

Vol. 13, No. 5

May 1951

JOURNAL OF THE PHYSIOLOGICAL SOCIETY OF JAPAN

日本生理學雜誌

第 13 卷 第 5 號

昭和 26 年 5 月 25 日發行

編 集 幹 事

浦本政三郎・久保盛徳・坂本嶋嶺・鈴木正夫

戸塚武彦・林 謙・福田邦三

原 著

李 鐘 晚：各種脊椎動物の正常血液凝固時間に就いて.....	221
市岡正道 いわゆる IRRESPONSIVE PERIOD に就いて.....	224
福場友重：動脈の弾性組織に就いて.....	230
福場友重：動脈の筋量に就いて.....	237
近内康夫：労働作業の味覺に及ぼす影響に就いて(第1報).....	243
西澤一男：肢誘導に於ける短絡の影響.....	246
藤澤正輝：溶血に關する研究.....	260
附：日本生理学雜誌投稿規定.....	272

日 本 生 理 學 會

略名・日本生理誌
Nihon Seiri. Z.
J. Physiol. Soc. Jap.

★ 萬有の医薬品 ★

肺炎・梅毒・淋病・化膿性疾患

ペニシリン

油性・水性・軟膏・錠劑
結晶G・ミックス・鹽坐藥

結核化學療法劑

ジュンパス

(P A S)

驅 梅 劑

ネオエーラミゾール

靜脈注射劑

肝臟障害・解毒劑

パンチオニン

メチオニン

驅 梅 劑

ミオエーラミゾール

筋肉注射液

神経痛・ロイマチス

ギトーザン

キノフェン注射液

驅 梅 劑

オスワルサン

内服606號

局所麻酔劑

バンカイン

鹽酸プロカイン



Banyu

東京・大阪 萬有製藥株式會社 岡崎・札幌

神経痛・リウマチスに...

相乗作用の素晴らしい効果!!

今話題の.....自律神経遮断劑

テブロン-R

▽ 疼痛の反射の連鎖を遮断し、交感神経切除術時に於ける如き鎮痛作用を呈す

▽ T・E・A・B單味大量投與に勝る効果を有し且つこれに見られる危険性なし

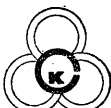
〔適應症〕 神経痛、リウマチ、腰一背痛症、特發性脱臼、帶狀疱疹、レイノー氏病
閉塞性動脈炎、狭心症の疼痛、胃痙攣、胃、十二指腸潰瘍の疼痛

▽ T・E・A・Bとレスタミンの任意混合使用法

T・E・A・Bとレスタミン テブロンコーワとレスタミンコーワ
との比を変えて用ひたい時は

を任意の割合に用時混合使用して下さい。ただしT・E・A・Bは一回
300mg、1日600mg、レスタミンは一回30mg、1日60mgを越えぬ程度で

(文獻附号)



興和化学

製造元 興和化学 販賣元 中村瀧商店 東京・日本橋・本町三ノ五

各種脊椎動物の正常血液凝固時間に就いて 612.115

On the Clotting Time of the Blood of Various Vertebrates.

李 鐘 晩 (Ri Sho-Man)*

動物の正常凝固時間は動物種族に依つて異なるのみならず、血液凝固測定の方法にも依存する。そこで此處には吾々の用いる福田、早瀬の血液凝固測定法(Abe, 1)を以て、一般に使用される2, 3の実験動物の正常血液凝固時間を測定し記録にとめることにする。

実験方法

血液凝固測定法は、福田教授及び早瀬氏の考案に依る凝固計(福田、早瀬 2)を用い、恒温動物に就ては38°Cの恒温装置の中で測定し、変温動物は23乃至26°Cの室温で測定した。実験動物としては、変温動物と恒温動物の中で次の様なものを用いた。

(A) 変温動物 1) 海水産のウナギ亞目(ジャウナギ, 百日ウナギ), 2) 淡水産のウナギ亞目(ウナギ), 3) 海水産の骨鰻亞目(シイラ, ブダイ, カサゴ, アカテモロ, ハタ), 4) 兩棲類(ヒキガエル)。

(B) 恒温動物 人, 犬, 家兎, 天竺鼠, 白鼠, 二十日鼠, 鶏。

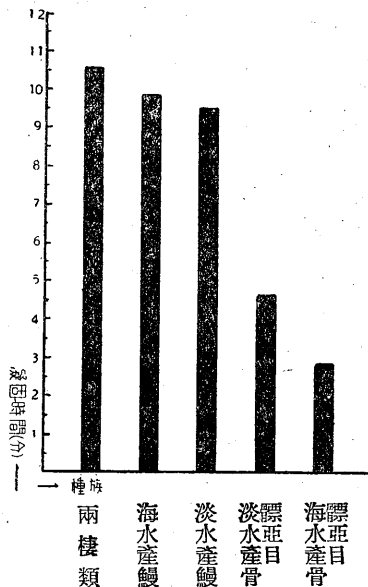
採血は変温動物に就ては、心臓を露出し、心尖部から穿刺して心室から採血したのであるが、斯くすると硬骨魚類の大部分及びヒキガエルに於て持続的に5~10回採血して測定する事が出来た。心臓を露出する際に血管を損傷する事に依つて失血を起さない様に特に用心して行つたのは勿論である。

恒温動物の採血に就いては人及び犬は肘静脈から行い、家兎は耳静脈又は頸静脈から、天竺鼠、白鼠、二十日鼠は心臓穿刺に依つて採血した。二十日鼠は採血量が0.5cc以下なる場合が多く、測定に多少の困難を伴つた。家鶏に就いてはレグホン種の雌雄鶏を使用し、頸静脈から採血した。

実験成績

(A) 変温動物(第1図参照)。

実験動物として海水産の魚類は東京湾に於いて捕つたものに就いて行い、淡水産のは川口市附近で捕つた自然産のものを用いた。海又は河川から捕り挙げた後直様に海水或は淡水中に浸し入れて、なるべく実験時迄正常な生理的狀態を保つ様用心して取扱つた。



第1圖 変温動物の血液凝固時間

硬骨魚類

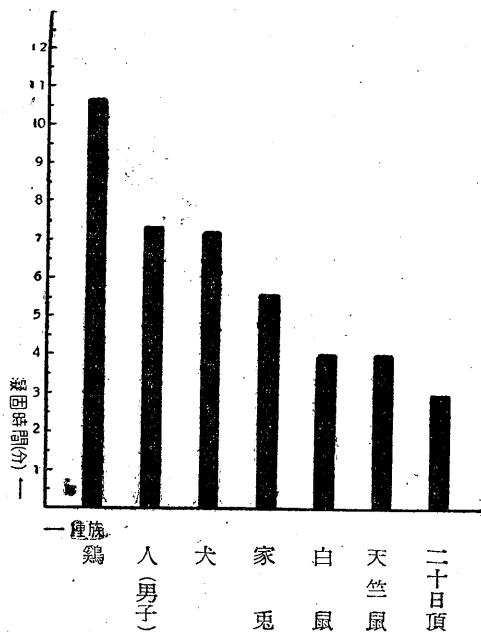
中海水産ウナギ亞目に属するジャウナギ, 百日ウナギに就いては前者は2例, 後者は3例に於いて9m00sから10m40sの間の凝固時間を現わし、其の平均値は9m54sを示した。淡水産ウナギに就いては8例に於いて7m50sから10m50sの間の血液凝固時間を示し、平均値は9m33sを示した。海水産骨鰻亞目に属するシイラ1例, ブダイ4例, カサゴ2例, アカテモロ2例, ハタ1例の全体を通じて、1m40s乃至其の平均値は2m54sを現わした。

* 東京大学医学部生理学教室

淡水産骨鰭亞目に就てはナマズ 4 例に就いて 2m20s 乃至 6m40s 平均値は 4m40s を示した。此處に述べた実験例以外の例に於いてシイラ 1 例 百日ウナギ 1 例、淡水産ウナギ 2 例に於いて、1 時間以上も凝固時間の遅延を示すものがあつたが、此等の場合は海水又は淡水中から空気中に取り出して比較的時間が長く経過したもので、上述の本実験例に於ける動物の置かれた条件と異なるので此處には除外した。なお兩棲類中ヒキガエルは 10 例に於いて平均値は 8m55s を示した。

(B) 恒温動物 (第 2 図)

人に就いては 20~40 才の男子 10 例に於いて其の正常血液凝固時間を檢べた。其の平均値は



第 2 図 恒温動物の血液凝固時間

7m23s. 犬に就いては 10kg 内外のものを用い実験例は 7 例で、其の平均値は 7m21s である。家兎に就いては 38 例、天竺鼠は 9 例、白鼠は 10 例、二十日鼠は 7 例に就いて檢べたのであるが、其の正常血液凝固時間の平均値は夫々家兎は 5m35s、天竺鼠は 4m01s、白鼠は 4m02s、二十日鼠は 2m58s であつた。二十日鼠に就いては体重小さく採血に困難を伴つた爲め、1 回測定に供する血液の全量 1cc を取るのが困難であつ

たので約 0.5cc の血液で測定したのであるから他の動物の実験の場合とは条件がそれだけ異なるを免がれなかつた。鶏に就いては 9 例に於いて平均値は 10m40s を示した。しかし、家鶏に於いては其の正常血液凝固時間に個体差が非常に大きく、5m30s から 22m00s 迄の間の動搖を表わし、正常血液凝固時間が非常に不安定であつた。

總括及び考按

以上の成績を一括して考えると、変温動物に於いては兩棲類と海水及び淡水産のウナギ亞目に属する硬骨魚類とは其等の正常血液凝固時間の平均値が大方近似した値を示しているし、骨鰭亞目に於いては海水産のとの間に其等の凝固時間の平均値が約 2 分程度の差異を示してはいるが、上述の兩棲類及びウナギ亞目の其等と比較したら約 5 分程度の差異を現わし、前者が後者の約 2 倍の値を示している。又上に述べた様に本実験例以外の少数例に於て、ウナギ亞目に於いても骨鰭亞目に於いても血液凝固時間が 1 時間以上も遅延するを見たのであるが、水棲の魚類を空気中に長時間放置して窒息の状態を続けた場合であるから同一に語るわけにゆかない。しかし、魚類の実験に當つては一般に約 10 分以上空気中に放置したので多少とも窒息状態を免がれなかつた。しかし、多くの例に於て持続的に採血して測定しつゝ、実験開始して約 30 分経過して動物の心臓搏動が停止するに到つて実験を中止したのであるが、大多數に於いては初期の採血と後期の採血との間に凝固時間は余り変化を示さなかつた。上述の様に血液凝固時間が 1 時間以上も遅延する場合は水中から空気中に挙げて暫くして搐搦様痙攣を起したものが大部分であつたのが特に注目値する。沖 (3)、Fonio (4) 等の報告を見ても人の窒息死血が流動性を保つことは知られているが、石川は動物の窒息死血は流動性を保たないと云い。著者の実験 (未発表) に依つて犬及び家兎の窒息死血は凝固時間が正常のそれと余り変らなかつた。兎に角魚類に於て実験中屢々長時間不凝固性の血

液を得ると云う事実は確かであるが、其本態に就いては今後の研究にまたなければならない。

鳥類に就いては正常血液凝固時間が不安定であつたが、Quick (5) は thromboplastin の添加に依つて略一定の凝固値を得ると云う。之を事実とするならば、鳥類の血液中で thromboplastin の成因をなす血小板の破壊率が比較的に小なる爲め、採血に要する操作のみでは場合に依つては血小板が少く破壊されて thromboplastin の生成が減少して正常血液凝固時間が非常に不安定に表われるのではないかと思われる。人及び犬に於いては略同一な平均値を示しているし、天竺鼠、白鼠、二十日鼠の間にも略同一な平均値を現わしたが、前二者と後四者との間の関係を比較すると、約3分程度の差異を示し、家兎の正常凝固時間は其等の中間値を示している。鳥類を除いては体形の大なるものから小なるものへ段々と血液凝固時間が短縮する傾向を示しているのが認められる。

要 約

吾々の用いる福田、早瀬型血液凝固計で測定した各種脊椎動物の正常血液凝固時間の平均値は次の通りである。

(A) 変温動物

種 族 名	平 均 値 (完全凝固時間) min sec
1) 兩棲類 (ヒキガエル)	8.55
2) ウナギ (海水産)	9.54
3) ウナギ (淡水産)	9.33
4) 骨鰭亞目 (海水産)	2.54
5) 骨鰭亞目 (淡水産)	4.40

(B) 恒温動物

種 族 名	平 均 値 (完全凝固時間) min sec
1) 家鶏	10.40
2) 人	7.23
3) 犬	7.21
4) 家兎	5.35
5) 天竺鼠	4.01
6) 白鼠	4.02
7) 二十日鼠	2.58

擧筆に臨み、終始御懇篤なる御指導と御校閲の勞を賜つた恩師福田邦三教授に對して、満腔の謝意を表する。

文 献

- 1) Abe, S. (1936) Nagoya J. Med. sci. 10, 310
- 2) 福田邦三・早瀬正香 (1934) 愛知醫會誌 41, 712
- 3) 沖 利雄 (昭和7年) 福岡醫大誌 27, 1805
- 4) Fonio, A. (1928) Handb. d. norm. u. pathol. Physiol. Bd. 6. 356
- 5) Quick A. J. (1940) Am. J. of physiol. 131, 455

Summary

With a model of Hukuda-Hayase's coagulometer, normal clotting time was determined in several species of vertebrate animals. The result is listed below.

Poikilotherms:

Animal	Averages of complete coagulation time
Japanese toad	8min : 55sec
Common eel from sea water	9 : 54
Common eel from fresh water	9 : 33
Teleost (Ostariophysi) from sea water	2 : 54
Teleost (Ostariophysi) from fresh water	4 : 40

Homoiotherms:

Animals	Average of complete coagulation time
Fowl	10 : 40
Man	7 : 23
Dog	7 : 21
Rabbit	5 : 35
Guinea-pig	4 : 01
Rat	4 : 02
Mouse	2 : 58

(Department of Physiology, Med. School Univ. of Tokyo)

いわゆる IRRESPONSIVE PERIOD に就いて 612.816.5

On the So-called "Irresponsive Period"

市 岡 正 道 (Iohioka-Masamichi)*

I. 緒 言

Lucas (1) は筋に連続2回の刺激を與える場合、第一刺激の絶対不應期直後若干時間の間は第二刺激の時点をかえても第二興奮生起の時点が同一であることを実験し、不應期がすぎて興奮生起が可能となつても尙其の生起に著しい潜伏期の如きものがあると考え、そのような2つの刺激の間隔を“irresponsive period” (以下 irr. p. と略記する) と名付けた。之に対し Samojloff (2) は之を追試しそのような period は存在しないと反駁した。之等は骨格筋について調べられたが、神経については Gotch (3) が実験を行い、irr. p. はみられるがそれは 3°C 以下という低温の場合に限り、それより高い温度ではみられないと発表した。Lucas (4) は更に神経についても研究を行い、自己の実験と、Gotch の実験の data を整理した結果とより、神経にも 3~8°C の範囲で irr. p. が存在すること、その period の長さは温度が高くなるにつれて短くなること、12°C になるとその存在が疑わしくなると結論した。尤も彼は將來この現象が解明される迄、irr. p. というが如き特別な名稱を用いない方がよいのではないかと云っている。Forbes 等 (5) は神経で 20°C 前後、傳導距離 30mm 位で Lucas が神経筋標本でみたような関係、即ち刺激間隔が極めて短くなると第二興奮の生起の時点が非常におくれるのをみ、irr. p. の如きものはみられないといつたが、Gasser 等 (6) は Forbes 等のみたような関係は 1 例しかみられなかつたといつて Forbes 等の所見に反対している。

とまれ、この問題を論ずる場合、先づ考慮しなければならないことは不應期に於ける神経傳

導速度である。即ち相對不應期に加えた刺激によつて起る次正常興奮の速度は正常興奮の速度とは等しくないから、傳導するに従い先行する正常興奮との距離の間隔並びに時間間隔が変化してゆくであろうと豫想される。今神経の一点の興奮は次の一点に対して刺激としてはたらくとする素朴的な考えで考察しよう。次正常興奮の速度が正常興奮のそれに劣る事より、それがある距離を進めば2つの興奮の時間間隔は刺激点に於ける刺激間隔よりも長くなるのであろう。之をこの点に於いて新たにこの長くなつた時間間隔で刺激が加えられたと見做すことができる。然らばその後はこの刺激間隔に規定された速度によつて次正常興奮が進行し、従つて更に時間間隔が変化し、又之に伴つて速度が変化する。かくして兩者兩々相携えて興奮傳導の様相が傳導と共に変化するのではないか、然らば遠く傳導すればする程変化の結果は著しくなるのではあるまいかと考えられる。依つて著者は Lucas や Forbes 等と同じく刺激点から遠近距離を異にする2点に於て神経の活動電位 (以下 A. P. と略記する) を記録し、以て irr. p. を再検討せんとしたのである。

II. 実験方法*

蟾 (Bufo Vulgaris) の坐骨-脛骨神経を切り出其中樞に銀線の刺激電極をあて、刺激にしは衝突接触 (所謂 Punktkontakt) 法 (7) によつて極めて持続の短い直流刺激を加えることとし、刺激間隔は Helmholtz の振子を用いて調整した。刺激強度は A. P. を目標とし、極大刺激以上のものを用いたが余り強すぎるものを避けるように注

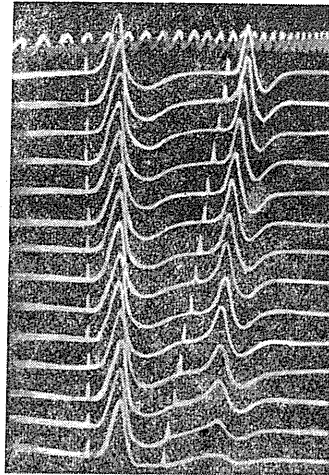
* 東京醫科歯科大学生理学教室

* 本實驗は著者が東大生理学教室にて研究に行つたものである。

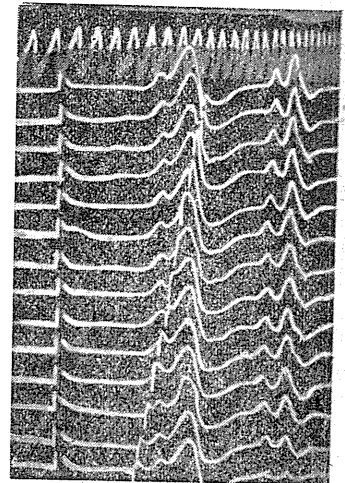
意した。生起した A. P. を誘導する一対の銀線電極は刺激部より遠近 2ヶ所にあて、増幅器を介してブラウン管オツシログラフに導き、35mm フィルムに撮影記録した。傳導時間はこのフィルムについて A. P. の起始点及び頂上を目標にしてコンパレーターで計測した。計測の誤差は $\pm 2\%$ 以下であつた。

Ⅲ. 実験成績

得られたオツシログラフの内代表的の 1 例を第 1, 第 2 図に示す。前者は傳導距離 21.5mm 後者は同じく 87.5mm (但し別



第 1 圖
傳導距離 = 21.5mm
時尺 = 1msec
13.3°C



第 2 圖
傳導距離 = 87.5mm
時尺 = 1msec
12.9°C

D = 21.5 mm			D = 87.5 mm		
t	θ	θ'	t	θ	θ'
m sec	m sec	m sec	m sec	m sec	m sec
3.99	7.99	7.99	4.09	12.92	13.50
4.45	7.86	7.99	4.38	12.85	13.78
4.75	7.99	8.15	4.85	12.92	13.27
5.11	6.32	8.15	5.10	12.50	13.27
5.56	6.60	8.23	5.55	12.78	13.27
5.93	6.93	8.51	5.90	12.78	13.27
6.21	7.01	8.75	6.18	12.50	13.50
6.65	7.52	8.99	6.54	12.92	13.64
6.91	7.74	9.23	6.99	13.27	13.92
7.13	8.01	9.52	7.32	13.09	14.09
7.66	8.37	9.86	7.86	13.50	14.27
8.01	8.82	10.15	8.15	13.78	14.64
8.37	9.17	10.75			
9.01	9.40	10.80			

第 1 表

D = 16 mm			D = 85.0 mm		
t	θ	θ'	t	θ	θ'
m sec	m sec	m sec	m sec	m sec	m sec
3.40	5.70	3.54	12.24	12.85	
3.86	6.18	3.76	11.87	12.63	
4.00	6.28	4.16	11.94	12.76	
4.24	6.52	4.91	11.52	12.42	
4.35	6.65	5.35	11.81	12.90	
4.53	6.78	5.80	11.94	12.90	
4.63	6.88	5.97	12.00	12.90	
4.74	6.78	6.43	12.24	13.07	
4.87	6.83	6.86	12.33	13.36	
5.08	6.88	7.36	12.52	13.73	
5.31	6.94	7.56	12.90	13.76	
5.45	7.00	8.05	13.16	13.98	
5.60	7.12				
5.68	7.26				
6.00	7.60				
6.05	7.68				
6.42	7.83				

第 2 表

D = 16 mm			D = 85.0 mm		
t	θ'		t	θ	θ'
m sec	m sec		m sec	m sec	m sec
3.53	6.14		3.81	11.78	12.29
3.70	6.29		3.89	11.52	12.09
3.91	6.40		4.15		12.29
4.08	6.54		4.76		12.09
4.29	6.76		5.05		12.09
4.54	6.69		5.50		12.09
4.69	6.84		5.94		12.39
4.84	6.84		6.13	11.41	12.29
5.07	7.02		6.49	11.78	12.70
5.18	7.07		6.79	11.92	12.70
5.40	7.24		7.24	12.09	12.91
5.54	7.24		7.65	12.74	13.38
5.84	7.50		7.98	12.92	13.72

第 3 表

D = 21.5 mm			D = 87.5 mm		
t	θ	θ'	t	θ	θ'
m sec	m sec	m sec	m sec	m sec	m sec
4.30			5.13	13.61	14.49
4.55		8.59	5.58	13.49	14.49
4.85		8.18	6.02	13.49	14.61
5.03	6.78	8.18	6.41	13.61	14.49
5.54	6.99	8.47	6.72	13.38	14.61
5.89	7.11	8.64	7.16	13.61	14.89
6.18	7.24	8.85	7.72	13.74	15.05
6.65	7.57	9.17	8.07	13.89	15.23
6.94	7.87	9.25	8.25	14.03	15.35
7.32	8.24	9.85	8.52	14.49	15.46
7.65	8.39	9.90			
8.15	8.78	10.25			
8.39	9.18	10.45			
8.65		10.72			

第 4 表

D: 刺激点-誘導点間の距離。t: 刺激時間々隔。 θ : 第 2 興奮活動電位の傳導時間を電壓起始点を目標として測る。 θ' : 第 2 興奮活動電位の傳導時間を電壓頂点を目標として測る。(各表とも同じ)

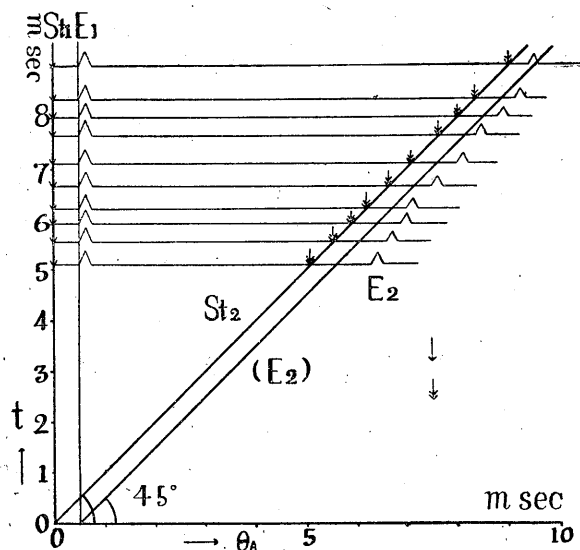
の標本である) の点でえられたものである。2つの刺激間隔と第二興奮の傳導時間とを計測した例を示すと第1~4表の如くであつて、刺激間隔を縦軸に、傳導時間を横軸にとつて之を図示すると第3図の如くなる(但し A. P. の頂点で測つたものはかいてない)。図は刺激間隔-A. P. 生起時点の關係を示すのでその縦軸に刺激間隔をとり横軸には第一刺激点を0として A. P. 生起の時点をとつてある。同図Aは刺激点より 21.5mm 離れた点で、Bは刺激点より 87.5mm 離れた点で A. P. を記録した場合であ

る。第一興奮の傳導時間は同じであるから第一の A. P. は横軸に垂直な直線上に縦に並び、各刺激間隔に應じ第二の A. P. が夫々の水平線上の右方に記されている。例えば刺激間隔 5.1 msec で第一の A. P. は第一刺激後 0.5 msec 後に生起し、第二の A. P. は 6.3 msec 後に生起する。第二刺激の時点は0を通る 45° 傾いた直線と各水平線との交点にあるから、若しも第二の A. P. も正常速度を有するならその生起時点は第一 A. P. と同じ傳導時間だけ右にすれた 45° 傾斜線(E_2)の上にある筈であるけれども、實際は第

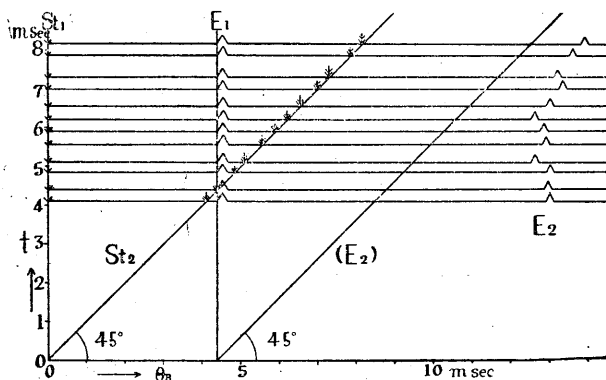
二興奮は次正常の速度なるが故にそれはかゝる 45° 傾斜線上にはなくて、それより右方に現われて図のようになる。それはこの 45° 線との水平距離が刺激間隔が長い程小となつて遂に漸近線的にこの直線に接近してゆく曲線である。かゝる水平距離が夫々の刺激間隔に対する次正常興奮の“時間のおくれ”を示すものとなる。第3図Bは刺激点より 87.5mm 離れた点の場合であつて、次正常生起曲線は著しく変貌し、図の下方に垂直な部分が多くなりその部が上にゆくと急に曲つて上方漸近線の方につづいている。この垂直な部分に相當する刺激間隔(図では 1 msec)が所謂 irr. p. である。即ち傳導距離が短い時にはそれが認められず、距離が長い時には Lucas のいう irr. p. と同じようなものがみえる、然も之は Gotch の云うような低温度でなくともみられることを知るのである。

