

# 諸種要約下急死の生前経過に伴う 血液性状の変化について

## 1) 血液水分含有量について

東京女子医科大学法医学教室 (主任 吉成京子教授)

酒 井 節 子  
サカ イ セツ コ  
齋 藤 恵 子  
サイ トウ ヤス コ

(受付 昭和 31 年 6 月 20 日)

### 緒 言

生体の機能はその内的環境の安定によつて遂行され、内的環境の恒常維持は体内流体成分の平衡によつて行われていることは周知である。生活体内の流体成分の意義乃至役目は生活栄養成分の補給、酵素やホルモンの給与、又老廃物の搬出を担い、組織内酸化還元作用の触媒作用をなし、生活組織に緊張を与え、その広汎なる所作は細胞膜を透してその内と外に自由に交流し得るところにある。

人体重の70%<sup>1)</sup>が水分からなるところからも之等の意義の大なることが認識される。之等を分類すれば細胞内液と外液とに分けられ後者は更に血漿とリンパ液を含む組織液とに區別されるが、之等の液体は密接に交流することによつて内的環境は平衡を維持されているわけである。

血管内液状成分 11 の増減は細胞外液全体として6~71の増減に相当するものと云われるところから血管内水分の増減は体内の内的環境の変異を知る指針となり得ると考えられる。

血液中の水分の動きは血液喪失に対する組織液の代償、細胞内相及び外相と血管内相との交換、毛細管透過性滲出、塩類及び蛋白質変動に伴う滲透圧の推移等、種々複雑な因子によつてその変化は区々である。

正常時に於ける水分の調整は脳皮質下の水分調節中枢の反射作用を始め、脳下垂体<sup>2)</sup>、甲状腺<sup>3)</sup>、副腎<sup>4)</sup>等の内分泌臓器が関与し、肝臓<sup>5)</sup>は水分貯蔵臓器として注目され、腎臓は水分調節に重要である。

今回諸種要約下における急死の生前血液中の水分の移動乃至変動を検索して、死を招来する如き急激にして過激な外因に対する生体の反応を検索する一端となした。

### 実験項目並びに方法

- 1) 青酸中毒死 0.1% NaCN 溶液 1.5~2.0cc/kg を腹腔内注入。
  - 2) 窒息死 コツヘル氏鉗子にて露出せる気管を閉鎖。
  - 3) 失血死 右側頸動脈に血管カニコーレを連結し他端を開放。
  - 4) ガス中毒死 T字型気管カニコーレにて気管とガス管とを連結してガス栓を開放、気管カニコーレの開放端は苛性カリ溶液中を通して空中に開放した。
  - 5) 火傷死 金属製(厚さ1mm鉄板)の固定台に背位に固定後、固定台下よりガスバーナーにて灼熱。
  - 6) 麻酔死 エーテル滴下吸入麻酔。
  - 7) 溺死 気管カニコーレをもつて高さ10cmのイルリガートルに連結して気道内に水を注入した。
- 動物はすべて 2kg 前後の健康な雄のウサギを使用し、各実験項目ごと、3~5匹づつ実験した。

**Setsubo SAKAI and Yasuko SAITO** (Dep. of Legal Med. Tokyo Women's Medical College): Blood findings on rabbits following various intoxication and asphyxia which caused sudden death. I. Changes in water content of blood.

血液水分含有量測定の方法は黒田氏<sup>6)</sup>硝子毛細管にウサギの右側頸動脈より約50mg採血し、80°Cにて48時間乾燥した。致死迄の時間は4~7分のものを採用した。

実験成績

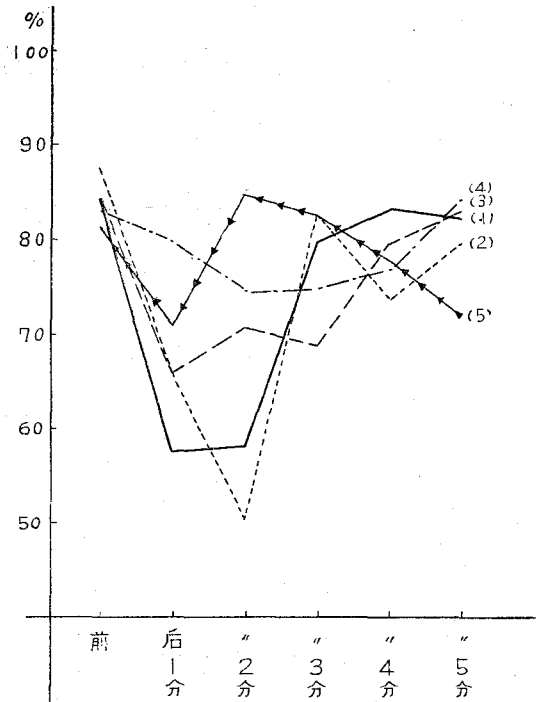
黒田氏法に基づいて測定した血液水分含有量の各種要約下急死の経過にしたがう変化は第1及び第2表の様である。

