原 著

犬の実験的腸閉塞に対する麻酔の基礎的研究

——主に Halothane と Ether 吸入麻酔の比較について——

松田浩珍**, 小笠原成郎*, 高瀬勝悟*
小笠原俊実*, 角田知子*, 野々宮孝***

FUNDAMENTAL STUDIES OF ANESTHESIA ON EXPERIMENTAL INTESTINAL OBSTRUCTION IN DOGS

COMPARISON BETWEEN HALOTHANE AND ETHER INHALATION ANESTHESIA

Hiroshi MATSUDA*, Shigeo OGASAWARA, Katsuaki TAKASE,
Toshimi OGASAWARA, Tomoko KAKUTA,
and Takashi NONOMIYA*

SUMMARY

Experiments were performed to make comparison between the influence of Halothane (H-I) and Ether (E-I) inhalation anesthesia on experimental intestinal obstruction (upper occlusion) in dogs, at the same time intact Halothane (H-N) and Ether (E-N) inhalation anesthesia for control anesthesia were carried out.

Comparison was made of clinical findings, blood pressure, blood gases and acid-base balance, blood components and body fluid.

The results were as follows:

- 1) After 96 hours of intestinal obstruction, decrease of body fluid and plasma chloride which were caused by a vomiting, at the same time increase of pulse rate, blood concentrate, hypotonia and a mild acidemia were recognized.
- 2) In E-I group, delay of time of the laryngo-pharyngeal reflexes were observed, and 2 heads of E-I group died without a completely awaking.
- 3) Body temperature, pulse rate and respiratory rate resulted similar effects in all groups

* 北里大学獣医畜産学部家畜外科学教室

** 大阪府立大学農学部獣医学科家畜外科学教室

*** 農林省動物検疫所博多出張所

* Department of Veterinary Surgery, School of Veterinary Medicine and Animal Science, Faculty of Veterinary Medicine, Kitasato University, Towada

** at present; Department of Veterinary Surgery Science, Faculty of Agriculture, University of Osaka Prefecture, Osaka

*** at present; Hakata Animal Quarantine Station, the Ministry of Agriculture and Forestry, Hakata

(H-N, E-N, H-I, E-I).

- 4) Arterial blood pressure depressed in intestinal obstruction groups (H-I, E-I).
- 5) Halothane anesthesia groups (H-N, H-I) exhibited respiratory acidosis, and Ether anesthesia groups (E-N, E-I) showed mixed acidosis. Furthermore, intestinal obstruction groups (H-I, E-I) were more aggravating than control groups (H-N, E-N), particularly, E-I group maintained after the end of anesthesia.
- 6) Ht, Hb, plasma electrolytes and osmotic pressure did not change in all groups (H-N, E-N, H-I, E-I).
- 7) Body fluid volume were not difference between H-I and E-I group.

From these results, it is presumed that use of Halothane inhalation anesthesia was better than Ether inhalation anesthesia on intestinal obstruction in dogs.

I. 緒 言

犬の腸閉塞症に対する診断および治療技術は、現在かなりの進歩をみているものの、上診の時点で患者は poor risk に陥っているものが多いので、手術に際しての麻酔は、その様式や麻酔剤の選択に留意する必要がある。さらに血液循環動態、電解質バランスの急変、閉塞部位による症状の差、腸の局所変化の程度の違いなど、その病的状態をも麻酔前に十分把握しておく必要がある。

現在までに、腸閉塞症の経過に伴う病態を研究したものは、電解質や体液変動、心拍出量や臓器血流量を始めとする血液循環動態の変化などについて数多く報告されているが^{3,7,14,15,16,21)}、かかる病態における麻酔の影響については、いずれも麻酔剤の一般的性状から報告しているに過ぎない。

著者らは、本病によって生体の機能が減退している状態で麻酔がいかなる影響をもたらすかを把握するために、先ず実験的高位腸閉塞犬を作出し、それによる生体への影響を検討した。さらに、これに対して代表的吸入麻酔剤である Halothane および Ether による吸入麻酔を実施して、両麻酔剤の影響を比較検討してみた。

II. 実験材料および実験方法

1. 実験材料

臨床健康と思われる雑種成犬 40 頭を 10 頭ずつ Table 1 で示したごとく、4 群に分類した。即ち、対照麻酔群として、無処置 Halothane 麻酔群 (H-N)、無処置 Ether 麻酔群 (E-N) に、腸閉塞造設麻酔群として、腸閉塞後 Halothane 麻酔群 (H-I)、腸閉塞後 Ether 麻酔群 (E-I) に分けた。実験前、最低 3 日間飼育し、実験期間中は絶食絶水とした。なお腸閉塞造設群は、造設 96 時間後に麻酔実験に供した。さらに実験前日および実験

Table 1. Anesthetics and dogs used in the experiments

Group	Anesthetics	Number of dogs	Body weight (Kg)		Dose of T.S. (mg/kg)
			Before exp.	After obst.	
Control	H-N Halothane	10	9.2 - 14.7 (11.8)#	-	12.2 - 26.0 (18.2)
	E-N Ether	10	9.2 - 13.8 (10.7)	-	14.4 - 23.0 (18.9)
Intestinal obstruction	H-I Halothane	10	9.5 - 15.5 (12.5)	8.3 - 13.1 (10.8)	6.7 - 16.1 (11.9)
	E-I Ether	10	8.1 - 17.0 (12.5)	7.0 - 13.7 (10.8)	9.2 - 21.4 (13.3)

