

牛のハロセン吸入麻酔に関する研究

高 田 勝 昭

1974

牛のハロセン吸入麻酔に関する研究

高瀬 勝 晤

1974

牛のハロセン吸入麻醉に関する研究

目 次

I	緒 言	1
II	実験動物及び実験方法	7
1.	実験動物	7
2.	実験方法	7
A.	各群の麻醉方法	7
1)	実験的麻醉群	7
2)	過剰吸入群	9
3)	臨床例の麻醉群	9
B.	使用麻醉器	10
C.	検査項目及び検査方法	14
1)	臨床所見	14
2)	心電図の記録方法	15
3)	ハロセン濃度測定	16
4)	採血方法及び血液検査	16
III	実験成績	18
1.	実験的麻醉群	18

A.	麻酔経過中の臨床所見とハロセン 濃度及び消費量について	18
1)	G.G.E.・T.S.注射後の臨床所見	18
2)	麻酔の導入	19
3)	麻酔の維持	19
4)	麻酔の覚醒	20
B.	心電図所見	20
C.	血液ガス及び酸塩基平衡の変化	22
D.	酸素飽和度の変化	24
E.	血漿電解質及び血糖の変化	24
F.	血液の理学的性状及び血漿タンパ ク質の変化	24
G.	小括	25
2.	過剰吸入群	27
A.	麻酔経過中の臨床所見とハロセン 濃度及び消費量について	27
1)	G.G.E.・T.S.注射後の臨床所見	27
2)	麻酔の導入及び過剰吸入	27
3)	麻酔の覚醒	29
B.	心電図所見	29

	C.	血液ガス及び酸塩基平衡の変化	30
	D.	酸素飽和度の変化	32
	E.	血漿電解質及び血糖の変化	32
	F.	血液の理学的性状及び血漿タンパク質の変化	33
	G.	小括	33
	3.	臨床例の麻酔群	35
	A.	麻酔経過中の臨床所見とハロセン濃度及び消費量について	35
	1)	G. G. E. T. S. 注射後の臨床所見	35
	2)	麻酔の導入, 維持及び覚醒	35
	B.	心電図所見	37
	C.	血液ガス及び酸塩基平衡の変化	38
	D.	酸素飽和度の変化	39
	E.	血漿電解質及び血糖の変化	40
	F.	血液の理学的性状及び血漿タンパク質の変化	40
	G.	小括	41
IV	考	察	43
V	結	論	63

附図 1 - 17

附表 1 - 16

牛のハロセン吸入麻醉に関する研究

高瀬 勝昭

I 緒 言

家畜における吸入麻醉の歴史は古く、1847年 BOULEY, SEIFERT が馬及び犬にエーテル吸入麻醉を実施したのに始まる。さらに HERING, LAFOSSE, SEWELL, DEFANG, WIRTH らも犬と馬で実施した^{27, 46)}。これら初期の吸入麻醉方法はいずれも簡単なもので、開放式あるいは半開放式であった。しかしこれらは、吸入濃度を一定にすることは難しく、麻醉薬及び酸素の大量消費、死腔の存在、呼吸抵抗の増大等の不備な点があり、特に呼吸停止時に人工加圧呼吸ができないのが最大の欠点であった。その後、前投薬の発達に加えて、優秀な炭酸ガス吸収剤の出現は、装置回路の閉鎖式を可能とした。

1946年、LOGIODICE と ARANES は人間用の閉鎖往復式麻酔器を改良して、牛、馬にサイクロプロペイン麻酔を行い⁶⁴⁾、DOZZA (1952) はクラーレ処置馬に気管チューブ挿管による、往復式エーテル麻酔を⁶⁴⁾、又 SCHEFITZ (1955) は馬でエーテル吸入麻酔と、フイゴによる人工呼吸を実施した⁶⁴⁾。以後馬を中心として多くの人間達により、大動物用吸入麻酔器が試作され、研究された。

反芻獣の吸入麻酔については、1957年 HALL¹³⁾ がハロセンで、FISHER と JENNINGS⁷⁾ がエーテルで牛に実施して以来、ハロセン^{2,8,9,11,12,20,24,25,30,35,37,48,54,56,58,60,62,63)}、エーテルとクロロフォルム^{24,25,56,61)}、メトキシフルラン^{6,16,49)}等を用いての報告は数多くみられる。又笑気とサフシニルコリン、バルビツール剤との合併麻酔について¹⁵⁾、さらに開胸手術を中心とする実験的研究のため、仔牛に対しハロセン吸入麻酔を実施した報告もみられる^{1,5,32,55)}。

一方我が国における大動物吸入麻酔につい

ては、木全²⁶⁾が1934年馬でナルコポン・エーテル合併麻酔を実施したのに始まり、近年吉田ら^{65,66,67)}は大動物用麻酔器を試作し、馬にハロセン吸入麻酔を行い、良好な結果を報告している。又小笠原らも、1954年大気加圧人工呼吸装置を考案⁴⁰⁾して以来、大動物吸入麻酔の研究を進め、1959年には閉鎖循環式人工加圧装置(酸素加圧)を作製して、開胸手術時における使用成績を報告し^{42,43,44,45)}、さらに閉鎖循環式吸入麻酔装置を試作し、牛、馬に応用している⁴⁶⁾。又西川ら³⁸⁾も牛2例についてハロセン麻酔時の血圧変化について報告している。

しかしながら、これら反芻獣における吸入麻酔の研究は、臨床所見及びテクニックについてのものが大部分であり、最も重要である麻酔と呼吸の動態との関係についての報告は極めて少ない。

牛に対して全身麻酔をする場合、他の家畜と異って危険が多いと考えられる。即ち肺活

量が比較的少で、横臥、仰臥の場合第1胃により横隔膜が圧迫され、そのために呼吸の抑制が考えられる。又唾液の分泌が著しく、第1胃内容の吐出もしばしばみられ、誤嚥することが多いからである。さらに長時間の横臥、反芻の中止は鼓脹の誘発の危険もあり、呼吸に対し大きな影響を与える。

従来、牛の全身麻酔として抱水クロラルの静脈内注射が多く用いられてきた。この麻酔剤は本来比較的危険の少ない優秀な催眠剤と考えられているが、全身麻酔に使用する場合は循環器、呼吸器に対し、有害作用が多いとされ⁶⁴⁾、前記の牛の特異点をさらに助長する欠点を有する。

近年、ようやく台頭してきた吸入麻酔は、麻酔深度の調節が可能なこと、覚醒が早く、気管チューブ挿管により気道が確保できる等、多くの利点を有し、牛には特に適した麻酔法と考えられる。

吸入麻酔剤としてはエーテル、クロロフォ

ルム、笑気等があるが、麻酔作用が弱い。又副作用が多い等の欠点を有する。1956年、

SACKLING らにより開発されたハロセンは、麻酔作用が強いため、導入も速やかにで覚醒も早く、呼吸気粘膜を刺激することなく唾液、気管粘液の分泌を抑制する等の利点を有し、牛には適した麻酔薬と考えられる。

以上の観点から、著者は牛に対し、ハロセン吸入麻酔を実施し、臨床所見を始めとしてハロセン濃度、消費量等について観察すると共に、従来極めて報告の少ない、血液ガス、酸塩基平衡に及ぼす影響、心電図所見、酸素飽和度、血液性状等について詳細に検討した。又牛におけるハロセン吸入の安全濃度を究明するために、過剰吸入させた場合の生体に及ぼす影響についても同様に観察した。さらに臨床手術例にも応用して、その効果を追求した。

以上の成績を総合的に検討した結果、牛に対する安全な吸入麻酔の研究に関して、満足

すべき成績を得ることができたので、その概要を報告する。

Ⅱ 実験動物及び実験方法

1. 実験動物

供試動物は Table 1 に示すごとく 19 例で、実験的麻酔群 (No. 1~13)、過剰吸入群 (No. 14~16)、臨床例の麻酔群 (No. 17~19) の 3 群に分けて実験に供した。内訳はホルスタイン種 9 例、ジャージー種 8 例、日本短角種 2 例で、No. 17 は小型ヒロプラズマ感染牛、No. 15, 18, 19 は發育不良牛で、特に No. 19 は衰弱していた。その他の例は臨床的に健康とみなされるものである。性別は No. 2, 3, 15 は去勢牛、それ以外はすべて牝であり、その内 7 例 (No. 1, 5, 6, 7, 8, 12, 16) は経産牛であった。全例とも実験前 24 時間は絶食とした。

2. 実験方法

A. 各群の麻酔方法

1) 実験的麻酔群

前処置として、硫酸アトロピン $20 \sim 25 \text{ mg / head}$ を皮下注射し、30 分後に大動物用手術台

に保定して、牛を右横臥とした。直ちに気管チューブ挿管の為に Guaiacol Glycerin Ether (以下 G. G. E.) 100 mg/kg を、5% ブドウ糖液に5% 溶液になるように溶解し、これに Thio-pental Sodium 5 mg/kg を加え、1分間に 100 ml の速度で頸静脈より注射した。全量注射後ギュンテル氏開口器を装着し、大動物用喉頭鏡 (Fig 1) 、又は手で誘導しながら気管チューブを挿管し、速やかにカフをふくらました。その後15分たつて、麻酔がほぼ覚醒した後、大動物用閉鎖循環式吸入麻酔器に接続し、カッパーケトル気化によるハロセンを回路内に流入した。麻酔の導入は眼瞼、角膜反射、肛門部の疼痛反射、呼吸の状態等の臨床所見を考慮して、第Ⅲ期2~3相になった時点で終了とし、その後はハロセン専用気化器 (フローレッタ) に切り換え、90分間麻酔を維持した。麻酔終了後は、直ちに吸入麻酔器と切り離して、大気自然呼吸とし、覚醒させた。覚醒は補助起立可能の時点とした。

2) 過剰吸入群

前処置及び麻酔操作は、ほぼ実験的麻酔群と同様であるが、G. G. E. · T. S. は咽喉頭反射の消失した時点で注射をやめ、気管チューブを挿管した。麻酔導入後も継続して、カッパーケトルによりハロセン濃度を上昇させ、4~5%濃度を15分間維持した。その後No. 14, 16はカッパーを切り、徐々に濃度を低下させ、0.7~0.8%の時点で麻酔器と切り離し、自然呼吸とした。No. 15では過剰吸入後、直ちに自然呼吸とし、覚醒させた。

3) 臨床例の麻酔群

臨床例においても、実験的麻酔群とほぼ同様の操作で実施し、麻酔導入後直ちに手術を開始した。No. 17は脾臓摘出術、No. 18はリンパ節摘出術、No. 19は各種外科手術を実施した。手術中は第Ⅲ期2~3相を維持し、手術終了後は自然呼吸とした。なおNo. 17では手術中、出血が著しいのでリンゲル、ブドウ糖等の輸液剤を700 ml 静注した。

B. 使用麻醉器

本研究で使⽤した⼤動物⽤閉鎖循環式吸⼊麻醉器は、小笠原、高瀬⁴⁵⁾が試作したもので、牛、馬の両方に兼⽤できるが、特に牛に⽤いるべく、牛の呼吸⽣理に合わせて、呼吸気管、気管チューブの内径及び長さによる容量を考慮した。又呼吸停⽌時や、開胸手術等の場合、⼈工加圧呼吸ができるよう加圧装置を備え付けた。本装置の回路及び各部の構造は次の通りである (Fig. 2, 3)。

1) 気管チューブ

ゴム製で、長さは死腔をできるだけ少なくするため 100 cm とし、内径は 1.7 cm, 2.5 cm, 3.2 cm の 3 種類を⽤意し、いずれもカフを装備している (Fig. 4)。内径は大きいもの程望ましいが、牛は咽喉頭部が狭いため、挿管が困難となるので、本実験では No. 14, 15, 18, 19 は 1.7 cm のものを、その他は 2.5 cm のものを使⽤した。

2) 呼吸気管

鋼線入りビニール製蛇管で、呼気、吸気用の2本からなり、内径4.5 cm、長さ160 cm、100 cmのものを用意した。呼吸気管の内容量は、動物の一回呼吸量と同量、又はそれ以下であることを必要とし、極端に短狭であると呼吸気の移動が早過ぎて、炭酸ガス吸収量の通過が早く、炭酸ガス吸収が不良となり、長広であると死腔や呼吸抵抗を増す。今回はそれらを考慮して長さ100 cmのものを使用した。

3) チムニィピース

U字型で半閉鎖弁を装備する。この弁は肺の洗い出しや、麻酔解除後の自然馴応を目的としたが、本実験では使用しなかった。

4) 呼吸弁

呼吸弁は軽快に作動し、かつ安全に開閉して、回路内を一定方向に循環させる必要がある。プラスチック板で直径4.0 cm、取り付けは頭上水平型とした。

5) 呼吸のう

動物の肺活量と同量であることが望ましく、あまり大きいと酸素の消費量が多くなり、回路内の麻醉濃度も上昇しにくい。小さすぎると加圧時にフイゴ流入量を補給しきれないことがある。40ℓと20ℓのものを用意したが、本実験では40ℓのものを使用した。

6) 炭酸ガス吸収装置

ソーダライム容量はその吸収能力と関係があり、一回呼吸量と同量が一番良いとされている。4.5~5.0 kg 4ℓ容としたが、呼吸量によりその能力の持続を異にし、深麻醉では2.5~3時間、浅麻醉でも1.5~2時間は充分持続できる。

7) 流量計

乾式ロータメーターとし、回路内酸素用2本(1~5ℓ/分, 13~30ℓ/分)を用意した。酸素流量は呼吸量により異なるが、いずれにしても呼吸のうが70%程度の膨隆度を保つようにした。本実験では1~3ℓ/分の範囲であった。

8) 気化器

気化器は回路外とし、カップーケトル 350 ml、ハロセン専用気化器フローレッタ（五十嵐製）容量 135 ml を用いたが、本実験では両気化器とも 100 ml 入れ、実験が終了した時点で残量を測定して、それぞれの使用量を得た。

9) 加圧装置

人工加圧呼吸のために、フイゴを回路と呼吸のうとの間に接続し、加圧、減圧は二方コックで切り換える。フイゴ容量は 3.5 l で、一回呼吸量にほぼ相当させてある。加圧時はこのフイゴを一度に圧し切った方が、大容量のフイゴを何回にも分けて押圧するよりも操作上やり易い。一回の送気で回路内圧は 15 mmHg 前後上昇するので希望圧が迅速に得られる。本実験ではこの人工加圧装置は使用していない。

10) 安全弁

加圧の生理的限界であるが、20 mmHg 程度では組織学的に肺に大きな変化を認めていない。

安全弁は過度の加圧が加わった場合、外部に放出されるように使用前に圧力計によって、閉鎖回路で調節しておく必要がある。

11) 圧力計

加圧時の圧力をみるために、④ 0~50 cmH_2O 、⑤ 0~30 cmH_2O 値まで測定できるようにした。

12) 酸素ボンベ及び減圧弁

内容量 6000l のものを用意した。

その他、加圧時に多量の酸素を直接呼吸のうに流入できるように、酸素用デレクターや、麻酔ガスの回路内流入切り換え、カッパーケトル用温度計をつけた。

C. 検査項目及び検査方法

1) 臨床所見

各群とも、ハロセン吸入麻酔の前後にわたり、次の項目について観察した。

心拍数、呼吸数及び体温：心拍数については、No. 5~18 では心電計を用いて計測し、その他の例では聴診器で 1 分間聴診した。呼吸

数は、鼻孔からの呼出気数を、麻酔中は呼吸のうの動きにより1分間の呼吸数を算出した。体温については直腸温を計測した。

眼瞼、角膜、肛門部の疼痛及び咽喉頭反射：眼瞼反射は、人差し指でまっげ又は内眥を軽くにたき、又角膜反射は、指で角膜に触れることにより、反射的に眼瞼が閉じるか否かにより判定した。一方肛門部の疼痛反射は、コッヘル鉗子で鉗圧し、疼痛の有無により、咽喉頭反射は、手又は気管チューブで、咽喉頭部を刺激することにより判定した。

その他の臨床所見：第1胃運動は聴診器で3分間聴診し、又鼓脹は圧診と腹囲の計測も参考にして観察した。その他流涎、第1胃内容の吐出等についても観察した。

2) 心電図の記録方法

心電図の記録はNo. 5~18の計14例について行い、熱ペン直記式心電計（福田エレクトロ製）を使用し、電極は針電極とした。又心電図の誘導方法はすべてA - B誘導とした。

3) ハロセン濃度測定

ハロセン濃度の測定は、ハロセン分析計（堀場製作所製）を使用し、吸気管のハロセン濃度を直読により測定した。

4) 採血方法及び血液検査

採血は頸動静脈より行い、動脈血は実験前にあらかじめ頸動脈 loop を作製し、採血を容易にした。血液抗凝固剤としては、影響の少ないヘパリンを用い⁵²⁾、死腔を満たしたガラス製注射器で怒張をさけ、かつ空気に触れさせないように注意して行い、直ちに測定に供した。採血時間は実験的麻酔群では、麻酔前、G. E. · T. S. 注射終了後、注射後15分、ハロセン導入終了直後、導入終了後30分、60分、90分、大気自然呼吸後15分、30分の計10回で、1回採血量は動脈血で5ml、静脈血で15mlとした。又過剰吸入群では麻酔の前後8~10回、臨床例の麻酔群では4~5回採血し、No. 16, 19については動、静脈血、No. 14, 15, 17, 18では静脈血のみ採血した。

血液検査の項目及びその測定方法は次の通りであるが、血液ガス及び酸塩基平衡、酸素飽和度の測定には動、静脈血を、その他の血液検査には静脈血又は血漿を用いた。

血液 pH } デンマーク・ラジオメーター
血液 P_{CO_2} , P_{O_2} } ー社製血液ガス分析装置
(BMS-2, PHM71, P_{O_2} , P_{CO_2} は電極法)

HCO_3^- , H_2CO_3 } pH, P_{CO_2} より SIGGAARD-ANDERSEN
Base Excess } アライグメントノモグラム
より算出.