IV. 考 察

1. 從來の研究を回顧するに、Lucas (4)は筋より約 1cm はなれた神経の部分に感應電撃を與え、筋の A. P. の起始点を目標にして論じて居り、従つて之を直ちに本研究と比較することは當をえない。又 Samojloff (2) も筋について研究しているが、その實驗條件が明らかでなく、温度、傳導距離等の記載がない Gotch (3)は



第3圖A 刺激間隔と第二興奮の傳導時間(近距離誘導)
t: 刺激間隔, St_1 : 第一刺激, St_2 : 第二刺激, θ_A : 傳導時間,
 E_1 : 第一興奮, E_2 : 第二興奮(次正常)
(E_2)は第二刺激のみが單獨に與えられた場合の正常興奮生起を示す線。



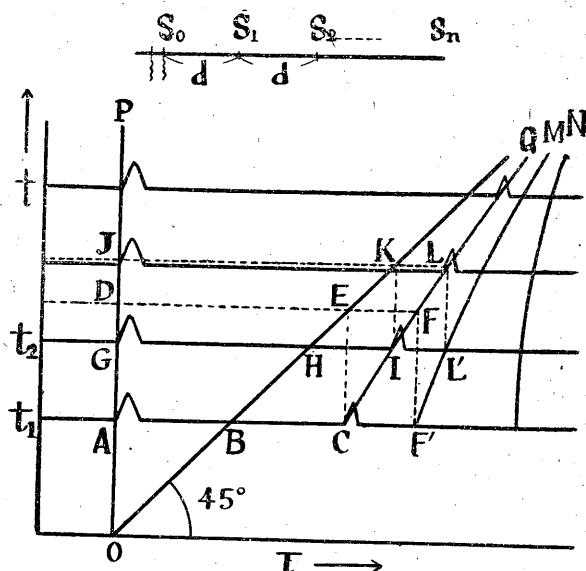
第3圖B 刺激間隔と第二興奮の傳導時間(遠距離誘導)
 θ_B : 傳導時間, 其他の符號は第3圖Aと同じ

蛙の神経を用いたから、傳導距離は高々 20~25mm にすぎなかつた。然るに著者は既に述べたる如く、傳導距離を大とし、傳導中に於ける 2 つの興奮の間隔の変化を追究したるに、傳導距離を大きくすることによつて所謂 irr. p. と云ふ可きものを認めたのである。然し乍ら、irr. p. なる語は宛も興奮がその発足点附近で或る期間足踏みしたる後出發するが如き印象を興えるが、次に述べる考察によればそれはたゞ発足点附近で低速度に傳導する結果と考える方が自然である。即ちかゝる irr. p. と稱するものは見掛上のものにすぎず、實際は遠距離傳導によつて短い興奮間隔が次第に擴がり、一定の間隔になる傾向がある結果とみられるのである。温度が高ければ irr. p. が見られず、温度が低ければ傳導距離が短くとも irr. p. が認められるとは、緒言に記したる如く

Gotch (3), Lucas (4) の主張するところであつて低温に於ける速度の低下は常温に於ける長い傳導距離の場合と同様な結果を來すであろうし、低温に於ける不應期の延長は次正常の程度を著しくする傾向を持つてであろう故に、速度と不應期の温度係数が甚しい懸隔を持たざる限り、室温に於て irr. p. を認めずして低温で irr. p. を認めたという事實は傳導の事情を考察することに依つて容易に期待し得るところである。

2. 2 つの興奮の時間間隔と次正常興奮の速度とが相携えて変化することは緒言に於て豫期したところであつて、同一刺激間隔でも誘導距離により興奮間隔が異なるという実験成績は一應之に一致する事實であるが、更に之に関して考察を進めることができる。第 4 図に於て S_0 を刺激点、 $S_1, S_2, S_3, \dots$ を S_0 から等距離 d mm 宛はなれた点とする。今 $t_1, t_2, t_3, \dots$ msec の間隔で S_0 に二重刺激を加えた場合、 S_1 点に於ける前後の A. P. の間隔は著者の実験から $\tau_1 = AC$, $\tau_2 = GI, \dots$ 等であろう (Q 曲線)。

次に S_1 点に於て $t = AC$ の間隔で刺激されたならば次の d mm を傳導して S_2 に達する場

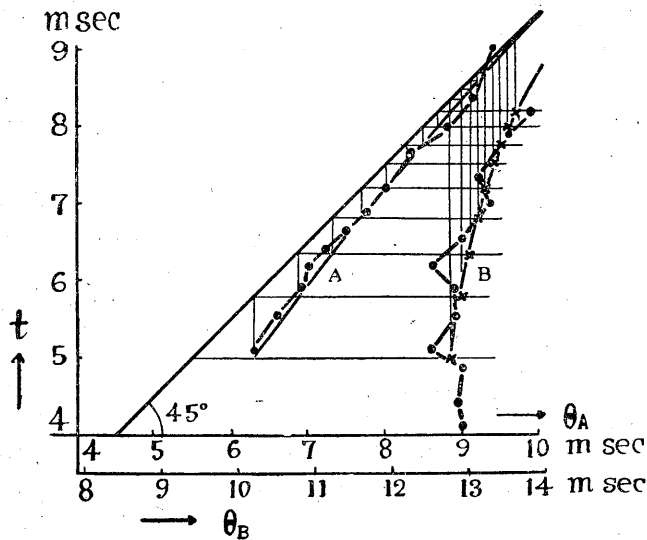


第 4 圖 刺激間隔と興奮間隔

$S_0, S_1, S_2, \dots$ は神経上等距離の点で S_0 を刺激点とする
 t : 刺激間隔, τ : 興奮の間隔
 $Q, M, N, \dots$ は $S_1, S_2, \dots$ に於ける興奮間隔をあらわす線, 説明在本文

合の興奮間隔 τ_1' は如何と考えるならば、 τ_2 msec を縦軸 OP 上にとつて (OD), D を通る水平線を引いて之と曲線との交点を F とすれば、 $\tau_1' = DF$ msec をうるであろう。F の垂線の足を F' とする。作図の上では C より垂線を立て、 45° 直線との交点を求め之から水平線を引いて曲線 Q との交点 F を求めても同じである。次に S_1 点で $\tau_2' = GI$ msec の間隔で刺激されたならば、 S_2 に達する時の興奮間隔 τ_2' は I より垂線を立て 45° 直線との交点 K から水平線を引き曲線 Q との交点 L を求めれば $\tau_2' = JL$ msec をうる。L から I を通る水平線に下した垂線の足を L' とする。 S_1 に於て τ_3', τ_4' msec の間隔で刺激された場合も之と同様の手続を行うことによつて結局 $F'L'$ 等を結ぶことにより S_2 点に於ける興奮間隔を示す曲線 M がえられる。同様にして更に d mm はなれた S_3 点に於ける曲線がえられるから、刺激点 S_0 から d mm はなれた点に於ける興奮間隔を示す曲線 Q が知れれば、 S_0 より $2d, 3d, 4d, \dots$ mm 離れた点に於ける曲線 M, N が作図しえられる筈である。之を實際の遠近二ヶ所に於いて得た成績に照合することは興味あ

ることである。i) 先ずかゝる曲線群 Q, M, N ……等を作図してみれば遠距離となるほど τ の小なる部分の垂線的な範囲が廣くなり (irr. p. の部分が著しくなる) 第3図 A, B に於ける兩曲線の差が領解される。ii) 次に進んで第3図 A の曲線から出発して前記の手続きによつて同図 B の曲線がえられることをしらべなければならない。之を実行したのが第5図であつて、A 曲線から作図的に求めると B 曲線 (---) がえられるが、実際にえられている時点 (---) と比べ



第5図 近距離誘導と遠距離誘導の興奮間隔
t: 刺激間隔, θ_A : 近距離誘導の傳導時間, θ_B : 遠距離誘導の傳導時間, Aは近距離, Bは遠距離の場合を示す

てかなりよく合っていることを示す。尤も興奮の出発点は必ずしも刺激点とは決められないから、誘導2点に於ける正常興奮の A. P. 起始点の時差から正常速度を計算し、之を外挿して興奮の出発点を定めることとし、刺激点より 13 mm 末梢部を出発点と見做したので上記の手続は $(87.5-13.0)/(21.5-13.0) \approx 9$ 回繰返した。かくして單に遠距離になれば irr. p. が見易くなるというだけでなく、半ば數量的にも A 曲線を與えて近似的に一定距離で B 曲線の得られることが首肯される。

かくて irr. p. が遠距離傳導によつて発現するとすれば、短間隔刺激に於てはそれが傳導する間に刺激間隔の長短に関係なしに A. P. が1つ

の興奮間隔に齊一せしめられる譯であつて、之は神経に短間隔で然も不規則な刺激が相次で加えられる場合の問題に或る示唆を與えるものである。之に就いては稿を改めて論ずことにする (8)。

V. 要 約

墓坐骨-脛骨神経に2回の直流極短時刺激を加える際、第二刺激を種々の相対不應期に加えて遠近2点に発生する活動電位を増幅、ブラウン管オツシログラフで記録し、刺激間隔-興奮間隔曲線を作成し、次正常興奮が傳導中に速度を変化する結果遠距離誘導では Lucas の所謂 “irresponsive period” が生ずることを明らかにした。尙傳導中に刺激間隔-興奮間隔曲線が変化しゆく様相を示す作図法を提示して自家実験の結果にあてはめ、半ば數量的に所論の大過なきことを示した。

本實驗を行うについて、御指導を賜つた若林勲教授に深謝する。

文 献

- 1) Lucas K. (1909-10) On the refractory period of muscle and nerve. *J. Physiol.* 39, 331-340
- 2) Samojloff A. (1910) Über die Aktionsstromkurve des quergestreiften Muskels bei zwei rasch aufeinanderfolgenden Reizen. *Zbl. f. Physiol.* 24, 45-54
- 3) Gotch F. (1910) The delay of the electrical response of nerve to a second stimulus. *J. physiol.* 40, 250-274
- 4) Lucas K. (1910-11) On the recovery of muscle and nerve after the passage of a propagated disturbance. *J. Physiol.* 41, 368-408
- 5) Forbes A., L. H. Ray and F. R. Griffith, Jr. (1923) The nature of the delay in the response to the second of two stimuli in nerve and in the nerve-muscle preparation. *Am. J. Physiol.* 66, 553-617
- 6) Gasser H. S., J. Erlanger (1925) The nature of conduction of an impulse in the relatively refractory period. *Am. J. Physiol.* 73, 613-635
- 7) Hozawa S. (1928) Studien über die Polarisation der Haut I. *Pflügers Arch.* 219, 111-140

- 8) 若林 勳・市岡正道 (1950) 傳導による反復興奮の週期化に就いて 東大立地自然科学研究所報告 第6號, 20-24

追記 本稿を草し終つたとき, Rosenblueth等* が猫の神経で irr. p. と同じものをみ、之に “functional

refractory period” という名稱を與えていることを知つた。然しその成因, 性質等に関して著者と異なつた解釋を下している。このことについては別の機會に論じ度いと思う。

* Rosenblueth, A., J. Alanis, and J. Mandoki (1940): Jour. Cell. Comp. Physiol. 33, 405-440

Summary

The sciatic nerve of toad was stimulated by two successive electrical stimuli and the action potentials at two points near and distant from the stimulating cathode (20 and 85 mm respectively) were recorded (Figs. 1, 2). The record obtained at the far point shows that the conduction time of the second impulse is almost the same as long as the intervals of stimuli lie within a certain short range of time. (Fig. 3B). It appears certain, therefore, that there exists the “irresponsive period” (Lucas) of a certain duration after the first excitation. If examined at the near point, however, the range of time in question is, curious enough, so small that man can scarcely think of the irresponsive period. (Fig. 3A).

The whole results obtained made the author conclude that the so-called irresponsive period is nothing but an appearance due simply to the fact the conduction rate of the second impulse is the smaller, the shorter the stimulus-interval is, and that, accordingly, the arrival of the second impulse will be the more delayed, the longer distances it travels. (Fig. 4).

Further it was demonstrated that, based on this viewpoint, the stimulus-interval to response-interval curve actually obtained at the far point can be constructed graphically from that obtained at the near point by a procedure described in the text. (Fig. 5).

(Department of Physiology, Tokyo Medico-Dental College, Tokyo)

動脈の弾性組織に就いて 611.13

On the Study of the Elastic Tissues in the Arteries.

福 場 友 重 (Hukuba-Tomosige)*

I. 緒 言

動脈の受動的収縮性に就ては、入澤 (1) は墓を用いて、動脈各部の伸展率を比較し、大動脈弧に於て最も大であり、末梢に行くに従い減少するのを見、吉中 (2) は同じく大動脈から小動脈に至るに従い受動的収縮性の減少を見、堂野前等 (3) は牛の胸大動脈では、成形性粘稠性が不明であつて弾性のみ認めている。

自分は此の受動的収縮性の主体をなすと考えられる弾性組織に就て、猫を用い、同一個体に於て、大循環系各部の動脈の各層に就て、その組織学的な量的変化を追及し、之と機能との関連に就ての考察を行つた。

既に、動脈各部の弾性組織に就ての組織学的検索は幾多行われ (建部 4, 佐藤 5, 6, 7, 小寺 8, Baum u. Thienel 9, Kolliker 10, Cowdry 11, Benninghoff 12), 又分類的に、中膜に於ける弾性組織の多寡より、古來弾性型動脈と筋性型動脈とに大別され (Banvier 12, Grünstein 10), その間に移行型 (Bahra ch 13), 及びそれらの各型に就て、更に細い分類がなされている (佐藤 5, 三宅 13)。

勿論動脈の機能に就ては、弾性組織のみならず、その壁の構成要素たる滑平筋、或はその他の結合組織各個の機能と相關連し、綜合されたものと考えられるが、此處では、動脈壁各層の弾性組織、就中動脈の受動的収縮性に対して、最も主要な役割をなすと考えられる、動脈中膜の弾性組織の量的変化を中心として、組織学的検索と機能的考察を行つたので報告する。

II. 標本材料と染色法

* 廣島醫科大学生理学教室

猫 (2~4kg) を用い、死後10%ホルマリン固定後、所要動脈を摘出し、型の如くパラフィン包埋せるものを、 10μ の横断竝に縦断切片を作り Weigert 氏弾性線維染色を施して、之を檢鏡した。尚弾性組織量をあらわすに、中膜弾性板数を同一標本より求めた平均数を、中膜及び外膜の弾性線維量は、之を四階梯に分けて追及した。

III. 観 察 結 果

動脈の弾性組織は、A) 内膜の弾性組織、B) 内弾性板、C) 中膜の弾性組織、D) 外弾性板、E) 外膜の弾性組織に分けられる。

A) 内膜の弾性組織

第1表に見る如く、猫では胸大動脈、腹大動脈の近心部鎖骨下動脈の如き大きな動脈に僅小に内膜が存し、縦走する弾性線維の束が集つて膜狀に2~3層に配列している。

B) 内弾性板

上記の内膜の存する大きな動脈を除いては、第1表及び第1図(B), (C), (D), (E), (F) に見る如く、猫に於ては内弾性板は内皮細胞に接して存在している。

此の内弾性板は、内膜を有する大きい動脈につぐ部より出現し、末梢に行くに従い漸次著明となり太く強く染色されるが、更に末梢に行くと、第2表の上腸間膜動脈の末梢竝びに胃壁に見られる小さい動脈及びその末梢に見る如く、薄い膜狀となり、ついで縦走する弾性線維となり、遂には毛細血管では存在しない。

C) 中膜の弾性組織

中膜の弾性組織は、著明な太い弾性板から、纖細な弾性線維に至る迄、性状竝びに量的に種々異つて存在するのは、第1表、第2表、第1

第1表 動脈各部の弾性組織 (猫, 2.5kg, ♂)

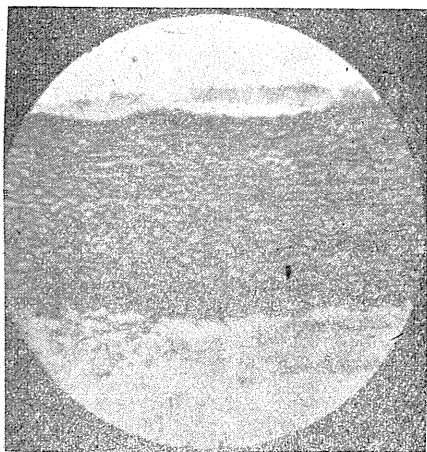
No.	部 位	foldのある 収縮時の 内半径 (mm)	中膜の 幅 (mm)	内 膜	内 弾 性 板	中 膜		外 弾 性 板	外 膜
						弾性 板数	弾性 線維		
1	胸大動脈	1.32	0.191	縦走弾性線維束 が2-3層配列	—	23.4	卅	—	+縦走弾性線維
2	腹大動脈	0.653	0.109	縦走弾性線維束が1-2層配列する 部及び内弾性板が内皮に接する部 あり	—	14.4	卅	—	卅縦走弾性線維束
3	總腸骨動脈	0.420	0.070	—	内皮に接し著明	3	卅	著明	卅縦走弾性線維束の膜 状配列
4	股動脈	0.227	0.060	—	同 上	2.5	卅	同上	卅同 上
5	伏在動脈	0.087	0.043	—	同 上	—	+	同上	卅同 上
6	鎖骨下動脈	0.664	0.121	縦走弾性線維束	—	13.1	卅	—	卅縦走弾性線維
7	上膊動脈	0.226	0.054	—	内皮に接し著明	3	卅	著明	卅縦走弾性線維束が膜 状に斷續して配列
8	上膊動脈の 分枝	0.257	0.047	—	同 上	4.7	卅	同上	卅同 上
9	總頸動脈	0.513	0.070	—	同 上	8.0	卅	—	卅同 上
10	腋窩動脈の 分枝	0.360	0.052	—	同 上	5.0	卅	著明	卅縦走弾性線維束
11	No.10の分枝	0.121	0.019	—	同 上	—	卅	同上	卅同 上
12	胃動脈	0.313	0.035	—	同 上	—	卅	同上	卅同 上
13	脾動脈	0.226	0.076	—	同 上	—	卅	同上	卅同 上
14	上腸間膜動 脈	0.430	0.081	—	同 上	—	卅	同上	卅縦走弾性線維束が膜 状に斷續して配列
15	腎動脈	0.306	0.081	—	同 上	—	卅	同上	卅同 上
16	下腸間膜動 脈(1)	0.304	0.056	—	同 上	—	卅	同上	卅同 上
17	下腸間膜動 脈(2)	0.128	0.029	—	同 上	—	+	同上	卅同 上
*	腹腔動脈	0.654	0.114	—	同 上	7.5	卅	—	卅同 上

1) 記號 {卅多量, 卅中等量, 卅少量, +殆んどない, -存在しない} 第1表, 第2表共通.

2) *.....別の猫 (4kg, ♂). 中膜弾性板數 胸大動脈下部=24, 腹大動脈=16.9)

第2表 動脈末梢の弾性組織 (猫, 4kg, ♂)

部	位	内半径 (mm)	中膜の 幅 (mm)	内 弾 性 板	中膜の 弾性線 維	外 弾 性 板	外 膜
上腸間膜動脈	(1)	0.404	0.112	太く著明	卅	内弾性板にくらべ薄く 所々不明	卅縦走する弾性線維の 薄い膜状配列
〃	(2)	0.284	0.046	稍薄い	卅	縦走弾性線維の薄い膜 状配列	卅縦走する弾性線維, 所々束状
〃	(3)	0.179	0.045	薄い膜状	+	同 上	同 上
胃壁の小さい動脈(1)	(2)	0.09前後	0.013	薄い膜状	+	縦走弾性線維のみ	
〃			0.015	縦走弾性線維	-	同 上	
〃	(3)	0.04前後	0.008	同 上	-	縦走弾性線維点在	
〃	(4)		0.01	同 上	-	な し	



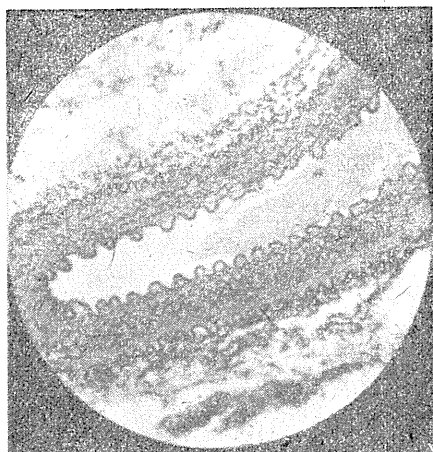
A



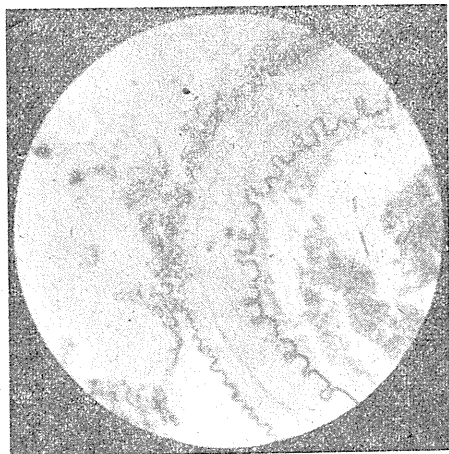
B



C



D



E



F

第1圖 動脈の弾性組織 (猫, 2.5kg, ♂, Weigert氏染色, 240×)

A) 胸大動脈, B) 腹大動脈, C) 總腸骨動脈, D) 上膊動脈, E) 脾動脈, F) 伏在動脈

図及び第2図に見る如くである。

即ち、大動脈弓及び胸大動脈では、最も太く且つ著明な弾性板が多数存在し、その間に少量の弾性線維を含むが、此の弾性板は、腹大動脈、總腸骨動脈、股動脈、又總頸動脈竝に鎖骨下動脈、腋窩動脈、上膊動脈及びそれらの大きな分枝に迄見る事が出来るが、いずれも末梢に行くに従い、その数を減すると共に、弾性板も薄くなってくる。又、同時に存在する弾性線維の量は、腹大動脈、鎖骨下動脈、總頸動脈の部では胸大動脈と同じく余り著明ではない。

此の弾性板は、主幹血流路では、猫では、總頸動脈、上肢では上膊動脈、下肢では股動脈、腹腔内臓へは腹腔動脈迄見られる。

腹腔内臓に分布する動脈は、第1表に見る如く、腹腔動脈に、本幹である腹大動脈の弾性板にくらべ薄い膜状の弾性板が存する他は、他の主要分岐血管に於ては、本幹より分岐する部に薄い弾性板がとりまく他は、緻密な弾性線維が多数輪走するが、之は第1表、第1図及び第2図に見る如く、末梢に至るに従い減少し、遂には第1表及び第2表に見る如く、上腸間膜動脈、下腸間膜動脈の末梢の小さい動脈及び胃壁の小さい動脈の末梢では、殆んど存在しないか、或は全然存在しなくなる。

D) 外弾性板

第1表及び第1図 (A), (B) に見る如く、胸大動脈、腹大動脈、鎖骨下動脈、總頸動脈、腹腔動脈基部では外弾性板が著明ではなく、中膜弾性板の最も外側のものが、外膜との境界をなしているに過ぎない。此の外弾性板も第1表及び第1図 (C), (D), (E) に見る如く、次第に著明となるが、内弾性板程著明ではなく、末梢に行くに従い次第に著明となり、ついで外弾性板は所々不明瞭となり、外膜の束状に縦走する弾性線維が代り、遂には外弾性板は外膜弾性組織と一致して、單に縦走する弾性線維となつて点在し更に小さい動脈の末梢では、此の点在する弾性線維も消失し、之は第2表の如く内弾性板よりも早く消失する。

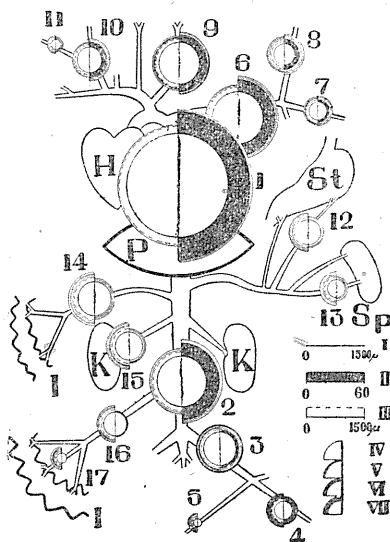
E) 外膜の弾性組織

第1表、第1図 (A), (B) 及び第2図に見る如く、中膜の弾性組織がよく発達した胸大動脈、腹大動脈、鎖骨下動脈では、外膜の弾性組織は余り著明ではない。然し外膜のよく発達した腹腔内の諸動脈及び四肢の動脈に於ては、縦走する弾性線維が束状となつて、之が断続した膜状の配列をなして、中膜に近く最も密に、周圍組織に行くに従い粗な配列をなしている。

此の外膜の弾性組織は、中膜に於ける弾性組織と略反比例的關係にあるが、第2表に見た如く、更に末梢の小さい動脈及びその末梢に至ると、外弾性板の変化に見た如く、兩者一致して單に縦走する弾性線維の配列にしか過ぎず、遂には消失する。

IV. 總括と考察

A) 動脈の各層に於ける弾性組織中、その主体をなすものは、中膜の弾性組織と考えられ



第2図 動脈中膜及び外膜の弾性組織 (猫, 2.5kg, ♂)
I. 内半径 (foldを有し收縮せる時), II. 中膜の弾性板數(右半分の幅), III. 中膜の幅 (左半分の幅)

IV. 殆んどない
V. 少量
VI. 中量
VII. 多量

H. 心臓, P. 横隔膜, St. 胃, Sp. 脾臓, K. 腎臓, I. 小腸 (動脈部位) 1) 胸大動脈, 2) 腹大動脈, 3) 總腸骨動脈, 4) 股動脈, 5) 伏在動脈, 6) 鎖骨下動脈, 7) 上膊動脈, 8) 上膊動脈の分枝, 9) 總頸動脈, 10) 腋窩動脈の分枝, 11) No. 10の分枝, 12) 胃動脈, 13) 脾動脈, 14) 上腸間膜動脈, 15) 腎動脈, 16) 下腸間膜動脈(1), 17) 下腸間膜動脈(2)

る。此の中膜の弾性組織も太い著明な弾性板から、微細な弾性線維に至る迄のものが、種々の量に一定の系列をなして存在している。

即ち、大動脈弓、胸大動脈で最も著明な此の内弾性板も次第に薄くなり、膜状となり、遂には弾性線維のみに変つてゆく。弾性板の存在は猫では總頸動脈、上膊動脈、腹腔動脈の部迄見られる。人体に於て相原 (5) は總頸動脈、總腸骨動脈、上膊動脈を移行部と云い、佐藤 (5) は股動脈、上膊動脈、内臓では脾及び胃動脈で弾性板は既に認めずと云い、Maximow (14)、Benninghoff (12) も略同じ部位迄認めている。

