

閉鎖循環式全身麻酔の基礎的研究

京都大学医学部外科学教室第2講座 (青柳安誠教授指導)

田附興風会北野病院外科 (医長：房岡隆三博士)

医学士 佐藤 堯

〔原稿受付 昭和29年9月6日〕

FUNDAMENTAL STUDIES ON CLOSED CIRCUIT ANESTHESIA

by

TAKASHI SATO

From the 2nd Surgical Division of the Kyoto University Medical School
(Director: Prof. Dr. YASUMASA AOYAGI) and the Surgical Division of
the Kofukai Kitano Hospital at Osaka (Director: RIUZO FUSAOKA, M. D.)

Summary

1. As the machine of Japanese make for inhalation anesthesia through a closed system with an inlying intratracheal tube has some defects which cause undesirable accidents occasionally, we have made some successful modifications of it.

Descriptions and results of our improvements are as follows:

a. The cuff at the end of the tracheal tube as shown in Fig. 1 was substituted for that shown in Fig. 3 and 4, so as to prevent the danger of rupture of the cuff and tracheal obstruction caused by the ruptured cuff.

The usefulness of our modified cuff was proved by roentgenogram with contrast medium.

b. A mica respiratory bulb was replaced by a rubber one. The excellence of the latter is indicated in the regular respiratory curve, the constant respiratory resistance and the regular intra-alveolar CO_2 accumulation curve. The curves obtained when using the former are irregular and inconstant.

It was observed that intra-alveolar CO_2 accumulation took place before the reactive temperature of the soda lime could have reached its maximum.

Therefore, it is desirable that the air in the rebreathing bag must be exchanged for oxygen as frequently as possible, not depending too much upon the temperature of the soda lime.

2. In summer, sudden death of the test animal (dog) sometimes occurred under ether anesthesia with this apparatus. The symptoms leading to death were like those of heat stroke and the rectal temperatures in these animals usually rose above 42°C .

At autopsy we found marked degeneration of the cerebral nerve cells.

These facts suggest that death is caused by heat stagnation during anesthesia and the mechanism of this stagnation can be accounted for as follows:

i. The thermal center ceases its normal function under anesthesia, becoming just like the center of thermolabile animals.

ii. The evaporation of both CO_2 and H_2O is checked.

iii. In addition, the rise of temperature of the soda lime accelerates the above mentioned factors.

The danger of heatstagnation during anesthesia of this type in summer in our country where airconditioning facilities are very poor, is accordingly quite considerable. Constant attention to the changes of physical temperature is deemed to be of great importance, when closed circuit anesthesia is employed.

緒 言

ここ数年來、わが国にも閉鎖循環式全身麻酔法が導入せられ、手術特に胸部外科手術に寄与するところ大なるものがあるが、それに伴い本邦製閉鎖循環式全身麻酔器も各社より発売されるに至つた。しかしながら初期に於いては本邦製麻酔器自体に不備の箇所を認めると共に、吾々の本麻酔法に関する知識、経験の貧困と相俟つて不慮の偶発事故を耳にする機会も決して少しとしなかつたのである。

従つて、吾々は人体使用に先立つて犬を試験として本邦製麻酔器に就いて吟味検討し、その不備の箇所を改良することにより、その初期の製品と雖も安全に人体に使用し得るに至つた。吾々が使用した閉鎖循環式全身麻酔器は泉工社製及び建部青州堂製のもので、何れも極く初期の製品である。

又、長時間にわたりエーテルにより気管内麻酔の維持を行う場合、外界の気温によつて体温の変動が起り殊に夏季に於いては過熱現象が惹起され、それが死因の一つとなり得ることを認めたのである。

実 験 法 一 般

実験動物：犬（中型成犬を多く使用したが、必要に応じて幼犬をも使用した。）

麻酔法：特記するもの以外は阿片剤注射による予備麻酔後、ラボナール静注（体重 1kg 当り 0.0125～0.025g）により導入麻酔を行い、気管内チューブを挿入し、以後エーテルによつて第3期第2相の麻酔深度を維持した。ソーダライムは邦製のもの（N社製品）500g を使用し、又必要に応じて米国製品（Dewey and Almy Chemical Company製）をも使用した。酸素流量は大体終治毎分 250cc とした。

第 1 編 本邦製閉鎖循環式全身麻酔器の改良

第 1 章 気管内チューブ先端の Cuff の問題

本邦製閉鎖循環式全身麻酔器の従来の気管内チューブ先端の Cuff は第 1 図の様に、空気をいれない時は

第 1 図 従来の Cuff



チューブに密着した型のものであつた。これに空気を注入して膨らませる時は、本邦製ゴム囊はその質の不良なるため、軟弱部を中心として一方的に膨らみ、ために膨らみが均等にならぬことが多く（第 2 図参照）破裂しやすく、又チューブの屈曲、狭窄閉塞等を来す

