



Title	麻酔薬が臓器血液量におよぼす影響
Author(s)	中條, 信義
Citation	大阪大学, 1980, 博士論文
Version Type	VoR
URL	https://hdl.handle.net/11094/32876
rights	
Note	

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/>

The University of Osaka

麻醉薬が臓器血液量におよぼす影響

中 條 信 義

徳島大学 歯学部附属病院

麻醉診療室

要 約

麻酔薬が循環血液量、臓器血液量に与える影響についてウサギを対象に検討した。循環血液量は対照群 (0.25 mg/kg pentazocine) $54.9 \pm 7.2\text{ ml/kg}$, barbiturate群 (25 mg/kg pentobarbital sodium) $50.8 \pm 3.4\text{ ml/kg}$, halothane群 (1 MAC 0.8%) $56.0 \pm 8.0\text{ ml/kg}$, methoxyflurane群 (1 MAC 0.12%) $53.6 \pm 6.8\text{ ml/kg}$, diethylether群 ($1\text{ MAC } 2.7\%$) であつたが対照群と実験群との間に有意差を認めなかつた。しかし吸入麻酔薬濃度の上昇により循環血液量、心拍出量は減少傾向を示した。pentobarbital以外の麻酔では、脳血液量は増加傾向を示した。とくに1 MACのhalothane, methoxyflurane, 2 MACのdiethyletherで著明であつた。肝・脾ではhalothane 麻酔によつて血液量、赤血球濃度の減少を認めた。すなわちhalothaneによつて肝・脾脈管系は収縮し、赤血球貯蔵臓器としてのこれから赤血球が他の循環系に放出されることがみとめられた。

吸入麻酔薬の濃度上昇にともない、心筋血液量はhalothaneで減少、methoxyflurane, diethyletherで増加した。このことからhalothaneは心筋血管に対して収縮的に、methoxyflurane, diethyletherは拡張的に作用するものと推測された。

麻酔にともなう各臓器血液量の変化は各麻酔薬に対して特有であり、各麻酔薬の吸入濃度変化 (麻酔相の変化) と臓器血液量の変化との間には必ずしも一定の傾向がみとめられなかつた。

Key-words: organ blood volume, organ hematocrit, anesthetics, MAC,

は　じ　め　に

麻酔薬は機能的循環血液量を変化せしめ、循環動態に影響を与えるといわれている。¹⁾ 麻酔状態下での機能的循環血液量の変動は、生体内のいずれかの貯蔵臓器から放出された血液が新たに循環に参加するか、またある領域に血液が停滞するかのいずれかに起因する。すなわち、麻酔薬が臓器の血管床容量を変化せしめ、臓器血液量に変化をもたらすことがその原因と考えられている。

また臨床的にも手術部位が同一で、麻酔薬、麻酔法の違いによつて出血量に差をみとめることがある。これは麻酔薬が臓器循環、なかんずく臓器血液量を変化せしめることに起因すると考えられる。

そこで、現在、一般臨床麻酔に使用されている麻酔薬について、これらが臓器血液量にいかなる変化を与えるかを明らかにし、これらを用いた際の手術、および麻酔管理をより良く行なうための一助として本研究を行なつた。

実　験　方　法

実験動物には成熟ウサギ（平均体重 3.1 kg）を使用した。動物を入眠せしめるため、耳静脈に pentobarbital sodium 30 mg/kg を投与した。つぎに cuff 付気管内 tube (Fr. 16) を経口的に挿入、小動物用従容量式人工呼吸器（アコマ AR 100）に接続し、実験中は gallamine 1.5 mg/kg を静脈内に投与し、動物を不動化した上、間歇的陽圧呼吸を続けた。吸入気は空気に酸素を添加したものをを用い、酸素分析器（Beckman D 2）にて monitor し、その酸素濃度を 40% に維持した。体温は食道中部にて 38.5℃ となるように適時加温、冷却して維持した。血圧は右側鎖骨下動脈に挿入した catheter を介し、圧ひずみ計を用いて常に monitor した。この時点において、以下述べる諸種の麻酔薬を静脈内、あるいは吸入気中に添加し、これらにより 2 時間、麻酔状態下に動物を維持した。この時点で、動物の呼吸、循環が安定していることを確認した後、血液量測定を含むすべての生理学的因子の測定を行なつた。そしてその後、瞬間的に心拍動を停止せしめるため、心のう内に dry ice acetone 液を注入した。つづいて他の体腔内にも dry ice acetone 液を注

入した。かかる方法により、臓器摘出にともなう臓器からの出血を全く排除し、また血液の臓器間移動も起こさせしめることなく臓器の摘出を行なった。

対照群の動物の疼痛除去には、pentazocine 0.25 mg/kg/hr (静脈内投与) を用いた (C群)。Barbiturate群の動物には pentobarbital sodium を 25 mg/kg/hr 静脈内に持続投与した (B群)。吸入麻酔薬として、halothane (H群)、methoxyflurane (M群)、diethylether (E群) を使用し、それぞれ特定の気化器 Fluotec、Pentec (Cyprane 社製)、copper keffle (アイカ) を用いて吸入せしめた。吸入麻酔薬濃度は 1 MAC、または 2 MAC とした。ウサギに対しての 1 MAC は halothane 0.8%⁽¹⁾、diethylether 2.7%⁽²⁾ であり、methoxyflurane についてはいまだ決定されていないため、ヒトの 1 MAC から推定して 0.12% を用いることとした。吸入麻酔薬濃度は吸気 gas を gas chromatograph (柳本社製 G-80) にて分析測定、再確認した。その結果、いずれの吸入麻酔濃度も所定の濃度の $\pm 15\%$ 以内にあつた。なお、各実験群ともウサギの 9 羽をもつて構成した。

