎⁶⁾らの Barbiturate また Epidural あるいは、Guaiacol glyceryl ether と Thiopental などを用²⁾したり、Succinyl coline chloride と Hyaluronitase の混合による麻酔¹²⁾など、その報告はいずれも注射法による麻酔である。

そしてこの動物は極めて身近な家畜でありながら、吸入麻酔の報告は少なく、散見したその 1 つは、Halothane 麻酔後の 3 日間について肝機能検査をした結果、呼吸抑制が現れた 1 頭は肝臓に病変を認めたという報告³⁾であり、他の 1 つは、Halothane 麻酔による呼吸性 acidosis¹⁾について、日本では、田辺⁷⁾らの Halothane 吸入による除角の例をみる程度である。

筆者らは、山羊に対し麻酔を、前処置、導入そして維持の 3 段階にて実施し 2 時間前後の麻酔を得ることが出来た。

前処置は、硫酸アトロピン 0.05 mg/kg を使用し、導入は、犬の報告^{4), 5)}同様、チオペンタールソーダ体重 1 kg

当たり 12.5 mg/kg を 1 分間で注入し充分な導入効果を得、気管チューブの挿管が速やかに行えれば、エーテルガス吸入で維持に移ることが出来る。チオペンタールソーダ注入時の所見は、津田⁸⁾らの 15~25 mg/kg を投与した報告同様であった。

New kI 型エーテル気化器による維持時のエーテル供給濃度は、佐藤⁴⁾の犬についての報告では、13%前後で中程度の深さの麻酔を得ているが、山羊に関しても 14%前後 (ダイヤル 3 セット、液温 17°C, O₂, 0.7 l/分) の供給濃度で第 1 胃切開手術の終了まで特別な危険に陥ることのない麻酔を得た。

体温、脈拍、呼吸の各経過は、犬などのエーテル麻酔時の報告⁴⁾と似た経過であったが、体温の下降経過は、下降・上昇を繰り返しながら下降するのが特徴であった。体温の下降、脈拍、呼吸数の増加傾向は、Chlorali hydras, および Barbiturate を使用した報告^{6), 8)~10)}と大差はみられなかったが、導入時の呼吸数の減少は、やや著明であった。チオペンタールソーダの注入は、気管チューブの挿管を目的とするので、口角の反応に注意をしながら注入しチューブの挿管が可能な状態となれば、12.5 mg/kg の定量を投与せず途中で停止するのが適切と思われたが、この投与量では極めて短時間の麻酔作用のため手際の良い挿管動作が行われる必要があった。

閉鎖循環式麻酔器と気管チューブの利用により酸素流量は 0.7~1.5 l/分というように、体重 30 kg 前後の犬に比較して少ないことが注目された。実際に供給酸素が充分かどうかを知るため、症例 5 では麻酔維持中にエーテル供給を停止し、強制的に人工呼吸を行い酸素を体重に見合うように送ったところ、呼吸停止を招いた。この酸素流量が犬と比して少なくて済むということは、山羊などの小反芻獣の胸腔容積、肺活量が比較的小さく腹腔臓器の圧迫により肺が極端に縮小されるなどの解剖学的特徴ならびにそれに付随する血球などの生理学的特徴によるものと推察した。

赤血球数は、一般に減少の傾向にあり、麻酔 24 時間で麻酔前より 300 万程度減少した。横沢¹⁰⁾らの Chlorali hydras による麻酔でも減少の傾向にあると報告されているが、その中では 120 分後から 48 時間間で 170~300 万減少し、24 時間間ではむしろ回復していることが示されている。今回の赤血球数の減少率が高いのは単に麻酔による影響だけではなく手術侵襲によるところが大きいのと思われる。

白血球数は、3000 内外の増加を示し赤血球の減少に対し増加しているのも手術の影響によるものと思われたが、Chlorali hydras の麻酔時でも白血球数は増加の傾

向にあると報告¹⁰⁾されている。赤血球数の不変あるいは減少の傾向に比較し、白血球数が増加した結果を得たことは、筆者らの麻酔観察は第1胃切開手術等の手術侵襲を加えているための結果であろうかと思われた。また白血球数の増加する傾向から考えると赤血球数の変化は、単純な麻酔によるものではなく、出血などの現象が影響しているものと思われた。

血糖値は症例2において麻酔後75分そして手術終了時共に増加したが、津田⁸⁾らの Thiopental soda では減少し、Chlorali hydras でも30分以後は減少していると報告¹⁰⁾されているので、筆者らの実験と異なるが、血糖値の上昇は犬・猫などのエーテル麻酔時⁵⁾と同様であった。この増加・減少の違いは、手術の刺激などにより容易に変動するものであろう。