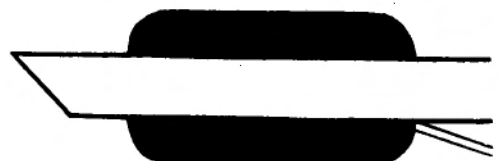
第 2 図 従来の Cuff の不均等な膨らみ



ことを経験した。このため屢々麻酔の中止を余儀なくされ、或いは手術中殊に両側開胸時などにこの状態が起ると忽ち死亡することすらあつたのである。

そこで、第3、4図に示す様な型の Cuff を考案し、

第 3 図 改良せる Cuff



次の実験により前者の欠陥を防止し得ることを立証した。

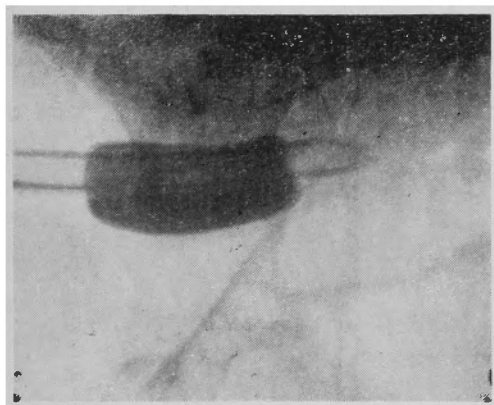
第4図 改良せる Cuff



実験方法：兩種 Cuff を犬の気管内に挿入し、空気の代りに造影剤（スギウロン）を注入してレ線像により比較した。

実験成績：従来の Cuff は第5図に示す様に、やはり膨らみが不均等となり、チューブの屈曲、並に最悪の場合には閉塞が起り、又気管粘膜との間を全く気

第5図 気管内で不均等な膨みを示す従来の Cuff のレ線像

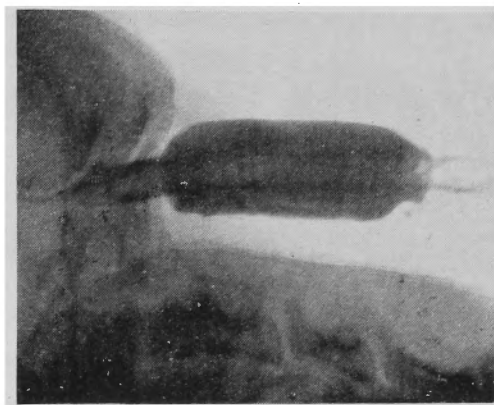


密にするためには可成りの内圧を要し、ゴム囊の軟弱部で破裂することすらあり、時にはチューブの狭窄を来す場合も経験した。又斯る Cuff を使用する時は平圧時は兎も角として特に加圧時に際し加圧気が漏れることがあり、ために加圧の目的を達し得ないことが屢々であった。

これに反して、改良した Cuff では第6図に示す様に、膨らみが均等であり、気管壁との接触面が大きいので完全閉塞のため大なる内圧を要せず、従つて破裂の危険性もなく、しかも加圧も充分にその目的を達し得るに至つた。

次いで私は第3図、第4図に示す改良 Cuff の各々を試験気管内挿入実験後、各試験に就いて、この兩者の Cuff の気管粘膜に対する損傷の有無並に程度を肉

第6図 気管内に於ける改良Cuffのレ線像



眼的及び顕微鏡的に検討したが、この兩種の Cuff の間に性能並に氣道粘膜に及ぼす影響に有為の差は認め難い事実を知つた。この際 Cuff に充分陰圧をかけ縮めた状態で気管内へチューブ挿入を行つたことは勿論言を俟つまでもない。唯気管内挿入操作に際し第4図の Cuff の方が第3図に示すそれに較べて Cuff の形態上少々有利の様に思われる程度の差異にすぎない。従つて、以後専ら第4図の如き構造の Cuff を使用した。

小括：以上の成績を小括すると

(1) 従来の Cuff の欠点を指摘し、之が改良を試みた結果、本邦製ゴムを材料とした場合でも充分その用を充し得ることを知つた。

(2) 改良製の Cuff は何れも實際使用した実験結果からみて左程この兩者の間に性能並に氣道粘膜損傷程度の差異は認め得ない。併し乍ら第4図に示すものの方が第3図に示すものよりも気管内挿入操作上少々有利の様に思われた。

(3) 従つて我々の教室では以後専ら第4図に示すが如き Cuff を使用するに立至つた。

第2章 呼吸弁の問題

私は前記の様に気管内チューブ尖端の Cuff を改良した上、犬に就いて更に実験を続行したところ尙依然として屢々呼吸状態の変調をまねくことに気付いた。即ち、従来の雲母製呼吸弁は開閉常ならず、殊に呼吸中の湿気により更に著しく呼吸抵抗が大となり、ために肺の換氣不全を来すことが多かつた。

そこで、旧陸軍九八式軍用防毒面のゴム製呼吸弁（第7図参照）を利用してこの欠点を除去することに

第7図 九八式軍用防毒面のゴム製呼吸弁



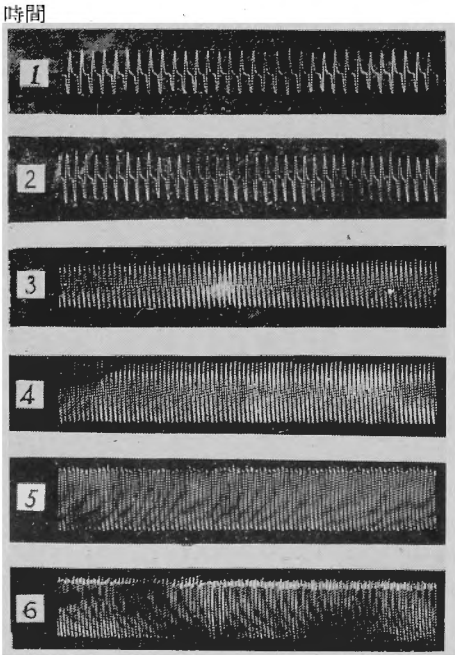
成功し、次の諸種の方法によりこれを立証した。

第1節 呼吸曲線による兩種呼吸弁の比較

実験方法：呼吸弁と気管内チューブとの中間に側管をつけ、これからゴム管によりタンブールに連結し、呼吸運動を廻転媒紙上に記録して兩種呼吸弁の優劣を比較した。

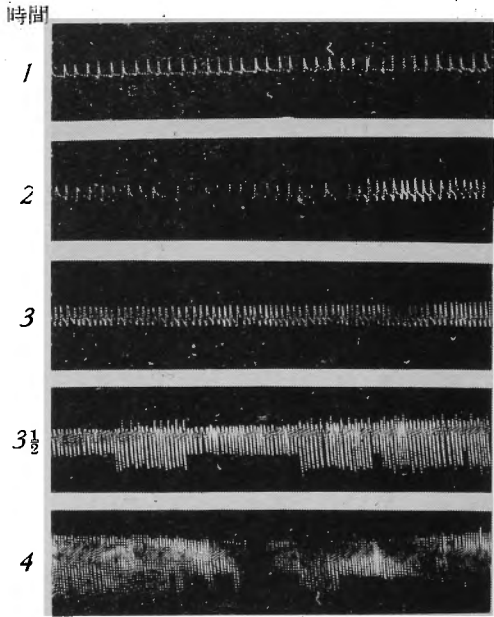
実験成績：ゴム製呼吸弁の場合は、何時間経過しても呼吸曲線の振幅は殆んど大差なく、且規則正しい。たゞ3～4時間位になると CO₂ 蓄積による呼吸の深さの増大にもとづき漸次僅かに振幅の増大を来す程度である（第8図参照）。

