

## 家兎の経口的気管内挿管麻酔

川崎医科大学 麻酔科

中條信義, 高折益彦

石井孝

(昭和51年1月30日受付)

### Anesthetic Care of Rabbits Associated with Endotracheal Intubation

Nobuyoshi Nakajo, Masuhiko Takaori  
and Takashi Ishii

Department of Anesthesiology, Kawasaki Medical School

(Accepted on Jan. 30, 1976)

家兎の麻酔導入には、耳静脈よりペンタバルビタール 25 mg/kg をゆっくりと投与する。このあと家兎を手術台に仰臥位に固定し、ミラー型喉頭鏡にて喉頭展開を行なう。40 cm のスタイレットをまず気管内に入れ、これにそわせて気管内チューブを気管内に挿入する。使用するチューブはカフ付 16 フレンチサイズ、カフなし 18 フレンチサイズを使用した。人工呼吸器にて呼吸管理する場合は、分時換気量 225 ml/kg/min, 換気数 45 回/分, 吸期：呼期の比は 1:1 とし動脈血炭酸ガス分圧は 30—40 mmHg に維持した。揮発性麻酔剤には 1% ハロセン, 0.25% メトオキシフルレン, 3% エーテルを使用した。体温管理は、食道中部にて 38.5~39.0°C に維持するように適期、加温、冷却した。輸液は、ブドウ糖：生理食塩水 = 1:1 のものを使用し 5 ml/kg/h を超えることのない様にした。

Rabbits can be induced into anesthesia slowly but easily by administration of pentobarbital 25 mg/kg into the marginal ear vein. After they should be fixed on a table in supine position, vocal cord can be seen directly using an anesthetic laryngoscope with Miller's blade. At first a 40 cm long and soft, metal stylet should be inserted 5 cm deep into the trachea and then an adequate plastic tracheal tube could be inserted into the trachea sliding along the outside of the stylet.

A ordinal piston respirator for small animal will be available to ventilate. 225 ml/kg of minute volume, 45 times/min of respiratory frequency and 1:1 inspiratory/expiratory ratio can be recommended to maintain their arterial carbon dioxide partial pressure at 30-40 mmHg and oxygen partial pressure at 80-90 mmHg.

One per cent of halothane, 0.25 per cent of methoxyflurane, 3 per cent of

ether have been used to maintain anesthesia without circulatory and metabolic disturbance.

Oesophageal temperature should be kept at 38.5–39.0 °C using a cooling and warming blanket and half saline solution should be infused at 2–3 ml/kg/h but not exceeded 5 ml/kg/h during anesthesia.

## はじめに

家兎は入手方法、取扱いなどが簡単なこともあってか実験動物に使用する頻度は増加しつつある。麻酔を必要とする家兎の実験では麻酔深度の調節が難しい上に、長時間の麻酔管理には多くの困難な点がある。従来は気管切開のもとに揮発性麻酔ガスを使用して麻酔管理をおこなっているのが普通であるが、麻酔覚醒後の長期観察を必要とする場合、気管切開部よりの感染などが問題となる。上述の欠点をおぎなうためには経口的気管内挿管麻酔が有用である。そこでわれわれがおこなっている気管内挿管麻酔の方法、麻酔管理について文献的考察と共に紹介する。

## 麻酔前の全身評価および前投薬

麻酔前に家兎の健康状態が悪い場合、麻酔管理中に死亡することが多い。したがって以下に述べるような症状を呈しているものは麻酔管理を避けるべきである。

- (1) 鼻汁を出し、目がただれているもの。孢子虫症 (coccidiosis)<sup>1)</sup> の疑いがある。
- (2) 軟便、下痢、時に血便を認めるもの。大腿部の内側の汚れているもの。粘液性腸炎 (mucoïd enteritis)<sup>2)</sup> の疑いがある。
- (3) 喘鳴を聴取したり喉頭展開時、声門部附近に喀痰様の分泌物を認めるもの。呼吸器系の感染症の疑いがある。
- (4) 雌の家兎では、乳頭部より乳汁分泌を認めたり腹部の触診で腫瘤状のものを認めるもの。妊娠の疑いがある。
- (5) 飢餓状態にあるもの。飼育センターで飼料を摂取しないものがある。
- (6) その他、原因不明であるが代謝性アチドーシスのある実験動物。

前投薬については Freeman<sup>3)</sup> らは acepromazine maleate, paraldehyde の使用を推めている。アトロピンや抗ヒスタミン剤等の使用は必要ないと考えている。なぜなら家兎はヒスタミンに対して抵抗性<sup>4)</sup> があり肝臓には atropine esterase を多量に含んでおり急速に破壊されてしまうからである。われわれは前投薬を使用していないが特に問題になることは経験していない。