山羊を麻酔すると、個体により流涎および第1胃内容の逆流(嘔吐)の激しい例があった。流涎に対する硫酸アトロピンの効果は、不明瞭で、誤嚥・気道の閉塞などのおそれがあり、マスク法による長時間吸入麻酔は危険を伴うのではなかろうか。そして気管チューブによる気道の確保は特に重要となるが、2・3の症例のように挿管操作に手間どりチオペンタールの追加投与を行っているので、気管チューブ挿管の困難さについて山羊頭頸部を解剖学的にみると図10に示すごとく、下顎切歯より喉頭蓋まで約19cm、喉頭部直径が2.2cm内外、頸部気管の長さが約26cm、内径1.6cm~1.8cmであった。

口腔内の長さ19cmは、大型犬とほぼ同様の奥行であるが、犬の場合口角が大きく開き舌も口腔外へ出し易く喉頭鏡による咽喉頭の観察が容易であるのに対し山羊

は、口角が狭く舌が厚く口腔外へ引出し難く、喉頭鏡を入れても口腔内の視野が狭いので喉頭蓋を倒し気管を確認してチューブを挿管するこの操作に習熟するのを感じた。また、山羊の挿管に際しては、犬に使用する様なベネット型喉頭鏡のブレードよりも、ブレード側壁が彎曲しブレードに沿って気管チューブを挿入出来るような型であれば容易ではなかろうか。

気管チューブのサイズは、体重30kg前後の山羊で、FR. No. 8.0~9.0位でカフには、4~5.5mlの空気を注入するとカフ部分の径が頸部気管内径と一致する。

要 約

- 1) 硫酸アトロピン 0.05 mg/kg の前投与およびチオペンタールソーダ 12.5 mg/kg/min. で、麻酔へ導入することが出来た。
- 2) 維持麻酔に使用した New k・1 型のエーテル気化器のダイヤル3セットで酸素流量 0.7 l/分、液温 17°C 前後で 14% 程度のエーテルガス供給濃度が得られこれにより安全な2時間の麻酔が行えた。
- 3) 体温は、全例において下降を示し、脈拍は、増加の傾向を示したが、心電図上は異常所見はみられなかった。
- 4) 呼吸は、導入時に呼吸数、換気量共に減少し、5分後から回復に向かいはじめその後刻々と増加し、60分経過頃の換気量は、むしろ麻酔前より20~30%上昇した。
- 5) 麻酔後、赤血球数は減少、白血球は増加の傾向を示し、血糖値も上昇した。
- 6) 麻酔後、尿蛋白ならびに血尿を呈する例があったが、24~28時間後には回復した。
- 7) 山羊に対し、エーテル利用の閉鎖循環式吸入麻酔器そして気管チューブの利用により、2時間に及ぶ安全な麻酔が可能である。

参考文献

- 1) Fritsch, R.: Suitability of guaiacol glyceryl ether for casing horses and cattle, and for prolonged relaxation in tetanus therapy, zentbl. Vet. Med. 12 A, 278~314, 315~354 & 415~446. 1965.
- 2) Gaknniyan, R. & Drumev, D.: Action of guaiacol glyceryl ether in combination with other drugs. I. Neuroplegic and tranquillizing agents. II. Muscle relaxants and non-inhalep narcotics. Nauch. Trud. Vissh. vet. med. Inst. Sofia 12, 180~192 & 193~204. 1964.

Fig. 10 Head and cervical region in the Goat.

- 3) Hull, M.W. & Reilly, M.G.; Effect of repeated halothane anesthesia on sheep. *Am. J. vet. Res.* 29, 1161~1165 1968.
- 4) 佐藤 敬; 新しいエーテル気化器とその臨床, 獣医麻酔, 9, 31~47, 1978.
- 5) 佐藤 敬; 犬の臨床麻酔, 文永堂, 171~174, 1976.
- 6) 瀬崎貴三, ほか; ペントバルビタール・ナトリウム静脈麻酔による体温変化, 日獣会誌, 11, 172~176, 1958.
- 7) 田辺興記, ほか; 動物園動物の吸入麻酔について, 獣医麻酔, 6, 31~38, 1975.
- 8) 津田恒之, ほか; バルビツール酸誘導体の静脈注射による山羊の全身麻酔について, 日獣会誌, 9, 333~338, 1956.
- 9) 横沢伝吉, ほか; 山羊に対する抱水クロラルの麻酔作用について第Ⅰ報臨床試験, 日獣会誌, 6, 241~246, 278~281, 315~316, 1953.
- 10) 横沢伝吉, ほか; 山羊に対する抱水クロラルの麻酔作用について第Ⅱ報血液検査, 日獣会誌, 9, 60~63, 1956.
- 11) 横沢伝吉, ほか; 山羊に対する抱水クロラルの麻酔作用について第Ⅲ報適正麻酔量の吟味, 日獣会誌, 9, 513~517, 1956.
- 12) Ward, F. Prescott, et al; The effect of hyaluronidase on the immobilization of goats by intramuscular succinylcholine chloride. *Can. J. comp. Med.* 33, 20~24. 1969.