第8図 ゴム製呼吸弁による呼吸曲線



これに反して、雲母製呼吸弁では、第9図に示す様に振幅に著変を認め、不規則である。

第9図 雲母製呼吸弁による呼吸線



後に述べる呼吸抵抗の実験からみれば、最初振幅の小であるのは弁が完全に閉鎖しないためであり、後に大且不規則となつたのは呼気中の水蒸気により呼吸弁が湿潤となり呼吸抵抗が大きくなつたためと思われる

第10図は同一動物で連続的に呼吸弁を交換した場合の呼吸曲線である。

第2節 呼吸抵抗による兩種呼吸弁の比較

実験方法竝に成績

第 1 表

呼吸抵抗よりみた兩種弁の比較

(A)

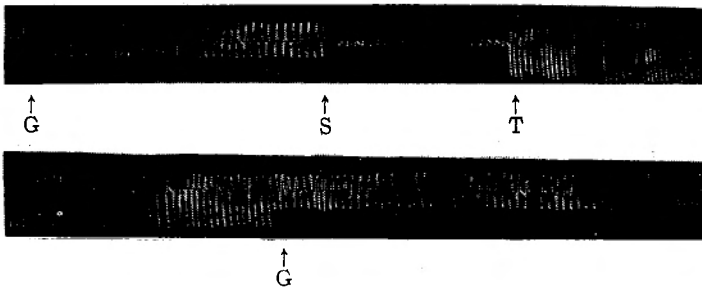
	ゴ ム 弁	雲 母 弁	
		S 社 弁	T 社 弁
吸気時	-3 (略-定)	- 8 - 1 (不定)	- 24
呼気時	+6 (略-定)	+10. + 5 (不定)	+28

(B)

	ゴ ム 弁	雲 母 弁	
		S 社 弁	T 社 弁
吸気時呼吸弁の方を閉鎖した時	-230	-120	-60
呼気時呼吸弁の方を閉鎖した時	+110	+ 22	+56

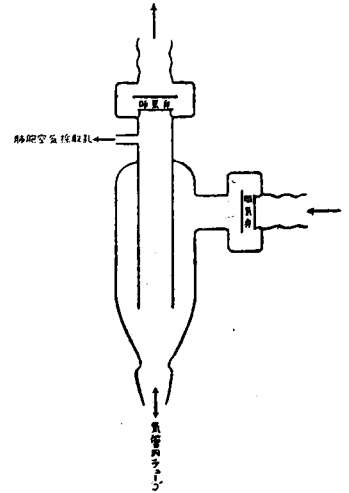
(すべて mm 水柱を示す)

第10図 呼吸弁の連続交換による呼吸曲線

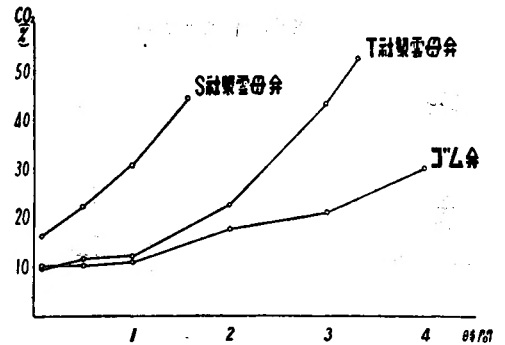


【註】 G : ゴム製呼吸弁
S : S社雲母製呼吸弁
T : T社雲母製呼吸弁

第11図 肺胞空気採取器具



第12図

肺胞空气中CO₂蓄積度の各種弁比較

(註) 実験動物は同一の犬を使用した。

(1) 前述の呼吸曲線採取に使用したと同じ側管に水圧計をつけ、呼吸抵抗を測定した。

第1表(A)に示す様に、ゴム製呼吸弁では吸気時-3mm水柱、呼気時+6mm水柱で常に略一定値を示すに反し、雲母製呼吸弁ではそれより遙かに大であつたり、小であつたりする。

これは雲母製呼吸弁の開閉の常ならぬことを示している。

(2) 吸気時に吸気弁の方を閉鎖し、又呼気時に呼気弁の方を閉鎖して(1)の場合と同様に各種呼吸弁を連続的に交換し、気管内チューブの内圧を測定したのが第1表(B)である。これにより雲母製呼吸弁では明らかに閉鎖不全の存在することが判る。

第3節 肺胞空気中のCO₂蓄積度の推移による兩種呼吸弁の比較

実験方法：前に実験方法一般の項で述べた様に、最初呼吸囊はO₂を以て八分通り満し、以後酸素流量略々一定(大体毎分250cc)となし、ソーダライムは邦製(N社製)のもの500gを使用、エーテルは麻酔の深度を常に第3期第2相にあらしめる如くした際の肺胞空気中のCO₂の容量%の推移曲線を以て兩種呼吸弁を比較した。

