

Vol. 12, No. 7, 8

August 1950

JOURNAL OF PHYSIOLOGICAL SOCIETY OF JAPAN

日本生理學雜誌

第 12 卷 第 7, 8 號

昭和 25 年 8 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

渡 辺 俊 男：靜脈の組織構造と血行に就いて.....	135
江 藤 喬：骨格筋の変形電位に就いて.....	140
江 藤 喬：神經の変形電位に就いて.....	150
江藤 喬・山形壽郎：毛細管インク描記法.....	154
松本政雄・江藤 喬：生物電氣研究に必要な萬能増幅器に就て.....	157
高 中 聰 昭：雄蛙排精現象による妊婦尿 Gonadotropin の定量.....	162
白石信尚・山本理平・長田泰公・小川庄吉・浦田章子・森 悠子・服部美代子：thmenine の疲 勞防止効果について (第1報) 負荷による循環機能の変化.....	168
纈 纈 教 三：松カレハ幼虫の神經細胞の興奮について.....	175
纈 纈 教 三：蛙の網膜動作電壓に於ける週期的振動について.....	179
渡辺俊男：西本和夫：靜脈瓣と血行に就て.....	185
花 岡 利 昌：單純な網膜の單一光受容器の動作流に及ぼす温度の影響に就いて.....	192
附：單位符號の標準.....	196

日 本 生 理 學 會

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

「生理學講座」を手にして

東大教授

柿 沼 昊 作

私はかねて、学生および教室の若い諸君に
対し、おもに病態生理の観点に立つ内科学を
説いてきた。それで、今度の「生理学講座」
の中に、こういう私の考えが、どのように反
映しているであろうかと、興味をもつて大い
に期待していた。

戦後、世界の医学は、殊に英米各國におい
て、生理学、生化学を中心に急激な発展を遂
げ、われわれ臨床に携る者にとつても、診断
治療の面に、劃期的な進歩が現れるに至つて
きた。

しかるに、原書の入手難も手傳つて、この
國の学生の教育、臨床家の再教育の上に、か
ゝる世界の趨勢を、速かに且つ具体的に普及
滲透させることが困難を極め、甚だ寒心すべ
き状態が続いていたのであつた。

恰かもそういう際に、日本生理學會が英断
をもつて、この「生理学講座」を創められた
ことは、まさに旱天の慈雨というべきもので
ある。

今、その第1回、次いで第2回配本を手に
し、その内容のなかに、われわれ臨床家に必
要な各種、各様の新知識が集録され、平易に

説かれてあるのをみて、まことに意を強うす
る次第である。

例をわれわれの教室にとつて恐縮であるが
血液循環速度測定法なども、自覺的方法から
他覺的方法に移り、私が本講座中に少しく触
れたマツテス氏の光電池法を應用するに至つ
ている。

臨床の診断法は、毎日の如く進歩し、昨日
基礎の教室に生れたものは、今日は臨床に應
用せられ、互いに相助けて學問の進歩に資す
べきである。この意味からしても、基礎と臨
床の第一線の研究家が執筆していることは、
臨床家、研究員、学生およびその他の一般読
者の視野を、必ずや有効に擴大せしめずには
措かぬであらう。

更に心電図などについて、新しいウイルソ
ン一派の米學派の解釋法がやさしく紹介され
ているのも、比較的難解な本理論の普及に意
義あるものと思われる。

本講座の今後の健全な発展を期待し、一読
後の所感を述べ、臨床醫家の良き伴侶として
敢えて「生理学講座」をお薦めする次第であ
る。

生 理 學 講 座

★「第一回配本」再版賣切 第3版10月8日出來

★「第二回配本」發行開始 (内容目録・呈)

發行
生理學講座刊行會
東京都千代田區神保町二丁目
電話通り 中山書店內
分冊箱入上製
各卷六〇〇円 千六五円
會員特別割引 五四〇円

静脈の組織構造と血行に就いて 612.134

Studies on the Venous Structure and its Blood Flow.

渡 邊 俊 男 (Watanabe-Toshio)*

I. 緒 言

私は先に生理形態学的立場より、静脈の組織構造を系統的に、且つその壁構成要素の定量的検索を行つた(1, 2)、即ち静脈はその壁構成の主要素である筋、内膜縦走筋、中膜輪走筋、外膜縦走筋の配列、組合せに依て分類する事を至當とし、これらの配列、組合せは静脈の局所的、機能的関係によつて支配され、又静脈の有する筋及び線維の多少も、その局所的機能的関係に左右されていることを述べた。

Franklin (3) は静脈の口径を変化するには輪走筋が関與し、筋肉或は腸管の如く間歇的に運動する部の静脈では外力又は静脈自身の有する筋に依て口径を変化すると言ひ、勃起する器管の静脈では特に筋が多く、又 V. renalis が V. cava に合流する部に括約筋の存在すると言う Kampmeier 及び Birch の意見を引用している。

Maximow (4) は瓣の存在する部分には、その内膜、中膜の間に縦走の滑平筋を記載し、Möllendorf (5)、Adachi (6) は組織学的に或は統計的にアノマリーを記載しているが、筋の在り方に就ての生理学的意義は充分に解明されていない。

静脈壁は動脈に比して一般に非常に薄く、弛緩した状態にあつたり、又擴張性、伸展性に富んで居り血行は外部からの作用に依て推進されている面が多く、静脈壁自身の能動的な作用は軽視されがちである。瓣に就ては又別に述べるが(7)、瓣は静脈還流に於て重要な補助的作用をなして、静脈の構造、機能と瓣の分布とは密接な関係があるのを思わせる。

私は更に静脈系に於て、合流部の機構、瓣、

筋及び弾力線維の在り方と静脈還流の機序について、2, 3 の関係を見出したので報告する。

II. 研究 方法

材料は人(健康人)を用ひ、動脈硬化等の病変のない事を確めた。詳細は既に述べた如く(1)フォルマリン溶液にて固定し、van Gieson氏法及び Weigert 氏の弾力線維染色法を用ひ、瓣の検索には墨ゲラチン溶液を注入し立体顕微鏡に依る他更に連続切片を作つて鏡檢した。筋量の計測にあつては、輪走筋は横断面に於ける一定の厚さの血管壁の一定區間に於ける筋の核数を數えて筋量を代表せしめた(2)。

III. 所 見

A. 合流部及び瓣の附着部に於ける筋に就て(第1, 2, 3 図参照)

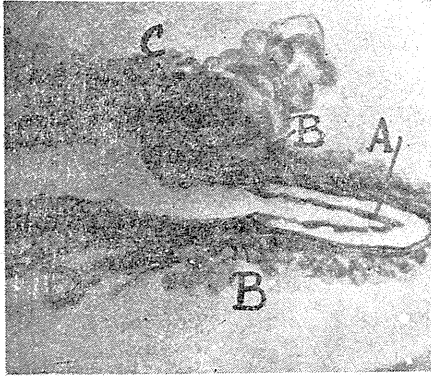
瓣には一般に筋は認めないが(第1, 2 図のA)、その根部には主として縦走の小さな筋の塊り(第1, 2 図のB)が存在する。そして此等は瓣を帆と例えれば帆綱の支えとしての結び目の様な役目をなしている。此の附近には更に強大な筋の塊り(第1, 2 図のC)を認めることもある。

合流部に於ては筋の走向が屢々変化し、縦走より輪走に(第1, 2 図のD)又輪走より縦走に移行するものがある。此に従つて弾力線維も合流部に於てはその走向が極めて複雑であつて網状を形成している。

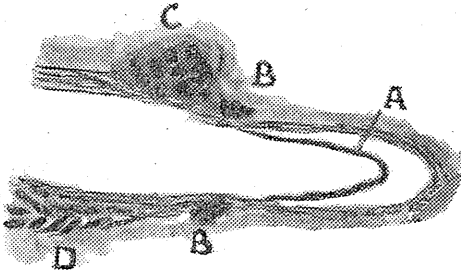
分岐部には静脈の位置的關係を保つ爲の筋も存在している(第3 図)。此等の筋は静脈を圍周しているのではなく、孤立的であり多くの場合図の如く合流部の内側に分岐に沿うて存在し、外膜の外側に比較的離れて存在しているので此等の筋の收縮が直接静脈腔を狭小にするとは考

* 広島醫科大学生理学教室

第1圖

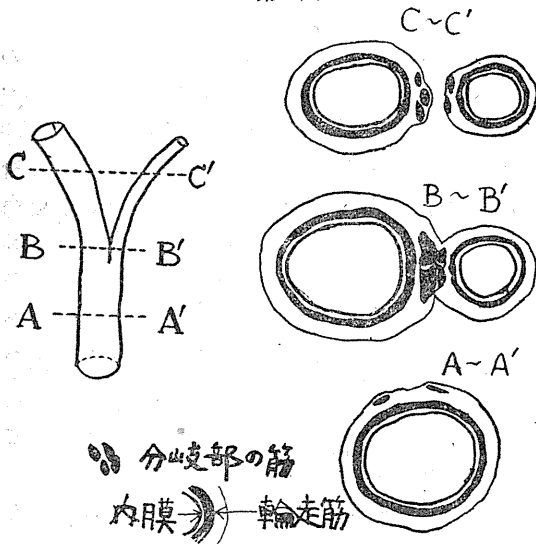


第2圖



第1 2圖の説明 A: 筋, B: 筋の附着部にある小さな筋の塊り, C: 大きな筋の塊り, D: 筋の走向変化

第3圖



分岐部の筋
内膜 輪走筋

えられなく、外力等に依る静脈の変動に抵抗して位置的關係を保つ支柱の役をなしているものと考えられる。

B. 静脈の收縮性と筋の在り方 (第 4, 5 図

参照)

一般に中膜輪走筋の量の中膜の厚い程多いが、今静脈の横断面の廣さと比較してみるとその量は却つて逆の關係にある。即ち横断面の狭い静脈程、管腔の單位面積に対する静脈壁の筋量は多いと述べたが(2)、更にその緻密の度、配列は局所に依て、著しく異つている場合がある。

静脈に於ける筋の配列緻密の状態は此を次の様な2つの型に大別する事が出来る。その1つは第4図Aの様な場合であつて、せん細な輪走筋が紐状に配列されて、筋線維は密に含まれているが、この型の静脈の壁は薄いので筋の量は比較的少い。斯の様な静脈としては V. jugularis 及び皮静脈の比較的口径の廣い所に見られ、合流部には見あたらぬ。即ちこれらの静脈は受動的な血液の流入、貯溜の意義を有し、内圧或は外力の影響に依る受動的伸展に適する構造を有していると考えられる。

これに反して第4図Bの様な場合では、筋線維は紡錘状の束をなし、太く短くその間に比較的多量の結締織を含んでいるが、静脈壁は厚いので筋は却つて多量に含まれている。此の型の静脈は四肢深部の余り管腔の廣くない静脈、V. facialis, V. angularis 等の合流部、V. poplitea 等に多くみられ、静脈の能動的機能の著明であると考えられているものに多く存在している。此等の静脈の形態は又動脈に比較的近い觀を呈している。

前述の如く合流部に於ては輪走縦走と互いに直交する筋群のみでなく第5図の如く多くの斜走筋を認め、弾力線維及び結締織も複雑な網状を呈している。又第4図Aの様に受動的伸展性の意義を主とし、紐状に配列されている筋の在り方は第5図Aの部に相當し、第4図Bの様に配列し、能動的收縮に意義を有する筋の在り方は第5図Bの如く線維の交叉する分岐、合流部に相當している。

C. 静脈の分岐とその筋量 (第1表参照)

静脈の筋量に就て既に述べたところでは、末梢に至るに従つて血管の太さと比較した筋量は

第4圖



断面積に於ける輪走筋の比を求むるに、V. femoralis の枝に於ける量を 100 とすれば V. ilica com., V. ilica ext. では夫々 3.9, 5 に過ぎない。

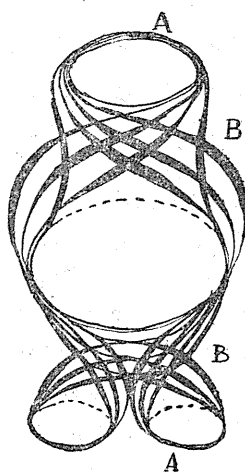
IV. 考 察

第4, 5圖説明 A: 受動的伸展性の強い所, B: 能動的収縮性の強い所

静脈合流部に於ける構造上の特徴は筋量よりも筋及び弾力線

維の走向, その網狀形式に多くの意義ありとされていた (5). 神尾 (8) は肺動, 静脈に於ても分岐部ではその筋量が多いとしているが, 私は (7) 静脈系全体を連続切片標本によつて検索するに末梢即ち遠心部に到るに従つて口径を縮小し概して (2, 3 の例外もあるが) 此に平行して筋の絶対量も減少するが, これを静脈の太さと比較すると單位面積に対する筋量はむしろ増加していると述べたが, 更に此の筋量は静脈合流部に於ては特に著明であり, 又静脈は分岐する毎に單位面積に対する筋量の増加率をより急激に上昇していると考え, 従つて静脈の末梢部程又分岐部は静脈還流に対する寄與大であるといふことが出来る。

第5圖



寧ろ増加しているとしたが (2) その増加する率は分岐 (機能的には合流と稱す可きであるが形態学的には分岐と稱し得ると考える) する毎に更に急激に多くなつて行くのを認め, 即ち第1表の如く V. ilica com. をその近心部に於て, V. ilica ext. を Lig. inguinale の高さに於て, 又 V. femoralis の近心部に於て合

流する筋肉中の細い分岐を計測すると, V. ilica ext. は V. ilica com. よりその横断面積が 2/3 に縮小しているが, 静脈壁の幅は却つて廣くなつてゐる. V. femoralis の筋肉中の分岐では管腔横断面積 3.1mm², 即ち V. ilica com. V. ilica ext. の夫々約 1/20~1/15 の横断面積しか有しないにかゝらずその壁の幅は更に廣くなつてゐる. 今輪走筋の核数を以てその筋量を表すものとする時, V. femoralis の枝に於ける核数を 100 とすれば, V. ilica com. 及び V. ilica ext. に於ては夫々 75 及び 71 の比となる. 輪走筋が静脈を縮小する作用を有するものと考え, 單位横

静脈合流部には筋量は特異的に多い. Möllendorff は血管の分岐にあつては凡ての層に縦走筋が存在しているとしている. 私は合流部に於ける筋はその機能的意義によつて分ける事が出来た. 即ちその 1 つは第 3 図の如く静脈分岐に際して位置的關係を保持するためのものであつて, 比較的壁の外側に多く存在し, 静脈の口径の変化に直接影響すると思はれず, Möllendorff の記載しているのも此の種のものであらうと考えられる. 血流変化の多い合流部には多く瓣が存在している. Maximow (4) は瓣の附着部の静脈を横断して其處に多くの縦走筋の存在し

第1表

部 位	静 脈 名	横断 面積 (mm ²)	静 脈 壁 の 幅 (mm)				輪走筋 の核数 (百分比)	輪走筋 の核数 横断面積 (百分比)
			内 膜	中 膜		外 膜		
				膜	膜			
1	V. ilica com.	60.6		0.06~0.12	0.06~0.18	75	3.9	
2	V. ilica ext.	44.1		0.23~0.36	0.18~0.21	71	5	
3	V. fem. の枝	3.1	0.18	0.36	0.36	100	100	

ていのを認めたと、此の筋の意義については明らかでない。私は瓣の附着部にその帆網の作用するものと考えられる小さな筋の塊(第2図B)を認めた。

輪走筋の配列は第4図A, Bの様に2種に分ける事が出来た。静脈の壁構造に於て筋、弾力線維等が網状を形成していると言う記載は極めて多い。第5図Bは斯る構造を示すものであつて、Aは輪走している部分であつて、第4図のA, Bは夫々第5図のA, Bにあたる部に認められる。Kamperier及びBirch(3)の言う様な著明な括約筋は認めなかつたけれども、合流部に於ては第2図Dの様に斜走する筋を認め、又第4, 5図に於けるBの示す筋が多く此の部に認められ従つて合流部に於ては血行調節の作用大なりと言う事が出来ると思う。

私等の行つた瓣の検索に依れば(7)瓣は合流、吻合部に多く存在して血行の逆流を防止し、血液の分配調節の補助的作用を意味するものと考え、かゝる部は上記の如く筋の在り方も複雑で又筋量も多く血流、内圧の変化も受け易い。瓣は又能動的に静脈流を推進せしめ得る部分よりも受動的に静脈還流が行われて居る部に多いとしたが、かゝる見地よりすれば末梢部に於ては横断面積に比して筋量著しく多く瓣の補助装置を必ずしも必要とする事なくして静脈は還流し、細小な静脈に瓣の発見し得なかつた理由とも考えられる。

静脈口径の能動的变化に輪走筋の関與する事は明らかであるが、受動的な伸展収縮に關してはなお弾力線維の作用も考えられるので更に研究を進めなければならない。

私は静脈をその機能上より

血流を驅出する部分

導管たる部分

血流を調節する部分

能動的に調節する部分
受動的に調節する部分(貯溜作用)

に分けられると考える。

第4図Aの様な配列をなす部分の静脈が自動的に擴張するか、又此の部の受動的擴張に弾力

線維、筋線維がどの様に關與しているかに就ては多くの疑問を残しているが、私の検索では第4図A, Bの筋の配列の仕方にて、前者は主として受動的に擴張し血流の導管たる部、或は貯溜部に多く認められ、合流部、吻合部に關係なくほぼ等間隔で存在し血流を分節して移動せしめている瓣は多く此の部に認められる。後者は又能動的に静脈が収縮すると考えられる驅血部及び能動的な血行調節の部に相當している。

V. 結 語

以上に依つて結論すれば、静脈は分岐する毎に急激に血管の太さに比して筋量を増加し、又合流部は特異な構造を呈するものであつて、瓣の存在する場合には此の帆網とも思われる筋塊が存在し、又此の他に合流部の位置的關係を保持する爲の縦走筋も存在しているのを認めた。

筋の配列には2種あつて1つは筋が細く紐状に配列し、他は筋が強大な束をなして配列しその間に結締織を含んでいて、前者は静脈の貯溜部、導管部にみられ内からの圧に対する受動的伸展性に適應し、他は血行を驅出し、能動的に血行調節を行うに適應していると考えられる。斯る見地から静脈を機能的に、驅血部、導管部、調節部と分け、調節部を更に能動的に調節するものと、受動的に貯溜作用に依て調節する部とに分ける事が出来る。

瓣は静脈流に対する重要な補助装置であつて組織構造とよく一致し、驅血部には少く、導管部には合流、吻合枝に關係なく等間隔に存在して静脈流を分節して還流せしめている瓣が認められ、合流部には血流の逆行を防ぎ分配調節の補助的な作用をなす瓣が存在している。

文 献

- 1) 渡辺俊男(1949) 静脈の構造と分類に就て 廣島醫學 2, 7, 234
- 2) 渡辺俊男(1949) 静脈に於ける筋量分布に就て 日本生理誌 11, 249
- 3) Franklin, K. J. (1937) "Monograph on Veins". Charles C. Thomas, S. 37
- 4) Maximow, A. A. and W. Bloom (1948) "A Text-book of Histology". 5 Edition, Philadelphia and London, W. B. Saunders Company.

- 5) Möllendorf (1930) Handbuch der Mikroskopischen Anatomie des Menschen. IV, I, S 131-136
- 6) Adachi, B. (1933) Anatomie der Japaner II, Das Venensystem der Japaner. Kyoto
- 7) 渡辺俊男・西本和男 (1950) 静脈弁と血行に就て (日本生理誌12巻に発表の豫定)
- 8) 神尾圭一 (1949) 血液循環の研究, 肺血管の組織構造に就いて (内科学會中國四國地方會発表)

Summary

In my previous reports concerning the histological and physiological investigation of venous structure, it was reasonable to divide veins by compositions and arrangements of their muscle elements, which are changed by their locations and functions, the ratio between the amount of muscle and the cross section area of the vein becomes larger toward the peripheral vein, and it is considered that the functional control of venous flow is predominant at the peripheral vein.

It is showed, in the results of these observations, that the increasing rate of the ratio between amount of muscles and the cross section area becomes larger, especially, at the point of venous junctions. Many valves are found at the venous junction, and at the neighbour of the valve-sites small groups of the longitudinal muscles are found. The founction of these muscle groups is the same way as a knot of a sail-rope. More-over, in these junctions, muscles to hold their shape and to fixed to surrounding tissues are found, and these muscles have no functions to change the caliber by their contractions.

The circular muscle arrangements of veins are divided in two forms, the one is arranged with thin muscle fibers in parallel, and the other with larger muscle bundle. The former type which is extensible is found in the part not only as a tube but as a blood store, and he latter type is thought to be suitable to accelerate or active controlling the venous flow.

The veins may be divided functionaly as follows:

1. The part of acceleration of venous flow.
2. The part of tube.
3. The part of control of venous flow. {Active control with contractions.
Passive control as blood depots.

The distribution of the venous valves have intimate relations with the function of veins and the structure of venous wall. Valves are rich in venous junctions, but they are rare in accelerating veins.

The report concerning the venous valves will be published shortly.

(Department of physiology, Hiroshima Medical School.)

骨 格 筋 の 変 形 電 位 に 就 いて 612.743

On the Deformation Potential of the Striated Muscle.