Mean

T.S.: Thiopental sodium

期間中は抗生物質を筋注した (teramycin 50 mg/head/day)。

2. 実験方法

A. 腸閉塞造設方法

チオペンタールナトリウム (T.S.) による全身麻酔下で正中線切開により開腹した後、十二指腸脾管開口部直下部 (高位腸閉塞) を 10 号絹糸にて結紮した後、閉腹した。

B. 麻酔方法

麻酔前投薬として硫酸アトロピン (0.03 mg/kg) を皮下注した後、局所麻酔 (2% 塩酸プロカイン) 下で大腿動脈および外頸静脈に cannulation を行い、その後 T.S. で導入し、気管チューブを挿管、続いて吸入麻酔器 (五十嵐製 infant circle) に接続した。そして直ちに、自発呼吸下における閉鎖循環式で各々の麻酔剤による維持麻酔に移行させた。なお、Halothane はフローレッタ (五十嵐製)、Ether はイーレッタ (同製) の専用気化器を用いた。

麻酔中は右側横臥保定とし、麻酔深度は外科的麻酔期 (Ⅲ期 3 相) を目安に調節した。

麻酔時間は 60 分間とし、麻酔解放後は 30 分間同保定を継続させて、大気自然呼吸下で覚醒させた。

C. 検査項目および検査方法

- (1) 一般臨床所見

腸閉塞後の嘔吐の有無、脱水程度、挙動、体重、体温、心拍数、呼吸数の変化などを中心に観察した。

吸入麻酔では、導入に用いた T.S. 量、覚醒時の咽喉頭反射出現時間を測定した。

体温は、直腸温を測定し、心拍数(回/分)は記録した心電図の R-R 間隔より算出した。さらに呼吸数(回/分)は胸壁の動きより計測した。

(2) 血 圧

股動脈血圧は大腿動脈に、中心静脈血圧は外頸静脈に、また門脈血圧は麻酔開始後、回腸静脈を経て門脈に、各々カテーテルを挿入し、これらを日本光電社製標準型トランスジューサ(MPU-0.5型)に接続し、同社製多用途監視装置(RM-45)に記録し、すべて平均で示した。

(3) 採血方法および各種血液検査

動脈血、混合静脈血は、前項の挿入したカテーテルに三方活栓を付けて採取した。採血は動脈血 2 ml、混合静脈血 5 ml とし、各々 2 ml 用また 5 ml 用ガラス製注射器をヘパリンで死腔を満たし、嫌氣的かつ同時に行った。

動・静脈血 pH、PCO₂、PO₂ は Radiometer 社製血液ガス分析装置(BMS-3, PHM-71)で測定し、いずれも温度補正⁴⁾を行い、血漿 HCO₃⁻、Base Excess (B.E.)、O₂ Saturation (O₂ Sat.) は補正した pH、PCO₂、PO₂ 値より Radiometer 社製 blood gas calculator (BGC 1) を用いて算出した。また Ht は毛細管法、Hb 量はシアノメトヘモグロビン法、血漿蛋白は日立蛋白計により測定した。さらに血漿 Na⁺、K⁺ は Erma 社製 flame-photometer (GF-10) を用い、血漿 Cl⁻ は常光社製 chloridometer (C-50) にて、また血漿浸透圧は Knauer 社製 osmo-meter (SMO-1) により測定した。

(4) 体流量検査

細胞外液量 (E.C.F.) は、チオシアン酸ナトリウム法、また循環血液量 (B.V.)、循環血漿量 (P.V.)、循環血球量 (R.C.V.) は、エバンスブルー法に基き行い、成績は体重 1 kg 当りで表示した。

以上述べた検査は、体流量検査を除き、腸閉塞前 (T₀)、麻酔前 (T₁)、維持麻酔 30 分後 (T₂)、維持麻酔 60 分後 (T₃)、麻酔解放 30 分後 (T₄) の時点に実施した。

D. 統計処理法

T₁ 値を基準に T₂、T₃、T₄ 値に対し、各々の有意差を危険率 5%、1%、0.1% で t-検定法を用いて行った。なお、腸閉塞造設群は、T₀ 値を基準に T₁ 値の有意差についても同様に検定した。

III. 実験成績

1. 腸閉塞 96 時間後における諸変化について

A. 一般臨床所見

一般臨床状態は、経過とともに悪化し、知覚鈍麻、皮膚伸縮性の喪失、眼球沈下などの著明な脱水状態が見られ、さらに頻回な嘔吐が観察された。

体重は Table 1 に示すごとく、約 13.5% の減少を呈した。体温、呼吸数は有意の下降および減少を示し、心拍数は有意に増加した (Table 2)。

B. 血 圧

動脈血圧、中心静脈血圧とも有意の下降を示した (Table 2)。

C. 血液ガス、酸塩基平衡

血液 pH は、動・静脈血とも有意の低下が見られ、血液 PCO₂ は、静脈血で有意に上昇した。また、血漿 HCO₃⁻ は著変を示さなかったものの、血液 B.E. は、動・静脈血で減少傾向が認められた。血液 PO₂、O₂ Sat. は静脈血で低下および減少を示した (Table 3)。