Wetzler u. Böger (15) が、Benninghoff (12) の所見から、此の中膜に弾性板が存する部位が“Windkessel”に相當すると云い、Fulton (16) が“pressure tank”Burton-Opitz (17) が“elastic pauch”と、又佐藤 (7) が導血性血管と呼んだ部位に相當すると思われる。

即ち之等部位は、心収縮に伴う著しい内圧上昇により、受動的に伸展され、心弛緩期竝に休止期に発生する張力により、血圧変動差を可及的に小ならしめ、同時に内腔の血液を末梢に追いやり、血流の恒常性を維持するに役立ち、受動的収縮性の主体をなすと考えられる。従つて内圧の変動を受け易く、且つ分岐も最も少い心臓に近い大動脈弓、胸大動脈の部に、中膜の弾性板の発達が著明なのは當然であり、既に入澤 (1)、吉中 (2) が墓に見た如く、心臓に近いかゝる部は、受動的収縮性が大である。尙動脈が更に末梢に行くに従い、口径が小となり、分枝すると共に、弾性板の數及び厚さが減じてゆくのは、血圧の変化と比例するのではないかと考えられるが、犬を用いて全身の血圧分布に就ての研究をなした Dawson (18) によれば、中等大の動脈までは、最大血圧、最小血圧、平均血圧共に著明な変化が見られない。かゝる動脈の中膜弾性組織量と血圧分布の關係に就ては、生理的狀態に於ける血圧分布追究の後、始めて明かにし得るものと思われる。

尙、腹腔内臓に至る諸動脈では、腹腔動脈の部に薄い弾性板を有する他は、腎動脈、上腸間

膜動脈、下腸間膜動脈等の腹大動脈より分岐する大きい動脈に於ても、弾性板はなく細い輪走する弾性線維が多量に存在する。

之は略同じ口径を有する四肢の動脈にくらべ、距離の上で心臓に近い部でありながら、弾性板が存在しないことは、腹部内臓に至る腹大動脈より分岐する動脈が、他の構成要素特に滑平筋との関連に於て、その機能が支配されることを示しており、又四肢の動脈に於ても、上膊動脈及び股動脈の如く弾性板の少い部は、單に受動的収縮性のみならず、やはり滑平筋との関連によつて機能が決定されると思われる。

之等腹大動脈より分岐する動脈、及び腹腔動脈より分岐する動脈の末梢、又四肢の動脈の末梢では、弾性板はなく、弾性線維も減少し、遂には殆んどなくなるのは、弾性組織よりも寧ろ中膜構成要素の他の一因子たる滑平筋がその機能を主に支配すると考えられる。

B) 胸大動脈、腹大動脈、鎖骨下動脈の部に内弾性板が存在せず、内膜を有し、内膜には2~3層の縦走する弾性線維の束が、膜状の配列をなしている。之は自分 (19) が犬の胸大動脈に見た如く、内膜を有する胸大動脈の永久標本では、中膜の弾性板は、長軸竝に水平軸の波状化は著明であるが、横断切片で見られる内腔への長軸のfoldは小さいのが多數見られ、縦断切片の際は水平軸のfoldが内腔に見られない点と思いあわせ、最も縦竝に横の伸展、収縮がなされる大きい動脈に於て、縦走する弾性線維束竝に滑平筋及びその間に存する結締組織が内腔の内皮細胞保護に大きな役割を演ずると考えられる。

C) 腹大動脈の末梢、總頸動脈、腹窩動脈より出現する内弾性板は、いづれも猫では内皮細胞に接し、次第に著明となると共に、所謂fold形成は著明となる。更に末梢の小さい動脈に至ると、薄い膜状となり、その末梢では縦走弾性線維束となり、毛細血管では存在しないのは、Kolliker (10)、小寺 (8)、佐藤 (6)、Benninghoff (12)、Maximow (14) 等が見た如くである。

此の内弾性板も、中膜の弾性組織と共に、内圧の変動に対して、圧変動を可及的に小ならし

め、血流の恒常性維持に補助的な役割をなすと思われる。尙此の上に接して存在する内皮細胞を、能動的或は受動的のトーンズの増加或は減少に際して、之を保護し、内腔に一定の形を與えるものと思われる。即ち、毛細血管に於て、口径変化の際内皮細胞間質に変化を見る如く（木内20）、此の内弾性板上に存在する内皮細胞及び間質を、その変化し得る範囲内に、内弾性板は擴張の際は抵抗を、收縮の際も或る程度以上の收縮には、それを妨げる如く、常に内腔圍を一定に維持する如く働くものと考えられる。

能動的收縮の最も大なりとされる末梢に行くに従い中膜の弾性組織の減少と共に、内弾性は薄い膜状となり、遂に毛細血管の部で消失するのは、内弾性板が能動的な收縮に対して或る程度抵抗を示すと想像される。

D) 胸大動脈、鎖骨下動脈、總頸動脈、腹大動脈、腹腔動脈では著明でないが、それにつぐ部では外弾性板が次第に著明となり、總腸骨動脈、股動脈、腹腔内臓への諸動脈、腹窩動脈、上膊動脈では漸次著明となり、あたかも内外の弾性板間に滑平筋を保有した形になつている。然し、遂に所々外膜の縦走弾性線維束が混じて小さい動脈の末梢部では、外膜の縦走する弾性線維が一行の配列をなし、更に末梢では内弾性板より早く消失するのは、佐藤(6)、三宅(13)、Maximow(14)、Benninghoff(12)等が見た如くだが、口径を以て之等部位を永久標本より定義づける事は、死後の能動的或は受動的收縮により最も変化を受け易い部なので、困難と思われる。

E) 四肢特に下肢の動脈、腹腔内臓への諸動脈では外膜に、縦走弾性線維束の集つて、薄い断裂した膜様の配列が多量に見られる。之は中膜に弾性組織のよく発達した胸大動脈、腹大動脈、鎖骨下動脈、總頸動脈には少い。尙末梢では、弾性板と一致し、遂にはなくなり、結締組織で中膜及び周圍組織と結合するのみとなる。

此の外膜の弾性組織は、その結締組織並に外弾性板と共に、外因的影響、即ち筋運動、腹腔内臓器の充盈、移動等が血管内腔に及ぶのを防

ぎ、内腔保持に役立つと考えられる。

尙此等外膜の弾性組織は、他の構成成分と共に、周圍組織との結び付きより、筋運動等に際し、位置移動によりその変化を少くするに役立つと思われる。

又、心臓に近い胸大動脈、又總頸動脈等では外膜の弾性組織は著明でないが、Winternitz(21)が示した如く、中膜の膠原線維も參與すると云われるが(Cowdry 11)、主に此等外膜の膠原線維が、あたかも心臓に於ける心嚢の如く、不當なる内膜及び中膜の膨大を防止するに役立つと云うが、之に就ての検索は尙今後行われるべきと思う。

V. 結 語

猫を用いて、大循環系動脈の各部に就て、各層の弾性組織を検索した。

中膜の弾性組織は、略心臓より遠ざかるに従い減少し、末梢では殆ど見られず、之は受動的收縮性の末梢に至る程減少するのとは一致すると思われる。たゞ、腹腔内臓に至る動脈は、腹腔動脈に薄い弾性板が見られる他は、心臓よりの距離は近いのに、弾性板は見られず、多量の弾性線維からなつている。

此の中膜によく発達した弾性板を有する部位は、受動的收縮性により、心収縮期に急上昇した内圧を可及的に変動を小ならしめ、又心弛緩期、休止期に張力を発生し血流の恒常性維持に役立つている。

大きい動脈にはなく、次第に著明となる内弾性板も末梢では薄い膜状となり遂には消失する。之は内腔保持に役立つと思われる。

外弾性板も内弾性板と同じく消長するが、内弾性板より末梢で出現し、早く消失する。之は四肢並に腹腔内臓への動脈に著明な外膜の弾性組織と共に、外因的影響により内腔保持に意義を有すると思われる。

動脈の機能は單に弾性組織のみで左右されるものではなく、更に滑平筋その他の構成要素との関連に於て追及さるべきと思う。

文 献

- 1) 入澤 宏 (1945) 動脈各位の受動的收縮性に就て 日本生理誌 10, 46
- 2) 吉中豊久 (1949) 血管の受動的收縮性に就て 廣島醫學 2, 116
- 3) 堂野前志摩郷・元村 馨 (1938) 血管「トーマス」に関する研究 日新醫學 27, 1259
- 4) 建部義郎 (1930) 動脈壁の組織学的研究に関する補遺 岡山醫誌 42, 2893
- 5) 佐藤俱正 (1926) 腹部諸動脈壁の構造に関する研究 岡山醫誌 439, 821
- 6) 佐藤俱正 (1926) 大小循環系の構造に関する比較研究 岡山醫誌 439, 832
- 7) 佐藤俱正 (1927) 筋性型動脈の外弾性膜の構造及中膜との結合竝に一般動脈に於ける 弾性組織の分布に就て 岡山醫誌 444, 30
- 8) 小寺隆太郎 (1928) 大循環系軀幹竝に四肢動脈の比較組織学概要 醫學研究 2, 983
- 9) Baum u. Thienel (1903) Über Besonderheiten im Bau der Blutgefäße. Arch. für Mikro. Anat. u. Entwicklungs Geschichte. 63, 10
- 10) Kollikers, A. (1902) Hbh. der Gewebelehre des Menschen. Bd. 3, 2 Häfte, 641~652, Wilhelm Engelmann, Leipzig.
- 11) Cowdry, E. V. (1946) A Textbook of Histology, 56. Lea & Febrieger, Philadelphia.
- 12) Beninghoff, A. (1930) Möllendorfs Hbh. der mikroskopischen Anatomie des Menschen. VI. 1, 49~131
- 13) 三宅正雄 (1930) 動脈の分類に就て 解剖誌 2, 953
- 14) Maximow, A. A. (1948) A Textbook of Histology, 702. W. B. Saunders Comp. Philadelphia.
- 15) Wetzler, K. u. A. Böger, (1939) Die Dynamik des arteriellen System. Ergeb. der Physiol. 41, 292
- 16) Fulton, T. F. (1949) A Textbook of Physiology, 702. W. B. Saunders Comp. Philadelphia.
- 17) Burton-Opitz, R. (1920) A Textbook of Physiology, 353. W. B. Saunders Comp. Philadelphia.
- 18) Dawson, P. M. (1905) The lateral blood "pressures" at different points of the arterial tree. Am. J. of Physiol. 15, 244
- 19) 福場友重 (1951) 動脈の正常構造に関する考察 廣島醫學 (4卷3號掲載豫定)
- 20) 木内 茂 (1937) 色素粒子の血管壁透過性機轉及びその部位に就て 成醫會誌 56, 255
- 21) Winternitz, M. C. (1938) The biology of arteriosclerosis, 111. Thomas Le Compte, Springfield.

Summary

In cat's I measured the quantitative changes of the elastic tissue of the arteries in the systemic circuits.

The elastic tissue of the tunica media decreases in its amount as far from the heart, and it is scarcely found in the terminal branches of the arteries. And it seems to me, that the quantitative changes of the elastic tissue are parallel to the changes of the passive contractility.

Except the superior and inferior artery and renal artery, the thoracic and abdominal aortae and its main branches have elastic plate or membrane in the media. Their passive contractility controls the pressure changes between systole and diastole, and also maintains the constant blood flow in the peripheral circulation.

The internal elastic membrane, which is not seen in the large vessels, becomes gradually distinctive. But it becomes the thin membrane at the peripheral branches, and at last disappears.

The external elastic membrane appears more peripheral arteries than the internal elastic membrane and disappears before the disappearance of the internal elastic membrane.

The elastic tissue of the adventitia is abundant in the main arteries of the abdomen and extremities, but soon decreases in amount in the peripheral small arteries, and disappears at last. Its chief function is to preserve the inner lumen from the external pressure.

(Department of Physiology, Hiroshima Medical School)

動脈の筋量に就いて 611.13

On the Study of the Quantitative Changes of the Smooth Muscle in the Arteries.

福 場 友 重 (Hukuba-Tomosige)*

I. 緒 言

動脈の機能に就ては、その壁の構成要素である滑平筋、弾性組織及びその他の結合組織竝にそれを調節する神経竝に化学的物質による総合的な機能である事は論を俟たないが、自分(1)は先に猫を用いて、大循環系各部動脈の弾性組織を追及し、特に中膜の弾性組織は末梢に至るに従い減少し、更にそれより末梢では殆んど存在しなくなることを明かにし、かゝる部では、滑平筋がその機能の主体をなすであろう事を考察した。

尙、動脈の機能に就ても、堂野前等(2)は弾性の他に成形性、粘稠性を考察し、入澤(3)は墓の動脈を用いて、能動的収縮性の末梢に至るに従い増加するのを見ている。

自分は此の能動的収縮性の主体をなすと考えられる中膜輪走筋の筋量を、大循環系各部の動脈に就て測定し、先に得た弾性組織の変化と関連して考察したので報告する。

尙、動脈各部の量的比較は、中膜の有する弾性組織の多寡により、分類的に多くの人々によりなされている(建部 4, 佐藤 5, 6, 小寺 7, Baum u. Thienel 8). 又、中膜の厚径、長径、動脈容積(村田 9), 各壁層の顕微鏡的計測及び中膜と外膜の比(小寺 7, 千葉10), 弾性板間の筋層の数(小寺 7), 厚径と内径の相関(瀧野11), 中膜面積(山口12, 山下13), 横断中膜面積と内腔面積の比(上田14), 中膜厚径上に於ける核数と厚径の比(山口12)等種々の方法が用いられているが、自分は通常内膜肥厚の如き所見がなく、且つ大多數の動脈が内皮細胞下の内弾性板に接して中膜が存在し、且つ殆んど輪走筋から

なる猫の動脈の筋量を、内腔に対する中膜輪走筋總核数の比で各部を比較し、先に得た弾性組織の変化を対比しつつ、考察を加えた。

II. 実験材料と染色法及び測定法

A) 材料と染色法

猫(2~4kg)を用い、型の如く10%ホルマリン固定後、所要動脈を摘出し、パラフィン包埋後、横断竝に縦断の10 μ の連続切片を作り、Van-Gieson 氏染色、及び Weigert 氏染色を施した。

B) 筋量測定

動脈各部の筋量の比較には、中膜輪走筋總核数の内腔容積に対する比、即ち比内腔筋量を以てし、之は内容即ち、血液1mm³當りに働くと考えられる中膜輪走筋の核数をあらわしている。

1. 動脈内腔の測定

動脈の内腔の算出に當つては、既に自分(15)が、動脈の正常構造に就て考察をなし如たく、通常の永久標本では、弾性組織、滑平筋及び切片製作過程に於ける収縮によつて、内腔への種々な foldが見られる。切片製作過程を同一条件下に置くとしても尙、死による受動的竝に能動的収縮性が部位により異なる爲に、眞の内腔容積を求める事は不可能と思われるので、死により内圧が0になり、同一条件下に切片製作過程を経過し、内腔に種々の foldを有して収縮したまゝの内腔圍を、永久標本を幻燈を用いて拡大し(100~160 $\times$)、之より近似的な内半径(R_1)を算出し、之と標本の厚さ($h=10\mu$)より内腔容積を求めた。

尙自分(15)が動脈の正常構造で考察した如く、生理的血圧の動搖範圍内で、内腔は foldを

* 廣島醫科大学生理学教室

失い平滑となり略円をなすと考えられるので、それに最も近い状態として永久標本より得られるものとして、同じく擴大により fold を引きのばした際の内腔圍を求め、之より内半径(R_2)を算出して、内腔容積を求め、以上の兩者の内腔に対する、比内腔筋量を求め、之により筋量の変化を追及した。

尙、後者の fold を引き伸ばした際の比内腔筋量を求めるに當つては、fold が引き伸ばされて内腔が円をなす時は、壁の幅は変るけれども 10μ 切片では、中膜輪走筋核数の変化は微量と考へて無視した。

2. 中膜輪走筋總核数の測定

既に見た如く (1), 動脈各部では中膜の彈性組織に量的変化が見られ、又正常構造では伸展により壁の幅が異なり、且つ動脈では輪走筋が猫に於ても非常に多數の爲、 $900\mu^2$ のネツツ・マイクロメーターを用いて、微動裝置により絶えず深度 10μ に注意しつつ、横断連続切片 2~3 枚で、略同じ部位 20ヶ所より平均核数を求め、標本の厚さ 10μ より 1mm^2 中の平均核密度 (D_K) を求めた。

尙、中膜輪走筋總核数 (K) の算出に當つては全中膜容積を求め、上記 1mm^3 中の平均核密度とより算出した。

中膜容積の近似値を求める爲に、大部分の動脈は、内皮細胞に接する内彈性板と中膜は接しており、胸大動脈、腹大動脈近心部は内膜を有するも僅かであり、種々な fold をなして收縮せる内腔圍より求めた内半径 (R_1) と、横断連続切片で略同一部位 20ヶ所より顯微鏡下に、マイクロメーターより求めた平均中膜幅 (D) とから求めた中膜面積と、標本の厚さ ($h=10\mu$) より中膜容積を求めた。

3. 比内腔筋量の算出

以上より比内腔筋量を次の如く算出した。

$$\text{比内腔筋量} = \frac{D_K \cdot \pi \cdot h \{ (R_1 + D)^2 - R_1^2 \}}{\pi \cdot h \cdot R_1^2 (\text{or } R_2^2)} = \frac{D_K \{ (R_1 + D)^2 - R_1^2 \}}{R_1^2 (\text{or } R_2^2)}$$

尙、表中の中膜輪走筋總核数は、上記式の分子より求めた。

又、中膜に、胸大動脈の如く縦走筋の混在す

るものは、核数計測の際除外したが、斜走筋は輪走筋と共に計測した。

Ⅲ. 観 察 結 果

A) 内半径

第 1 表及び第 1 図に見る如く、fold を有して收縮せるまゝの内半径も、又 fold を引き伸ばした際の内半径も、心臓より遠ざかり末梢に至るに従い減少してくる。たゞ内腔の比較的著明であり、且つ受動的收縮性の最も大と考えられる胸大動脈、腹大動脈等では、内膜により著明な fold 形成をなすことなく收縮する爲に、fold を引き伸ばした際の内半径は更に大となると考えられる。

B) 動脈の縦走筋

内膜を有する胸大動脈、腹大動脈では、内膜に縦走筋が僅かに存しており、又中膜にも縦走筋が混在し、胸大動脈で最も著しい。尙、四肢の動脈、腹腔内の動脈に見る如く、外膜のよく発達した所では、外膜に少量の縦走筋がまばらに存在している。

C) 中膜の輪走筋

中膜の滑平筋は、上述の如く胸大動脈、腹大動脈等の大きな動脈に於て、縦走筋、斜走筋、輪走筋が混在するが、その他は分岐に伴う配列の変化により筋走向の変化が見られるのみで、大多數の動脈では輪走している。

中膜の輪走筋總核数は、第 1 表に見る如く、心臓より遠ざかり、口径の減少と共に減少してゆく。

而し、之等の内腔に対する比、即ち比内腔筋量を見るに次の如くである。

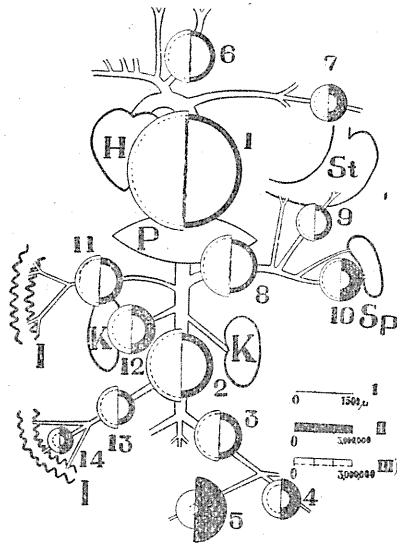
1) 收縮して fold のある時の比内腔筋量

第 1 表及び第 1 図、第 2 図の各動脈の右半分に見る如く、胸大動脈より、末梢に至るに従い逐次増加し、分岐と共に増加するのが見られる。

四肢では、上膊動脈、股動脈に於て大であり、股動脈の分枝、伏在動脈末梢では著しく大きい。腹腔内では、大きい分枝では腎動脈が大であり、腹腔動脈の分枝である胃動脈、脾動脈の

第1表 各部動脈の比内腔筋量 (2.5kg, ♂, 中膜輪走筋)

No.	部 位	中膜の 幅 (D)mm	foldの ある収 縮時の 内半径 (R ₁)mm	foldを引 き伸ばし た時の内 半径 (R ₂)mm	1mm ³ 中 膜の輪走筋 核数 (D _K)	中膜の 輪走筋 総核数 (K)	比 内 腔 筋 量	
							$\frac{DK \{(R_1 + D)^2 - R_1^2\}}{R_1^2}$	$\frac{DK \{(R_1 + D)^2 - R_1^2\}}{R_2^2}$
1	胸大動脈	0.191	1.32	1.434	794,000	13,400	244,000	207,000
2	腹大動脈	0.109	0.653	0.820	935,000	4,900	326,000	207,000
3	總腸骨動脈	0.070	0.420	0.576	855,000	1,700	313,000	167,000
4	股動脈	0.060	0.227	0.361	983,000	900	532,000	230,000
5	伏在動脈	0.044	0.085	0.122	1,183,000	400	1,480,000	740,000
6	總頸動脈	0.070	0.513	0.578	916,000	2,300	268,000	212,000
7	上膊動脈	0.054	0.226	0.345	1,000,000	800	540,000	231,000
8	腹腔動脈	0.079	0.571	0.719	861,000	2,600	254,000	160,000
9	胃動脈	0.036	0.313	0.402	1,061,000	800	260,000	158,000
10	脾動脈	0.076	0.226	0.477	816,000	1,000	640,000	144,000
11	上腸間膜動脈	0.081	0.430	0.563	805,000	2,000	335,000	196,000
12	腎動脈	0.081	0.361	0.488	1,038,000	2,200	525,000	288,000
13	下腸間膜動脈(1)	0.056	0.304	0.455	900,000	1,100	367,000	164,000
14	下腸間膜動脈(2)	0.029	0.128	0.183	1,110,000	300	565,000	260,000

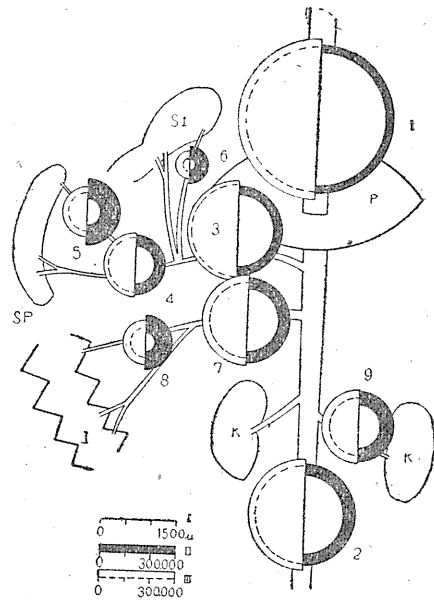


第1圖

各部動脈の比内腔筋量 (中膜輪走筋) (2.5kg, ♂)

- I. 内半径 { 右半分 (foldのある収縮時)
 左半分 (foldを引き伸ばした時)
 II. 比内腔筋量 (右半分の幅) foldのある収縮時
 III. 比内腔筋量 (左半分の幅) foldを引き伸ばした時
 H. 心臓, P. 横隔膜, St. 胃, Sp. 脾臓, K. 腎臓,
 I. 小腸 (第1圖, 第2圖共通)

(動脈部位) 1) 胸大動脈, 2) 腹大動脈, 3) 總腸骨動脈,
 4) 股動脈, 5) 伏在動脈, 6) 總頸動脈, 7) 上膊動脈,
 8) 腹腔動脈, 9) 胃動脈, 10) 脾動脈, 11) 上腸間膜動脈,
 12) 腎動脈, 13) 下腸間膜動脈(1), 14) 下腸間膜動脈(2)



第2圖

腹腔内動脈の比内腔筋量 (中膜輪走筋) (4kg, ♂)

(動脈部位) 1) 胸大動脈(下端), 2) 腹大動脈, 3) 腹腔動脈,
 4) 脾動脈(1), 5) 脾動脈(2), 6) 胃動脈, 7) 上腸間膜動脈(1), 8) 上腸間膜動脈(2), 9) 腎動脈

末梢, 及び上腸間膜動脈, 下腸間膜動脈の末梢では著しく大である。

然し主要血流路たる, 胸大動脈, 腹大動脈,

總腸骨動脈, 總頸動脈, 腹腔動脈では逐次増加している。

2) fold を引き伸ばした時の比内腔筋量

第1表及び第1図, 第2図の各動脈の左半分に見る如く, 中膜の絶対筋量の多い, 胸大動脈, 腹大動脈は, 此の比内腔筋量では, 總腸骨動脈, 腹腔動脈, 胃動脈, 脾動脈, 上腸間膜動脈, 下腸間膜動脈等の主要分岐血管より大なるを示している。

腹腔内では, 腎動脈及び脾動脈, 胃動脈, 上腸間膜動脈, 下腸間膜動脈の末梢に於て, 著明な増加が見られる。

即ち, 四肢及び腹腔内の動脈の末梢部では, 比内腔筋量はいづれの場合にも著しく大なる事を示している。

IV. 總括と考察

先に自分 (1) は動脈の弾性組織を追及し, 中膜の弾性組織は末梢に至るに従い減少するのを見たが, 同一の猫を用いて, 滑平筋を中心として, 中膜輪走筋量及びその他の滑平筋に就て追及し, 先に得た弾性組織の量的変化と相関連して考察を行つた。

A) 動脈中膜の滑平筋走向に就ては MacCordick (16), Badeleben (17), Baum u. Thienel (8) の云う斜走筋の存在, Jordan (18), Strong (19) の云う spiral な走向, 特に Strong (19) は多くの動脈に就て, microdissection 法により spiral な構造を示しているが, 大きい動脈即ち胸大動脈等に斜走筋の存在があり, 更に末梢でも分岐に伴う配列の変化に基づく斜走等の走向変化が見られる他は, 大多數の動脈は 10μ 切片で見る時は, 輪走と考へて差支えないと思われる。

B) 中膜輪走筋總核数は, 中膜の弾性組織の減少と同じく, 末梢に至るに従い動脈口径の減少と共に減じてくる。

而し, 比内腔筋量, 即ち内腔 1mm^3 當りに働くと考えられる中膜輪走筋量を見るに, 死により内圧が0になり, 同一切片製作過程を経て, 種々の fold を有する時の收縮せるまゝの内腔に對する比内腔筋量は, 胸大動脈から末梢に至る

に従い漸次増加するのが見られる。股動脈の末梢である伏在動脈, 又腹腔内では, 胃動脈, 脾動脈, 上腸間膜動脈, 下腸間膜動脈等の末梢では著しく大であるが, 特に脾動脈末梢では顯著である。