酸素飽和度 エルマ社製オキシメーター
(キューベット法)

血糖 ---- オルト・トルイジン法

血漿 Na^+ , K^+ ---- 炎光光度法 (エルマ社製)

血漿 Cl^- ---- Schales and Schales 法

血色素量 ---- シアンメトヘモグロビン法

血球容積 ---- 毛細管法

赤血球数, 白血球数 ---- Thoma氏計算板法

血漿タンパク質 ---- 日立のメノパフ計

Ⅲ 実験成績

1. 実験的麻酔群

A. 麻酔経過中の臨床所見とハロセン濃度及び消費量について

1) G. G. E. · T. S. 注射後の臨床所見

G. G. E. · T. S. 注射後、全例に咽喉頭反射が消失し、気管チューブの挿管は簡単に、しかも安全に実施できた。しかし5～10分後にはその反射も現われた。眼瞼反射は消失するものもみられたが、5分前後で出現した。一方角膜反射、肛門部の疼痛反射は全例消失することなく経過した。

心拍数については明らかに増加し、注射直後で最高となり、15分後ではやや回復した。呼吸数も増加の傾向がみられ、第1胃運動は微弱又は停止し、15分後も同様であった。流涎はみられた例が多いが、第1胃内容の吐出はみられなかった。注射後15分で各種反射も完全に出現し、ほぼ麻酔から覚醒した。

2) 麻酔の導入

導入に要した時間は 6 ~ 19 分 (平均 10.5 分)、消費したハロセン量は 16.5 ~ 53 ml (平均 25 ml) であり、導入終了時のハロセン濃度は 1.8 ~ 2.7% (平均 2.2%) であった (Table 2)。

導入中の臨床所見は興奮期もほとんどみられず、比較的スムーズに行われた。呼吸数、心拍数は麻酔前に比し、増加していたが、G. G. E. · T. S. 注射後 15 分と大差なく、流涎はほとんどの例でみられ、第 1 胃運動は完全に消失した。

3) 麻酔の維持

ハロセン導入後、麻酔維持に移行したが、その時の維持濃度は 0.5 ~ 1.6% (平均 1%)、消費したハロセン量は 24 ~ 53 ml (平均 38.9 ml) であった (Table 2)。

維持麻酔中の臨床所見は、心拍数の増加がみられたが比較的安定し、呼吸数も増加を示し、90 分後には平均 1.4°C の下降がみられた (Table 3, Fig. 5)。一方第 1 胃運動は全例停止

し、麻酔の後半には軽度の鼓脹がみられた。流涎も全例にみられ、その総量は200~400mlであった。又第1胃内容の吐出はNo. 1, 3, 5でみられ、特にNo. 1においては50lと著明であった。

4) 麻酔の覚醒

麻酔終了後、眼瞼反射及び咽喉頭反射は2~4分で出現し、10分では頭の挙上するものもみられ、気管チューブは10~15分で抜去した。起立するまでの時間は15~90分(平均31.6分)であった(Table 2)が、歩行はまだ充分ではなかった。起立後間もなく鼓脹は消失したが、第1胃運動は2~5時間後に現われたものが多かった。

心拍数、呼吸数及び体温も漸次回復に向かい、24時間後では完全に回復していた。

B. 心電図所見

1) 波形

麻酔前のP波及びT波は陽性单相波を示し

、QRS群ではrS型 (No. 5, 6, 7, 8, 13)、又はQS型 (No. 9, 10, 11, 12)を示した。麻酔の経過中、QRS群において、No. 5では麻酔終了後にQS型に、No. 11ではG. G. E. · T. S.注射直後からrS型に変化した。又ST部分及びT波については、No. 8, 11でハロセン導入後から90分の間で一過性にSTの軽度の降下がみられ、T波ではNo. 7で麻酔終了後、No. 8でハロセン導入後に2相性に変化した (Fig. 6)。

2) 間隔及び持続時間

成績はFig. 7に示す通り、G. G. E. · T. S.注射後及び麻酔維持中においてRR間隔は明らかに短縮を示し、それに並行してPQ, QT間隔も短縮し、麻酔終了後30分ではやや回復を示したが、麻酔前には戻らなかつた。一方P及びQRSの持続時間は、麻酔の経過中ほとんど変化はみられなかつた。

3) 振幅の測定値

P波では全経過を通じて著変はみられなかつたが、S及びT波ではFig. 7に示す通り、

麻醉中増高の傾向を示した。しかし麻醉後はほぼ回復した。

C 血液ガス及び酸塩基平衡の変化

成績はTable 4, 5, 6, Fig. 8, 9, 10 に示した通りである。

1) 血液pH

動, 静脈血とも同じ傾向を示し、G. G. E. · T. S. 注射後で0.1以内、麻醉維持では平均0.2以内で低下がみられた。しかし麻醉終了後では直ちに回復に向い、30分後ではほぼ正常に復した。

2) 血液炭酸ガス分圧 (P_{CO_2})

G. G. E. · T. S. 注射後、動脈血でやや上昇するも、15分では回復した。しかし麻醉維持では、動脈血で平均26~35 mmHg, 静脈血で21~30 mmHg の上昇がみられた。麻醉終了後ではpHと同様、明らかに回復を示した。

3) 血漿重炭酸 (HCO_3^-)

G. G. E. · T. S. 注射後から漸次増加し、麻醉

維持では、動、静脈血とも平均 4.5mEq/l の範囲で増加した。しかし麻酔後は明らかに回復傾向がみられた。

4) 血液 Base Excess (B. E.)

麻酔の経過中、やや増加の傾向がみられたが、その変化は僅かなものであり、著変は認められなかつた。

5) 炭酸、重炭酸の比率 ($\text{HCO}_3^-/\text{H}_2\text{CO}_3$)

G. G. E. · T. S. 注射後及び麻酔維持中で低下がみられ、特に麻酔維持中では著明で、動、静脈血で30～35%の低下がみられた。しかし麻酔後は直ちに回復に向い、24時間後では完全に正常に復した。

6) 血液酸素分圧 (Po_2)

動脈血では G. G. E. · T. S. 注射後、やや下降がみられたが、麻酔維持中は著明に上昇した。一方静脈血では G. G. E. · T. S. 注射後から上昇し、麻酔中も動脈血と同じく、明らかに上昇を示した。しかし動、静脈血とも麻酔後30分でほぼ回復した。

D. 酸素飽和度 (O_2 Sat.) の変化

O_2 Sat. の変化は Table 6, Fig. 10 に示した通りである。即ち動脈血では G. G. E. · T. S. 注射後、やや減少したが、麻酔中は逆に僅かに増加の傾向がみられた。一方静脈血では、G. G. E. · T. S. 注射後からすでに増加し、麻酔中は動脈血より、その増加は大きいものであった。

E. 血漿電解質及び血糖の変化

成績は Table 7, Fig. 11 に示した通り、血漿 Na^+ , K^+ , Cl^- とともにやや減少傾向がみられたが、その変化は僅かなものであった。

一方血糖については、G. G. E. · T. S. 注射後上昇を示したが、麻酔中は漸次減少し、90分ではほぼ回復した。

F. 血液の理学的性状及び血漿タンパク質の変化

赤血球数、白血球数、血球容積、血色素量及び血漿タンパク質の変化は Table 8, Fig. 12 に

示す通り、いずれも減少傾向がみられたものの、着変はなかつた。

G. 小括

以上13頭の牛について、閉鎖循環式ハロセン吸入麻酔を実施し、麻酔経過中の臨床所見、ハロセン吸入濃度及び消費量、心電図所見、血液ガス及び酸塩基平衡、酸素飽和度、血液性状等について検討した。これらの成績を総括すれば次の通りである。

気管チューブの挿管の目的で、G. G. E. 100 mg/kg と T. S. 5 mg/kg を頸静脈から静注すると、咽喉頭反射は全例において消失し、安全にしかも容易にこの目的が達せられた。

ハロセンの導入濃度は平均2.2%であり、導入時間は平均10.5分、その時の消費量は平均25mlであった。又維持濃度については1%前後が適当であり、90分間の麻酔維持のために平均38.9mlのハロセンを消費した。

麻酔の導入はスムーズに行われ、麻酔中は

心拍数、呼吸数の増加、軽度の体温の下降等がみられ、第1胃運動の停止、流涎等が観察されたが、その他特別危険とみられる所見はなく、良好な麻酔状態が得られ、麻酔終了後は平均31.6分で覚醒も極めて早かった。

心電図所見については、RR間隔の短縮に並行して、PQ及びQT間隔も短縮し、洞性頻脈の様相を呈した。又麻酔維持中、一部ST部分の軽度の降下がみられ、T波の2相性も認められたが、これらは一過性であった。

血液ガス、酸塩基平衡の変化では、pHの低下、 P_{CO_2} の上昇、 P_{O_2} の上昇、 HCO_3^- の増加、B.E.は著変なく、呼吸性Acidosisの様相を呈したが、麻酔後それらの変化も速やかに回復した。

酸素飽和度は、麻酔中増加の傾向がみられた。

一方、血漿電解質、赤血球数、白血球数、血球容積、血色素量、血漿タンパク質はいずれも減少傾向がみられたが著変なく、血糖ではG.G.E.・T.S.注射後上昇し、麻酔中は漸次回復傾向を示した。

2 過剰吸入群

A. 麻酔経過中の臨床所見と、ハロセン濃度及び消費量について

1) G. G. E. · T. S. 注射後の臨床所見

G. G. E. · T. S. は No. 14 では規定量, No. 15 では規定量の 80%, No. 16 では 90% 注射した時点で咽喉頭反射が消失した。注射後の各種臨床所見は、実験的麻酔群とほぼ同様で、眼瞼反射の消失、流涎、第 1 胃運動の停止等がみられ、第 1 胃内容の吐出は認められなかった。又心拍数、呼吸数も明らかに増加した。

2) 麻酔の導入及び過剰吸入

導入に要した時間は、5~7 (平均 6 分) 分で実験的麻酔群よりもやや早く、その時の吸入濃度は 2.5~2.7% (平均 2.6%) で、これもやや高い濃度であった (Table 9)。導入もスムーズに行われ、何ら懸念される臨床所見はみられなかった。導入後もカッパを切らず、そのままハロセン濃度を上昇させると、4~8 分後に 4~5% の濃度になった。角膜反

射は3.0~3.4%の時点で消失し、肛門部の疼痛反射は、角膜反射より少し遅れて消失した。3.5%以上の濃度ではすべての反射が消失し、呼吸は浅表となり、第Ⅲ期4相の時期と思われた。流涎も一部あるが、その量は減少し、第1胃運動も完全に停止し、軽度の鼓脹もみられた。しかし第1胃内容の吐出はみられなかった。

麻酔の導入及び過剰吸入時の心拍数、呼吸数、体温はTable 10に示す通りで、これも実験的麻酔群と大差はみられなかった。

過剰吸入後No.14, 16ではカッパを切り、徐々に濃度を低下させたが、2%になった時点でNo.14は肛門部の疼痛反射が現われ、No.16では1.2%になるまで出現しなかった。一方角膜反射は2例とも、1%前後で認められた。カッパを切ってから2%になるまでの時間はNo.14で16分、No.16では11分、1%になるまでの時間はそれぞれ36分、30分要した。又麻酔の導入及び過剰吸入で消費した量は、No.14

で39 ml, No. 15で38 ml, No. 16で65 mlであつた。

3) 麻酔の覚醒

麻酔終了後、眼瞼反射及び咽喉頭反射は、No. 14では6分後、No. 16では5分後に出現し、明らかに実験的麻酔群よりも遅れていた。又起立までの時間はNo. 14で45分、No. 16で25分要した。

一方過剰吸入後直ちに自然呼吸にしたNo. 15では、5分後で角膜反射が認められ、眼瞼反射及び咽喉頭反射は8~10分後に現われ、30分では伏臥姿勢となり、49分後に起立した。

B. 心電図所見

1) 波形

麻酔前のP波及びT波は陽性单相波を示し、QRS群ではNo. 14, 15でrS型、No. 16でQS型を呈した。3例とも麻酔の経過中、同様な波型を持続したが、No. 15でG. G. E. · T. S. 注射後及び吸入濃度4~5%時に、軽度のSTの降下がみられた (Fig. 13)。

2) 間隔及び持続時間

Fig.14に示した通り、実験的麻酔群と同じ傾向がみられ、RR間隔はG. G. E.・T. S.注射後及び過剰吸入時では明らかに短縮し、PQ及びQT間隔もそれに並行して短縮した。一方P及びQRSの持続時間はほとんど変化はみられなかった。

3) 振幅の測定値

P波では経過を通して著変なく、S波及びT波はFig.14に示す通り、過剰吸入時では増高を示した。

C. 血液ガス及び酸塩基平衡の変化

成績はTable11及びFig.15に示す通りである。

1) 血液pH

実験的麻酔群と同様の傾向がみられ、経過中低下したが、特に過剰吸入時ではその変化も著明に現われ、実験的麻酔群よりも明らかに低下した。しかし吸入濃度の低下と共に回復傾向を示し、麻酔終了後は速やかに回復し

た。

2) 血液炭酸ガス分圧 (P_{CO_2})

pHとは逆に、過剰吸入中は麻酔前に比し、100%以上の上昇を示し、実験的麻酔群よりも明らかに上回っていた。しかし吸入濃度の低下に伴って下降し、No.15, 16では麻酔後30分でほぼ回復したが、No.14では遅れていた。

3) 血漿重炭酸 (HCO_3^-)

G. G. E. · T. S. 注射後徐々に増加し、ハロセン濃度4.0~5.0%, 又は2%で最高を示し、7 mEq/l前後の増加がみられた。しかし麻酔後30~60分でほぼ回復した。

4) 血液 Base Excess (B.E.)

No.15, 16では過剰吸入時及び麻酔終了後に増加の傾向がみられ、No.14では逆に減少の傾向がみられた。しかしその変化はいずれも2~3 mEq/l以内のものであつた。

5) 炭酸と重炭酸の比率 (HCO_3^-/H_2CO_3)

G. G. E. · T. S. 注射後から低下し、吸入濃度4~5%及び2%の時点で最低となり、No.14

、15では40%、No.16では45~50%の低下がみられ、その変化は実験的麻酔群よりも大きいものであった。

6) 血液酸素分圧 (P_{O_2})

静脈血においては、3例とも過剰吸入時に上昇がみられた。しかしNo.16の動脈血では、G. G. E. · T. S.注射後下降するも、過剰吸入時にはほぼ回復し安定していたが、麻酔終了後一時下降した。

D. 酸素飽和度 (O_2 Sat.) の変化

Table 11に示す通り、静脈血では麻酔の経過中明らかに上昇した。No.16の動脈血では P_{O_2} と同様の傾向がみられ、G. G. E. · T. S.注射直後及び麻酔終了後に減少を示した。

E. 血漿電解質及び血糖の変化

成績はTable 12に示す通りである。即ち Na^+ 、 K^+ 、 Cl^- とも麻酔の経過中、増減はみられたものの著変はなかった。一方血糖については

G. G. E. · T. S. 注射後明らかに上昇し、その後漸次回復に向い、自然呼吸後60分ではほぼ正常に復した。

F. 血液の理学的性状及び血漿タンパク質の変化

成績はTable 12に示す通り、赤血球数、白血球数は経過中増減がみられたものの著変なく、血球容積、血色素量、及び血漿タンパク質はいずれも減少傾向がみられたものの、その変化は僅かなものであつた。

G. 小括

牛におけるハロセンの安全吸入濃度を究明する目的で、牛3頭を用いて過剰吸入させ、各種所見について実験的麻酔群と同様に観察した。それらの成績を総括すれば、次の通りである。

G. G. E. · T. S. 注射後の気管チューブの挿管及びハロセン麻酔の導入はスムーズに実施され、何ら懸念される所見はみられなかった。

又導入時間は平均6分、導入濃度は2.6%で、いずれも実験的麻酔群に比べて導入時間は短く、吸入濃度は高濃度であった。

過剰吸入では3.0~3.4%で角膜反射が消失し、3.5%以上の濃度ではすべての反射が消失し、呼吸は浅表となり、第Ⅲ期4相の時期と思われた。又心拍数、呼吸数の増加、体温の下降等がみられ、その他の臨床所見は、実験的麻酔群と同様であった。一方覚醒は明らかに遅れる傾向がみられた。

心電図所見についても、過剰吸入中STの軽度の降下がみられた例もあるが、その他は実験的麻酔群と同様な変化を示し、洞性頻脈の様相を呈した。

血液ガス及び酸塩基平衡の変化は、pHの低下、 P_{CO_2} の上昇、 HCO_3^- の増加等その変化は極めて大きく、実験的麻酔群より著明な呼吸性Acidosisを示した。

酸素飽和度については、静脈血で上昇がみられたが、動脈血でG. G. E.・T. S.注射後及び

麻酔終了後に減少を示した。

血漿電解質及び血液理学的性状については Na^+ , K^+ , Cl^- , 赤血球数, 白血球数は増減がみられたが著変なく、血球容積, 血色素量及び血漿タンパク質は減少傾向がみられたものの、その変化は僅かなものであつた。一方血糖では G. G. E. · T. S. 注射後は上昇し、過剰吸入時で漸次減少した。

3. 臨床例の麻酔群

A 麻酔経過中の臨床所見とハロセン濃度及び消費量について

1) G. G. E. · T. S. 注射後の臨床所見

咽喉頭反射消失時の G. G. E. · T. S. 注射量は No. 17 で規定量の 90%, No. 18 では 80%, No. 19 では 85% であつた。注射後の臨床所見は、実験的麻酔群と全く同じ傾向を示し、流涎, 第 1 胃運動の停止がみられ、心拍数, 呼吸数も増加した。

2) 麻酔の導入, 維持及び覚醒

導入に要した時間は5～7分（平均6.7分）で、ほぼ過剰吸入群と一致し、その時の導入濃度は2.3～2.5%（平均2.4%）であつた。又導入に要したハロセン量は13～20ml（平均16.3ml）であり（Table 13）、実験的麻酔群よりも少ない量であつた。麻酔の導入もスムーズに行われ、導入後直ちに手術を開始した。手術中のハロセン濃度は0.5～1.3%であつたが、麻酔状態は良好であり、手術も容易に実施できた。手術に要した時間はNo.17, 18, 19でそれぞれ75分, 60分, 60分であつたが、それに要したハロセン量は26ml, 17ml, 15mlであつた（Table 13）。

手術中の臨床所見も、ほぼ実験的麻酔群と同様な成績が得られた。即ち流涎、第1胃運動の停止、軽度の鼓脹がみられ、No.18では手術中第1胃内容の吐出がみられた。又心拍数、呼吸数はいずれも増加し、体温は徐々に下降し、特にNo.19において著明であつた（Table 14）。

手術後直ちに自然呼吸としたが、2～3分

で眼瞼反射、咽喉頭反射が出現し、ほぼ実験的麻酔群と一致していた。起立までの時間はNo.17で28分、No.18で18分であった。しかしNo.19では衰弱も著しく、自然呼吸後60分でも起立できず、再び抱水フロール麻酔下での各種外科手術の実施に供した。

B. 心電図所見

1) 波形

2例とも麻酔前後を通じて同じ波形を持続し、特に変化はみられなかつた。

2) 間隔及び持続時間

実験的麻酔群と同じ傾向を示した。即ち、麻酔中はRR間隔の短縮と並行して、PQ及びQT間隔の短縮もみられ、P及びQRSの持続時間は、麻酔経過を通じて著変はみられなかつた。

3) 振幅の測定値

No.17では麻酔中やや増高、No.18では逆に低下の傾向がみられたが、著変はなかつた。一方S波及びT波では、実験的麻酔群と同様、

増高を示した。

C. 血液ガス及び酸塩基平衡の変化
成績はTable 15に示す通りである。

1) 血液pH

G. G. E. · T. S. 注射後低下し、維持麻酔後60分で最低となり、0.10~0.18の範囲内で低下がみられ、実験的麻酔群と同じ傾向を示した。しかし麻酔終了後では、明らかに回復傾向がみられた。

2) 血液炭酸ガス分圧 (P_{CO_2})

麻酔の経過中徐々に上昇し、麻酔維持後60分で最高を示し、特にNo. 19ではその変化は著明にみられた。麻酔終了後30分では回復傾向を示したが、麻酔前には復さなかった。

3) 血漿重炭酸 (HCO_3^-)

No. 17, 18では麻酔維持で、やや増加の傾向がみられたが、特に著変なく、No. 19ではG. G. E. · T. S. 注射後から増加し、麻酔維持後60分では6~7 mEq/L増加した。

4) 血液 Base Excess (B.E)

No.17では麻酔中やや低下したが、No.19では逆に増加の傾向がみられた。しかしNo.18では経過中増減がみられたが、その変化は僅かなものであった。

5) 炭酸と重炭酸の比率 ($\text{HCO}_3^-/\text{H}_2\text{CO}_3$)

麻酔導入後徐々に低下し、60分後では最低を示したが、その変化は実験的麻酔群と大差はみられなかった (Fig.17)。

6) 血液酸素分圧 (Po_2)

静脈血では3例とも麻酔中上昇を示し、No.19の動脈血ではG.G.E.・T.S.注射後下降するも麻酔中著明な上昇がみられた。しかし麻酔終了後はその回復も速やかであった。

D. 酸素飽和度 (O_2 Sat.) の変化

成績はTable 15に示す通り、静脈血では麻酔中増加がみられた。一方No.19の動脈血では、G.G.E.・T.S.注射後一時減少を示したが、麻酔中はやや増加の傾向を示した。麻酔終了後

は明らかに回復を示したが、静脈血では少し遅れる傾向がみられた。

E. 血漿電解質及び血糖の変化

成績は Table 16 に示す通りである。即ち Na^+ では麻酔の経過中増減がみられたが著変なく、 K^+ はやや減少傾向がみられた。一方血糖については No. 18, 19 では G. G. E. · T. S. 注射後及び麻酔維持60分で上昇を示したが、その後はほぼ回復した。しかし No. 17 では手術中にブドウ糖等の輸液をしたため、著明な増加がみられた。