肺胞空気の採取には第11図に示す様な硝子製器具を作製し吉村氏法に準じて行つた。唯本実験では原法の吉村氏の自動法に代うるに手動法を以てした。

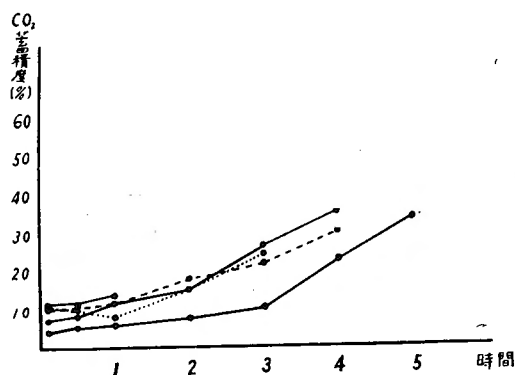
CO₂量の測定にはHaldane型ガス分析機を使用した。

実験成績及び考察：実験成績は第12図、第13図、第14図に示す通りであつて、ゴム製呼吸弁使用の時はソ

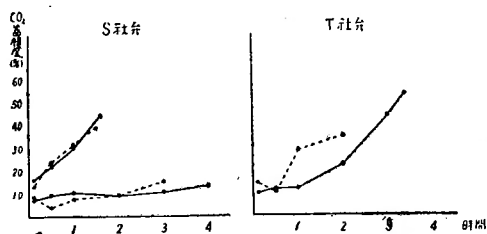
ーダライムのCO₂吸収能の不足及び減弱につれて漸次常に略々一定の曲線で蓄積して来ているが、雲母製呼吸弁では全く不定であつて、急激な蓄積が早期に起りやすい。急激な蓄積の起つた例に於いては、弁音の聴取常ならず、且弁音の聴取出来る間はソーダライムの温度は著明に上昇するが、聴取出来ぬ様になるとその温度が低下してくる。

従つてこの場合のCO₂の急激な蓄積は呼吸弁の開鎖不全による循環の不足に由来するものであることは自ら明らかである。又、早期にはCO₂の蓄積が比較的少く、1~2時間経過後急激に蓄積してくる様な場合は、CO₂吸収罐では比較的良好に吸収されているので

第 13 図

ゴム弁に於ける肺胞空気のCO₂蓄積度推移曲線

第 14 図

雲母弁に於ける肺胞空気のCO₂蓄積度推移曲線

はあろうが、湿潤等で呼吸抵抗が大となり、肺胞内換気不全にもとずく蓄積が来たものと考えられる。以上の事実から私は従来用いられて来た雲母製呼吸弁に比べて九八式軍用防毒面のゴム弁を使用した方が遙かに優秀であり、呼吸弁に由来する本麻酔法の危険性を除去し得る事実を知り得たのである。而して我々はその後人体に本麻酔法を適用するに至つたが、本邦製麻酔器にして、しかも極く初期の製品ですら心してこれを臨牀使用に供することが出来た。

小括：(1) 従来の雲母製呼吸弁と九八式軍用防毒面のゴム製呼吸弁の性能を呼吸曲線、呼吸抵抗、肺胞空気中 CO₂ 量等から比較検討し、後者があらゆる点に於いて遙かに優秀なることを示摘立証した。

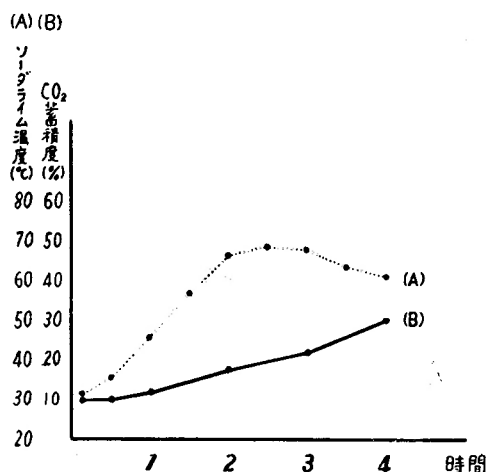
(2) 而して呼吸弁に由来する本麻酔法の危険性を完全に除去し得た。

第 3 章 肺胞空気のCO₂蓄積度推移よりみたその他の考察

実験方法：第 2 章に於けると殆んど同じである。唯、呼吸弁としては私が改良したゴム製弁を使用した。実験成績竝に考察：従来ソーダライムの CO₂ 吸収能力に関してはそれが発熱しなくなり吸収罐が冷却してくることを能力低下の指標の一つとされて来た。そこで私は肺胞空気中の CO₂ 蓄積程度とソーダライムの温度との相関々係を検討したのであるが、その成績は第 15 図に示す通りである。

本実験によれば、本邦製のソーダライムではその反応熱が最高に達しないにかゝらず、即ちソーダライムの吸収能力が尙存在するにかゝらず 1 時間をすぎれば肺胞空気中の CO₂ 蓄積が多少とも起つて来る。従つて CO₂ 蓄積の完全除去をソーダライムの吸収能力にすべてをゆだねるわけにはゆかず、又同時に循環回

第 15 図

肺胞空気中CO₂蓄積度とソーダライムの温度との関係

(註) ゴム製呼吸弁、本邦製ソーダライム 500g を使用する。

(A) ソーダライムの温度を示す。

(B) 肺胞空気中CO₂蓄積度を示す。

路中の熱蓄積も第 2 編に於いて述べる様に惹起されるから、出来るだけ頻々と呼吸囊内の空気を洗い流し、純酸素と置換することが望ましいのである。そのためには本麻酔器の附属設備として回路中への正常酸素流入経路の他に必要に応じて急速にゴム囊中へ純酸素を流入せしめ得るもう一つの経路の設置が必要かと考える (註：本邦製最新型麻酔器ではこの設備が設置されるに至つた)

小括：(1) 肺泡空気 CO_2 蓄積度推移から観察し、回路中の CO_2 蓄積の完全除去をソーダライムの CO_2 吸収能に全面的にゆだねることは危険性を包含して居り、出来るだけ頻々と呼吸囊中の空気を酸素で置換することが望ましい。