測定項目・測定方法

動脈圧、中心静脈圧は圧ひずみ計 (MPU 0.5 型) を用い、多用途監視装置 (RP 5 日本光電社製) 上に記録測定した。 ^{51}Cr 標識自家赤血球 ($30 \mu\text{Ci}$) を静脈 catheter を介して注入し、その 25 分後に ^{125}I 標識 albumin ($1 \mu\text{Ci}$) を注入し、希釈法によりそれぞれ循環赤血球量、血漿量を測定した。この測定用 sample の採血は標識赤血球注入後 40 分、60 分目に動脈側より行ない、それぞれの放射能活性を gamma counter (5320 型 packerd 社製) を用いて測定した。心拍出量は Fick の原理によつて測定した。すなわち、15 分間採取した呼気 gas 量 (湿式 gas meter WEI 型 品川製作所にて測定) とその酸素濃度 (scholander 微量 gas 分析器にて測定) と同時に採取した動脈血、混合静脈血の酸素含量 (Lex O₂ Con. Lexington 社製にて測定) より算出した。動脈血ガスおよび PH は電位測定法 (BMS 2 PHM72 Radiometer 社製) にて測定した。臓器血液量を測定した

臓器は、脳、心筋、肺、胃、肝、脾、腎、大腿伸筋であつた。臓器血液量は、単位赤血球量、血漿量の放射能活性と臓器のそれぞれの放射能活性との比より、臓器赤血球量、血漿量を求め、両者の和をもつて算出した。なお単位赤血球の計算値は測定のためごとに trapped plasma 量を差し引き求めた。

Hematocrit 値は動脈側より採取した血液を Wintrobe 管に注入、で 30 分間遠沈することにより測定した。

実 験 結 果

A barbiturate および 1 MAC の吸入麻酔薬。

1. 平均動脈圧、心拍数、中心静脈圧 (表 1)。

平均動脈圧は、C 群においては麻酔前 119 から麻酔 2 時間後においては 108 mmHg へと、E 群では 117 から 106 mmHg へと変化した。しかし、B、H、M 群では、それぞれ 109 から 90 mmHg、95 から 82 mmHg、102 から 93 mmHg へと明らかに下降した ($0.01 < P < 0.05$)。心拍数、中心静脈圧には、実験期間中いずれの実験群においても有意な変化が認められなかつた。

2. 動脈血ガスおよび動脈血 P^H (表 1)。

いずれの実験群においても動脈血酸素分圧、炭酸ガス分圧に有意な経時的変化を認めなかつた。また動脈血 P^H についても同様であつた。

3. 全循環血液量、および hematocrit 値 (表 1)。

B 群は C 群に比較して、総血液量において低値となる傾向を示した。他の実験群は C 群との間に有意差を認めなかつた。Hematocrit 値は C 群と他の実験群との間に^{有意}差を認めなかつた。

4. 心拍出量 (表 1)。

C 群に比較し、H、E 群は低値を示した ($P < 0.01$)。他の B、M 群は C 群との間に^{有意}差を認めなかつた。

5. 臓器血液量 (図 1^{表 3})。

C 群と比較して B 群では胃、脾 ($P < 0.01$)、腎 ($0.01 < P < 0.0$)

5) で高値を示した。H群では脳において高値 ($P < 0.01$)、肝、脾で低値 (いずれも $P < 0.01$) を示した。E群では肝 ($0.01 < P < 0.05$)、腎 ($P < 0.01$) で高値を示した。M群においては、脾についてC群に比し高値を示したが、他の臓器においては差が認められなかった。

6. 臓器 hematocrit 値 (図2)。

C群に比較してH群では脳、心筋、肺、胃、骨格筋で高値を示した (いずれも $P < 0.01$)。E群ではC群に比較して脾で低値を示した ($0.01 < P < 0.05$)。M群はC群といずれの臓器においてもほぼ同等の値を示した。

B 2 MACの吸入麻酔薬。

1. 平均動脈圧、心拍数、中心静脈圧 (表2)。

平均動脈圧は、H、M、E群とも2 MACで低下した ($P < 0.01$)。心拍数、中心静脈圧においてはいずれの実験群でも変化が認められなかった。

2. 動脈血ガス、および動脈血 P^H (表2)。

いずれの実験群も動脈血酸素分圧、炭酸ガス分圧に変化を認めなかった。動脈血 P^H はいずれの実験群も低下した ($P < 0.01$)。

3. 全循環血液量 (表2)。

いずれの実験群もC群に比較して減少傾向を認めた。C群およびH、M、E群それぞれの全循環血液量平均値とMAC変化から求めた相関係数は、H群-0.68、M群-0.95、E群-0.95であつた。すなわち、吸入気麻酔ガス濃度の増加とともに全循環血液量の減少傾向が認められた。