江 藤 喬 (Etō-Takashi)*

I. 緒 言

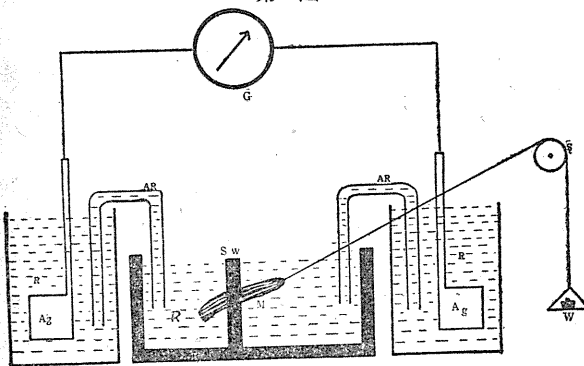
松本 (4) は骨格筋繊維を所謂杉 (8, 9) の隔絶法に類似の方法を用いて、中央を固定し両側の Ringer 液を不分極電極を介して電位計に導き、其の際一侧の筋繊維を伸展すれば伸展側は他側に対して電氣的に負になる事、即ち変形電位が生ずる事を報告したが、併し筋の変形電位に就いては既に De Meyer (3) の報告があるが松本に依つて報告せられたものとは其の性質が異つてゐるものゝ如く思われるので、余は松本の報告に基いて更にその性質を明らかにせんとして本研究を行つたのである。

II. 實 験 方 法

1. 実験材料は蟻又は蛙の縫工筋を用いた。動物を殺し通常の方法で筋を切り出し、その一端に糸を結びつけ、この糸を引張つて筋を伸展した。然し実験の種類によつて方法に多少異なる点があるので此處には全体を通じて共通の部分のみを述べ他は各々の実験成績の始めに記載する。

2. 誘導及電氣的連結法

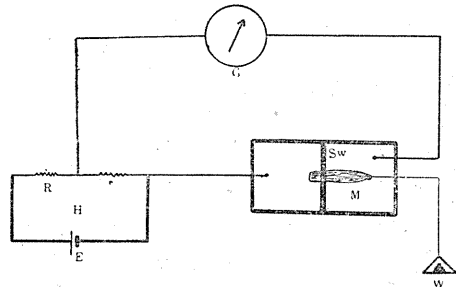
第1圖



R: Ringer氏液, M: 筋, G: 電流計, S: 滑車,
Ag: 銀板 (49cm² × 2), A·R: 3%のAgar-Ringerを満した硝子, S·W: 隔絶, W: 荷重

第1圖に示す如く切り出した筋 (M) を杉 (8) の隔絶法を用いて隔壁 (S·W) に固定し、筋の一端に結びつけた滑車 (S) を介して荷重 (W) をかける様に装置する。隔壁 (S·W) の両側の Ringer液 (R) は Agar-Ringer を満した硝子管 (A·R) をもつて、銀板 (Ag) と大量の Ringer液とをもつて構成せられた不分極電極に連絡し之から電流計 (G) に誘導した。その電氣的連結方法は第2圖に示す如くであつて筋の負傷電位其他のために (実験の種類によつては筋の一侧

第2圖



E: 電源 (2V), G: 電流計, H: 補償回路,
r: 抵抗 (1000Ω), R: 可変抵抗 (1-1000Ω), M: 筋,
S·W: 隔壁, W: 荷重

を切断した場合もあるので) 不分極電極の兩極の間に生ずる電位差を補償する回路 (H) を設け抵抗 (R) を調節して筋に荷重をかけて伸展する直前に於て主回路に電流が流れていない状態にした。電流計は理研製鋭感電流計で電圧感度 $1.0 \times 10^{-5}V$ のものを用いた。筋を伸展する爲には小さい滑車 (S) を介して、之に重り (W) 1~41g を掛けたのであるが、先づ重りに乗せる皿を支持台で支えて置き支持台を取り去れば張力が筋に働く様にした。電位を測定した後は再び支持台で之を支え張力が働かない様にした。

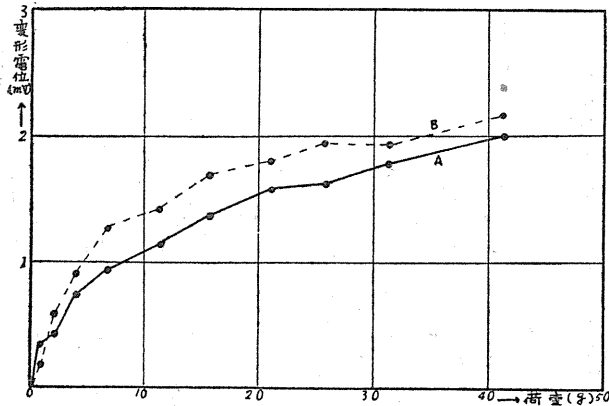
* 前橋醫科大学生理学教室 (松本教授)

III. 實 験 成 績

1. 変形電位及び其の方向 蛙の縫工筋を出来る限り傷けない様に取り出して其の中間を固定し(第1図)一側を伸展するとその側は負となり他側を伸展すればその側が負となる。この際不分極電極の兩極其他に全く電位差がなく、兩側が等電位にある様にして実験を繰り返して行つたのであるが、上述の如き変形電位は張力を加えると同時に(時間的關係の詳細は後述)起り張力を去ると再び電位は消失する。死滅した筋を用いて同様な実験を行う時は電位の変化は全くないか極めて僅か変化する場合もあつたが、其の際電位の方向は一定しなかつた。

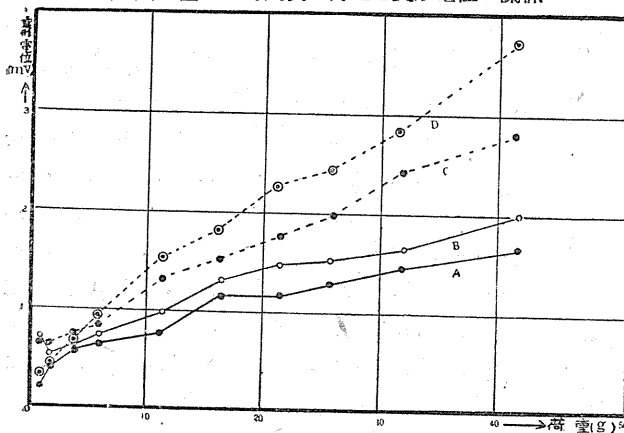
2. 伸展張力と変形電位の關係

(a) 無傷筋の中間部を隔壁に固定し(第1図),
第3圖 荷重と変形電位の關係



室温:9.5°C, Ringer液温:6.2°C, 筋:蟻(♀)の縫工筋,
A:無傷筋, B:筋を隔壁に接近して切断後

第4圖 種々の時間後の荷重と変形電位の關係



室温:5.3°C, Ringer液温:3.8°C, 筋:蟻(♀)の縫工筋,
A:無傷筋, B:切断直後, C:2時間後, D:3時間後

種々の荷重を用いて筋に作用する伸展張力とその際発生する変形電位の大きさを測定すれば、第3図Aに示す如く変形電位は張力(荷重)の増加と共に始めは比較的急激に、後緩やかに上昇する。実験に使用した荷重は1~41gであつたが更に荷重を増す時は変形電位の大きさも増すものと思われるが筋が切断其他の傷害を受ける恐れがあるので中止した。

(b) 上述(a)の実験を行つた後張力を作用させない側の筋を隔壁に接近して切断し此處に負傷電位を生ぜしめた後、(a)に於ると同様な実験を行つたのであるが伸展の張力と変形電位の關係は切断しない前に於て同じ張力に対して得られた変形電位よりも僅かに多かつた(第3図

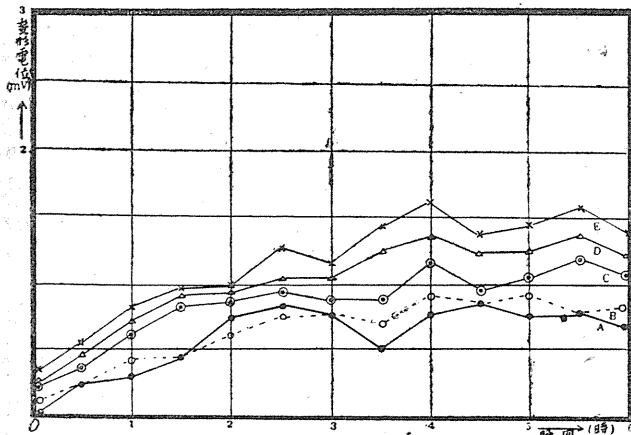
B). 併し稀には逆の場合も見られた。尙この際切断に依つて生じた負傷電位は補助回路を用いて補償した後張力を作用させて測定を行つた。

3. 時間の経過と変形電位の關係

(a) 無傷筋を隔壁に固定して種々の荷重に対する変形電位の大きさを測定した後、伸展しない側の筋を隔壁に接近して切断した直後上と同様な実験を行い更に1~3時間後同様な測定を行つた。此等の場合に於ける荷重と変形電位の大きさの關係を示す曲線は第4図に示す如く、其等の経過は大體類似しているが、切断後測定までの時間の経過が大(3時間)であるもの程同じ荷重に対する変形電位の大きさが大であつた。併し尙時間が経過すれば此の關係は逆になる事は次に述べる実験成績から大體推定する事が出来る。

(b) 無傷筋を隔壁に固定して其の後種々の時間間隔を経て同一荷重に対する変形電位の大きさを測定すればその値は初めは小さく時間と共に増大し、約4時間後極大に達し後又再び小さくなる(第5図)。此際得られる關係は荷重を大又は小にするも大體同様になつた。

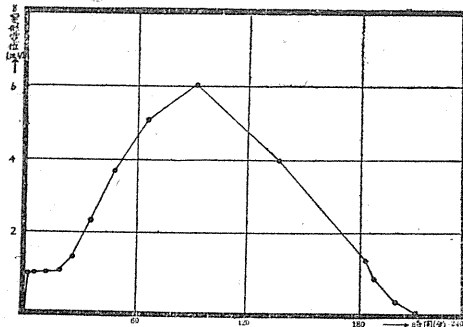
第5圖 時間と変形電位の関係



室温: 8.3°C, Ringer液温: 6.5°C, 筋: 驀(♀)の縫工筋,
A: 荷重11g, B: 16g, C: 26g, D: 31g, E: 41g

第6圖

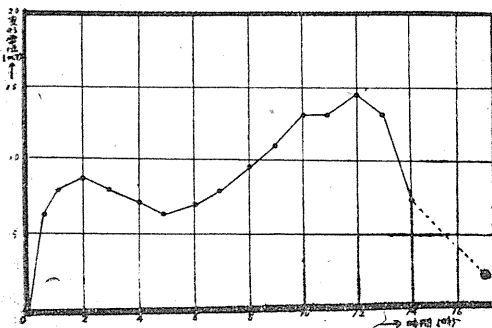
持続的に荷重(30g)を作用させた際の時間の経過と変化電位の関係



室温: 12.5°C, Ringer液温: 10.5°C,
筋: 驀(♀)の縫工筋

第7圖

持続的に荷重(40g)を加えた際の時間の経過と変形電位の関係



室温: 11.0°C, Ringer液温: 11.0°C, 筋: 驀(♀)の縫工筋, ⊙印は24時間後の値

(c) 上述 (b) に於ける実験に於ては荷重は変形電位の大きさを測定する際の際のみ加え、測定後

はすぐ荷重を除去したのであるが、一定の荷重による張力を持続的に加えて置いた時、時間の経過と変形電位の関係を見ると第6図に示す如く初めは小さく次第に大きくなり一定時間後極大に達し後再び降下する。又時に依り再び電位が大きくなりその後次第に降下する場合、即ち極大に達する点が2つ得られた例もあつた(第7図)。

4. 電気緊張と変形電位の関係

A. 実験方法 本実験に於ては外部より筋に電流を流して筋の伸展側を陰又は陽の電気緊張下に置いて之を伸展する際、隔壁の両側に生ずる電圧の変

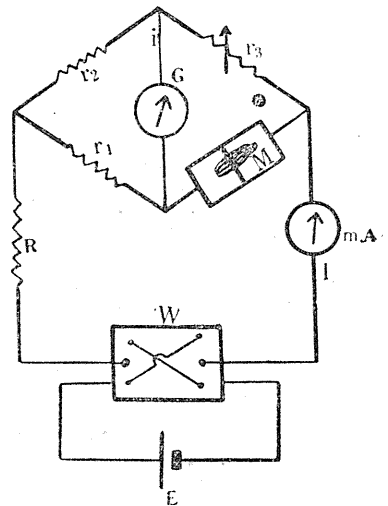
化を測定した。実験方法は第8図に示す如く筋を隔壁に固定した後不分極電極の両端をWheat stone 電橋の一側に連結し、電源(E)から抵抗(R)及びMilliammeter

(m·A)を通 E: 電源, R: 抵抗, m·A: 電流計, G: 電位計, r_2 : 可変抵抗, r_1, r_2 : 抵して電流(I) 抗, W: 切り換へ電鍵, M: 筋を流す (Iの大きさは Milliammeter で測定する)。次に可変抵抗(r_3)により電橋の平衡を取る。この時の電流の方向は筋の伸展側が負になる方向とし、逆の方向を正の方向とした。又Iを零とした時筋に張力を働かせれば、変形電位が生じ電流計に振れが生ずるが、この方向を電流iの負の方向とした。尚実験に用いたIの最大は大体 0.5mA 程度のものであつた。

B. 実験結果

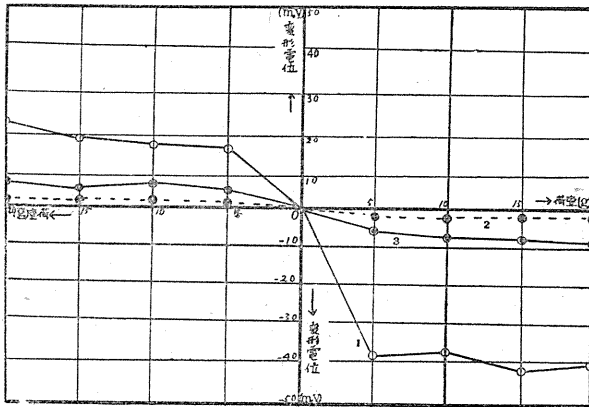
(a) 荷重と電位の変化の関係 Iを一定に保

第8圖



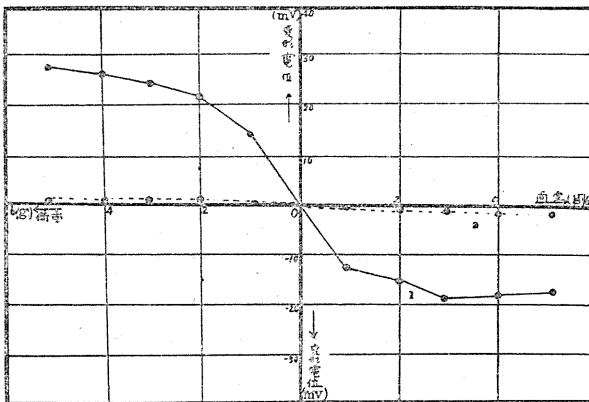
ち電橋の平衡を取り従つて筋に通ずる電流を一定に保つて種々の荷重に対する電位の変化を測定すれば、その関係は第9, 10図の如くなる。この際起る電位の変化はIの方向如何にかゝらず筋を通ずる電流が増加する様になる。即ち見掛けの抵抗が減少する如き結果となる。種々な荷重に対して荷重が小なるときは急激に、荷重が増すに従つて次第に緩やかに増加する様になる。筋を誘導箱に固定したまゝ之を浸しているRinger液を10% Urethan-Ringer液に代え筋が充分麻酔された後再び種々の荷重に対する電位の変化を見るに

第9圖 荷量と電位の關係



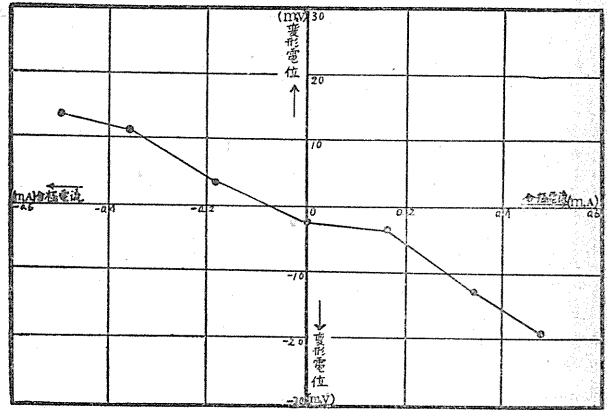
I: 0.56mA(一定), E: 6.0V(一定), 室温: 11.0°C, Ringer液温: 9.9°C, 筋: 蟻(♀)の縫工筋, 1: 麻酔前, 2: 麻酔, 3: 麻酔除去後

第10圖 荷量と電位の關係



I: 0.56mA(一定), E: 60V(一定), 室温: 10.5°C, Ringer液温: 10.0°C, 筋: 蟻(♀)の縫工筋, 1: 麻酔前, 2: 麻酔後

第11圖 分極電流と変形電位の關係



室温: 6.3°C, Ringer液温: 5.0°C, 筋: 蟻(♀)の縫工筋, 荷量: 20g(一定)

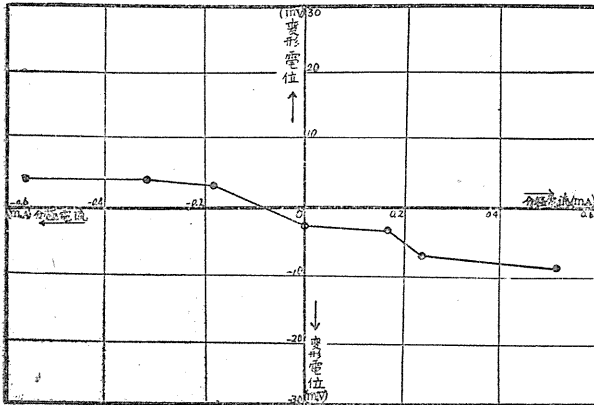
この際電位の変化は極めて少く、又殆んど現われぬ場合もあつた(第9図2, 第10図2)。

(b) 次に一定の荷重に対して分極電流Iを変化させる時に現われる電位の変化を測定すればその関係は第11, 12図に示す如くなる。この関係に於てIが零の時は外部より電流を流さない場合に現われる変形電位に相當するわけで、その方向は勿論筋の伸展部が負になる様な電位の変化が見られる。従つて第11図及び第12図の曲線は原点を通らない事は容易に推定し得る事柄であつて又実験結果も之と一致している。

5. 筋伸展の張力と変形電位の経過
筋に荷重を用いて張力を作用すれば張力と共に変形電位が現われ張力を去れば変形電位も又消失し、其関係は可逆的である事は既に実験成績1に於て述べたのであるが、本実験に於ては更にこの関係を詳しく観察するため筋に速やかに増加及減少する張力を加え、その張力の経過とそれ際起る変形電位を同時に描記してそれ等の経過を比較したのである。

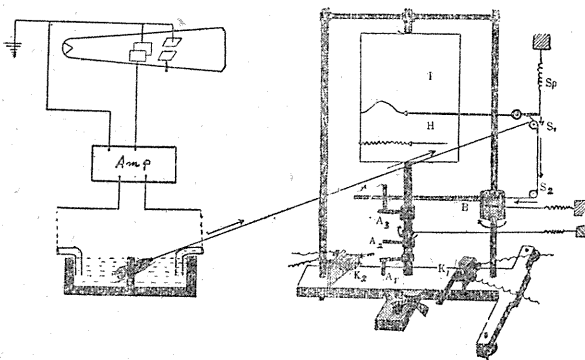
A. 実験方法 本実験に於ては筋に張力を加えて比較的急激に伸展した際

第12圖 分極電流と変形電位の關係



室温: 7.0°C, Ringer液温: 6.0°C, 筋: 臺(♀)の縫工筋, 荷重: 20g (一定)

第13圖



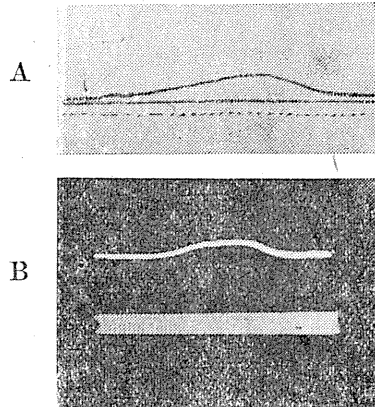
K₁, K₂: 電鍵, H: 槓桿, T: Trommel, S₁, S₂: 滑車, A₁, A₂, A₃: 肘, SP: spring, B: A₃の廻轉と共に前方に廻轉し筋に張力を作用させる金属棒

起る変形電位と張力を同時に描記して其等の経過を比較したのであるが、この際張力は橋田式 Rotatorium にインク描記法を用いて描記し(第13図)、変形電位の経過は増幅器を通して Braun 管 Ozsillograph に依つて撮影した。その方法は Rotatorium の廻轉が初まると Rotatorium の軸に附属した肘 A₁ により電鍵 K₁ が開かれ、之によつて写真器の shutter が開き次いで肘 A₂ により K₂ が開かれ Ozsillograph 装置の時間軸掃引が始まる。更に Rotatorium が廻轉すると肘 A₃ が B に作用して之が矢印の方向に動き筋に連結せられた糸が、滑車 S₁, S₂ を介して矢の方向に

引かれ筋に張力が作用する。此の張力の最大の大きさは描記槓桿(H)に連結せられたバネ Sp によつて適當に定められる。又この時間的経過は槓桿(H)によつて円筒に描記せられる。此の張力曲線は筋を連結した糸に一定の荷重をかけてその際の槓桿の運動の大きさを求めて較正する様にした。増幅器には余等(6, 7)の考案したものをを用い電圧の経過は実験の範囲内では歪なく増幅出来る事を確めた。

B. 実験結果 第14図に於てAは張力の経過を示す曲線でBはそれに対する

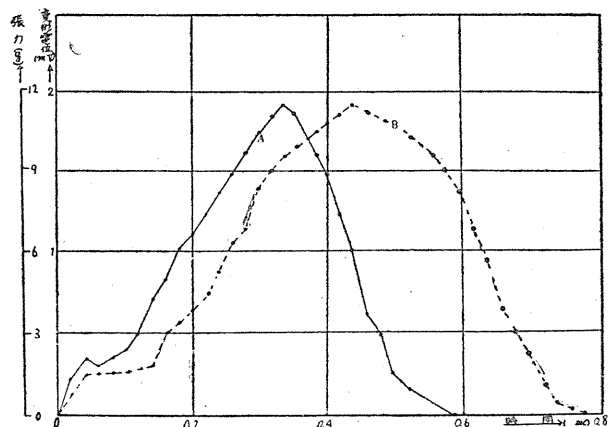
第14圖



A: 張力の経過, 室温: 10.8°C
B: 変形電位の経過, Ringer液温: 11.0°C
筋: 臺(♀)の縫工筋, 時標: 1/50秒

第15圖

第14圖の張力の経過と変化電位の経過の較正曲線

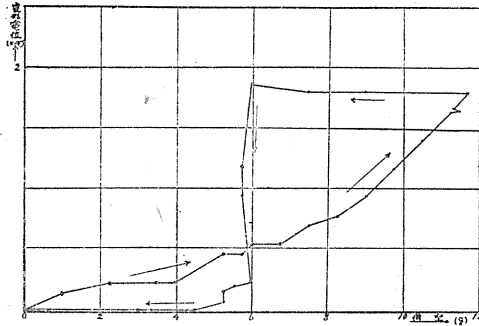


A: 張力の経過, B: 変形電位の経過

る変形電位の経過を示すものであるが兩者を比較する爲に此等の較正曲線を作れば第15図の如くなり、又兩者に就いての Vector 図を作れば第16図の如くなる。之に依つて見れば変形電位の発現は張力の作用より稍遅れる事が知られ

第16圖

第14圖の張力及変形電位の経過に対する Vector 圖



る。併しこの遅れの程度は、張力変化の速度を種々に変えた場合にどうなるかに就いては詳しい事は判らない。恐らく張力の変化の速度が増せば弾性的性質、其の他の事柄より當然遅れが著明になるであろう事は容易に推定せられる。筋の伸展側に Ringer 液の代りに KCl (0.133 Mol) 溶液を用いる際には変形電位の変化は大であるが、張力及変形電位の経過に対する関係は大體 Ringer 液を用いた場合と同様である(第17図)。

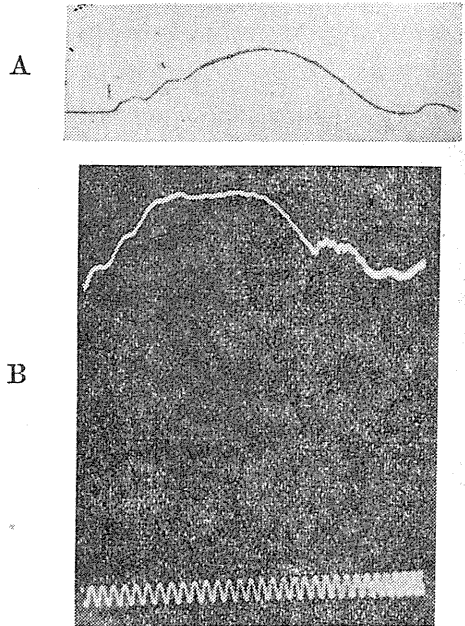
6. 各種のイオンと変形電位の関係

A. 実験方法 本実験に於ては Ringer 液と等張な種々のイオンを含有する溶液を筋に張力を作用させる側の誘導箱の Ringer 液の代りに満し変形電位を測定した。塩類は NaCl, KCl, CaCl₂, MgCl₂ の4種の溶液に就いて実験した。筋を之等の溶液に浸し変形電位測定後は原則として Ringer 液でよく洗い更に之を取りかえてそのまま30分放置して後又この Ringer 液を別の溶液に取りかえて実験を行つた。其の他は実験1に於ける方法と同様である。

B. 実験結果

第17圖

0.133Mol KCl 溶液中に於ける張力曲線(A) と之によつて生ずる変形電位の曲線 (B)

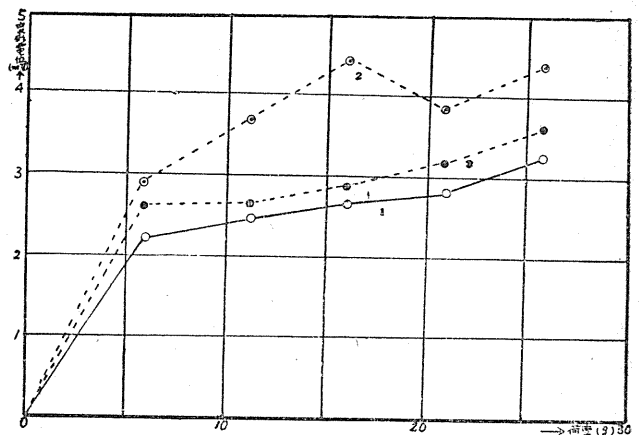


筋: 羂(♀)の縫工筋, 室温: 10.3°C, 溶液温: 10.4°C, 時標: A, B, 共 1/50 秒

(a) 隔壁の一侧即ち筋を伸展する側の Ringer 液の代りに Ringer 液と等張の NaCl 溶液 (0.133 Mol) を用いた場合に於ける荷重と変形電位の関係は第18図に示す如く Ringer 液を用いた場合の値よりも電位が大である。次にこの液を再び

第18圖

0.133 Mol NaCl 溶液を用いた場合の荷重と変形電位

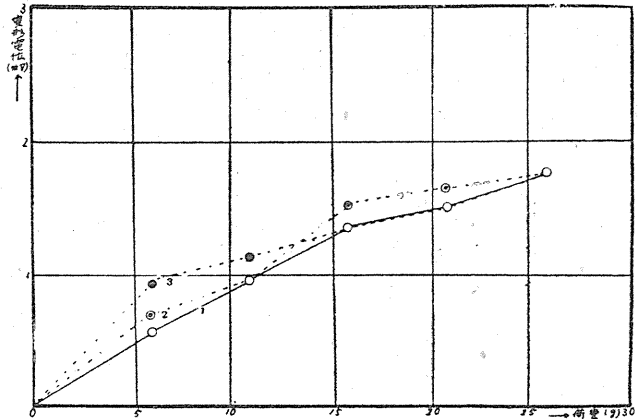


室温: 8.4°C, Ringer 液温: 8.0°C, 筋: 羂(♀)の縫工筋, 1: Ringer 液, 2: 0.133 Mol NaCl 溶液, 3: 再び Ringer 液

Ringer 液に置き変えると最初Ringer 液を用いた場合に得られた値と大体同様な値を示す様になる. NaCl 溶液の濃度を変えた時一定の荷重に対する変形電位の大きさを測定すれば第19図 (A) に示す如く濃度と共に変形電位の大きさは増すが濃度が 0.091 Mol の点で値は再び小となり更に濃度が大となると変形電位は再び大となつた.