(2) 而してこの要求をみたすためには麻酔器附属設備として回路中への正常酸素流入経路の他に必要に応じて急速に呼吸囊中へ純酸素を流入せしめ得るもう一つの経路の設置が望ましい。

第1編 総 括

(1) 本邦製閉鎖循環式全身麻酔器の不備の箇所を示摘し、次の諸点を改良した。即ち、

- (i) 気管内チューブ先端の Cuff の改良
- (ii) 呼吸弁の改良
- (iii) 純酸素急速流入装置の設置

(2) 麻酔施行中はソーダライムの性能のみを過信すべきでなく、出来得る限り頻々と呼吸囊中の空気を純酸素で置換することが望ましい。

第2編 低温及び高温環境に於ける閉鎖循環式全身麻酔（エーテルにより麻酔維持）施行に際しての体温変動、殊に高温時に於ける鬱熱現象について

以上第1編に於いて私は本邦製全身麻酔器の不備の箇所の改良を試み麻酔器自体に基く危険性を除去し得た。而して、この改良麻酔器を種々人体手術時に順調に応用していたところ偶々2例の偶発事故に遭遇したしかもその何れもが夏季の盛夏時である点から、私は環境温度がこの偶発事故と何等かの関聯性を有するのではないかと思推し以下の如き実験を試みこれが究明に努力した。

実験方法：すべて第1編に述べた改良麻酔器並に本邦製最新型麻酔器を使用して、既に実験方法の一般に於いて述べたと同様に行い、実験動物（犬）を木の板の上に横臥せしめ、直射日光を避け、無風の室内で行った。犬は全身の皮膚に汗腺を有せざる動物であるため湿度測定は顧慮しなかつた。（註：夏季の人体手術の場合でも、多くの旧式手術場では消毒器よりの蒸気のため室内の湿度が飽和に近くなり、且患者を幾重に

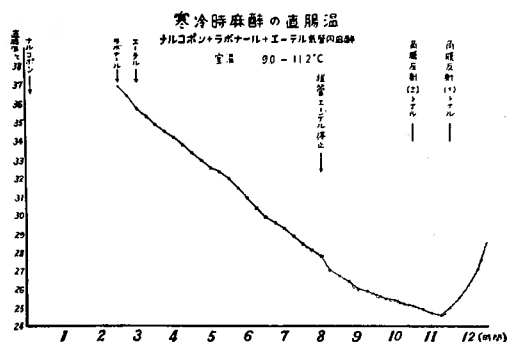
も厚い消毒布で被覆するため高温、多湿、無風環境になりやすく、高温環境下のこの実験動物と類似の状態が往々にして惹起されるのである。）

温度測定には水銀標準寒暖計及び熱電堆を使用した

第1章 低温環境下に於ける体温下降について

低温環境、即ち室温 20°C 以下で本麻酔法を施行する時は、角膜反射が消失すると共に直腸温は漸次著明な下降を示してくる。勿論、ナルコボン、ラボナール単独、又は両者の併用のみでも体温の下降を招くが、この際の体温下降は一時的、且軽度過ぎない。エーテルにより長時間の麻酔を施すと、はじめて直腸温は持続的にどんどん下降を続ける。而して、麻酔を中止し、角膜反射が陽性となり覚醒してくると同時に今度は直腸温は漸次上昇して平熱に復する（第16図参照）が、この点は後述する鬱熱現象と対照的であり、後に

第16図



総括する。

第2章 高温環境下に於ける鬱熱現象について

室温が 29°C 位以上の高温環境に於いて本麻酔法を施行していると、2～5時間以上も経過すると屢々呼吸停止を惹起して死亡するものに遭遇した。それでこの死因は体温上昇に原因するものではなからうかとの考慮の下に実験を行い、鬱熱が死因の一つとなり得ることを認めるに至つた。

第1節 実験方法：第2編頭部に述べた実験方法の如く行い、必要に応じて回路中の CO_2 の蓄積を可及的防止する意味で米国製ソーダライムをも使用した。又同時に麻酔の深すぎない様に注意して行つた。而し

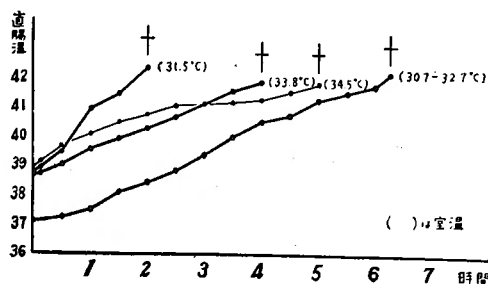
て、CO₂の容量パーセント測定には前述の如く Halbane 型瓦斯分析機を使用した。肺胞空気中の CO₂量を終始10%内外に維持する様に努めた。

第2節 実験成績：室温が29°C位以上になると、全例に於いて直腸温が上昇することを認めた。第17図はその状況を示したものである。

直腸温 41.85°C 以上で呼吸停止したものの中、その代表的な4例を示すと第2表の如くである。この4

第17図

高温時麻酔の直腸温 ナルコボン+ラボナール+エーテル気管内麻酔



(註) + は死亡を示す

例中3例迄は呼吸停止直後に人工呼吸を行い、又多量の O₂ を以て回路を洗い流してやつても死亡している。

他の生存した1例では痙攣を麻酔の覚醒と誤りエー

第2表

41.85°C 以上の直腸温を示し呼吸停止した4例

	呼吸停止までの時間	直腸温 (°C)	室温 (°C)	轉 歸
1	2 時 間	42.5	31.5	死 亡
2	5 " "	41.85	34.5	死 亡
3	4 " "	42.0	32.0	死 亡
4	4 " "	42.2	31.0	生 存