## 導入方法および挿管方法

導入方法には静脈内麻酔剤を使用する方法と揮発性麻酔剤を使用する方法とがある。Davis<sup>5)</sup> らは 4～5% ハロセンを円錐状のフェイスマスクを使用して吸入せしめている。この方法では導入に時間がかかるうえに特殊なマスクが必要であるといった欠点はあるが調節性に富んだよい方法である。Lindquist<sup>6)</sup> はケタミンを 15～20 mg/kg 耳静脈より投与しているが、しばしば喉頭痙攣を経験するとしている。われわれはペントバルビタール 25 mg/kg を耳静脈より 2～3 分間を要して投与している。

家兎の気管内挿管は Wurster<sup>7)</sup> は不可能に近いと述べ、Galla<sup>8)</sup> は小動物では気管切開を推めている。一方熟練を要するが気管内挿管は可能であるとする Murdock<sup>1)</sup> や比較的容易に気管内挿管は可能であるとする Davis<sup>5)</sup> Freeman<sup>3)</sup>, Lindquist<sup>6)</sup>, Hoge<sup>9)</sup> らの報告がある。各報告者は特殊なバイトブロックや特殊な枕などを作成したりしている。

われわれは、仰臥位に固定後、布で作成した枕をおき、上顎切歯部を包帯にて手術台に固定している。上顎切歯が喉頭展開時視野をさまたげたり、気管内チューブ挿入時に不都合が生じる場合には、電気工具用ニッパーにて歯冠部を切断している。喉頭鏡のブレードは Miller 型

で長さ 10.5 cm のものを使用し、気管内チューブは成熟家兎の場合 Fr. 16 カフ付または Fr. 18 カフなしを用いることが多い。気管内チューブには先端より 14~15 cm の所に印をつけ気管内挿管時に印が上顎切歯部にくるようにした。カフは先端より 3 cm のところにつけている。スタイレットは小児用のものを延長して全長 40 cm として使用している。(Fig. 1)

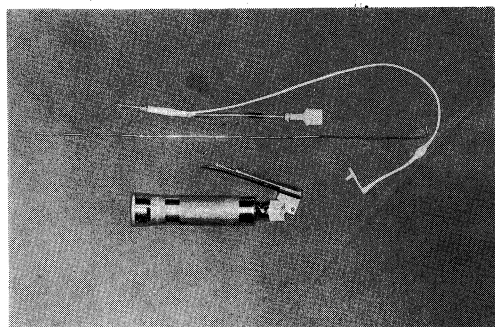


Fig. 1. Rabbit intubation instruments.

喉頭展開はブレードを口蓋と平行となるようにしながら咽頭部に進め喉頭蓋をブレードにすくいあげるによりおこなっている。(Fig. 2) 次にチューブにはスタイレットを通



Fig. 2. View of the rabbit larynx during inspiration. Vocal cord was taken the focus.

しておきまずスタイレットを気管内に約 5 cm 挿入する。気管内チューブはこのスタイレットをガイドとして押し進めながら入れるが常に呼吸音をたしかめながら吸気時に挿入する。この時チューブの挿入が難しい場合には回転しながら押し進めると比較的容易に挿管可能である。(Fig. 3)

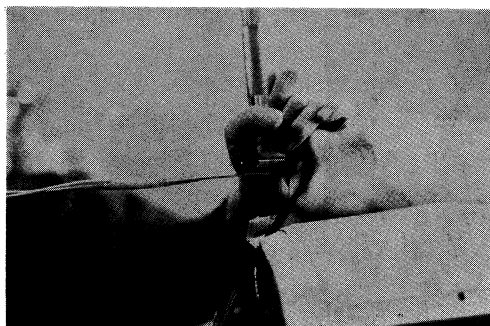


Fig. 3. Rabbit endotracheal intubation. Metal stylet should be inserted into the trachea and then a plastic tracheal tube could be inserted into the trachea sliding along the outside of the stylet.

#### 揮発性麻酔ガスについて

ガス麻酔剤それぞれの家兎に対しての MAC (minimum alveolar concentration) についての報告は少ない。Davis<sup>10)</sup> らは家兎のハロセン麻酔における MAC を報告しているが、それによると体重 2.7~3.0 kg の 11 羽を対象としたものでは  $0.82 \pm 0.25\%$  でありこの時の吸気ハロセン濃度は  $1.13 \pm 0.27\%$  である。笑気についての MAC の報告はないが Steffey<sup>11)</sup> らの報告より、人間ほどハロセン濃度をさげる作用が笑気にはないと予想されるうえ、Brown<sup>12)</sup> らの報告にも家兎に 80% 笑気麻酔をおこなっても手術可能な麻酔深度が得られなかったとしている。われわれは麻酔剤としてハロセンを用い 1% 濃度のものを非再呼吸式に使用している。この時平均動脈血圧は 110~70 mmHg に変動し、経時的に血圧下降する傾向を認めている。脈拍数については比較的一定で 300 beats/min である。

