

氏名	北山和也
授与学位	医学博士
学位授与年月日	昭和34年3月25日
学位授与の根拠法規	学位規則第5条第1項
研究科，専攻の名称	東北大学大学院医学研究科

学位論文題目 脳冠灌流を併用せる人為心室細動実験に於ける  
血液酸塩基平衡

指導教官	東北大学教授	武藤完雄
論文審査委員	東北大学教授	武藤完雄
	東北大学教授	桂重次
	東北大学教授	岩月賢一

# 論文内容要旨

人為心室細動下心臓内手術に就いては当教室より種々の検査成績が発表されたが、人為心室細動の脳及び心筋の Anoxia を予防するために人工心肺装置により脳冠灌流を併用しつつ人為心室細動実験を試み、この時の血液酸塩基平衡障碍及びその対策に就いて 2・3 の知見を得たので報告する。

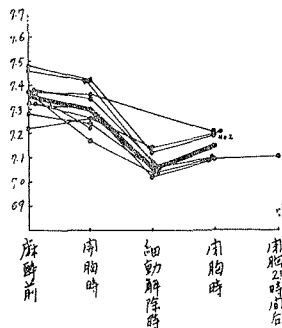
## 実験方法

体重 15 kg 前後の成犬 50 頭を用い、内 23 頭を実験犬に、他を供血犬とし、アミパンソーダ静注による全身麻酔のもとに気管内挿管、純酸素人工呼吸を行い、右開胸により心臓を露呈したる後、動脈カニューレを右鎖骨下動脈より中枢側に向けて挿入、静脈カニューレを奇静脈より右心房内に挿入し、人工肺には Lillehei 型装置を、人工心には Metal-finger 型ポンプを使用して体外循環を始動した。人工心肺装置を介しての送込、吸引血量の均衡を確認したる後、下行大動脈、肺動脈、下空大静脈を緊縛して血流を遮断し、既報の方法にて人為心室細動を惹起せしめた。斯くして 3~30 分間 (大多数は 10~20 分間) 細動を持続せしめたる後、上述の動静脈の緊縛を緩解し、細動を解除し、純酸素人工呼吸を行いつつ閉胸した。

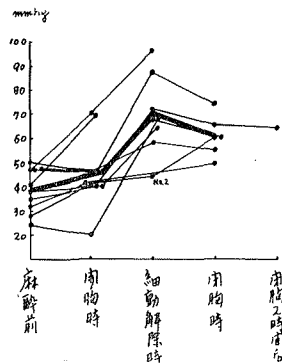
この実験中、麻酔施行前、開胸時、細動解除時、閉胸時、閉胸後 2 時間の 5 回に、ヘパリンを抗凝固剤として股動脈穿刺により採血、動脈血に就いてガラス電極により pH を、Van Slyke 氏装置により炭酸ガス含有量及び酸素含有量を測定した。炭酸ガス分圧 ( $P_{CO_2}$  と略記)、Buffer Base ( $B_B$  と略記) は pH、炭酸ガス含有量、ヘマトクリット値より Singer & Hasting の Nomogram により算出した。

## 実験成績

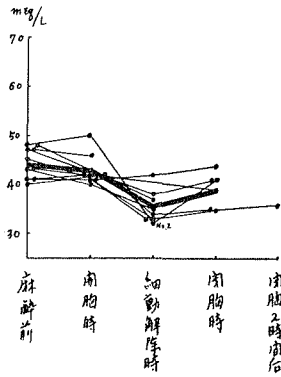
I. 第 1 実験：成犬 10 犬を用い、人工心肺装置により脳冠灌流を施行しつつ 3~30 分間人為心室細動を持続せしめた。この実験に於ける各測定値の変動に就いては、pH (第 1 図) は麻酔前値に比し細動解除時高度に減少し、閉胸時には細動解除時の値よりも僅かに上昇するが、尚低値を示した。 $P_{CO_2}$  (第 2 図) は細動解除時高度に増加し、閉胸時に減少の傾向をみるもその程度は軽微で麻酔前値よりも高値を持続した。 $B_B$  (第 3 図) は pH と同様に細動解除時高度に低下し、閉胸時に僅かに増加するが依然低値であり、酸素含有量 (第 4 図) は細動解除時、閉胸時と漸次下降を示した。本実験に於ける術中死亡例 (第 1 表) は 4 例で細動持続時間 10~20 分の 6 例中 2 例と細動持続時間 20~30 分の 2 例であつた。細動持続時間 10~20 分の術中死亡 2