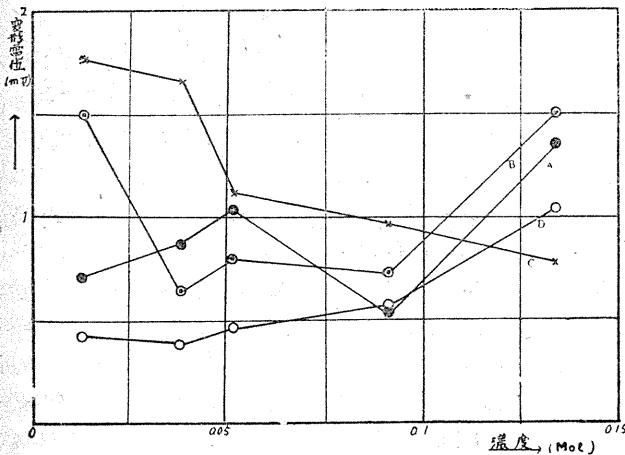
(b) 0.133 Mol の KCl 溶液を用いた場合に於ける荷重と変形電位の関係は第20図 2 に示す如く Ringer 液の場合に於ける値 (第20図 1) よりも非常に

第21圖 0.133 Mol MgCl₂ 溶液を用いた場合の荷重と変形電位の関係



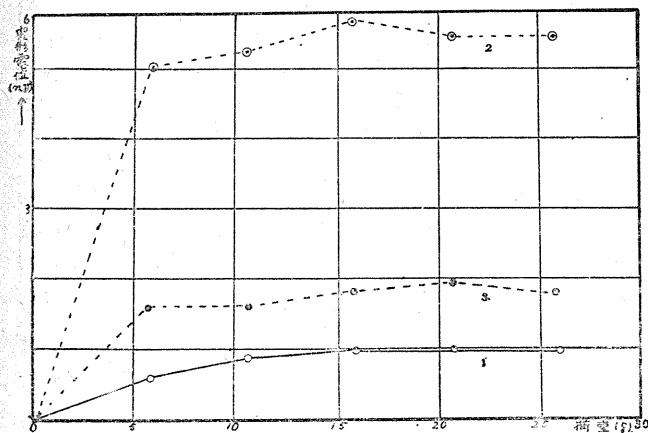
室温: 15.7°C, Ringer液温: 15.2°C, 筋: 驀(♀)の縫工筋
1: Ringer液, 2: 0.133 Mol MgCl₂溶液, 3: 再びRinger液

第19圖 イオンの濃度の変化と変形電位の関係



室温: 8.6°C, Ringer液温: 9.2°C, 筋: 驀(♀)の縫工筋
A: NaCl溶液, B: KCl溶液, C: CaCl₂溶液, D: MgCl₂溶液

第20圖 0.133 Mol KCl 溶液を用いた場合の荷重と変形電位の関係



室温: 20.0°C, Ringer液温: 19.8°C, 筋: 驀(♀)の縫工筋
1: Ringer液, 2: 0.133 Mol KCl 溶液, 3: 再びRinger液

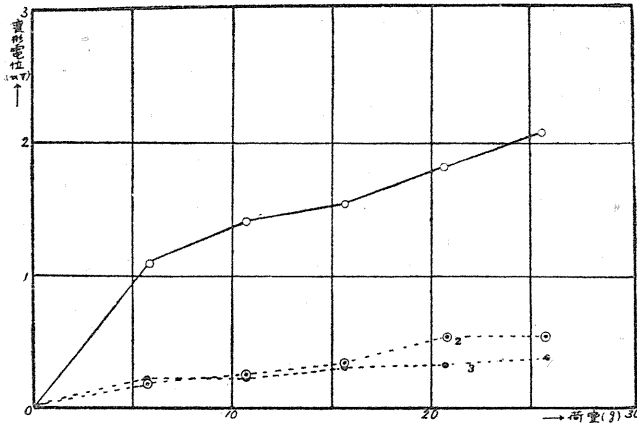
大きい. 次に再び Ringer 液に代えた場合に於て得られる関係は始めのものと大差がない (第20図 3). 次に KCl 溶液の種々の濃度に於て一定の荷重に対する変形電位の大きさを見るに 0.039~0.091 Mol に於て小で濃度がこれより小又は大なる場合に变形電位の大きさは大であつた (第19図 B).

(c) 0.133 Mol の MgCl₂ 溶液を用いた場合には Ringer 液を用いた場合と大差がないが (第21図), Ringer 液を用いて最初に測定した値より可成り小さい値が得られた場合もあつた (第22図 2). 併しこの場合には溶液を再び Ringer 液に代えても始めの値に戻る事なく MgCl₂ 溶液を用いた場合の値と大体同様であつた (第22図 3). MgCl₂ 溶液の濃度と変形電位の関係は濃度が小なる時変形電位は大で濃度が大になると変形電位は小となる傾向が見られた (第19図 C).

(d) 0.133 Mol CaCl₂ 溶液を用いた場合には荷重と変形電位の関係は第23図に示す如く始めは荷重を増すと変形電位も増すのであるがその後荷重を増すも変形電位の大きさは大体一定の値となり更に荷重を増加した場合には変形電位は逆に小さくなつた. 再び Ringer

第22圖

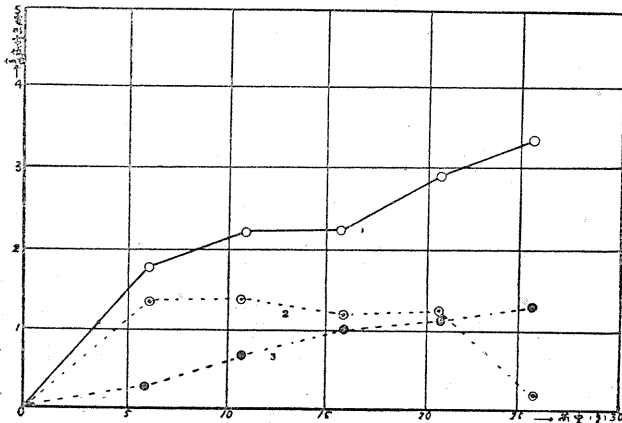
0.133 Mol MgCl₂ 溶液を用いた場合の荷重と変形電位の關係



室温: 17.3°C, Ringer液温: 16.3°C, 筋: 蟻(♀)の縫工筋
1: Ringer液, 2: 0.133 Mol MgCl₂溶液, 3: 再びRinger液

第23圖

0.133 Mol CaCl₂ 溶液を用いた場合の荷重と変形電位の關係



室温: 8.0°C, Ringer液温: 8.0°C, 筋: 蟻(♀)の縫工筋
1: Ringer液, 2: 0.133 Mol CaCl₂溶液, 3: 再びRinger液

液に代えて荷重と変形電位の関係を見るに同じ荷重に対して始めの値に比較して変形電位の大きさは小であつたが荷重と共に変形電位は増加してその経過は始めの場合と同様になつた(第23図3)。又溶液の濃度を変えた場合一定の荷重に対する変形電位の大きさは濃度が小である時は小で濃度の増加と共に変形電位の大きさは大となつた(第19図D)。

IV. 考 按

1) 実験成績の示す如く筋の一侧を伸展すれば伸展側が負になる様な変形電位が現われるの

であるが、此際両側は等電位で回路に全く電流が流れていない際にも伸展によつて変形電位が現われること、又筋を麻酔するか、死滅した筋を用いるときは変形電位は全く現われなから、その値が極めて小さいことは変形電位が伸展によつて生ずる單なる機械的変化に基く電気抵抗の変化等に依るものでなく、その出現には筋の被刺激性が関與するものであらうことが推定される。

変形電位の出現が可逆的である事はその部位に伸展によつて損傷等が出来るためでない事も容易に推定される。

2) 変形電位は伸展部位が負になる如き方向に現われる事は神経、筋等にK, Ca等の塩類を作用させる時に起る所謂塩電位と同方向であつて丁度其の部に負傷部が出来たと同様な結果となる。又筋に外部から電流を流した際伸展すれば該電流は方向に関せず増加する事は実験成績の示す所である。この事柄は伸展によつて電気抵抗が減少した結果となり又上述の伸展部位がK, Ca塩等を作用させた部位と同様に振舞う事等を考えれば伸展部位に於ては筋を包む限界膜の透過性が増大してそこに存在すると考えられる電気二重層の電位が変化すると見做す事が出来る。

膜説に従えばこの電気二重層は内面負外面正と推定せられておつて限界膜の透過性が増大すれば當然その部位の電位は他の部位に比較して低下するわけである。最近松本・真中(5)に依つて筋を伸展すればImpedanceが減少することが明らかにせられ、このImpedanceの減少は透過性が増すことによると報告せられた事と一致する。

3) 変形電位を生ぜしめる際の伸展張力に対し変形電位の出現には幾分時間的のずれがあることは実験成績に於て述べた所であるが、変形電位が、伸展によつて生ずる透過性の変化のた

めに起るものとすれば、透過性の変化が起つてもそれから二重層電位の変化するまでには幾分の時間を必要とすることは考えられる。他方筋の弾性的状態を考えると伸展の張力と変形電位の時間的ずれに関する要因は相當複雑な様に考えられる。

4) 変形電位が筋の被刺激性に関係するものであり限界膜の両面に於ける電気二重層の電位の変化によつて生ずるものとすれば筋の伸展側を浸す溶液の性質、即ちその内に存在するイオンの如何によつて変化する事は容易に理解せられる事柄である。又浸液中に含まれるイオンの種類のみでなく其の濃度にも関係するであろう事は推定に難くない。其の際二重層の電位を高めるイオンを用いた場合には大きな変形電位が發現し、二重層電位を低させるイオンの場合には小なる変形電位が得られるわけであるが、之に就いては更に限界膜の透過性の変化及び其の際用いたイオンの易動性にも関係するわけで事柄は簡單でない様に思われる。余の実験に於ては用いたイオンの種類も數種であつて又濃度の変化に関する実験も充分でない。従つてその実験成績から上述の如き論議を進める事は差し控えなければならぬと思うが、唯用いるイオンの種類、其の濃度の如何によつて変形電位の發現の状態が種々変化する事は、変形電位が單に隔壁附近に生ずる機械的变化のために起る電気抵抗の変化等に起因するものでなく筋の被刺激性に関連し且つ筋纖維自身の性質に関するものであらうとの推定を一層確からしくするものである事を述べるに止める。

V. 總 括

余は蛙又は蟪の縫工筋を杉の隔絶法を用いてその中央部を固定し、其の際一側の筋を伸展して現われる電位の変化、即ち変形電位を不分極電極を介して電流計に導き次の如き実験結果を得た。

- 1) 変形電位は伸展側が負になる如く現われる。
- 2) 変形電位と伸展の張力の関係は、張力が

増せば電位も増すが張力が大となるに従つて電位の増加する割合が小となる。

3) 一定の張力に対する変形電位は時間と共に変化し5~10時間後には相當小になる。

4) 一定の大きさの持続的張力を筋に作用させた場合には変形電位は數時間後に極大に達し後次第に減少する。

5) 電流を通じ陽性及び陰性電気緊張の状態にある筋に張力を加え伸展すれば、いづれの場合にも筋を流れる電流が増大する様な変化が現われる。

6) 5)に述べた如き電位の変化は筋を麻醉すれば消失する。

7) 5)の変化は伸展張力を増せば電位の変化も増大する。

8) 5)の場合に於て一定の張力に対する電位の変化の大きさは電気緊張を起す電流の強さを増せば増す。

9) 筋に対して一定の大きさの張力を急激に作用させれば、変形電位は之より遅れて其の張力に対する。最終の値に達する。消失する場合も之と同様になる。

10) NaCl, KCl, CaCl₂, MgCl₂ の Ringer 液と等張の溶液を筋の伸展部を浸す Ringer 液の代りに用い、同一張力に対し Ringer 液を用いた場合に現われる変形電位と比較すると Ringer 液の場合より NaCl 及 KCl 液では大で、MgCl₂ 溶液では殆んど差が見られず、CaCl₂ 溶液に於ては荷重と変形電位の関係が異つていた。

11) NaCl, KCl, CaCl₂, MgCl₂ の種々の濃度の溶液を用いる場合に、一定の荷重に対する変形電位の大きさは NaCl, CaCl₂ の溶液では濃度と共に変形電位は増し、MgCl₂ 溶液では之の逆で、KCl 溶液では中間濃度で小さく、濃度が小又は大であると変形電位の値が大であつた。

余は筋の変形電位に関する上述の実験成績を論議考按した結果次の如き推定を行つた。

- 1) 余の実験に於て得られた筋の伸展によつて起る電位の変化、即ち変形電位は固定部位其の他に於ける筋の損傷、其の他伸展に依る單なる機械的变化によるものでないこと。

2) 筋の変形電位が現われるためには、筋の被刺激性が存在する事を必要とし、殊に筋繊維を包む限界膜の透過性が伸展によつて増大する事に基くであろうこと。

3) 筋を浸す溶液中のイオンの種類、濃度の如何によつて変形電位発現の状態が種々に変化する事は変形電位が筋繊維の被刺激性に関係する事柄であり單に伸展によつて隔壁に於ける筋の固定部位、其の他の機械的変化の爲に起るものでないと云う推定を一層確からしくするものであること。

4) 持続的に一定の張力を加えた場合の変形電位の経過を見るに大体時間と共に減少するが筋の負傷電位其の他の所謂静止電位の経過を考えれば容易に理解されるが、持続的に張力を作用させた場合には 2~5 時間の後に極大値が現われ、隔壁に固定後の種々の時間に一定の張力を加えて測定した場合には 2~5 時間の後に相當大きな極大値が現われる事は如何なる理由に基くか不明であつて之が究明には今後の研究を待たねばならないこと。

5) 変形電位は限界膜の透過性の増大によつて二重層電位の変化に由來するものとすれば筋

を浸す塩類溶液の種類即ちイオンの種類によつて変化するであろうこと。

本論文の要旨は第25回(1)及第26回(2)日本生理學會及第62回生理学東京談話會(3)で報告した。

稿を終るに臨み、本学生理学教室主任松本教授の御指導、御校閲に對し厚き感謝の意を表する。

文 献

- 1) 江藤 喬(1948)骨格筋の変形電位に就いて 日本生理誌 11, 208
- 2) 江藤 喬(1949)骨格筋の変形電位に就いて(第2報)日本生理誌 11, 学15
- 3) De Meyer(1921) Sur les Courants d'e deformations des muscle. Arch. internat. de physiol., 16, 64
- 4) 松本政雄(1946)筋生理学に關する3つの新觀察. 日本生理誌 10, 276
- 5) 松本政雄・眞中はるゑ(1949)骨格筋の伸展による Impedance の変化に就いて. 第60回生理学東京談話會講演
- 6) 松本政雄・江藤 喬(1948)増幅器の一種に就いて. 日本生理誌 11, 209
- 7) 松本政雄・江藤 喬(1949)増幅器の一種に就いて. 日本生理誌 11, 学15
- 8) 杉 靖三郎(1934) On the electromotive effect of salt on musculo. Jap. J. med. Sci, Biophysics 3*, 27
- 9) 杉 靖三郎(1936) On the Electric charge (or the Double-Layer) of the Uninjured surface of Muscle. Jap. J. med. Sci, Biophysics 4*, 123

Summary

M. sartorius of a bull-frog was fixed at its middle part across the wall of so called Sugi's isolating-method: the Ringer's solution, in which the both half parts of the muscle was immersed, were connectet by means of nonpolarisable electrodes with a galvanometer. Thus the muscle were extended with weight (1~41g) through a thread connected at an end of the muscle.

Results: 1) The deformation potential is measured several millivolts for a tension of 41g. 2) The tension-deformation potential curve ascends with increase of tension, at the beginning rapidly and then slowly. A similar curve was obtained by cutting off the muscle-part of not extending side close to the wall. 3) By continuous application of a definite tension the deformation potential increased slowly till a maximum within 2 to 5 hours and again decreased slowly. 4) By application of rapidly changing tension the deformation potential occurred some time after the applied tension. 5) By leading the muscle constant current (ca. 1mA) the current was increased by tension, but the direction of the current is altered, then the increasing state of the current is, however, somewhat different. 6) On the relation between the variation of the applied current and its intensity, the variation of the current for a definite tension increased for increase of intensity. 7) By employing various isotonical solution of NaCl, KCl, CaCl₂, MgCl₂, the deformation potential was somewhat changed. 8) By narcotising the muscle perfectly no deformation potential was detected.

From these results the author attributed the occurrence of the deformation potential to the variation of the charge by extension of the double-layer surrounding the muscle fibre.

(Physiological Inst. of Medical Faculty, Gumma Univ.)

神経の変形電位に就いて 612.813

On the Deformation Potential of the Nerve.

江 藤 喬 (Etō-Takashi)*

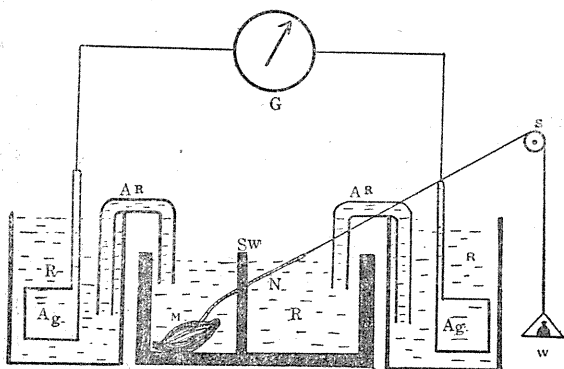
I. 緒 言

さきに余は骨筋筋を伸展する際に現われる変形電位に就て報告したが(1, 2)神経に於ても伸展によつて筋と同様に変形電位が現われる事を豫想して実験した結果之を認める事が出来たので、之に関して種々の測定を行つた。而して従來神経の変形電位に関する報告は見當らないので以下之に関して報告する。

II. 実験方法

実験材料は墓の坐骨神経筋標本を用い、其の他の実験方法は余の骨筋筋の変形電位に関する実験方法(1, 2)と同様である(第1図及び第2図)。坐骨神経筋標本を慎重に作製し神経の中

第1図



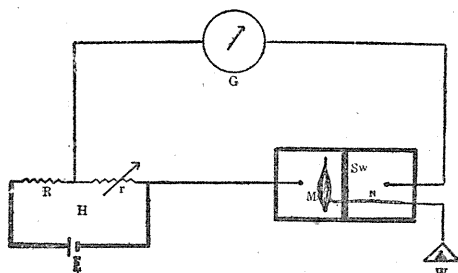
AR: 3%の Agar-Ringerを満した硝子管, Ag: 銀板(49cm²×2), R: Ringer液, G: Galvanometer(理研), S: 滑車, M: 筋, N: 神経, SW: 隔壁, W: 荷重

間を杉の隔絶法によつて固定し、中樞端を刺激して興奮が中間の固定部を障害なく通過し筋に攣縮が起るが伸展の張力を加えてもずれる事のない様にした。

III. 実験成績

* 前橋醫科大学生理学教室 (松本教授)

第2圖

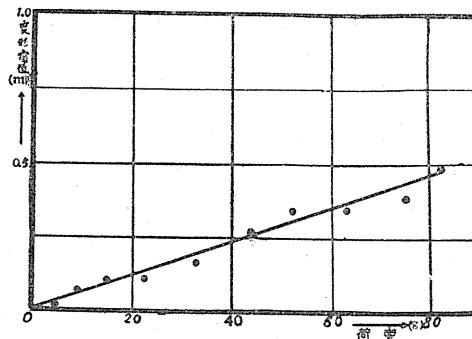


E: 電源(2V), G: Galvanometer, M: 筋, N: 神経, R: 抵抗(1000Ω), r: 可変抵抗(1-1000Ω), H: 補償回路 SW: 隔絶, W: 荷重

(1) 神経の一侧を伸展すれば、その側の電位は負となり、他側を伸展すればその側が負となる。電位の発生は伸展と大体平行し、張力が去れば電位も大体元に戻る。神経を5% Urethan-Ringer 液に浸して麻醉し中樞端を感應コイルで刺激しても筋に全く攣縮が見られない様になつた後、同様な実験を行つたが、この際は電位の発生は全くないか、あつても麻醉前に比較して極めて少なかつた(第6図B)。

2) 張力の大きさ即ち荷重と電位の関係を見るに荷重が増すと(1~80g)発生する電位も増大する(第3図)。

第3圖 荷重と変形電位の関係



墓(♀)の坐骨神経(右), 室温: 25.0°C
Ringer液温: 24.8°C

(3) 標本作成後直ちに固定し其の後種々の時間的間隔を置いて一定の荷重に対する変形電位の大きさを測定したが、其の値は初めは小さく一定時間後(1~2時間)に極大に達し、次第に小さくなり大体6時間後には相當小さくなる事が認められた(第4図)。