F. 血液の理学的性状及び血漿タンパク質の変化

成績は Table 16 に示す。即ち赤血球数、白血球数、血球容積及び血色素量も、やや減少傾向がみられたが著変なく、血漿タンパク質では減少を示した。

G. 小括

牛の閉鎖循環式ハロセン吸入麻酔を臨床に応用した結果、次の成績が得られた。

麻酔の導入時間、導入濃度及びハロセン消費量は、それぞれ平均6.7分、2.4%、16.3mlであり、麻酔維持濃度は1%前後であった。麻酔経過中の各種臨床所見については、実験的麻酔群とほぼ同じ所見が得られ、麻酔前より衰弱していたNo.19では、その回復は遅れていた。

心電図所見についても、特別危険と思われる所見はなく、洞性頻脈の様相を呈した。

血液ガス及び酸塩基平衡についても、ほぼ実験的麻酔群と同じ結果が得られ、pHの低下、 P_{CO_2} の上昇、 P_{O_2} の上昇、 HCO_3^- の増加等がみられ、No.19ではその変化は特に著明であった。

酸素飽和度は静脈血で増加し、動脈血ではG.G.E.・T.S.注射後一時減少するも、麻酔中は麻酔前値を上回った。

血漿電解質及び血糖については、 Na^+ 、 K^+ では特に著変なく、血糖は上昇を示した。

血液理学的性状では、赤血球数、白血球数、血球容積、血色素量とも、やや減少傾向がみられたが著変なく、血漿タンパク質では減少を示した。

IV 考 察

閉鎖式吸入麻酔を実施する場合、マスク法と気管チューブ挿管による二つの方法が考えられる。牛の全身麻酔時においては、他の動物と異なり、流涎、第1胃内容物の吐出が起こり易い為誤嚥する可能性が多い。それを防止する意味から、気管チューブ挿管法が望ましく、又気道を確保することは、呼吸停止時に人工加圧呼吸が実施し易い点からしても都合が良い。牛は馬と違い、完全に咽喉頭反射が消失しなければ、気管チューブの挿管は難しい。

著者は今回、この目的の為にG. G. E. 100 mg/kg とT. S. 5 mg/kg を静注した。全例において静注後5分間は咽喉頭反射が消失し、何ら危険と思われる所見もなく、安全にしかも容易に実施できた。従来、気管チューブの挿管に関して、チオペンタールを初めとして、バルビツール系の超短時間又は短時間麻酔を用いた報

告^{6~9, 11, 12, 16, 20, 24, 34~36, 49, 51, 55, 58, 60~63)}が多くみられる。又抱水フロラール静注による方法³⁰⁾、マスクにて麻酔導入後挿管する方法^{9, 55, 58)}、さらに仔牛ではサクシニルコリンを用いる方法³¹⁾等の報告がみられる。しかし著者は、チオペンタールでは咽喉頭痙攣を起こす例に遭遇している。又これらの麻酔前投薬は、吸入麻酔後の覚醒に影響を与えることが考えられる。これらの点を考慮し、著者はWESTHEUSとFRITISH⁶⁴⁾が大動物の転倒に使用して好成績を治めているG. G. E.とT. S.を応用した。G. G. E.はマイアネシン属の筋弛緩剤であり、これにT. S. 5 mg/kgを混合注射することにより、咽喉頭反射は消失し、従来用いられてきた薬剤よりも、気管チューブ挿管の目的には、特に適した薬剤であると思考される。

ハロセン麻酔の導入に要した時間は、実験的麻酔群では6~19分、平均10.5分、過剰吸入群及び臨床例の麻酔群では5~8分、平均6.5分であり、19例の平均は9分であった。導

入時間は麻酔前投薬及び吸入濃度共関係がある。即ち、急速に濃度を上昇すれば短時間で導入できるが、ハロセンの欠点として人では血圧下降、徐脈、呼吸の抑制等の現象もみられるので²³⁾、この点注意する必要がある。本研究で導入時にほとんど興奮がみられず、スムーズに導入できた点からして、導入時間は9分前後が適当であると考えられ、従来の報告^{8, 35)}とはほぼ一致した。

導入濃度についてみると、実験的麻酔群では1.8~2.7%，平均2.2%，過剰吸入群及び臨床例の麻酔群では2.3~2.7%，平均2.5%，19例の平均は2.3%であった。牛におけるハロセン導入濃度についてはMODAKOWSKI³⁵⁾は3~4%とし、仔牛を使っての開胸手術時の成績でBONCEKら¹⁾、LARSSONら³²⁾は2~3%，SHORTら³⁵⁾は4%と報告している。しかしこれらは麻酔前投薬の有無、或いは種類により影響され、その違いによる為と思考される。

導入に要したハロセン量は、実験的麻酔群

では16.5~53 ml, 平均25.4 ml, 臨床例の麻酔群では13~20 ml, 平均16 mlであり, 16例の平均は23.6 mlであった。これら消費量は、体重の少ないもの程少量の傾向がみられたが、ほぼFISHERとJENNINGS⁸⁾, JENNINGS²⁵⁾の報告と一致した。90分間の麻酔維持におけるハロセン濃度は0.5~1.6%, 平均1%であり、他の動物^{23,66)}と大差ないと考えられる。一方ハロセン消費量は24~53 ml, 平均39 mlであり、又60~75分間の手術に要した量は15~26 ml, 平均19 mlであった。これらも体重の少ないもの程、消費量も少ない傾向がみられた。FISHERとJENNINGS⁸⁾は、60~90分間の麻酔維持で20~40 ml使用し、GATESら¹²⁾は、45~180分間の麻酔維持で12~90 ml使用したと報告している。本研究で1分当りの消費量を計算すれば0.3~0.43 mlとなり、上記の報告と大差ない。又HALL¹³⁾は、80分間の麻酔で80 ml使用したと述べているが、これは半閉鎖式で実施した為に多くな、たものと思われる。

牛の全身麻酔で懸念されるのは、流涎、鼓脹、第1胃内容の吐出である。本研究では全例に流涎(200~400ml)、軽度の鼓脹、4例に第1胃内容の吐出がみられた。

WEAVER⁶³⁾は、110例の牛に対して閉鎖循環式ハロセン吸入麻酔を実施し、臨床所見について詳細に観察した。それによると18例(16%)に第1胃内容の吐出がみられ、その内2例はナオペンタール注射直後に起こり、誤嚥して肺炎を併発し、斃死した。その他の16例は麻酔後60分以内に起こるものが大部分であり、1回だけみられたものが多いが、2~5回みられたものもあり、鼓脹については重篤な1例が観察されたと述べ、又流涎は硫酸アトロピンの前処置で減少するとし、斃死した例は上記の他に、1例細菌性心内膜炎牛でみられたと報告している。

著者の成績では、4例にみられた第1胃内容の吐出は、気管チューブの移動等の刺激時にみられる傾向があり、G. G. E.・T. S.注射直

後ではみられていない。又第1胃内容の吐出は麻酔により、噴門部が弛緩するために物理的に流出してくるものもあると考えられ、従って頸部をやや高く保持することにより、ある程度防止できた例も経験した。さらに麻酔前の絶食時間にも大きな影響があると考えられた。しかしながらこれらの例でも、気管チューブ挿管で気道を確保しているので、後に何ら副作用と認められる所見はなかった。

鼓脹は、麻酔の後半にみられたが、臨床的には特別考慮する必要はなかった。著者は何も処置していない牛を120分間横臥せしめ、生体に及ぼす影響について、臨床所見及び血液ガス、酸塩基平衡について検討したが、その結果特に大きな変化を認めていない。しかしながら軽度の鼓脹はみられ、従って本研究でみられた鼓脹も、麻酔の影響だけのものではなく、ただ単に横臥に起因するものもあると考えられた。

流涎については、全例にみられたが、何ら

懸念されることはなか、た。硫酸アトロピンの応用については、その必要なしとの報告¹⁹⁾もあるが、WEAVER⁶³⁾も述べている通り、明らかに流涎量が減少し、又迷走神経緊張のために起こる副作用の防止の点からしても使用するべきである。使用量については、迷走神経遮断のため生ずる第1胃運動の抑制も考慮し、1頭当り20~30mgを皮下注射したが、この量で期待した効果が得られ、ハロセン吸入麻酔時では適当量と考えられる。又アトロピンの生体に及ぼす影響については、DE MOOR⁴⁾は馬で6 mg/100kg 筋肉注射した場合、酸素分圧の下降と血球容積の減少がみられ、動脈血酸素飽和度、酸塩基平衡、血糖には変化ないと報告している。この点、牛について追求する必要がある。

心拍数については、G. G. E.・T. S.注射後増加し、麻酔中も65~75%の増加がみられたが、比較的安定していた。

呼吸数も増加の傾向がみられたが、1回換

気量は減少していると思われ、後で述べる血液ガス・酸塩基平衡の面から考え合わせると、呼吸の抑制がうかがえた。

体温は麻酔後90分で平均 1.4°C 下降したが、これは麻酔時の室温が大きな影響を与える。麻酔前の気化率の点も考慮して、室温は 20°C 以上に保つことが必要である。しかしながらこれらの所見も、何ら臨床上問題はないと考えられる。

麻酔の覚醒については、実験的麻酔群で、大気自然呼吸後2~4分で眼瞼反射、角膜反射が現われ、10分前後で頭の挙上する例もみられ、15~90分、平均31.6分と極めて覚醒の早いことがわかった。先に述べた通り、横臥による鼓脹の心配もあるので、牛においては特に覚醒の早いことが望まれるが、この点、ハロセン麻酔は極めて良好であるといえる。しかしながらJENNINGS²⁵⁾は、麻酔の導入方法により、覚醒時間が異なることを報告している。即ち、マスク法にてハロセンを吸入し、導入

後気管チューブを挿管して111分麻酔を維持した例では、21分で覚醒し、チオペンタールで導入し、71分麻酔を維持すると自然に起立するまで81分要したと述べている。本研究では平均31.6分で起立し、この点からしても麻酔前投薬としてのG. G. E. · T. S. は良好といえる。

以上述べた通り、実験的麻酔群では特別危険と認められる所見もなく、良好な麻酔状態が得られ、臨床的にみて牛に対するハロセン吸入麻酔は適していると考えられる。

しかしながら、ハロセンは麻酔作用が強い為、適正な吸入濃度が要求される。従来、牛に対するハロセンの吸入安全濃度についての報告はみられない。これらを究明すべく、人為的過剰吸入させると、3~3.4%で角膜反射が消失し、肛門部の疼痛反射は少し遅れて消失し、4%以上の濃度ではすべての反射が消失した。実験的麻酔群の成績から、維持麻酔の濃度は1%前後であることが判明したが、その4~5倍の濃度を15分間維持しても、呼

吸停止には至らなかつた。一般臨床所見については、実験的麻醉群とほぼ一致した所見が得られ、特に呼吸は浅表となり、麻醉濃度は第Ⅲ期4相の時期と思われた。又覚醒は、実験的麻醉群よりも明らかに遅れる傾向がみられたが、その後何ら認むべき所見はなかつた。従つて、短時間であれば、ある程度過剰吸入させても直ちに障害は現われず、吸入濃度にも巾があり、臨床的に応用できるものと考えられた。

以上の各種成績から、ほぼ臨床的に応用が可能と考えられたので、実際の手術例（脾臓摘出術、リンパ摘出術、各種外科手術）に際し、ハロセン麻醉を実施した所、60～75分の外科手術を遂行するに当つて、充分満足できる結果が得られた。

心電図所見については、全例にRR短縮がみられ、それに伴つてPQ及びQT間隔も短縮し洞性頻脈を呈した。波形については、実験的麻醉群でQRS群に変化がみられた例があり、

又ST部分について実験的麻酔群2例、過剰吸入群1例に軽度の降下がみられたが、一過性のもので後に心機能障害を来すとは考えられない。T波についても、2相性の変化がみられた例もあつたが、その他特別な所見はなく牛のハロセン麻酔は、心機能に及ぼす影響は少ないものと思考された。過剰吸入群についても実験的麻酔群と同様な変化がみられ、特別異常所見は認められなかつた。このことは、ある程度過剰吸入させても、直ちに心機能に重大な影響を与えないものと考えられる。

牛のハロセン吸入麻酔時の酸塩基平衡に関する研究は、僅かFISHER⁹⁾, BOUDAとPAVLICA²⁾, GATESら¹²⁾の報告があるに過ぎない。しかしこれらはすべて静脈血の成績で、それらを説明するには不十分である。著者は、動、静脈血の両面から詳細に検討した。

体液の恒常、即ち、その酸塩基が平衡状態にあるか否かを知ることは極めて重要である。これらを解明するためには、血液pH、呼吸性

因子，代謝性因子の三つを考慮する必要がある。呼吸性の因子として、動脈血 P_{CO_2} を採用することには異論がないが、代謝性の因子として何をとるかは、現在なお議論の別れるところである^{18, 53, 57, 58)}。現在は大きく分けて血漿 HCO_3^- をとるか、全緩衝系を考慮して Buffer Base、或いはそれを Base Excess として把握するかにしぼられる。今回、著者は代謝性因子として、血漿 HCO_3^- 、Base Excess の両方を考慮して述べることにした。

反芻獣の酸塩基平衡について PHILLIPS⁵⁹⁾ の報告がみられるが、彼は SIGGAARD ANDERSEN (1962) によって作製されたノモグラムを牛、山羊に応用できるか否かを検討し、その結果、Base Excess, Buffer Base, Standard Bicarbonate は $\pm 1.0 \text{ mEq/L}$ の範囲内であるとし、これらの動物に対して、特別のノモグラムを作製する必要はないと述べている。著者はそれを参考にし、SIGGAARD ANDERSEN アライグメントノモグラムを用い、血漿 HCO_3^- 、Base

Excess を算出した。

又健康牛における血液ガス・酸塩基平衡の測定値については、DONAWICK ら⁹⁾は20頭の仔牛のワフィナ動脈値について報告し、BUD TENNANT ら¹⁰⁾、FISHER¹⁰⁾の報告もみられる。一方我が国においては、小笠原¹¹⁾の報告があるに過ぎない。本実験で使用了た牛の血液ガス・酸塩基平衡の測定値は、概むね従来報告された成績と一致していた。

酸塩基平衡障害の1つの診断基準として、高木ら¹²⁾、笹本ら¹³⁾はpH, P_{CO_2} , HCO_3^- , Base Excess の各因子を採用して、これらの変動について意味づけをしている。それらを参考にして考えると、実験的麻酔群ではG. G. E.・T. S.注射後に軽度のpHの低下、及び P_{CO_2} の上昇がみられ、 HCO_3^- は増加するもBase Excess の変化の少ないことは、軽度の呼吸性Acidosisの様相を呈したと解釈される。しかしこれらの変化は注射後15分で回復する傾向がみられた。続いてハロセンの導入及び90分間の麻酔維持では、

pHは動脈血で平均 $0.119 \sim 0.146$, 静脈血で $0.167 \sim 0.180$ の低下がみられ、 P_{CO_2} では動脈血で $30 \sim 35 \text{ mmHg}$, 静脈血で $20 \sim 30 \text{ mmHg}$ 上昇した。又、 HCO_3^- は動、静脈血とも $3 \sim 5 \text{ mEq/L}$ の増加がみられたが、Base Excessでは 1.5 mEq/L 以内の変化で著変なく、 HCO_3^- と H_2CO_3 の比も明らかに低下し、従って呼吸性Acidosisを呈した。しかしこれらの変化は、いずれも代償の範囲内であり、麻酔終了後直ちに回復に向い、24時間後では全く正常に戻っていた。又臨床例の麻酔群においても概むね実験的麻酔群と同様な成績が得られた。一方過剰吸入群については、その変化は著明に現われ、ハロセン濃度 $4 \sim 5\%$ の時点では、重篤なpHの低下及び P_{CO_2} の上昇がみられ、重度の呼吸性Acidosisを示した。又において伊東ら²²⁾ はハロセン過剰吸入時の血液ガス、酸塩基平衡について報告している。それによると、 4% ハロセン吸入で平均25分で呼吸が停止し、その時のpHは麻酔前に比べ、 0.400 以上の低下がみられ、 P_{CO_2} も 90 mmHg 以

上となり、 HCO_3^- と H_2CO_3 の比も明らかに低下し、呼吸性Acidosisを呈したと述べ、一方日野原¹⁷⁾、越川¹⁸⁾は生命の維持できるpHは6.8~7.8と述べている。これらの報告を参考にして考えると、本研究での過剰吸入時の血液ガス・酸塩基平衡の変化は、重度のものと推察され、4~5%以上に吸入濃度を上昇させたり、この状態での時間の延長は、呼吸停止に至ることが、血液ガス・酸塩基平衡の面より鮮明に裏付けられた。従って牛のハロセン吸入濃度の限界は5%前後が指標となるものと考えられた。

Po_2 についてはG. G. E.・T. S.注射後、麻酔前に比べ動脈血で下降したが、これは呼吸抑制のため吸気量の減少により、低酸素症の傾向が現われたものと思われる。一方、静脈血ではやや上昇した成績が得られたが、この事実は組織における酸素代謝の減退を示すものである。ハロセン導入後は麻酔前に比べ、動、静脈血とも100%以上の上昇がみられたが、こ

れは一部 Scholander ガス分析器で測定した結果、吸気中の酸素濃度が30~70%であつた。このことから理解でき、何ら懸念されることはなかつた。ハロセン麻酔中は先にも述べた通り、ある程度の呼吸抑制は免れないので、吸気の酸素濃度は30~40%以上に保つことが必要であると考えられた。さらに臨床例の麻酔群についても、実験的麻酔群と同様な成績が得られ、 PO_2 の上昇がみられた。又過剰吸入群では静脈血で上昇を示したが、動脈血を測定した例ではほとんど変化がみられなかつた。これは過剰吸入により、呼吸量の減退によつて静脈血と動脈血のガス分圧の差が少なくなつたものと推測される。しかし例数が少ないので、今後さらに検討する必要がある。

牛におけるハロセン吸入麻酔時の酸素飽和度については、未だ報告がみられず、本研究ではG. G. E. · T. S. 注射後動脈血で明らかに減少するが、静脈血では逆に増加し、 PO_2 と同様の傾向を示した。このことから、麻酔によ

る酸素代謝の減退によるものと考えられる。ハロセンの麻酔中は動脈血においては麻酔前とほぼ同じ値を示し、比較的安定していた。しかし麻酔後15分では減少していた。これは麻酔中高濃度の酸素を吸入していたが、急に酸素濃度の低い大気自然呼吸にしたために起こったものと考えられる。又静脈血については、麻酔中著しい増加がみられ、臨床例の麻酔群でも同様な傾向を示した。しかしながらこれらの変化も特別危険なものではなく、麻酔後30分ではほぼ回復していた。

血漿電解質については、その変化は僅かなものであり、牛のハロセン吸入麻酔時の Na^+ , K^+ , Cl^- に及ぼす影響はないものと考えられる。 K^+ はAcidosisの場合、血漿 K^+ は、 H^+ が増加して細胞内に入り、その為細胞内 K^+ が血漿中に出るので増加するとされ²⁸⁾、一方西邑²⁹⁾はすべての吸入麻酔剤及び静脈麻酔剤では、前投薬を使用せず、麻酔中充分に呼吸を維持した場合でも、血中 K^+ の軽度な減少が認められ、

この変化は全身麻酔の結果、中枢性抑制作用に伴、て血清より組織内に、一次的に K^+ が入り込む結果であると述べている。従、て K^+ については、今後さらに検討する必要がある。

血糖については、人で増加するとの報告²⁹⁾や、ほとんど変化ないとの報告²¹⁾もみられるが、本研究ではG. G. E.・T. S.注射後に、麻酔前に比べ100%前後の上昇がみられた。しかしこれは、G. G. E.をブドウ糖に溶解して注射した為によるものと考えられ、ハロセン麻酔中は徐々に低下し、麻酔維持後90分では麻酔前値に近く回復した。これらのことから、牛のハロセン吸入麻酔では、血糖に及ぼす影響は少ないものと考えられる。臨床例の麻酔群及び過剰吸入群でも、ほぼ同様の成績が得られた。しかしNo.17において導入後60分で著明な増加がみられたが、これは手術中輸液剤として、ブドウ糖を注射した為によるもので、ハロセン吸入麻酔の影響とは考えられない。