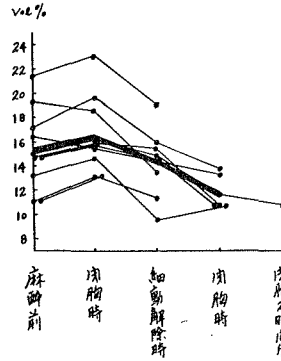
第 1 図 第 1 実験の pH



第 2 図 第 1 実験の  $P_{CO_2}$



第3図 第1実験の BB



第4図 第1実験の O<sub>2</sub> 含有量

2例中1例は人工心肺装置の送入，吸引血量の不均衡により送入血中に気泡の混入を見，空気栓塞をおこしたもので明らかに実験手技の拙劣によるもので，他の1例と細動持続時間20～30分の術中死亡2例とは細動解除時の各測定値の変動は麻酔前値に比し顕著で，pHは夫々7.03, 7.08, 7.06と高度に低下し，Pco<sub>2</sub>は96, 68, 64 mmHgと著明な上昇を，BBは37, 35, 33 mEq/Lと減少し重篤な呼吸性代謝性 Acidosisを示した。

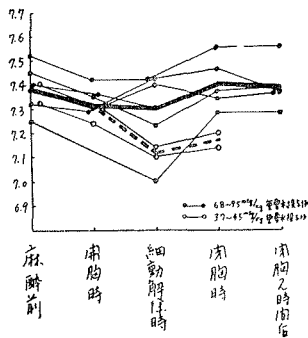
以上を総括すると，細動解除時には重篤な呼吸性代謝性 Acidosisの状態となり，閉胸時に僅かに麻酔前値へ復帰する傾向が伺えたが，尚高度の Acidosisを持續し，10例中4例に術中死亡をみた。

II. 第2実験：成犬8頭を用い，第1実験にみられた細動解除以後の呼吸性代謝性 Acidosisを改善すべく，純酸素による人工呼吸回数を毎分16～18回に増して炭酸ガスの排除を強化すると共に，細動解除直後より3.8～9.5 mEq/kgの7%重曹水(毎分60滴)の点滴静注を行い，Buffer Baseの増加を図つた。

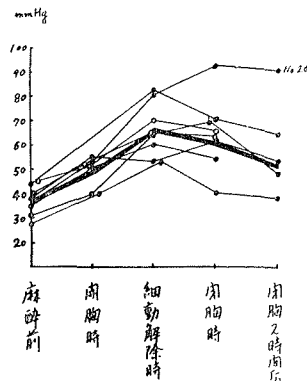
細動解除以後のpH(第5図)は3.7～4.5 mEq/kgの7%重曹水の投与にては全然改善されず，6.8～9.5 mEq/kg投与例ではその変動は軽微にとどまつた。Pco<sub>2</sub>(第6図)は7%重曹

第1表 術中死亡例

細動時間	術中死亡例		
	3分～10分	10分～20分	20分～30分
例数	2	6	2
術中死亡例	0	2	2

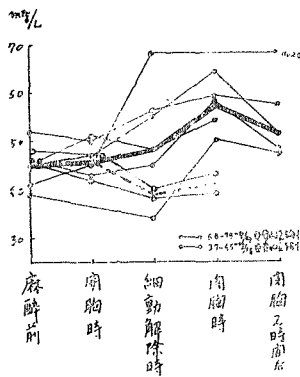


第5図 第2実験の pH

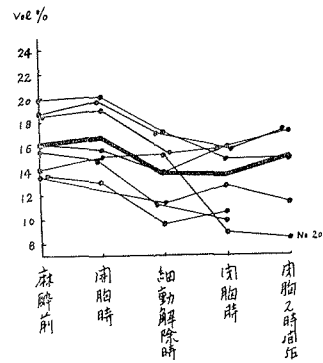


第6図 第2実験の Pco<sub>2</sub>

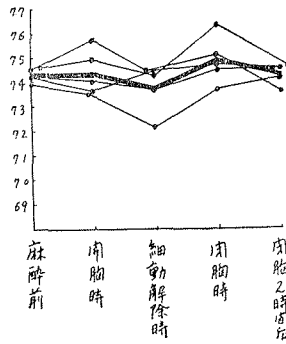
水の投与量の多寡とは無関係で略々様々に変動し、細動解除時には平均 60 mmHg 以上の高値を示し、以後漸次減少するが閉胸後 2 時間にも麻酔前値に復帰するに到らず高値を示した。Bb (第 7 図) は 3.7~4.5 mEq/kg 重曹水投与では細動解除以後、第 1 実験と略々同様の経過を示し麻酔前値より低値を示したが、6.8~9.5 mEq/kg 重曹水投与により細動解除時には麻酔前値に比し僅かに増加し、閉胸時に更に増加して高値を示したが、閉胸後 2 時間には閉胸時の測定値よりも減少して麻酔前値に近づく傾向にあった。酸素含有量 (第 8 図) は細動解除時、閉胸時何れも軽度に減じたが、閉胸後 2 時間には麻酔前値に復帰した。