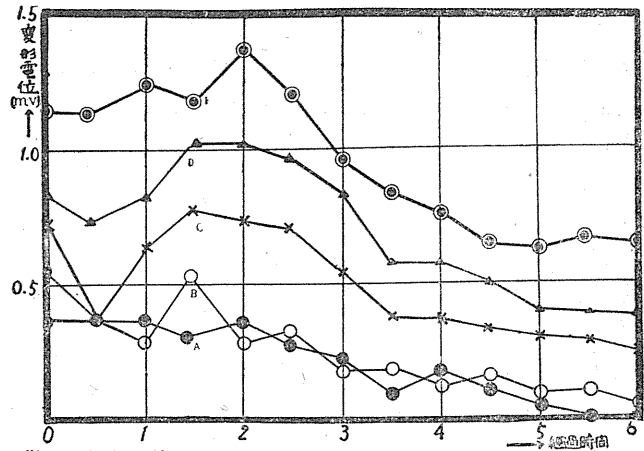
(4) 一定の荷重を持続的に與えた場合に於ける変形電位の経過を見るに、初めは小さく時間の経過と共に電位は上昇し後再び下降するのが見られる。即ち大体60分後に極大に達し3~4時間後には相當小さくなる(第5図)。

(5) 麻醉による変形電位の消失
一度荷重と電位の大きさを調べた後(第6図A),標本を固定したまゝ誘導箱に5% Urethan-Ringer液を満し約30分麻醉し、中樞端を感應電撃によつて刺激し、筋の攣縮が起らなくなつた後、始めの場合と同様に、荷重と変形電位の關係を觀察したが、此の際は電位の発生が殆んどないか有つても非常に少なかつた(第6図B)。次にUrethan-Ringer液をRinger液に置きかえ30~60分後神經を刺激して筋に攣縮の起る事に依つて麻醉の除去された事を確め、荷重と電位を調べると再び電位の発生が見られた(第6図C)。即ち神經の変形電位は麻醉によつて消失する。

IV. 考 按

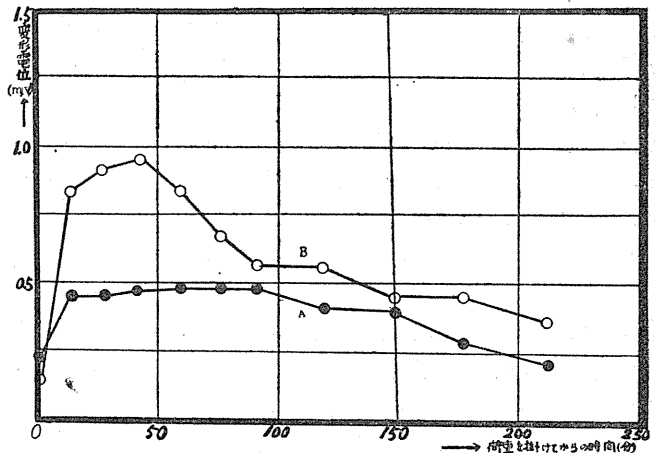
(1) 神經を伸展する時は筋に於けると同様に伸展部位と伸展しない部位の間に電位差が現われ、伸展部位が負になること、然して此の電位の発生は神經を麻醉する時は消失する事に依り單なる固定位置のずれ等の機械的的变化に基き何等かの原因に

第4圖 変形電位の時間的变化



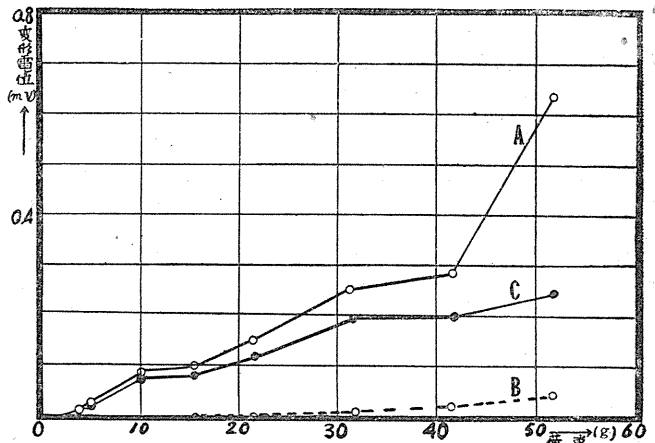
藁(♀)の坐骨神經(右)、室温:5.0°C, Ringer液温:3.9°C, A:荷重11g, B:16g, C:21g, D:31g, E:41g

第5圖 持續的荷重に對する变化電位の時間的経過



A:藁(♀)の坐骨神經(右), 荷重:20g, 室温:29.0°C, Ringer液温:27.0°C
B:藁(♀)の坐骨神經(右), 荷重:20g, 室温:29.0°C, Ringer液温:28.2°C

第6圖 神經の麻醉と変形電位の關係



藁(♀)の坐骨神經(右), 室温:26.0°C, Ringer液温:22.5°C, A:麻醉前
B:5%Urethan-Ringer液に30分浸した後, C:Bの状態をRinger液に代へて後30分後

依つて豫め存在する電位配布の状態が変化することによつて起るものでない事は明らかである。又伸展による電位の発生は伸展の張力と共に発生し、張力を去れば電位も舊に復し可逆的であるから此の部位が機械的な損傷を受けるのではないと思われる。変形電位が可逆的である事は K^+ 又は Ca^{++} 其の他のイオンに依つて発生する塩電位と類似の性質を持つている。

(2) 余は神経の変形電位の由來に就いて次の如く推定する。即ち神経繊維に於ても筋繊維と同様に其の限界膜として内面に陰イオン外面に陽イオンが対立する電気二重層があるものと解し、伸展によつて此二重層の電位の低下又は消失する爲に此の部位は非伸展部に比較して負になる。伸展部位に於て透過性が増し Impedance が減少する事は松本・眞中 (3) の研究から知られる所であるが、透過性が増加する事が二重層電位が低下又は消失する事の原因と考えられる。一定の張力によつて発生する変形電位が時間の経過と共に次第に低下する事を考えれば容易に理解される、併し持続的に荷重を作用させて置いた際の変形電位の経過又は一定時間間隔を置いて荷重を加えて測定した変形電位の大きさに就いて 2~5 時間の間に極大が現われる事は如何なる理由によるか不明である。今後の研究に待たねばならぬ。

(3) 神経を麻酔すれば伸展による電位の発生が少なくなるが、又は消失する事は麻酔作用に関する機序を明らかにする爲に見逃す事の出来ない重要な事柄であると考えられる。

V. 總 括

蟻又は蛙の坐骨神経標本を用い坐骨神経の中間部を杉の隔絶法を用いて固定し不分極電極を介して電流計に導き神経の中樞端に張力を加えて伸展すると電位差が現われ、伸展側が負にな

り、他側を伸展すれば、その側が負になる事を観察し、この際張力と発生する変形電位の大きさ等に就いて実験を行い、次の如き結果を得た。

1) 伸展による電位の発生は可逆的で張力を去れば電位も消失する。

2) 神経を麻酔すれば電位の発生は非常に少くなるか又は消失する。麻酔を去れば再び変形電位が現われる様になる。

3) 伸展張力 (1~80g) と変形電位 (最大 1mV 程度) の間の関係は、張力が小なる時は変形電位も小で大体直線的の関係となる。

4) 一定の張力に対する変形電位の時間的経過は始めは小さく 1~2 時間後最大に達し、後次第に小さくなり 5~6 時間後には相当小となる。

5) 一定の張力を持続的に作用させて置いた際の変形電位の経過も大体 4) の場合と同様になつた。

6) 以上の如き実験結果より神経の変形電位は伸展部位の損傷其の他固定部位のづれ等によるものでなく伸展によつて透過性が増大し、之によつて電気二重層の電位が低下又は消失する事によつて現われるものと推定した。

(本論文の要旨は第 57 回生理学東京談話會で報告した。)

稿を終えるに臨み、御懇篤なる御指導及び御校閲を贈つた恩師松本教授に深謝する。

文 献

- 1) 江藤 喬 (1948) 骨筋の変形電位に就いて 日本生理誌 11, 208
- 2) 江藤 喬 (1949) 骨筋の変形電位に就いて 日本生理誌 11, 学 15
- 3) 松本政雄・眞中はるゑ (1949) 骨筋の伸展に依る Impedance の変化に就いて (第 1 報) 第 60 回生理学東京談話會講演

Summary

The author discovered, that on the nerve, as on the muscle, by its extension the extended part became electronegative. The present work is the detailed experiments of this phenomenon. The method of the experiment is almost the same as in the author's report on the deformation

potential of the striated muscle; as the experimental material, N. ishiadicus separated from a *bull-frog* was employed.

Results:

- 1) The deformation potential was measured ca. 1mV for a tension of 80g.
- 2) The deformation potential appears immediately after the application of the tension and soon disappeared when the tension was off.
- 3) The deformation potential-tension-curve ascends with increase of the tension, at first rectlinealy and then slowly until a final value.
- 4) The deformation potential measured in a definite tension at various time after the separation of the nerve, was at first small, became maximum after 1 or 2 hours and again descended almost to zero during 5 to 6 hours.
- 5) By continuous application of a definite tension the time course of deformation potential is almost the same as in 4).
- 6) By perfect narcotising of the nerve no deformation potential was observed.
- 7) Concerning the mechanism of the occurrence of the deformation potential of the nerve the author supposed that by extention of the nerve the charge of the double-layer surrounding the nerve fibre would be changed.

(*Physiological Inst. of Medical Faculty, Gumma Univ.*)

毛細管インク描記法 612.011.8

A Recording Method by Means of a Capillary Tube and Ink.

江藤 喬 (Etō-Takashi)*・山形 壽郎 (Yamagata-Jurō)*

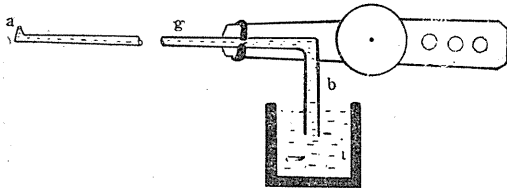
I. 緒 言

種々の曲線を燻煙紙に描記する方法は古典的な方法であるが広く用いられていて中々捨てがたいが、併し之には不便な点も少くない。余等はこの方法の代りに毛細管とインクを用いた簡単な装置を考案し、生理学並に薬理学等の実験に於て燻煙紙による描記方法が用いられる殆んど全ての場合に應用して良好なる結果が得られる事を確めた。従来毛細管とインクを用いる描記方法は相當用いられているが、生理学、薬理学等の実験に於て燻煙紙に依る描記法の代りに用いられていないのでその構造並に実験の結果に就いて報告する。

II. 構 造

この装置の主要部は第1図の如く適當の長さの一端 (a) を描記面に直角に他端 (b) をインク

第1圖



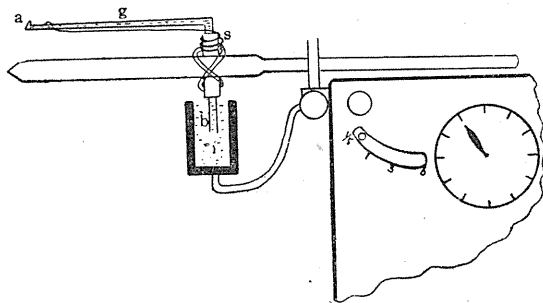
a: 毛細管開孔端, b: 毛細管の他端(インク容器の中に入る部分), i: インク容器, g: 毛細硝子管

中に浸される様にした細い硝子管(内径0.3~1.0 mm)と小さいインク容器 (i) とから出来ている。(a)の開孔端に於ける管孔は描記面に滑らかに接する様によく研磨してある。第1図に示すものは骨格筋の攣縮曲線, 其他に使用する槓桿に本法を應用したもので (g) は長さ約20cm, 内径0.4 mm の硝子管で槓桿の支点の近くで槓桿に取りつけられ大体水平に支持される。b 端は槓桿が

* 前橋醫科大学生理学教室 (松本教授)

運動しても常にインク (i) 中に浸されている様に曲げられている。今管内にインクを満し管孔を描記面に軽く接触せしめて槓桿を運動せしめればインクは管孔より滲出して細線が描かれ、槓桿の運動によつて a の位置が b より上方に位置する様になつても、インクは常に滲出して線が切れる様な事はない。この際硝子管の長さ管孔の大きさ等は使用目的に従つて適當なものを作る事が出来る。第2図は Jacques の chronometer

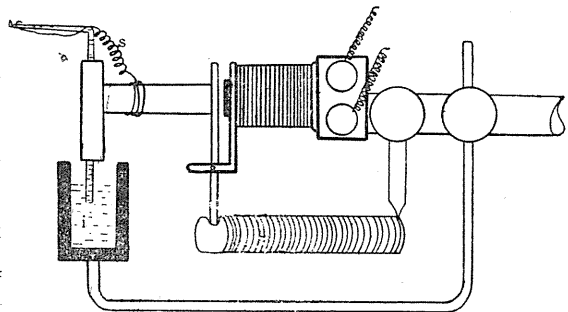
第2圖



a: 毛細管開孔端, b: 毛細管他端(インク容器の中に入る部), i: インク容器, g: 毛細管, s: バネ

に第3図は電磁信号器に本法を應用する方法を示したものであつて, S は硝子管を描記面に軽く接触せしむる爲である。第4図は音叉の振動

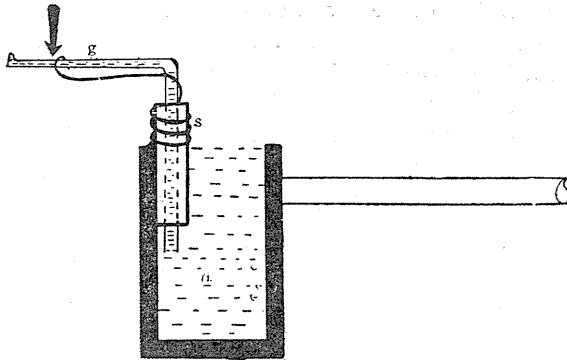
第3圖



i: インク容器, s: バネ

を描記する際に使用する装置であるが, この場

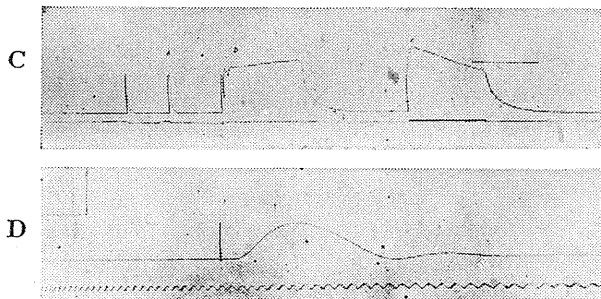
第4圖



g: 毛细硝子管, s: バネ, i: インク容器

合には音叉の一部に側枝を設け硝子管の矢印の部に振動を興える。この際硝子管及びバネSの固有振動を音叉のそれと大体一致する様に製作する。尙本描記法を使用する際は長尺の描記用紙に連続して記録する方法も可能であつて従来一般に使用される Kymographion

第6圖



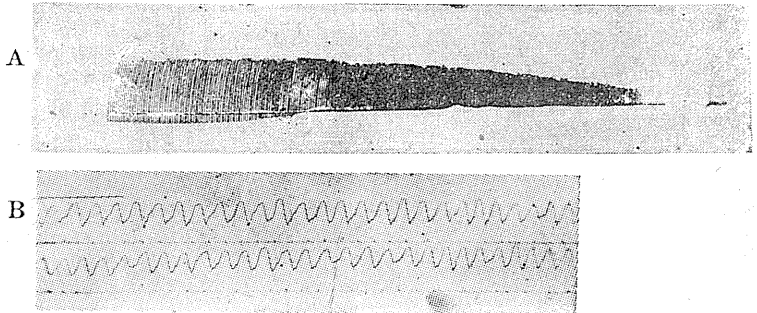
C.a: 単一な攣縮, b: 不完全強直, c: 完全強直
D: 筋の攣縮曲線, 時標: 1/100sec

に長尺描記用装置を併用する事も簡単に出来る。

Ⅲ. 描記の結果

さて本描記装置を用いて描記した曲線は第5圖 A, B, 6圖 C, Dに示す如く、いづれの場合にも燻煙紙を用いた場合と同様な曲線を得る事が出来た。終りに本法に依れば燻煙紙を用いる場合の如く、煤付け、描図の固定等を要せず、又描記開始前又描記中に於ける取り扱いが容易

第5圖



A: 筋の疲勞曲線, B: 心臟曲線(蛙), 時標: 1sec

である事、並に特殊な用紙を用いる必要なく、場合によつては方眼紙を用いる事も出来る等の便もある事を附言する。

本論文の要旨は第23回日本生理學會に於て報告した。

終りに臨み松本教授の御懇篤なる御指導御助言を深謝する。

文 献

- 1) 江藤 喬・山形壽郎(1946)毛细管インク描記法 日本生理誌 10, 277

Summary

As a convenient method for physiological and pharmacological experiments the recording on a smoked paper is widely used. But it is practically not so ideal, and experimenters wanted to employ other method, with which [the recording is attained as well as with the smoking method. The following method may be satisfactory just as such a one. The apparatus consists of a fine glass tube (diameter: 0.2-1.0mm, length: 15-20cm), an ink vessel and a recording lever, to which the glass tube is connected. The glass tube is curved at one end toward the recording surface, at the other downward into the ink, so that the tube may be always filled with ink because of capillary attraction. By connecting the lever to the moving

body with ordinary method a fine continuous curve would be recorded, if the end of the glass tube is kept in slight contact on the recording surface of the revolving drum. When the glass tube is carefully furnished, the ink in the tube is well reserved. Thus it may be used satisfactorily for recording, for example, of a twitch curve of a striated muscle or of a cardiogram of a frog. The method may be also applied to the recording of the signal of an electromagnet, the time signal of the Jacquet's chronometer or a tuning fork of the frequency of 50-100 cycle per sec.

(Physiological Inst. of Medical Faculty, Gumma Univ.)

生物電気研究に必要なる萬能増幅器に就て 612.014.41

A New Type of Universal Amplifier for the Bioelectrical Use.

(本研究の費用の一部は文部省科学研究費の補助に依る)

松本政雄 (Matumoto-Masao)*・江藤 喬 (Etō-Takashi)*

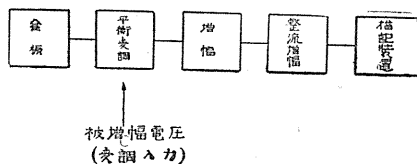
I. 緒 言

電気工学の進歩と共に増幅装置も優秀なものが作られる様になつたが、生物に於ける電気現象は変化の速度が廣範圍に涉つて居り同一現象の経過中にも速さの非常に異なるものが現われるので、之等の変化を歪なく忠実に増幅するには直流増幅器を使用する事が要望されるが高増幅度の直流増幅器を使用する事は実際には非常に困難である。余等は直流増幅器と同様に廣い範圍にわたつて歪なく同一増幅度を以て増幅し、且つ増幅度も望むだけ高くし得るもので、且取扱も容易なものを得たいと考えて、其の研究に着手したが大体に於て余等の理想に近いものを作り得る様になつたので、之に就いて報告する。

II. 構 成

本増幅装置は高周波交流を直接被増幅電圧を用いて変調し、此の変調波を増幅検波して入力と同波形の出力を得ようとする方法であるが、入力を用いて直接変調するので変調度が非常に浅い。従つて之をそのまま増幅したのでは目的が達せられない。変調されない高周波電流の大部分を除き微弱ではあるが変調の深い高周波を得て之を増幅する事が必要である。余等は之の爲に平衡変調を用いた。増幅器の構成は第1図

第1圖 増幅器の構成



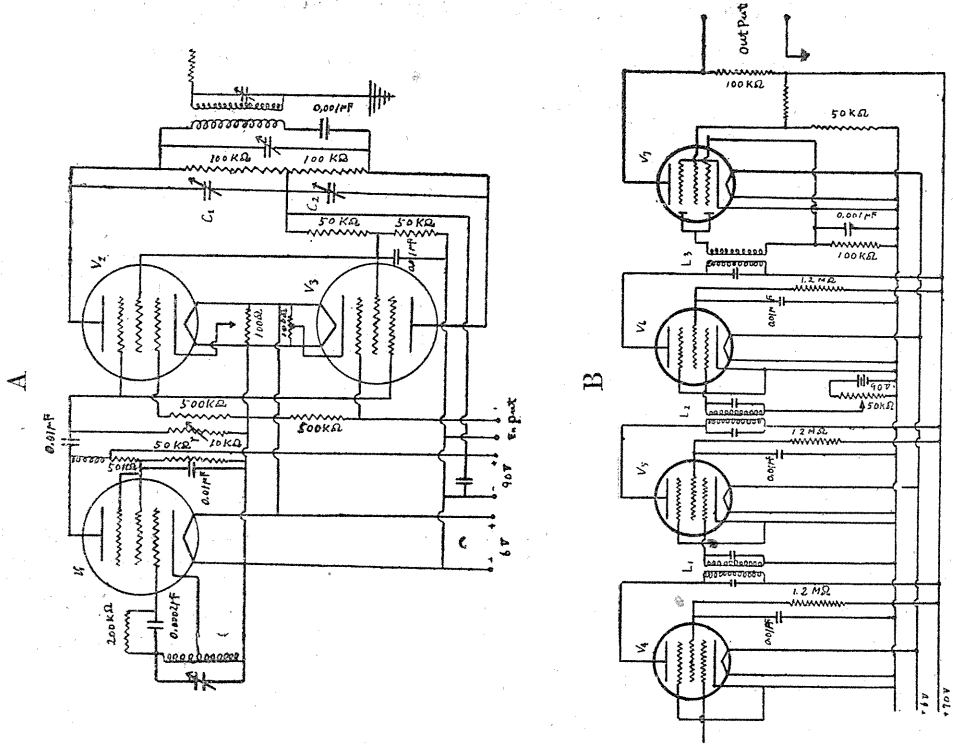
に示す如く発振、変調、増幅及び検波の各部から成る。余等の試作せるものは発振管と変調管を各別個のものを用いたが之等は勿論7極の混合管を使用する事も出来る。発振周波数は任意になし得るがラジオ周波を用うる時は生物の電気現象の増幅の爲には凡ゆる場合に於て充分であるから部品を得るに便利な所謂中間周波(463 kc/sec)を選んだ。又別に周波数3kc/secのものを試作したが此のものは速い変化を増幅する爲には用いられない。併しラジオ周波のものに比較して製作及使用が幾分容易である。

III. 構 造

前述した如く本増幅器は発振、変調、増幅及び検波の4つの部分から組立てられて居るが構造の詳細は第2図に示す如きものであつて、之は Braun 管 Oszillograph に使用する電圧・増幅型で入力：出力の電圧比は $1:5 \times 10^4$ 程度であるが安定度が非常によいから必要に應じ更に感度の高いものを作る事も困難ではないと思われる。此の際発振の出力は過度に大にする必要はないが、弱すぎると利得の上から損である事を知つたので数 V (実効値) の電圧が変調管 (V_2, V_3) の格子に加わる様に r によつて調節した。 V_2, V_3 の bias 電圧を調製して平衡をとるが V_2, V_3 の陽極回路に於ける位相を等しくする爲 C_1, C_2 を用いた。此の際 V_2, V_3 の格子にかゝる入力電圧の大きさに従つて平衡を少しずらせておいてその最大入力に於ても平衡点を通過する事のない様にして置かなければならない。 L_1, L_2 等の変成器は總て中間周波変圧器を用いた。終段前に於ては高周波電圧は相當大きくなるので、C 級増幅とし又 V_7 の格子電圧を適當にする爲 V_6 の格子電圧は任意に加減出