Methoxyflurane を用いた家兎の麻酔は Wass<sup>13)</sup> や Hoge<sup>9)</sup> らのものがある。われわれは 0.5% methoxy flurane で平均動脈血圧が 80~60 mmHg まで下降してしまう事を経験し、この麻酔剤は家兎には循環系への影響が大きく、吸入濃度は 0.5% 以下を使用すべきであろう。一方エーテルは分泌物を多くするが 3% の濃度で血圧は 100 mmHg と変動が少なく循

環系への影響が一番少ないと思われる。

### 呼 吸 管 理

気管内挿管後、自発呼吸下に放置する場合にはジャクソン、リース回路を用いて新鮮ガス流入量を2l/minとしている。人工呼吸器（アコマ AR-100）を用いて呼吸管理することもあり、この場合にはガラミン 1.3 mg/kg/h の投与を行なっている。

人工呼吸器を使用し呼吸管理をおこなうには分時換気量、一回換気量、換気数、吸期、呼期の比率等を決定しなければならない。しかし家兎のそれぞれの安静時の値は報告者により一致をみない。Guyton<sup>14)</sup> は覚醒時の家兎においてこれらの測定は非常に困難であると述べているがちなみに彼の測定によると2.069 kgの家兎では分時換気量 800 ml と報告している。Galla<sup>8)</sup> の報告では2.5 kgの家兎では510 ml と報告しており一定していない。一般に肺胞換気の適正化を知る一つのパラメーターに動脈血炭酸ガス分圧がある。これは種族差がほとんどなく適正換気時 40 mmHg といわれているが、たとえ動脈血炭酸ガス分圧が一定でも換気回数、一回換気量の組み合わせは無数にあることになる。特に人工呼吸器にて呼吸管理をする場合、送気回数を多くすると動脈血酸素分圧の低下<sup>15)</sup> や死腔換気率<sup>16)</sup> の増加などの報告がある。そこで至適な換気数とは Agostoni<sup>17)</sup> らによれば、換気筋の仕事量が最小になる換気回数が、安静時の換気数になることを認めており家兎では40~50回/分と報告されている。一回換気量については Kleinman<sup>18)</sup> らの報告では、3kgの体重で換気数を40~50回/分とすれば13~16.5 ccになる。ただしこの小動物の換気ノモグラムには、呼吸商 0.85、死腔換気率 0.35~0.40 といった仮定をたて酸素消費量と体重の関係より作成されたものである。もちろん 1°F の体温上昇は正常時より5%、アチドーシスのある時には10%、麻酔器の死腔の加算などが必要としている。われわれが測定し得た死腔換気率は0.60前後であったので Kleinman のノモグラムよりは1.5倍

増しの換気量が必要となる。そこでわれわれは送気回数を40~50回/分、一回換気量を30~40 ml にし、吸期、呼期の比率は1:1としている。但しこの比率については適正換気を目的に研究すべき点が残されていると思われる。このように管理した場合、気道内圧は8~10cmH<sub>2</sub>O、コンプライアンスは3.00~3.36 ml/cmH<sub>2</sub>O、動脈血炭酸ガス分圧は30~40 mmHg であった。また動脈血炭酸ガス分圧 40 mmHg の時の分時換気量は244.8 ml/kg であった。

### 体温管理、輸液、麻酔からの覚醒

Nichelmann<sup>19)</sup> らの報告によると環境温度と皮膚温の間には、S字状カーブを描く関係がある。したがって環境温度のわずかな変化に対しても皮膚温が大きく変化することがわかる。Rott<sup>20)</sup> らは直腸温と環境温度の関係についての報告によると生後300日の家兎では、環境温度が25°Cの時、直腸温は40°Cと報告しており皮膚温と異なり直腸温は比較的環境温度の変化に対して変動が少ない。

家兎の飼育条件として環境温度は、16°Cが適温で10~18°Cがよいといわれるが<sup>21)</sup> この様な環境温度では直腸温は39°C前後を示す<sup>20)</sup>。麻酔管理中は一般に体温は下降しやすく、冬期には特に注意が必要である。反対に夏期には体温が上昇し40°C以上になることがある。この場合、麻酔管理中、代謝性アチドーシスが進行して死亡してしまうのを経験している。われわれは食道中部で38.5°C~39.0°Cの範囲内に体温を調節している。輸液は、麻酔中5%ブドウ糖液：生理食塩水=1:1のもの(half saline solution)を5 ml/kg/h 与え大量投与がない様に注意している。