4. 心拍出量 (表2)。

H、M群はC群と比較して減少 ($P < 0.01$)、E群は減少傾向を示した。C群およびH、M、E群それぞれの心拍出量平均値とMACの変化から求めた相関係数は、H群-0.84、M群-0.99、E群-0.65であつた。すなわち、MACの増加とともに心拍出量の減少傾向が認められた。

5. 臓器血液量 (表3、4)。

halothane 群ではC群に比較して、脾臓で増加 ($0.01 < P < 0.05$) methoxyflurane 群では肺 ($0.01 < P < 0.05$)、脾 ($P < 0.01$) で増加、diethylether 群では脳で増加傾向、肺 ($P < 0.01$) で増加した。

また、¹HAC群の臓器血液量に比較し²HAC群のそれ H群では、脾、肝において増加傾向、脳においては減少傾向を認めた。M群においては血液量が増加傾向を示した臓器がなく、脳において減少 ($0.01 < P < 0.05$)、胃ではその傾向を示した。また、E群においては、いずれの臓器においても血液量の変化が認められなかった。全循環血液量と同様の方法にて求めた各臓器血液量変化とMAC変化との相関係数は表4にまとめた。

考 察

一般に、麻酔薬が生体に及ぼす影響を研究する場合、無麻酔状態との比較において検討することが好ましい。しかしながら、無麻酔状態では動物が実験操作による stress から解放されることがなく、ためにかえつて循環動態に人工的な変化を生ずる。そこで、麻酔状態と覚醒状態との中間にあり、一般に循環系に最も影響が少ないといわれる鎮痛薬投与状態を対照として研究を行なうことがよいといわれる。そこで、本研究においては、pentazocine による鎮痛を得たうえで実験を遂行した。

また、一般に、実験動物にはイヌが用いられているが、血液量変化を研究する場合には、イヌは必ずしも適当な動物とは考え難い。すなわち、Carneiro 4) らはイヌを用いて 9 ml/kg の脱血施行時、脾臓が脱血量の35%に等しい血液量を供給することを認めている。しかるに、体重に対する脾臓重量の割合は、ヒトでは0.1%⁵⁾、ウサギでは0.1%、イヌでは0.7%⁶⁾と、比較的大きな血液貯蔵臓器として作用し、実験の結果をヒトへ演繹することが困難である。

麻酔薬が循環血液量に与える影響は麻酔薬の種類や麻酔時間により異なるといわれる。⁷⁾ Gibson ら⁸⁾ は ether 麻酔導入にともなう血液量の変化を観察

した。彼らの Evans' blue を用いての測定結果によると、血漿量は麻酔導入とともに減少した。Price ら 9) は ^{51}Cr labelled 赤血球と Evans' blue にて血液量を測定し、ether 麻酔の導入 20 分目には 9.6% 血漿量が減少し、その後 80 分目には 4.9% 減少したと報告している。一方、Grable ら 10) は ^{51}Cr labelled 赤血球と ^{125}I albumin を使用し、循環血液量を測定した。すなわち、halothane 麻酔では 10.1% の増加、cyclopropane では 4% の増加を認めている。本研究においては測定目的を異にするために同一個体において特定の麻酔前後における血液量を比較することができなかつたが、対照群のそれと比較すると、halothane、methoxyflurane、ether 麻酔時には循環血液量でほとんど変化を認めなかつた。しかし、吸入濃度の上昇とともに、いずれの吸入麻酔薬によつても循環血液量は減少傾向を示した。これに対応するかのごとく、心拍出量も吸入麻酔薬の濃度上昇とともに減少傾向を示した。この原因には心筋収縮力の抑制¹¹⁾ や末梢血管抵抗の減少¹²⁾ が考えられている。いずれにせよ、心拍出量の減少は末梢組織での血液循環を低下せしめ血液のうつ滞をもたらすであろう。この結果、有効循環血液量が減少し、これはまた心拍出量を減少せしめたものと考えられる。高濃度の麻酔薬は、上述したような悪循環を形成し、循環系を強く抑制することが想像される。臨床的にも麻酔導入時や高濃度の麻酔薬吸入時には、著しい血圧下降が認められる。このような場合、悪循環の形成を断ち切る意味において、血液量増加の処置は血圧下降を回復せしめ、または予防できることが示唆される。

麻酔薬の臓器血液量におよぼす影響に関する研究は少ない。Gilmore¹³⁾ は正常犬の静脈内に 30 mg/kg の pentobarbital を投与し、hematocrit 値が 15% 減少、脾摘犬では 6% の減少にとどまつたことから、pentobarbital 麻酔は脾臓に赤血球を集中せしめるものではないかと想定した。事実、今回の研究においても、pentobarbital 麻酔群では対照群に比して、脾血液量は有意な増加を示した。