一方, fold を引き伸ばした際の比内腔筋量は胸大動脈, 腹大動脈が, 總腸骨動脈, 腹腔動脈, 脾動脈, 胃動脈, 上腸間膜動脈, 下腸間膜動脈等の主要分岐血管より大であるが, 既に自分 (15) が動脈の正常構造に就てのべた如く, 之等受動的收縮性の最も大と考えられる部位は, 内膜を有し, 著明な fold を作らないで收縮すると考えられるので, fold を引き伸ばした時よりも更に伸展された状態にありと考えられるので, その際の比内腔筋量は上記分岐した諸動脈にくらべ小となると思われ, 渡邊 (20), 市河 (21) が藁で見た如く, 大動脈の能動的收縮性は大でないと考えられる。

而し, Beninghoff (22) の云う, 弾性組織と滑平筋の結び付きより, 恰も筋と筋鞘の如き, “Spann Muskel” の概念, 及び之より Wetzler u. Böger (23) 等が弾性組織の多量にある大きい動脈の伸展性の増加に, 滑平筋が能動的收縮で, 弾性組織の張力を減少する事により関與すると云い, 又, Wiggers (24) は神経性或はホルモンによる血圧上昇時, 大動脈の伸展性の増加と口径の減少を見, 兩者の僅かな時間的ずれから, 此の滑平筋と弾性組織の結び付きによる説明を躊躇したが, 組織学的検索により兩者の結び付きは明かにし得なかつた。

中膜に弾性板の如き, 強力且つ多量の弾性組織を有する, 主要血流路たる胸大動脈, 腹大動脈, 總頸動脈, 總腸骨動脈, 腹腔動脈は, 收縮せる内腔, 或は fold を引き伸ばした際の内腔に對しても, 著明な筋量増加が見られない事は, 此等の部は弾性組織の有する受動的收縮性を主体とし, 中膜に殆んど弾性組織の無い, 腹腔内の動脈, 即ち, 脾動脈, 胃動脈, 上腸間膜動脈, 下腸間膜動脈等の末梢, 及び四肢動脈の末梢たる伏在動脈の如きは, いづれの比内腔筋量に於ても大である。此は, Arey (25), Cohen (25) が

筋性動脈の“traumatic arterial spasm”に際し、末梢では脈搏を触れず、又切断時殆んど出血が見られない如く、又入澤(3)が臺を用いて、大動脈、腹腔動脈、胃動脈と末梢に至るに従い、能動的收縮性の増加を見た如く、かゝる部位は能動的收縮性が主体をなすと考えられる。

尙、四肢に於ける、上膊動脈、股動脈は、中膜に少數の弾性板及び弾性線維を有するが、收縮せる時及びfoldを引き伸ばした時の比内腔筋量はいづれも大となつてゐるが、之等部位は受動的竝に能動的收縮性が共に存してゐると考えられる。

腹腔内に於ては、中膜に薄い弾性板の存する腹腔動脈を除いては、主要分岐動脈の末梢以外は、中膜にかなりの弾性線維を有し、通常foldを引き伸ばした際の比内腔筋量は大でないが、收縮せる時の比内腔筋量は大である点から、特にその血管壁の有するトームスによつて、能動的收縮性がかゝる部では左右されるのではないかと考えられると共に、所謂“blood reservoir”としての諸器管をその経路に有する血流路として、大きな役割をなすと考えられる。

尙、腹大動脈より分岐する腎動脈は、比内腔筋量いづれも腹大動脈より分岐する大きい動脈より大であるのは、血流量の大なる腎臓への血行調節に腎動脈の能動的收縮性が関與してゐると考えられる。

C) 古來動脈は弾性型動脈と筋性動脈とに大別され、機能的には導血性血管と調節性血管(20)と呼ばれ、又前者は圧調節を、後者は分配調節(27)をなすと云われるが、此の能動的收縮性の主体をなす中膜輪走筋量と、受動的收縮性の主体をなすと考えられる中膜弾性線維との量的バランスにより、主としてその部の機能が決定されると思われる。更に瀧野(11)が肺臓の動脈で見た如く、血管運動神経の組織学的検索、特にその量的分布と共に、生理学的検索が今後尙追及さるべきと思う。

D) 又、古來最も收縮性が大であると考えられた、小さい末梢の動脈から毛細血管への移行部である所謂“小動脈”と呼ばれる部位は、

Beninghoff(22)は典型的な紡錘形の滑平筋が之をとりまいてゐると云うが、Cowdry(25)が指摘した如く、固定された組織標本からでは、口徑からその部位を定義づける事は困難であり、自分(1)が弾性組織追及の際見た如く、小さい動脈の末梢では内弾性板も遂には單なる縦走弾性線維となり、中膜には弾性線維は殆んど存在せず、従つて比内腔筋量は大となると考えられるが、その定義竝に量的變化に就ては、尙改めて今後追及さるべきと思う。

V. 結 語

猫を用いて、大循環系各部動脈の滑平筋を中心として、組織学的検索と、中膜輪走筋量の測定竝に機能的考察を行つた。尙筋量の測定には、中膜輪走筋核數の内腔に対する比、即ち比内腔筋量を以てした。

動脈では、末梢に行くに従い口徑の減少と共に、中膜の輪走筋は減少する。

而し、foldを有して收縮せる時の内腔に対する比内腔筋量は、分岐して末梢に行くに従い増加する。尙、foldを引きのばした際の比内腔筋量は、主要血流路及びその分岐では、著明でないが、その分岐では末梢に至るに従い増加する。此の末梢に於ける比内腔筋量の増加は、その部の能動的收縮性が著しい事を示すと思われる。

文 献

- 1) 福場友重(1951) 動脈の弾性組織に就て 日本生理誌 13, 230
- 2) 堂野前志摩郷・元村 馨(1938) 血管「トームス」に関する研究 日新醫學 27, 1259
- 3) 入澤 宏(1944) 動脈の收縮性に就て 日本生理誌 9, 889
- 4) 建部義郎(1930) 動脈壁の組織学的構造に関する研究補遺 岡山醫誌 42, 2893
- 5) 佐藤俱正(1926) 腹部諸動脈壁の構造に関する研究 岡山醫誌 439, 821
- 6) 佐藤俱正(1926) 大小循環系動脈壁の構造に関する比較研究 岡山醫誌 439, 832
- 7) 小寺隆太郎(1928) 大循環系軀幹竝に四肢動脈の比較組織学概要 醫學研究 2, 983
- 8) Baum u. Thienel(1903) Über Besonderheiten im Bau der Blutgefäße: Arch. für Mikro. Anat. u. Entwicklungs Geschichte. 63, 10

- 9) 村田秀太郎 (1930) 大動脈の計測的研究 十全會誌 35, 2469
- 10) 千葉忠恕 (1929~1930) 人の頸動脈, 椎骨動脈その他頸部の本幹動脈の組織学的研究 外科宝函 4, 795; 5, 32
- 11) Takino, M. (1933) Vergleichende Studien über die histologische Struktur der Arteriae und Venae pulmonales, die Blutgefäßnerven der Lunge und die Nerven der Bronchien bei verschiedenen Tierarten, besonders über die Beziehung der Blutgefäßnerven zu der glatten Muskeln der Blutgefäße. Acta Scholae Med. Univ. imperialis in Kioto. 15, 321
- 12) Yamaguchi, O. (1929) Über die Einfluss der Gefäßgibt auf das mikroskopische Bild der Arterienwand. Jap. J. of Med. Sci. IV, Pharmacology. III, 173
- 13) 山下 愿 (1943) 血管構造計測と年齢 京都醫誌 40, 75
- 14) 上田美代子 (1942) 各種脊椎動物の動脈弓の計測的研究 日本病理誌 32, 198
- 15) 福場友重 (1951) 動脈の正常構造に関する考察 廣島醫學 (4巻, 3號掲載予定)
- 16) MacCordick, A. H. (1913) On the existence of longitudinal and oblique muscle bands in the media of certain arteries. Anat. Anz. 44, 255
- 17) Badeleben, K. (1913) Zusatz zu dem Aufsatz von MacCordick. Anat. Anz. 44, 261
- 18) Jordan, H. E. (1947) A Textbook of Histology. 173. D. Appeltan Country Comp. New York.
- 19) Strong, K. C. (1938) A study of the structure of the media of the distributing arteries by the methode of microdissection. Anat. Record. 72, 151
- 20) 渡辺嘉造伊 (1942) 大きな血管の收縮性に就て 日本生理誌 8, 546
- 21) 市珂三太 (1944) Adrenalin による大動脈の收縮過程に就て 日本生理誌 9, 701
- 22) Beninghoff, A. (1930) Möllendorf's Hb. der mikroskopischen Anatomie des Menschen. VI, 1, 49~131. Julius Springer, Berlin.
- 23) Wetzler, K. u. A. Böger, (1939) Die Dynamik des arteriellen System, Ergeb. der Physiol. 41, 292
- 24) Wiggers, C. G. & R. Wégria, (1938) Active change in size and distensibility of the aorta during acute hypertension. Am. J. of Physiol. 124, 603
- 25) Cowdry, E. V. (1946) A Textbook of Histology, 56, Lea & Febrieger, Philadelphia.
- 26) 佐藤俱正 (1927) 筋性型動脈の外弾性膜の構造及中膜との結合並に一般動脈に於ける弾性組織の分布に就て 岡山醫誌 444, 30
- 27) 西丸和義 (1949) 脈管学の諸問題 廣島醫學論文 1, 67

Summary

In my previous report, referred that the elastic tissue of the media in cat's arteries decreases as far from the heart, now I measured the quantity of the smooth muscle, especially in the media.

Comparing the quantitative changes of the different part of the arteries in the systemic circuits, I calculated the ratio between the amount of the circular smooth muscle and the inner capacity of it's vessels.

In the arteries, it's calibre decreases as approaching to the peripheral branches and also the amount of the circular smooth muscle decreases gradually.

But, the ratio increases remarkably as approaching to the peripheral branches in the case of inner capacity, which has many folds in it's inner lumen, and in the case of losing folds, the ratio does not increase remarkably in the thoracic and abdominal aortae and its main branches, but in their small branches, the ratio becomes higher as approaching to the terminal branches.

In the peripheral branches, the ratio in both cases becomes remarkably high, it shows that they have strong active contractility.

(Department of Physiology, Hiroshima Medical School)

労働作業の味覚に及ぼす影響に就いて (第1報) 612.766.1:612.87

On the Taste of Sweetness of Employees as
Affected By Labour Fatigue. I

近 内 康 夫 (Chikauchi-Yasuo)*

感覚の鋭敏度が、精神作業、肉體作業等の作業負荷の結果として変化することは種々の方面に於て知られている。味覚に就ても三村 (1950) (1) の研究がある。

味覚の閾値は、多くの研究に於て、その定義、測定の方法並びに條件等により、又個人的にも差異が認められるが、三村は女子学生の蔗糖に対する甘味感受性を1日の学業始業前及び終業後の検査により、集約的にみて終業後は甘味に対する感受性が増加していることを述べた。

この三村の所見は個々人の疲勞を味覚閾値の測定によつて判定するために應用することは出来ない。それには味覚閾値の個人差が大きいこと、人によつては作業負荷後に却つて味覚が多少鈍麻しているかの様な成績を與えることが三村の報告からうかがえるからである。しかしこの現象は集約的には疑問の余地なく認められるから、1つの労働環境が如何に多く疲勞をもたらすかということをつかむ1つの手がかりとなる。この見地から著者は甘味検査を男子従業員に應用して果して三村の見たような事実が男子にも明かに現われるか否かということ、及び作業負荷の種類がその結果に対して如何なる意味があるかという点を吟味した。

検査の重点は推定閾値附近におき、その様な低濃度の蔗糖溶液に対する味覚の態度を明らかにしようとした。即ち和光純薬製サツカロゼを用い、0.01N, 0.015N, 0.02N の三種の液を作り、この溶液 10cc を口腔内に含み、思考と判断とを行う方法をとつた。そのためす順序は夫々の液を 1, 2, 3 と假稱すると、1, 1, 2, 1, 2, 3, 2, 3, 3 の如くした。即ち各同一濃度を結局 3 回試みることとなるが同一濃度の溶液を 2 度

つゞけてためすことはなるべく避けた。甘味については三村と同様に指定した四段階の申告を行わしめ、その得点を 3-4-5-6 と定めた。また無味の他、シオカライ (鹹), スツパイ (酸), ニガイ (苦), 異味の味 (異味) の申告を許した。それは從來も屢々認められた如く、本來の味が甘いものであるにも拘らず、濃度の極めてうすい場合は本來の「アマイ」という味以外の他の味がしばしば感ぜられるからである。

被検者は某車輛関係工場従事員62名で朝及び夕、即業務開始前 (午前8時~8時30分頃) 及業務終了後 (午後4時~4時30分) に行わしめた。参考として各人の自覺的疲勞の状態、喫煙の有無及びその程度並に嗜好等を記入させた。

結 果

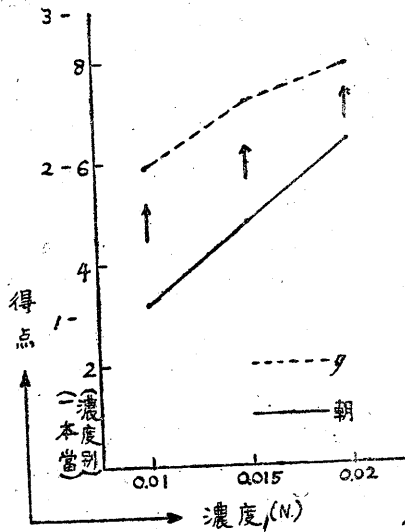
A. 全体の成績

被検者62名の個々の成績は後に記す如く區々であるが、全人員の總得点の平均値により感覚増強の程度を検すると、朝夕の平均得点と濃度との関係は第1図の如くなり、各濃度とも作業後の得点が大い。就中、三濃度段階中の最低たる 0.01N では朝夕の得点差が最大である。夕が朝に比し得点が大であるということは作業後に甘味をより強く感じるようになり、また閾値が低まつていることを示している。試験管1本當りでは3点が知覚閾に相當し、被検者1人は同じ濃度の試験管を3回試行するから9点が知覚閾に相當する (三村, 1, 福田, 3)。

B. 作業負荷の種類による差異

62名の被検者を肉體作業を主とする工員34名と机上事務を主とする舊制中等学校卒業者若しくはそれ以上の學歷を有する職員28名との二群に区分し兩群の成績を比較した。兩者とも8時

* 東京大学醫學部生理学教室



第1圖
朝、夕の平均得点と濃度との關係 (全員)
〔濃度別1人當り並試験管1本當りの得点〕

出勤、8時10分作業開始、12時晝食、12時45分作業再開、15時～15時10分休憩、16時20分作業終りであるが、前者は不断の注意力と判断力は勿論必要とはするが一面画一的な純粹に近い肉体労働者群であり、後者は経理事務及び保健厚生事務を執る所謂事務員群である。後者は前者に比し頭腦を用いること大と考えられ、前者を肉体労働とするのに対し、本研究ではこの後者

を精神労働とする。

この二群の集約的總得点平均値と濃度との關係は第1表の平均欄で示される。この結果から朝夕得点差は肉体労働の工員よりも頭腦を用いる机上勞務に於て遙かに著しい事が認められ、前述の甘味濃度の増強は精神労働の要因が重要であるということがいえる。換言すれば精神労働は肉体労働より甘味閾値附近の感受性を高めるものであるといえる。

第1表A
作業前後の各例の成績、工員34例の得点表

被 検 者 No.	作 業 前				作 業 後		
	蔗糖濃度 (N)			疲 勞 の 自 覺 症 候	蔗糖濃度 (N)		
	0.01	0.015	0.02		0.01	0.015	0.02
1	6	11	14	±	+	10	11
2	0	3	3	±	±	7	5
3	3	0	9	±	±	13	16
4	0	3	6	±	+	0	9
5	3	9	10	±	±	10	9
.....中略.....							
30	3	3	3	±	±	9	3
*31	0	9	6	+	+	0	9
*32	6	3	7	+	±	11	11
33	0	0	0	+	±	3	0
34	3	3	7	±	+	6	8

平均

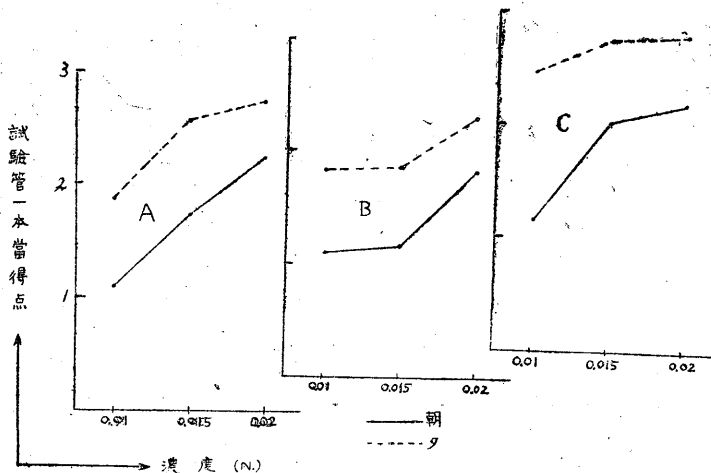
34例中、作業前後に於ける自覺的疲労の変化：

- A. 変化のないもの 12例
- B. 一段階増加するもの 12例
- C. 二段階以上増加するもの 9例
- D. 低下するもの 1例

*印は喫煙の習慣を有しないもの (計9例あつた)

C. 個人の成績

集約的には上述の如く、二作業群とも作業後に得点が増加しているが、各個人の成績は第1表に示す通りでこれを個人別の夫々の濃度の1本當りについての得点成績で分類すると第2表となり、既述のことからも推測し得る如く増加が大部分を占めるが、何れの濃度にも朝に比し夕の得点が減少しているものがあり、此の点からも各個人に対する作業の影響を甘味感覚に求めることには難点があるといえる。



第2圖 作業前後に於ける自覺的疲労の変化と濃度別得点との關係

- A. 自覺症狀変化ない群
- B. 疲労感・一段階増加した群
- C. 疲労感・二段階以上増加した群

第1表 B
作業前後の各例の成績、職員28例の得点表

被検者 No.	作業前			疲労の自覚症候		作業後		
	蔗糖濃度 (N)					蔗糖濃度 (N)		
	0.01	0.015	0.02	朝	夕	0.01	0.015	0.02
1	6	0	6	+	+	3	6	10
*2	9	7	5	+	+	9	10	9
3	6	5	0	+	+	6	3	7
4	3	3	0	+	+	9	0	8
5	3	0	3	+	+	0	3	8
.....中略.....								
24	8	11	12	+	+	13	7	11
25	3	7	9	+	+	10	17	9
26	0	8	0	+	+	4	11	10
27	3	9	8	+	+	7	9	10
28	0	8	3	+	+	3	3	10

平均

28例中、作業前後に於ける自覚的疲労の変化:

- A. 変化のないもの 23例
- B. 一段階増加するもの 1例
- C. 二段階以上増加するもの 3例
- D. 低下するもの 1例

*印は喫煙の習慣を有しないもの (計4例あつた)

第2表
朝夕得点差で分類した被検者の分類

試験管1 本當平均 得点の差		濃 度		
		0.01N	0.015N	0.02N
朝夕 得点 の 差	減少	1以下 7名	6名	11名
		1~2 1	4	5
		2~3 1	2	2
		3~4 —	1	—
	計	9	13	18
	増加	1以下 14	16	16
朝夕 得点 の 差		1~2 16	13	10
		2~3 7	5	5
		3~4 2	1	3
		4~5 —	2	—
		5~6 —	1	—
	計	39	38	34
不変		14	11	10
總 計		62名	62名	62名

第3表 作業前後に於ける自覚的疲労の変化と濃度別得点との關係

		作業前濃度別得点			作業後濃度別得点		
		0.01N	0.015N	0.02N	0.01N	0.015N	0.02N
変化のない もの (35名)	全員合計	114点	182	236	→ 195	269	286
	1人平均	3.3	5.2	6.7	→ 5.6	7.7	8.2
	1本當平均	1.09	1.73	2.25	→ 1.76	2.56	2.72
変化、一段 階増加する もの (13名)	全員合計	43	45	71	→ 71	72	90
	1人平均	3.3	3.5	5.5	→ 5.5	5.6	6.9
	1本當平均	1.10	1.15	1.82	→ 1.82	1.85	2.31
変化、二段 階以上増加 もの (12名)	全員合計	42	73	79	→ 89	100	101
	1人平均	3.5	6.1	6.6	→ 7.4	8.3	8.4
	1本當平均	1.17	2.03	2.19	→ 2.47	2.78	2.81
変化、一段階低 下のもの (2名)		2名合計	0	0	→ 9	3	13

D. 主観的疲労感との関連

さきの第3表にある疲労の自覚症候の全く疲労を感じない (一), 殆んど疲労を感じない (士), 軽い疲労を感じる (+), やゝ疲労を感じる (廿), 相當疲労している (卅), の五段階を基にして, 作業前後に於て変化なきもの35例, 一段階変化したもの, 例えば朝 (一) で夕 (士), 朝 (+) で夕 (士) の者13例, 二段階以上の変化のもの12例, 尙朝 (+) で夕 (士) となつた者2例は変化なきものに加えこれを37例とし, 三集團を比較すると (第3表) 各團に於て夕の得点は朝の得点を基準として変動するが特に自覚症候の疲労が得点に影響している点は見出し難い. 即ち「自覚」の疲労程度と甘味感覚の間には特別の関連は存在しない. たゞ, 朝を基準とし夕に於ける得点増加を見ると (第4表) 第1番目の濃度である0.01Nに於ては二段階以上変化あるものは他團に比しその差が著しい. 甘いと感ずることの鋭敏でない濃度に於てはその差異が判然と認められる.

第4表

作業前 (朝) と作業後 (夕) との自覚的疲労の
変化の程度に照して見た朝夕得点差
(夕の得点 > 朝の得点)

1人當平均:

		濃度別朝夕得点差		
		0.01N	0.015N	0.02N
自覚的 疲労	変化なし	2.3	1.5	1.5
	変化・一段階増加	2.2	2.1	1.4
	変化・二段階以上増加	3.9	2.2	1.8

1本當平均:

		0.01N	0.015N	0.02N
自覚的 疲労	変化なし	0.67	0.83	0.47
	変化・一段階増加	0.72	0.70	0.49
	変化・二段階以上増加	1.30	0.75	0.62

E. 喫煙の習慣との関連

總員62名中、喫煙の習慣ある者49例, 習慣なき者13例について朝夕の得点成績は第5表の通りで僅かながら朝夕を通じて喫煙の習慣ある者の方がなき者に比し得点は大である. 喫煙の有無が作業負荷により特に甘味成績に影響を及ぼすこと

第5表
喫煙の習慣の有無と作業による平均得点のずれとの関係

	作業前の濃度別 平均得点				作業後の濃度別 平均得点		
	0.01N	0.015N	0.02N		0.01N	0.015N	0.02N
喫煙群 (49例)	3.2	5.0	6.6	→	5.8	7.3	8.0
非喫煙群 (13例)	3.2	4.1	5.7	→	5.9	6.5	7.6

は認められない。併し、本研究に於ては喫煙者は非喫煙者に比し、幾分甘味に対し敏感である。

要 約

1) サツカロースを用い、62人の男子に於て甘味の閾値附近に於ける味覚を感度の8時間の作業負荷による集約的変動を3-4-5-6の採点方式により検査した。

2) 甘味に対する平均得点は作業後に増加している。

3) 作業負荷を肉體作業(34名)、精神作業(28名)の二群に分ち比較すると後者の得点増加の方が大である。

4) かくて朝夕の甘味の感度の作業後の増加には精神作業の要因がより重要なものと考えられる。

5) 個人の成績は区々であり、作業後に得点の減少する者も認められ個人の成績に負荷の影響を求むることは困難である。

6) 自覚症候としての疲労感と甘味感覚との間には特別の関連は認め難い。併し疲労感の変化が大きいものは第1番目の濃度では朝夕の差が比較的著しい。

7) 喫煙の習慣と感覚の変動との間にも特に関連は見出せない。

筆をおくに當り、福田教授から終始御鞭撻御指導を賜つたことを深く感謝する。

文 献

- 1) 三村信之 (1949) 味覚閾値の測定法 民族衛生 16, 105
- 2) 三村信之 (1950) 疲労に基く甘味閾値の変動に就いて 日本生理誌 12, 76
- 3) 福田邦三 (1949) 精神の生理学 (文光堂: 東京)

Summary

1. A manifestation of fatigue due to mental and bodily labour was found in fluctuation of the sensitivity to sweetness. Men, 62 in number, were tested on saccharose solution before and after 8 hours of work, which consisted of four hours in the morning and four in the afternoon.

The intensity of sweetness experienced in each trial was expressed by the subject in words and recorded by point-score, 3, 4, 5, or 6 according to the degree of intensity experienced on application of test solutions around the threshold.

The data was collectively treated and the effect of work was studied.

2. The average mark was found increased after the work when compared with the value before the work.

3. The total sum was more increased in mental workers (28 men) than in the bodily workers (34 men).

4. Thus the mental work seems more important than bodily work in enhancing the sensitivity to the saccharose solution.

5. This result does not always apply to individual subjects. No correlation was found between the individual result and the feeling of weariness or habit of smoking.

(Department of Physiology, Med. School Univ. of Tokyo)

肢誘導に於ける短絡の影響 612.174.4

The Deformation of the Electrocardiogram by Shunt.