第1表 緒種要約下急死の経過における血液水分含有量一覧表 %

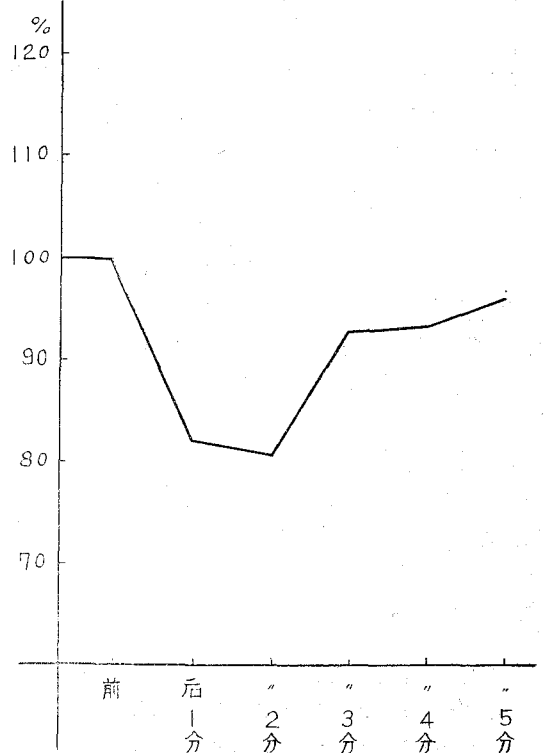
		前	後1分	2分	3分	4分	5分
青 酸	No. 1	84.3	57.5	58.1	79.9	83.4	82.4
	2	87.6	65.6	50.6	82.7	73.6	79.6
	3	84.2	65.7	70.6	68.8	79.6	83.0
	4	83.3	79.9	74.6	74.9	76.8	84.1
	5	78.8	75.6	84.8	82.4	78.1	72.2
窒 息	1	76.6	81.5	72.3	78.7	73.2	75.5
	2	80.7	86.9	84.4	77.2	71.4	71.7
	3	81.5	83.9	88.3	80.6	81.8	62.9
	4	80.5	80.9	79.9	80.2	79.2	79.8
	5						
失 血	1	83.3	81.3	77.1	81.1	88.8	87.7
	2	81.4	81.9	78.3	82.7	82.9	87.6
	3	85.4	80.7	82.6	68.2	71.1	70.1
	4	78.5	80.6	79.0	72.4	82.5	81.3
	5	79.5	82.8	82.0	83.0	81.3	82.8
一 酸 化 炭 素	1	82.0	75.8	89.6	80.2	83.2	79.9
	2	80.9	82.0	80.8	82.0	70.3	75.4
	3	82.2	83.7	78.4	78.3	74.5	71.4
	4	78.4	74.2	82.3	79.6	83.9	88.0
	5	79.1	77.1	72.0	86.6	80.3	
火 傷	1	84.1	81.9	77.1	76.9	75.6	73.6
	2	81.0	94.3	80.5	69.5	67.4	82.2
	3	83.5	68.2	75.8	78.6	81.5	79.2
	4	82.4	67.9	68.6	73.1	75.0	73.2
	5	83.9	98.7	90.7	51.5	71.5	77.5
エ ー テ ル 麻 酔	1	81.5	80.8	83.0	83.0	82.8	82.7
	2	82.6	81.8	86.6	80.0	81.1	80.5
	3	81.6	84.0	87.6	87.7	85.2	82.7
	4	78.9	83.5	84.2	87.8	89.9	92.9
	5	78.9	80.8	76.1	79.2	78.2	87.2
溺 死	1	85.9	83.9	79.3	79.8	80.2	85.2
	2	83.1	86.2	82.6	91.4	84.4	96.5
	3	83.4	74.9	78.6	83.3	79.2	
	4						
	5						

1) 青酸中毒死について：第1, 2図 青酸注射前の血液水分含有量の5例平均値は83.7%を示

第1図 青酸 (実数)



第2図 青酸 (変化率)



第2表 血液水分量平均値並に変化率

			前	後 1 分	" 2 分	" 3 分	" 4 分	" 5 分
青 酸	5 例 平均		83.7	68.9	67.7	77.7	78.3	80.3
	変 化 率		100	82.3	80.9	92.8	93.5	95.9
窒 息	4 例 平均		79.8	83.3	81.1	79.2	76.4	72.5
	変 化 率		100	104.4	101.6	99.2	95.7	90.9
失 血	5 例 平均		81.6	81.5	79.8	77.5	81.3	81.9
	変 化 率		100	99.9	97.8	95.0	99.6	100.4
一酸化炭素	5 例 平均		80.5	78.6	80.6	81.3	78.4	78.7
	変 化 率		100	97.6	100.1	101.0	97.4	97.3
火 傷	5 例 平均		83.0	82.2	78.5	69.9	74.2	77.1
	変 化 率		100	99.0	94.6	84.2	89.4	92.9
エーテル麻酔	5 例 平均		80.7	82.2	83.5	83.5	83.4	85.2
	変 化 率		100	101.9	103.5	103.5	103.3	105.6
溺 死	3 例 平均		84.1	81.6	80.2	84.8	81.3	90.9
	変 化 率		100	97.0	95.4	100.8	96.7	108.1