また、本研究中 barbiturate 麻酔以外の麻酔で、脳血液量の増加が認めら

れた。麻酔薬による脳血液量変化を直接測定した報告は現在までに知られていない。しかし、Smithら¹⁴⁾は脳圧亢進犬（液体窒素を用いて脳浮腫作成）に pentobarbital（60mg/kg）の投与、70%笑気、0.86% halothane を吸入せしめて脳圧変化を比較観察した。その結果、barbiturateで脳圧が下降することを認めている。また、臨床的にも、脳圧亢進患者に pentobarbital を投与し、脳圧下降と神経症状の改善をみたとする報告がなされている¹⁵⁾。一般に、脳血液量の増加は脳容積の増加をもたらし、頭蓋内圧が上昇することが知られている。したがって、脳浮腫、脳外傷などにみられる頭蓋内圧亢進状態下での麻酔には barbiturate が適しているように思われる。Price¹⁶⁾、Epstein¹⁷⁾らは、ヒトにおいて、肝静脈への Catheter 挿入法を用い、indocyanine green の希釈法により、門脈系領域臓器血流量を、また放射性標識 albumin を使用した希釈法によつて、同領域の血液量を同時に測定した。その結果、1.6~2.0% の cyclopropane 麻酔は、門脈系内臓領域の血管抵抗を増加せしめ、血流量を減少せしめたが、血流量は5名中2名に減少を認めたとどまつた。また、1.2~1.6% halothane 麻酔は、門脈系内臓領域の血管抵抗に変化を与えず、血流量の減少が灌流圧の減少に平行した。しかし、同部の血液量には有意な変化を与えなかつた。本研究において、halothane 麻酔、とくに1 MAC の halothane 麻酔では、肝臓、脾臓の血液量を減少せしめた。しかし、他の麻酔薬では反対に増加せしめた。halothane の心機能抑制や末梢血管抵抗の減少、また、この両者による心拍出量の減少が末梢における血液灌流効果を減じて、体内いずれかの脈管系に血液を停滞せしめたためではないかと考えられる。halothane 麻酔では、脳、心筋、肺、胃、骨格筋の赤血球濃度が高値を示し、他の麻酔薬に比較して特徴的であつた。また一般に、他の臓器に比して赤血球濃度の高い肝臓、脾臓の血液量が halothane 麻酔で有意な減少を示した。これらの結果を総合判断すると、halothane 麻酔下では、赤血球貯蔵臓器としての肝、脾臓から赤血球が放出され、他の臓器へ分散され、他の臓器の赤血球濃度を上昇せしめるものと思われる。

Andreenら¹⁸⁾は、犬においてhalothane麻酔と脱血とによつて血圧を下降せしめ、同程度の門脈血流量の減少を得たが、平均肝動脈血流量は、脱血群では対照群の86%、halothane麻酔群では41%まで減少した。肝酸素消費量は脱血群で変化を示さなかつたが、halothane麻酔群では減少した。この結果から、halothane麻酔による肝血液量の減少は心拍出量の減少よりも代謝性因子により、より一層影響を受けているものと解釈することができる。したがつて、halothane麻酔の肝、脾血液量の減少作用は、単にその灌流量、灌流圧の低下作用のみにて解釈することは困難である。おそらく、halothaneそのものがなんらかの機序を介し、特異的にこの領域臓器の脈管系を収縮せしめ、血液量を減じるものと推測される。halothane麻酔後にみられる肝炎は、代謝産物の毒性、hypersensitivity、免疫反応などによると考えられている¹⁹⁾が、いまだにその原因は明らかになつていない。しかし、上述したように、halothane麻酔によつて臓器血管が収縮し、また赤血球濃度が減少するならば、肝への酸素供給も減少する。これもまた肝炎発生の原因、もしくは機序になんらかの影響をもたらしていると考えられる。

虚血性心疾患々者の麻酔にあたつては、心筋への酸素供給を充分に保持することが必要である。すなわち、心筋の栄養血管の血流量を減少せしめる麻酔薬は臨床上避けられるべきであろう。本研究において、1 MAC 吸入麻酔では、いずれの麻酔薬も心筋血液量を変化せしめることがなかつた。しかし、吸入濃度の上昇にともない、心筋血液量は、halothaneで減少、diethyletherで増加した。すなわち、前者で冠動静脈血管の収縮、後者で拡張を示した。著者は、他の実験的研究においても心筋血液量と血流量との間に正の相関性があることを認めている。⁶⁾ halothane²⁰⁾, methoxyflurane²¹⁾, diethylether²²⁾は、いずれも摘出心筋でnegative inotropic ^{effect} _^を有するといわれる。しかし、本研究結果から、心筋脈管系の拡張をもたらすであろうdiethyletherが、あるいは虚血心を有する患者への麻酔に最も適しているともいえよう。

一般に、methoxyflurane, diethylether 麻酔での臓器血液量は、
MACの1/20以下に増加する傾向が認められた。すなわち、機能的循環血液量の減少をもたらす傾向が認められた。しかし、halothane 麻酔では上記傾向が認められず、とくに心筋においては有意な負の相関性が認められた。すなわち、halothane が心筋に対する negative inotropic ^{action} を有する事実と相関するように思われた。いずれにせよ、ある特定の臓器の血液量についてみると、麻酔薬に対して共通の反応を示すものでないことが認められた。

また、それぞれの麻酔薬は必ずしもその濃度に比例して臓器血液量を変化せしめるものでないことも認められた。ただし、methoxyflurane と diethylether とでは、循環血液量、臓器血液量の変化ともほとんど同一の傾向を示したが、両者はいずれも化学的に ether であり、すべての点において類似した性格を有する麻酔薬であり、臓器血液量への影響においても極めて強い共通性があることが認められた。