Table 2. Changes in body temperature, pulse rate, respiratory rate, mean femoral arterial pressure (M.F.A.P.), and mean central venous pressure (M.C.V.P.) after intestinal obstruction

		Course		
Item	Group	T ₀	T ₁	
Temperature °C	H-I	38.8±0.2	38.2±0.1*	
	E-I	38.7±0.1	38.5±0.2	
Pulse rate	H-I	108±8	150±10**	
	E-I	99±10	160±12**	
Respira- tory rate	H-I	26±2	17±1***	
	E-I	29±3	18±2**	
M.F.A.P. mmHg	H-I	145±5	127±4**	
	E-I	135±4	128±7	
M.C.V.P. cmH ₂ O	H-I	3.8±0.7	-0.1±0.5***	
	E-I	2.5±0.4	0.1±0.6**	

Values are means±S.E.

The levels of significance are denoted :
*(0.01<P<0.05), ** (0.001<P<0.01), *** (P<0.001)

Table 3. Changes in blood gases, acid base balance and oxygen saturation after intestinal obstruction

		Course		T ₀	T ₁
Item	Group				
pH	H-I	A	7.371±0.009	7.328±0.016*	
		V	7.344±0.010	7.288±0.016**	
	E-I	A	7.372±0.009	7.324±0.010**	
		V	7.347±0.007	7.291±0.012***	
PCO ₂ mmHg	H-I	A	40.5±0.7	42.2±1.4	
		V	44.1±1.0	52.5±1.7***	
	E-I	A	39.0±1.6	42.2±3.0	
		V	41.9±1.4	51.4±3.3*	
HCO ₃ ⁻ mEq/L	H-I	A	22.8±0.7	21.6±1.0	
		V	23.2±0.6	24.3±1.0	
	E-I	A	21.8±0.7	21.0±1.2	
		V	22.2±0.5	23.7±1.2	
Base excess mEq/L	H-I	A	-1.8±0.8	-4.2±1.2	
		V	-2.1±0.6	-3.1±1.1	
	E-I	A	-2.6±0.6	-4.7±0.9	
		V	-2.9±0.5	-3.6±0.9	
PO ₂ mmHg	H-I	A	107.0±2.9	99.5±3.5	
		V	59.5±1.9	46.9±2.7**	
	E-I	A	113.0±3.2	107.3±3.6	
		V	63.3±3.3	55.3±2.1	
O ₂ saturation %	H-I	A	96.6±0.2	95.7±0.5	
		V	82.7±1.4	68.1±3.0***	
	E-I	A	97.0±0.3	96.4±0.3	
		V	84.6±2.2	77.0±2.3*	

A: Arterial blood V: Venous blood

Values are means±S.E.

The levels of significance are denoted :
*(0.01<P<0.05), **(0.001<P<0.01), *** (P<0.001)

D. Ht, Hb 量, 血漿蛋白

Ht, Hb 量, 血漿蛋白は、一樣に有意の増加を呈した (Table 4)。

E. 血漿電解質, 浸透圧

血漿 Na⁺, Cl⁻ は有意に減少し, 特に Cl⁻ は著明であった。一方血漿 + はほとんど変化が見られなかった。血漿浸透圧は有意の上昇を示した (Table 4)。

F. 体液量

E.C.F., P.V. は減少し, R.C.V. は増加した (Table 5)。

2. Halothane および Ether 吸入麻酔の影響と二者の比較について

A. 麻酔および覚醒状態, 一般臨床所見

導入に要した T.S. 量は, 対照群に比べ, 腸閉塞群が明らかに少なかった (Table 1)。

麻酔解放後の咽喉頭反射の出現時間は, 対照群の Halothane 群 (H-N 群) が平均 13.4 分, 同 Ether 群

Table 4. Changes in blood components after intestinal obstruction

		Course		T ₀	T ₁
Item	Group				
Ht %	H-I	V	46.6±1.4	59.3±2.0***	
	E-I	V	44.7±1.3	58.6±2.2***	
Hb g/dL	H-I	V	16.2±1.3	19.9±0.7***	
	E-I	V	15.7±0.5	19.8±0.7***	
Plasma protein g/dL	H-I	V	6.3±0.2	9.1±0.4***	
	E-I	V	6.3±0.3	9.1±0.4***	
Plasma sodium mEq/L	H-I	V	145.7±2.1	140.6±1.6	
	E-I	V	148.2±1.2	138.5±1.5***	
Plasma potas- sium mEq/L	H-I	V	3.85±0.08	3.91±0.11	
	E-I	V	4.03±0.11	4.21±0.29	
Plasma chlor- ide mEq/L	H-I	V	119.1±0.7	98.7±2.1***	
	E-I	V	113.6±0.6	100.5±3.6**	
Osmotic pre- ssure mOsm/L	H-I	V	295.1±1.8	320.0±8.9*	
	E-I	V	298.8±2.4	316.2±6.4*	

V: Venous blood

Values are means±S.E.

The levels of significance are denoted :
*(0.01<P<0.05), **(0.001<P<0.01), *** (P<0.001)

Table 5. Values in extracellular fluid (E.C.F.), blood volume (B.V.), plasma volume (P.V.) and red cell volume (R.C.V.) during inhalation anesthesia

Group	E.C.F. (ml/Kg)	B.V. (ml/Kg)	P.V. (ml/Kg)	R.C.V. (ml/Kg)
H-N	336± 8	114±10	62± 5	53± 6
E-N	349±16	128±12	73± 7	56± 6
H-I	309±13	122±13	55± 8	66± 7
E-I	312± 9	120± 9	54± 5	66± 5

Values are means±S.E.