赤血球数、白血球数、血球容積、血色素量、

血漿タンパク質は、いずれも減少傾向がみられたが、その変化は大きいものでなく、又臨床例及び過剰吸入群においては、ほとんど変化の認められない例もあり、特別考慮する必要はないと思われ、大で倉林³¹⁾が報告している成績とほぼ一致していた。又 O'BRIEN and HEATH⁴⁸⁾も山羊を用いて、調節呼吸下のハロセン吸入麻酔における血液成分について報告し、麻酔中、赤血球数、白血球数、血球容積、血色素量、血漿タンパク質の減少がみられると述べている。さらに STYEN⁵²⁾は、牛のハロセン麻酔の副腎皮質に及ぼす影響について検討し、赤血球数、白血球数及びその種類、血球容積、 Na^+ 、 K^+ 、 Cl^- 、血糖等について報告しているが、これはハロセン麻酔後、数日間の変化についてであり、今回の実験とは比較できない。

以上述べたように、牛のハロセン吸入麻酔においては、呼吸性 Acidosis の様相を呈した。しかしこれらの変化は代償の範囲内に止どまり、又麻酔中止で速やかに回復することが判

明した。一方、過剰吸入ではその変化はより著明に現われ、5%前後の吸入濃度で呼吸停止に至ることも推察されたので、麻酔深度に注意して実施することが特に大切であると考えられる。又各種血液性状に関しても、特別懸念される所見もなく、これらの面からみても、牛のハロセン吸入麻酔は適していると思われた。

V 緒 論

著者は牛19頭に対し、小笠原、高瀬らが試作した大動物用閉鎖循環式吸入麻醉器を使用し、ハロセン吸入麻醉を実施した。その結果得られた成績は次の通りである。

1) 吸入麻醉前に Guaiacol Glycerin Ether (以下 G. G. E.) 100mg/kg と Thiopental Sodium (以下 T. S.) 5mg/kg を静脈注射することにより、咽喉頭反射は消失し安全にしかも容易に気管チューブの挿管が実施できた。

2) ハロセン麻醉の導入は比較的スムーズに行われ、その時の導入時間は平均10.5(6~19)分、導入濃度は平均2.2(1.8~2.7)%, ハロセン消費量は平均25.4(17~53)mlであった。又、90分の麻醉維持において、維持濃度は平均1.0(0.5~1.6)%, ハロセン消費量は平均38.9(24~53)mlであった。

3) 麻醉の覚醒は極めて早く、2~4分後には眼瞼反射、咽喉頭反射が出現し、10分後

には頭の挙上する例もみられ、起立するまでの時間は平均31.6(15~90)分であった。

4) ハロセン麻酔の導入及び維持中の臨床所見は、心拍数の増加(65~75%増)、呼吸数の増加(60%増)、体温の下降(1.4℃)、流涎、第1胃運動の停止、軽度の鼓脹、一部第1胃内容の吐出が観察されたが、臨床的にみて危険と思われる所見もなく、麻酔終了後それらの所見も速やかに回復し、24時間後では全く正常に戻っていた。

5) 以上の麻酔法によつて、60~75分間にわたる外科手術の遂行は充分満足できるものであった。

6) 過剰吸入群では、3.0~3.4%で角膜反射が消失し、4~5%濃度ではすべての反射が消失し、15分間その濃度を維持すると、麻酔深度は第3期4相の時期を示した。

7) 麻酔の導入及び維持中の心電図所見では、洞性頻脈を呈した。又過剰吸入群及び手術例の麻酔群でも同様な結果が得られた。

8) 血液ガス及び酸塩基平衡については、麻酔維持中呼吸性Acidosisの様相を呈したが代償の範囲内であり、麻酔終了後は直ちに回復に向い、30分後では麻酔前値に回復した。又酸素分圧では動、静脈血共に明らかな上昇がみられたが、これは高濃度の酸素搬送下の為であり、何ら懸念されることはなかつた。

手術例の麻酔群でもほぼ同じ結果が得られた。しかし過剰吸入群では、炭酸ガス分圧の上昇による、重度の呼吸性Acidosisを示した。即ち、4～5%以上の吸入濃度、又は吸入時間の延長は、呼吸停止に至ることが鮮明に裏付けられた。従つてハロセン吸入濃度の限界は、5%前後が指標となるものと考えられた。

9) 酸素飽和度については、G. G. E. · T. S. 静注後、動脈血でやや減少するも麻酔維持中は回復し、安定していた。一方静脈血では明らかに増加した。

10) 血漿電解質では、ナトリウム、カリウム及びクロール共やや減少傾向がみられたが

著変なく、又血糖では G. G. E. · T. S. 静注後増加したが、麻酔の経過に伴って徐々に回復し、麻酔維持後 90 分ではほぼ麻酔前値に戻った。

11) 赤血球数、白血球数、血球容積、血色素量及び血漿タンパク質はいずれも減少傾向がみられたが、その変化は僅かなものであり、特別考慮する必要はなかった。

以上述べた成績は、牛に対する閉鎖循環式ハロセン吸入麻酔の実施に当っての基礎資料を提供し、その安全性と共に、実際の手術時の術式を確立し、臨床獣医学上価値あるものと思考される。特に本研究で採用した血液ガス及び酸塩基平衡の諸成績は、麻酔が呼吸器系に及ぼす影響を極めて適確に明示し、それを考察する上に不可欠なものであった。従って、本研究が今後の牛の全身麻酔に関する研究に際し、臨床生理学的基礎資料となるものと確信する。

稿を終るに臨み、終始ご懇篤なるご指導とご校閲を賜、た麻布獣医科大学北 昂教授に深甚の謝意を捧げる。又本研究の遂行に多くのご指導とご助言を賜、た北里大学小笠原成郎教授、同じく安田純夫教授、麻布獣医科大学高橋 貢助教授に対し深謝すると共に、本実験に際してご協力を惜しまれなかつた北里大学川村清一講師、同じく笹森知子助手、並びに家畜外科学専攻生一同に感謝します。

文 献

1. BONCHEK , L. I. , TATOOLES , C. J. ,
and BRAUNWALD, N. S. (1967) : Ann.
Thoracic. Surg., 3 , 3 , 211 ~ 217.
2. BOUDA , J. and PAVLICA , J. (1970)
: Acta Vet., Brno, 39, 265 ~ 270.
3. BUD TENNANT, HARROLD, D. , REINA-
GUERRA, M. and LABEN, R. C. (1969)
: Connell. Vet., 59, 594 ~ 601.
4. DE MOOR, A. (1967) : Zbl. Vet.
Med. Reihe A, 15, 6, 494 ~ 498.
5. DONAWICK, W. J. , HIREMATH, I. and
BAVE, A. E. (1969) : Am. J. Vet. Res.,
30, 4, 533 ~ 541.
6. DOUGLAS, T. A. , JENNINGS, S. ,
LONGSTREETH, J. , and WEAVER, A. D.
(1964) : Vet. Rec., 76, 23, 615 ~ 623.
7. FISHER, E. W. , and JENNINGS, S.
(1957) : Vet. Rec., 69, 33, 769 ~ 771.

8. FISHER, E. W. and JENNINGS, S.
(1958) : Vet. Rec., 70, 28, 567~572.
9. FISHER, E. W. (1961) : Am. J. Vet.
Res., 22, 87, 279~286.
10. FISHER, E. W. (1965) : Brit. Vet.
J., 121, 123 ~131.
11. FOWLER, M. E., PARKER, E. E.,
MALANGHLIN, R. F. and TYLER, W. S.
(1963) : J. A. V. M. A., 143, 3, 272~276.
12. GATES, J. B., BOTTA, J. A., and
TEER, P. A. (1971) : J. A. V. M. A., 158,
10, 1678 ~1682.
13. HALL, L. W. (1957) : Vet. Rec., 69,
25, 615 ~618.
14. HALL, L. W. (1961) : Wrights
Veterinary Anesthesia and Analgesia,
Bailliere, Tindall and Cassell, London.
15. HANSSON, C. H., and JOHANNISON, D.
(1958) : Nord. Vet. Med., 10, 469~486.
16. HEINZ, C. D. (1965) : J. A. V. M. A.,

147, 12, 1411~1415.

17. 日野原重明 (1963) : 水と電解質の臨床, 医学書院, 東京.
18. 越川昭三 (1969) : 酸・塩基平衡の知識, 中外医学双社, 東京.
19. HORNEY, F. D. (1966) : Can. Vet. Jour., 7, 10, 224~230.
20. HULL, M. W., and REILLY, M. G. (1968) : Am. J. Vet. Res., 29, 6, 1161~1165.
21. HUNTER, A. R. (1959) : Brit. Vet. Anesth., 31, 490~493.
22. 伊東信男, 穴沢秀明, 花輪優樹, 岩崎則男, 田中百合子, 熊谷丑二, 幡谷正明 (1970) : 獣医麻酔, 1, 29~34.
23. 岩崎賢一, 斉藤隆男 (1969) : フローセン麻酔, 克誠堂, 東京.
24. JENNINGS, S. (1961) : Brit. Vet. J., 117, 377~382.
25. JENNINGS, S. (1963) : Can. Vet. Jour., 4, 4, 86~98.

26. 木全春生 (1934) : 陸軍獣医団報, 300, 1~269.
27. 木全春生 (1971) : 獣医麻醉, 2, 1~7.
28. 加藤暎一, 山内 真 (1970) : 体液のバランスの基礎と臨床, 文光堂, 東京.
29. 小坂二度見, 佐藤 暢, 太田隆典, 後藤 勇, 三村 久, 難波克一 (1962) : 麻醉, 11, 8, 514~516.
30. KRAL, E. (1965) : Veterinaria Medicina, 3, 157~161.
31. 倉林 譲 (1971) : 日大農獣医学部研究報告, 28, 55~79.
32. LARSON, R. E. MOFFITT, A. and MCGOON, D. C. (1963) : J. Surg. Res., 3, 101~103.
33. MACFARLANE, J. K., ROBILLARD, F. A., and BULUNDELL, P. E. (1967) : Can. Anes. Soc. J., 14, 3, 240~245.
34. MESSERVY, A., and JONES, E. W. (1965) : Vet. Rec., 68, 32.

35. MODRAKOWSKI, A. (1966) : Medycyna.
Vet., 8, 450 ~ 458.
36. MONAHAN, C. M. (1964) : Vet. Rec.,
76, 46, 1333 ~ 1334.
37. NEMECEK, L., PAVLICA, J. & SEVCIK, F.
(1970) : Acta Vet., Brno., 39, 271,
278.
38. 西川春雄, 菅野 弘, 原 茂雄, 高瀬
勝昭, 渋谷征男, 樋川靖之 (1970) : 獣
医麻醉, 1, 23 ~ 28.
39. 西邑信男 (1967) : 麻醉の生理, 中外
医学書, 東京.
40. 小笠原成郎 (1960) : 日獣会誌, 13,
3, 100 ~ 104.
41. 小笠原成郎 (1961) : 日獣会誌, 13,
10, 434 ~ 438.
42. 小笠原成郎 (1961) : 日獣会誌, 14,
2, 41 ~ 45.
43. 小笠原成郎 (1961) : 日獣会誌, 14,
5, 185 ~ 190.

44. 小笠原成郎 (1962) : 獣畜新報, 321,
196~202.
45. 小笠原成郎 (1962) : 日獣会誌, 15,
2, 57~61.
46. 小笠原成郎 (1962) : 日獣会誌, 15,
8, 302~309.
47. 小笠原成郎, 高瀬勝昭, 川村清市, 安
田純夫 (1971) : 日獣会誌, 24, 2, 70
~75.
48. O'BRIEN, J. J., and HEATH, T. J.
(1968) : Brit. Vet. Anesth., 40,
853~863.
49. PERPER, R. J. (1970) : Surgery, 61,
5, 824~826.
50. PHILLIPS, G. D. (1970) : Brit. Vet.
J., 126, 325~332.
51. ROBERTSHOW, D. (1964) : Vet. Rec.,
76, 13, 357~358.
52. 笹本 浩, 楊 俊哲 (1967) : 酸塩基
平衡の臨床 - その基礎と実際 -, 中外医

学社，東京。

53. 笹本 浩 (1967) : 呼吸と循環, 15, 3, 187~191.
54. SCHNEIDER, J., and FOHR, P. (1968) : Wiss. Zeit. Karl. Maxx. Univ., Leipzig, 17, 207~209.
55. SHORT, C. E., KEATS, A. S., CIOTTA, D., and HALL, C. W. (1968) : Am. J. Vet. Res., 29, 12, 2287~2294.
56. SMITH, M. (1964) : Nord. Vet. Med., 16, 140~146.
57. Special Report (1966) : Anesthesiology, 27, 6, 6~12.
58. STEYN, P. G. (1969) : JI S. Afr. Med. Vet. Ass., 40, 4, 353~364.
59. 高木 康, 伊達俊夫 (1965) : 呼吸と循環, 13, 529.
60. WEAVER, B. M. Q. (1960) : Vet. Rec., 72, 49, 1121~1125.
61. WEAVER, A. D. (1966) : Vet. Rec.,

1, 1 ~ 4.

62. WEAVER, A. D. (1966) : Zbl. Vet.

Med. Reihe A., 14, 489~496.

63. WEAVER, A. D. (1971) : Zbl. Vet.

Med. Reihe A., 18, 409~416.

64. WESTHEUS, M., and FRISTECH, R.

(1961) : 動物の麻酔 (吉川知典訳),
学究社, 東京.

65. 吉田慎三 (1965) : 日競研報, 5, 45
~52.

66. 吉田慎三, 渡辺 脩, 竹永士郎 (1968)

: 日競研報, 5, 45~52.

67. 吉田慎三 (1970) : 日獣学会誌, 32

(学会号), 252.

68. 山村秀夫 (1968) : 酸塩基平衡の臨床
, 朝倉書店, 東京.

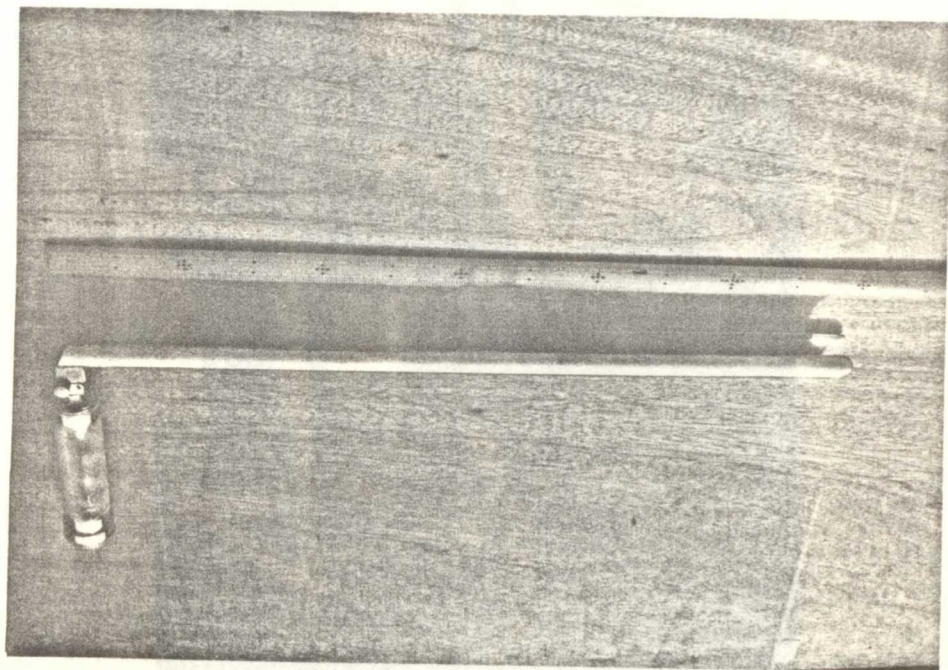


FIG. I LARYNGOSCOPE FOR LARGE ANIMALS

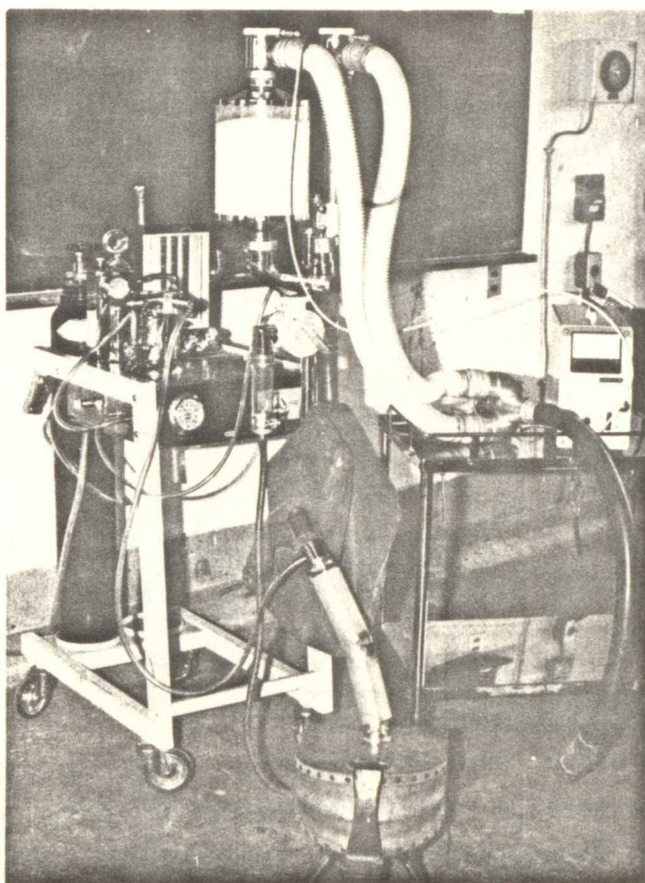
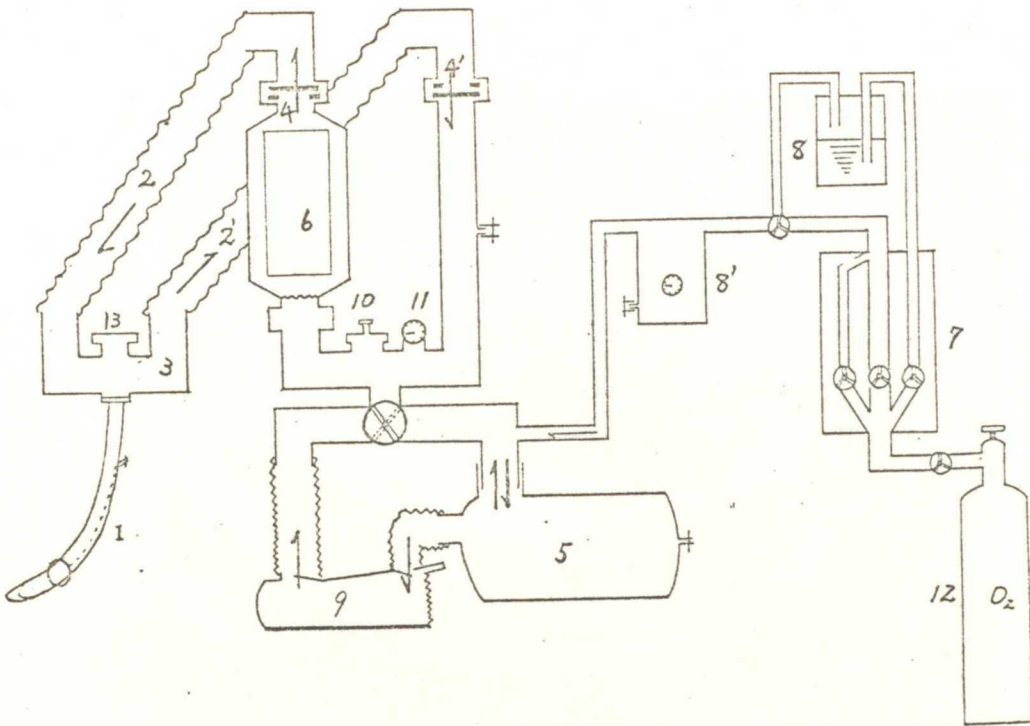
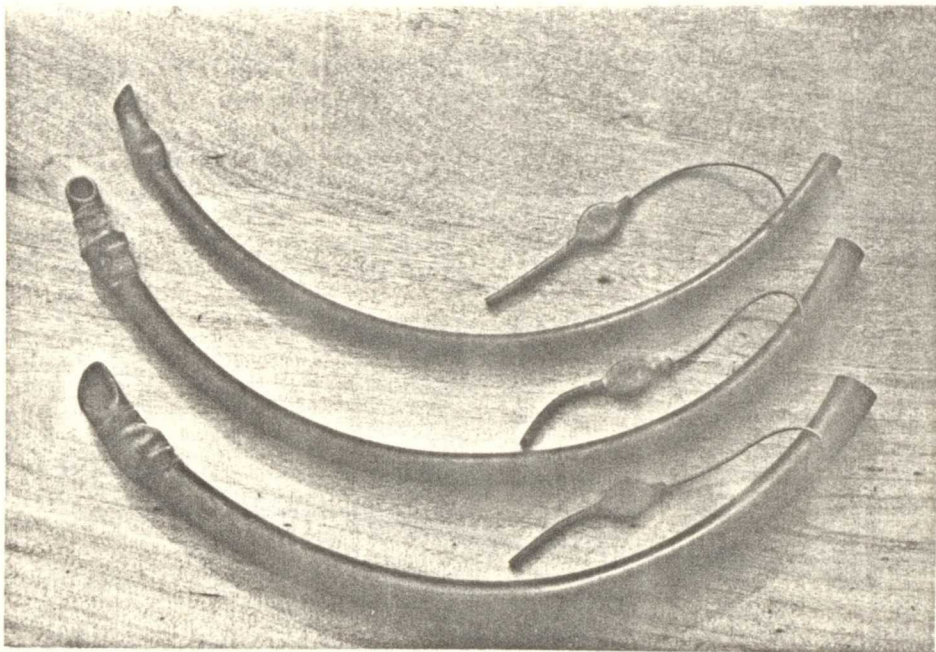