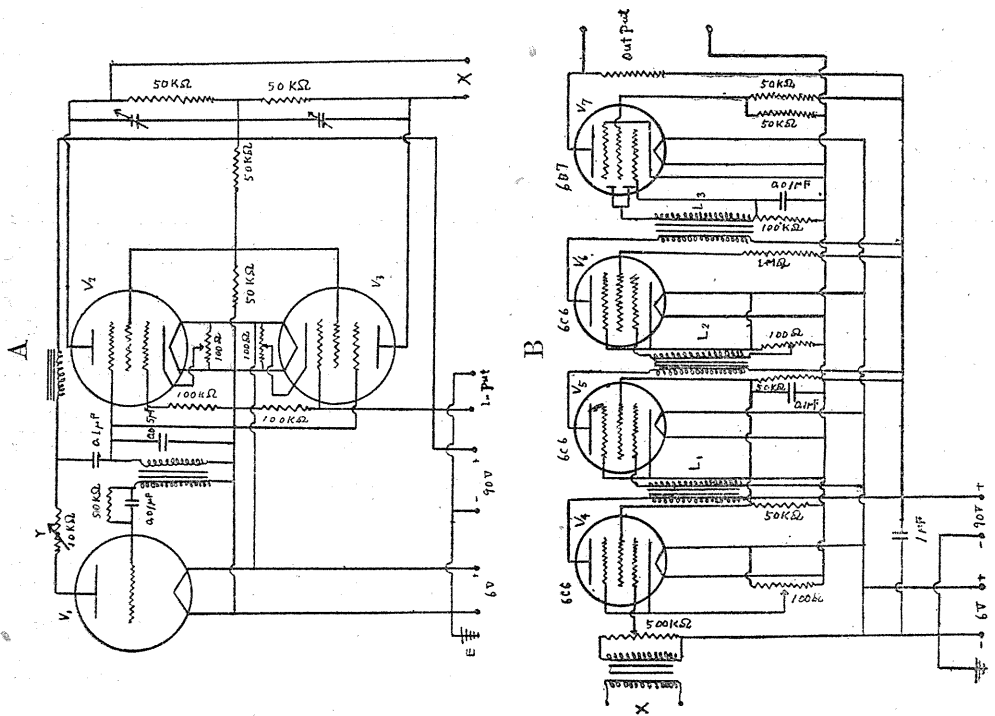
* 前橋醫科大学生理学教室 (松本教授)

第2圖 增幅器配線圖 (A型)



A: 發振 (463kc/sec) 及ひ變調部, B: 增幅・整流部

第3圖 增幅器配線圖 (B型)



A: 發振 (2350c/sec) 及ひ變調部, B: 增幅及ひ整流部

來る。様にした尙電源は全ての回路に共通にしたが別に障害は起らなかつた。第3図に示したのもその構造並に取扱いは大体A型と同様であるが L_1 , L_2 等の変成器は全て低周波変圧器を用いた。

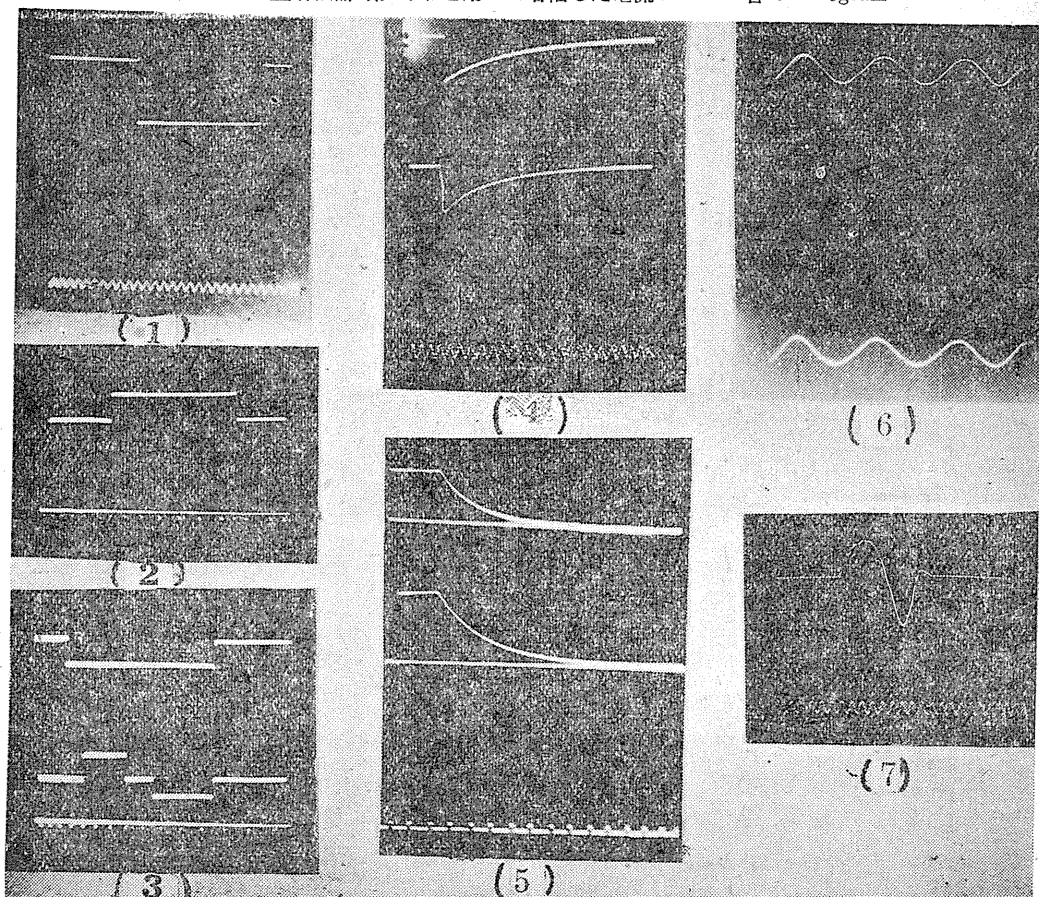
IV. 試験成績

1. 安定度 A型, B型共に其の Braun 管描図から知られる如く安定度は非常に良好であつた。
2. 感度 入力: 出力の電圧比はA型に於て $1:5 \times 10^3$, B型に於て大体 $1:7 \times 10^3$ 程度である。

3. 歪 試験電圧として直角電圧, 蓄電器の放電電圧, 交番電圧等の種々の速さのものを用い源電圧の経過とそれから分圧器によつて分圧し増幅器を通じて源電圧と大体同様の大きさとして, 之を Braun 管を用いて描記したのであるが, 之等は第4図(A型)及び第5図(B型)の試験成績が示す如く緩やかな変化に対しては, A型, B型共に如何なるものでも忠実に増幅するが速い変化に対してはB型はその構成原理から當然理解せられる如く大体 0.01sec 以上の速さのものは不可である。

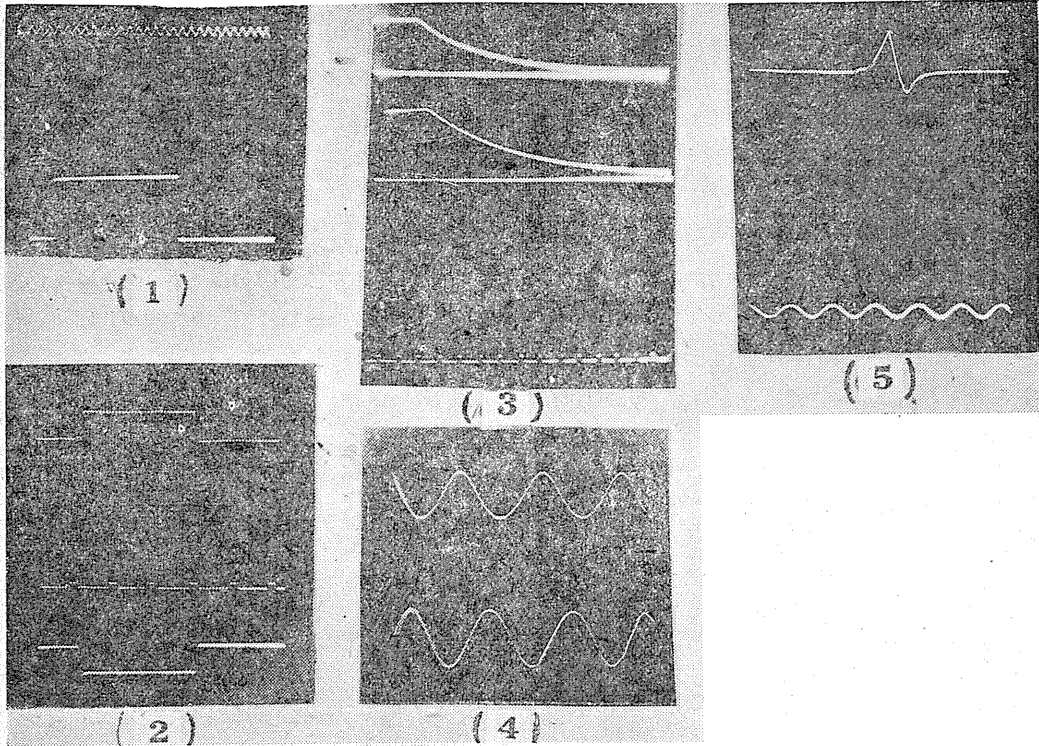
V. 結 語

— 第4圖 A型増幅器(第2圖)を用いて増幅した電流の Braun 管 Oszillogram



(1) 0.2mVの直角電圧, 時標: 1000Hz, (2) 0.1mVの直角電圧, 時標: 1sec, (3) 0.1mVの電圧の変化, 時標: 3sec
 (4) 蓄電器放電流, a: 源電圧(初期電壓90V), b: 源電圧の $1/(3 \times 10^3)$ を増幅したもの, 時標: 0.5sec, (5) 蓄電器放電流, a: 源電圧(初期電壓90V), b: 源電圧の $1/(4 \times 10^3)$ を増幅したもの, 時標: 100Hz, (6) 50c/secの交流, a: 源電圧(約10V), b: 源電圧の $1/(4 \times 10^3)$ を増幅したもの, (7) 神経の動作電位, 時標: 500Hz

第5圖 B型増幅器(第3圖)を用いて増幅した電流の Brauu 管 Oszillogram



(1) 0.2mVの直流電壓, 時標: 50Hz, (2) 0.1mVの直角電壓, 時標: 1sec, (3) 蓄電器放電々流, a: 源電壓(初期電壓90V), b: 源電壓の $1/(3 \times 10^4)$ を増幅したもの, 時標: 1/2sec, (4) 交流(50c/sec 10V), a: 源電壓, b: 源電壓の $1/(4 \times 10^5)$ を増幅したもの, (5) 筋の働作電位. 時標: 50Hz

試験成績が示す如く上述の増幅器(A型)は直流増幅器と比較して優るとも劣る事なき程度に非常に緩やかな変化でも又非常に速い変化でも同様な増幅度を以て歪なく忠実に増幅し取扱ひも便利であること, 又多くの電源を必要としない点等は直流増幅器と比較して非常に優れた利点である. 特に生物の電気現象を研究する爲には凡ゆる場合に使用が出来るので應用が廣い. 唯構造が通常の R-C 結合等に比較して幾分複

雑で製作には或る程度の製作技術を要す事はまぬかれないが特別困難な事はなく廣く推奨して憚らない次第である.

(本論文の要旨は第25回(1), 第26回(2)日本生理學會で報告した)

文 献

- 1) 松本政雄・江藤 喬 (1948) 増幅器の一種に就て 日本生理誌 11, 209
- 2) 松本政雄・江藤 喬 (1949) 増幅器の一種に就て 日本生理誌 11, 15

Summary

In experiments of bioelectrical phenomena, the amplifying of either slowly or rapidly changing current or voltage to a desired degree without any deformation is of great importance. For this purpose the authors devised a new method:

It consists of four parts, a oscillator, a balanced modulator, an amplifier and a detector. In oscillating part a current of 463 kc. of proper amplitude is oscillated; through the two tubes of modulating part, which are supplied with the current, the current is modulated to each other opposit directions with the voltage supplied to the grids of the tubes. This two

slightly modulated currents are transformed to a weak but considerably deep modulated one. This current is amplified through the amplifying part to the desired degree and finally rectified in the last part. Thus the small change of voltage, which is supplied to the grids of modulating tubes, is amplified. As is seen from its principle, in this method, either a slow or rapidly changing of voltage is amplified with a same degree without any deformation. Employing various form of current, the amplifier was tested by means of a Braun tube oscillogram and also the action potential of the nerve and muscle was recorded. In these cases very satisfactory results were obtained.

(Physiological Inst. of Medical Faculty, Gumma Univ.)

雄蛙排精現象による妊婦尿 Gonadotropin の定量 612.461

Bioassay of Chorionic Gonadotropin by Sperm-discharge Reaction in Japanese Frogs.

高 中 聰 昭 (Takanaka-Toshiaki)*

序

1947年 Galli-Mainini が妊婦尿による雄蛙排精反応を發表して以來、本邦に於ても本反應の妊娠早期診断としての價値が 2, 3 の教室 (3, 10, 12) で追試検討せられたがいづれも診断適中率を以てその適否を判定せんとするものであり、本邦産の蛙の妊婦尿 Gonadotropin に対する感受性自体を決定し從來の Friedman法 の感受閾値と比較検討すると云う正攻法をとつたものはない。

著者は之等の事項を検討し、且つ蛙排精反應を利用して妊婦尿 Gonadotropin の定量の充分実施し得ることをも確認し得たのでここに報告する。

實驗方法

實驗に用うる雄トノサマ蛙 (*Rana nigromaculata*) は豫め2日間雌蛙と隔離し水道水中に飼育する。

豫め蛙總排泄腔よりピペットで採尿し精子のないことを確めた後妊婦尿を腹部皮下リンパ腔内に型の如く注射する。注射後は再び水道水中に移し、以後一定時間毎に總排泄腔よりピペットで採尿し顯微鏡の弱擴大 (約150倍) で精子の有無及びその多寡を検査する。便宜上顯微鏡全視野に數個の精子あれば (+), 1視野10~50個 (++) , それ以上のときは (+++) とする。

實驗成績

I. 妊婦尿によるトノサマ蛙排精の閾値尿量

1) 排精経過: 今同一妊婦尿の種々の量を注射する場合の排精経過を表示すれば第1表A, Bの如くである。即ち投與量が大なる場合には注射後既に1時間で強度の排精を見るも、その量少くほど閾値に等しい時は3~5時間後に始めて軽度の排精を見る。即ち從來の研究者 (5, 7), も認める如く排精潜伏期及び強度は投與 Gonadotropin 量に支配される。本邦産トノサマ蛙に於ては6時間以後に於ける排精開始はなく、且つ1度開始された排精の持続は第1表Aに示す如く投與尿量に余り支配されず20時間前後である。

第1表 注射尿量と排精経過

妊婦注射量	排 精 経 過														
	1時間	2	3	4	5	6	22	23	24	25	26	27	28	29	30
0.2 ml	+++	+++	+++	+++	+++	+++	++	++	++	+	+	+	+	-	-
0.1 ml	+	+++	+++	+++	+++	+++									
0.05 ml	-	-	+	+	++	++	++	+	+	-	-	-	-	-	-
0.025 ml	-	-	-	-	-	-									

妊婦注射量	排 精 経 過					
	1時間	2	3	4	5	6
0.2 ml	-	+++	+++	+++	+++	+++
0.1 ml	-	-	+	+++	++	++
0.05 ml	-	-	-	-	+	+
0.025 ml	-	-	-	-	-	-

被檢尿 A; 妊娠3ヶ月早朝尿, B; 妊娠10ヶ月早朝尿

2) 排精閾値の個体誤差並に妊婦尿分割注射: 排精閾値を同一妊婦尿を用いてその必要投與量で表わすに蛙の体重差に係らず個体差は極めて少く、且つ又、閾値決定も精確に行われ得ること第2表の如くである。この場合に投與尿量の分割投與が可能ならば閾値決定も少數の蛙に間に合うことになる。依つて著者は次の如く

* 千葉大学醫學部生理学教室

第2表 排精個体誤差 (被検尿; 妊娠3ヶ月早朝尿)

蛙体重	使用蛙数	妊婦尿 注射量	排 精 経 過					
			1時間	2	3	4	5	6
8g	3	0.05 ml	—	++	+++	+++	+++	+++
	3	0.04 ml	—	—	—	—	—	—
12g	3	0.05 ml	—	+	++	++	++	++
	3	0.04 ml	—	—	—	—	—	—

第3表 妊婦尿分割注射時の排精閾値

第1回 注射量	必要追加量			排精閾値
	3時間	6	9	
0.2 ml	0.1 ml	0.1 ml		0.4 ml
0.2 ml	0.1 ml	0.1 ml	0.1 ml	0.5 ml
0.2 ml	0.1 ml	0.1 ml	0.1 ml	0.5 ml
0.2 ml	0.1 ml	0.1 ml	0.1 ml	0.5 ml

第1回 注射量	必要追加量			排精閾値
	24時間	27	30	
0.2 ml	0.2 ml	0.1 ml		0.5 ml
0.2 ml	0.2 ml	0.1 ml		0.5 ml
0.2 ml	0.2 ml	0.1 ml	0.1 ml	0.6 ml
0.2 ml	0.2 ml	0.1 ml	0.1 ml	0.6 ml

第1回 注射量	必要追加量			排精閾値
	12時間	15	18	
0.2 ml	0.1 ml	0.1 ml	0.1 ml	0.5 ml
0.2 ml	0.1 ml	0.1 ml	0.1 ml	0.5 ml
0.2 ml	0.1 ml	0.1 ml	0.1 ml	0.5 ml
0.2 ml	0.1 ml	0.1 ml	0.1 ml	0.5 ml

第1回 注射量	必要追加量			排精閾値
	48時間	51	54	
0.2 ml	0.2 ml	0.1 ml	0.1 ml	0.6 ml
0.2 ml	0.2 ml	0.1 ml	0.1 ml	0.6 ml
0.2 ml	0.2 ml	0.1 ml	0.1 ml	0.6 ml
0.2 ml	0.2 ml	0.1 ml	0.1 ml	0.6 ml

分割注射の可能性を検討した。即ち閾値 0.5ml の妊婦尿を用い豫め各蛙に 0.2ml を投與し以後種々なる間隔に於て 0.1ml 宛追加投與し排精出現を検討するに第3表に示す如くである。即ち同表に見る如く追加注射(0.1cc宛3時間々隔)が初回注射後24時間以内に行われる時には1回全量投與と同一尿量で排精を見るも、48時間以上を経過したる場合に於ては分割注射に要する總尿量の増加が認められる。分割注射に於て閾値尿量に達する場合には比較的迅速に排精を見、その潜伏時間が1回全量投與の場合に比して短縮されるのが特長であり、上記実験にて追加を3時間としたのもそのためである。かくして追加注射を24時間以内に行う事によつて少數の蛙で閾値尿量の決定が行われ得ることを知つたのである。

3) 排精閾値に對する温度並びに季節の影響: Galli-Mainini 及び藤井・月岡(3, 4)等は室温低き時は早期診断における陽性率の低下することを記載しているが確実な根拠はない。著者は妊娠早期診断的中率の陽性度を云々する代

りに上記実験に立脚し分割注射により種々の飼養温度に於ける蛙の排精閾値尿量を同一妊婦尿で比較検討した。実験は3月及び4月の冬眠期、5月の発情期、7月の夏期及び11月の寒冷期には前後5回にわたり行われ、その成績は第4表の如くである。即ち温度の影響は著明でなく、むしろ低温に於て閾値低下の傾向を示す場合もあつた。

排精反應と季節との關係については、各報告者も特に明確な記載をしていない。著者の四季を通じての実験成績は殆んど季節の変動のない感と與えたが、即ち同一妊娠月數で臨床症狀も同様なれば閾値尿量もほぼ一定であつたが、この点を実證する

第4表

排精閾に對する温度の影響
(被検尿は各實驗により異なる)

實驗日	實驗温度	放置時間	使用蛙数	閾値尿量
第1回實驗	3/Ⅲ 高温 24℃	注射前2時間より	4	0.5 ml
	、 室温 16℃		、	0.4, 0.5 ml
	、 低温 4~3℃	注射前2時間より	、	0.4 ml
第2回實驗	6/Ⅳ 高温 26~28℃	注射前5時間より	4	0.5 ml
	、 室温 18℃		、	0.5 ml
	、 低温 6℃	注射前5時間より	、	0.5 ml
第3回實驗	7/Ⅴ 高温 28℃	注射前5時間より	4	0.3 ml
	、 室温 16℃		、	0.3 ml
	、 低温 6℃	注射前5時間より	、	0.3 ml
第4回實驗	2/Ⅵ 室温 21℃		4	0.1 ml
	、 低温 4~6℃	注射前1日より	、	0.07 ml
	、 低温	注射前2日より	、	0.07 ml
	、 低温	注射前3日より	、	0.07 ml
第5回實驗	25/Ⅴ 室温 12℃		4	0.05 ml
	、 低温 4℃	注射前2日より	、	0.05 ml

ため季節変化の著明な秋期に於て、夏期状態(保温箱にて水温 18~23°C), 冬眠状態(土中に埋没平均気温 13°C)に3週間置いた2群の蛙についてその排精閾値を検するに第5表の如く相違を見なかつた。おそらく感受性の季節的変動は

第5表 排精反應と季節との關係

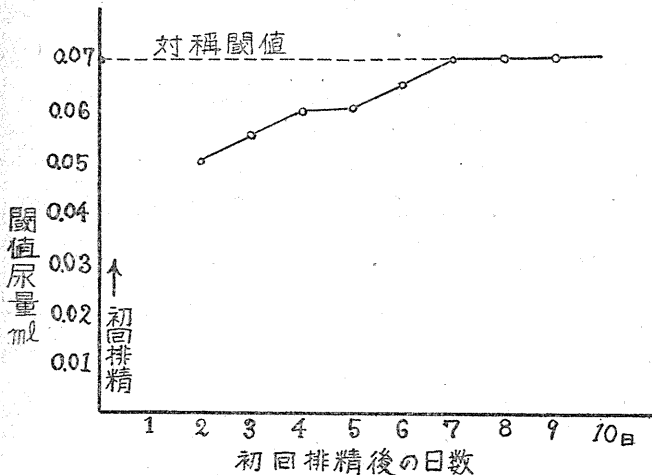
條 件	実験日	使用蛙数	閾 値 尿 量
夏 期 状 態	17/11	5	0.05 ml
冬 眠 状 態	17/11	5	0.05 ml

ないものと思われる。尚脳下垂体前葉別出蛙について排精現象を見るに、排精閾は術後10日間内の観察に於て何等変化を見なかつた。この体内々分泌状況の著変も影響の少いと云う事實は季節変動の少いことを裏書するものと考えられる。

以上の実験より蛙排精閾値尿量を論ずる場合には特に温度季節を考慮する必要のないことを知つた。

4) 反復排精による閾値: 1度排精反應を行つた蛙の排精閾値の変化は同一蛙を反復使用しての閾値決定に際し重要な問題となる。依つて著者は先づ閾値尿量で排精反應を起した蛙につきその後種々な間隔で閾値の決定を行うに第1図に見る如き結果を得た。即ち初回注射後48時間以内で排精の終了した状態に於ては閾値は著しく低下して居りその後日数の経過と共に漸次

第1圖 反復排精と閾値



上昇7日前後に至りはじめて初期に復することを知つた。閾値変化の機序は明らかでないが、実際上の問題として一度排精を起した蛙では1週間以内には再び閾値決定に用いられることを知つた。

結論: 以上の実験からして雄蛙排精現象に対する妊婦尿の閾値は極めて適確に定まり且個体誤差も極めて僅かであることは、この現象を目標としての妊婦尿 Gonadotropin 定量の可能性