した。注射前及び注射後の変化を実験各例についてグラフに示すと第1図の様である。第1例と第2例及び第3例とは略類似したカーブを描き、青酸注射後著明に血液水分量は減少を開始し、1分及び2分後の極く早期に最低値を示しついで再び急激な増加を示し、処置前の値よりもやや低い値を示して死に到つた。第4例と第5例とは前3者に比較してその変化が緩徐であるけれども略同様のカーブを描いた。ただ第5例においては処置後5分の血液水分含有量は72.2%まで降下して他の例にくらべ濃縮が著しかつた。

之等の5例平均値について注射前の血液水分量を100として注射後の変化率を示したのが第2図である。本図について見ると青酸注射後変化は1分乃至2分後において深い谷を形成し再び回復の傾向を示すが注射前の値には到らずして死亡した。即ち全経過中濃縮が明らかである。

## 2) 窒息死について：第3, 4図

実験4例について個々の変化は第3図に示した如くである。第1例、第2例、第3例とは窒息開始後血液水分含有量がやや増加するが窒息経過の進行と共に減少が明らかとなり殊に第3例の終末期の血液濃縮は著しい。第4例は極めて僅かな動揺を示し乍ら死に到るまで経過したに過ぎない。

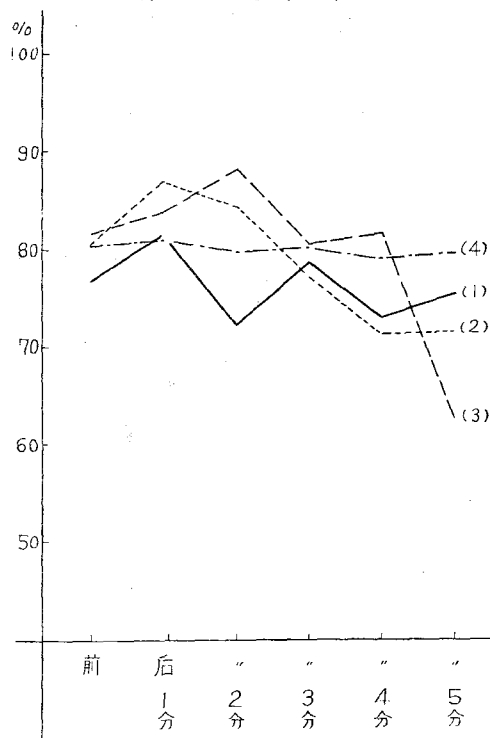
4例平均値について窒息前値を100として表現した変化率は第4図に示した如くである。即ち窒

息後1分では血液中の水分含有量はやや増加したがその後は逐次減少し、終末期には10%の減少即ち濃縮を示した。

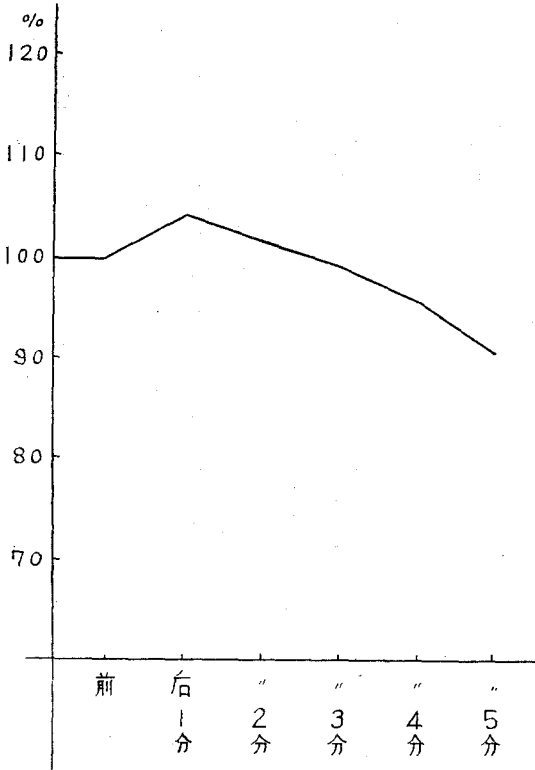
## 3) 失血死について：第5, 6, 7図

実験5例の個々の変化は第5図の様である。即

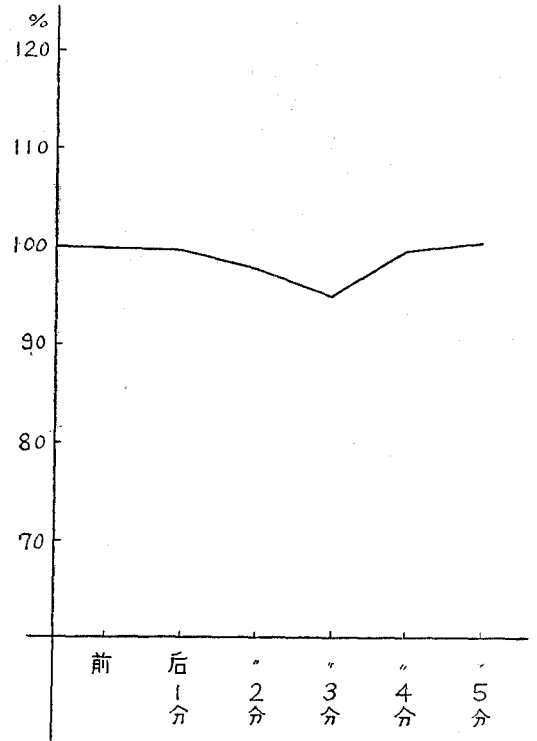
第3図 窒息 (実数)