FIG. 2 THE CLOSED CIRCLE SYSTEM ANESTHETIC APPARATUS FOR LARGE ANIMALS (FITTED ARTIFICIAL RESPIRATION APPARATUS)



1. Endotracheal tube 2. Inspiratory tube 2'. Expiratory tube
 3. Chimney piece 4. Respiratory valve 5. Respiratory bag
 6. Soda-Lime 7. Flow meter 8. Vaporizer (copper kettle) 8'.
 Vaporizer (Florettha) 9. Bellows for press 10. Safety valve
 11. Manometer 12. Oxygen 13. Semi-closed valve

FIG. 3 DIAGRAM OF INHALATION ANESTHETIC APPARATUS



Length 100cm

Inside diameter 1.7, 2.5, 3.2cm

FIG. 4 ENDOTRACHEAL TUBE FOR LARGE ANIMALS

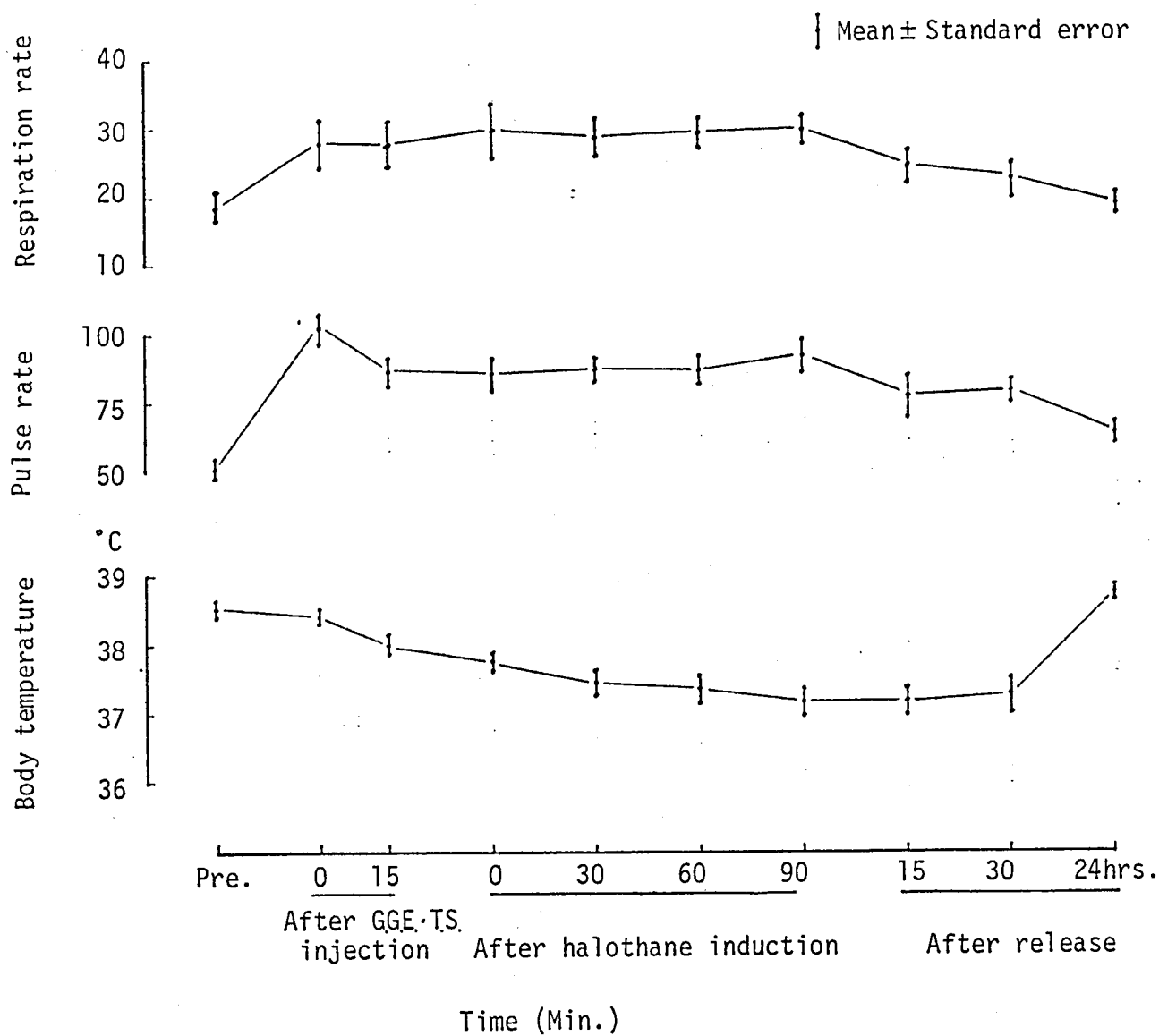


FIG. 5 CHANGES IN BODY TEMPERATURE, PULSE RATE AND RESPIRATION RATE DURING HALOTHANE ANESTHESIA IN CATTLE

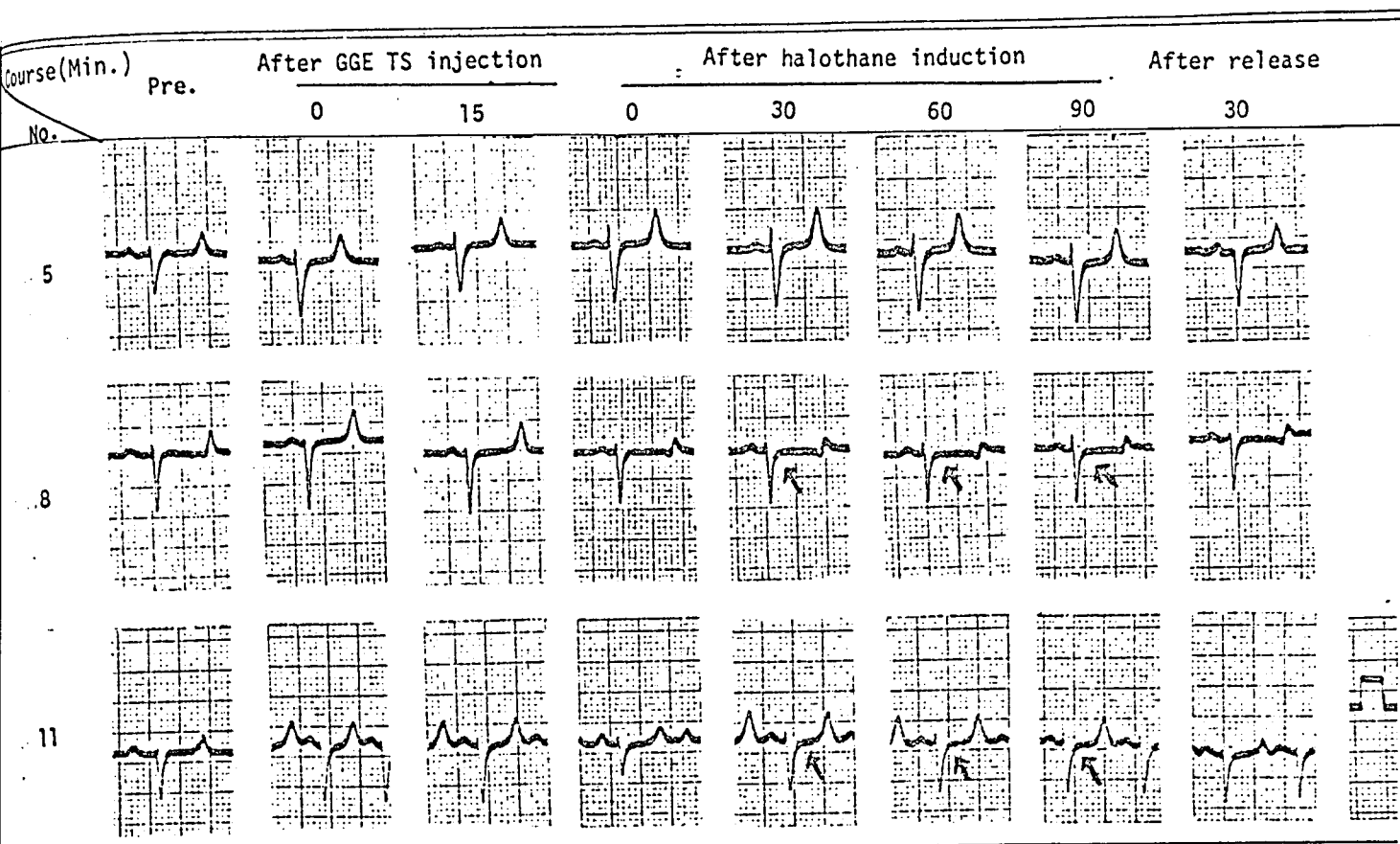


FIG. 6 CHANGES IN ELECTROCARDIOGRAMS DURING HALOTHANE ANESTHESIA
IN CATTLE

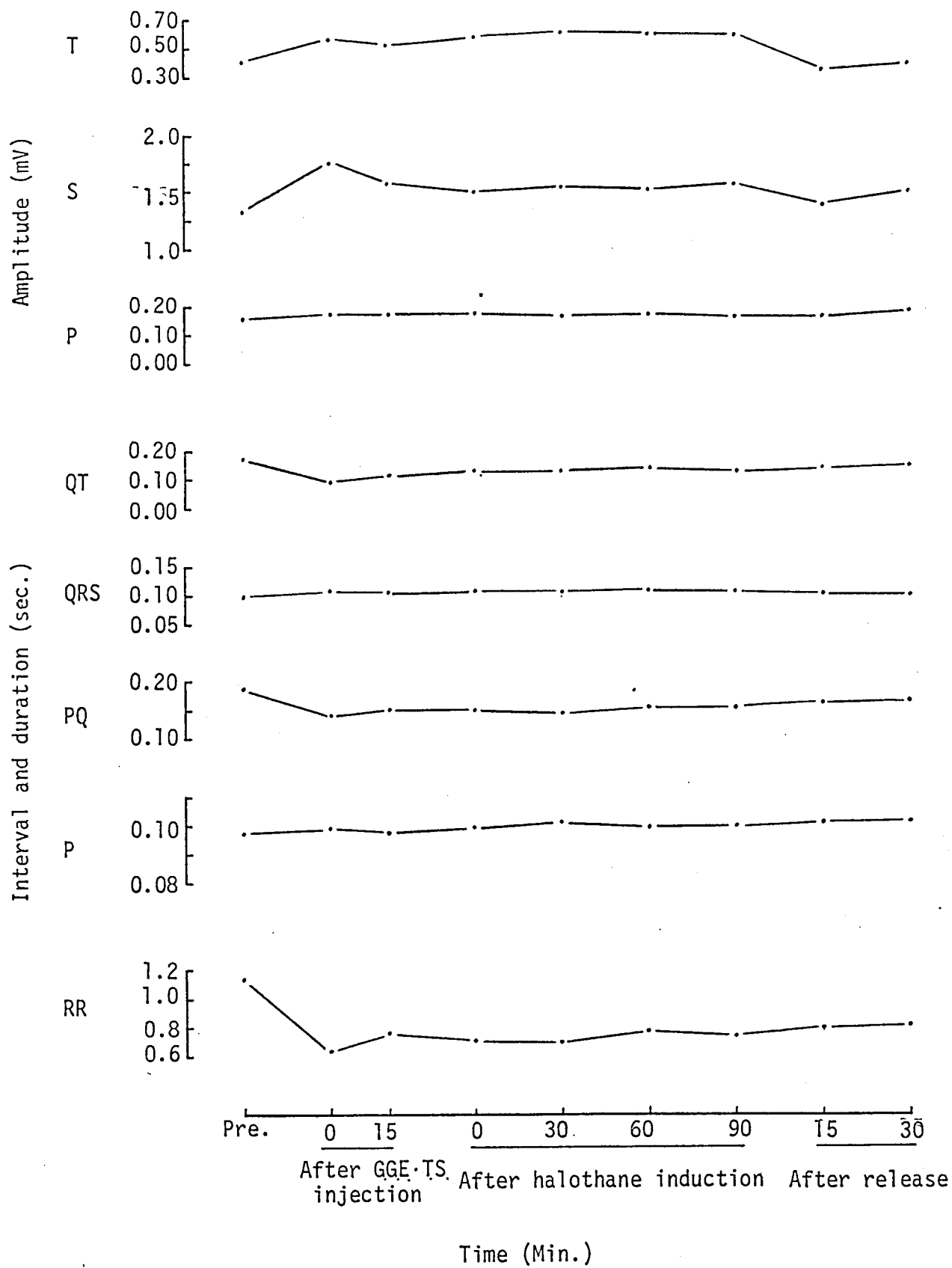