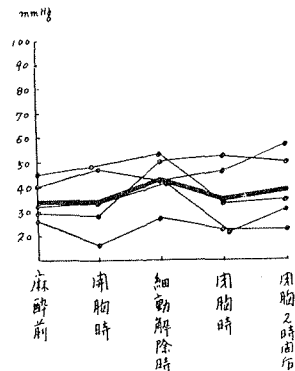
第 7 図 第 2 実験の Bb



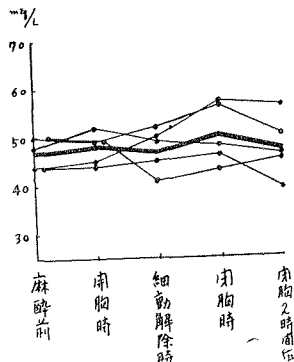
第 8 図 第 2 実験の O<sub>2</sub> 含有量



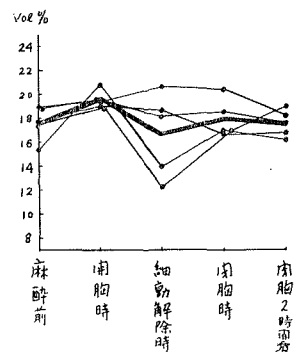
第 9 図 第 3 実験の pH



第 10 図 第 3 実験の PCO<sub>2</sub>



第 11 図 第 3 実験の Bb



第 12 図 第 3 実験の O<sub>2</sub> 含有量

以上 3.7~4.5 mEq/kg の重曹水投与では pH, Pco<sub>2</sub>, B<sub>B</sub> 共に第 1 実験と略々同様の変動をみ、各測定値に改善を見なかつたが、6.8~9.5 mEq/kg の重曹水投与により細動解除以後の pH は、軽度の変動にとゞまり、B<sub>B</sub> は閉胸時に一時増加をみたが、閉胸後 2 時間には略々麻酔前値に復帰するを見た。併し Pco<sub>2</sub> は 60 mmHg 以上の高値を示すものもあり、満足すべきものではなかつた。

III. 第 3 実験：成犬 5 頭を用い、細動解除直後より 6.5~7.6 mEq/kg の 7% 重曹水の投与を施行すると共に、より一層炭酸ガスを駆逐せんがために今迄使用した循環式人工呼吸器の使用を廃し、気道抵抗の少い、炭酸ガス吸収能率のよい往復式人工呼吸器を用いた。その結果、細動解除以後の pH (第 9 図)、Pco<sub>2</sub> (第 10 図)、B<sub>B</sub> (第 11 図)、酸素含有量 (第 12 図) は術前値動揺範囲内の変動にとゞまり、術中死亡例をみなかつた。

以上、人工心肺装置による脳冠灌流併用時の人為心室細動実験に於ける細動解除以後の呼吸性代謝性 Acidosis に対しては 7% 重曹水の点滴静注を行うと共に、往復式人工呼吸器の使用により急速に炭酸ガスを排除せしめれば重篤な酸塩基平衡の障碍を回避出来るものと思われる。

## 結 論

脳冠灌流を併用せる人為心室細動実験に於ける血液酸塩基平衡の障碍に就いて検索し、次の結論を得た。

1. 第 1 実験に於ては細動解除時 pH, B<sub>B</sub> の高度低下, Pco<sub>2</sub> の高度上昇を示し、呼吸性代謝性 Acidosis の状態にあり、閉胸時に僅かに術前値へ復帰する傾向を示したが、閉胸後 2 時間にも尚呼吸性代謝性 Acidosis を持続した。

2. 第 2 実験に於ては、細動解除時の Hypercapnia を防止し、B<sub>B</sub> の増加を図れば、術中、術後の経過を良好ならしめ得ると考え、人工呼吸を強化すると共に、7% 重曹水の点滴静注を行い、細動解除時の pH は麻酔前値に復帰し、B<sub>B</sub> は増加をみたが、Pco<sub>2</sub> は第 1 実験と略々同様の経過を示し Hypercapnia を示すものもあつた。