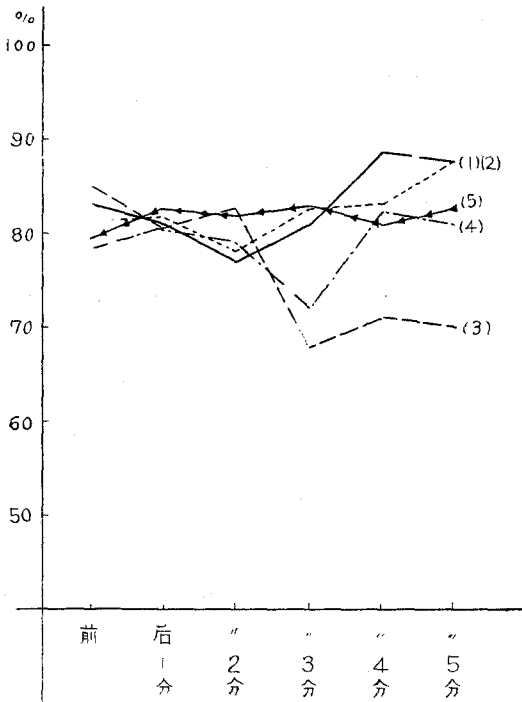
第4図 窒息(変化率)



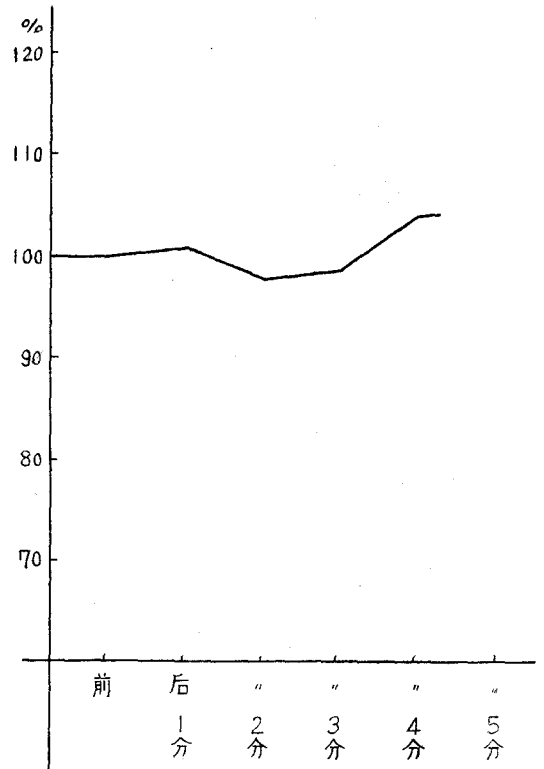
第6図 失血(変化率)



第5図 失血(実数)



第7図 失血(変化率)



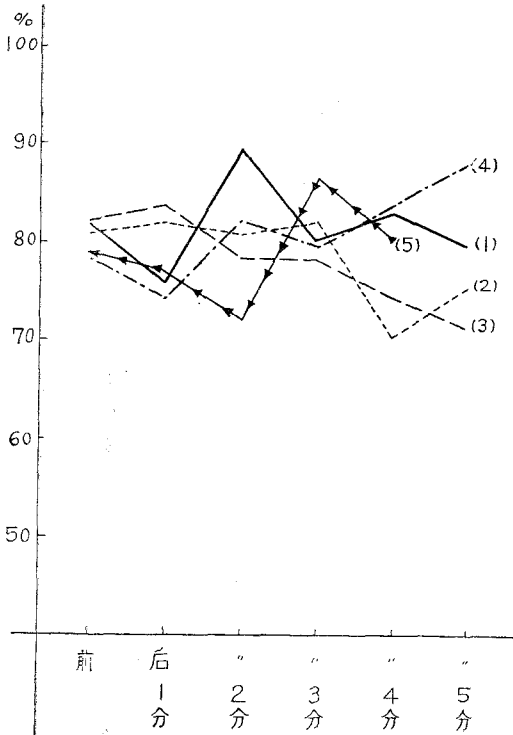
ち第3例を除いた他の4例は失血開始の初期にやや血液水分量は減少を示すがついで増加を示し次第に増加の度は増した。第3例では失血開始後逐次減少を示し、その後半では殊に著しい。したがって第6図における様に5例平均値では変化率は相殺されてあまり特異な変化が認められなかつた。しかし第3例を異例と見做すならば4例平均値についての変化率は失血の経過について血液稀釈が著明となつた。(第7図)