(文部省科学研究費による研究)

西澤 一 男 (Nishizawa-Kazuo)*

I. 緒 言

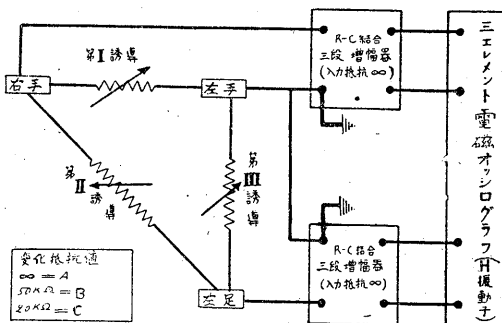
最近心電図法は日常の一般臨牀検査にも盛に用いられるようになった。然し一般は徒らに撮影された心電曲線に就いてのみ議論し、得られた心電曲線が果して本當に信頼し得るものなりやと云うような基礎的な問題に対しては余り注意を拂わない様に思われる。

扱て、一般に心電曲線と云われているものは、心筋の活動電位を、通常体表表面上に導子を取付け心電計で描写したものであつて、心臓の起電力そのものを測定しているのでは勿論ない。換言すれば、心臓の起電力が内臓並に皮膚等に依つて短絡されたものを誘導測定したものであつて、いわば1つの影像を観察しているものと云うことが出来る。従つて、入力部に格子電流の流れるような増幅器を用いた場合とか、使用する増幅器の入力抵抗値が人体の短絡の値に匹敵すべき大きさをもつた場合には、當然得られた心電曲線に変化が生ずる譯である。この問題は既に多くの人々 (1, 2, 3, 4, 5, 6, 7) に依り検討されているが、それらの人々によつて論ぜられている心電曲線の変化は、何れも短絡を施した誘導個所の変化に過ぎない。短絡個所の変化と云うものは、短絡を施したことによつて生じた身体内に於ける電位分布の乱れと、短絡と皮膚抵抗の関係から生じた電圧降下の兩変化が重なつたものであつても、兩者を區別することは困難である。従つて著者は電位分布の乱れと云うものを考慮し、肢誘導に於て、一誘導間を短絡した場合、各誘導の心電曲線に如何なる変化が生ずるか平面的な觀察を試みた。その結果、変化のあつたものに於ては、短絡個所と短絡に

よる変化の間に、大体一定の関係のあることを知つたので、茲に報告し、諸賢の御批判を乞ふ次第である。

II. 実験装置及び実験方法

増幅器は普通の R-C 結合三段増幅器であるが、感度調整を終段に入れ、入力抵抗のないものを製作使用した。尚増幅器の製作に當つては、特に入力部に格子電流が流れないように、第I段目の真空管を厳選し、且つ格子偏倚を調整した。記録装置は横河製三エレメント型電磁オツシログラフを用い、H振動子をこれに装置した。誘導方法は、床から充分絶縁した寝台上に被検者を安靜に仰臥させ、2×5cm の銀板導子を食塩糊(8)、糸ゴムで右及び左前膊、左下腿部に固定して肢誘導を行つた。



第1圖

実験方法は、第1図の如く、上記の増幅器2台を用い、第I、第III誘導を常に同時記録し、各増幅器の入力間 (第I、第III誘導間)、兩増幅器の格子間 (第II誘導間) に ∞ (増幅器自体)、50k Ω 、20k Ω の三抵抗値を各々差しかえ計27通り変化させ、第I、第III誘導の心電曲線に如何なる変化が生ずるか、即ち短絡個所と短絡によ

* 日本醫科大学生理学教室

る変化の関係を平面的に観察した。著者が第Ⅰ、第Ⅲ誘導を同時記録した理由は、第Ⅱ誘導は第Ⅰ、第Ⅲ誘導の和であり、且又、両者は臨牀上、暫々比較対照されるからである。尙同時誘導に際しては、左手部を接地したので、電流を第Ⅰ誘導側のH振動子に逆に流し、第Ⅰ、第Ⅲ誘導の振れを同方向とした。又使用する兩増幅器の電源は別個のものをを用い、各増幅器に至る間は全く共通部分のないように配線した。

上記の抵抗値はホキーストンプリヂで誤差2%以内のものを選定使用し、便宜上、写真、表及び図に於ては ∞ をA、50k Ω をB、20k Ω をCなる英文字にて表わすことにした。棘高測定にはQの起始部 Q_A を結ぶ線を基線として用い、測定棘波数は8つとして平均値を求めた。尙著者使用の電磁オツシログラフにはコンデンサーレンズの光軸に歪みがあつたため、第Ⅰ、第Ⅲ誘導の心電曲線の間にすれがあつた。従つて、同時点は、先ず較正曲線を記録した写真で、始部の黒影縁より各較正曲線の起始部に至る距離を測定し、兩者の差を求めて然る後決めた。

Ⅲ. 実験結果並に考察

実験結果を総合すると、変化しないもの、変化するものと、変化の程度は個々別々であつた。然し生じた変化を30例に就いて観察すると、大体一定の傾向があつたので、代表的な例を挙げて述べる事にする。尙同時記録された心電曲線に於ては、第Ⅰ誘導と第Ⅲ誘導の関係は様々であつた。従つて著者は大体同時点を求め、第Ⅰ誘導のRが第Ⅲ誘導のRに相當した時には(R_I R_{III})とし、第Ⅲ誘導のSに相當した時には(R_I S_{III})とした。

A. (R_I R_{III}) 及び (T_I T_{III}) の変化

例 1. 写真 1. 参照。

第1表の如く、第Ⅰ誘導間(横軸二英文字の第一字目)及び第Ⅱ誘導間(縦軸一英文字)の抵抗値を一定とし、第Ⅲ誘導間(横軸二英文字の第二字目)のみをA(∞)、B(50k Ω)、C(20k Ω)と変化させると R_{III} 棘波は減少して行く。即ち吉本その他と同様に短絡個所のR棘波は減少す

at II		at I III								
		AA	AB	AC	BA	BB	BC	CA	CB	CC
A	R _I	15.0	24.0	32.2	12.0	19.0	26.3	8.7	15.0	20.8
	R _{III}	29.8	24.0	17.3	30.5	26.5	17.7	31.4	26.7	20.5
B	R _I	11.0	17.4	25.0	8.4	14.2	21.8	6.5	12.0	17.5
	R _{III}	28.4	22.6	16.3	29.6	23.5	18.0	30.0	23.8	17.0
C	R _I	7.5	11.4	17.4	6.8	9.6	16.5	5.5	8.8	13.0
	R _{III}	26.5	20.8	15.2	27.0	21.6	17.0	27.0	22.0	18.0

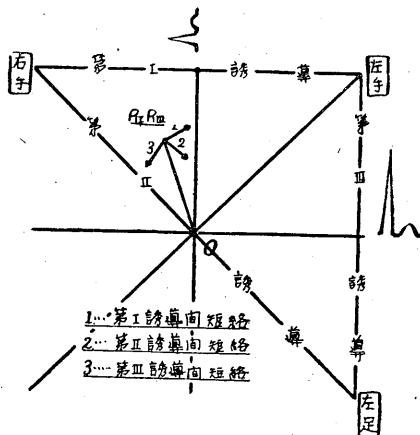
第1表

横軸二英文字 A, B, A C …… とあるは
第Ⅰ、第Ⅲ誘導間の順
縦軸一文字 A, B, C …… とあるは第Ⅱ誘導間
A = ∞ , B = 50k Ω , C = 20k Ω

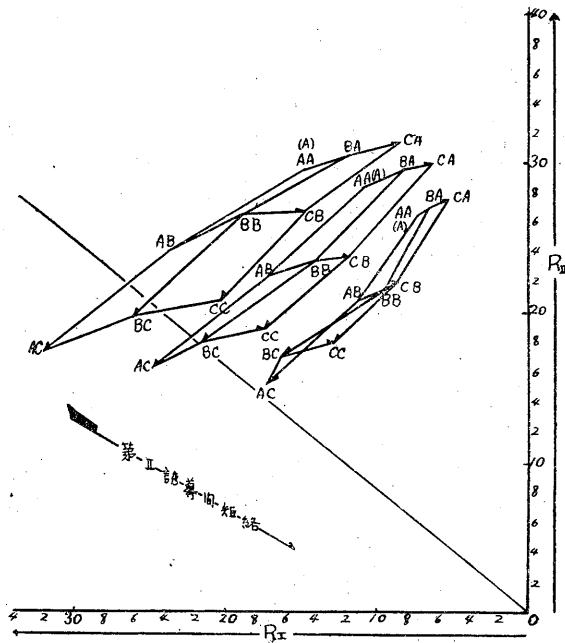
単位 = mm. 感度 $\begin{cases} ab I \cdots 1mV = 38 \\ ab III \cdots 1mV = 32 \end{cases}$

る。然し、それと同時に R_I 棘波は逆に増加して行く。次に第Ⅱ、第Ⅲ誘導間の抵抗値を一定とし、第Ⅰ誘導間(横軸二英文字の第一字目)のみを同様に変化させて行くと R_I 棘波は減少して行くが、この場合も R_{III} 棘波は僅かであるが逆に増加して行く。同様に第Ⅱ誘導間(縦軸一英文字)のみを短絡して行くと R_I , R_{III} 棘波は共に減少して行く。

変化の程度と云うものは本例計りではなく一般に千差万別で、個人により部位により又量の取り扱い方即ち比で表わした場合と差で表わした場合で異なつた。然し、何れにしても変化の程度に差はあつたが、変化そのものは大体同じ傾向であつた。そしてこの様な変化が見られたものは、変化の量を比で表わした時即ち短絡抵抗値 ∞ の時の値に比較して、短絡個所に於けるR棘波の低下は何れも激しいと云う特徴があつ



第2圖



第3圖

横軸=第Ⅰ誘導軸高(第Ⅲ誘導基線)

縦軸=第Ⅲ誘導軸高(第Ⅰ誘導基線)

横二英文字 AB, AC とあるは第Ⅰ, 第Ⅲ誘導間の順. 括弧内は第Ⅱ誘導間, 従つて同文字を結んだ線が第Ⅱ誘導間短絡の変化. 矢印は方向を表わす. 斜線は感度を表わす.

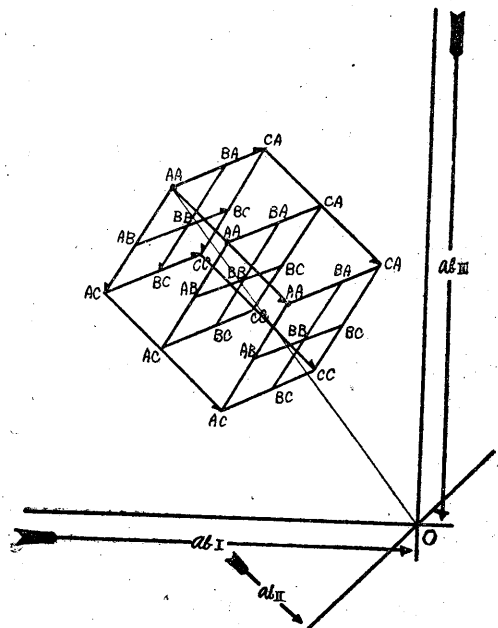
単位 = m. m, A = ∞, B = 50kΩ, C = 20kΩ.

た. これを数字で表わすと短絡抵抗値 20kΩ に於ては ∞ の時の平均約 7/15 と云う低下を示した.

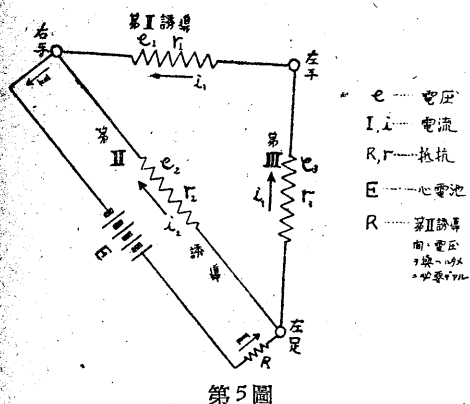
以上の関係を第2図の如く, 三誘導部位を結ぶ線が直角二等邊三角形を形成するものとして (R_I R_{III}) のベクトルを求め, その変化を図示すると第3図のようになる. 第2図には理解を容易にするため二誘導間を ∞ とし, 一誘導間を短絡した場合の変化を簡単に表わしてみた. 第Ⅰ誘導と第Ⅲ誘導の関係は一方が減少すれば他方は増加するので, 第2図及び第3図の如く, ベクトル (R_I R_{III}) は第Ⅰ誘導間を短絡した場合 (二英文字の第一文字を変化させた場合) には第Ⅰ誘導の基線へ, 第Ⅲ誘導間を短絡した場合 (二英文字の第二文字を変化させた場合) には第Ⅲ誘導の基線へ恰かも倒れるように向う. 第Ⅱ誘導間を短絡した場合 (同横文字を結んだ場合, 方向は矢印が示す) には共に減少するので変化の方向は平面的には, 第Ⅱ誘導の誘導方向にや

ゝ平行し, 立体的には矢状方向に第Ⅱ誘導の基線に向い倒れると云う形をとる. 著者は立体的に起きている変化を平面的に観察したために, 斯の如き複雑な云い現わし方をしたが, 以下は説明上, 立体的な方向を省略し, 單に平面的に変化した方向に就いてのみ述べることにする. 尙一般のベクトル表示は逆であるが著者は戸塚教授の説に依り上記の如く表わした. 又直角二等邊三角坐標を用いたのは, 便宜上, 使用したに過ぎないが, 以上の実験成績, 即ち第Ⅰ誘導と第Ⅲ誘導とは一方が減少すれば他方が増加すると云う様に互に相反し然も同じ影響を與える点, 第Ⅱ誘導間を短絡すると共に減少する点から Einthoven の正三角模型より前川 (9), 清水 (10) の第Ⅱ誘導を斜邊とした直角二等邊三角模型に賛成したい様な氣もする. 第4図は (R_I R_{III}) が規則正しく増減した時の変化を参考迄に掲載したものである.

以上の (R_I R_{III}) の変化より, 勿論, 人体はその様に簡単なものではないが, 第5図の如き電気模型を考えて見ると,



第4圖



第5圖

$$\text{第I誘導電圧 } e_1 = i_1 \cdot r_1 \dots\dots\dots (1)$$

$$\text{第III誘導電圧 } e_3 = i_1 \cdot r_3 \dots\dots\dots (2)$$

$$E = I \left(\frac{1}{\frac{1}{r_1 + r_3} + \frac{1}{r_2}} + R \right) \dots\dots\dots (3)$$

$$I = i_1 + i_2 \dots\dots\dots (4)$$

$$i_1(r_1 + r_3) = i_2 r_2 \dots\dots\dots (5)$$

$$(4) (5) \text{ より } i_1 = \frac{r_2 I}{r_1 + r_2 + r_3}$$

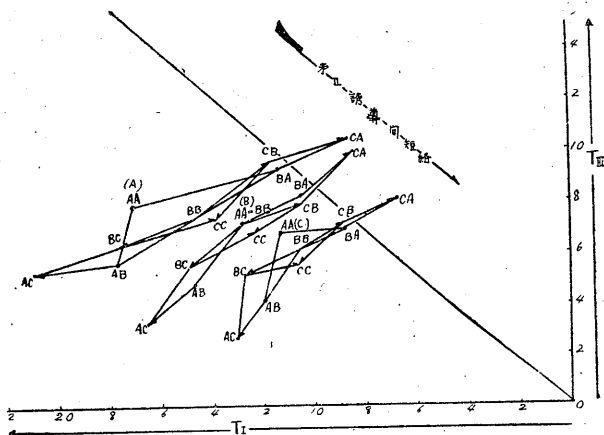
$$(3) \text{ より } I = \frac{E(r_1 + r_2 + r_3)}{R(r_1 + r_2 + r_3) + r_2(r_1 + r_3)}$$

$$\therefore i = \frac{r_2 E}{R(r_1 + r_2 + r_3) + r_2(r_1 + r_3)}$$

$$\begin{aligned} (1) \text{ より } e_1 &= \frac{r_1 r_2 E}{R(r_1 + r_2 + r_3) + r_2(r_1 + r_3)} \\ &= \frac{E}{\frac{R + r_2}{r_2} + \frac{Rr_2 + Rr_3 + r_2 r_3}{r_1 r_2}} \\ &= \frac{E}{\frac{R(r_1 + r_3)}{r_1 r_2} + \frac{r_1 + r_3 + R}{r_1}} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} (2) \text{ より } e_3 &= \frac{r_2 r_3 E}{R(r_1 + r_2 + r_3) + r_2(r_1 + r_3)} \\ &= \frac{E}{\frac{R + r_2}{r_2} + \frac{Rr_1 + Rr_2 + r_1 r_2}{r_2 r_3}} \\ &= \frac{E}{\frac{R(r_1 + r_2)}{r_2 r_3} + \frac{r_1 + r_3 + R}{r_3}} \end{aligned}$$

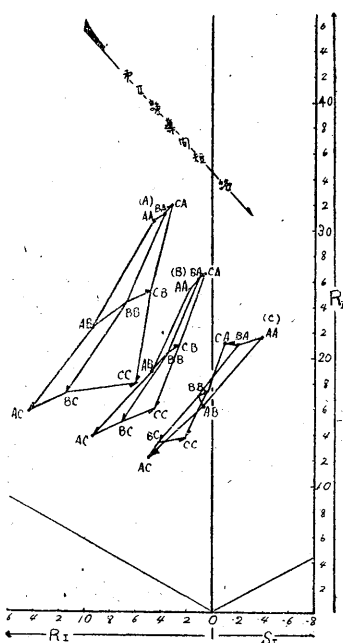
上式より、第I誘導間を短絡した場合は r_1 が減少し第I誘導電圧 e_1 は r_1 を分母の分母にもつため減少する。第III誘導電圧 e_3 は r_1 を分母にもつため増加する。第II誘導間を短絡した場合は r_2 が減少し第I誘導電圧 e_1 、第III誘導電圧 e_3 は



第6圖 圖の説明は第3圖参照

共に r_2 を分母の分母にもつため減少する。第III誘導間を短絡した場合は r_3 が減少し第I誘導電圧 e_1 は r_3 を分母にもつため増加し、第III誘導電圧 e_3 は r_1 を分母の分母にもつため減少する。即ちこの電気模型は質的に、著者の実験結果を良く表わしている。

以上は (R_I, R_{II}) の変化であるが (T_I, T_{II}) に於ても大体同様で第6図は例1に於ける (T_I, T_{II}) の変化をT波頭に就いて調べたものである。尚第II誘導間を短絡した場合には、変化その



第7圖 圖の説明は第3圖参照

ものには変りがないのであるが、第II誘導と云うものゝ爲に心電図法上重大な変化が見られるので特に例を挙げて述べることにする。

例2. 写真2a, 2b参照

本例は R_I が R_{II} より遙かに少ない場合(極端な立位)である。第7図に見る

如く各誘導間を短絡した場合 ($R_I R_{II}$) の変化は例1と全く同様である (写真 2a 参照). 只問題となるのは, 第 I, 第 III 誘導間の抵抗値を A とし, (図の AA) 第 II 誘導間のみを A, B, C (図の括弧内) と変化させて行くと ($R_I R_{II}$) は共に減少し遂には小なる上向性 R_I は陰性化して ($S_I R_{II}$) となることである (写真 2b 参照). この変化はベクトル ($R_I R_{II}$) の傾きと, 第 I 誘導と第 III 誘導の基線の間にずれがあつたために生じた変化であつて, 例1と同様にベクトル ($R_I R_{II}$) が第 II 誘導方向にやゝ平行して第 II 誘導の基線に向つて行くことに変わりはないのである. ($S_I R_{II}$) に於ては (図の AA 括弧内 C) 第 I 誘導間を短絡する (二英文字の第一文字を変化させる) と S_I は減少し R_{II} も寧ろ減少の傾向を示しベクトル ($S_I R_{II}$) は ($R_I R_{II}$) のときとは逆の方向に第 I 誘導の基線へ向つて行く.

第 III 誘導間を短絡した場合 (二英文字の第二文字を変化させた場合) は S_I, R_{II} は共に減少しベクトル ($S_I R_{II}$) が ($R_I R_{II}$) のときと同方向に第 III 誘導の基線に向い, S_I は再び R_I となる.

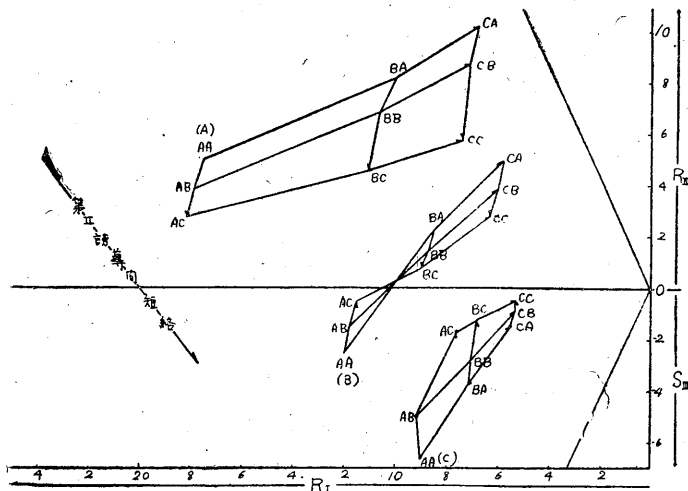
($R_I R_{II}$) では上述の如き変化が他の 5 例に見られたが, ($T_I T_{II}$) では T_I の陰性化は 1 例も経験しなかつた. 然し後述の例 3 の変化が ($T_I T_{II}$) に於ても起ると云う事実より T_I の陰性化も起り得るのではないかと考える.

例 3. 写真 3a, 3b 参照

本例は例 2 とは逆に R_{II} が遙かに R_I より小なる場合 (極端な横位) である. 第 8 図に見る如く, ($R_I R_{II}$) に於ける変化は程度に差はあるが大體例 1 と同様であつた (写真 3a 参照).

本例では例 2 と同様に第 I, 第 III 誘導間の抵抗値を共に A とし (図の AA) 第 II 誘導間を A, B (図の括弧内) と変化させると R_I, R_{II} は共に減少し今度は小なる R_{II} が陰性化して ($R_I S_{II}$) となる. 然も B で ($R_I S_{II}$) となつた時更に C と短絡を続けると R_I は更に減少し S_{II} は更に増加する (写真 3b 参照). この変化はベクトル ($R_I R_{II}$) の傾きが例 2 と異なつた爲めに第 II, 第 III 誘導の基線が問題となり, そのずれによつて生じた変化であつて, 例 1 と同様にベクトル ($R_I R_{II}$) は第 II 誘導方向にやゝ平行して第 II 誘導の基線に向う. ($R_I S_{II}$) に於ては第 III 誘導間を短絡する (二英文字の第二文字を変化させる) と S_{II} は減少し R_{II} も寧ろ減少の傾向を示しベクトル ($R_I S_{II}$) は ($R_I R_{II}$) の時とは逆の方向に第 III 誘導の基線に向う. 第 I 誘導間を短絡する (二英文字の第一文字を変化させる) と R_I, S_{II} は共に減少しベクトル ($R_I S_{II}$) は ($R_I R_{II}$) の時と大體同方向に第 I 誘導の基線へ向つて行く.

上記の ($R_I R_{II}$) の変化は ($T_I T_{II}$) に於ても 4 例に見られた. 写真 4 はその 1 例である. 一般に T は非常に不安定で冷水の飲用でも陰性



第 8 図 圖の説明は第 3 圖参照

化が生ずるとされている. 従つて著者は次のような実験方法をとつた. 写真 4 の如く, 始め各誘導間を A とし, 先ず第 II 誘導間を B, C と変化させて行く. すると第 II 誘導間の短絡に依り T_{II} の陰性化が起きる. 次には第 I, 第 II 誘導間を A とし第 III 誘導間を B に変える. 即ち第 III 誘導間を短絡した事になり T_{II} は各誘導間が A するときより棘高は減するが上向性となる. そこで再び第 II 誘導間を B, C と変化させると再び T_{II} の陰性化

が起きる(第Ⅲ誘導間の短絡のために陰性化は弱くなる)。同様に第Ⅰ, 第Ⅱ誘導間をAとし第Ⅲ誘導間をCに変え, 第Ⅱ誘導間を再びB, Cと変化させる。その結果, 陽性, 陰性, 陽性(少々 T_m 減少), 陰性(少々 T_m 減少)と云う変化が規則正しく短時間に繰返され, 第Ⅱ誘導間の短絡による変化であると云うことを明らかに知ることが出来る。

以上は各誘導間を短絡した場合の $(R_I R_m)$ 及び $(T_I T_m)$ の変化であるが, こゝに特に注意すべきことは, 心臓に著変がなくても, 第Ⅱ誘導間を短絡した場合には第Ⅰ, 第Ⅲ誘導のR又はT棘波が陰性化すると云うことである。

第Ⅰ, 第Ⅲ誘導に於ける他の棘波の変化を観察すると大体次のようになった。

B. $(R_I Q_m)$ 又は $(R_I S_m)$ の変化

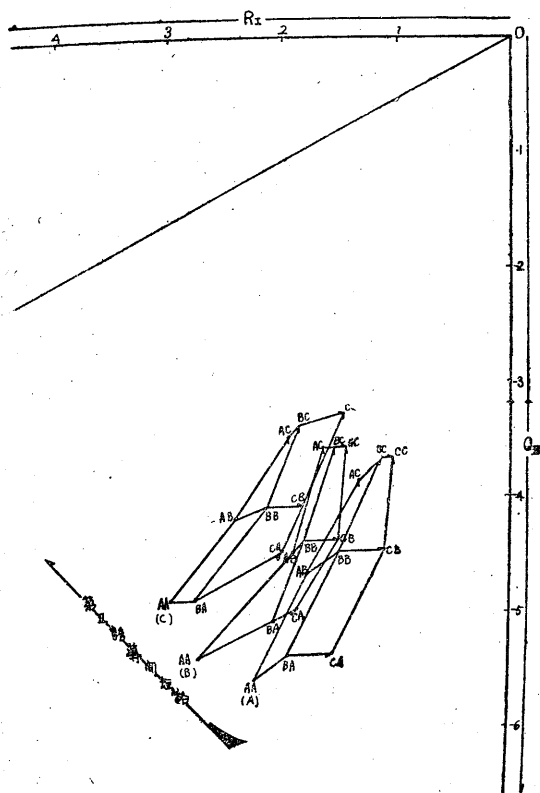
$(R_I Q_m)$ 又は $(R_I S_m)$ なる関係9例に就いて変化を観察すると第Ⅰ, 第Ⅲ誘導間を短絡した場合は大体同じ傾向をもつた。然し第Ⅱ誘導

間を短絡した場合は第Ⅱ誘導の基線というものがあるために, 例3に於て既に述べた $(R_I S_m)$ の変化と, 第9図に示す例2に於ける $(R_I Q_m)$ の変化の2通りの変化が見られた。即ち前者の変化は R_I が Q_m 又は S_m より大なるもの, 云い換えればベクトル $(R_I Q_m)$ 又は $(R_I S_m)$ が第Ⅱ誘導の基線上にあつたもの(5例)に大体見られ, 後者の変化は R_I が Q_m 又は S_m より小なるもの, 云い換えればベクトル $(R_I Q_m)$ 又は $(R_I S_m)$ が第Ⅱ誘導の基線下にあつたもの4例に大体見られた。