3. 第 3 実験に於ては、7% 重曹水の点滴静注を加えるに、より一層人工呼吸を強化して急速な炭酸ガスの排泄を促すため、過換気のために人工呼吸器には往復式を使用し、人為心室細動実験中に於ける重篤な呼吸性代謝性 Acidosis を防止し得、実験経過中の酸塩基平衡は良好であつた。

4. 以上の実験中の死亡は第 1 実験に於て 4 例にみられ、この中、実験手技の拙劣により死亡した 1 例を除いた術中死亡の 3 例では、何れも死亡前測定値は pH 7.10 以下、Pco<sub>2</sub> 60 mmHg 以上、B<sub>B</sub> 37 mEq/L 以下と高度の呼吸性代謝性 Acidosis がみられ、第 2, 3 実験に於ては術中死亡例はみられなかつた。

## 審 査 結 果 要 旨

人為心室細動下心臓内手術に就いては、著者の属する教室より種々の検査成績が発表されたが、著者は人工心肺装置による脳冠灌流を併用しつつ、人為心室細動実験を試み、この時の血液酸塩基平衡障害及びその対策に就いての2・3の成績を報告する。

研究方法： 体重 15 kg 前後の成犬 50 頭を使用、内 23 頭を実験犬、他を供血犬として、人工心には Metal-finger 型、人工肺には Lillehei 型装置を用いて脳冠灌流を行つた。即ち動脈カニューレを右鎖骨下動脈より中枢側に向け、静脈カニューレを奇静脈より右心房内に挿入し、下行大動脈、肺動脈、下腔大静脈を緊縛し、既報の方法にて人為心室細動を惹起せしめ、その間、人工心肺装置により脳冠灌流を行い、3~30 分（大多数は 10~20 分）細動を持続せしめたる後、細動を解除して純酸素人工呼吸を施行した。この実験中、即ち、麻酔前、開胸前、細動解除時、閉胸時、閉胸後 2 時間の 5 回に採血し、動脈血に就いて pH, Pco<sub>2</sub>, B<sub>B</sub> 及び O<sub>2</sub> 含有量を測定した。

研 究 成 績：

1) 第 1 実験として、成犬 10 犬について脳冠灌流併用時の人為心室細動実験に於ては、細動解除時、麻酔前値に比し、pH, B<sub>B</sub> は高度に減少し、Pco<sub>2</sub> の高度上昇を認め、重篤な呼吸性代謝性 Acidosis を示し、閉胸後僅かに麻酔前値へ恢復する傾向を示したが、閉胸後 2 時間にも尚著明な Acidosis を持続した。

猶、脳冠灌流を併用しない従前の人為細動実験時に於ける教室高瀬の酸塩基平衡に関する成績と比較すれば、非灌流例では細動継続時間が 3~4 分であるのに対し、灌流例では 3~30 分と延長しており、従つて血流遮断時間に相違はあるが、灌流例の方が Acidosis はやゝ高度であつた。

2) 第 2 実験として、成犬 8 頭を用い、この呼吸性代謝性 Acidosis に対し、炭酸ガスの排除を図るため、人工呼吸の強化を、B<sub>B</sub> の低下に対しては細動解除直後より 3.7~9.5 mEq/kg の 7% 重曹水投与を行つた。その結果 3.7~4.5 mEq/kg 7% 重曹水投与例では第 1 実験と同様、細動解除後 pH, B<sub>B</sub>, Pco<sub>2</sub> の改善をみながつたが、6.8~9.5 mEq/kg 7% 重曹水投与例では細動解除時の pH, B<sub>B</sub> は増加し、閉胸後 2 時間には略々麻酔前値を維持し得た。併し Pco<sub>2</sub> は第 1 実験と略々同様に 60 mmHg 以上の高値を示すもの多く満足すべきものではなかつた。

3) 第 3 実験とし、成犬 5 頭について 6.5~7.6 mEq/kg 7% 重曹水の投与と共に、人工呼吸器には今迄使用した循環式を廃し、気道低抗の少なく、炭酸ガス吸収能率のよい往復式を用いたところ、細動解除時、pH, B<sub>B</sub>, Pco<sub>2</sub> の変化は僅少で実験経過中、変動は術前値動揺範囲内にあつた。

以上より脳冠灌流併用時の人為心室細動実験中の呼吸性代謝性 Acidosis に対しては、7% 重曹水の点滴静注と共に往復式人工呼吸器による急速な炭酸ガスの排泄が有利であると思われる。