4) ガス中毒死について: 第8, 9図

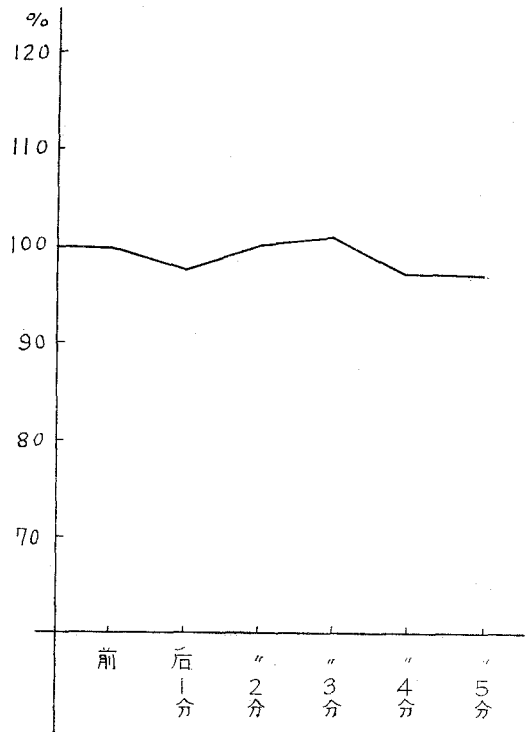
実験5例の各々の変化は第8図の様である。第1例と第5例とは略類似のカーブを描いて最初に血液水分含有量減少を示してからついで著明な増加を示し、再び減少して終つた。但し第5例の最終末期は採血不能であつた為測定をなし得なかつた。第2例は此の変化がやや緩かである。第3例では早期にやや増加を示し逐次減少の一途を辿つた。

第4例では一旦減少した後次第に血液水分は増加し終末期には著明に増量を示して終つた。之等の平均値について変化率を見ると第9図の如くである。即ち早期にはやや減少が目立つが再びやや回復を示し、末期には又やや減少した。

第8図 一酸化炭素(実数)



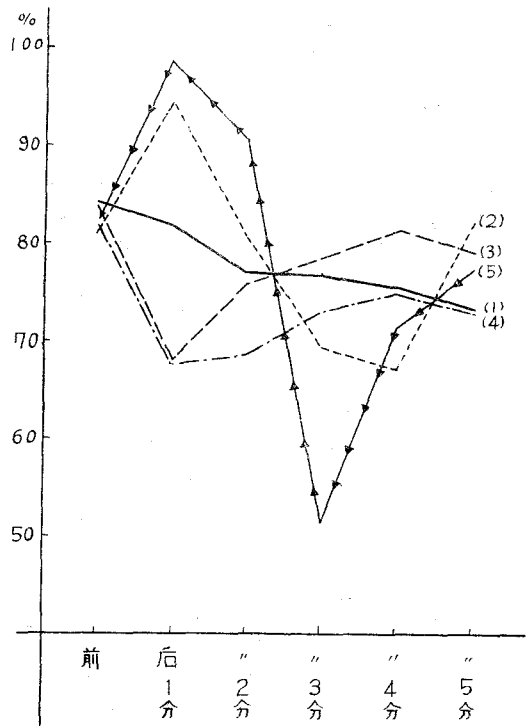
第9図 一酸化炭素(変化率)



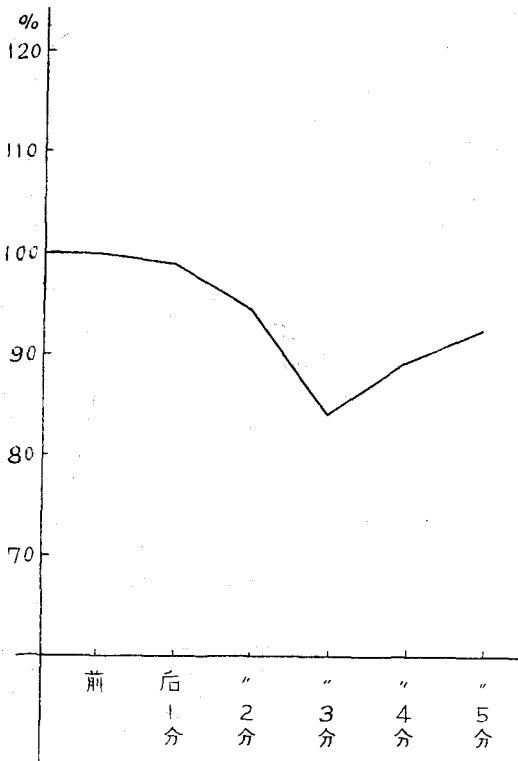
5) 火傷死について: 第10, 11図

第10図について実験各例の変化を見ると、第2

第10図 火傷(実数)



第11図 火傷 (変化率)