(E-N 群) が平均 14.8 分と, さほど差がなかったが, 腸閉塞群の Halothane 群 (H-I 群) が平均 13.1 分, 同 Ether 群 (E-I 群) が平均 24.7 分と, E-I 群は遅延し, さらに内 2 頭は完全な覚醒を待たず死亡した (Table 1)。

体温は, 麻酔中, Halothane 群が両群 (H-N 群, H-I 群) と同, また Ether 群では E-N 群が有意に下降した。心拍数は, Halothane 群が両群 (H-N 群, H-I 群) と同著変は見られず, 一方 Ether 群は両群 (E-N 群, E-I 群) と同増加傾向を示し, 特に E-N 群は有

Table 6. Changes in body temperature, pulse rate, respiratory rate, mean femoral arterial pressure (M.F.A.P.), mean central venous pressure (M.C.V.P.) and mean portal venous pressure (M.P.V.P.) during inhalation anesthesia

Course					
Item	Group	T ₁	T ₂	T ₃	T ₄
Temperature °C	H-N	39.0±0.1	38.5±0.3	38.1±0.3*	38.5±0.3
	E-N	38.6±0.2	37.8±0.2*	37.6±0.2**	37.8±0.3*
	H-I	38.2±0.1	37.7±0.2	37.4±0.3*	37.5±0.4
	E-I	38.5±0.2	38.5±0.3	38.6±0.3	38.6±0.3
Pulse rate	H-N	124±10	139±12	130± 8	171± 8**
	E-N	117±10	148± 8*	175± 7**	
	H-I	150±10	144± 5	134± 6	161± 6
	E-I	160±12	187± 8	170± 7	186± 9
Respiratory rate	H-N	23±2	27±5	29±5	33±4**
	E-N	29±4	30±5	40±7	35±3
	H-I	17±1	34±4**	41±3***	38±6**
	E-I	18±2	39±4***	44±4***	42±5***
M.F.A.P. mmHg	H-N	143±5	117±5***	108±8**	125±5*
	E-N	140±6	128±4	126±3	132±3
	H-I	127±4	85±6***	73±5***	100±6**
	E-I	128±7	97±9*	75±7***	97±7**
M.C.V.P. cmH ₂ O	H-N	2.6±0.6	2.9±0.5	2.9±1.1	3.6±1.2
	E-N	3.5±0.6	2.2±0.6	2.8±0.9	2.4±0.8
	H-I	-0.1±0.5	1.7±0.3**	0.8±0.4	0.9±0.5
	E-I	0.1±0.6	1.6±0.6	1.6±0.4	0.0±0.5
M.P.V.P. mmHg	H-N	-	10.7±0.9	9.1±0.7	9.0±0.5
	E-N	-	10.4±0.6	10.2±0.8	9.6±1.4
	H-I	-	9.9±0.5	9.0±0.5	9.7±0.8
	E-I	-	12.2±0.8	11.6±0.6	10.6±0.9

Values are mean±S.E.

The levels of significance are denoted: *(0.01<P<0.05),

(0.001<P<0.01), * (P<0.001)

Table 7. Changes in blood gases, acid base balance and oxygen saturation during inhalation anesthesia

Course					
Item	Group	T ₁	T ₂	T ₃	T ₄
pH	H-N	A 7.365±0.006	7.253±0.013***	7.272±0.015***	7.334±0.012*
		V 7.344±0.007	7.213±0.014***	7.236±0.012***	7.290±0.013**
	E-N	A 7.365±0.004	7.238±0.015***	7.240±0.016***	7.309±0.008***
		V 7.345±0.005	7.216±0.014***	7.211±0.015***	7.277±0.011***
PCO ₂ mmHg	H-N	A 7.328±0.016	7.227±0.019***	7.229±0.025**	7.288±0.023
		V 7.288±0.016	7.189±0.017***	7.186±0.021**	7.223±0.022*
	E-N	A 7.324±0.010	7.194±0.023***	7.196±0.041***	7.251±0.010**
		V 7.291±0.012	7.164±0.026***	7.111±0.035***	7.197±0.017***
HCO ₃ ⁻ mEq/L	H-N	A 21.7±0.5	23.7±0.8*	23.0±1.0	20.2±0.8
		V 22.4±0.8	23.0±0.9	23.6±1.1	21.6±1.0
	E-N	A 21.9±0.7	23.0±1.0	21.7±0.9	19.6±0.7*
		V 22.5±0.8	23.4±0.9	22.0±1.0	21.3±1.0
Base excess mEq/L	H-N	A -2.9±0.5	-4.2±0.9	-4.2±1.0	-4.9±0.7*
		V -3.0±0.6	-5.6±1.0*	-4.6±1.0	-4.8±0.8
	E-N	A -2.8±0.5	-4.9±0.8*	-6.0±0.8**	-6.1±0.6***
		V -2.6±0.7	-5.2±0.9*	-6.0±1.0**	-5.6±0.9*
PO ₂ mmHg	H-N	A 105.1± 2.7	542.5±16.5***	497.2±26.2***	105.6± 4.0
		V 56.2± 2.6	79.8± 4.1***	76.7± 4.2***	51.6± 3.0
	E-N	A 107.1± 2.2	376.5±36.4***	448.2±31.9***	100.0± 3.8
		V 58.4± 1.8	80.6± 3.6***	87.8± 6.0***	49.4± 2.6*
O ₂ saturation %	H-N	A 96.3±0.3	100.0±0.0***	100.0±0.0***	96.2±0.4
		V 79.3±1.7	88.3±1.8**	88.4±1.7**	72.9±3.5
	E-N	A 96.7±0.1	100.0±0.0***	100.0±0.0***	95.8±0.5
		V 82.6±1.4	89.7±1.7**	91.5±1.4***	72.0±3.7*
PO ₂ mmHg	H-N	A 95.7±0.5	100.0±0.0***	100.0±0.0***	96.4±0.2
		V 68.1±3.0	85.6±1.2**	84.7±1.1**	71.5±2.7
	E-N	A 96.4±0.3	100.0±0.0***	100.0±0.0***	96.4±0.2
		V 77.0±2.3	86.5±3.3*	85.1±4.0	74.3±3.1