テルを滴下した直後呼吸停止を来したもので、むしろ麻酔の深すぎたためではないかと解され、個体差により鬱熱のための呼吸停止までには今少しの体温上昇を要したため生存し得たのではないと思われる。なお鬱熱以外の、エーテル麻酔の深すぎた場合とか、CO₂蓄積が高度となつた場合とかの原因で呼吸停止をしたと考えられる際には直ちに人工呼吸を行い、且酸素を以て回路を洗い流すことにより恢復している。麻酔開始後3時間20分で肺胞空気中の CO₂が52%迄蓄積して呼

吸停止を来したものでこの方法で良く恢復している

第3節 鬱熱時の脳組織標本所見

以上の様な方法で、麻酔深度が深すぎぬ様に留意し且 CO₂蓄積を防止して本麻酔法を行い2~6時間後直腸温が42°C前後に達して死亡した犬の脳組織標本(第18図、第19図参照)を作製し、対照例(24°C前後の環境下で麻酔方法や麻酔時間を同様にを行い、直腸温が37~38°C前後にとどまっているものを失血死せしめた犬の脳の組織標本、第20図参照)と比較した。而して染色法としてはニッスル染色を行つた。

鬱熱死と考えられる脳では、神経細胞の原形質及び核の形はほぼ正常乃至小型化し、所々原形質のニッスル小体は明瞭な形を失つてうすい紫色の瀰漫性の染色態度をとつて居り(第18図参照)、ある神経細胞には小型の空胞形成がみられ、それが細胞に瀰漫性にゆきわたつた像を呈している(第19図参照)。これ等の変化は対照例には認められなかつた(第20図参照)。

このような変化は脳幹部にも著明であつて、これが直接死因の一つになり得ることは充分考えられることである。特にこの様に高い直腸温を示して呼吸停止を来したものでは、O₂で回路を洗い、人工呼吸を施し、更に強心剤、呼吸興奮剤等を投与しても恢復せぬ事実と併せ考え、以上の様な器質的变化が生じていることも充分に想像されるのである。

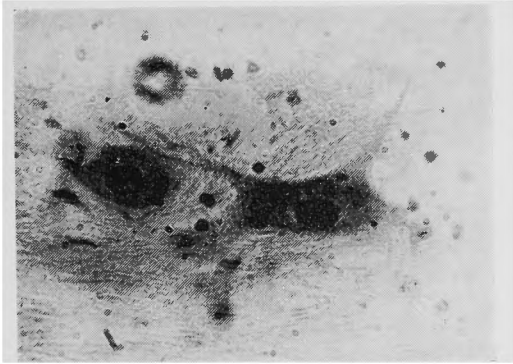
第3章 閉鎖循環式全身麻酔に際しての環境温度と体温変動に関する考察

第1節 体温変動の惹起機転について

以上の様な体温変動は略々角膜反射の消失点より麻酔の深度が深くなると起ることを認めた。従つて、犬では大体角膜反射の消失と同じ位の深度で温熱調節中枢も麻痺され、変温動物の様な状態になるものと思われる。人間の麻酔で小児に夏季に鬱熱が起り易いが、小児では比較的浅い麻酔深度、即ち第3期第1相で既に角膜反射が消失するためではなからうか。

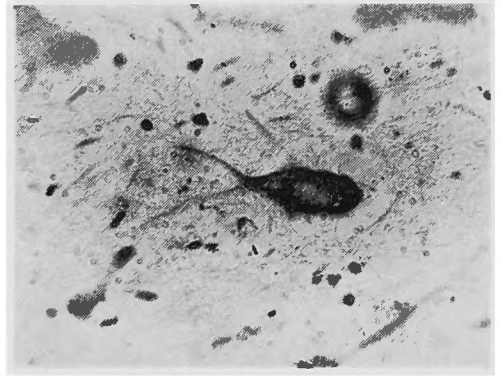
鬱熱現象の惹起機転に関しては、この様に変温動物の様な状態となつている上に、一方では本麻酔法が閉鎖循環式麻酔なるがために、回路の CO₂蓄積、湿度飽和のために CO₂や水分の気化熱としての体温の放散が妨げられ、その結果として前述の様な著明な鬱熱現象を招来するものであろう。しかもソーダライムの

第 18 図



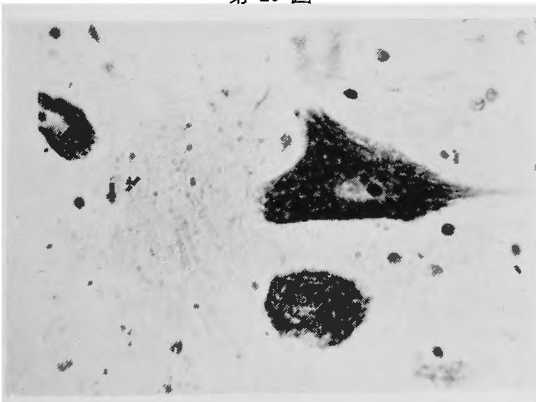
麻醉開始後 6 時間 15 分で直腸温 42.25°C を示し死亡した犬の延髄の組織標本 (ニッスル染色)

第 19 図



同上 (空胞形成を示す)

第 20 図



麻醉開始後 6 時間で直腸温 37.6°C で生存中のものを失血死せしめた犬の延髄の組織標本 (ニッスル染色)

温度上昇の結果熱せられた気体を呼吸することによりなお一層助長されるのではあるまいか。

上記の実験では CO_2 蓄積にもとづく死因を否定するため、頻回に亘り回路を O_2 で洗い、肺胞空気中の CO_2 蓄積を高々 10% 内外に止め、且又ソーダライムをも頻回に交換したにもかかわらず、なお鬱熱を招いた。しかもかかる傾向は成犬よりも幼犬に於いて著しかったのである。