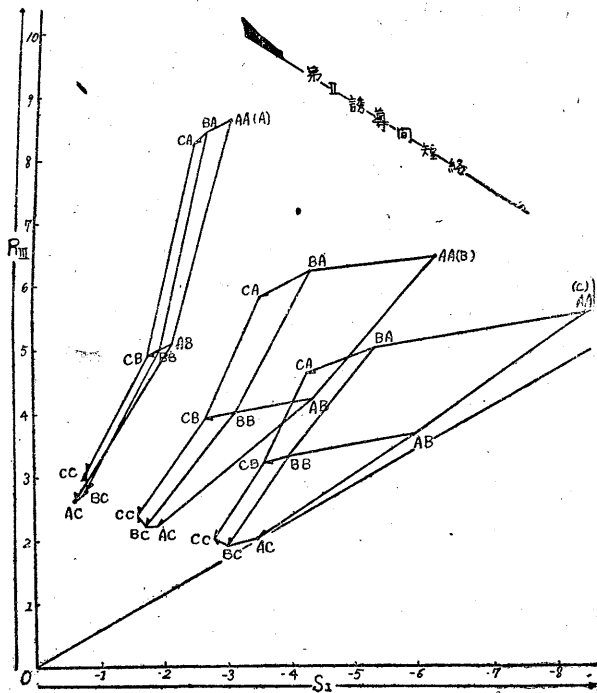
第8図(例3参照)及び第9図の如く, 第Ⅰ誘導間を短絡する(二英文字の第一文字を変化させる)と R_I, Q_m 又は S_m は共に減少しベクトル $(R_I Q_m)$ 又は $(R_I S_m)$ は大体 $(R_I R_m)$ と同方向に第Ⅰ誘導の基線に向ふ。第Ⅲ誘導間を短絡する(二英文字の第二文字を変化させる)と同様に R_I, Q_m 又は S_m は共に減少しベクトル $(R_I Q_m)$ 又は $(R_I S_m)$ は $(R_I R_m)$ とは全く逆の方向に第Ⅲ誘導の基線に向ふ。第Ⅱ誘導間を短絡する(同英文字を結ぶ, 方向は矢印が示す)と, 例3の $(R_I S_m)$ に於ては既に述べた如く, R_I は減少し S_m は増加しベクトル $(R_I S_m)$ は第Ⅱ誘導方向にやや平行して第Ⅱ誘導の基線に向ふ。之れに反し例2の $(R_I Q_m)$ に於ては第9図の如く, R_I は増加し Q_m は減少して(写真2b参照, 第Ⅱ誘導間を短絡した場合に $(R_I R_m)$ の R_I は減少するが $(R_I Q_m)$ の R_I は増加することを注意)ベクトル $(R_I Q_m)$ が前者とは逆に下から第Ⅱ誘導の基線に向ふ。この変化はベクトル $(R_I R_m)$ とベクトル $(S_I R_m)$ が第Ⅰ誘導間を短絡した場合は互に第Ⅰ誘導の基線に向ふ, 或はベクトル $(R_I R_m)$ とベクトル $(R_I S_m)$ が第Ⅲ誘導間を短絡した場合は互に第Ⅲ誘導の基線に向ふのと同じ変化であつた。

C. $(Q_I R_m)$ 又は $(S_I R_m)$ の変化

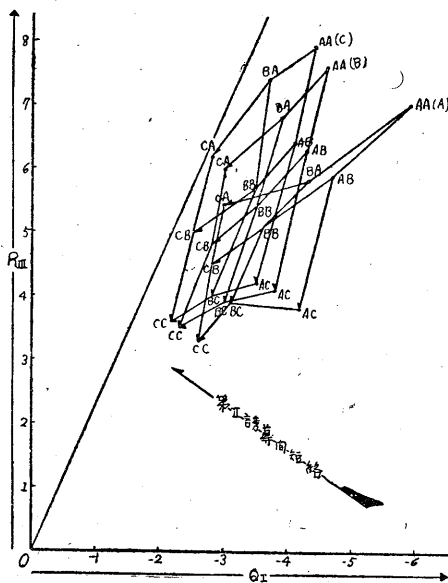
$(Q_I R_m)$ 又は $(S_I R_m)$ なる関係10例に就いて変化を観察すると, 第Ⅰ, 第Ⅲ誘導間を短絡した場合は大体同じ傾向であつた。第Ⅱ誘導間を短絡した場合は第Ⅱ誘導の基線があるために



第9図 圖の説明は第3圖参照



第10図 圖の説明は第3圖参照



第11図 圖の説明は第3圖参照

前述のBなる関係と同様、ベクトル $(Q_I R_{III})$ 又は $(S_I R_{III})$ が第II誘導の基線上にあつたもの(7例)と、基線下にあつたもの(3例)では変化が大体異なつた。第10図は例2に於ける $(S_I$

$R_{III})$ の変化を示し、 S_I が R_{III} より小さいためにベクトル $(S_I R_{III})$ が第II誘導の基線上にあつた例であり、第11図は例3に於ける $(Q_I R_{III})$ の変化を示し、 Q_I が R_{III} より大なるためにベクトル $(Q_I R_{III})$ が第II誘導の基線下にあつた例である。

第10図及び第11図の如く、第I誘導間を短絡する(二英文字の第一文字を変化させる)と Q_I 又は S_I 及び R_{III} は大体共に減少し、前述の例2に於ける $(S_I R_{III})$ と同様に(第7図参照)、ベクトル $(Q_I R_{III})$ 又は $(S_I R_{III})$ は $(R_I R_{III})$ とは全く逆の方向に第I誘導の基線に向う。第III誘導間を短絡する(二英文字の第二文字を変化させる)と、 Q_I 又は S_I 及び R_{III} は共に減少しベクトル $(Q_I R_{III})$ 又は $(S_I R_{III})$ は大体 $(R_I R_{III})$ と同方向に第III誘導の基線に向う(第7図参照)。第II誘導間を短絡する(同文字を結ぶ、方向は矢印)

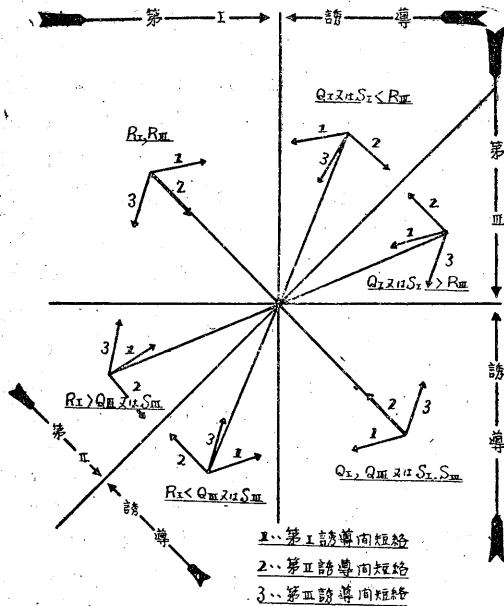
と、第10図に於ける $(S_I R_{III})$ では S_I は増加し R_{III} は減少し(写真2b, $S_I R'_{III}$ 参照)。ベクトル $(S_I R_{III})$ は $(R_I R_{III})$ と同様に第II誘導方向にやや平行して第II誘導の基線に向う。第11図に於ける $(Q_I R_{III})$ では Q_I は減少し R_{III} は大体増加の傾向を示し(写真3b, $Q_I R'_{III}$ 参照)。ベクトル $(Q_I R_{III})$ は前者とは全く逆の方向に第II誘導の基線に向う。

D. $(Q_I Q_{III})$ 又は $(S_I S_{III})$ の変化

棘高が共に小なるため変化を調べるのに非常に困難を感じたが13例に就いて大体の変化を観察すると、第I誘導間を短絡した場合は Q_I 又は S_I は減少し Q_{III} 又は S_{III} は増加の傾向を示し、第III誘導間を短絡した場合は Q_{III} 又は S_{III} は減少し Q_I 又は S_I は増加の傾向を示し、第II誘導間を短絡した場合は Q_I 又は S_I 及 Q_{III} 又は S_{III} は共に減少の傾向を示すというものが最も多く、第I誘導間を短絡した場合は Q_{III} 又は S_{III} は増加の傾向を示すが第III誘導間を短絡した場合は Q_I 又は S_{III} は寧ろ減少の傾向を示すというものが1例、逆に第I誘導間を短絡した場合は Q_{III} 又は S_{III} は寧ろ減少の傾向を示し第III誘導間を

短絡した場合は Q_I 又は S_I は増加の傾向を示すというのが2例(例1はその1例)あつた。

即ちベクトル (Q_I Q_{II}) 又は (S_I S_{II}) は第I誘導間を短絡した場合には第I誘導の基線へ、第III誘導間を短絡した場合には第III誘導の基線へ、第II誘導間を短絡した場合には第II誘導の

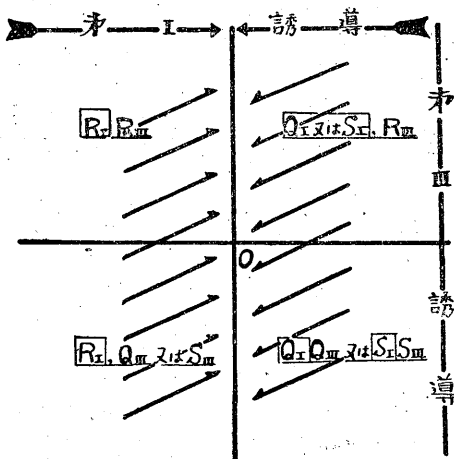


第12圖

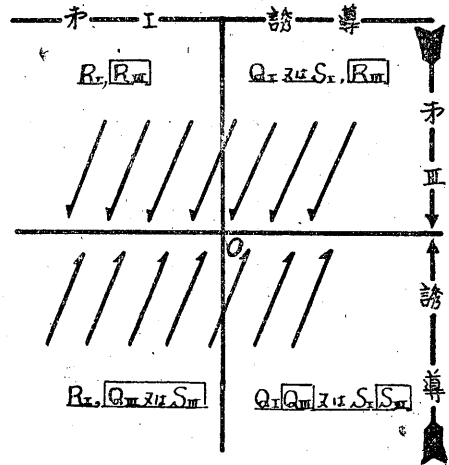
基線へ大体 (R_I R_{II}) とは逆の方向に向う傾向を示した(第12図参照)。

以上は第I, 第III誘導に於ける各棘波の変化であるが、之れを総合すると第12図のようにな

る。即ち各瞬間の心臓動作電圧ベクトルは短絡を施した誘導個所の基線へ何れも向つて行く。然もその変化方向は (R_I R_{II}) 及び (R_I Q_{II}) 又は (R_I S_{II}) の時即ち第I誘導が上向性 (R_I) の時は第I誘導間を短絡すると第13図の如く、何れも (R_I R_{II}) と同方向に(平行して)第I誘導の基線に向い、第I誘導が下向性 (Q_I 又は S_I) の時は同図の如く、これとは全く逆の方向に(平行して)第I誘導の基線に向う傾向があつた。又 (R_I R_{II}) 及び (Q_I R_{II}) 又は (S_I R_{II}) の時即ち第III誘導が上向性 (R_{II}) の時は第III誘導間を短絡すると第14図の如く、何れも (R_I R_{II}) と同方向に(平行して)第III誘導の基線に向い第III誘導が下向性 (Q_I 又は S_{II}) の時は同図の如くこれとは全く逆の方向に(平行して)第III誘導の基線に向う傾向があつた。第II誘導間を短絡すると何れも第II誘導の誘導方向にやゝ平行して第II誘導の基線に向う傾向があつた。即ち各瞬間に於ける心臓動作電圧ベクトルの変化方向は大体 (R_I R_{II}) に依つて決められ、他の瞬間の心臓動作電圧ベクトルは大体これに平行して変化するという傾向があつた。そして (R_I R_{II}) に於ては第I, 第III誘導間を短絡するとベクトル (R_I R_{II}) は短絡個所の基線へ恰かも倒れるように向い、第II誘導間を短絡すると第II誘導の誘導方向にほぼ平行して第II誘導の基線に向う傾向があつた。



第13圖



第14圖

以上は生じた変化の概略であるが、尙上記の変化は、590k Ω 以上の短絡抵抗値を用いた場合には、何れの例に於ても見る事が出来なかつた。

IV. 總 括

著者は肢誘導に於いて、第Ⅰ、第Ⅲ誘導を常に同時記録し、各誘導間に ∞ 、 $50k\Omega$ 、 $20k\Omega$ の三抵抗値を計27通り変化させ、短絡を施した誘導個所と、短絡による電位分布の変化の関係を平面的に観察した。

その結果は変化するもの、しないものと変化の程度は個々別々であつた。然し生じた変化は、三誘導部位が直角二等邊三角形を形成するものとしてベクトル表示すると、大体次のようになつた。

1. 各瞬間の心臓動作電圧ベクトルは短絡を施した誘導個所の基線に近づき乍ら大体一定方向に向う.

2. その変化方向は大体 $(R_I, R_m), (T_I, T_m)$ によつて決められ、他の瞬間の心臓動作電圧ベクトルは大体これに平行して変化する.

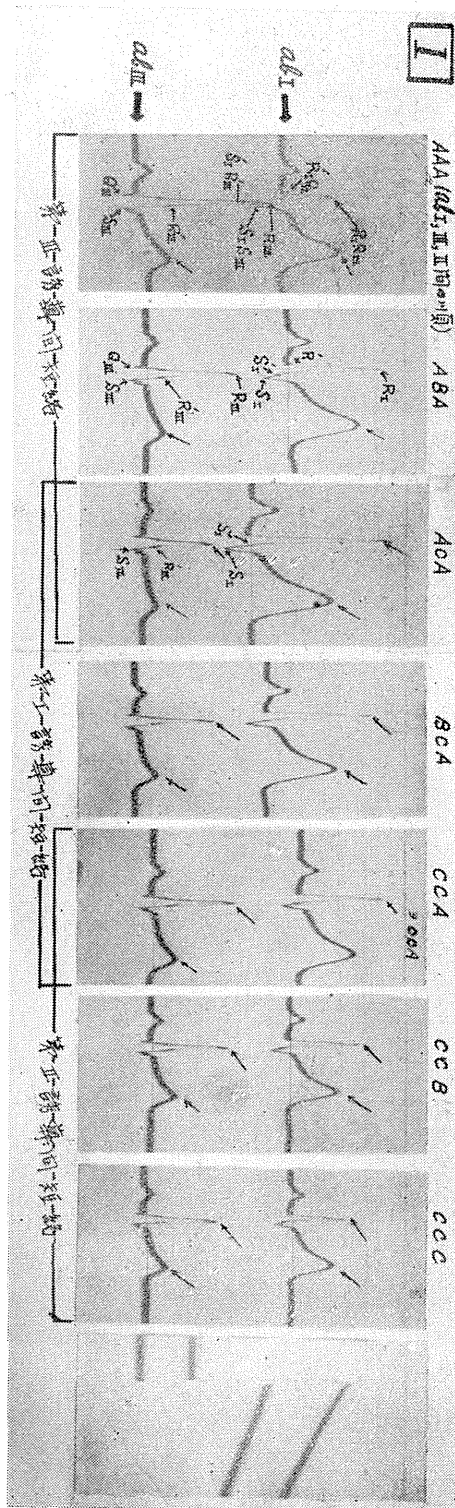
3. (R_I , R_m), (T_I , T_m) に於ては, 第Ⅰ誘導間を短絡すると R_I (T_I) 棘波は減少し R_m (T_m) 棘波は逆に増加の傾向を示し, 第Ⅲ誘導間を短絡すると R_m (T_m) 棘波は減少し R_I (T_I) 棘波は逆に増加の傾向を示し, 第Ⅱ誘導間を短絡すると R_I (T_I), R_m (T_m) 棘波は共に減少し, 時には R_I (T_I), 又は R_m (T_m) 棘波の陰性化と云う変化も見られる.

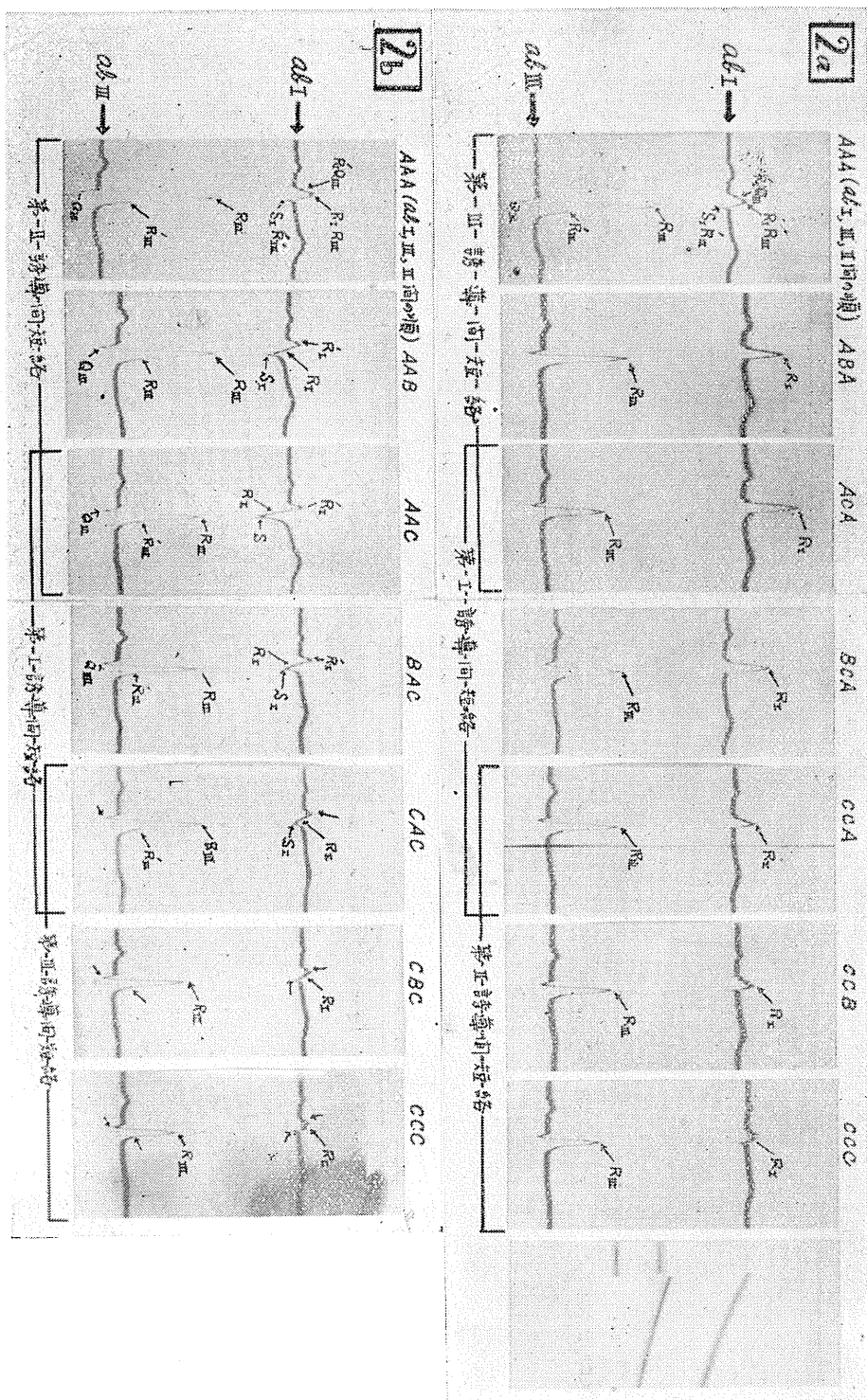
即ちベクトル (R_I R_{III}) は第 I 誘導間を短絡した場合には第 I 誘導の基線へ、第 III 誘導間を短絡した場合には第 III 誘導の基線へ恰かも倒れるように向い、第 II 誘導間を短絡した場合は第 II 誘導の誘導方向にほぼ平行して、矢状方向に倒れるように向う。

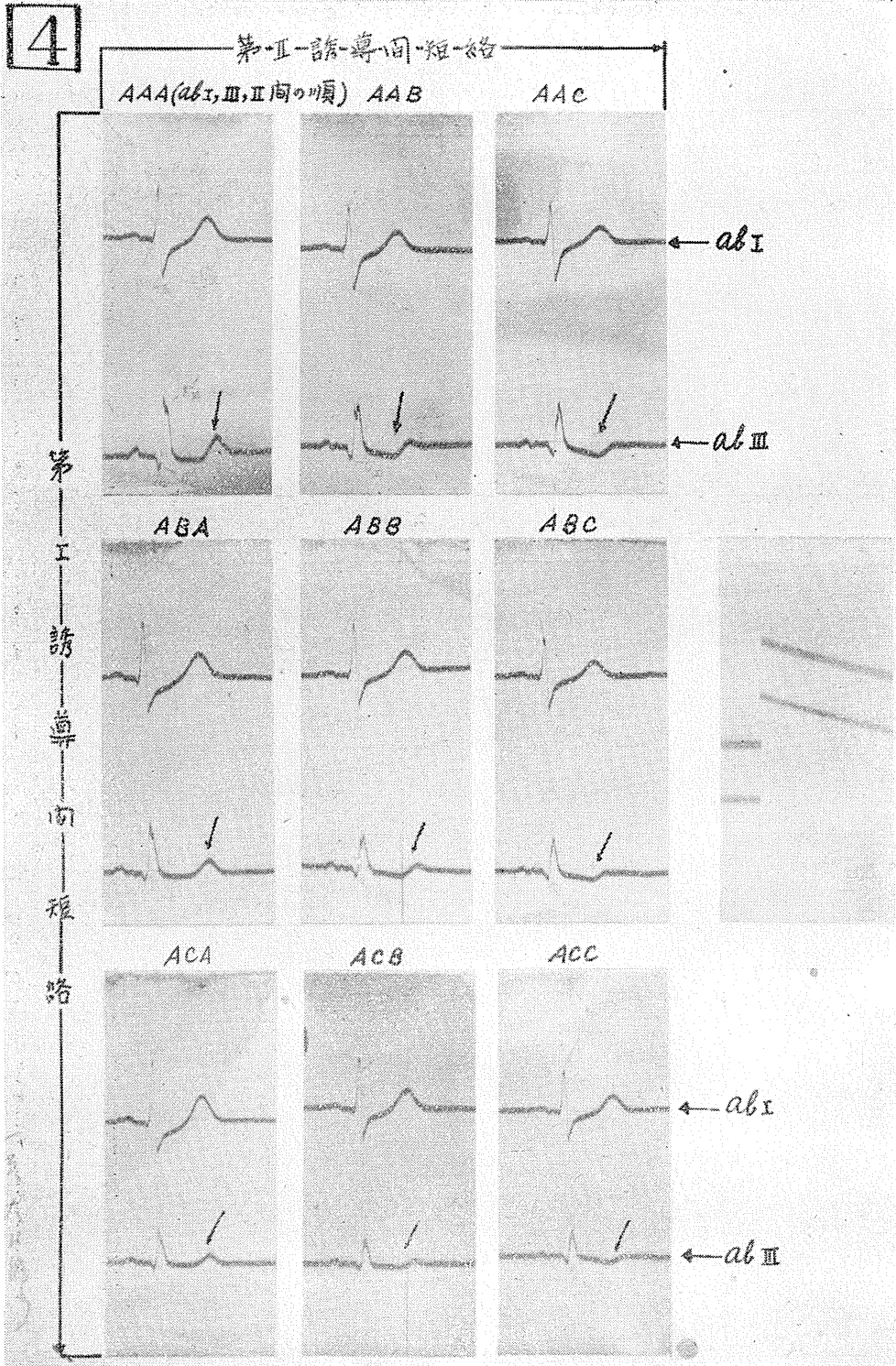
4. 上記の R_I R_{III} なる関係より本文第5図の如き簡単な電気模型が考えられる.

5. 変化の量を比で表わすと、以上の変化は一般に短絡個所に於ける R 棘波の低下の激しいものに見られ、短絡抵抗値 $20k\Omega$ に於ては、 ∞ の時に比較して平均約 $7/15$ と云う低下を示した。そして短絡抵抗値 $\infty - 500k\Omega$ に於ては何れ

も変化は見られず、それ以下の値より変化があらわれ始めた。







稿を終るに臨み 終始御懇篤なる御指導と 御校閲の
 勞を賜つた 恩師戸塚教授に對し深く感謝の意を表す
 と共に、本研究に際し種々御援助を賜つた河野一男君
 に對し謝意を表す。

文 献

- 1) Holzer, W. (1936) Über die elektrische Spannungsübertragung durch biologische Objekte, mit besondere Berücksichtigung der elektrokardiographischen Methodik. Zs. f. Kreislaufforschung. 28, 113
- 2) 小泉治雄 (昭和15年) 電心圖描寫過誤に關する 2, 3 の經驗的並び理論的管見 診斷と治療 27, 1272
- 3) 吉本千禎 (昭和17年) 心臟電壓ベクトル線圖 マツダ研究時報 17, 317
- 4) 吉本千禎 (昭和19年) 電心圖同時誘導入力に關する注意 日循 10, 42
- 5) Robert F. Ziegler. (1948) A note on the importance of proper technique in the recording of the precordial electrocardiogram. The description of an important source of error. Am Heart. J. Vol. 35, 769
- 6) 笹本 治 (昭和24年) 心電圖法に關する 2, 3 の基礎的問題 臨牀 2, 67
- 7) 櫻田良精 (昭和24) 心電計の理論と實驗 日循 13, 192
- 8) 本川弘一著 (昭和22年) 腦脈 (南條書店 東京)。
- 9) 前川孫二郎 (昭和19年) 標準四肢誘導法には Einthoven の正三角横型より寧ろ「直角二等辺三角座標」を適應すべきである 日循 10, 51
- 10) 清水三郎・藤戸正康 (昭和22年) 四肢誘導心電圖と直角二等辺三角座標 日循 11, 30

Summary

To study the deformation of the electrocardiogram by shunt the simultaneous records in lead I and III were made. The shunts were applied between each of three extremities by resistances of ∞ , 50,000 ohms and 20,000 ohms respectively.

Influence upon the electrocardiogram were various, but the deformation observed was as follows.

When lead I was shunted, R (or T) wave in lead I reduced and R (or T) wave in lead III increased.

When lead III was shunted, R (or T) wave in lead III reduced and R (or T) wave in lead I increased.

When lead II was shunted, R (or T) wave both in lead I and III reduced and furthermore sometimes inverted.

Assuming that the three electrocardiographic leads form a isosceles right-angled triangle and vector of the R (T, Q, or S) waves in lead I and III is drawn up, it seem to fall towards the base line from which the shunt is made. By these assumption we can explain the above mentioned facts.

The author constructed a electric schema of the chest, and concluded that the shunt may alter the electric field in the chest.

(Department of Physiology, Nippon Medical School)

溶血に関する研究 612.111.45/612.113.

Studies on Hemolysis.