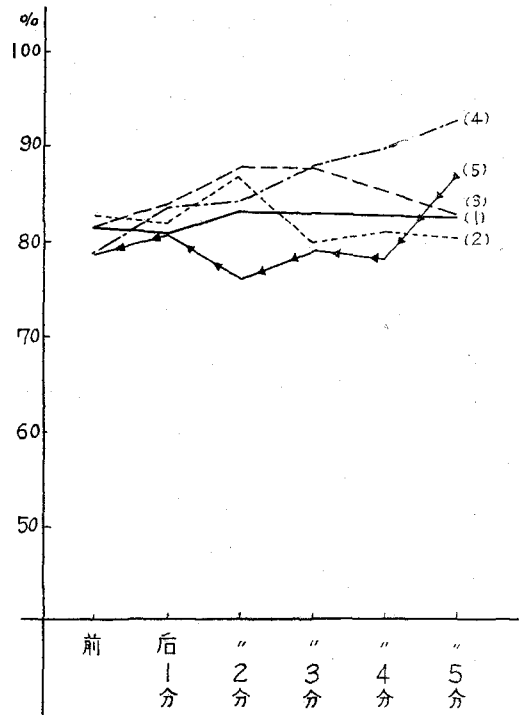


例と第5例とは略類似のカーブを描いたが第5例の変化は極めて急激である。即ちその初期には著しい血液水分量の増加を示し、後半においては著しい減少を示した。火傷開始後3~4分では最低値を示し殊に第5例では3分時に39%の濃縮を示したが以後急激に回復し5分時即ち死直前では約8%の濃縮であつた。第3例と第4例とは略類似したカーブを描いて前二者とは対称的な変化を示した。即ちその早期には著しい減少を示し、後半では回復の徴を示した。第1例は火傷開始後ひたすらに血液水分量は減少の一途を辿つた。以上の実験5例の変化を通覧してその末期にはいずれも血液濃縮が認められた。5例平均値についてその変化率を見ると第11図の様である。即ち前半における変化は変化方向の逆な変化が相殺されてあまり著明な変化として表現されなかつたがその後半における血液濃縮は極めて明らかである。

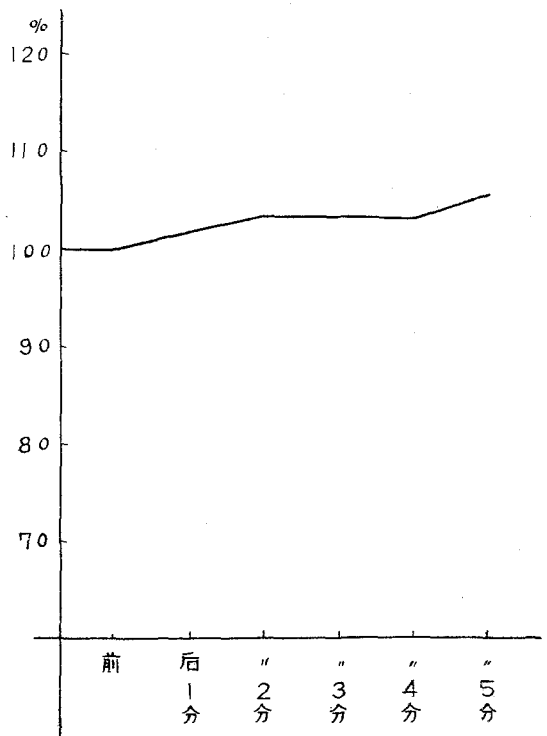
6) 麻酔死について: 第12, 13図

実験例個々の変化は第12図の様である。第2例と第3例は麻酔開始後血液水分量は増加を開始し、2~3分後に最大値を示して再びやや回復の傾向を示した。第4例は麻酔開始後ひたすらに増

第12図 エーテル麻酔 (実数)

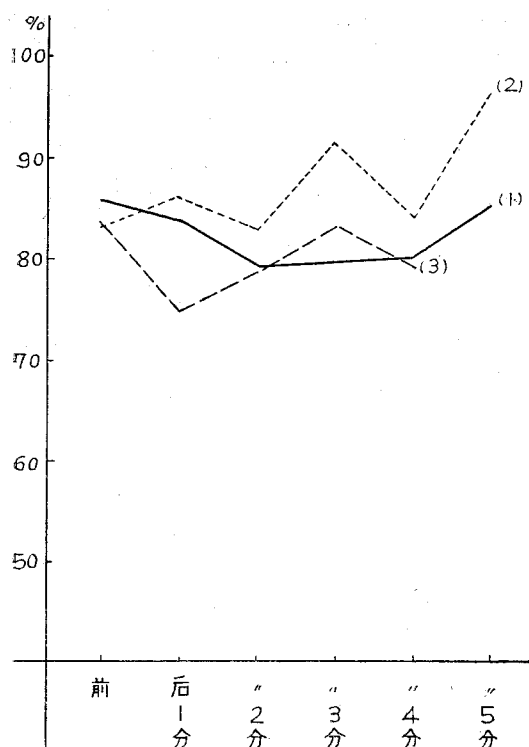


第13図 エーテル麻酔 (変化率)