第6表 マウス, ラット, 家兔と蛙單位との比較
實驗 I. 被検尿蛙排精閾 0.2ml

マウス	妊婦尿注射						卵巢所見
	17/11			23/11			
体重	8am	1pm	6pm	8am	1pm	6pm	總量 出血点
8g	0.02 ml	0.01 ml	0.01 ml	0.01 ml	0.01 ml	0.01 ml	0.07 ml —
11g	0.02 ml	0.02 ml	0.02 ml	0.02 ml	0.01 ml	0.01 ml	0.1 ml +
10g	0.04 ml	0.04 ml	0.04 ml	0.04 ml	0.02 ml	0.02 ml	0.2 ml +

1/3 蛙單位 < 1 マウス單位 < 1/2 蛙單位

ラット	妊婦尿注射						卵巢所見
	17/11			23/11			
体重	8am	1pm	6pm	8am	1pm	6pm	總量 出血点
32g	0.006 ml	0.006 ml	0.006 ml	0.006 ml	0.006 ml	0.006 ml	0.033 ml —
29g	0.006 ml	0.006 ml	0.006 ml	0.006 ml	0.008 ml	0.008 ml	0.04 ml ++
29g	0.01 ml	0.01 ml	0.01 ml	0.01 ml	0.005 ml	0.005 ml	0.05 ml +

1/6 蛙單位 < 1 ラット單位 < 1/2 蛙單位

を示すものである。猶閾値が実験温度及び季節に影響されることの少いことは四季を問わず簡単に定量の行われ得ることを保証し、特に追加注射法を以てすれば少数の蛙で実施し得るのである。最近 Haskins 及び Sherman (7) は排精開始時間が投與 Gonadotropin 量に支配され兩者の關係が双曲線的曲線で表わされることを利用し排精開始時間を測定して短時間に Gonadotropin 定量を行わん試みで居るが、正確度の点から見れば閾値尿量による法にはるかにおとり、又必ずしも手間が簡単でな

實驗Ⅱ, 被檢尿蛙排精閾 0.3ml

家 兎	妊 婦 尿 注 射	卵 巢 所 見
体 重	$\frac{15}{25} 49$	出 血 点
1750g	0.03 ml	—
2080g	0.3 ml	+

$\frac{1}{10}$ 蛙單位 < 1 家兎單位 < 1 蛙單位

マウス	妊 婦 尿 注 射						卵 巢 所 見	
	$\frac{15}{15}$			$\frac{15}{15}$				總 量
体 重	8am	1pm	6pm	8am	1pm	6pm	總 量	出 血 点
9g	0.017 ml	0.017 ml	0.017 ml	0.017 ml	0.017 ml	0.015 ml	0.1 ml	—
8g	0.025 ml	0.025 ml	0.025 ml	0.025 ml	0.025 ml	0.025 ml	0.15 ml	—
8g	0.05 ml	0.05 ml	0.05 ml	0.05 ml	0.05 ml	0.05 ml	0.3 ml	+
10g	0.1 ml	0.1 ml	0.1 ml	0.1 ml	0.1 ml	0.1 ml	0.6 ml	+

$\frac{1}{2}$ 蛙單位 < 1 マウス單位 < 1 蛙單位

實驗Ⅲ, 被檢尿蛙排精閾 1.0ml

家 兎	妊 婦 尿 注 射	卵 巢 所 見
体 重	$\frac{20}{22}$	出 血 点
1960g	0.2 ml	—
2500g	0.34 ml	—
2200g	0.5 ml	+

$\frac{1}{3}$ 蛙單位 < 1 家兎單位 < $\frac{1}{2}$ 蛙單位

マウス	妊 婦 尿 注 射						卵 巢 所 見	
	$\frac{19}{19}$			$\frac{20}{20}$				總 量
体 重	9am	2pm	6pm	9am	2pm	6pm	總 量	出 血 点
7g	0.1 ml	0.1 ml	0.1 ml	0.1 ml	0.05 ml	0.05 ml	0.5 ml	—
6g	0.2 ml	0.2 ml	0.2 ml	0.2 ml	0.1 ml	0.1 ml	1.0 ml	+
7.5g	"	"	"	"	"	"	"	±
6.5g	0.4 ml	0.4 ml	0.4 ml	0.4 ml	0.2 ml	0.2 ml	2.0 ml	+

1 蛙單位 < 1 マウス單位

ラッテ	妊 婦 尿 注 射						卵 巢 所 見	
	$\frac{19}{19}$			$\frac{20}{20}$				總 量
体 重	9am	2pm	6pm	9am	2pm	6pm	總 量	出 血 点
31g	0.02 ml	0.02 ml	0.02 ml	0.02 ml	0.025 ml	0.025 ml	0.125 ml	—
29g	0.03 ml	0.03 ml	0.03 ml	0.03 ml	0.015 ml	0.015 ml	0.15 ml	—
28g	0.04 ml	0.04 ml	0.04 ml	0.04 ml	0.04 ml	0.05 ml	0.25 ml	+
31g	0.1 ml	0.1 ml	0.1 ml	0.1 ml	0.05 ml	0.05 ml	0.5 ml	+

$\frac{1}{6}$ 蛙單位 < 1 ラッテ單位 < $\frac{1}{4}$ 蛙單位

い. 尙排精現象に対する妊婦尿中Gonadotropin の特殊性であるが, Galli-Mainini の検討と同様諸種内分泌物質中脳下垂体前葉抽出物以外反應を示さなかつた.

Ⅱ. 蛙單位と他單位の比較

前節に於て著者は, 蛙排精閾による妊婦尿 Gonadotropin 定量に関する基礎的並びに實際的問題を吟味したのであるが, こゝに本邦産トノサマ蛙排精を起し得る最少 Gonadotropin 量即ち1蛙單位が他の單位と如何なる関係にあるか問題となる. よつて同一妊婦尿を以てする蛙排精現象, 家兎, ラッテ及びマウス排卵現象を比較するに第6表Ⅰ, Ⅱ, Ⅲの如くである. 排卵現象の觀察は型の如くに行い判定は卵巢出血点出現によつて行つた. 蛙單位(FU)とマウス, ラッテ, 家兎單位の間には下記の如き関係が認められる.

1蛙單位 = 1マウス單位 = 5ラッテ單位

= 2家兎排卵單位

マウス, ラッテ, 家兎單位の相互関係については從來充分検討されていないが諸家の成績も大略同様な結果を示している(2, 14).

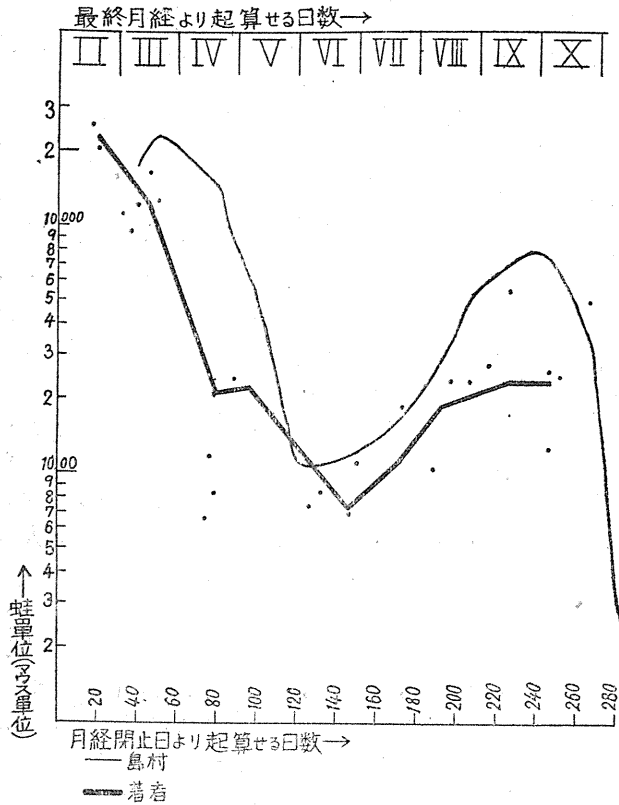
こゝに於てトノサマ蛙1單位が1マウス單位に相當すると云う感度の点から見ても充分満足しうる成績が得られるのである. Galli-Mainini は *Bufo arenarum* の排精閾は40國際單位に相當すると云い, Haskins & Sherman (7) によれば *Rana pipiens* に於ても大略同様35國際單位にあたと云う. 著者のトノサマ蛙に於ける実験も假に1ラッテ單位を10國際單位とすれば(生後30日, 黄体化試験)約50國際單位に相當し, 内外の蛙の種類による閾値の相違はない様に思われる.

Ⅲ. 妊娠時の尿中 Gonadotropin 排泄量

著者は上記の如く雄蛙排精現象を目標に簡單且的確に妊婦尿中 Gonadotropin の定量可能なことを知つたので, この簡單な方法により妊婦尿中 Gonadotropin 排泄狀況を検討し從來の成績と比較検討した.

1) 月別妊娠尿中 Gonadotropin 排泄量: 著者は妊娠各月の妊婦25名につき24時間の蓄尿を

第2圖



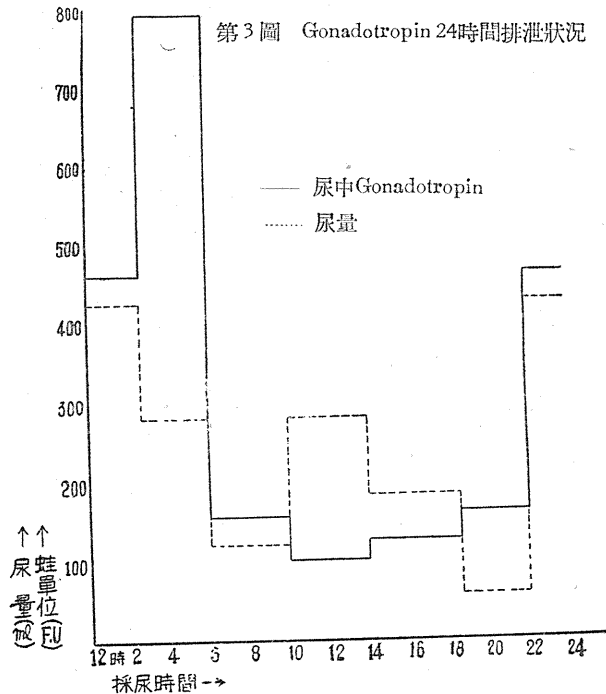
行いそれが蛙排精閾値尿量を決定し、1日の Gonadotropin 排泄量(蛙單位)を求めた。従來の尿中 Gonadotropin 排泄量の月別統計は報告者(6, 8, 9, 13)により多少異り、且多くはその定量実施も或は隨時尿を或は早期尿を用い 1/ 尿量中の量に換算している。しかし Gonadotropin の尿中排泄の日差変動が著明であるならば、蓄尿によらねば正確を期し得ないことは明かである。今こゝに得られた測定値を、妊娠月数を最終月経の初日より起算し従來の文献中蓄尿を以て実施された島村(11)の成績(但し 1/ 尿量中のマウス單位にて表示)と比較検討すれば第2圖の如くである。

即ち図の如く1蛙單位を1マウス單位に等しく目盛すれば著者の觀察したる25例の測定は殆んど島村のそれと一致する

ことを知る。このことがらは又上記單位比較実験の結論をも支持することにもなる。

さて排精反應の早期診断としての意義であるが、その必要の最も大なる最終月経初日より起算して40~50日頃に於ては著者並びに島村の実験も、約20,000蛙單位(マウス單位)と云う大量の排泄を見るのである。今24時間の尿量を2,000mlとしても1mlの Gonadotropin 含量は10蛙單位であり妊婦尿0.1mlを以て充分排精を起し得ることとなる。従つて若し早期診断のためとして2mlを投與すれば、たとえ Gonadotropin 排泄量が正常平均の1/20の場合にでも陽性に出るわけである。即ちこの点から見ても排精反應を以てする早期診断は充分 Friedman 反應に代りうる優秀なものであることを知りうる。

2) 妊娠尿中 Gonadotropin の24時間中の排泄経過: 妊娠尿中 Gonadotropin の排泄の日差変動を検討するた



めに24時間内に3時間又は、4時間毎に採尿し単位時間内の Gonadotropin 排泄量を測定した結果の代表例は第3図の如くである。即ち此例に見られる如く午前3時より午前6時迄の早朝覚醒前の数時間において突然多量の Gonadotropin の排泄が行われ他の時間における排泄量には余り変化が見られない。利尿と排泄量との関係もみられず、従つて利尿時には Gonadotropin 濃度の低下が見られる。妊娠早期診断実施上の早朝尿、随時尿の選擇問題についても利尿高度の時期を除けば常に蛙排精試験が行われ得ることを知る。著者の実施例中の高度利尿時の排精閾値尿量は最大 1.9ml であつた。このことは随時尿を以ての診断時に注意されねばならず、この際に於ても 2ml の追加注射を3時間後に行えば充分であろう。

結 語

1. トノサマ蛙の排精を惹起するに必要な投與妊婦尿の閾値量は正確に定められ得、且個体差並びに温度、季節の影響が少い。

2. 排精閾値量の脈絡膜性 Gonadotropin 量を1蛙単位とすれば同一妊婦尿を以て他種生物単位と比較すれば、次の如くである。

1蛙単位 = 1マウス単位 = 5ラツテ単位
= 2家兎排卵単位

3. 蛙排精反應を目標とする Gonadotropin 定量法により、妊娠月別 Gonadotropin 排泄量の關係を求むるに從來の文献と一致する。亦妊娠早期診断法としての價値は量的検討に於ても

充分認められうる。

稿を終るに當り、終始御懇篤なる御指導御鞭撻並に御校閲を恭ふした、恩師福田篤郎助教授に厚く謝意を表す。

文 献

- 1) Friedman, M. H. (1932) On the mechanism of ovulation in the rabbit. J. pharm. exp. Therap. 45, 7
- 2) Friedman, M. H. (1929) Mechanism of ovulation in the rabbit. Am. J. Physiol. 90, 617
- 3) 藤井吉助・月岡三郎 (1949) 人工排精法による妊娠診断法 日本婦人科誌 44, 7
- 4) 藤井吉助・月岡三郎 (1949) 人工排精法による妊娠診断法 産婦人科の世界 1, 7, 14
- 5) Galli-Mainini, C. (1948) Pregnancy test using the male Batrachia. Am. Med. Ass. 121
- 6) 橋本博史 (1930) 所謂腦下垂体前葉ホルモンの尿中量に就いて 臨床産科婦人科 6, 493
- 7) Haskins, A. L. & A. I. Sherman, (1949) Quantitative Bio-Assay of Chorionic Gonadotropin with the Male Frog. Endocrinol. 44, 542
- 8) 飯室省三 (1930) 正常妊娠時及び葡萄状胎胎妊娠時に於ける血中及び尿中の所謂腦下垂体前葉ホルモンの定量 大阪醫會誌 30, 713
- 9) 伊藤勝美 (1935) Friedman 氏変法により正常ならびに異常妊婦尿中に含有せる所謂腦下垂体前葉ホルモンの定量 日本婦人科誌 31, 13
- 10) 古賀康八郎・黒江富雄 (1949) 雄性蝦蟇による妊娠反應 日本婦人科誌 44, 3
- 11) 島村虎猪 (1932) 所謂下垂体 Hormon, Puberogen' の抽出について 臨床月報 269, 1
- 12) 堤 三郎 (1949) 雄性蝦蟇を用うる妊娠反應 44, 3
- 13) Zondek, B. (1931) Über die Hormone des Hypophysenvorderlappens. Kl. W.schr. 10, 2121
- 14) Zondek, B. (1929) Weitere Untersuchung zur Darstellung, Biologie u. Klinik. d. Prolans. Kl. W.schr. 8, 153

Summary

The threshold of sperm discharge of Japanese frog (*Rana nigromaculata*) by chorionic gonadotropin (pregnant urine) could be determined exactly and was found to be not influenced by environmental temperature or seasons. It corresponded to about 1 mice unit, 5 rat units and 2 rabbit units.

The daily urinary output of gonadotropin during the course of pregnancy was observed by this bioassay.

(Department of Physiology, Med. Faculty, Univ. of Chiba.)

thmenine の疲勞防止効果について 612.145.2

(第1報) 負荷による循環機能の變化

Anti-fatigue Effect of "thmenine" Placental Extract

(I) The Influence of Thmenine on the Changes of the Circulatory Faculties by the Tasks.

白石信尙 (Shiraishi-Nobuhisa) ・ 山本理平 (Yamamoto-Rihei)
長田泰公 (Osada-Yasugimi) ・ 小川庄吉 (Ogawa-Shōkichi)
浦田章子 (Urada-Shōko) ・ 森 悠子 (Mori-Yūko)
服部美代子 (Hattori-Miyoko) *

胎盤製劑 thmenine は、健康で新鮮な人胎盤を原料として、主としてアミノ酸と胎盤ホルモンからなるものと考えられるが、まだ成分の内容は充分には明らかにされていない。thmenine が、疲勞感の除去乃至疲勞感発現抑制に著明な効果のあることはすでに知られていることであるが、種々の身体機能にどのような効果を及ぼし、いかなる機序にもとづいて疲勞発現を防止するのかがまだ明らかでないので、これらの点を明らかにする目的で、本実験を行つた。

同時に、(1)疲勞現象は循環機能にはどのような形であられるか、(2)所謂 second wind において、呼吸機能と体温とはどういう関係にあるのか、(3)高温環境においては、姿勢の如何に拘らず、心臓分時容量が増大するというのは事実であるか、の諸点をもあわせて究明しようとした。

1. 実験方法

被験者は、いづれも健康な成人男子であつて各人について2週間の間隔をおいて同一実験を2回行い、うち1回は対照実験、1回は thmenine 投與実験とし、被験者4名のうち、TとFの2名は第1回に thmenine をあたえ、HとWの2名は第2回に thmenine をあたえた。

1回の実験は3日にわたつて行われ、その順序は次の通り。

第1日：午前、筋作業。その順序は次の通り。

公衆衛生院生理衛生学部

6時基礎代謝状態にて測定、6時20分朝食、7時臥床安静、7時50分臥位測定、8時立位安静、10分後に立位測定、8時20分自轉車エルゴメーターに椅坐安静、10分後に安静値測定。

8時40分～10時10分(90分間)、自轉車エルゴメーターによる筋作業を行う。1分間50回轉、200kg m/min エネルギー代謝率5～5.5の作業。10時10分作業中止、そのまま自轉車上にて椅坐安静。10時30分臥床安静、10時50分臥位測定、11時立位安静、10分後に立位測定。11時30分晝食。

午後、高温実験。その順序は次の通り。0時30分臥床安静、1時10分臥位測定、1時20分立位安静、10分後に立位測定。1時50分～2時50分(60分間)高温室に入室、休めの姿勢で立位安静をたもつ。温度條件は、乾球39～40°C、濕球35～39°C、ほぼ無風。

2時50分出室後直ちに臥床安静、3時30分臥位測定、3時40分立位安静、10分後に立位測定。

6時夕食。

第2日：午前0時から4時までの間に、第1日午前と同一の順序で筋作業実験を行い、終了後6時までには椅坐安静をたもち、睡眠はとらせない。

午前6時に基礎代謝状態の測定を行い、以後第1日と同一順序で、午前筋作業、午後高温実験を行う。

第2日の夜は、8時間以上の睡眠をとらせた

のち、第3日午前6時に基礎代謝状態にて測定を行い、実験終了とする。

thmenine投与方法：強スメーンを皮下注射によつてあたえ、投與時刻及び量は、実験前日夕刻2筒、第1日、第2日ともに、基礎代謝測定後1筒、負荷（筋作業乃至高温ばくろ）前及び後に各1筒、夕食後に1筒をあたえた。

測定項目：

- (1) 呼吸機能. 呼気量, 呼吸数, 呼吸の深さ, O₂ 消費量, R. Q. (Douglas-Bag Method)
- (2) 循環機能. 脈搏数, 血圧, 心臓分時容量, 心臓搏出量, 動静脈血酸素較差, 末梢血流抵抗, 有効弾性係数 (アセチレン法1).
- (3) 尿. 窒素, クレアチニン, 燐酸.
- (4) 血液. フィブリノリジン.
- (5) 直腸温
- (6) 腱反射
- (7) Flicker-test

本報告においては、負荷（筋作業乃至高温ばくろ）前後の循環機能に及ぼす thmenine の影響についてのみのべることにする。

II. 実験の結果とその考察

A, B 2つの循環機能の状態を比較してどちらが良好であるかをきめる基準は3つある。即ち、(1)脳への血流は十分保持されているかどうか（これは最大血圧から知ることができる。但し血圧は同一であつても、Aの末梢血流抵抗が異常にたかいとすれば、血圧を維持するための血管運動中樞の緊張度が增大しているわけで、Bに比してよくないといえる）。(2)脳以外の身体諸器管への血流は適切に保持されているかどうか（心臓分時容量と夫々の器管への血流量から判定するわけだが、後者は直接にはわからないので、末梢血流抵抗から推定する）。(3)心臓の効率はよいかわるいか（たとえば、心臓分時容量は同一であつても、脈搏数少く搏出量の大きい方が、脈搏数多く搏出量の小さい場合より心臓の効率はよい）。

これら3つの場合を総合して、AとBとのどちらがよいかを判定する。

安静状態ではみかけ上差のない場合でも、負荷をかけてやると差のあることがある。たとえば、臥位から立位へ姿勢をかえると、重力の作用によつて、血圧は低下し、脈搏数はふえ、搏出量及び心臓分時容量はへり、末梢血流抵抗と動静脈血酸素較差は増大するのであるが(2)、臥位と立位とのこれらの差の小さいほど、循環機能の状態はよいわけである。われわれの実験では、負荷としてさらに筋作業乃至高温ばくろをあたえたから、これらの負荷後の臥位及び立位の状態が、負荷前の臥位及び立位の状態とどちらがつているかをみれば、事態はさらにはつきりしてくる。

thmenine を投與した場合としない場合について、筋作業乃至高温ばくろという負荷を加えるまえの臥位と立位の状態、負荷を加えたあとの臥位と立位の状態に、夫々どのような差異があるかをしらべて、thmenine 効果の有無を総合的に判定したのが第1表である。

第1表 thmenine 効果判定表 (その1)

被験者	負荷	作I	高I	作III	高II
T	K	-	+	-	-
	Th	+	-	+	+
F	K	-	±	-	±
	Th	+	±	+	±
H	K	-	-	-	-
	Th	+	+	+	+
W	K	-	±	±	-
	Th	+	±	±	+

1. 作I, 作IIIは、夫々第1日及び第2日の午前の筋作業、高I, 高IIは、夫々第1日及び第2日の午後的高温ばくろを示す。作IIにあたる、夜間筋作業の場合は、脈搏数と血圧しか測定してないので判定からのぞいた。

2. Kは対照実験, Thは Thmenine投與実験を示す。

3. 総合判定によつて、循環機能がより良好な状態にある方を+, よりわるい方を-, 差がないときは±とした。

表からわかる通り、16例中、thmenine 投與の方がよい場合が11例、対照の方がよい場合が1例、両者に差のない場合4例で、あきらかにthmenine 投與の場合の方が循環機能は良好な状態にあつたといえる。

この間の事情をもうすこし詳しく立ちいつて考察してみると、

- (1) 負荷（筋作業乃至高温ばくろ）前の臥位

と立位の循環機能の状態

負荷を加えるまえの循環機能の状態の良否を前述の基準にもとづいて判定すると第2表のようになる。即ち、16例中、thmenine 投與の方がよい場合9例、差のない場合7例で、thmenine 投與の方が対照実験より概してよいといえよ

第2表 thmenine効果判定表(その2)

被験者	負荷	作I	高I	作III	高II
T	K	-	-	-	-
		+	+	+	+
F	K	-	±	-	±
		+	±	+	±
H	K	±	-	-	-
		±	+	+	+
W	K	±	±	±	±
		±	±	±	±