藤澤正輝 (Fujisawa-Masateru)*

I. 前 言 葉

溶血現象に関する研究は古來多數報告されているが、その機序に触れたものは案外少い。この理由の第一に挙げられるべき事は、我々が赤血球の微細構造について確定的な概念を持合していない事に依るのである。

一般に溶血には、それを引起す種々な物質により、或は物理的條件により、夫々特異な過程が存在するのであつて、總ての溶血過程を一率な原理の下に一義的に説明し盡す事は不可能かもしれない。然し數多の異つた溶血を少數の類型に分類し、一般的な基礎條件に還元しようとする試みがある。例えば Brinkman (1) は9項目に分類しているが、これ等の分類はあく迄も原因を元とした便宜上のものであつて、その機序に就てはもつと少數の基本的な類型に統一されるものと思われる。

正常人に於て如何なる機序により生体内で赤血球崩壊が遂行されているのかも尙充分には解明されていない。著者はこの生体内赤血球崩壊の問題について追求しようと企図しているが、この複雑な條件下にある生体内赤血球崩壊にメスを加

える前に、單純化した種々の條件の下に於ける赤血球の態度を観察追求しようと試みた。

先づ出発点として滲透圧性溶血の1つとして最も普通に行われる低張食塩水による溶血を取上げて見た。

次によく扱われる種々の臓器滲出物による溶血は大體その中に存在する石鹼様成分によると云われている (1) し、又生体内

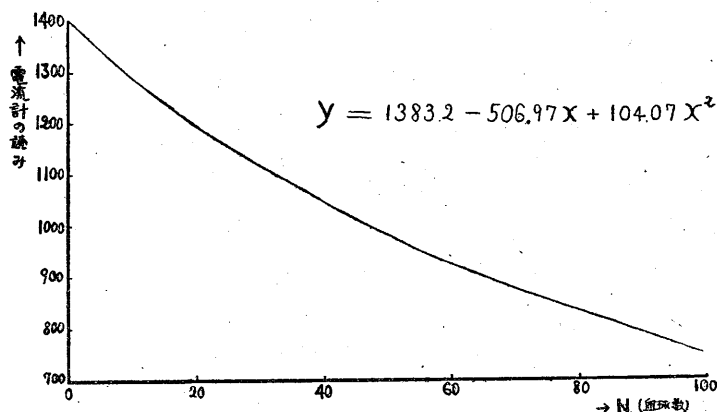
の血球崩壊に於て問題になる喰作用は結局は表面張力の問題に歸着するとも考えられるので、之等に関係の深い、所謂表面活性物質による溶血としてオレイン酸ソーダ及膽汁酸ソーダによる溶血を取扱つて見た。之等の溶血を定量的に扱つた文献は殆んどなく、又その機序を定量的に研究したものも皆無に等しい。

II. 低張食塩水による溶血

この溶血に関しては報告が最も多く、滲透圧性溶血の詳細な機序については Ponder (2) の研究がある。著者は他の溶血現象の研究に対する対照としてこの溶血現象を取上げて見た。

A. 實驗方法

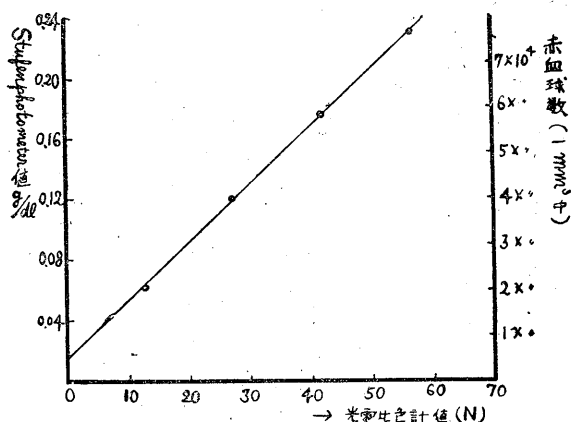
家ウサギの血液 (必要に應じ人血) を等張食塩水と遠心分離器を以て數回洗い、血漿成分を洗い去つた血球に等張食塩水を加えて血球浮游液を作成し、この各 1cc づゝを 0.60% から 0.20% に至る 0.02% 間隔を以て稀釋した一連の食塩水 5cc 中に加え、時々よくかき廻しつゝ、室温又は孵卵器中に於て溶血せしめ約 2~3 時間後遠心分離して、その上澄の着色程度を著者の作製した光電比色計によつて測定した。光電比



第1圖 電流計の読みと Hb 濃度(血球数)との關係

* 日本醫科大学生理学教室

色計は光源、集光用の凸レンズ、フィルター、Cuvette、光電池の順に組合せ、之等を暗箱中におさめ、光電池に Galvanometer を直結し、臨界制動抵抗を併列に挿入したもので、光源として 6Volt の蓄電池を用いて豆電球をとぼし、光電池はマツダ製、Galva は 1.2×10^{-7} amp、臨界制動抵抗は 800Ω のものを用いた。



第2圖 Stufenphotometer と自作光電比色計による値の関係

実験は試料を Cuvette に入れた時の Galva の読みと、マツダ VOI の Filter を入れた時の読みとの比をとり、この値と血色素濃度 N との関係をあらかじめ別に実測して作った図の上で判読した。この両者の関係は第1図に示す如く、単純な直線関係とはならず大体二次式で表わされる。この時の血色素の濃度を N と云う任意の単位で表したが、この N の値と Pulfich の Stufenphotometer の値との間にはきれいな直線関係がある事を確かめた。第2図に示す如く $N=35$ は 0.15g/dl Hb に相当し、この場合血球計算によれば、その血球浮游液 1mm^3 中に約 5 万の血球が存在する時の血球濃度に相当するから全血の N は 3,500 位の値になる。

以下使用する N とは以上の如きものを意味する。

B. 溶血程度の判定法

溶血程度の判定には Hamburger 以来、実用的には最大抵抗及び最小抵抗と云う肉眼的観察がもつばら使用されて居り、又溶血曲線で表わす方法も行われている。又寺本 (1941) (3) は累

積度数分布で表す事を提唱し、又近くは Bolton (4) も類似の方法を試みている。著者は第3図に示す如く溶血曲線を求め、それから完全溶血を起した値の $1/4$, $1/2$, $3/4$, に當る溶血を起す点を決定し、 $1/2$ 溶血を起す時の溶血物質の濃度を以て半溶血値 (half hemolytic value) と名付け、その溶血度の代表値とした (5)。橋本 (6) も独立に類似の試みをしている。次に溶血曲線の幅を表す基準として、 $1/4$, $3/4$ 溶血値の差の半分を半溶血値で除した値を溶血偏位指数 (hemolytic deviation index) と命名して採用する事にした。尚、食塩水の濃度は操作上 $1/5$ 容の血球浮游液 (等張食塩水で稀釋) を入れるが、この場合血球液全体を 0.9% NaCl として計算した値をその濃度とした。

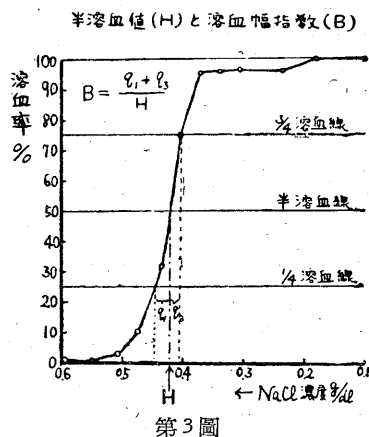
C. 実験結果

(1) 血漿成分の存在如何によつて溶血度には大した差はなく、却つてその存在により幾分促進されると云う結果を得た。

(2) 血球の老若によつて抵抗の差があるのではないかと云う豫想と、血球は老つたもの程直径が小さくなる (戸塚 (7) と云う事により多量の血球を数度遠心分離する事により、比重の異なる 8 分割に分け、その中の 4 分割について同条件の下に溶血せしめた所、之等の間に溶血度の有意差は認められなかつた。

(3) 用いた血球浮游液の濃度により溶血度は変化しない。

(4) 半溶血値は家ウサギ血では平均 0.479%



第3圖

NaCl, 正常人血では0.404% NaCl で人血の方が抵抗がやゝ強い。

(5) 溶血偏位指数はかなりの変動はあるが、人血では平均0.096, 兎血では平均0.082で、人血の溶血曲線の方が幾分幅が廣い傾向が見られる。

(6) 半溶血値に相當する NaCl 液中で一度溶血せしめ、その時に溶血せずに残つた血球は、抵抗の弱い血球は淘汰され抵抗の強い血球だけが残つたとすれば、普通の血球より強いであろうと云う豫想の下に、先づ半溶血値(ウサギでは 0.48% NaCl) で一度溶血せしめた後遠心分離し、その残つた血球を普通の血球を対照として同一條件の下に溶血せしめた所、この兩者の間に有意の差は見られなかつた。

(7) Aplastische Anämie の 1 例の患者に於ては半溶血値 0.490, 溶血偏位指数 0.0715 なる値を得て正常血球よりはるかに抵抗が減弱している事を確め得た。

Ⅲ. オレイン酸ソーダ溶血と表面張力との関係

(1) 前 書 き

Green and Stromberg (8) によれば溶血率と表面活性物質の濃度との間には吸着に特有な関係があると云い、又 Green (9) は表面活性物質による溶血は溶液の濃度によるよりは吸着による表面濃度に左右されるものとして、之を吸着溶血 (Adsorption hemolysis) と命名している。

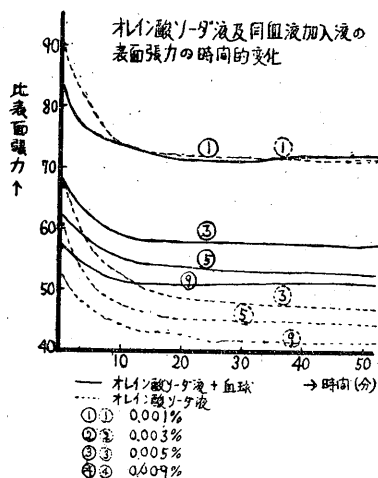
Verzár u. Kúthy (10) はオレイン酸、ステアリン酸、パルミチン酸等の表面張力の pH による変化を追求しているが、オレイン酸及ステアリン酸に於ては pH 6.25 に於て表面張力極大の山があり、それよりわづかにずれると急に減少すると述べているが pH 6.25 の液中に血球を入れたのでは酸による溶血がオレイン酸ソーダ溶血より先に起きてしまうので、pH を変化させる事により表面張力を変化せしめて表面張力と溶血との関係を直接に知る事は不可能である。然しいづれにせよ表面張力と溶血との間には何等かの関係があると思われるが血球と溶液間の界面張力を直接に測定する事は不可能であるか

ら著者は氣液界面に於ける表面張力と溶血との間の関係を追求して見た。

(2) 實驗方法及結果

表面張力の測定には Du Noüy の Tensimeter を使用した。この際、一般に表面活性物質溶液の表面張力は吸着が進むに従い時間と共に低下して行く傾向があるから、溶液の表面をやたらに攪乱してはならない。そのため測定してから次の測定前迄 Tensimeter の Ring を溶液中に浸し放しにする事にした。

0.001%, 0.003%, 0.005%, 0.009% にオレイン酸ソーダを等張食塩水で稀釋した液、及びそれと同濃度になる様に同物質に血球浮游液を入れた液との表面張力を 5 分毎に時間的に追求した所、第 4 図に示す如くこの時間迄では溶血を起さない濃度 (0.001%) に於ては兩者の表面張力

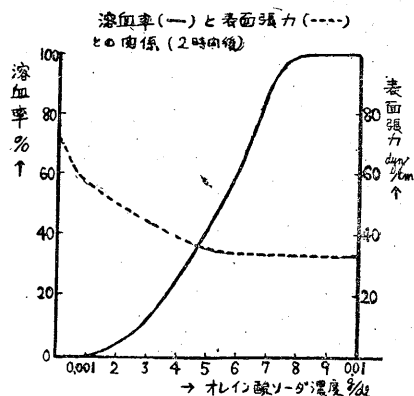


第 4 圖

の値はよく一致したが、溶血を起す濃度 (0.003% 以上) に於ては血球を入れた方が表面張力の低下ははるかに多い。

之は溶血を起したために流出した何等かの物質がオレイン酸ソーダを吸着して、その氣液界面の表面張力の低下を抑制するためであろう。

又、表面張力と溶血度との間の関係は 30°C 實驗開始後 2 時間に於ては、第 5 図の如く表面張力の低下はオレイン酸ソーダ濃度 0.005% にて大体一定となるに拘らず、溶血はそれよりも濃度大の所でも濃度と共に強く起り、オレイン酸



第5圖

ソーダ溶液の表面張力と溶血との間には直接の関係は見られない事を知った。之等の機序については充分追求してないので何んとも申し兼ねる。

IV. オレイン酸ソーダによる溶血

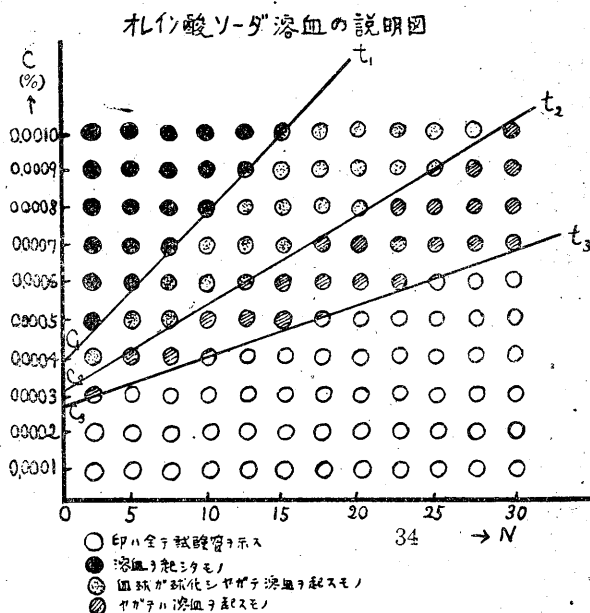
A. 実験方法

家ウサギの血液に等張食塩水を入れ、遠心分離し、上澄を除去する。この操作を4回繰返す事により血漿成分を洗い去り(2回の操作により Sulfosalylzyl 酸反應は已に陰性となる)、この血球を等張食塩水で稀釋し、種々の濃度の血球浮游液を作成し、この各 1cc を 0.0001% より 0.0010% 迄の種々濃度の各 4cc のオレイン酸ソーダ溶液(低滲透圧による溶血を避けるために等張食塩水にて稀釋してある。) 中に入れ、恒温 (39°C) の下に時々攪拌しつつ 30 分毎に溶血度を肉眼的に観察し、その程度に應じ、一士十廿廿卅に分け、又、必要に應じ遠心分離後その上澄を光電比色した。

尙対照には 0.9% NaCl、及び純水 4cc に血球液 1cc を加えたものを用い、後者はそれを光電比色し、低張食塩水溶血の時と同じ単位 N を以て表わし、その血球浮游液の濃度を表す事にした。

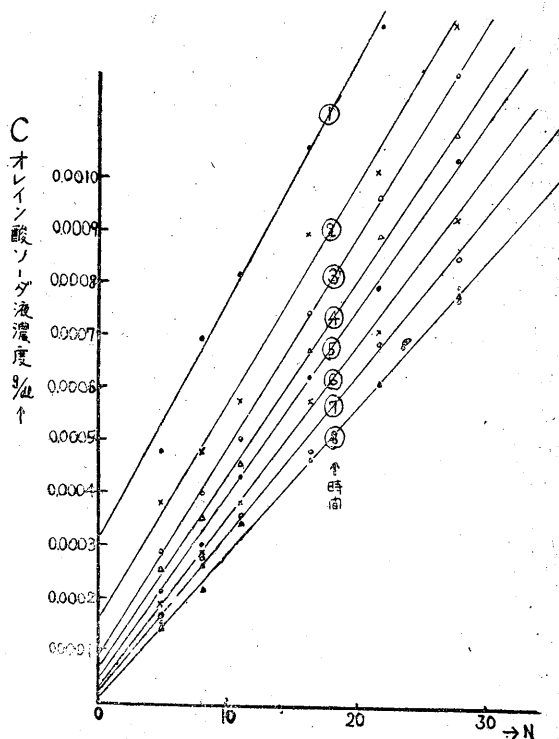
B. 実験成績

(1) 第6図に示した如く、約 120 本の試験管中に各種濃度のオレイン酸ソーダ溶液 4cc と各種濃度の血球浮游液 1cc とを組合せて入れ、一

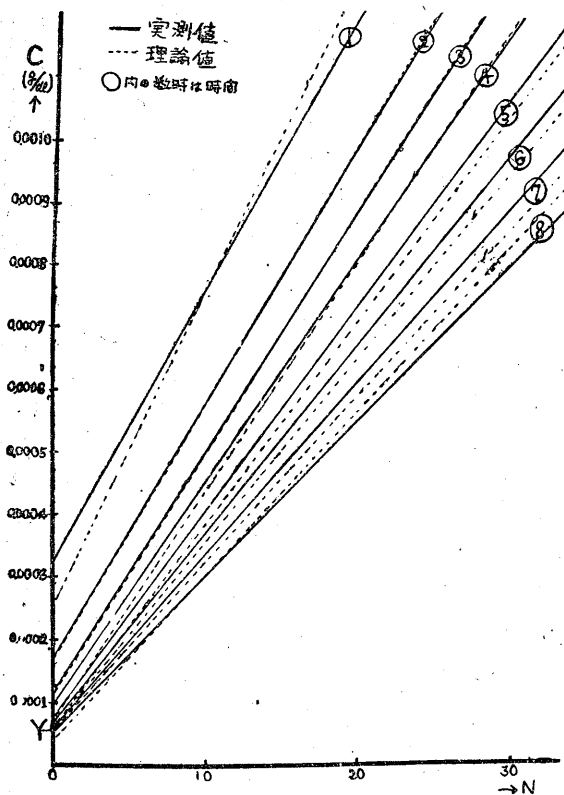


第6圖

定温度の下に時々攪拌しつつ、放置して置く、或一定時間 t_1 後には大体に於て直線 $C_1 t_1$ より上の部分は溶血を起し、それより下の部分はま



第7圖 オレイン酸ソーダ溶血の1例



第8圖 オレイン酸ソーダ溶血の各時間に於ける濃度と血球数との関係

だ溶血していない。次に t_2 時間後には大体 $C_1 t_1$ 直線と $C_2 t_2$ 直線に挟まれた部分が溶血を起して来る。この様に時間と共に溶血は進んで来る。即ちオレイン酸ソーダの濃度と血球数との間には第7図にその実測値の1例を示した如く、大体直線的関係が成立し、而も時間の経過するに従いその傾斜は段々ねて来る事を知り得た。同一条件の下に行つた数百の試験管より得られた実測値を最小自乗法により決定した値を第8図の実線に示した。

(2) 以上の結果を考察するに、第9図aに於て、直線 $C_0 C$ より上の部分は溶血し、それより下の部分はこの時間ではまだ溶血していないのであるから、丁度 $C_0 C$ 直線上の血球はこの時間に於て溶血寸前にあり、この直線上の各1個

の血球には夫々同量のオレイン酸ソーダ分子が吸着して居ると考えれば、第9図aの斜線の部分に相當するオレイン酸ソーダ分子だけが血球に吸着して、 $C_0 C_1$ 直線より下の部分の分子は溶液中に残つてゐるものであり一定 (C_0) であると考えられ、次の式が成立する。

$$C - C_0 = AN \quad \dots\dots\dots(1)$$

ここに A は第9図bに示した如く各1個の血球に吸着しているオレイン酸ソーダの量、 C はこの物質の最初の量、 C_0 は吸着平衡後に吸着せずに液内部に残つたこの物質の量、 N は前述の如き単位で示した血球数である。

之が Freundlich の恒温吸着式に従うと假定すれば、次の式が成立する。

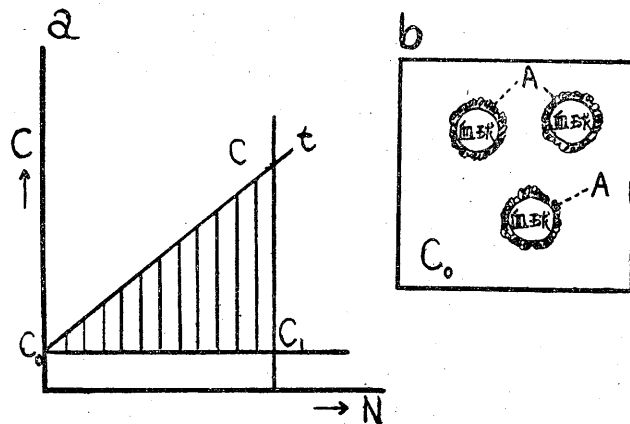
$$A = aC_0^{\frac{1}{n}} \quad (n > 1) \quad \dots\dots\dots(2)$$

ここに a 及 n は恒数である。

この式に実測値を入れて計算するに $n = 4.91$ を得て大体この式が適用される事を知つた。因みに Langmuir の一分子層吸着式を適用して見ると次の如くなる。

$$A = \frac{a\beta b}{1 + ab} = \frac{2.74C_0}{1 + 4.425C_0} \quad \dots\dots\dots(3)$$

(3) 実験を開始してから、直後、10分、20分、30分、40分、50分、60分、90分、120分後に遠心分離し、その上澄を除去し、代りに同量の等張食塩水を入れて放置しても40分以後に至つて洗つたものでは、やはり大体洗わなかつた時と同じ時間になると溶血を起す。即ち、溶血に必要な吸着が完結するのは大体40分であり、



第9圖

一度その様になつた血球はその後外液を洗つても一定時間後には溶血する様に運命づけられてゐると云う事がわかる。

(4) 上述の如く C_0 は外液に残つたオレイン酸ソーダの濃度であるとすれば、溶血寸前の試験管を遠沈してその上澄をとれば、その中には等しい量の C_0 が残在していなければならない。このオレイン酸ソーダの化学的微量定量は不可能なので、この上澄中に再び非常に薄い血球液を入れ溶血せしめる事により C_0 の生物学的定量を試みようとした。即ち、先づ一定量の濃厚な血球浮游液を種々濃度の一定量のオレイン酸ソーダ液中加入し、1時間経過後に未だ溶血を起していない試験管のみ遠心分離し、その上澄中に一定量の稀薄な血球液を入れ再び溶血せしめようと試みた所、溶血は仲々起きず、漸く十数時間後に対照にとつた等張食塩水中の血球とほとんど相前後して溶血を起した。即ち之によると C_0 は極めて稀薄である事になる。然らば豫め一定濃度のオレイン酸ソーダ液の少量を各試験管に加えておき、その上に前述の操作を行つた上澄を加えた所5~6時間後に対照と相前後して溶血した。之によると C_0 は殆んど零に近い低濃度である事になる。

(5) 上述の如く、血球に吸着せずに液中に残つた量 C_0 の測定が不可能であるならば、この際一度溶血と云う概念から離れて血球に種々の色素を吸着せしめ、その C_0 に相當するものを比色により求め、それより1個の血球への吸着量 A を知ろうと試みた。色素として Methylviolet, Malachitgreen, Wasserblau, Methylenblau, Brilliantresylblau, Lichtgrün, Dimethylgelb 等を用いて見たが、之等の色素を等張食塩水で稀釋した液中で溶血力のあるものは発見されなかつたが、Wasserblau が最もよく血球に吸着され、それに次ぐものは Methylenblau である事を知り得た。故に実験には Wasserblau を用いた。比色には前述の光電比色計を利用し、只、Wasserblau の吸収曲線を実測し、600 μ に最大の Extinktion の山がある事を知り、別に種々の Filter の吸収曲線を求め、それに最も適當し

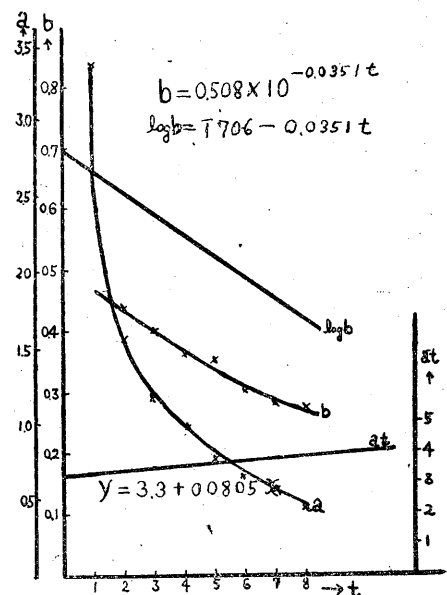
た Filter を探し出した。Galva の読みと Wasserblau 濃度との関係を別に実測しておき図の上で判読する事にした。この関係は大體二次式となる。実測によると Wasserblau の吸着量と血球数との間の関係はオレイン酸ソーダの場合と異り、直線の関係にならず、上向きの曲線となり、オレイン酸ソーダの場合と同じ様な意味での C_0 の測定は出来なかつた。以上により C_0 の実測は追求せず終つた。

(6) 血漿成分又は Hb をオレイン酸ソーダ液中に先に入れ、數分後に血球を入れた場合には溶血は強度に抑制されるが、その逆に先づ血球をオレイン酸ソーダ液中加入し、後から血漿成分又は Hb を入れた場合にはあまり抑制されない。Ponder (2) も膽汁酸ソーダに於て同様の事を確めている。

(7) 又、温度を上昇すると溶血の速度が大となるので、種々の温度に於て他の條件は同一にして溶血せしめ、それより溶血を目安とした Q_{10} を算出して見た所 $Q_{10}=1.4$ なる値を得た。

C. 考 察

実測によれば血球数とオレイン酸ソーダ溶液の濃度との間には、一定温度に於て各時間毎に直線的關係が成立するのであるから、次の式が



第10圖

成立する。

$$C = a + bN \dots\dots\dots(4)$$

こゝに C はオレイン酸ソーダの濃度、 N は血球数、 a 及 b は或る時間での常數である。次に a 、 b が時間と共に如何に變つて行くかを見ると、第10図に示した様に、前者は大体双曲線をなし後者には大体指數函数的關係があるので、

$$a = \frac{P}{t} + Q \dots\dots\dots(5)$$

$$b = R + 10^{-st} \dots\dots\dots(6)$$

こゝに P 、 Q 、 R 、 S は実測による常數、 t は時間である。

(5)、(6) を (4) に代入すれば

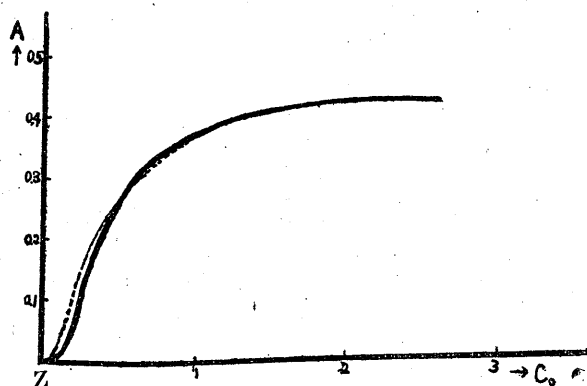
$$C = \frac{P}{t} + Q + (R + 10^{-st}) \cdot N \dots\dots\dots(7)$$

(7)式に実測値の最小自乗法により得た値、 $P = 3.3$ 、 $Q = 0.0805$ 、 $R = 1.7062$ 、 $S = 0.0351$ を代入して得た値を第8図の点線で示したが、実測値の実線とかなりよく一致する結果を得た。