A: Arterial blood V: Venous blood

Values are mean±S.E.

The levels of significance are denoted: *(0.01<P<0.05),

(0.001<P<0.01), * (P<0.001)

意な変化であった。呼吸数は全群で増加が見られ、中でも腸閉塞群 (H-I 群, E-I 群) は有意に増加した (Table 6)。

B. 血圧

動脈血圧は、E-N 群を除き、他の群は有意の下降を示し、特に腸閉塞群は両群 (H-I 群, E-I 群) と同程度に著しく下降し、麻酔解放後も完全な回復は得られなかった。

中心静脈血圧は、対照群では両群 (H-N 群, E-N 群) とも著変はなかったが、腸閉塞群は両群 (H-I 群, E-I 群) とも上昇傾向を示した。

門脈血圧については、E-N 群を除き、他の群は下降傾向を呈した (Table 6)。

C. 血液ガス、酸塩基平衡

血液 pH については、麻酔中、全群で動・静脈血とも有意な低下が認められ、特に腸閉塞群が著明であり、E-I 群はさらに強度で麻酔解放後も依然持続した。血液 PCO₂ は、全群で動・静脈血とも有意な上昇を示した。HCO₃⁻ は、麻酔中では全群とも著変は見られなかったが、麻酔解放後では、E-I 群が動・静脈血で有意に減少

した。血液 B.E. は、麻酔中、Halothane 群 (H-N 群, H-I 群) で若干の減少傾向が見られたのに対し、Ether 群は有意の減少を示し、特に E-I 群は著明で麻酔解放後も依然持続した。血液 PO₂ と O₂ Sat. は、麻酔中、全群で動・静脈血とも有意な上昇および増加が見られた (Table 7)。

D. Ht, Hb 量、血漿蛋白

Ht, Hb 量は、麻酔中、E-N 群を除き他の群は減少傾向を呈し、血漿蛋白は、全群で減少傾向が見られ、中でも対照群 (H-N 群, E-N 群) は有意の変化であった (Table 8)。

E. 血漿電解質、浸透圧

血漿 Na⁺, Cl⁻ は、全群において著変なく、また血漿 K⁺ も、E-N 群が減少した以外はほとんど変化は認められなかった。

血漿浸透圧は、麻酔中、腸閉塞群 (H-I 群, E-I 群) で上昇傾向が見られたが、有意な変化ではなかった (Table 8)。

F. 体液量

対照群では、E-N 群が B.V., P.V. で H-N 群より

Table 8. Changes in blood components during inhalation anesthesia

Item	Course Group	T ₁	T ₂	T ₃	T ₄
Ht %	H-N	V 48.6±1.9	45.7±1.7	43.8±1.7	48.2±1.8
	E-N	V 44.8±1.5	44.2±1.3	44.6±1.5	46.3±1.6
	H-I	V 59.3±2.0	56.6±2.0	56.0±2.1	56.5±2.2
	E-I	V 58.6±2.2	57.8±2.0	56.2±1.8	56.5±1.8
Hb g/dL	H-N	V 16.2±0.6	15.1±0.6	14.5±0.6	16.0±0.7
	E-N	V 15.1±0.5	14.9±0.4	15.1±0.5	15.8±0.5
	H-I	V 19.9±0.7	19.2±0.7	18.9±0.7	19.2±0.7
	E-I	V 19.8±0.7	19.6±0.7	19.3±0.7	19.5±0.7
Plasma protein g/dL	H-N	V 6.3±0.2	5.9±0.2	5.5±0.2*	5.6±0.2
	E-N	V 6.0±0.1	5.8±0.1	5.5±0.1**	5.6±0.1*
	H-I	V 9.1±0.4	8.5±0.3	8.3±0.4	8.3±0.4
	E-I	V 9.1±0.4	8.6±0.4	8.2±0.4	8.3±0.3
Plasma sodium mEq/L	H-N	V 143.6±1.5	144.1±1.9	143.3±1.8	143.9±1.5
	E-N	V 148.5±1.9	149.7±1.8	148.2±1.8	148.0±1.8
	H-I	V 140.6±1.6	141.7±1.7	141.1±1.5	140.3±1.5
	E-I	V 138.5±1.5	137.9±1.4	136.4±1.6	136.6±1.8
Plasma potassium mEq/L	H-N	V 3.86±0.11	3.79±0.11	3.74±0.15	3.69±0.16
	E-N	V 4.00±0.05	3.84±0.10	3.56±0.14**	3.66±0.15
	H-I	V 3.91±0.11	4.09±0.15	4.19±0.19	3.81±0.11
	E-I	V 4.21±0.29	4.03±0.28	4.09±0.30	3.99±0.38
Plasma chloride mEq/L	H-N	V 110.1±1.3	109.6±1.3	111.2±1.9	111.2±1.3
	E-N	V 112.7±0.9	114.0±0.6	114.2±0.9	113.4±0.7
	H-I	V 98.7±2.1	99.8±2.1	100.6±2.2	100.4±2.4
	E-I	V 100.5±3.6	102.0±3.5	99.9±2.9	101.4±3.4
Osmotic pressure mOsm/L	H-N	V 292.3±1.5	294.7±1.3	294.3±1.5	296.9±1.1*
	E-N	V 299.2±2.2	301.2±1.7	302.2±2.3	299.5±1.5
	H-I	V 320.0±8.9	333.1±9.8	334.5±9.5	336.4±9.4
	E-I	V 316.2±6.4	320.3±6.3	325.0±6.9	325.8±7.0