麻酔からの覚醒は酸素または空気呼吸せしめた状態で気管内挿管チューブはそのまま放置し動物があばれ出した状態で抜去する。抜去すると同時に仰臥位から腹臥位に体位を変えることが大切である。いかなる手術あるいは実験操作施行後でも少なくとも12時間は水、食物を与えない。

## む す び

以上家兎の気管内挿管麻酔を中心に過去の報

告とあわせてわれわれが行なっている麻酔管理  
方法ならびに経験をまとめた。

## 文 献

- 1) Murdock, H. R.: Anesthesia in the rabbit. *Fed. Proc.* 28 : 1510—1516, 1969.
- 2) Vetési, F., Kutas, F.: Mucoid enteritis in the rabbit associated with *E. Coli* changes in water, electrolyte and acid base balance. *Acta Vet. Acad. Sci. Hung.* 23 : 381—388, 1973.
- 3) Freeman, J. M., Barley, S. P.: Premedication, tracheal intubation and methoxyflurane anesthesia in the rabbit. *Lab. Anim. Care.* 15 : 254—259, 1965.
- 4) Godeaux, J., Tønnesen, M.: Investigations into atropine metabolism in the animal organism. *Acta Pharmacol. Toxicol.* 5 : 95—109, 1949.
- 5) Lindquist, P. A.: Induction of methoxyflurane anesthesia in the rabbit after ketamine hydrochloride and endotracheal intubation. *Lab. Anim. Sci.* 22 : 898—899, 1972.
- 6) Davis, N. L., Malinin, T. I.: Rabbit intubation and halothane anaesthesia. *Lab. Anim. Sci.* 24 : 617—621, 1974.
- 7) Wurster, V. H.: Zur Anästhesie beim Kanichen. *Berl. Münch. Tierärztl. Wschr.* 86 : 354—355, 1973.
- 8) Galla, S. J.: Techniques of anesthesia. *Fed. Proc.* 28 : 1401—1409, 1969.
- 9) Hoge, R., Hodesson, S., Snow, I.: Intubation technique and methoxyflurane administration in rabbits. *Lab. Anim. Care* 19 : 593—595, 1969.
- 10) Davis, N. L., Nunnally, R. L., Malinin, T. I.: Determination of the minimum alveolar concentration (MAC) of the halothane in the white new zealand rabbit. *Br. J. Anaesth.* 47 : 341—345, 1975.
- 11) Steffey, E. P., Gillespie, J. R., Berry, J. D., Eger, E. I., Munson, E. S.: Anesthetic potency (MAC) of nitrous oxide in the dog, cat and stump tail monkey. *J. Appl. Physiol.* 36 : 530—532, 1974.
- 12) Brown, W. E., Lucas, G. H. W., Henderson, V. E.: Anesthetic value of  $N_2O$  under pressure. *J. Pharmacol. Exptl. Therap.* 31 : 269—289, 1927.
- 13) Wass, J. A., Keene, J. R., Kaplan, H. M.: Ketamine metoxyflurane anesthesia for rabbits. *Am. J. Vet. Res.* 35 : 317—318, 1974.
- 14) Guyton, A. C.: Measurement of the respiratory volume of laboratory animals. *Am. J. Physiol.* 150 : 70—77, 1947.
- 15) Jonzon, A., Sedin, G., Sjöstrand, U.: High frequency positive-pressure ventilation (HFPPV) applied for small respiration and continuous positive airway pressure (CPAP). *Acta Anesthesiol. Acad.* 53 : 23—36, 1973.
- 16) Lunn, J. N., Mapleson, W. W., Chilcoat, R. T.: Effects of changes of frequency and tidal volume of controlled ventilation. Measurements at constant arterial  $P_{CO_2}$  in dogs. *Br. J. Anaesth.* 47:2—16, 1975.
- 17) Agostoni, E., Thim, F. F., Fenn, W. O.: Comparative features of the mechanics of breathing. *J. Appl. Physiol.* 14 : 679—683, 1959.
- 18) Kleinman, L. I., Radford, E. P.: Ventilation standards for small mammals. *J. Appl. Physiol.* 19 : 360—362, 1964.
- 19) Nichelmann, M., Lyhs, L., Rohling, H., Rott, M.: Die Korpertemperaturen des Kaninchens. II Die Hauttemperaturen. *Arch. Exp. Vet. Med.* 27 : 775—782, 1973.
- 20) Rott, M., Nichelmann, M., Rohling, H., Lyhs, L.: Die Korpertemperaturen des Kaninchens. I Die Rektaltemperatur. *Arch. Exp. Vet. Med.* 27 : 769—774, 1973.
- 21) Lane-petter, W.: *Animals for resarch.* Acad. Press Inc.