又他方、本麻酔法で直腸温が 40°C 以上で死亡したにも拘らず、前述の様な著明な脳の組織学的変化を認め得ない例もあつて、この様な際の死因としては、教室の緒方の研究によれば Hyperpotassemia に基づく心停止をあげることができるようである。即ちエーテルにより本麻酔法を行う時は体温上昇に伴い常に T 波は次第に増高し、間歇性心室性頻脈を伴う不整脈、次いで心室性頻脈、心室細動の経過をたどつて心停止に到るが、この様な心電図学的変化は又血清カリウム濃度の変化ともよく平行していることが立証されるに至つた。

而して従来 Hyperpotassemia が心停止の原因となり得ることは Howard, Elman, Marchand, Donowski 等先人の業績に徴しても明らかであり、本麻酔下に、しかも鬱熱を招来した際の心停止の原因としては Hyperpotassemia の存在も考えざるを得ない。

従つて、エーテル麻酔下に鬱熱なる現象が加わるとまず Hyperpoassemia を招来し、それに伴う心電図学的諸変化を示し、遂には心停止にさ至ることがあり、更に私の立証し得た如く脳の神経細胞の変性等の器質的变化に迄発展し得るものと考えざるを得ない。

第2節 鬱熱現象発生防止対策

第1項 クラレー剤の使用について

先ず鬱熱現象の発生を防止するには熱の産生を一時的に抑制することが望ましいと考え、筋弛緩剤である

クラレー剤の注射を行つてみた (第21図参照) この際には成程筋弛緩により熱の産生が低下する結果、ある程度までは体温上昇を防止し得たが、長時間にわたる麻酔にはなほ不充分であり、又常にこれを使用し得るとは限らないからこれのみに期待することは出来ない。従つて他の対策が必要となつて来る。

第2項 身体冷却による方法について

前述の低温時の成績にかんがみ、麻酔中全身各部を氷嚢で冷却するという方法を行つてみた。その結果は第22図に示す如く、身体を冷却する程度、範囲によりなお体温上昇を続ける場合もあり、又どんどん下降を示す場合もあり得ることがわかつた。従つてかかる方法で鬱熱を防止する際には、常に体温を測定しつつ、冷却の程度、範囲を時宜に応じて調節しつつ麻酔をつゞ

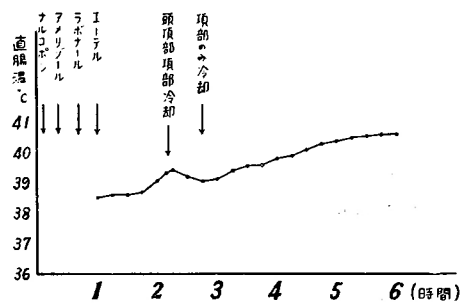
第 22 図

高温時麻酔の直腸温

冷卻剤アメリカゾール使用例

ナルコボン+アメリカゾール+ラボナール+エーテル気管内麻酔+冷却

室温: $31.4 - 32.3^\circ\text{C}$



ける必要があらう。而して低温麻酔すら提唱される今日に於いては斯る人為的に行い得る体温の低下は寧ろ好都合ともいふ得ようが、少くとも体温の上昇はあらゆる手段を講じて絶対に避けねばならないのである。

又、環境温度の変化と直腸温の変化との関係は第23図の如くであつて、犬では大体 $24 \sim 25^\circ\text{C}$ 位で体温の変動が最も少い様である。

従つて出来得れば夏季の本麻酔の施行に当つては環境温度の調節が最も望ましく、冷房設備完備の必要性を強調し度いのである。

第2編 総括

(1) エーテル麻酔下に於いては角膜反射の消失と共に恒温動物と雖も体温調節失調状態におちいり環境温

第 21 図

高温時麻酔の直腸温

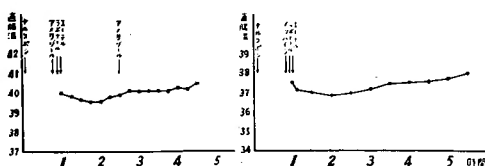
クラレー剤使用

AMELIZOL

室温 $30.1 - 31.6^\circ\text{C}$

METUBINE IODIDE

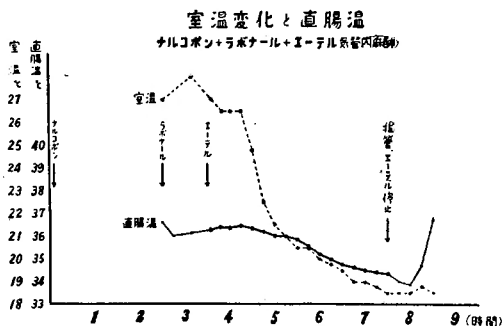
室温 31.0°C



度によりその体温は支配される。

(2) 従つて冬季は体温の下降, 夏季は体温の上昇を

第 23 図



招く傾向を示す。

(3) しかも夏季本麻酔法を行う時は熱の放散は不充分となり著明な鬱熱現象を招来する。

(4) かくして Hyperpotassemia の心電図学的諸変化を示し, 遂には心停止に至ることがあるが, 更にその際同時に脳の器質的变化が認められ, これが死因の一つとなり得ることを認めた。

(5) 鬱熱の防止対策としてはクラーレ剤の使用により或程度の効果を認め得るが, これのみでは不充分で身体冷却法を講ずる必要があり, 出来得れば冷房設備の完備が望ましい。

結 語

(1) 初期の本邦製閉鎖循環式全身麻酔器の危険箇所を改良してこれを安全使用の域にもたらしことが出来た。

(2) 閉鎖循環式全身麻酔をエーテルによる維持で実施するときは, 体温が環境温度により左右され, 殊に高温環境に於いては鬱熱現象を惹起し, それが麻酔死の原因ともなることを認めた。従つて本麻酔法が多方面にわたり使用されはじめた現在, 従来よりも長時間の麻酔を施行することが多いためその危険性はきわめて大であつて, 夏季冷房設備の乏しい本邦に於いては特に麻酔中の体温変動に留意する必要があるものと考え。