う。即ち、thmenine 投與の方が、対照に比して、臥位と立位との差が小さいのみならず、重力という負荷の加わっている立位そのものについてみると、脈搏数や血圧には大して差がないが、心臓分時容量は大きく、搏出量も大きく、動静脈血酸素較差と末梢血流抵抗が小さいのは、心臓の効率と循環調節中樞の働きがよく、脳以外の身体部分への血流がより良好な状態にあるものといえる。

(2) 負荷前後の循環機能の変化

筋作業乃至高温ばくろという負荷を加えた前後の、臥位及び立位の循環機能の変化には、thmenine 投與とそうでない場合とで著しい差がある(第3表)。

即ち、対照実験においては、負荷前に比し負荷後に於て脈搏数は、一定の変化を示さない(臥位18例中、増加10例、減少7例変化なし1例。立位19例中、増加10例、減少8例、変化なし1例)、最大血圧は、臥位では低下し(19例中、低下14例)、立位でも低下の傾向にあるが、その差は有意ではない(20例中、低下11例、増加6例差なし3例)心臓分時容量は、臥位、立位ともに減少し(臥位14例中、減少12例、立位15例中減少13例)、搏出量も、臥位、立位ともに減少し(臥位12例中、減少9例、これは危険率5%では有意ではない。立位14例中、減少12例)、動静脈血酸素較差は、臥位、立位ともに増大し(臥位14

例中、増加13例、立位16例中、増加14例)、末梢血流抵抗も、臥位、立位ともにましている(臥位13例中、増加11例、立位14例中、増加10例、これは危険率5%では有意でない)が、O₂消費量には、臥位、立位ともに有意な差はない。

之に反して、thmenine を投與した場合には負荷前に比し負荷後において、脈搏数は一定の変化を示さず(臥位19例中、増加12例、減少7例、立位20例中、増加13例、減少5例、差なし1例)、最大血圧もやゝ減少の傾向にあるが、差は有意でない(臥位19例中、減少12例、増加6例、差なし1例、立位19例中、減少11例、増加5例、差なし3例)、心臓分時容量は、臥位、立位ともに減少するが、立位のハリ方はきわめて小さく、対照と著しい差がある(臥位14例中、減少11例、立位16例中、減少12例)。搏出量も、臥位はへつているが(14例中、減少11例)、立位では有意な差がない(16例中、減少10例)。動静脈血酸素較差は、臥位、立位ともにやゝましているかにみえるが、有意な差はない(臥位14例中、増加9例、立位16例中、増加9例)、末梢血流抵抗は、臥位においてやゝますが(臥位14例中、増加11例)、立位においては差がない(立位16例中、増加7例)。O₂消費量は、臥位、立位ともに差がない。

臥位と立位との差の負荷前後の変化は、負荷後において、対照実験ではやゝまし、thmenine 投與ではやゝへつているが、ともに有意な差はない(但し、thmenine 投與時の、心臓分時容量及び末梢血流抵抗の臥位と立位との差の減少は有意である)。

即ち、対照実験においては、負荷(筋作業乃至高温ばくろ)後、安静40分を経過し、O₂消費量の面からはほぼ回復が完了したとおもわれる時においても、あきらかに循環機能の疲勞がみとめられるのであつて、それは、一面においては心臓分時容量及び搏出量の減少、動静脈血酸素較差の増大からわかるとおり、心臓の効率の低下としてあらわれ、一面においては、末梢血流抵抗の増大によつて最大血圧を維持(しかし臥位では血圧は減少)しようとする、血圧調

節中樞の興奮の増大にあらわれており、又、臥位と立位との差の増加の傾向からわかるとおり、重力作用という負荷の影響の増大にもあらわれている。

之に反して、thmenine 投與実験では、負荷による影響はさほど著明でない。即ち、心臓分時容量及び搏出量の減少は小さく(とくに立位で)、動静脈血酸素較差には有意な差のないことからみて、心臓効率の低下は殆んどなく、又末梢血流抵抗も殆んど増加せず、最大血圧が維持されている点からみて、血圧調節中樞の負擔も増大していないし、臥位と立位との差が負荷後増大していないことも、重力作用の影響が、負荷前と同様な緊張度でよく代償されていることを示すものである。

尚、負荷後の循環機能の疲労の現象形態が前報告(3)と多少ちがっている(前報告の場合は、脈搏数がふえ、心臓分時容量は殆んど不変。但し、これは負荷終了後15分の時の値。今度の場合は、脈搏数はあまりかわらず、心臓分時容量が低下している。但しこれは40分の時の値)のは、疲労のあらわれかたの時間的差異を示すものである。

(3) 負荷の回数をかさねることによる循環機能の変化(第4表)

作I, 高I, 作II, 作III, 高IIと負荷をかさねてゆくにつれて、循環機能にも相應した変化があらわれるかどうか、そして、対照とthmenine投與とで差があるかどうかを検討してみるに、心臓分時容量は、いづれにおいても変化しない(但し、対照(K)では、作IIIにおいて(16例中減少12例)、thmenine投與(Th)では高Iにおいて(16例中減少12例)、作Iとの間に有意な差がある)。心臓搏出量は、K, Thともに、作Iより他の場合の方がやゝ減少しているが、回数をかさねることによつてますますということはない{Kでは、作III(15例中減少12例)、高II(15例中減少11例)、Thでは高I(16例中減少15例)、高II(16例中減少13例)において、作Iと差がある}。脈搏数は、K, Thともに作Iに比し他がやゝ増すが、負荷をかさねるにつれてますますことはない(K

では、高II(16例中増加12例)、Thでは高I(16例中増加12例)、高II(16例中増加16例)において、作Iとの間に有意な差がある)。動静脈血酸素較差は、K, Thともに、作Iに比し、他がやゝ増加の傾向にあるが、有意な差はない。末梢血流抵抗も、K, Thともに、作I、と他との間に有意な差はない(Thでは、作Iより他の負荷の方がやゝ減少しているが、差は有意ではない)。最大血圧は、Kでは作IIと他との間に差なく、Thでは、作Iより他がやゝへつているが、負荷をかさねることによる変化はない{Thでは、作Iに比し、高I(16例中、減少13例)、作III(16例中減少13例、増加1例)、高II(16例中、減少11例、増加3例)は、いづれも減少、しかしこの三者の間には差はない}。

即ち、対照、thmenine投與のいづれにおいても、負荷第1回目の作Iに比し、高I, 作III, 高IIにおいては、心臓分時容量はかわらぬが、脈搏数の軽度増加、搏出量の軽度の減少、動静脈血酸素較差の増大の傾向という形で、心臓効率の軽度の低下はみられるが、負荷回数をかさねることによつてそれがさらにますますということはない(即ち、循環機能を指標としてみた疲労の蓄積は、高I以後は進行していない)。又対照とthmenine投與との間にも差はない(但し、thmenine投與では、作Iに比し高I, 作III, 高IIにおいて、末梢血流抵抗の軽度の減少のために、最大血圧がやゝ低下しているが、このことは、thmenine投與の循環機能状態の不利を示すものではない)。

さいごに注目すべきは、被験者TとFとにおいて、対照実験では血圧が正常範囲をこえてやゝたかひのに、thmenine投與では、いづれにおいても正常値にかえり、それは主として末梢血流抵抗の低下によつておこつている。この事実が、細小血管のトーンスの過大による血圧上昇が、thmenine投與によつてトーンスの正常化(従つて血圧の正常化)が行われたものであることを示すものであるか否かは更に検討を要するところである。

第3表 負荷前後の循環機能の差異 (臥位と立位)

測定項目 負荷 Sub\姿勢	脈搏數		最大血圧 mmHg		心臓分時容量 l/min		心臓搏出量 cc																		
	前立	後立	前立	後立	前立	後立	前立	後立																	
對照	T	82	92	145	150	3	138	134	-3	5.54	3.69	-3.3	4.53	3.34	-2.6	64.2	37.6	-42	56.8	34.7	-39				
	F	92	115	25	99	120	21	144	140	-3	135	135	0	4.76	4.14	-13	4.60	3.32	-28	49.0	34.6	-29	46.9	27.4	-42
	H	71	96	35	78	103	32	96	83	0	93	93	0	4.78	3.58	-25	4.11	3.22	-22	65.7	37.7	-43	53.7	32.5	-39
	W	65	81	25	61	78	28	98	99	1	91	92	1	4.41	3.21	-27	3.65	2.62	-28	56.9	39.7	-30	54.0	32.8	-39
	平均	78	96	24	79	98	24	121	120	-1	114	113	-1	4.87	3.66	-25	4.22	3.12	-26	59.0	37.4	-36	52.8	31.8	-40
thmenin	T	88	92	4	86	101	17	116	116	0	104	109	5	4.77	3.92	-18	4.67	3.82	-18	55.7	42.3	-24	54.8	38.2	-30
	F	79	110	39	92	116	26	118	120	2	120	113	-6	4.81	2.76	-43	4.29	2.72	-37	59.5	24.7	-58	56.1	23.4	-49
	H	78	99	27	76	97	28	92	93	1	95	89	-6	7.67	4.14	-46	4.45	3.74	-16	83.6	39.0	-53	56.2	38.2	-32
	W	74	86	16	70	85	21	100	97	-3	94	88	-6	4.62	3.04	-34	3.50	2.81	-20	61.8	36.6	-41	50.9	32.8	-36
	平均	80	97	22	81	100	23	106	106	0	103	100	-3	5.47	3.47	-35	4.23	3.02	-23	65.1	35.6	-44	52.0	33.2	-37

測定項目 負荷 Sub\姿勢	動靜脈血酸素較差 cc/l		末梢血流抵抗 dyne, sec/cm ⁵		O ₂ 消費量 cc/min														
	前立	後立	前立	後立	前立	後立													
對照	T	53.5	86.2	61	58.8	92.3	57	1680	2960	76	2260	3040	35	289	311	8	264	300	14
	F	53.9	78.4	45	61.9	94.5	53	2010	2400	19	2120	2950	39	254	323	27	285	305	7
	H	47.0	71.3	52	55.9	77.6	39	1340	1840	37	1620	2020	25	233	264	13	224	245	9
	W	61.0	82.4	35	62.1	94.0	51	1380	2130	54	1600	2390	49	223	254	14	229	250	9
	平均	53.8	79.6	48	59.7	89.6	50	1600	2330	46	1900	2600	37	250	288	15	250	275	10
thmenin	T	57.4	87.7	53	64.8	88.0	36	1600	2060	29	1510	2070	37	274	343	25	300	345	15
	F	55.9	98.8	77	59.0	93.8	59	1540	3060	99	1800	2910	61	267	273	2	253	255	1
	H	36.6	66.4	81	54.2	69.6	28	850	1600	88	1490	1700	14	238	260	9	222	261	18
	W	52.3	86.8	66	63.5	93.4	47	1400	2320	66	1740	2240	29	280	275	-2	241	260	8
	平均	50.6	84.9	69	60.4	85.4	42	1350	2260	70	1640	2230	35	265	288	9	254	250	10

1. 前=負荷前, 後=負荷後 (40分), 臥=仰臥安靜位立, 臥=休めの立位.
2. 各被験者の數値は, 筋勞作 I, II 及び高温ばくろ I, II の平均値.
3. Δ_i ($i=1, 2, 3, 4, 5, 6, 7$) は負荷前において, 臥位を 100 としたときの, 立位の増加乃至減少の%, Δ'_i ($i=1, 2, 3, 4, 5, 6, 7$) は負荷後において, 臥位を 100 としたときの, 立位の増加乃至減少の%.

第4表 負荷をかさねることによる循環機能の変化

測定項目	最大血圧 mmHg		脈搏數		心臓分時容積 l/min		心臓搏出量 cc				
	前立	後立	前立	後立	前立	後立	前立	後立			
對照實驗	I 高	122	124	83	96	5.51	3.67	62.1	38.1	62.7	34.6
	II 高	125	125	83	104	4.98	3.85	60.5	41.7	58.8	31.0
	III 高	118	113	77	95	4.35	3.45	57.2	36.8	48.6	30.8
	IV 高	119	121	83	101	4.84	3.65	53.7	36.5	50.7	33.4
	I 高	116	113	73	91	5.76	3.22	78.1	36.1	53.1	36.3
	II 高	107	105	87	105	5.39	3.66	61.6	33.7	49.1	30.0
thmenin 與	I 高	104	102	83	95	5.72	3.68	69.6	47.4	55.4	33.5
	II 高	105	103	82	104	5.05	3.62	61.8	33.9	50.1	33.6
	III 高	113	113	99	89	4.25	3.72	36.1	36.1	36.3	36.3
	IV 高	99	99	77	77	3.72	2.90	33.7	33.7	30.0	30.0
	I 高	102	102	81	81	4.48	3.25	47.4	47.4	33.5	33.5
	II 高	102	104	89	103	4.45	3.65	33.9	33.9	33.5	33.5
測定項目	動靜脈血酸素較差 cc/l		末梢血流抵抗 dyn, sec/cm ⁵		O ₂ 消費量 cc/min						
	前立	後立	前立	後立	前立	後立	前立	後立			
	對照實驗	50.4	79.2	54.7	86.1	1430	2340	1620	2650		
	I 高	53.2	79.2	61.4	88.2	1590	2490	1790	2540		
	II 高	55.3	75.8	64.3	95.0	1760	2350	2050	2810		
	III 高	59.2	85.6	62.1	84.6	1750	2310	2080	2330		
thmenin 與	I 高	44.7	83.8	59.3	85.0	1410	2540	1640	2230		
	II 高	52.2	79.7	59.4	89.2	1300	2210	1740	2250		
	III 高	48.2	89.9	58.6	87.7	1370	2060	1580	2330		
	IV 高	53.2	84.8	58.4	87.4	1430	2220	1530	2100		
	I 高	44.7	83.8	59.3	85.0	1410	2540	1640	2230		
	II 高	52.2	79.7	59.4	89.2	1300	2210	1740	2250		

1. 前は負荷前、後は負荷後の意味、臥は仰臥安静位、立は樂な立位
2. 作I、作IIIは、第1日午前及び第2日午前の筋作業(200kg m/min, R. M. R. 5.0~5.5)
高I、高IIは、第1日午後及び第2日午後の高温(ぼくろ)實驗(D. R. 39~40°C, W. B. 35~39°C)
3. 數値は、4名の平均値を示す

Ⅲ. 要 約

1. 疲労防止剤としての thmenine の効果の有無を判定するために、健康成人男子4名をえらび、対照実験と thmenine 投與実験とを各1回づゝ行つた。各実験とも、2日にわたり、各日とも午前筋作業1回、午後高温環境下に直立する負荷1回をあて、なお第1日から第2日えかけて徹夜させて、その間に筋作業1回を負荷した。

2. 負荷前と負荷後(負荷中止後40分)の循環機能の状態を比較すると、対照実験では、あきらかに疲労があらわれる。即ち、負荷前に比し、負荷後においては、心臓分時容量及び搏出量の低下、動静脈血酸素較差の増大(即ち、心臓効率の低下)が、臥位にも立位にもみられ、臥位と立位との差の増加の傾向は、重力作用にたいする代償能力の低下を示すものであり、最大血圧はほゞかわらぬが、それが末梢血流抵抗の増大によつて行われていることは、血圧維持(従つて脳血流維持)のための循環中樞の緊張の増大を示している。

之に反して、thmenine 投與実験では、負荷

による影響は小さい。即ち、負荷後の心臓分時容量及び搏出量の減少は小さく(とくに立位で)、動静脈血酸素較差には差のないことは、心臓効率の低下の殆んどないことを示し、末梢血流抵抗の増大なしに最大血圧の維持されている事實は、血圧調節中樞の負擔の増大していないことのあらわれであり、臥位と立位との差の増大のみられないことは、重力にたいする代償能力の低下していないことを示している。

3. 負荷の回数を重ねることによる、循環機能の低下の増大(即ち疲労の蓄積)の傾向は、対照実験、thmenine 投與実験のいづれにおいてもみられない。

4. 被験者T及びFの、正常よりやゝたかい血圧が、thmenine 投與において、末梢血流抵抗の減少によつて正常にかえつている事實は注目にあたいする。

文 献

- 1) 白石信尙(昭和25年) Grollman の C_2H_2 法に関する知見補遺 厚生科学 5
- 2) 白石信尙(昭和22年) 姿勢の変化が呼吸機能及び循環機能に及ぼす影響 厚生科学 6
- 3) 白石信尙(昭和22年) 運動時の変化(その1) 常温において徹夜後筋勞作を行つた場合 厚生科学 6

Summary

In order to investigate the fatigue-preventing effect of "thmenine", a placental extract, we examined whether there were any differences in the various measurements of the circulatory faculty after some tasks, both in the lying down and standing positions, when the "thmenine" was given and when it was not given to a person. As tasks, I gave the muscular exercise by bicycle ergometer (90minutes, R.M.R. 5-5.5) in the morning, and the standing in a high temperature environment (60minutes, D. B. 39-40°C, W. B. 35-39°C) in the afternoon. The measurements before the tasks were taken 40 minutes after repose in lying down position, and that of after tasks were taken 40 minutes after the work were given.

When thmenine was not given, the phenomenon of fatigue was very perceivable: that is, after tasks, both in the lying down and standing positions, the cardiac out-put per minute and systolic output showed a decrease, and the arterio-venous oxygen difference increased. That shows the reducing of cardiac efficiency. Moreover, the difference between the measurements in the lying down and standing positions showed the tendency of increasing (that shows the reducing of the faculty of compensation to gravity), and the blood pressure after work was maintained by the increase of the peripheral blood stream resistance. (this fact shows the increase of tonus of vasomotor centers).

Whereas, when "thmenine" was given, the influence of tasks was very little: the decrease of cardiac output per minute and systolic output was less than the value without "thmenine" (especially in the standing position), and there was no change in arterio-venous oxygen difference; the maximum blood pressure was maintained without the increase of peripheral blood stream resistance, and the difference between the measurements in the lying down and standing positions showed no increase after the tasks.

(Department of Physiological Hygiene, Institute of Public Health.)

松カレハ幼虫の神経細胞の興奮について 612.822.3

Spontaneous Discharge of Ganglionic Cells of Caterpillar of
Dendrolimus Spectabilis Butler.

額 額 教 三 (Kôketsu-Kyôzô) *

緒 言

鱗翅類の幼虫の各体節にある神経細胞節は著明な自動性を示すものにして, Adrian(1) は1930年に之を記載しているが, その興奮電圧の複雑にして分析の困難なることを述べている. その後彼は(2) *Dytiscus marginalis* の神経細胞節の自発性興奮電圧, 及び之によつて生起される神経繊維えの自発性衝撃を記録して兩者の関係を論じている.

最近に於ける脳波の研究の如きは無数の神経細胞の綜合によつて生じている興奮電圧を記録するものにして, 之を以て個々の神経細胞の興奮状態を知らんとすることは非常に困難な問題であり, この点神経細胞より発する神経繊維えの自発性衝撃を記録することにより神経細胞の興奮状態を推測することは意義あることと思われる.

私は松カレハ (*Dendrolimus spectabilis* Butler) 幼虫を用い神経細胞より発する自発性衝撃を目標としてその興奮状態を調べ, 更に神経細胞より発する単一神経繊維の興奮電圧を記録することにより, 個々の神経細胞の興奮状態をうかがい知ることが出来たので報告する次第である.

実験方法

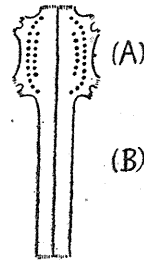
松カレハ幼虫の腹側にある神経細胞節と, それを連る神経繊維束とを体外に取出し実験に用いた. 然し標品は各神経細胞節間の Connection cord のみを残し, 他の神経繊維束はことごとく神経細胞節の部から切断してある.

神経細胞節の興奮電圧は Connection cord も切断した1個の神経細胞節自体から直接又は一

* 九州大学医学部生理学教室 (瀬尾教授)

方だけ Connection cord を付けて置いた標本の Connection cord より誘導記録した (第1図参照).

電極は白金, 増幅器は R-C 4 段結合を用い, ブラウン管にて観察しつゝ, 必要に応じて横川



第1図 松カレハ幼虫の神経節の模型圖

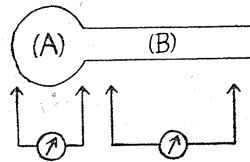
(A); 神経細胞節
(B); Connection cord
(A); の部の小さい黒い点は神経細胞を示す

製電磁オツシログラフ A 又は H 型振子に導いて撮影記録した.

実験は昭和24年 5~9 月の間に行つたものである.

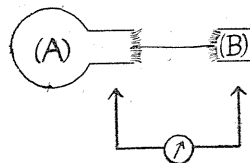
実験結果

[I] 先ず取出した標本を冷血動物用の Ringer 液に浸し, その興奮電圧を観察すると, 神経細胞は数時間乃至数10時間著明な自動性を示し, それに伴い衝撃が Connection cord に送り出されていることが分る. 第2図の誘導 I による神



第2図 誘導法を示す

(A); 神経細胞節
(B); Connection cord
(A); よりの誘導を I,
(B) よりの誘導を II とする.
圖は纖維を減數分離した時の模型圖.