FIG. 7 CHANGES IN CALCULATED VALUES OF ELECTROCARDIOGRAMS DURING HALOTHANE ANESTHESIA IN CATTLE

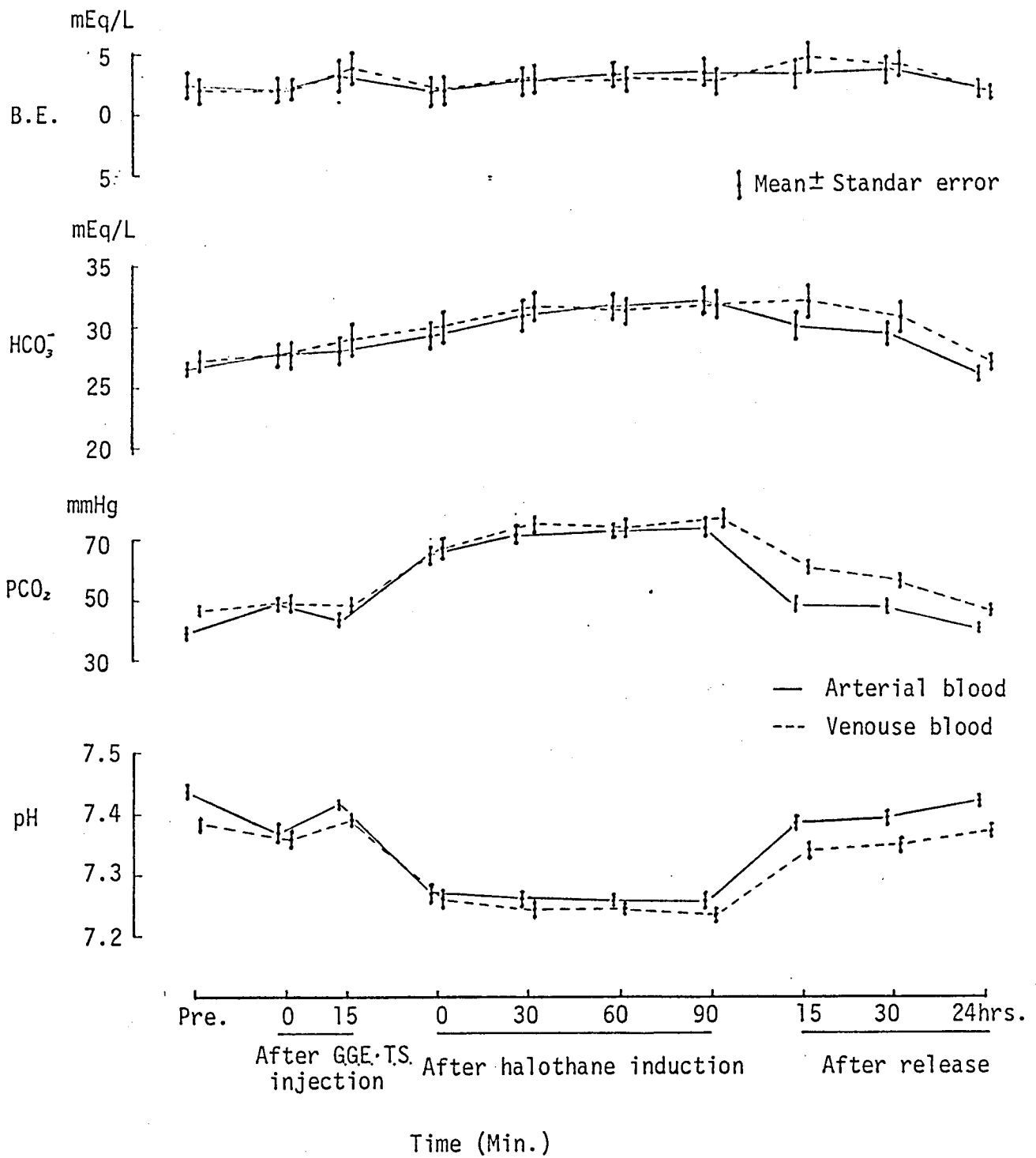


FIG. 8 CHANGES IN BLOOD pH AND ACID BASE BALANCE DURING HALOTHANE ANESTHESIA IN CATTLE

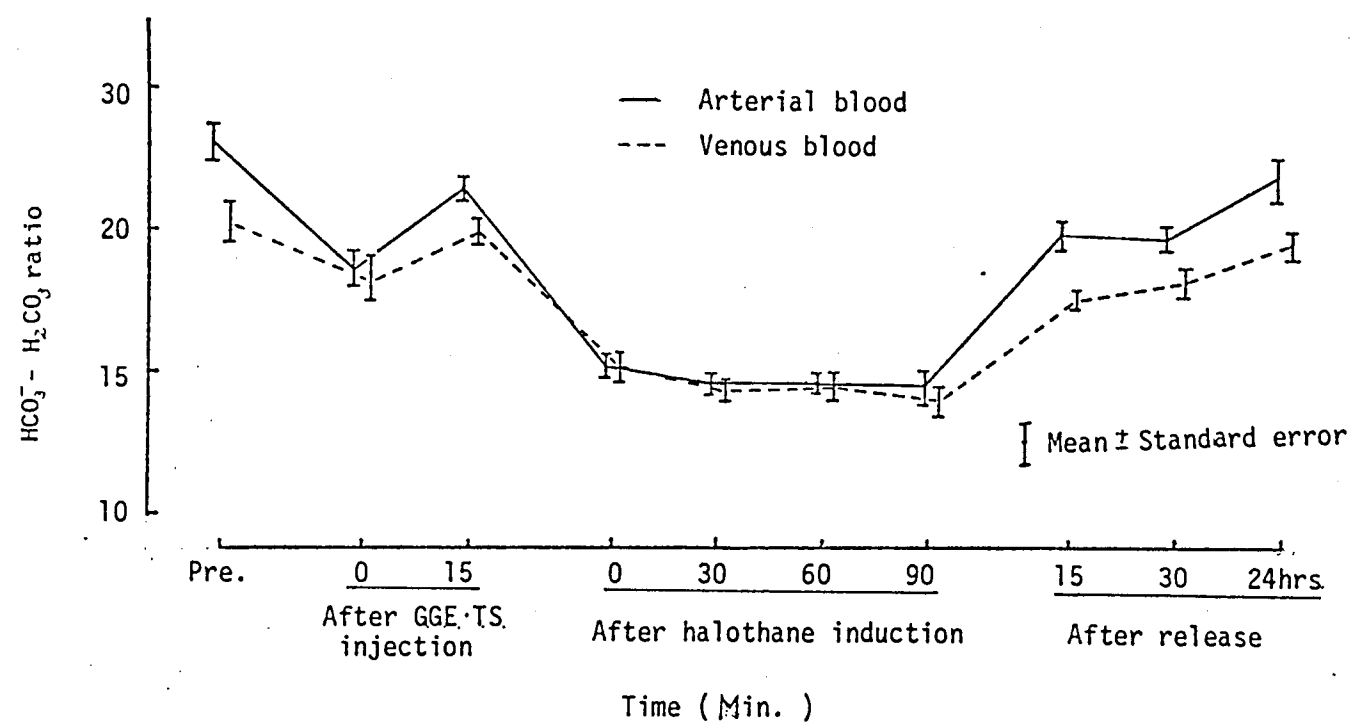


FIG. 9 CHANGES IN PLASMA $\text{HCO}_3^- - \text{H}_2\text{CO}_3$ RATIO DURING HALOTHANE ANESTHESIA IN CATTLE

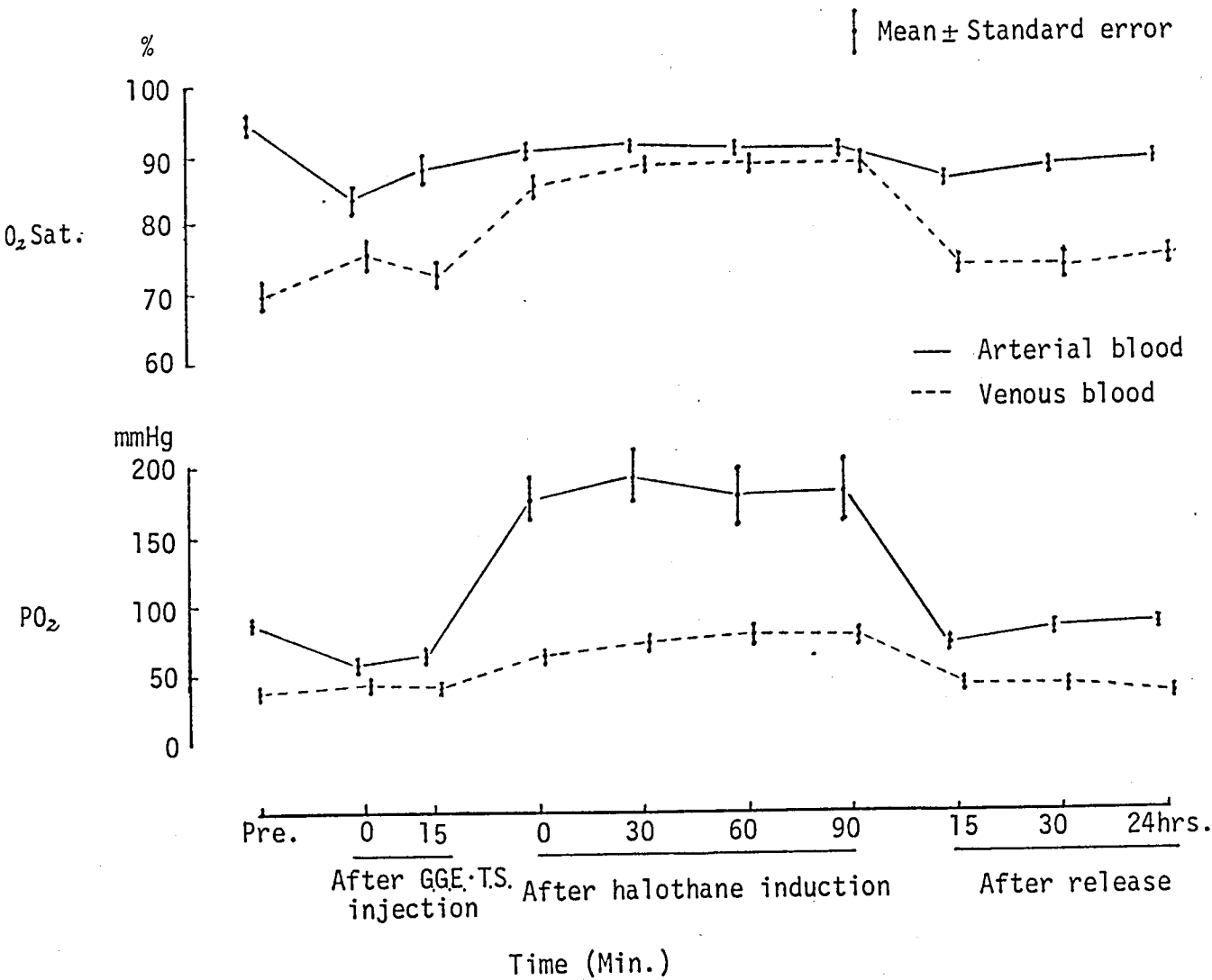


FIG. 10 CHANGES IN BLOOD PO₂ AND OXYGEN SATURATION DURING HALOTHANE ANESTHESIA IN CATTLE

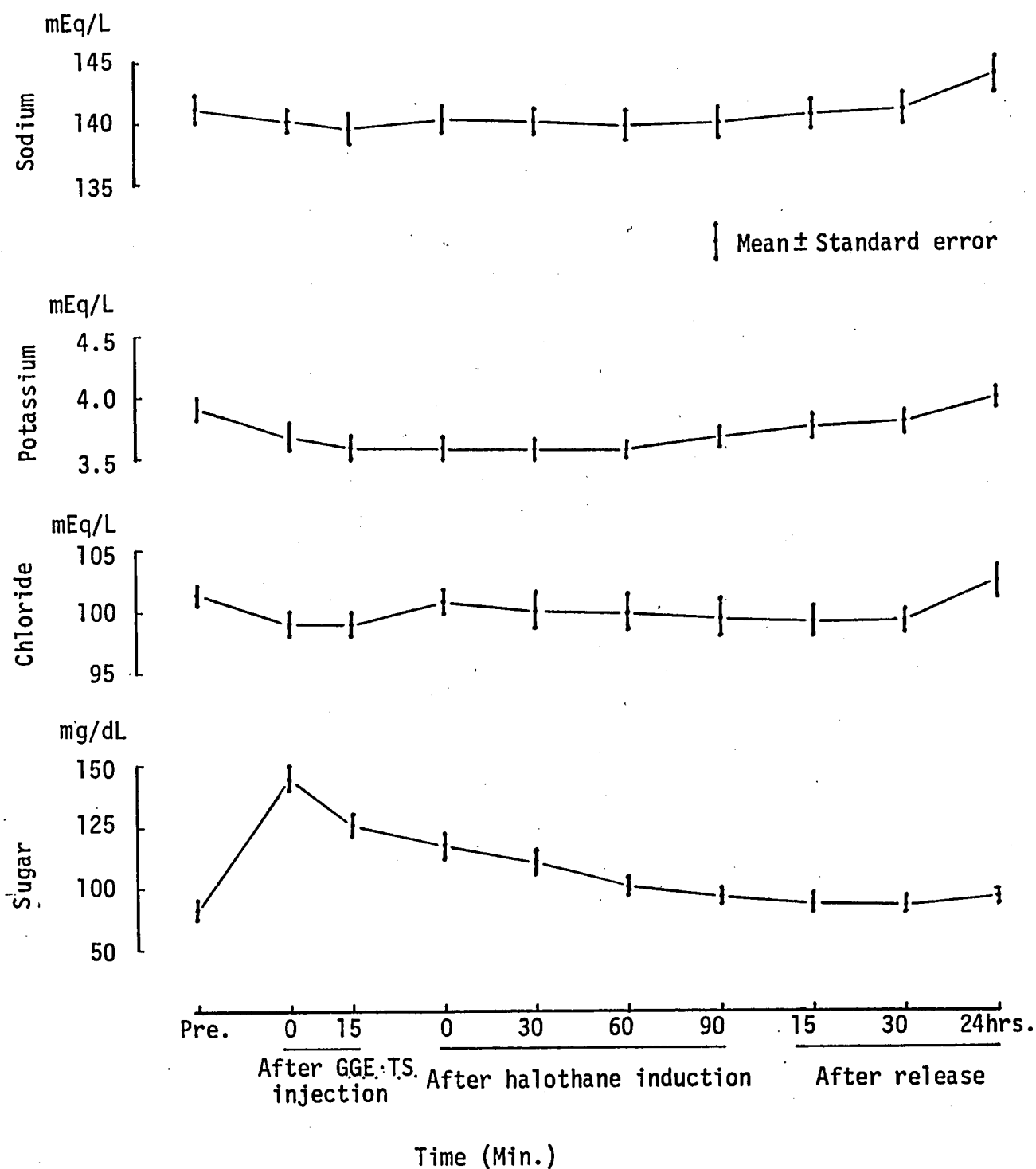


FIG. II CHANGES IN PLASMA SODIUM, POTASSIUM, CHLORIDE AND BLOOD SUGAR DURING HALOTHANE ANESTHESIA IN CATTLE

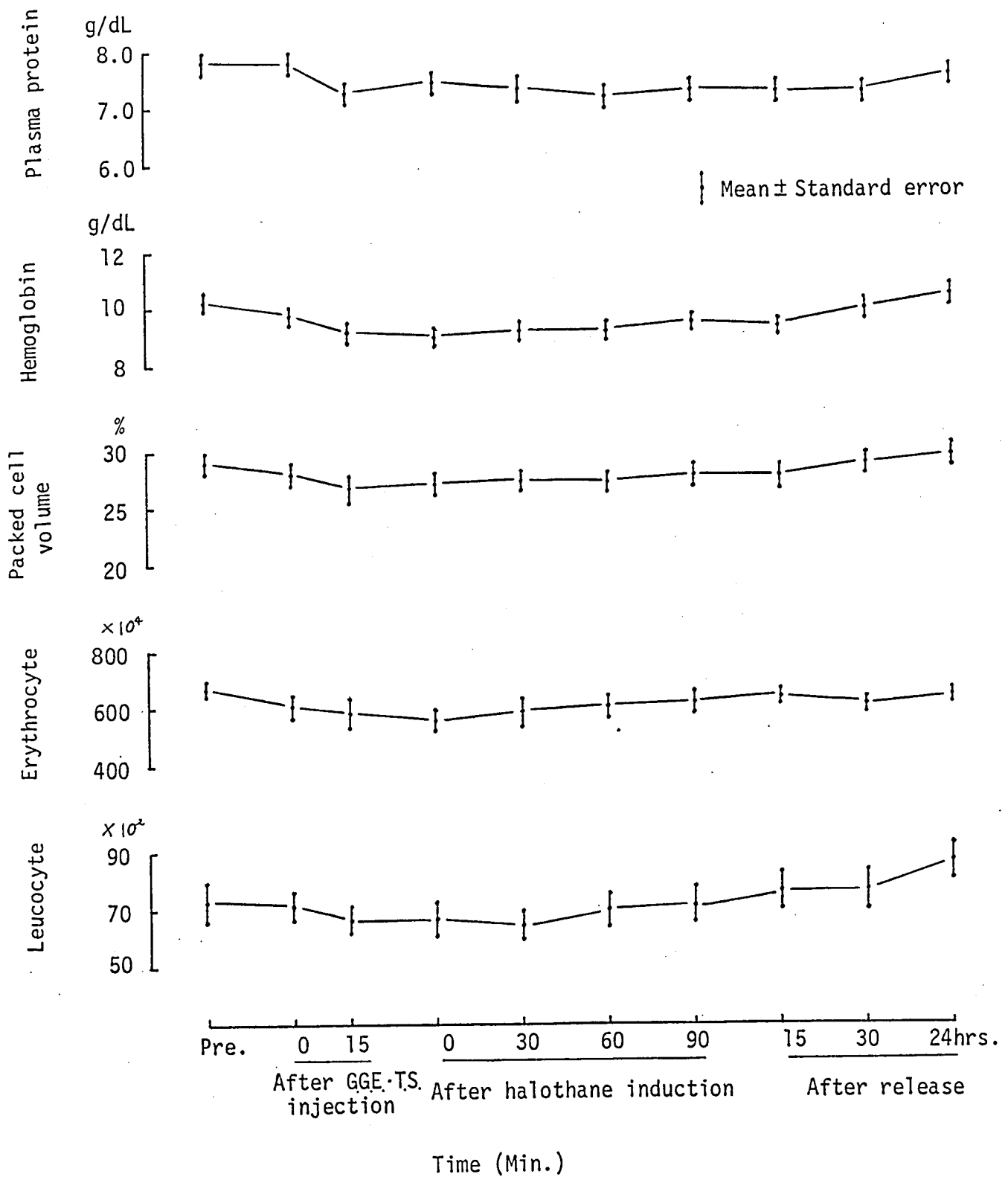


FIG. 12 CHANGES IN LEUCOCYTE, ERYTHROCYTE, PACKED CELL VOLUME, HEMOGLOBIN VALUES AND PLASMA PROTEIN DURING HALOTHANE ANESTHESIA IN CATTLE