[本稿を終るに臨み, 本研究に当つて種々の御教示を得た日笠頼則講師に篤く感謝の意を表する。なお本研究には文部省科学研究費(班長: 武藤完雄教授)の補助を受けたことを併記して謝意を表する。]

文 献

- 1) Adriani: Techniques & Procedures in Anesthesia, 184, 1949.
- 2) 荒木千里, 竹友隆雄: 全身麻酔の理論と実際, 各科専門分担最新麻酔学, 75, 昭26.
- 3) H. M. Ausherman: Current Research in Anesth. & Analg., 27, 3, 172, 1928.
- 4) Collins, V. J.: Principle and Practice of Anesthesiology, Philadelphia, 1952.
- 5) Curren: Anesthesia in General Practice, 105, 1949.
- 6) Donowski, T. S.: Newer Concept of the Role of Potassium in Disease, Am. J. Med., 7, 525, 1949.
- 7) Douglas und Priestley: Human Physiology, Oxford, 1924.
- 8) Elman, R., R. A. Shatz, R. E. Keating and T. E. Weichselbaum: Intracellular and Extracellular Potassium Deficits in Surgical Patients, Ann. Surg., 136, 111, 1952.
- 9) 藤森正雄: 歐米に於ける全身麻酔装置と操作, 各科専門分担最新麻酔学, 283, 昭26.
- 10) Griffith: Anesthesiology, 3, 418, July, 1942.
- 11) 林周一, 綿貫詰: 気管内麻酔法, 臨牀, 4, 207, 昭26.
- 12) 林周一, 綿貫詰: 気管内麻酔について, 麻酔, 1, 10, 昭27.
- 13) 林田健男, 大出忠之: 全身麻酔の合併症とその治療, 各科専門分担最新麻酔学, 287, 昭26.
- 14) 日笠頼則, 佐藤堯: 邦製気管内麻酔器に就て, 手術, 6, 737, 昭27.
- 15) 日笠頼則, 佐藤堯, 緒方武: 閉鎖循環式気管内麻酔の基礎的研究(特にエーテル麻酔下の鬱熱現象を中心として), 麻酔, 3, 94, 昭29.
- 16) 本多憲兒: 閉鎖循環式気管内麻酔法の研究(第1報気管内麻酔時の呼吸曲線), 麻酔, 1, 55, 昭27.
- 17) 堀見太郎, 布施敏信: 急性熱射死に於ける腦, 殊に視丘下部所見に就て, 大阪医学会雑誌, 42, 2092, 昭18.
- 18) Howard, J. and R. A. Carey: The Use of Potassium in Therapy, J. Clin. Endocrinol., 9, 691, 1949.
- 19) 衣川純三: 鬱熱時に於ける体温調節中枢の機能障礙に関する研究, 国民衛生, 19, 135, 昭17.
- 20) 衣川純三: 鬱熱時の致死性的体内温に関する一考察, 国民衛生, 19, 261, 昭17.
- 21) Knipping H. W. und P. Rona: Praktikum der physiologischen Chemie von Peter Rona, Dritter Teil, Stoffwechsel und Energiewechsel, 133, 1928.
- 22) 熊谷洋: 全身麻酔の薬理, 各科専門分担最新麻酔学, 114, 昭26.
- 23) 桑原悟: 人為低血圧と冬眠下手術, 昭28.
- 24) 胸部

外科座談会, 第5回胸部外科学会をめぐって, 胸部外科 ▶ 6, 44, 昭28. 25) Leigh & Belton: Pediatric Anesthesia, 29, 1947. 26) 前田 和三郎, 高山祿郎: 麻酔の器具, 臨牀, 4, 192, 昭26. 27) Marchand, J. F. and C. A. Finch: Fatal, Spontaneous Potassium Intoxication in Patients with Uremia, Arch. Int. Med., 73, 384, 1944.

28) 中川一郎: 栄養総論, 89. 29) 緒方維弘: 寒冷と体温調節: 42, 昭24. 30) Saklad, M.: 日米連合医学教育者協議会講演, 昭25. 31) 寺坂源雄: 麻酔に必要な薬理学, 麻酔, 1, 65, 昭27. 32) 山村秀夫: 麻酔の生理と薬理, 麻酔, 1, 183, 昭27. 33) 山村秀夫: 麻酔と筋弛緩剤, 最新医学, 7, 336, 昭27.

肺結核に対する外科的療法の統計

Total Surgical statistics in the Treatment of Pulmonary Tuberculosis

O'Brien, W. B. et al: Americ. Rev. Tuberc. 68, 874, 1953.

ロード島国立療養所では1947年から1951年に至る5年間に、289名の肺結核患者に対し手術を行った。著者等は上の全患者について1952年8月迄観察した。

此の5年間のうち、前半は胸廓成形術、後半は充填術、肺切除術が多く行われている。又1947、48年にはPASは未だ用いられず、ストレプトマイシンの使用も少なかった。そのため前半と後半とでは手術適応に相当の差がある。

- 1) 死亡は22例 (7.5%) で、結核性原因によるもの10例、非結核性のもの12例である。
- 2) 生存者267名中233名は臨床的に経過良好である。
- 3) 両側を手術の対象とした者は38例で、うち7例は死亡、臨床状態良好なものは20例 (53%) である。
- 4) 片側手術例ではいずれの方法によつたものでも、生存者の約90%が臨床状態良好である。
- 5) 切除術では87例中24例が術後に結核性合併症を来し、8例 (9%) は死亡した。
- 6) 胸廓成形術に於ては合併症、死亡は夫々16%、9%である。これに対し充填術では3%、2%に過ぎない。しかしこの数字は直ちに手術方法の優劣を表わすものではない。病状による適応の差があるばかりでなく、胸廓成形術の大多数はストレプトマイシン、PASを使用せずに行われたからである。

(森田 昭抄訳)