謝 辞

本研究は川崎医科大学麻酔科、
高折益彦教授に心から拝謝する。なお、本研究に有益な助言を与えられた大阪
大学歯学部口腔生理学、河村洋二郎教授に対し、ここに慎しんで感謝の意を表
する。

文 献

- 1) Albert, S.N.: Blood volume, *Anesthesiology*, 1963, 24, 231-247
- 2) Davis, N.L., Nunnally, R.L., Malinin, T.I.: Determination of the alveolar concentration(MAC) of halothane in the white newzealand rabbit, *Br.J.Anaesth.*, 1975, 47, 341-345
- 3) Mackenzie, J.E.: Determination of MAC for halothane, cyclopropane and ether in the rabbit, *Br.J.Anaesth.*, 1977, 49, 319-322
- 4) Carneiro, J.J., Donald, D.E.: Blood reservoir function of dog spleen, liver, and intestine, *Am.J.Physiol.*, 1977, 232, 67-72
- 5) 金子丑ノ助: 日本人体解剖学 3 第7版 東京 南山堂, 1964, 236
- 6) 中条信義, 松本治夫, 高折益彦: 麻酔薬が臓器血液量, 血流量におよぼす影響
麻酔, 1980, 29, 掲載予定
- 7) Chatterjee, P.: A study on the circulating blood volume under anaesthesia, *J.Indian Med.Ass.*, 1952, 21, 231-239
- 8) Gibson, J.G., Branch, C.D.: Blood volume changes during surgical procedures, *Surg.Gynec.Obstet.*, 1937, 65, 741-747
- 9) Price, H.L., Helrich, M., Conner, E.H.: A relation between hemodynamic and plasma volume alterations during general anaesthesia in man, *J.Clin.Invest.*, 1956, 35, 125-131
- 10) Grable, E., Finck, A.J., Abrams, A.L., Williams, J.A.: The effect of cyclopropane and halothane on the blood volume in man, *Anesthesiology*, 1962, 23, 828-831
- 11) Merin, R.G., Kumazawa, T., Luka, N.L.: Myocardial function and metabolism in the conscious dog and during halothane anesthesia, *Anesthesiology*, 1976, 44, 402-415
- 12) Shinozaki, T., Mazuzan, J.E.Jr., Abajian, J.Jr.: Halothane and the heart, *Br.J.Anaesth.*, 1968, 40, 79-88
- 13) Gilmore, J.P.: Pentobarbital sodium anesthesia in the dog, *Am.J.Physiol.*, 1965, 29, 404-408
- 14) Smith, A.L., Marque, J.J.: Anesthetics and cerebral edema, *Anesthesiology*, 1976, 45, 64-72
- 15) Shapiro, H.M., Wyte, S.R., Loeser, J.: Barbiturate augmented hypothermia for reduction of persistent intracranial hypertension, *J.Neurosurg.*, 1974, 40, 90-100
- 16) Price, H.L., Deutsch, S., Cooperman, L.H., Clement, A.J., Epstein, R.M.:

Splanchnic circulation during cyclopropane anesthesia in normal man, *Anesthesiology*, 1965, 26, 312-319

17) Epstein, R.M., Deutsch, D., Cooperman, L.H., Clement, A.J., Price, H.L.: Splanchnic circulation during halothane anesthesia and hypercapnia in normal man, *Anesthesiology*, 1966, 27, 654-661

18) Andreen, M., Irestedt, L., Zetterstrom, B.: The different response of the hepatic arterial bed to hypovolemia and to halothane anaesthesia *Acta Anaesth. Scand.*, 1977, 21, 457-469

19) Cohen, E.N.: Toxicity of inhalation anaesthetic agents, *Br. J. Anaesth.*, 1978, 50, 665-675

20) 剣物 修: 各種吸入麻酔薬が心筋の収縮性におよぼす影響, *麻酔*, 1973, 23, 402-413

21) Shimosato, S., Sugai, N., Etsten, B.E.: The effect of methoxyflurane on the inotropic state of myocardial muscle, *Anesthesiology*, 1969, 30, 506-512

22) Iwatsuki, N., Shimosato, S.: Diethylether and contractility of isolated cat heart muscle, *Br. J. Anaesth.*, 1971, 43, 420-426

Organ blood volume under anesthesia in the rabbits

~~Department of Anesthesiology~~
~~Kawasaki Medical School~~
~~577 Matsushima Kurashiki City Okayama~~