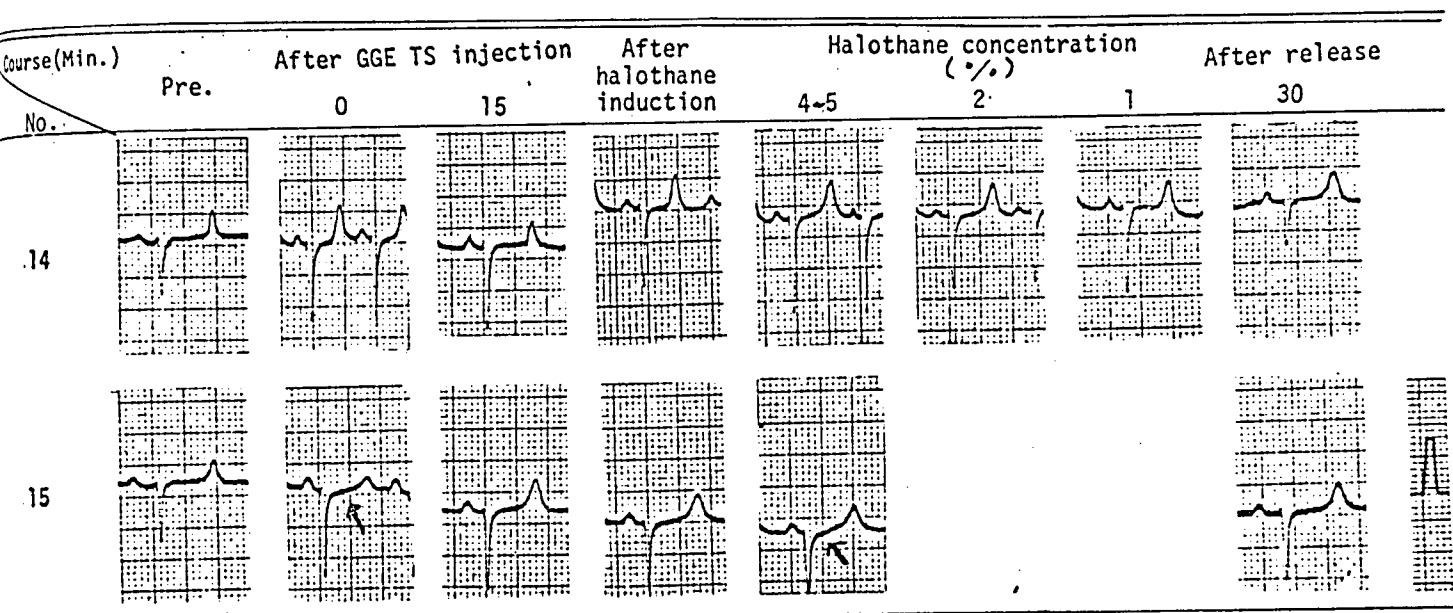


FIG. 13 CHANGES IN ELECTROCARDIOGRAMS DURING EXCESSIVE INHALATION OF HALOTHANE IN CATTLE

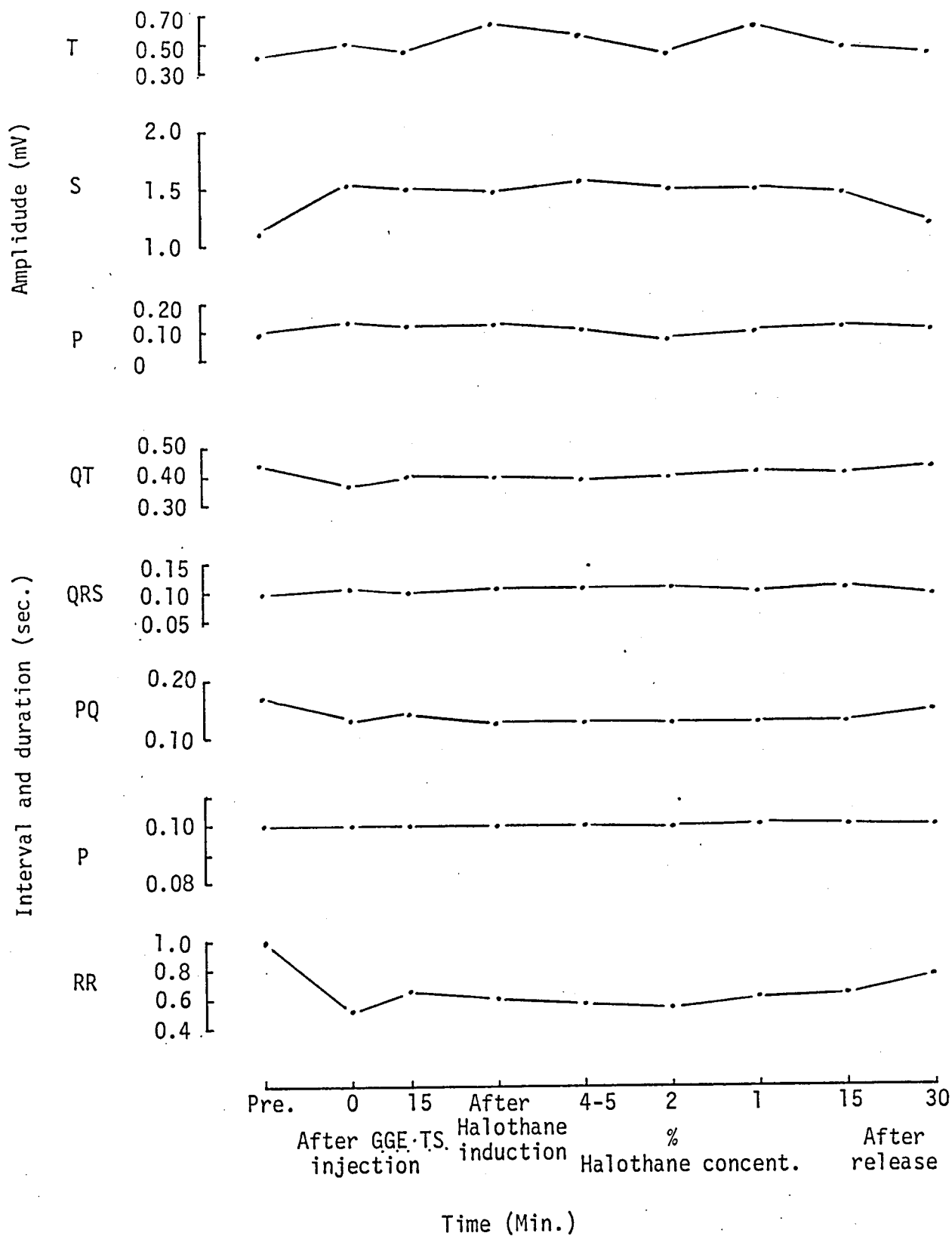


FIG. 14 CHANGES IN CALCURATED VALUES OF ELECTROCARDIOGRAMS DURING EXCESSIVE INHALATION OF HALOTHANE IN CATTLE

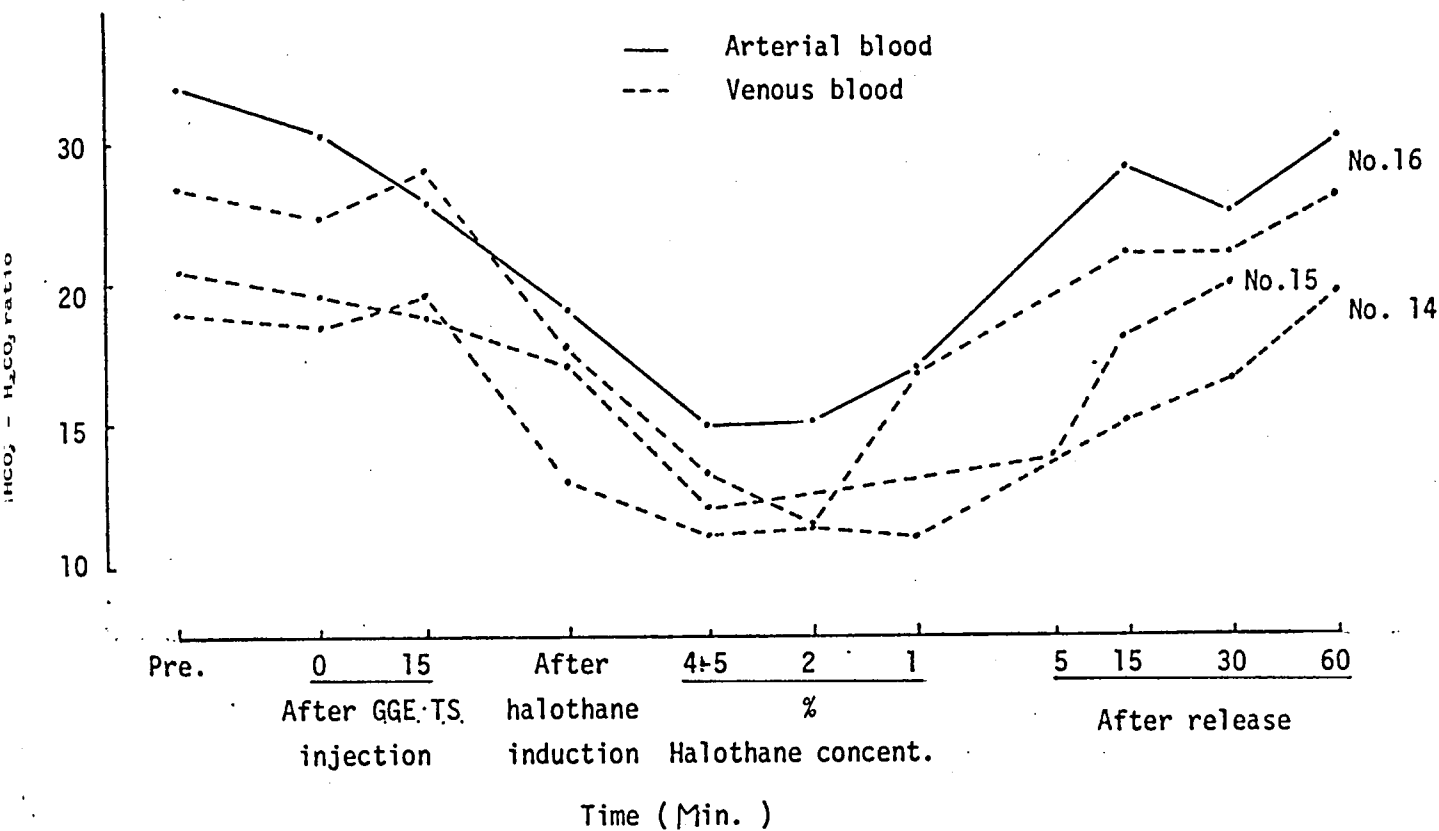


FIG. 15 CHANGES IN PLASMA HCO_3^- - H_2CO_3 RATIO DURING EXCESSIVE INHALATION OF HALOTHANE IN CATTLE

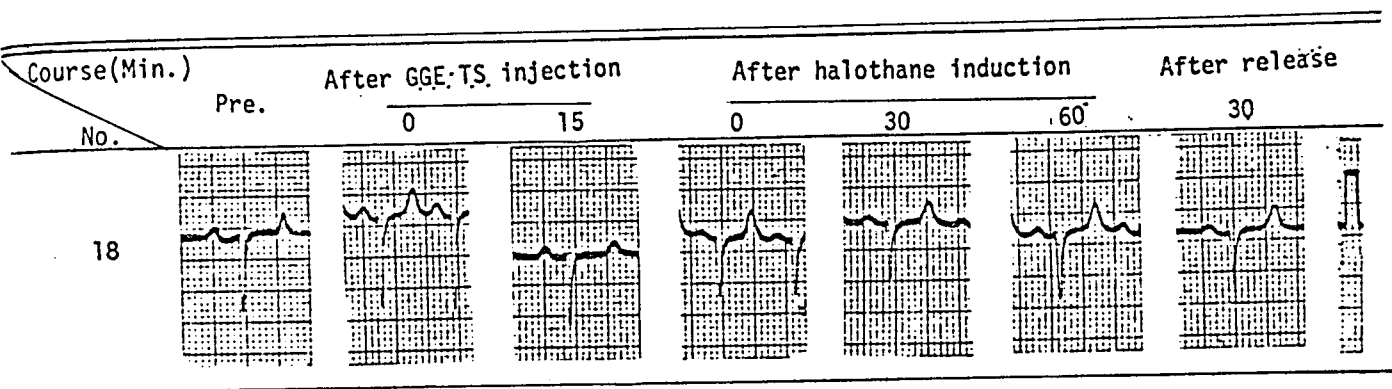


FIG. 16 CHANGES IN ELECTROCARDIOGRAMS DURING HALOTHANE ANESTHESIA
IN CATTLE (CASE OF OPERATION)

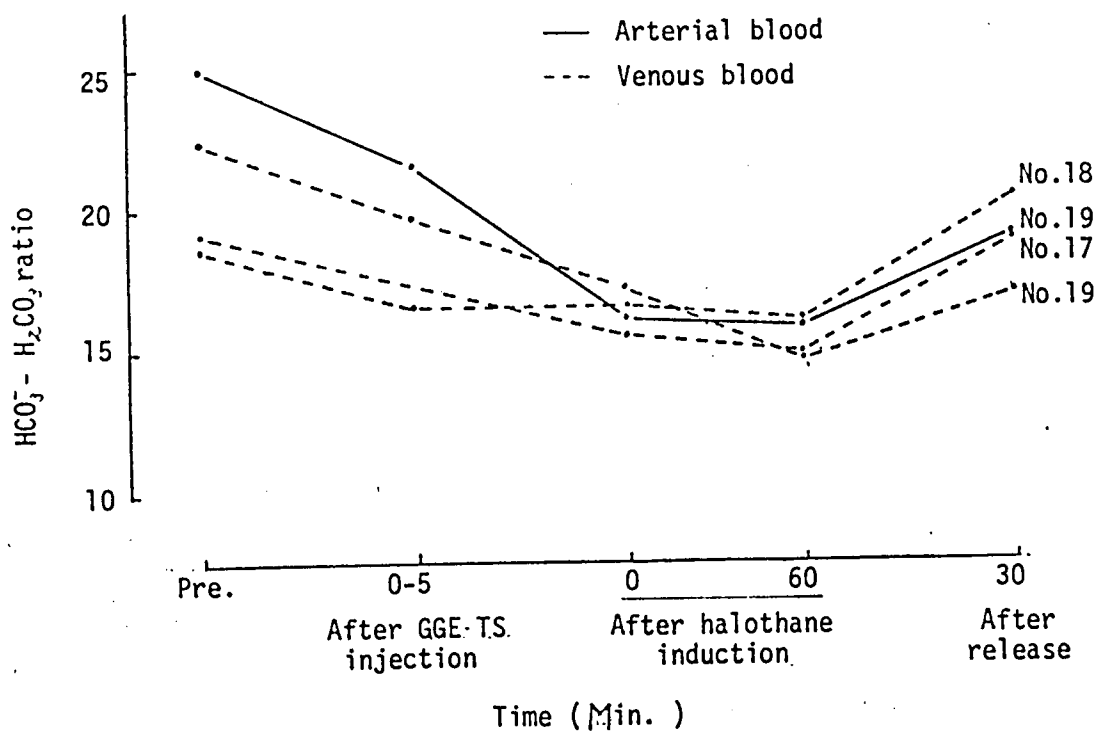


FIG. 17 CHANGES IN PLASMA $\text{HCO}_3^- - \text{H}_2\text{CO}_3$ RATIO DURING HALOTHANE ANESTHESIA IN CATTLE (CASE OF OPERATION)

TABLE I. CATTLE USED IN THE EXPERIMENTS

Group	No.	Species	Age (year)	Body weight (kg)	Sex
I	1	H.	7	442	Female
	2	H.	2	276	Castrated male
	3	S.	2	221	Castrated male :
	4	H.	2	283	Female
	5	J.	9	269	Female
	6	J.	12	239	Female
	7	J.	9	257	Female
	8	J.	10	232	Female
	9	H.	1	263	Female
	10	H.	1	290	Female
	11	H.	1.5	315	Female
	12	J.	10	287	Female
	13	H.	1.5	328	Female
II	14	J.	10month	155	Female
	15	S.	1.5	188	Castrated male
	16	J.	5	370	Female
III	17	J.	1	200	Female
	18	H.	1.5	193	Female
	19	H.	1.5	180	Female

H; Holstein J; Jersey
S; Short horn

TABLE 2. INDUCTION AND MAINTENANCE OF HALOTHANE ANESTHESIA
IN CATTLE

No.	Induction			Maintenance		Recovery min.
	Period min.	Concentration %	Used ml	Concentration %	Used ml	
1	14	2.3	53	0.5-0.8	41	17
2	14	2.1	17	0.5-1.6	24	22
3	8	2.1	16.5	0.7-1.0	30	29
4	19	1.8	23	1.2-1.4	40	30
5	14	2.0	35	0.9-1.1	53	20
6	10	2.4	20	0.9-1.2	48	45
7	9	2.0	26	0.8-1.2	40	25
8	10	2.2	18.5	1.0-1.3	45	90
9	10	2.5	18	0.9-1.3	29	33
10	7	2.7	19	1.1-1.6	48	17
11	6	2.2	38	0.9-1.2	30	31
12	7	2.7	21	0.7-1.1	30	31
13	9	1.8	25	1.0-1.5	48	15
M.	10.5	2.2	25.4	0.8-1.3	38.9	31.6
S.D.	3.5	0.3	10.7	—	9.4	19.5
S.E.	1.0	0.08	3.0	—	2.6	5.4
R.	6-19	1.8-2.7	17-53	0.5-1.6	24-53	15-90

M Mean
S.D. Standard deviation
S.E. Standard error
R Range

TABLE 3. CHANGES IN BODY TEMPERATURE, PULSE RATE AND RESPIRATION RATE DURING HALOTHANE ANESTHESIA IN CATTLE

Course(Min.)		Pre.	After CGE-TS injection		After halothane induction				After release		
Item			0	15	0	30	60	90	15	30	24hrs.
Temperature °C	n	13	9	13	13	13	13	13	13	13	13
	M	38.6	38.5	38.1	37.8	37.5	37.4	37.2	37.2	37.3	38.8
	S.D.	0.25	0.25	0.45	0.59	0.73	0.74	0.80	0.26	0.91	0.15
	S.E.	0.07	0.08	0.13	0.16	0.20	0.21	0.22	0.24	0.25	0.04
	R	38.1	38.0	37.1	37.1	36.3	36.1	35.9	35.5	36.3	38.5
		39.0	38.9	38.8	38.7	38.5	38.5	38.6	38.6	38.8	39.0
Pulse rate	n	13	13	11	13	13	13	13	13	13	13
	M	52.5	104.2	87.7	87.0	88.5	88.4	93.2	81.1	80.5	65.5
	S.D.	6.8	25.3	18.8	21.9	17.8	20.4	21.1	17.8	14.2	11.6
	S.E.	1.9	7.0	5.7	6.1	4.9	5.7	5.9	5.0	3.9	3.3
	R	40	73	61	52	64	63	70	54	62	52
		60	160	128	130	123	138	145	112	115	82
Respiration rate	n	13	13	12	13	13	13	13	13	13	13
	M	18.7	27.3	27.7	29.9	28.8	29.1	29.5	24.1	22.3	18.5
	S.D.	8.1	12.9	11.3	14.9	9.3	8.0	7.6	9.4	9.9	4.9
	S.E.	2.3	3.6	3.2	4.1	2.6	2.2	2.1	2.6	2.7	1.4
	R	10	11	10	12	12	15	15	12	10	12
		38	58	44	58	46	39	41	46	41	28

n Number of samples
M Mean
S.D. Standard deviation
S.E. Standard error
R Range

TABLE 4. CHANGES IN BLOOD PH AND PCO₂ DURING HALOTHANE ANESTHESIA
IN CATTLE

Course(Min.)		Pre.	After GGE-TS injection		After halothane induction				After release			
Item			0	15	0	30	60	90	15	30	24hrs.	
P H	Arterial B.	n	13	13	8	13	13	13	13	13	13	13
		M	7.436	7.368	7.414	7.269	7.261	7.259	7.256	7.385	7.394	7.422
		S.D.	0.035	0.050	0.014	0.050	0.040	0.026	0.046	0.030	0.036	0.024
		S.E.	0.010	0.014	0.005	0.014	0.011	0.007	0.013	0.008	0.010	0.008
		R	7.390 7.500	7.300 7.475	7.383 7.433	7.187 7.342	7.165 7.309	7.207 7.300	7.150 7.321	7.341 7.460	7.340 7.456	7.375 7.463
	Venous B.	n	13	13	8	13	13	13	13	13	13	13
		M	7.380	7.359	7.389	7.261	7.242	7.243	7.234	7.340	7.350	7.375
		S.D.	0.030	0.050	0.017	0.048	0.041	0.030	0.044	0.037	0.037	0.026
		S.E.	0.008	0.014	0.006	0.013	0.011	0.008	0.012	0.011	0.010	0.007
		R	7.330 7.429	7.285 7.470	7.353 7.410	7.180 7.333	7.140 7.295	7.190 7.282	7.128 7.293	7.292 7.418	7.298 7.415	7.340 7.417
PCO ₂ mmHg	Arterial B.	n	13	13	8	13	13	13	13	13	13	13
		M	39.5	48.9	43.9	65.4	70.8	72.6	74.1	49.3	48.3	40.4
		S.D.	2.70	6.67	5.48	9.49	9.28	7.89	11.29	7.52	6.36	2.97
		S.E.	0.75	1.85	1.94	2.63	2.57	2.19	3.13	2.09	1.76	0.82
		R	36.0 44.0	35.3 58.8	37.5 52.3	45.5 80.0	49.7 84.5	59.0 85.2	55.8 92.0	36.0 63.2	37.0 61.8	37.0 45.5
	Venous B.	n	13	13	8	13	13	13	13	13	13	13
		M	46.5	49.3	48.3	67.7	75.0	73.8	76.6	60.4	56.6	47.2
		S.D.	3.48	5.85	5.57	9.22	10.32	9.06	11.17	8.44	7.17	4.20
		S.E.	0.97	1.62	1.97	2.56	2.86	2.51	3.10	2.44	1.99	1.17
		R	42.5 52.5	38.0 58.5	40.0 56.5	46.0 84.0	53.0 94.0	60.3 89.7	56.0 96.0	42.6 75.0	41.0 69.7	42.2 53.2

n Number of samples
M Mean
S.D. Standard deviation
S.E. Standard error
R Range

TABLE 5. CHANGES IN PLASMA HCO_3^- AND BLOOD BASE EXCESS DURING HALOTHANE ANESTHESIA IN CATTLE

Course(Min.)		Pre.	After GGE-TS injection		After halothane induction				After release		
Item			0	15	0	30	60	90	15	30	24hrs.
HCO_3^- mEq/L	Arterial B.	n	13	13	8	13	13	13	13	13	13
		M	26.6	27.8	28.0	29.3	31.0	31.7	32.2	30.0	26.2
		S.D.	3.4	3.6	3.2	4.0	4.3	4.0	4.3	4.7	1.9
		S.E.	0.9	1.0	1.1	1.1	1.2	1.1	1.2	1.3	0.5
		R	23.1 33.4	23.6 34.7	24.4 34.0	23.7 36.3	24.5 38.0	26.3 39.5	26.5 40.8	24.6 37.9	22.4 29.2
	Venous B.	n	13	13	8	13	13	13	13	13	13
		M	27.2	27.8	29.0	30.1	31.7	31.4	31.9	32.2	27.2
		S.D.	3.7	3.8	3.6	4.1	4.4	3.9	4.1	4.8	2.1
		S.E.	1.0	1.1	1.3	1.2	1.2	1.1	1.1	1.4	0.6
		R	22.2 34.5	22.6 35.6	25.0 35.7	25.0 37.2	25.2 40.1	26.0 40.6	26.0 40.0	26.5 42.0	25.8 37.0 23.3 30.6
Base excess mEq/L	Arterial B.	n	13	13	8	13	13	13	13	13	13
		M	2.4	2.2	3.2	1.9	2.8	3.4	3.6	3.5	2.3
		S.D.	3.4	3.4	3.3	4.3	4.0	3.6	3.9	3.9	2.4
		S.E.	1.0	1.0	1.2	1.2	1.1	1.0	1.1	1.1	0.7
		R	-1.5 9.0	-2.0 8.7	-0.4 9.5	-4.0 11.5	-3.6 9.0	-2.0 10.6	-1.8 12.1	-0.8 11.4	-1.0 10.4 -2.0 7.1
	Venous B.	n	13	13	8	13	13	13	13	13	13
		M	1.9	2.1	3.8	2.1	3.1	3.0	2.8	4.9	2.0
		S.D.	3.5	3.3	3.7	3.9	4.1	3.5	3.9	4.2	1.9
		S.E.	1.0	0.9	1.3	1.1	1.1	1.0	1.1	1.2	0.5
		R	-3.3 8.4	-1.8 8.5	-0.5 11.6	-2.5 9.5	-3.0 10.9	-2.7 11.1	-1.5 10.9	0.7 14.9	-0.0 10.2 -2.0 4.3