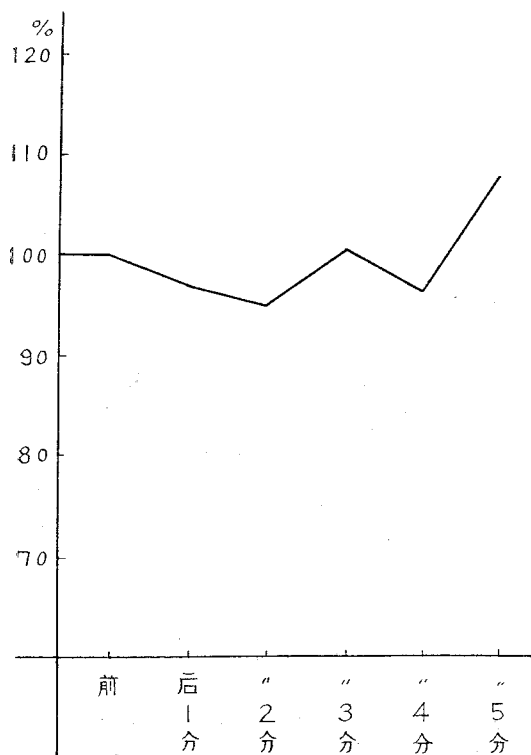


量を示し、5分後においては約17%の増加を示した。第5例は増量と減量とを繰り返えし乍ら遂に

第14図 溺死 (実数)



第15図 溺死 (変化率)



麻醉後5分では11%の血液水分量増加を示して終わった。以上の5例平均値の変化率は第13図の様である。即ち麻醉前よりも血液濃度は濃縮を示すことなく血液水分含有量増加を維持し乍ら死に到つた。

#### 7) 溺死について: 第14, 15図

本項目では実験例数は3例である。

個々の変化を第14図で見ると第1例は一旦減少してから暫く減少を維持し遂に終末期に増大を示した。第2例はチグザグの変化を示し乍ら逐次増大し5分後では血液稀釈は極めて著明となつて死亡した。第3例は初期には急激に血液水分量は減少して再び増加しついで再度減少した。3例平均について変化率を見ると第15図の様である。即ち初期には血液濃縮を、末期には増加即ち稀釈が認められた。

#### 実験成績の小括及び考按

実験成績を通覧すると血液水分含有量減少即ち濃縮を来すのは青酸中毒死、窒息死、ガス中毒死、火傷死であり、血液水分含有量増加即ち稀釈を来すのは失血死、麻醉死、溺死であつた。

之等の急激なる死を招来する如き外因によつて生活体内の内的環境は明らかに変化する。此の内的環境の変化は、之が一次元となつて生体の死を招来したものであるか、又は死に到るまでの諸種機能的変化が水分と配調節を破つたのであるかは未明である。

本実験における血液水分含有量とは詳しく述べるならば、血漿及び血球中の乾燥減量成分のことである。そしてその大部分は水分である。

青酸中毒死、窒息死及びガス中毒死における血液が濃縮することは、幾ばくかの乾燥減量成分が血管外に逸脱した為か、又は相対的に有形成分が血管内に増加した為か、若しくは両者の同時現象の為であると考えられる。窒息時の血液が濃縮することは Ponsold (1950)<sup>7)</sup>の成書にも記載されている事実である。青酸中毒及びガス中毒をも含めた広義の窒息時には組織酸素欠乏乃至アノキシアの状態に対する有効血液の増援が行われた結果、相対的血液濃縮が見られたものと考えられる。したがつて窒息時の血液濃縮はアノキシアに対する適応乃至は代償機能の結果と考えられる。

火傷時における血液濃縮については、福田、横関 (1954)<sup>8)</sup>によれば脾臓剔出によつて影響され

ず、アドレナリン投与によつて抑制されるところから貯蔵血液増員による見掛け上の血液濃縮ではないと述べている。又 Freeman (1933)<sup>9)</sup>によれば交感神経過度の亢奮による細動脈攣縮の結果のアノキシアに基く毛細管障碍に由来すると述べている。又 Phemister (1945)<sup>10)</sup>は火傷局面からの体液喪失を強調している。横関 (1955)<sup>11)</sup>によれば火傷時の赤血球増加の程度は耳静脈、総頸動脈及び股動脈において全く同様に見られると云つてゐる。又火傷の部位並びにその面積の大小には左右されないと述べている。したがつて火傷局面からの体液喪失のみではなくて神経因子が大なる役目を果すものであらうと。

熱傷ショックの本態については極めて多くの研究と考察が行われて来た。

中でも中毒説、神経説、血液濃縮説がある。しかし真意は未だ明らかではない。中毒説、神経説によれば血液濃縮は二次元的現象であり、血液濃縮説によれば火傷(ショック)死は血液濃縮による内的環境の変異によつて招来されたものと解すべきである。