****Nobuyoshi Nakajo**

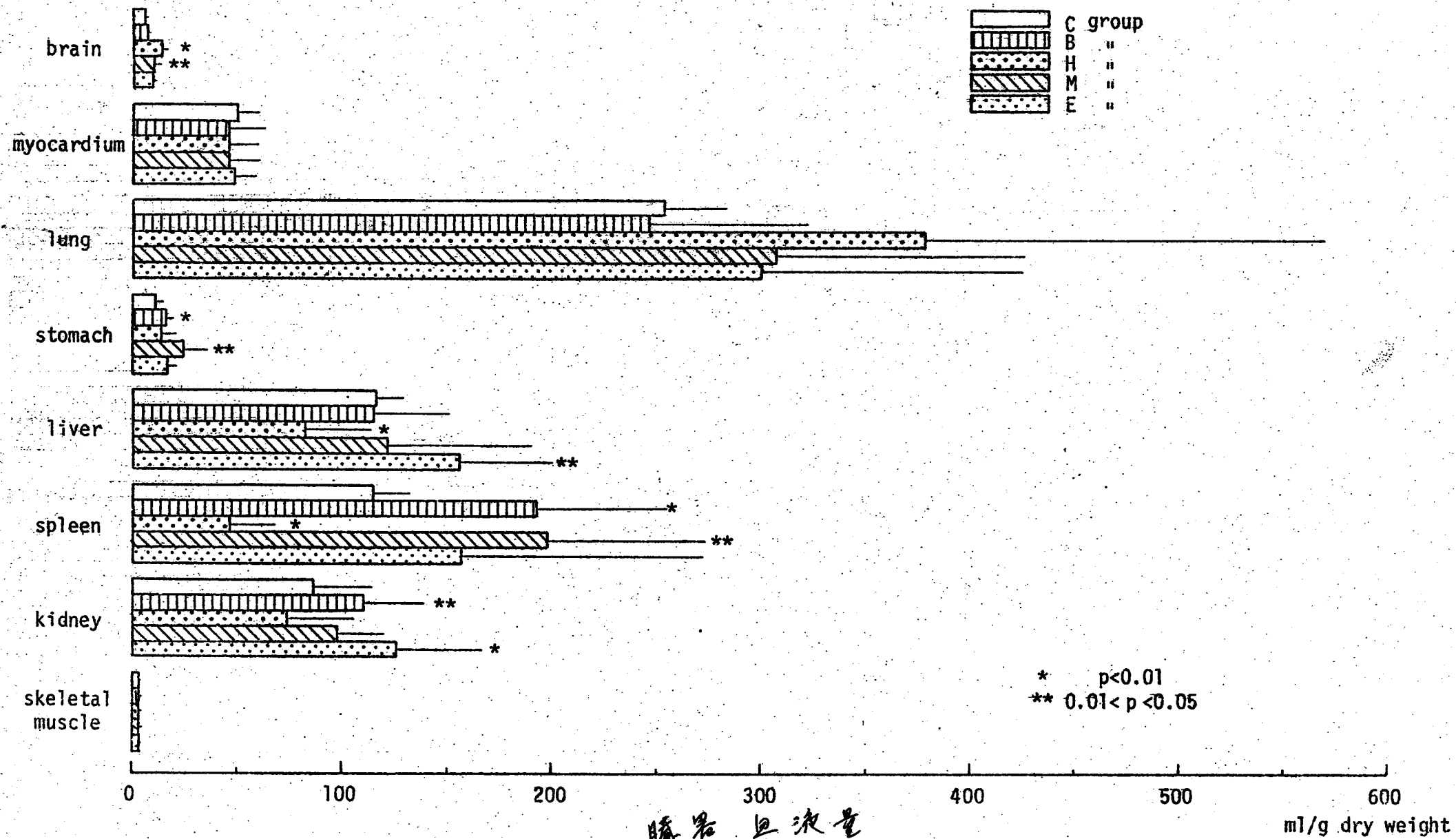
~~** Present address:~~ Division of Anesthesiology,
Department of Oral Surgery
Tokushima University, School of Dentistry,
18-15 Kuramoto-cho 3 Tokushima City
Tokushima

(2)

Effect of anesthetics on blood volume in various organs was studied in 72 rabbits which were anesthetized with intravenous pentobarbital sodium of 25mg/kg, 0.8 and 1.6 % halothane(1 MAC and 2 MAC), 0.12 and 0.24 % methoxyflurane (1 MAC and 2 MAC) or 2.7 and 5.4 % diethylether (1 MAC and 2 MAC) . Red cell and plasma volume was measured by indicator dilution method with ⁵¹Cr labelled red cell and ¹²⁵I labelled albumin, respectively. Cardiac output was measured by Fick's principle. The animals were sacrificed promptly cardiac freezing and subsequent whole body freezing by acetone and dry ice mixture immediately after the measurement of several physiological parameters. Then organs (brain, lungs, myocardium, liver, stomach, kidney and rectus femoral muscle) were excised without blood loss and translocation of blood between organs.

No significant change was observed in the total circulating blood volume between the control and the experiment groups. Cardiac output tended to decrease associated with the tendency decreased in the total circulating blood volume following deepening in anesthetic level. The blood volume in the brain tended to increase in the anesthetized groups, particularly by 1 MAC halothane, methoxyflurane and 2 MAC diethylether, except the barbiturate group.

The blood volume in the liver and spleen decreased under the halothane anesthesia. It was indicated that the vessels, particularly vein, would be collapsed in the liver and spleen under halothane anesthesia. The blood volume in the myocardium decreased also under halothane anesthesia while it tended to increase under methoxyflurane or diethylether anesthesia. The results suggested that no specific change was occurred in organ blood volume by a certain anesthetic agent. It was also recognized that organ blood volume would not change correlated with changes of depth of anesthesia.