V: Venous blood

Values are mean±S.E.

The levels of significance are denoted: *(0.01<P<0.05),

(0.001<P<0.01), *(<P<0.001)

高値を示したのに対し、腸閉塞群においてはいは、全項目とも H-I, E-I 群間にほとんど差が認められなかった (Table 5)。

IV. 考 察

現在、獣医学臨床での代表的吸入麻酔剤としては、揮発性麻酔剤である Halothane と Ether を挙げる事ができる。各々特徴を有するが、本実験では、高位腸閉塞という病態下での両麻酔の影響を比較検討したものである。

犬の十二指腸閉塞における生存期間は、1.5～4 日¹⁵⁾で、この日数は抗生物質投与により延長する⁶⁾。本実験では閉塞後 96 時間目をもって Poor risk と考え、この時期に各々の吸入麻酔を実施した。

1. 腸閉塞 96 時間後における諸変化

一般臨床状態の悪化や体重の著減は、頻回に認められた嘔吐に起因する体液欠乏、電解質不均衡および循環動態の悪化によるものと考えられ、得られた結果は従来の報告^{3,15)}と一致した。

体温の軽度下降や心拍数の増加は、E.C.F., B.V.,

P.V. の減少, R.C.V. の増加に起因するものと考えられ、従来の報告³⁾と一致した。

動脈血圧の下降は約 10% であったが、これは心拍出量や循環血液量の減少¹⁶⁾により生じたと考えられ、加えて、M.D.F.¹³⁾、エンドトキシン⁶⁾などの出現も関与していたと推定される。また中心静脈血圧の下降も循環血液量の減少から十分裏付けられる。

血液ガス、酸塩基平衡については、高位腸閉塞では、初期に代謝性アルカローシスを呈するとの報告^{12,20)}もあるが、本実験では動・静脈血とも pH は下降し、動脈血液ガスに著変がなく、HCO₃⁻, B.E. の減少傾向を示したことから軽度の酸血症を呈したと考えられる。即ち、HCO₃⁻ の代償作用の減退¹²⁾や臓器血流量の減少^{14,20)}などの末梢循環の進行的悪化によるものと考えられ、さらに組織における Pasteur effect の促進、有機酸の蓄積^{8,12)}も大きく影響しているものと思われる。

Ht, Hb 量、血漿蛋白は著しい増加を示し、循環血漿量の減少がうかがわれ、従来の報告^{5,15,16,20)}と一致した。

血漿 Na⁺, Cl⁻ の減少は、嘔吐によるものと思われる。血漿 K⁺ の変動については、未だ定説をみないが、本実験では、閉塞初期の胃腸への K⁺ 濾出⁷⁾および腎臓での Na⁺-K⁺ 交換の促進¹²⁾による減少と、閉塞後期の生体の異化作用^{3,21)}や腎機能の減退²¹⁾による増加の総合的結果として著変がなかったものと推定された。

浸透圧は上昇したが、これは電解質の減少にもかかわらず、血糖, BUN, 有機酸などの増加によるものと考えられるが、今後さらに追究する必要がある。

体液量の著減により、血液濃縮を呈したが、これは、血液動態の悪化など病的状態を助長せしめ、結果的にはショックになることが容易に推察された。

以上、腸閉塞 96 時間後における諸変化は、末梢血液循環の悪化、体液欠乏を主体にかなり重度と考えられ、目的とする Poor risk 状態を呈したと推定された。

2. Halothane および Ether 吸入麻酔の影響と比較について

導入に用いた T.S. 量は、対照群に比べ、腸閉塞群は約 6 mg/kg 少なく、閉塞の影響の大なる事がうかがわれた。また麻酔解放後における咽喉頭反射の出現時間は、腸閉塞 Ether 群が遅延し、さらに内 2 頭が死亡した事などから、Ether 麻酔では麻酔解放後も十分な管理が必要と思われる、また諸家^{11,17,22)}の指摘しているごとく、Ether の覚醒遅延を証明するものである。