次に時間 t を含む2つの式 (5)、(6) より t を消去すると A と C_0 との關係が出る。即ちそれは実験的に得た吸着式である。

$$A = R \cdot 10^{-\frac{sp}{C_0 - Q}} \dots\dots\dots(8)$$

こゝに A は1個の血球に対するオレイン酸ソーダ吸着量、 C_0 は吸着せずに液内部に残つたこの物質の量である。之に実測の數値を入れて計算すると第11図の実線の様になる。この場合(5)式に於て Q は極めて小さいから、 $Q = 0$ と考えよといへば、其時の吸着は第11図の点線の



第11圖 オレイン酸ソーダの吸着式

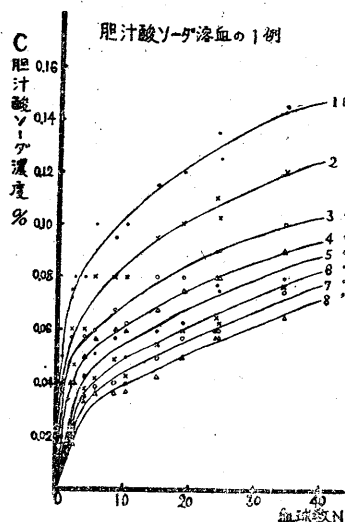
様になる。第11図に於て C_0 の極めて小なる所 (Z 以下) では全々吸着されない様な形となつてゐるが、之はこの式が本當の意味での吸着式ではなく、溶血を目安として見た時の吸着式であるためであらう。そして全然吸着されていない所では如何に血球数を減じて、どうしても溶血する事のない、オレイン酸ソーダの溶血を起すための最低濃度 (第8図の Y) に大体一致している。故に本當の吸着の形は Y 軸を Z を原点とする所迄移動した時の形となると思われる。

前述した如く試験管中のオレイン酸ソーダ分子の大部分が、血球に吸着しているのであるから、假りにこの分子が悉く血球に吸着するとした場合、果して各1個の血球は平均何分子層に取巻かれる事になるかを計算して見た。即ち、血球表面積を $108\mu^2$ とし、1分子のオレイン酸ソーダ分子が、縦にならんで一分子層に吸着した時にしめる面積を Adam (11) に従い $46\text{\AA}^2$ とし計算を試みた所、3時間で溶血する3時間線以上では1個の血球を12分子層に、5時間線以上では10分子層に、7時間線以上では8分子層に取巻くだけのその物質の分子が存在している事になつた。つまり逆に考えれば例えば12分子層に取巻くだけの分子が存在している時には、3時間後に溶血する運命に置かれていゝと云う事になる。

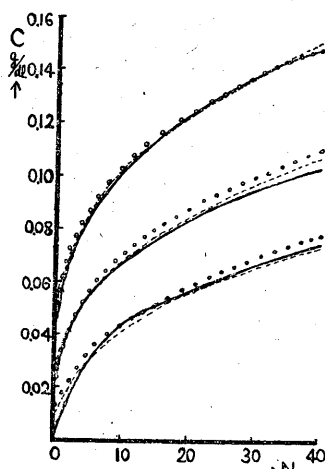
然し血球表面は微細構造的に見れば、分子的に非常に凹凸が存在し、或は膠質粒子が數十層積み重つて居り $108\mu^2$ よりもはるかに大きな表面を持つていて、これ等の分子が1分子層にその表面に吸着していると考えられない事もない。

實際、血球がこの液中で溶血する前には先づ血球の球化が先行する事を顯微鏡的に確認したが、血球が円盤狀の形態を保持しているためには何等かの支柱となる組織が存在すると考えられ、この物質が血球内部に浸入して直接にこの支柱組織を障碍する爲に先づ球化が起るものとも考えられる。

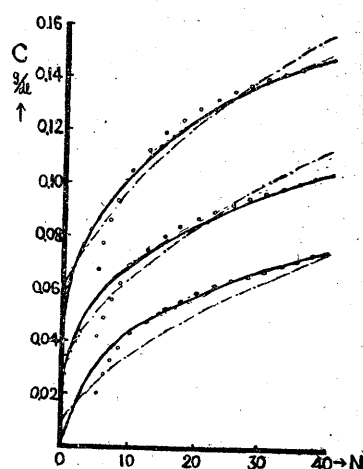
然らば結局如何なる機序によりこの溶血



第12圖 A



第12圖 B



第12圖 C

が起るかを考えて見るに、この溶血は温度を上昇せしめると溶血速度が促進されると云う事実と、(5) 式に於て Q は甚だ小なる値であるから、之を零であると做せば、 $at=P$ となり、オレイン酸ソーダ濃度と作用時間との積が一定となり、質量作用の法則に従う事になるから、この溶血には化学反応が関係している様に思われる。然しそれにしては Q_{10} の実測値 1.4 はいさゝか小さすぎる様でもある。

結論としてこの溶血は、第一段階として吸着が起り、その吸着分子数により、その時に已に何時間後に溶血を起すか運命づけられていて、第二段階としてその吸着分子と血球構成物質との間に化学反応が起り、溶血するものと思われる。

V. 膽汁酸ソーダによる溶血

A. 實驗方法

操作は原則として実験Ⅳのオレイン酸ソーダ溶血の場合と同様である。只膽汁酸ソーダ溶液(低滲透圧による溶血を防ぐために等張食塩水で稀釋してある)の濃度は 0.2~0.02%迄の 0.02%間隔とした。

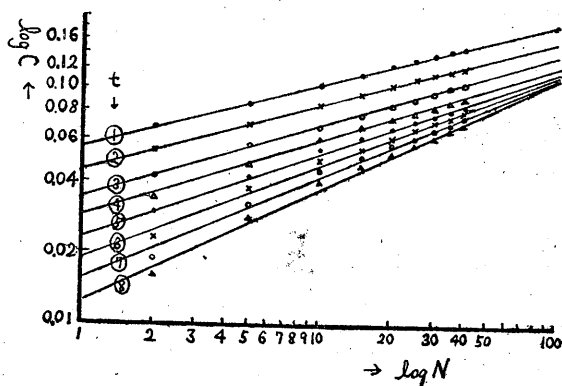
膽汁酸ソーダ (Cholalsaures Natrium) 及び食塩は Merck 製のものを使用した。

我が國に於ける市販の所謂純粹食塩なるものでは不可である。

B. 實驗結果

(1) 血漿成分及び血色素加入の影響、時間の経過と共に低濃度のもの迄溶血を起して来て、溶血完了迄に十數時間を要し、等張食塩水中に十數時間滲した時に起る溶血と重なるために溶血完了時の溶血曲線を描く事が出来ない点等はオレイン酸ソーダ溶血の場合と同様である。

(2) 膽汁酸ソーダの濃度と血球数との間には同一温度、各時間毎に一定の関係はあるが、オレイン酸ソーダ溶血の場合の如く直線的関係とはならず、第12図Aにその1例を示した様な形となる。これは1例であつて數回の実験による數百本の試験管より得られた値の平均値はもつと滑らかな形となる。その濃度及び血球数の兩方の對數をとると第13図に示した如く、各時間毎に大体直線的関係が成立する。



第13圖

(3) 同一 N に於て C と $\log t$ との間には直線的関係が見られる。

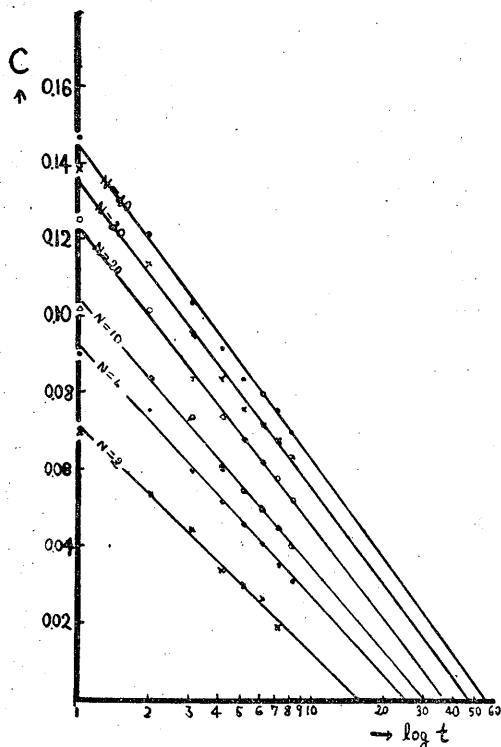
(4) 温度を上昇させると溶血速度は大となるので、前回と同様な操作により、溶血を目安とした Q_{10} を測定算出して見た所、やはり $Q_{10} \approx 1.4$ なる値を得た。

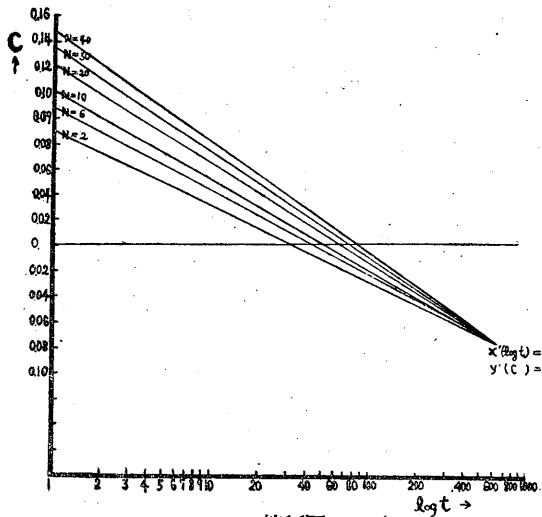
C. 考 察

従來の文献ではオレイン酸ソーダの場合と同様に濃度のみに着目し、血球数との関係については全々気付いていない。例えば Wieland (12)

によれば、Desoxycholsäure は 1:1720, Choleinsäure は 37.5°C 1 時間に於て 1:6000, 室温 2 時間では 1:4500 に溶血境界があると述べているが、実験によれば溶血境界なるものは時間及び血球数により甚しく変動するものであり、この様な意味での溶血境界なるものを決める事は無謀である。

前述の如く、胆汁酸ソーダ濃度





第16圖

は勿論異なるが、Freundlich の恒温吸着式の場合と同様な形である。従つて

$$C = aN^{\frac{1}{n}} \quad (a \text{ 及 } n \text{ は恒数}) \dots\dots\dots (9)$$

$$\therefore \log C = \log a + \frac{1}{n} \log N \dots\dots\dots (10)$$

故に $\log C$ と $\log N$ 間には直線的関係が成立する事になるが、之も理論的の裏付けが出来ない。

(5) 以上の4つの考察は皆 $\log N$, $\log C$ 間に直線的関係が成立すると云う事実に立脚しているが、この対数関係と云うものが理論構成を困難ならしめているのであるから次の如く考えて見た。

オレイン酸ソーダ溶血の場合は (4) 式の如く $C = C_0 + aN$ なる形で表す事が出来たが、膽汁酸ソーダ溶血の場合には次の如く考える。

$$C = C_0 + aN - \beta \frac{1}{N} \dots\dots\dots (11)$$

こゝには α , β は血球数に無関係な恒数である。

右邊の第2項迄はオレイン酸ソーダ溶血の場合と同様な吸着による溶血因子であり、第3項は血球数 (N) に反比例する溶血抑制因子であるとする。この β は膽汁酸ソーダの濃度には無関係なもので恐らく膽汁酸ソーダを加える前から試験管中に入っていたものであろう。次に NC と N との間の関係を見ると大体に於て各時間毎に二次式となる。

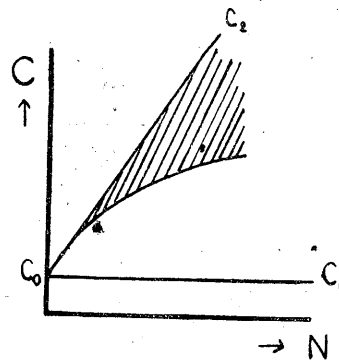
$$NC = aN^2 + C_0 N - \beta \dots\dots\dots (12)$$

(12) 式に実測値を代入し図を画くと之等の二次式は一見一点に集合する様に見える。

之に各時間毎に異なる実測値を代入し、得られた8つの式より最小自乗法により、 C_0 , α , β を決定して見れば、 β は案外時間 t に無関係なものとなり、之よりオレイン酸ソーダ溶血の時と同様に t に関する2つの式を得て、之より t を消去する事により、溶血を目安としての吸着式が導き出されるかも知れぬと云う豫想の下に計算して見た所、第12図Cの○○○線の如く実測値とはかなり異り尚且つ α , β , C_0 の何れも時間 t に関して一定とはならず吸着式を決定し得なかつた。

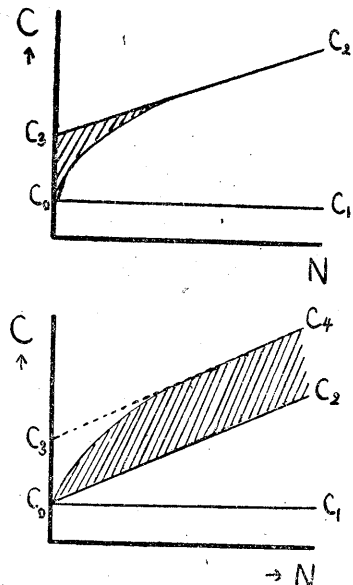
(6) N , C 間の関係の形より見れば式 (11) よりも次の式の方がより適應すると思われる。

$$C = C_0 + aN - \beta \cdot 10^{-\gamma N} \dots\dots\dots (13)$$



然し之も理論付けは出来にくい。

(7) 以上の如くこの溶血の実測値を種々解析する事により、この溶血の機序を解明する手掛りを得て更に実験を進めたいと思つたが果さなかつた。然し膽汁酸ソーダ溶血に於ける C , N 間の形の意味付けの爲には第17図に示した様な種々の考え方が可能であらう。一般に C_0 , C_1 より下は血球に吸着せずに溶



第17圖

液内に残っていると考える。そしてAの場合は、オレイン酸ソーダの時の様に C_0 , C_2 線の如く直線的に溶血を起すべき所、斜線をした部分だけに、血球数の大なる所ほど溶血を促進する因子が今1つ加つたと云う考え方であり、Bの場合は斜線の部分の様にNの小なる所ほど溶血を促進する因子が存在すると云う考え方である。又Cの場合は斜線の部分の様に溶血を抑制する因子が加わり、それはあるNの値以上の所では飽和して一定となると云う考え方である。然し之等の溶血を促進し、或は抑制する因子が具体的に如何なる物質によるものであり、而も上述した數多の考え方の中果して、どれが実験事実にも最もよく妥當するものであるかを実證する事は困難であり、遂にその追求は出来なかつた。従つてこの膽汁酸溶血の機序については何等の具体的な説明も爲し得なかつた。

Ⅶ. 結 び 言 葉

著者は低張食塩水、オレイン酸ソーダ、及び膽汁酸ソーダによる溶血を定量的に観察して種々なる結果を得た。それを總括すれば次の如くである。

1) 低張食塩水による溶血は大体に於て追試であるが、只溶血度を光電比色計により定量化し、溶血曲線を描き、2つ以上の溶血曲線間の関係を比較する基準として半溶血値及び溶血偏位指數なるものを定めた。

2) オレイン酸ソーダ溶液の表面張力と溶血との間には直接的な関係は見られないが、溶血した後に血球から流出する何等かの物質が、オレイン酸ソーダ溶液の表面張力の低下を抑制すると思われる。

3) オレイン酸ソーダ溶血は時間の経過と共に低濃度中のもの迄溶血を起して来る。食塩液中の溶血は比較的短い時間に於て完結し、その後時間が経つても進行しないのと較べて大きな差である(長時間放置すれば等張食塩液の中でも溶血が起るが、之は機序が異なるものとする)。

4) 食塩液溶血は一定濃度液中に於て、その加える血球数には全然無関係に起るが、オレイン

酸ソーダの場合には濃度のみによつては決定されず、同濃度液中に於ても血球数の少い方ははるかにすみやかに溶血し、この兩者間には一定温度に於て各時間毎に大体直線的関係が成立する。又、実測値より時間 t に関する2つの式を得て之より t を消去する事により溶血を目安とした吸着式を確定し得た。

5) オレイン酸ソーダによる溶血の機序は第一段階として、先づこの物質の吸着が起り、次いで吸着した分子と血球構成物質との間に何等かの化学反応が行われ、それにより溶血するものと思われる。

尙、第一段階終了時に吸着した分子数により、何時間後にその血球が溶血を起すかは、その時に運命づけられていると思われる。

6) 膽汁酸ソーダによる溶血は血漿成分及び血色素加入の影響、時間の経過と共に低濃度のもの迄溶血を起して来て溶血完了迄に十數時間を要する事等多くの点に於てオレイン酸ソーダの場合と同様である。

7) 膽汁酸ソーダの濃度と血球数との間には、同一濃度、各時間毎に一定の関係はあるが、オレイン酸ソーダ溶血の場合の如く直線的関係とはならず、この兩者の対數間に大体直線的関係が成立し、又、同一血球数に於ては濃度と時間の対數との間にも大体に於て直線的関係が見られる。

8) 膽汁酸溶血の機序に関しては種々解析を試みたが何等具体的な説明は得られなかつた。

終りにのぞみ、終始御懇切な御指導と御校閲を賜つた恩師戸塚教授に心からの感謝をさげます。尙本研究費の一部は昭和22年度文部省研究費に依つた。

文 献

- 1) Brinkman R. (1928) Bethe's Handbuch d. Physiol. VI, 1, 567, 273
- 2) Ponder E. (1936) The Kinetics of Hemolysis. Physiol. Rev. 16, 19~51
- 3) 寺本 明 (1941) 低張食塩水に對する赤血球抵抗力測定の方法 日本血液誌 5, 357
- 4) Bolton J. H. (1949) The Distribution curve of Erythrocyte fragility. Blood 4, 172
- 5) 藤澤正輝 (1949) 溶血に関する研究 (第1報)

- 日本生理誌 12, 55
- 6) 橋本 巖 (1949) 赤血球滲透性抵抗について
北海道醫誌 24
- 7) 戸塚武彦 (1944) 高所滞在による赤血球直径の變化
航空醫學 2, 22
- 8) Green and Stromberg. (1923) Adsorption Hemolysis. Proc. exp. biol. u. Med. 20, 140
- 9) Green (1932) Adsorption Hemolysis. Proc. exp. biol. u. Med. 19, 289
- 10) Verzá F. u. A. Ku'thy (1929) Die Verbindung der gepaarten Gallensäuren mit Fettsäuren und ihre Bedeutung für die Fettresorption. Bioch. Z. 210, 281
- 11) Adam N. K. (1938) The Physics and Chemistry of surfaces. Oxford.
- 12) Wiland H. (1920) Pharmakologische Untersuchung über Gallensäuren. Arch. f. exp. Path. u. Pharm. 86, 86

Summary

The degree of hemolysis in hypotonic saline solution is determined by a photoelectric apparatus constructed by the author himself, and S-shaped hemolyzed curves are described therefrom.

From the curve three quartile points are determined, of which second point represents the value of fragility, and one half of the distance of the other two points represents the deviation, the former value being named by the author "the half hemolytic value" and the latter "the hemolytic deviation index", respectively.

The hemolysis caused by sodium oleate is different in many respects from osmotic hemolysis.

It is inhibited by plasma constituents, and if the latter are removed by washing, the condition of the hemolysis that may results are caused by the functions of the concentration of sodium oleate, the numbers of erythrocytes, temperature and the time.

At a given time and under a constant temperature, the relation between the other two factors is almost on a straight line.

Gradually the straight line proceeds toward the lower concentration and decreases its inclination.

The relation of hemolysis to temperature seems to follow the law of mass action, suggesting the phenomenon being of chemical nature.

Adsorption equation can be calculated from the standpoint of hemolysis.

Therefore, it can be assumed, that the mechanism of this hemolysis comprises two stages, first, adsorption and second, a chemical change.

The hemolysis caused by sodium cholalate is nearly the same as that which results from sodium oleate, but the relation between the concentration and the numbers of erythrocytes is different. It is not linear, but the logarithm of these two factors is almost linear. The reason for the phenomena is not clear and further investigation is necessary.

(Department of Physiology, Nippon Med. School)

日本生理學雜誌投稿規定

1. 原稿は新假名遣い平假名交りの横書とする。句読及び括弧は1字に相當する空間に書かれない。
2. 原著は日本文の他に、Typewriter 紙に1枚以内の歐文の概要を附せられたい。
3. 原著は當分の内、刷上り 8 page 以内とし、印刷費用は最初の 2 page を本會で、それ以上及び挿図、表を著者負擔とする。
4. 學會總會並に地方部會の講演抄録は1題につき 800 字以内とし、掲載料は頂かない。學會開催の幹事に於て取りまとめて編集部に送られたい。
5. 原著原稿の第1枚にはその上半分を明け、下半分に表題、歐文表題、著者名及同ローマ字、所属、國際十進法分類による番号、表及挿図の數等を次の形式に従つて書き、上部の余白には別刷請求部數等の編集者への注意事項等を附記せられたい。

(原著) (圖 3, 表 2) (別刷80部)
筋注法及び神經注法による骨格筋の
收縮について 612.741.3
Method of Intramuscular Injection
to Test the So-called Salt
Contraction of Skeletal Muscle of Frog
足立千鶴子 (Adachi-Chizuko)*

* 財團法人林研究所

(抄録)
戸塚武彦・上田篤次郎 (日本醫大生理)
赤血球沈降速度に關する研究
1. 液柱の高さを変化させた場合の……

學會總會並びに地方小学會の抄録は原稿用紙の第1行目に抄録者名、括弧に入れて所属、第2行目に演題、第3行目から抄録文を上形式に従つて書かれたい。

6. 原稿には挿図を組み込む可き場所を指定し、図の説明の文がある時には本文と同じ原稿用紙に書き、その場所に挿入せられたい。
7. 原稿の項目分けは第一章、第一節等とする事なく次の順に従つて分けること。
I. …… A. …… 1. …… a. ……
8. 脚註はなるべく遠慮せられたい。
9. 挿図原稿は別紙に認め、必ず第何図の番号を附する事。
亜鉛凸版の原稿は白紙又は青色方眼紙に墨汁を以つて明瞭に書かれたい。図中の文字、數字は縮写率等の關係から編集部で淨書するから、鉛筆で書き込まれたい。
図版の縮少率は編集部に委せられたい。写真は特に明瞭なものに限る。
10. 外國文は明瞭なローマ字 (成る可く Typewriter) を以つて書く事、文中の外國語、固有名詞はローマ字で書かれたい。
外來語、動植物學名等は片假名で書かれたい。〔例〕スペクトル、ガラス、トノサマガエル
11. 數詞はアラビア數字を用いる。〔例〕第1図、100m、3つの〔例外〕一般に、數百の、500万 (なる可くは 5×10^6 とせられたい)
12. 引用文献は末尾文献表の番号を片括弧を附して右上肩に附せられたい。
〔例〕(Hofmann, F. B.³⁾) …… F. B. Hofmann³⁾ によれば……と云う報告がある³⁾。
13. 末尾文献表は論文に引用せられた物に限る。孫引きである場合にはその事も明記せられたい。文献番号、著者氏名、括弧に入れて年号、成る可く論文表題、雜誌名、卷數 (數字の下に2本線) page 單行本の場合は発行所等の順に次の例に従つて書かれたい。文献表の配列は論文に出現した順か、又は著者名の A, B, C 順に整理して番号を附し、之を本文と良く照合せられたい。歐文の文献は必ず Typewriter で書かれたい。2人以上の著者名の頭字の位置は下の例に倣つて下さい。

〔例〕文献

- 1) Bailey, P. and F. Bremer (1921) Experimental diabetes insipidus. Arch. int. Med. 28, 773
- 2) Freund, H. (1922) Über Wärmeregulation und Fieber. Erg. inn. Med. 22, 77
- 3) Lenti, C. (1937) Evaporazione temperatura cutanea durante il lavoro Arch. di. Fisiol. 37, 326
- 4) Pieron, H. (1931) Le Problème Physiologique du Sommeil. Paris: Masson et Cie.
- 5) 正路倫之助・小菅武夫・川畑愛浩・藤本富太郎 (1939) 滿洲に於ける冬期の氣候に対する人体の適應力 日本生理誌 3, 80
- 6) Sueoka, S. (1931) Experimentelle Untersuchungen über das Wärmeregulationszentrum. Jap. J. med. Sci. III Biophysics 2, 91

赤痢・疫痢・下痢に！



フタリルスルファチアゾール

フタリチン

フタリチンは消化管内から殆んど吸収されず直接腸管内の有害菌に作用し副作用は絶対にありません。通常服用後24時間で菌数は約 $\frac{1}{10}$ になります。



(8錠 20錠)
(25瓦 250瓦)

製造元 日本化成 販賣元 中村 瀧

— 日本薬局方 —



パンクレアチン 含糖 ペプシン

東京都中央区日本橋室町4の5

製造發賣元 ミクニ化學産業株式會社

昭和二十六年五月十五日印刷
昭和二十六年五月二十五日發行

編輯兼
發行人 戸塚武彦
東京大學醫學部生理學教室內

印刷所

二浦武次郎
鶴岡印刷株式會社

發行所
日本生理學會

振替東京八六四三〇
一ヶ年金五百圓
(昭和廿六年度)

中外製藥の良心的医薬品!

毛細血管強化劑
腦溢血其ノ他

ヒカルチン
注・錠・末

強力利尿劑

テオハルン
粉末

榮養・疲労
恢復・胸氣に

ビタミンⅡプロカノン
靜注

肺炎・淋疾・其の他
一般化膿性疾患に

ネオⅡチセプタール
注・錠・末

甲状腺機能亢進症
並に狭心症に

メチオジール
注・錠・末

新合成
女性ホルモン

ロバー
注・錠

嫌・好氣性兩菌
を併殺する

ホモスルファミン
注・錠・末

特に神經痛
坐骨神經痛に

アロピラⅡザルプロ
靜注

鎮痛・消炎・解熱に

ザルソⅡプロカノン
靜注

製造元

中外製藥株式會社



第一のSulfa "第一"のダイアゼン テテジアシン

サルファ劑を撰ぶなら.....

吸收迅速一排泄は遅く長時間抗菌作用を營み速かに高い血中濃度に達し、腦脊髓への滲透性が強い、又他のスルファミン劑に比し、体内アセチル化合物の生成量が最も少く、又溶解度は最も高く、従つて腎臟障害尿道内に結晶を生ずる危険率は最も少い。(文献進呈)

第一製藥株式會社
東京日本橋・大阪道修町・福岡下祇園町

包裝 10錠 200円 20錠 380円 100錠 1,840円 500錠 8,500円
定價 25瓦 830円 100瓦 3,000円 500瓦 14,000円
10% 200×10 170円 500×10 330円 1000×5 330円