臓器血流量
 図1 ノルブニル麻酔下
 1/HAC麻酔時の臓器血流量
 有意差あり変化はC群との比較

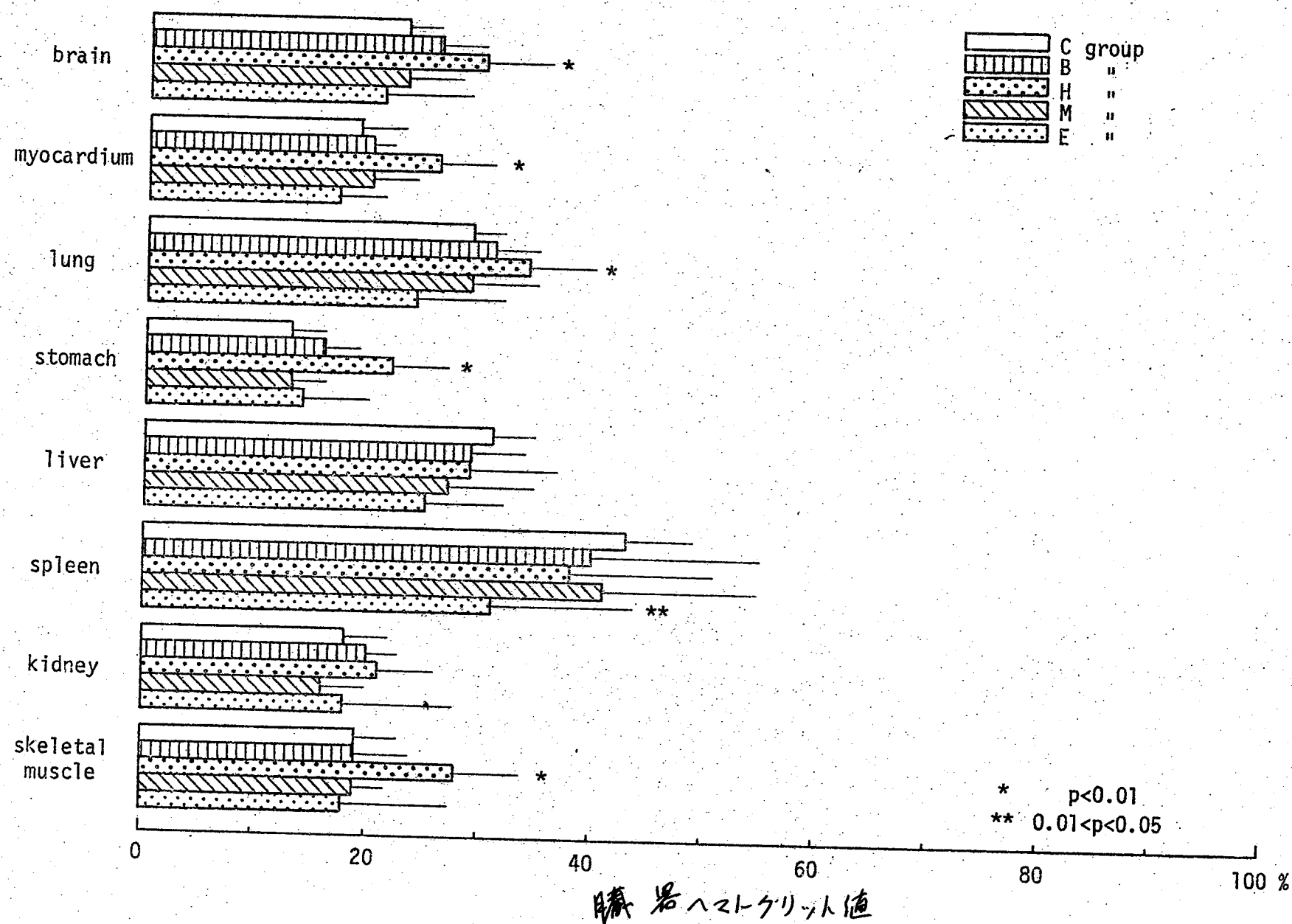


図2 トロロブリン血症下
A. 1HAC麻酔時の臓器ヘマトクリット値
有意差のある変化はC群との比較

		MAP (mmHg)	CVP (mmHg)	HR (beats/min)	Pao ₂ (mmHg)	Paco ₂ (mmHg)	PHa	BV (ml/kg)	Hct (%)	CO (ml/kg/min)
C	I	119±8	4±3	302±31	158±26	33±5	7.51±0.03	54.9±7.2	37±3	194.7±27.3
	II	108±12	5±1	220±54	150±16	33±7	7.49±0.03			
B	I	109±18	4±1	262±29	157±35	35±6	7.51±0.09	50.8±3.4	35±3	178.1±87.4
	II	90±13	3±1	277±30	144±39	38±8	7.46±0.12			
H	I	95±7	5±2	310±26	163±33	28±6	7.53±0.19	56.0±8.0	35±3	143.0±37.4
	II	82±9	5±1	305±19	160±30	33±15	7.45±0.06			
M	I	102±13	5±1	268±23	156±21	36±5	7.49±0.11	53.6±6.8	36±6	169.3±56.0
	II	93±12	6±1	278±25	146±36	38±11	7.30±0.22			
E	I	117±10	4±2	320±24	147±28	32±3	7.41±0.08	53.0±4.7	37±5	137.7±33.8
	II	106±2	4±2	320±28	137±33	33±3	7.40±0.05			