失血時における血液稀釈のデータは杉江 (1950)<sup>12)</sup>、山本 (1943)<sup>15)</sup>等の他西欧のものでは Veil (1917)<sup>14)</sup>、Boycott (1922)<sup>15)</sup>等多数が見出される。瀉血又は失血により失われた血液量に対する代償として組織水分が血流中に浸入することは考察に容易である。宮尾 (1952)<sup>16)</sup>によれば出血ショック末期の循環血量は採血量に比して著明な減少を示したという。したがつて失血ショック時における著明なる相対的ヘモグロビン減少の為組織のアノキシアを招来し、為に新陳代謝障碍を惹起するに到る。

麻酔時における血液が稀釈される事実に対し広瀬 (1953)<sup>17)</sup>によればその麻酔深度に比例し、深麻酔時に無酸素状態にすれば猶一層血液中の水分増加を認めると報告した。エーテル麻酔屍の剖検に際しては林 (1950)<sup>18)</sup>によれば脳髄や脊髄には強い浮腫を認めることが多いと云つてゐる。本実験後ウサギを剖検すると脳の浮腫をしばしば認めることがあつた。麻酔による死は、呼吸中枢麻痺による中毒性呼吸障碍、心臓神経中枢の麻痺、心筋の退行性変化による中毒性心臓機能障碍にもとづくどれかであると林は述べている。エーテルの循環系に対する作用は末梢血管→血管運動中枢

→心臓の順であると熊谷 (1954)<sup>19)</sup>が述べている様にエーテルの血管拡張作用はしたがつて末梢性のものである。即ち毛細管アトニーの結果各処に浮腫又は水腫様浸潤を招き同時に血液はメトヘモグロビン形成の結果暗赤色を呈して組織アノキシアを惹起するに到ると考えられる。この為大脇、水之江他 (1953)<sup>20)</sup>も述べている様に麻酔(ショック)時の循環の集中化並びに血圧下降に対する代償作用として神経反射性、或いは内分泌系統の働き、或いは肝臓、腎臓等の複雑な要約下に血液水分量の増加を来すものと考えられる。即ちエーテル麻酔時の組織中毒性無酸素症に対する代償機能の結果として血液水分量は増加したのと考えられる。

溺死時には左右心臓血液の濃度の相異なることは本邦並びに西欧の諸医学成書に記載されている。本実験の結果は、溺死前半はアノキシアに対する血液濃縮を認め、その後半は溺水侵入により血液の稀釈せるを見た。

以上の各種の急性死における血液水分の変動は、増加するものと減少するものとの所見を得た。一般に急死死体の血液は流動性であると云われているが、血液の流動化と血液水分量との関係は有るのであろうか、又は無いのであろうか。又血液水分量の変動と諸種物質代謝との関係は如何様であらうか。猶研究を続行したいと思つてゐる。

## むすび

諸種要約下急性死の生前における血液水分含有量の変化を黒田民法に基づいて測定したところ血液濃縮を来すのは青酸中毒死、窒息死、ガス中毒死、火傷死であつた。血液稀釈を来すのは失血死、麻酔死、溺死であつた。

本実験は各種の急激に惹起される死のメカニズムに対する考察の一端として今後猶研究を続行する意図のもとに行つたものである。

稿を終るに際して御指導と御校閲をいただいた吉成教授に心から感謝申し上げます。

## 主要文献

- 1) 加藤勝治, 福武勝博: 生理学講座, 8 (1), 83 (1950)
- 2) 山本 力: 大阪医学会誌, 42, 1281 (昭18)
- 3) 山本 力: 大阪医学会誌, 42, 980 (昭18)
- 4) Gaunt Birnie & Eversole: Physiol. Rev. 29,



- 281 (1949)
- 5) 山本 力: 大阪医会誌, **42**, 687 (昭18)
  - 6) 黒田嘉一郎: 日新医学, **35**, 88 (1948)
  - 7) Ponsold, A: Lehrbuch d. gericht. Med. 189 (1950)
  - 8) 福田篤郎, 横関珠治: 日本生理誌, **14**, 542(昭29)
  - 9) Freeman, N.E.: Am. J. Physiol. **103**, 185 (1933)
  - 10) Plemister, D.B.: J.A.M.A. **127**, 1109(1945)
  - 11) 横関珠治: 日本生理誌, **17**, 345 (昭30)
  - 12) 杉江三郎: 日外誌, **51**, 76 (昭25)
  - 13) 山本 力: 大阪医会誌, **42**, 1055 (昭18)
  - 14) Veil, W.H.: Erg. inn. Med. **15**, 140 (1917)
  - 15) Boycott and Price-Jones: J. Path. **25**, 335 (1922)
  - 16) 宮尾直哉: 日外誌, **53**, 159 (昭27)
  - 17) 広瀬善哉: 四国医誌, **4**, 195 (昭28)
  - 18) 林 一郎: 手術と麻酔, 244 (昭25)
  - 19) 熊谷 洋: 最新麻酔学, 131 (昭29)
  - 20) 大脇義人, 水之江幸男, 小野彦二, 持田虎雄, 榎本 亨: 麻酔, **2**, 97 (昭28)