n Number of samples
M Mean
S.D. Standard deviation
S.E. Standard error
R Range

TABLE 6. CHANGES IN BLOOD PO_2 AND OXYGEN SATURATION DURING HALOTHANE ANESTHESIA IN CATTLE

Course(Min.)		Pre.	After GGE-TS injection		After halothane induction				After release		
Item			0	15	0	30	60	90	15	30	24hrs.
PO_2 mmHg	Arterial B.	n	13	13	8	13	13	13	13	13	13
		M	86.3	57.1	63.7	175.2	193.5	177.5	182.3	71.7	81.3
		S.D.	5.9	14.6	9.7	59.6	68.8	71.7	81.1	10.9	11.4
		S.E.	1.7	4.1	3.4	16.5	19.1	19.9	22.5	3.0	3.2
		R	77.8 99.0	42.0 89.5	51.0 76.0	96.5 263.0	101.5 278.0	89.0 295.0	69.0 300.0	45.5 90.5	57.0 103.4
	Venous B.	n	13	13	8	13	13	13	12	13	13
		M	37.5	44.1	40.1	63.1	73.1	78.3	77.7	42.1	40.9
		S.D.	6.3	7.0	3.6	9.8	7.8	18.3	14.8	5.2	4.8
		S.E.	1.8	1.9	1.3	2.7	2.2	5.1	4.1	1.5	1.3
		R	28.0 49.5	33.0 57.0	34.0 45.0	47.5 81.9	65.0 89.0	53.0 111.5	49.5 95.2	31.0 47.5	31.0 48.5
O ₂ saturation %	Arterial B.	n	13	13	8	13	13	13	13	13	13
		M	94.5	83.2	87.8	95.6	96.3	95.9	95.7	91.1	93.0
		S.D.	1.5	7.7	6.0	2.7	2.2	2.1	3.1	2.7	3.5
		S.E.	0.4	2.1	2.1	0.7	0.6	0.6	0.9	0.7	1.0
		R	93.0 97.0	70.0 94.0	76.0 93.0	90.0 98.5	93.5 99.5	91.5 99.5	87.0 99.0	84.2 94.0	85.0 96.5
	Venous B.	n	13	13	8	13	13	13	12	13	13
		M	69.7	75.5	72.8	85.4	88.5	88.6	88.8	73.5	73.6
		S.D.	7.3	7.8	4.8	5.8	3.7	4.5	4.9	4.5	7.9
		S.E.	2.0	2.2	1.7	1.6	1.0	1.3	1.4	1.3	2.2
		R	60.0 84.0	60.5 87.0	65.2 78.0	73.0 93.0	82.0 93.0	79.5 96.0	77.5 94.5	67.5 81.0	63.5 89.6

n Number of samples
M Mean
S.D. Standard deviation
S.E. Standard error
R Range

TABLE 7. CHANGES IN PLASMA SODIUM, POTASSIUM, CHLORIDE AND BLOOD SUGAR DURING HALOTHANE ANESTHESIA IN CATTLE

Course(Min.)		Pre.	After GGE-TS injection		After halothane induction				After release		
Item			0	15	0	30	60	90	15	30	24hrs.
Na ⁺ mEq/L	n	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
	M	141.0	140.1	139.3	140.1	139.9	139.6	139.8	140.3	140.9	143.7
	S.D.	3.7	3.2	3.9	3.6	3.3	3.7	3.9	3.7	2.8	5.4
	S.E.	1.3	1.1	1.4	1.3	1.2	1.3	1.4	1.3	1.3	2.0
	R	135.0	137.0	134.0	135.0	137.0	135.0	135.0	135.0	135.0	137.0
		147.0	147.0	147.0	147.0	147.0	146.0	146.0	146.0	147.0	150.0
K ⁺ mEq/L	n	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
	M	3.9	3.7	3.6	3.6	3.6	3.6	3.7	3.8	3.8	4.0
	S.D.	0.2	0.3	0.1	0.2	0.2	0.1	0.2	0.2	0.2	0.3
	S.E.	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.05	0.1	0.1	0.1	0.1
	R	3.6	3.2	3.4	3.4	3.3	3.4	3.3	3.4	3.5	3.6
		4.2	4.1	3.9	3.8	3.8	3.8	3.9	4.1	4.0	4.3
Cl ⁻ mEq/L	n	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
	M	101.4	98.9	98.8	100.9	100.1	100.2	99.6	99.2	99.3	102.6
	S.D.	1.6	3.1	2.8	2.2	3.5	3.6	4.0	3.3	1.7	3.1
	S.E.	0.7	1.4	1.2	1.0	1.6	1.6	1.8	1.5	0.8	1.4
	R	100.0	95.2	94.2	98.1	94.2	95.2	94.2	95.2	96.6	100.0
		103.9	103.4	101.4	103.3	102.9	102.9	103.9	102.4	101.0	107.5
Sugar mg/dL	n	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
	M	66.3	120.3	101.1	92.0	84.9	76.3	71.9	69.5	68.6	71.6
	S.D.	6.3	13.4	12.8	13.4	11.8	10.0	9.6	7.9	7.9	10.6
	S.E.	2.2	4.7	4.5	4.8	4.2	3.6	3.4	2.8	2.8	3.8
	R	55.0	98.0	83.0	75.0	71.0	67.0	63.0	59.0	60.0	52.0
		73.0	136.0	122.0	116.0	105.0	92.0	87.0	83.0	81.0	86.0

n Number of samples
M Mean
S.D. Standard deviation
S.E. Standard error
R Range

TABLE 8. CHANGES IN ERYTHROCYTE, LEUCOCYTE, PACKED CELL VOLUME, HEMOGLOBIN AND PLASMA PROTEIN DURING HALOTHANE ANESTHESIA IN CATTLE

Course(Min.)		Pre.	After GGE-TS injection		After halothane induction				After release		
Item			0	15	0	30	60	90	15	30	24hrs.
Erythrocyte $\times 10^4$	n	13	12	6	11	11	11	11	10	11	13
	M	666	614	594	574	594	610	629	646	620	647
	S.D.	99	145	142	110	144	137	154	117	104	104
	S.E.	27	42	58	33	43	41	46	37	31	29
	R	495 832	460 826	435 820	444 784	455 954	380 795	382 870	500 820	497 764	487 783
Leukocyte $\times 10^2$	n	13	12	6	11	11	11	11	10	11	13
	M	73	72	67	67	65	70	72	76	76.	86
	S.D.	24	18	11	19	16	20	21	24	25	26
	S.E.	7	5	5	6	5	6	6	7	7	7
	R	43 118	41 113	53 84	39 99	35 93	31 112	38 111	54 123	41 120	48 118
Packed cell volume %	n	13	13	8	13	13	13	13	12	13	13
	M	28.9	28.2	26.8	27.2	27.5	27.3	28.0	27.8	28.9	29.7
	S.D.	3.4	3.4	3.7	3.8	3.3	3.2	3.6	3.8	3.3	3.2
	S.E.	1.0	1.0	1.3	1.1	0.9	0.9	1.0	1.1	0.9	0.9
	R	22.0 34.0	21.5 33.0	21.0 32.0	21.0 33.0	22.0 33.0	23.0 34.0	23.0 35.0	22.0 34.0	22.0 32.0	23.0 35.0
Hemoglobin g/dL	n	13	13	8	13	13	13	13	12	13	13
	M	10.2	9.7	9.1	9.0	9.2	9.2	9.5	9.4	9.9	10.4
	S.D.	1.2	1.2	1.0	1.0	1.0	1.1	1.2	0.9	1.7	1.4
	S.E.	0.3	0.3	0.4	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.5	0.4
	R	8.2 12.5	8.2 11.5	7.8 10.3	7.5 10.4	7.8 11.0	7.8 11.5	7.8 12.2	7.8 10.8	7.5 14.0	7.7 13.2
Plasma protein g/dL	n	13	13	8	13	13	13	13	12	13	13
	M	7.8	7.8	7.3	7.5	7.4	7.3	7.4	7.4	7.4	7.7
	S.D.	0.7	0.7	0.6	0.7	0.7	0.8	0.8	0.8	0.6	0.7
	S.E.	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
	R	6.8 8.9	6.8 9.4	6.9 8.6	6.7 9.2	6.5 9.0	6.4 9.1	6.4 9.0	6.4 9.2	6.8 8.3	6.4 9.0

n Number of samples
M Mean
S.D. Standard deviation
S.E. Standard error
R Range

TABLE 9. INDUCTION AND EXCESSIVE INHALATION OF
HALOTHANE IN CATTLE

No.	Induction		Excessive inhalation		Total used ml	Recovery min.
	Period min.	Concent. %	Period min.	Concent. %		
14	6	2.6	15	4~5	39	45
15	7	2.7	15	4~5	38	49
16	5	2.5	15	5	65	25

TABLE IO. CHANGES IN BODY TEMPERATURE, PULSE RATE AND RESPIRATION RATE DURING EXCESSIVE INHALATION OF HALOTHANE IN CATTLE

Course(Min.)		After GGE-TS injection			After halothane induction			Halothane concent.			After release		
Item	No.	Pre.	0	15		4 5	% 2	1	5	15	30	60	
Tempera- ture °C	14	38.6	38.7	38.2	37.9	38.2	37.7	37.5	—	37.7	37.7	38.0	
	15	38.7	38.6	38.3	38.2	38.0	—	—	37.5	37.5	37.3		
	16	38.4	—	38.3	38.1	38.0	37.6	37.3	—	37.4	37.6	38.3	
Pulse rate	14	62	150	93	99	120	124	102	90	92	76	94	
	15	54	107	90	93	95	—	—	105	95	72	—	
	16	51	95	93	105	100	98	95	85	93	82	60	
Respira- tion rate	14	28	40	20	24	28	32	36	34	30	26	18	
	15	20	26	20	35	38	—	—	40	26	24	—	
	16	18	26	38	24	32	34	28	30	34	26	16	

TABLE II. CHANGES IN BLOOD GASES, ACID BASE BALANCE AND OXYGEN SATURATION DURING EXCESSIVE INHALATION OF HALOTHANE IN CATTLE

Course(Min.)												
Item	No.	Pre.	After GGE TS injection		After halothane induction	Halothane concent.			After release			
			0	15		4 5	% 2	1	5	15	30	60
pH	14 V	7.360	7.322	7.352	7.227	7.095	7.118	7.155	—	7.270	7.308	7.364
	15 V	7.383	7.383	7.350	7.293	7.150	—	—	7:240	7.343	7.375	—
	A	7.486	7.465	7.460	7.370	7.226	7.250	7.333	—	7.460	7.477	7.509
	16 V	7.441	7.402	7.400	7.363	7.220	7.230	7.320	—	7.411	7.430	7.453
PCO ₂ mmHg	14 V	47.9	54.0	50.0	73.5	106.0	105.0	89.7	—	64.0	66.3	49.0
	15 V	48.4	50.0	51.7	70.8	106.0	—	—	82.0	64.0	48.0	—
	A	42.5	42.1	44.8	59.9	92.0	91.9	73.5	—	54.0	48.5	44.0
	16 V	48.0	51.9	54.4	62.0	100.0	96.0	77.0	—	59.3	56.8	49.3
HCO ₃ ⁻ mEq/L	14 V	26.8	27.6	27.5	29.7	31.4	33.6	30.7	—	28.7	32.9	27.6
	15 V	28.6	28.8	28.1	34.0	36.0	—	—	34.5	34.6	27.9	—
	A	32.3	30.4	32.0	34.4	37.5	39.5	38.7	—	38.7	35.9	35.3
	16 V	32.8	33.5	33.7	35.6	40.0	39.4	39.4	—	37.9	37.7	34.6
Base excess mEq/L	14 V	0.9	0.5	1.2	0	-2.5	-0.5	-1.0	—	0.2	4.2	1.8
	15 V	3.3	3.3	2.3	6.5	5.5	—	—	5.8	7.7	2.6	—
	A	8.8	6.1	7.2	7.7	7.6	9.8	10.5	—	11.8	10.5	10.7
	16 V	7.5	7.6	7.7	8.6	9.7	9.0	11.0	—	11.0	11.2	9.2
PO ₂ mmHg	14 V	40.0	32.0	44.0	57.5	85.5	83.0	81.0	—	48.0	46.0	43.0
	15 V	33.0	37.0	30.5	55.0	59.5	—	—	46.0	37.0	39.0	—
	A	76.0	56.2	48.0	75.0	70.0	69.0	76.0	—	50.0	80.0	85.0
	16 V	30.0	36.0	30.0	50.0	50.5	55.5	60.5	—	33.0	32.0	34.5
O ₂ saturation %	14 V	58.5	37.0	65.0	76.0	84.0	82.0	88.0	—	58.5	60.5	54.0
	15 V	55.0	62.0	55.0	87.0	84.0	—	—	73.0	64.0	67.5	—
	A	97.0	93.0	84.0	95.0	91.0	91.0	94.0	—	80.0	97.0	97.5
	16 V	48.0	62.0	46.5	81.0	80.0	81.5	86.5	—	53.0	52.5	63.0

V ; Venous blood

A ; Arterial blood

TABLE 12. CHANGES IN BLOOD COMPONENTS DURING EXCESSIVE INHALATION OF HALOTHANE IN CATTLE

Course(Min.)		Pre.	After GGE-TS. injection		After halothane induction	Halothane concent. %			After release			
Item	No.		0	15		4-5	2	1	5	15	30	60
Erythrocyte x10 ⁴	14	634	746	642	789	754	771	613	—	654	642	601
	15	432	441	443	419	463	—	—	441	444	410	—
	16	480	512	510	476	469	517	522	—	494	493	473
Leucocyte x10 ²	14	51	52	68	65	65	52	64	—	70	67	68
	15	86	65	77	70	76	—	—	78	59	86	—
	16	90	83	86	84	83	96	95	—	90	87	93
Packed cell volume %	14	28.5	31.0	29.0	30.0	31.0	29.5	29.0	—	31.5	29.0	28.5
	15	27.0	27.0	24.5	24.5	25.0	—	—	25.5	24.5	23.0	—
	16	30.5	29.0	29.0	28.5	28.5	29.0	28.5	—	28.5	28.0	27.0
Hemoglobin g/dL	14	14.1	15.1	14.2	14.2	14.4	13.7	13.8	—	14.0	14.6	13.8
	15	8.8	8.2	7.6	7.2	7.6	—	—	7.6	7.3	7.2	—
	16	10.1	9.5	9.1	9.0	8.9	9.5	9.4	—	9.6	9.1	8.4
Plasma protein g/dL	14	7.0	7.3	7.2	6.9	6.9	6.6	6.4	—	6.9	6.8	6.8
	15	8.0	7.8	7.4	7.3	7.2	—	—	7.0	7.0	6.8	—
	16	7.3	7.3	7.1	7.0	6.7	6.4	6.3	—	6.6	6.3	6.2
Sugar mg/dL	14	75	121	110	98	109	104	96	—	89	85	72
	15	68	106	82	75	74	—	—	74	70	69	—
	16	70	101	85	75	72	74	75	—	67	68	69
Na ⁺ mEq/L	14	143	144	144	147	143	143	145	—	147	145	146
	15	136	139	136	139	141	—	—	139	138	139	—
	16	145	145	145	141	144	145	145	—	141	141	142
K ⁺ mEq/L	14	4.3	4.2	4.1	4.1	4.2	4.0	4.2	—	4.3	4.2	4.2
	15	4.1	3.9	3.7	3.9	3.8	—	—	4.1	3.9	4.0	—
	16	4.0	3.7	4.2	3.6	3.8	3.8	3.5	—	3.6	3.6	3.3
Cl ⁻ mEq/L	14	100	97	99	100	99	97	101	—	98	97	97
	15	101	97	97	98	98	—	—	97	97	97	—
	16	98	98	97	96	97	96	96	—	95	94	97

TABLE 13. INDUCTION AND MAINTENANCE OF HALOTHANE ANESTHESIA
IN CATTLE (CASE OF OPERATION)

No.	Induction			Maintenance		Operation	Recovery
	Period min.	Concent. %	Used ml	Concent. %	Used ml		
17	5	2.5	20	0.9~1.2	26	75	28
18	8	2.5	13	0.5~1.3	17	60	18
19	7	2.3	14	0.8~1.2	15	60	—

TABLE 14. CHANGES IN BODY TEMPERATURE, PULSE RATE AND RESPIRATION RATE DURING HALOTHANE ANESTHESIA IN CATTLE (CASE OF OPERATION)

Course(Min.)		Pre.	After GGE TS	After halothane			After	
Item	No.		injection	induction			release	
			0-5	0	30	60	15	30
Tempera- ture °C	17	38.7	—	37.8	37.7	37.5	37.2	37.2
	18	39.0	38.6	38.6	38.0	37.3	37.5	37.4
	19	38.4	38.2	38.2	37.6	37.2	37.1	36.4
Pulse rate	17	70	120	105	97	85	81	83
	18	80	129	110	100	110	80	85
	19	88	124	104		92	79	76
Respira- tion rate	17	16	30	44	50	50	52	38
	18	30	34	36	40	40	20	18
	19	22	22	20	32	26	17	23

TABLE 15, CHANGES IN BLOOD GASES, ACID BASE BALANCE AND
OXYGEN SATURATION DURING HALOTHANE ANESTHESIA
IN CATTLE (CASE OF OPERATION)

Course(Min.)		Pre. min.	After GGE.TS. injection 0~5	After halothane induction		After release 30
Item	No.			0	60	
pH	17 V	7.373	—	7.328	7.230	7.340
	18 V	7.377	7.340	7.305	7.273	7.380
	19 A	7.482	7.416	7.313	7.299	7.418
	V	7.393	7.388	7.303	7.273	7.329
PCO ₂ mmHg	17 V	56.1	—	60.2	79.8	63.6
	18 V	51.2	56.0	66.3	70.0	55.0
	A	43.1	53.8	73.8	82.0	61.2
	19 V	55.0	59.0	76.8	87.3	67.7
HCO ₃ ⁻ mEq/L	17 V	32.6	—	31.3	32.8	34.0
	18 V	29.8	29.7	32.9	32.0	32.5
	19 V	32.6	34.6	37.0	39.8	38.0
	A	33.5	35.5	37.8	39.8	38.8
Base excess mEq/L	17 V	6.3	—	3.8	2.8	5.7
	18 V	3.8	2.9	4.5	3.0	5.7
	A	7.9	8.2	8.0	9.9	10.5
	19 V	6.7	8.2	8.4	9.0	9.3
PO ₂ mmHg	17 V	30.0	—	64.0	57.0	39.0
	18 V	37.0	38.0	73.0	65.5	43.0
	A	80.5	56.5	326.5	334.0	73.0
	19 V	33.0	38.0	66.0	92.0	35.8
O ₂ saturation %	17 V	41.5	—	89.0	79.0	49.0
	18 V	55.0	50.0	93.0	89.0	75.0
	A	97.0	93.0	99.0	99.0	96.5
	19 V	53.0	68.0	93.0	89.0	75.0

V ; Venous blood

A ; Arterial blood

TABLE 16. CHANGES IN BLOOD COMPONENTS DURING HALOTHANE ANESTHESIA IN CATTLE (CASE OF OPERATION)

Course(Min.)		Pre.	After GGE:TS. injection 0~5	After halothane induction		After release 30
Item	No.			0	60	
Erythro- cyte $\times 10^4$	17	576	—	526	496	482
	18	630	614	606	650	632
	19	625	621	611	579	637
Leuco- cyte $\times 10^2$	17	98	—	76	82	67
	18	98	71	84	85	82
	19	85	73	81	86	84
Packed cell volume %	17	27.0	—	27.0	25.0	27.5
	18	26.0	26.5	26.5	25.5	24.0
	19	29.0	27.5	27.0	27.0	27.5
Hemo- globin g/dL	17	13.6	—	13.4	12.0	12.8
	18	12.6	13.2	12.6	12.5	12.1
	19	12.9	12.4	12.1	12.7	12.8
Plasma protein g/dL	17	7.4	—	6.9	5.8	6.2
	18	6.8	6.6	6.4	6.4	6.1
	19	6.0	6.0	5.8	5.0	5.0
Sugar mg/dL	17	60	—	121	214	160
	18	64	101	77	66	63
	19	88	113	116	90	92
Na ⁺ mEq/L	17	141	—	139	137	139
	18	142	144	142	142	142
	19	145	142	144	145	140
K ⁺ mEq/L	17	4.6	—	4.1	3.8	3.9
	18	4.6	4.1	4.1	4.0	4.2
	19	4.1	3.9	3.8	3.9	3.6