(m±sd)

(表1) バルビタレート麻酔による
I MAO 麻酔時における循環諸量, 血液ガス値の変化

C. control B. pentobarbital sodium H. halothane M. methoxyflurane E. diethylether
I. before anesthesia II. after anesthesia MAP. mean arterial pressure CVP. central venous pressure
HR. heart rate BV. blood volume CO. cardiac output

		MAP (mmHg)	CVP (mmHg)	HR (beats/min)	Pao ₂ (mmHg)	Paco ₂ (mmHg)	PHa	BV (ml/kg)	Hct (%)	CO (ml/kg/min)
C	I	119±8	4±3	302±31	158±26	33±5	7.51±0.03	54.9±7.2	37±3	194.7±27.3
	II	108±12	5±1	220±54	150±16	33±7	7.49±0.03			
H	I	104±19	5±2	292±44	164±27	34±10	7.51±0.09	52.3±9.4	35±4	140.2±20.4
	II	64±15	6±2	293±69	152±28	36±7	7.39±0.11			
M	I	102±13	5±3	271±36	161±32	33±7	7.48±0.08	48.7±5.1	37±4	133.6±52.0
	II	82±19	6±4	276±29	141±22	34±10	7.39±0.05			
E	I	110±12	5±3	315±30	162±30	32±9	7.49±0.08	52.5±7.9	38±3	156.5±10.9
	II	94±10	5±3	335±36	143±20	34±9	7.40±0.08			

(m±sd)

(表2) 2 MAC 麻酔時における循環諸量、血液ガス値の変化

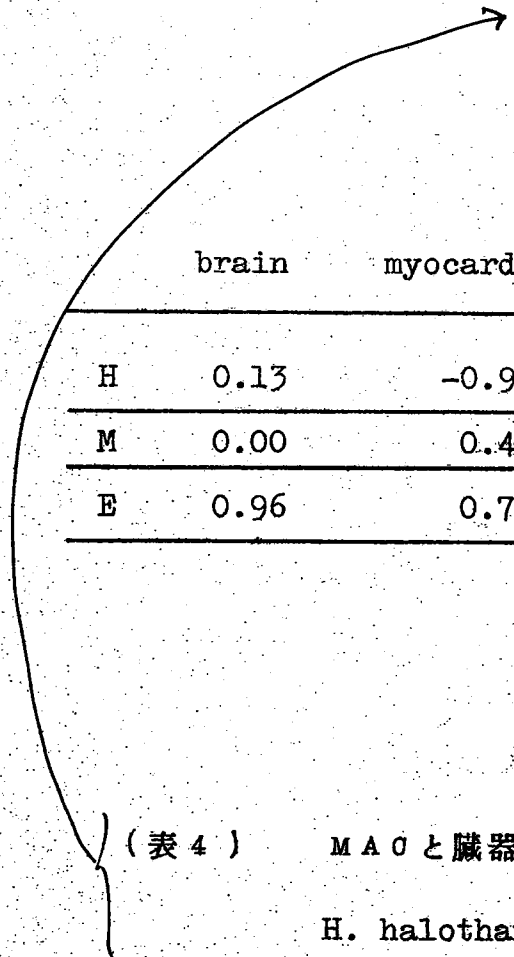
C. control H. halothane M. methoxyflurane E. diethylether I. before anesthesia II. after anesthesia
 MAP. mean arterial pressure CVP. central venous pressure HR. heart rate BV. blood volume
 CO. cardiac output

		brain	myocardium	lung	stomach	liver	spleen	kidney	skeletal muscle
C		6±1	50±10	255± 29	11± 3	116±13	112±20	86±29	3±0
H	1MAC	13±7*	47±14	379±191	13± 8	82±32*	46±22*	73±34	3±1
	2MAC	7±1	41±22	248± 56	13± 3	113±33	174±53**	92± 9	3±1
M	1MAC	10±3**	47±15	308±119	24±13**	121±67	198±76**	98±23	3±2
	2MAC	6±3	52± 7	363± 91**	12± 3	122±30	199±43*	100±37	4±2
E	1MAC	9±2	48±21	300±125	17± 4	156±49**	157±115	126±42*	3±1
	2MAC	10±4	58±19	318± 58*	12± 4	123±41	153±115	98±25	3±1

ml/100g dry(m±sd)

(表3) 1, 2 MAC.麻酔時の臓器血液量変化

C. control H. halothane M. methoxyflurane E. diethylether
 (* p<0.01 ** 0.01<p<0.05 有意差を有する変化はC群との比較)



	brain	myocardium	lung	stomach	liver	spleen	kidney	skeletal muscle
H	0.13	-0.98	-0.05	0.86	-0.08	0.48	0.31	0.00
M	0.00	0.40	0.99	0.07	0.93	0.87	0.92	0.87
E	0.96	0.76	0.97	0.16	0.16	0.82	0.29	0.00

(表4) MAOと臓器血液量の相関係数

H. halothane M. methoxyflurane E. diethylether