体温は、Halothane 麻酔では下降する^{11,22)}と言われ、ほぼ一致した成績であった。一方、Ether 麻酔では一般に下降度は低い¹⁹⁾とされているが、本実験では Ether の

対照群が下降を示した。この原因は定かではないが、実験中の室温が影響したものと考えられる。

心拍数は、Halothane 群 (H-N 群, H-I 群) が麻酔中、ほとんど変化なく経過し、副交感神経緊張に基づく徐脈²²⁾に対し、硫酸アトロピンの作用が少在したものと思われる結果であった。一方、Ether 群 (E-N 群, E-I 群) は増加傾向を示したが、Ether 交感神経性の作用特性²²⁾が関与したものであろう。

呼吸数については全群で増加し、中でも腸閉塞群 (H-I 群, E-I 群) は著明であったものの、動脈血 PCO_2 の上昇から推察して、分時換気量は減少したものと思われる。

動脈血圧においては、Halothane が一般に血圧下降をおこす事が知られ、心拍出量の減少²⁹⁾や末梢血管の拡張⁵⁾が主因と考えられているが、そのメカニズムについては未だ定説はない。また、Ether は交感神経性の作用を有する事から、血圧を軽度上昇させる¹⁹⁾と言われている。本実験では、Ether の腸閉塞群を除いて、やはり上述の報告とほぼ一致した成績を得た。腸閉塞群 (H-I 群, E-I 群) の重度な下降は、代謝性アシドーシスが著明になるとカテコールアミンに対する反応性が低下する⁹⁾事や腸閉塞末期には副腎の貯蔵アドレナリンが減少する¹⁴⁾事などの総合的な結果として観察される。本実験のごとき、既に循環動態の悪化している生体に対し、Ether の血圧維持的効果が消失した事は留意すべき点と思われる。

中心静脈血圧は、対照群 (H-N 群, E-N 群) では著変なく、比較的安定した循環動態であった事が裏付けられたが、これに対し、腸閉塞群 (H-I 群, E-I 群) は上昇傾向を示し、心拍出量の減少に伴い上昇するという Severing-haus と Cullen¹⁸⁾ の成績と一致した。

また門脈血圧は、Ether の対照群を除き、下降傾向が見られたのは、動脈圧の下降に基づく統一的な門脈への血流量の減少が主因と考えられる。

血液ガス、酸塩基平衡については、pH が全群で下降し、特に腸閉塞群は著明で、中でも Ether 群は重度であった。Halothane 群 (H-N 群, H-I 群) は B.E. の若干の減少傾向が認められたが、 PCO_2 の上昇から呼吸性アシドーシスを基調とする変化であったと考えられる。一方、Ether 群 (E-N 群, E-I 群) では PCO_2 の上昇や HCO_3^- , B.E. の減少が見られ、混合性アシドーシスを呈したと推定され、特に腸閉塞群は重度であった。Halothane, Ether の両麻酔群とも腸閉塞群が重度であったのは、心拍出量減少によるシャントの増加や、また Ether 群では腸閉塞により生じた有機酸、特に乳酸など

の増加、さらには局所血流量の減少などが助長悪化されたものによると推定される。また、麻酔解放後においても、Ether 群 (E-N 群, E-I 群) は代謝性的変化が持続し、pH の回復は得られず、特に腸閉塞群は重度で、覚醒の遅延を裏付けるものであった。さらに PO_2 , O_2 Sat. は高濃度の酸素搬送により、全群とも高値を示した。この事は、腸閉塞時に問題とされる組織の低酸素症に対して有効なものであろう。

Ether の対照群は、Ht, Hb 量がほぼ一定値を示したが、脾臓収縮による内部輸血効果²²⁾もこの場合考えられ、また Halothane の対照群の所見は末梢血管拡張により血漿量が増加¹⁾したためとも思われる。腸閉塞群では両群 (H-I 群, E-I 群) とともに、Ht, Hb 量、血漿蛋白は減少したが、pH の低下、炭酸ガスの蓄積などによる血管透過性の亢進が血漿量を増加させたためと考えられる。

電解質については、全群で著変は認められず、従来の報告¹⁰⁾と一致した結果であった。また浸透圧は、対照群 (H-N 群, E-N 群) がほとんど変化なく、いわゆる電解質濃度に準じた値として考え得る結果であったのに対し、腸閉塞群 (H-I 群, E-I 群) は一般に上昇傾向を示した。これは、麻酔により生じた有機酸などが原因していると考えられるが、今後追究する必要がある。

体液量は、対照群においては Ether 群が B.V., P.V. で Halothane 群を上回る成績を得、これは内部輸血効果のためと考えられる。これに対し、腸閉塞群は麻酔間に全項目で、ほとんど差が見られず、著明な循環血漿量の減少により、Ether の上記効果も衰退したものと思われる。

V. 結 論

1. 腸閉塞 96 時間後においては、嘔吐に起因する体液および Cl^- 欠乏が認められ、これに関係して心拍数の増加、血液濃縮、血圧下降が見られ、また軽度の酸血症を呈した。
2. 導入に要したチオペンタールナトリウム量は、対照群に比べ腸閉塞群では、約 6 mg/kg 少なくよく、麻酔解放後の咽喉頭反射の出現時間は、腸閉塞の Ether 群において遅延が認められ、内 2 頭は完全な覚醒を待たず死亡した。
3. 体温、心拍数、呼吸数においては、腸閉塞群も対照群と同様、重視する程の差は見られなかった。
4. 動脈血圧は、腸閉塞群では両麻酔群とも、同様に下降し、特に Ether 群は対照群で見られた血圧の維持的効果は認められなかった。

5. 血液ガス, 酸塩基平衡については, 対照群, 腸閉塞群とも, Halothane 群は呼吸性アシドーシスを, Ether 群は混合性アシドーシスを呈し, これらは, 腸閉塞群で著しく悪化し, 特に Ether 群が重度であった。さらに麻酔解放後も Ether 群は代謝性の変化が持続した。

6. Ht, Hb 量, 血漿蛋白, 電解質および浸透圧は, 対照群, 腸閉塞群とも著しい変動は見られなかった。

7. 体液量は, 腸閉塞群で両麻酔間に差は認められず, 特に Ether 群は対照群で見られた血液量の増加が認められなかった。

以上, 成績を要約すれば, 血液ガス, 酸塩基平衡, 覚醒状態, 麻酔深度の安定度などから, 腸閉塞に対しては, Halothane 麻酔の方が Ether 麻酔より有利であるものと推定された。

文 献

- 1) Albert, S.N.: 循環血液量と細胞外液 (藤田達士訳), 真興交易医書出版部, 東京, 1971.
- 2) Amory, D.W., Steffenson, J.L. and Forsyth, R.P.: Systemic and regional blood flow changes during halothane anesthesia in the rhesus monkey, *Anesthesiology*, 35, 1, 81-90, 1971.
- 3) Billig, D.M. and Jordan, P.H.: Hemodynamic abnormalities secondary to extracellular fluid depletion in intestinal obstruction, *Surg. Gynec. and Obstet.*, 128, 1274-1282, 1969.
- 4) Bradley, A.F., Stupfel, M. and Severinghaus, J.W.: Effect of temperature on PCO_2 and PO_2 of blood in vitro, *J. Appl. Physiol.*, 9, 201-204, 1956.
- 5) Burn, J.H. and Epstein, H.G.: Hypotension due to halothane, *Brit. J. Anaesth.*, 31, 199-204, 1959.
- 6) Cuevas, P. and Fine, J.: Demonstration of a lethal endotoxemia in experimental occlusion of the superior mesenteric artery, *Surg. Gynec. and Obstet.*, 133, 81-83, 1971.
- 7) Grace, R.H.: The handling of water and electrolytes by the small bowel following the relief of intestinal obstruction, *Brit. J. Surg.*, 58, 10, 760-764, 1971.
- 8) 原田雅義: イレウスに関する研究, 特に生化学的検索を中心にして, 日外会誌, 65, 7, 477-494, 1964.
- 9) 細山田明義: Halothane 低血圧麻酔の糖質代謝に及ぼす影響, 麻酔, 19, 5, 483-498, 1970.
- 10) Hughes, R.: The haemodynamic effects of halothane in dogs, *Brit. J. Anaesth.*, 45, 416-421, 1973.
- 11) 岩月賢一, 斉藤隆雄: フローセン麻酔, 第3版, 克誠堂, 東京, 1967.
- 12) 加藤暎一, 越川昭三: 水電解質の基礎と臨床, 真興交易医書出版部, 東京, 1974.
- 13) Lefer, A.M. and Martin, J.: Origin of myocardial depressant factor in shock, *Am. J. Physiol.*, 218, 5, 1423-1428, 1970.
- 14) 松倉三郎, 代田明郎: イレウスの病態生理, 日本医事新報, 2265, 13-17, 1967.
- 15) Mottel, A.A. and Misk, N.A.: Clinical, blood picture and pathomorphological studies on experimental intestinal obstruction in dogs, *Zbl. Vet. Med. A.*, 23, 600-608, 1976.
- 16) 大西和夫: 腸管閉塞及び解除に関する実験的研究 特に液体補給の影響, 日医大誌, 24, 12, 867-880, 1957.
- 17) 尾山 力: 臨床麻酔の実際, 南江堂, 東京, 1972.
- 18) Severinghaus, J.W. and Cullen, S.C.: Depression of myocardium and body oxygen consumption with fluothane, *Anesthesiology*, 19, 165-177, 1958.
- 19) 高瀬勝昭, 小笠原成郎, 小笠原俊実, 笹森知子, 内田正博, 武居治義: 犬における各種吸入麻酔が血液ガス, 酸塩基平衡並びに血圧に及ぼす影響について, 獣医麻酔, 8, 1-5, 1977.
- 20) Thurmon, J.C. and Kumar, A.: Physiologic changes affecting anesthetic management in gastrointestinal obstruction, *Vet. Clin. N. Amer.*, 3, 1, 65-78, 1973.
- 21) 渡辺真幸: イレウス時の電解質代謝, 特に骨, 筋の電解質の変動について, 第1編 イレウス時の骨, 筋及び血漿, 尿の電解質変動に関する実験的研究, 医療, 14, 6, 437-450, 1960.
- 22) Westhues, M. and Fritsch, R.: Die narkose der tiere, Band II, Allgemeinnarkose, Berlin und Hamburg, 1961. (宮川知典訳: 動物の麻酔, 第2巻, 全身麻酔, 学窓社, 東京, 1968.)