神経細胞節の興奮電圧は $10 \sim 5/\text{sec}$ の週期の波に非常に週期の小さい $500/\text{sec}$ 前後の波が重つている。

後者の電圧は大きく、約 $0 \sim 0.05\text{mV}$ で Connection cord を付けて置いても、又之を完全に切断して置いても常に認められ、明に神経繊維の興奮電圧である。前者の電圧は小で大体 0.05mV 以下、増幅器にフィルターを用い小さい週期の波を充分に除外して置くと認められる。

増幅器の関係上更に週期の大きい波についての観察は行わなかつた。

〔Ⅱ〕次に誘導Ⅱを用いて観察される神経繊維の興奮を目標として、この興奮の源となつている神経細胞の興奮状態に及ぼす種々の物理、化学的影響を調べて見た。

自発性興奮は冷血動物用 Ringer 液にてよく10時間以上も保たれている。

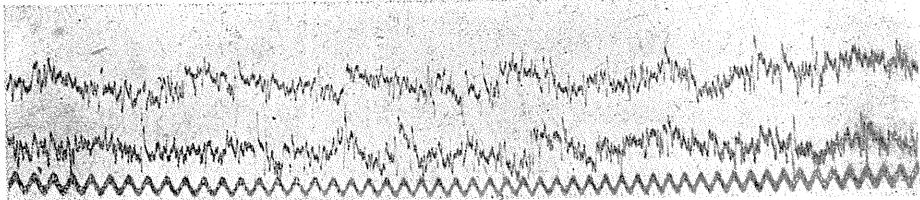
以下) 之を減少せしめることが分つた。

次に種々のイオンの作用について述べる。

0.6% NaCl 溶液中にて興奮発生をなしている神経細胞に1滴の 1% CaCl_2 溶液を作用せしめると、急に興奮発生は著しく増大し1分前後にて急に休止する。かゝる CaCl_2 の刺戟作用は其作用如何に拘わらず常に認められた。興奮が休止した際に、Ringer 液にて洗つても恢復はしない。又 1% KCl 溶液を同じく1滴作用せしめると、次第に興奮発生は少なくなりまもなく休止するが、この場合は Ringer 液にて洗えば再び興奮発生を始める。然し KCl の大量にては CaCl_2 の如き刺戟作用が認められた。

CaCl_2 の作用にて興奮が著しく増大している時に KCl を作用せしめれば容易にその刺戟作用を除去することが出来、KCl の作用にて興奮発生が休止している時 CaCl_2 を作用せしめれば

第3圖 神経細胞節の自発性興奮



connection cord は切断して増幅器にフィルターを入れて記録したもの。時間は $1/60\text{sec}$

NaCl 溶液を用いて、その浸透圧の相違が神経細胞に及ぼす影響を観察して見た。その結果を総合すると大体次の如くなる。 $0.6 \sim 1.2\%$ にはよく数時間興奮発生を見るが 0.6% 以下には $20 \sim 30$ 分にて興奮発生は段々と少くなり終に全く休止する。

然しこの場合 Ringer 液にて標本を洗うと再び活潑な興奮発生を始める。 4.8% 以上及び 0.3% 以下、又は蒸溜水に於ては一時興奮は著く増加し、電圧も大となるが、間もなく急に全く休止し、この場合は Ringer 液にて洗つても再び興奮発生を始めることはない。

0.6% NaCl 溶液に CH_3COOH 又は NaHCO_3 を適量に加えることにより pH の相違の神経細胞に及ぼす影響を調べた結果、pH の増加 (7.9 以上) は自発性興奮を増大し、pH の減少は (6.5

Ringer 液に比して容易に正常の興奮発生状態に復せしめることが出来る。

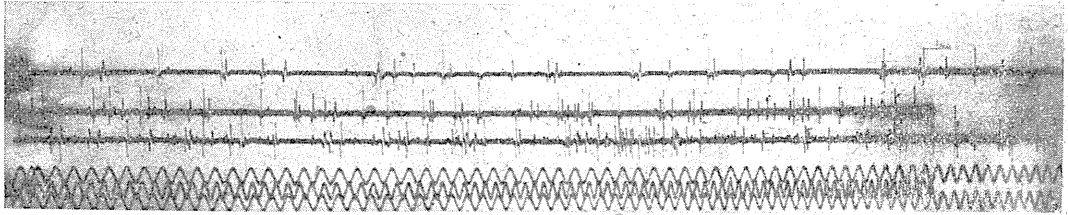
又 BaCl_2 、 MgCl_2 は CaCl_2 と同じ様な作用を示した。

アルコール、クロロホルム、エーテル等の蒸気作用せしめると一時的に興奮発生は著く増加し、まもなく休止する。この場合 Ringer 液にて洗えば次第に恢復することが認められた。

〔Ⅲ〕次に Connection cord の神経繊維を減数分離して単一神経繊維の興奮を記録し、その頻度及び週期よりして1個の神経細胞の興奮状態を推測してみた。此の場合特に神経細胞を刺戟又は興奮を抑制する爲には CaCl_2 及び KCl を用いた。神経繊維が非常に細いので大体 $20 \sim 30$ 本に減数分離して実験を行つた。

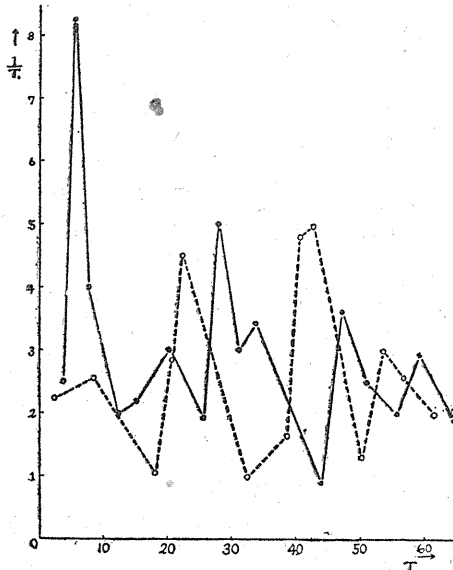
第4図は之等実験に於ける記録の1例である。

第4圖 Connection cord の繊維を20本に減數分離して誘導した自發性衝撃



上より記録 (A) (B) (C) とする. 時間は 1/60sec

第5圖 衝撃の時間頻度曲線



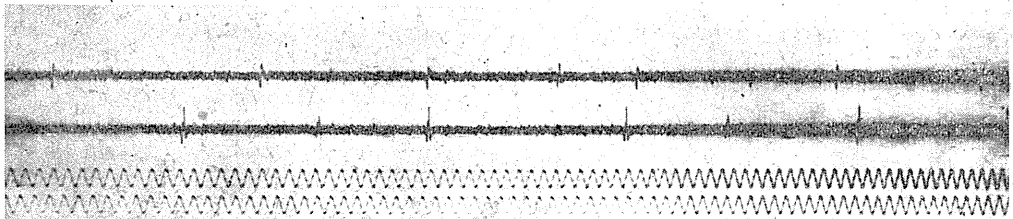
横軸は時間, 縦軸は衝撃の出現頻度を表はす. $T; 1=1/60\text{sec}$ を示す.

第4圖の (A) 及 (B) に於て明に區別出来る大きな興奮電圧を示す衝撃の1個々々について、頻度1時間曲線を作つて見ると第5圖の如くなる。(A) の場合は点線にて (B) の場合は実線にて示して置いた。之によつて衝撃群が週期を以て現われていることが分り、その週期は (A) に於ては明に 4/sec, (B) の場合は明瞭ではないが大體 5/sec となつてゐる。(C) の場合の様に衝撃の數が増加すると衝撃群の週期は區別が出来なくなる。

第6圖は衝撃發生が段々と少くなり愈々休止する頃の記録で衝撃は大體 3/sec の頻度にて規則正しく送り出されている。

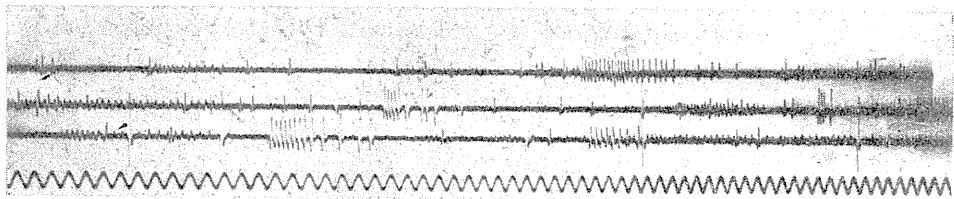
第7圖は CaCl_2 の作用にて衝撃發生は増加し、頻度が最大となつてゐる状態にてかゝる状態になると間もなく衝撃發生は止み、最早再び恢復しない様になる。此の際、衝撃の頻度は最大

第6圖



神経細胞の興奮が休止せんとする直前の衝撃發生状態を示す. 時間は 1/60sec

第7圖



神経細胞の興奮が最大に達した時の衝撃發生状態を示す

200/sec に達する。

之等の実験を総合すると大体次の如く言える。

即ち1個の神経細胞が衝撃発生をなす場合、安静時に於ては大体3/sec程度の頻度を以て割に規則正しく衝撃を発生し、段々と興奮して来ると、その衝撃数は増加し、それと共に衝撃は群をなし、此の群がある週期を以て現われて来る。興奮が進むにつれ頻度は大となる一方週期は小となり、興奮が最大となると頻度は200/sec程度に達し、その場合1回の衝撃群の週期は大体8/sec程度である。この場合衝撃群の週期を神経細胞の興奮週期と一致すると考えると、神経細胞の興奮週期は大体3~8/secの変動があることになる。

考 察

以上松カレハの神経節細胞による自働性の衝撃発生は生理的に如何なる意味のものであるかは明かでない。然しながら神経細胞興奮の一般性質の研究対象としては環境条件に対するその強靱な抵抗力の点でまことに良好な研究資料であると考えられる。高等動物の神経細胞興奮の研究と共に比較研究したならば得るところが多いと考えられる。

結 論

著者は松カレハ幼虫の神経節細胞の自発性興

奮電圧を記録し、それに対する諸種の影響を検討し、更に単一神経繊維の衝撃を記録することによつて1個の神経細胞の興奮態度を推測した。その結果

(1) 神経細胞の自発性興奮は冷血動物Ringer液及び0.6~0.2%NaCl溶液中にて最もよく保たれ、0.6~0.3%NaCl溶液、KCl、pHの減少(6.5以下)等にて幾分抑制され、2.4%以上又は0.3%以下NaCl溶液、CaCl₂、pHの増加(7.9以上)等にて一時性に促進される。又前者の作用にて休止せるものはRinger液にて恢復するが、後者の作用にて休止せるものは恢復しない。

アルコール、クロロホルム、エーテル等は自発性衝撃を一時増大せしめ後休止せしめる。之はRinger液にて恢復する。

(2) 神経細胞の興奮による衝撃頻度は安静時には3/sec、最大興奮時には200/secとなり、衝撃群の週期はその間3~8/secと次第に小となる。

擧筆するに當り、懇切な御指導と御校閲を戴いた恩師額瀨尾教授に感謝する。

文 献

- 1) Adrian, E. D. (1930) The activity of the nervous system in the caterpillar. *J. Physiol.*, 70
- 2) Adrian, E. D. (1931) Potential changes in the isolated nervous system of *Dytiscus marginalis*. *J. Physiol.*, 72

Summary

The author has studied about spontaneous action potentials of ganglionic cells of the caterpillar of *Dendrolimus Spectabilis* Butler, and effects of some agents upon the discharge of impulses.

The following are the results from the experiments.

1) The spontaneous discharges of ganglionic cells can be very well in Ringer's solution for cold blooded animals and also in 0.6-1.2 per cent. solution of NaCl. They are inhibited by 0.6-0.3 per cent. solution of NaCl, KCl and acidity of medium. They are accelerated temporarily in those solutions of such an unnatural concentration of NaCl as over 2.4 per cent. or 0.3 per cent. CaCl₂ and alkalinity of the medium have also the effect of acceleration. The inhibition in 0.6-0.3 per cent. solution of NaCl and others may be moved by the application of Ringer's solution. Alcohol, chloroform and ether cease them respectively after a temporal acceleration.

2) The spontaneous discharges of each ganglionic cell show periodic changes. We find that the period of these changes varies from 1/3-1/8 second in our recordings of discharges in a single nerve fibre. They mean probably the usual ganglionic excitation.

The frequency of discharges in a single nerve fibre may vary from three to two hundreds per second.

(Institute of Physiology, Faculty of Medicine, Kyushu University.) (Prof. Dr. A. Seo)

蛙の網膜働作電圧に於ける週期的振動について 612. 843. 16

On Periodic Changes of Action Potentials of Retina of Frog.

瀨 瀨 教 三 (Kōketsu-Kyōzō)*

緒 言

網膜働作電圧は1865年 Holmgren (1880) の発見以來多くの学者によつて研究されて來たが、その分析及び構成要素 (Component) の発生、原因に就ては今なお多くの疑問が存在している。

網膜働作電圧は元來、平滑な曲線にて示されるものであるか、週期的な変動を示すものであるかに関しても色々な説が出ている様である。

頭足類や脊椎動物の網膜働作電圧に於ては光照射又は光遮断の際に小さな週期的振動波の認められることが記載された。

即ち Fröhlich (9) は頭足類にて之を認め、更に Hirschberg, Monjé (10) と共に蟄に於ても認め得たと記載している。Einthoven, Jolly (8) は已に蛙に於ても光照射の際之を認め、Chaffee, Bovie, Hampson 及び Sutcliffe 等 (4, 5, 6, 7) は蛙、蟄にて深く之を追求している。

然るに、Adrian, Matthews (1, 2, 3) は蛙、及び鰻に於て視神経幹からは振動性動作電圧を誘導し得たが、網膜働作電圧にては振動を見出し得なかつたと述べ、兩氏は視神経幹にて神経性動作電圧がかく振動するならば網膜内の神経纖維に於ても之のあるべき筈であるが之が現れないのは神経纖維の大部分が兩電極間に鉛直に位し、働作電圧の誘導には不適當な位置にある爲であると述べている。

鰻の視神経からの誘導に於ては上述の働作電圧の他に一定の條件下に認められる別種の規則正しい週期性振動波が得られる。Adrian は之を Fröhlich が頭足類の眼球にて認めた振動波と同性質のものだろうと考えた。

然し Fröhlich は振動の起源を感覚細胞にあるとなし、Adrian 等が蛙や鰻で之を認めざり

しは刺戟の強大なりし爲興奮波が相層積してこの現象が出現するに至らざりしに因るもので、神経細胞の活動により出現するものではあるまいと論じている。

Chaffee 等は蛙、蟄でこの種の振動波を認め之が網膜働作電圧の分析の上に重要な要素である点を指適し、之は恐らく網膜内神経纖維の働作電圧に基くものならんと述べ、網膜働作電圧の主要部は多くの神経纖維の働作電圧の綜合により出來たもので、之に上記振動波の現われるのは興奮せる纖維の數の關係や、神経間の關係によるであろうと述べた。

最近 Granit (11, 12) は蛙の網膜働作電圧に於て Chaffee 等の認めた様な振動に時々遭遇したが、之は恐らく視神経幹に生じた電圧変化が網膜上の電極から誘導されたものならんと述べている。又視神経幹の全く切断された場合になおかゝる振動の認めらるゝことあるは、網膜内の神経纖維の働作電圧が電極の位置が適當である場合にのみ誘導されて出現すると考える。

以上脊椎動物の網膜働作電圧は本來週期的の振動波を含むべきものであるか否か、又かゝる振動波の起源についても疑問があるので本実験を行つた次第である。

實 験 方 法

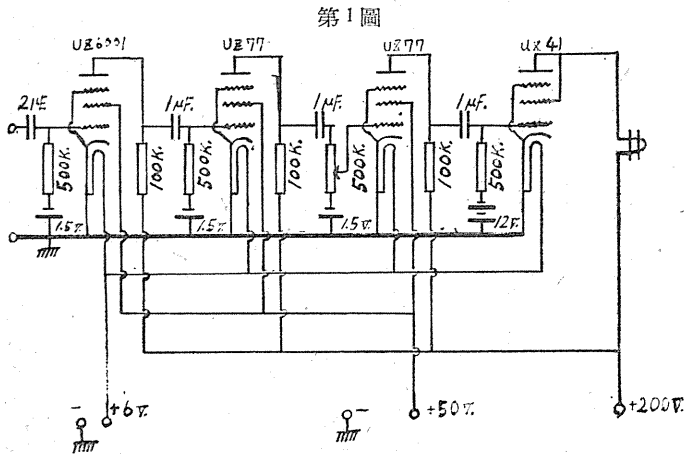
実験材料としては、日本産トノサマガエル (*Rana nigromaculata*) の別出全眼球標品、及び眼球後半網膜標品を用いた。視神経働作電圧を誘導するには全眼球に視神経をその交叉部迄附着せしめた標品を用いる。この標品以外は視神経幹は出來るだけ標品に附いておらぬ様にする。

実験は昭和23年1~3月の間に行い、実験中の室温は大体 6~15° であつた。

* 九州大学医学部生理学教室 (瀬尾教授)

刺戟装置としては光源にマツダ200W電球を用い、レンズを以て適當に集光する。刺戟強度を変えるには光源の距離を変えることによる。又刺戟面積を変えるには標品と光源との間に適當な位置に置かれたスリ硝子の衝立に小窓を作り、之を照射する方法を取る。それ以外は直接光を眼球又は網膜に當てた。光の照滅は100V交流電源回路の電鍵の開閉による。

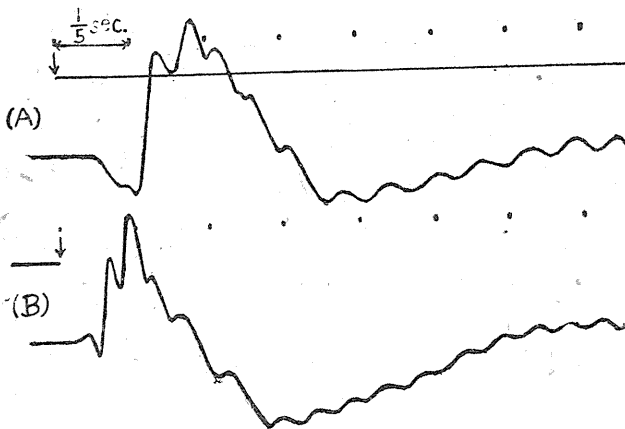
網膜動作電圧を記録するには本実験目的に適當と思われる時定数を小にした抵抗容量結合式四段増幅器を用いた。その配線を第1図に示す。



電極は白金電極を、又記録は横川製6型電磁オツシログラフH型振子による。

実験中の感度は大体 $30\mu\text{V}$ の入力に対し $1\sim 2\text{cm}$ のフレを示す程度にした。

第2図



実験結果

(I) 網膜動作電圧に関する実験

標品は全眼球標品、及び眼球後半網膜標品である。全眼球標品の場合は全実験を通じて例外なしに光照射又は光遮断の際に網膜動作電圧はb波及びd波に於て1秒間10個内外の週期を以て $50\mu\text{V}$ 前後の振幅を有する振動を認める。

眼球後半網膜標品の場合は時にかゝる振動を示さないこともあつたが、適當な条件下には常に之を認めることが出来た。

かゝる振動は一定の条件下にて大体一定の週期並に振幅を示すものであるがその1例として第2図を参照されたい。

(A)は光照射(B)は光遮断の際のものである。増幅器の性質上全体的の波形は網膜動作電圧としては定型的なものではなく、低週波部分であるゆるやかな曲線部は除外され、それに比して週期の短い振動波が明瞭に記載されている。

振動は光照射の際はb波と、光遮断の際はd波と同時に始まつている様に思われる。普通振動は $1/2\sim 1$ 秒間程続き割に規則正しく、特に第2図に現われているものゝ様に振動が數秒間継続する場合は非常に規則正しい正弦波に近いものを示すことがある。

この振動の性質を追求せんとして次の様な企みをした。

(1) 電極の位置と振動との関係

全眼球標品の場合電極を角膜及び鞏膜上に置き、鞏膜上の電極の位置を種々変えて、電極の位置によつて振動が認められない様な場合があるか否かをしらべた。その結果として電極の位置を種々変えることにより、動作電圧の全体的の波形には多少の変化が認められるが、その爲に振動が消失する様な

ことはなかつた。又視神経幹の断端に電極を置いても別に振動が著明になる様なことはなかつた。即ち Granit 等の言う適当な電極の位置によつてのみ振動が認められることはない。然し大体に於て2つの電極の位置が眼球の中心を通り鉛直に位置しない時の方が全体の働作電圧は小となるが振動部は明瞭になる様に思われた。

眼球後半網膜標本を用いた場合はこれに反し電極の位置は振動を誘導する上に重要な条件となる様に思われる。

即ち兩電極を標本の網膜側、及び鞏膜側の相對應する部位に置いた場合は働作電圧は大であるが振動は之を認め難く、網膜側の電極を此の對應点より遠ざけるにつれて振動は明瞭になる場合が多い。

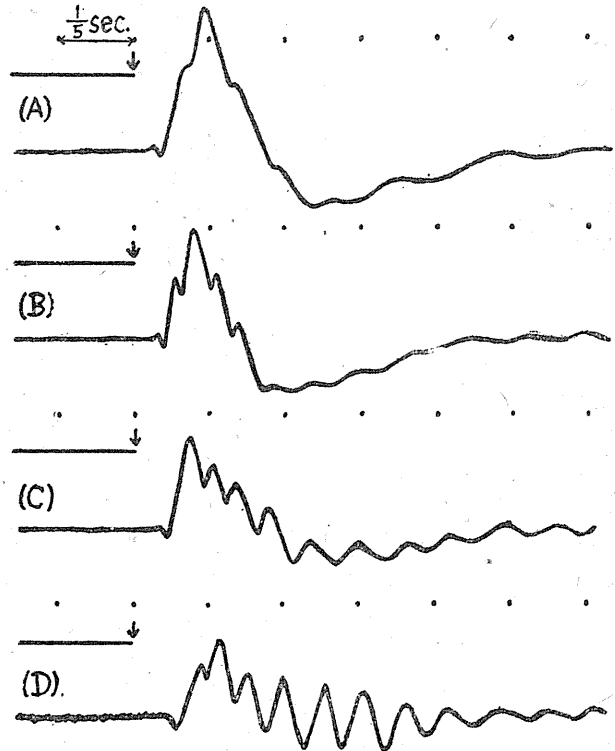
(2) 刺戟強度と振動との関係

刺戟強度を種々変化して見て、それにより振動が如何に影響されるかを観た。全眼球標品を用いた場合も、眼球後半網膜標品を用いた場合も、刺戟強度を大にするにつれて全体的の働作電圧は大となるが、それに比して週期性振動は振幅小となり、刺戟の極大なる時に此の種振動を認め得なくなることに度々遭遇した。然るに刺戟強度を小にするにつれて全体的の働作電圧は小となるが、それに比して週期性振動はむしろ著明になり、終には基線上に振動部のみが認められる様になる。即ちこの振動は刺戟が強大に過ぎると之が現われ難く、むしろ中等度以下の刺戟の場合の方が著明に現われる。又この振動の週期は大体一定で、刺戟強度により振動週期が変ることは認められなかつた。第3圖 (A)~(D) は刺戟強度を段々に弱めた場合の振動波形を示す。この際刺戟強度を大にするにつれて増幅器の感度を幾分大にして撮影した。

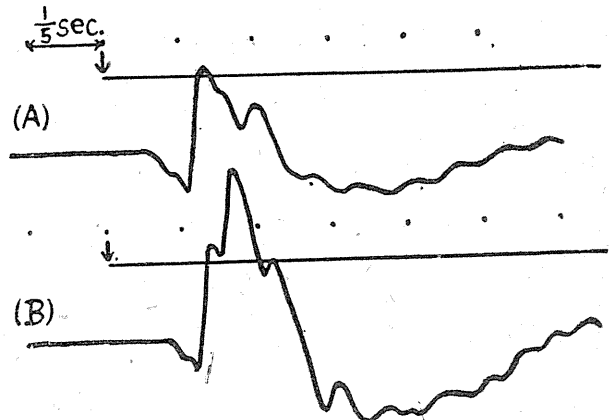
(3) 刺戟面積と振動との関係

標品の前方約 20cm の所にあるスリ硝子衝立に小窓を作り、この小窓の面積を種々変えて網膜上の刺戟面積の大きさを變える。かくてこれと

第3圖



第4圖



振動との関係を観察した。その結果は刺戟強度を變化した場合と同じ様で、刺戟面積の大小と刺戟強度の大小とは並行的関係にあることを認めた。

(4) 順應状態と振動との関係

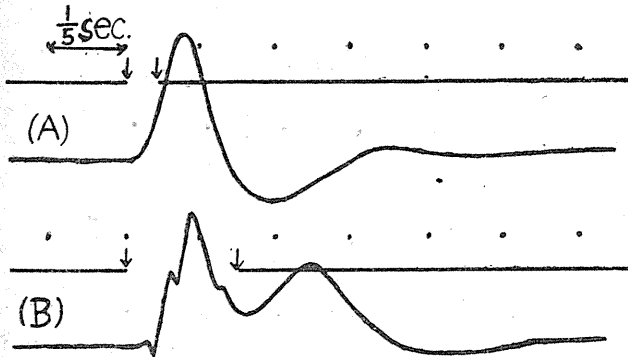
順應状態の程度と振動との間に関係があるか否かを観察してみた。その結果順應程度は網膜動作電圧の全体的の大きさには影響するが、振動部には別に大した影響はない様である。例えば光照射の際のものを第4図に示す。(B)は(A)に比して暗順應の進んだものである。(A)、(B)共に振動は明に認められるが、主要部をなすゆるやかな曲線部の電圧は(B)は(A)に比して大である。

(5) 瞬間刺戟、及び繼時刺戟と振動の関係

瞬間的に光照射、又は光遮断を興えた場合は網膜動作電圧は主要部をなすゆるやかな曲線部のみが現われ振動は認められない。

又光照射、又は光遮断により振動が現われている時に再び光遮断、又は光照射を興えると、その瞬間振動は全く消失しゆるやかな曲線部のみが残る。第5図はかゝる現象を示したものである。(A)は瞬間的に光遮断を興えたものであり、(B)は光遮断直後再び光照射を興えたものである。何れにせよ光照射、光遮断何れか2個の刺戟が繼時的に興えられた場合には振動は消

第5圖

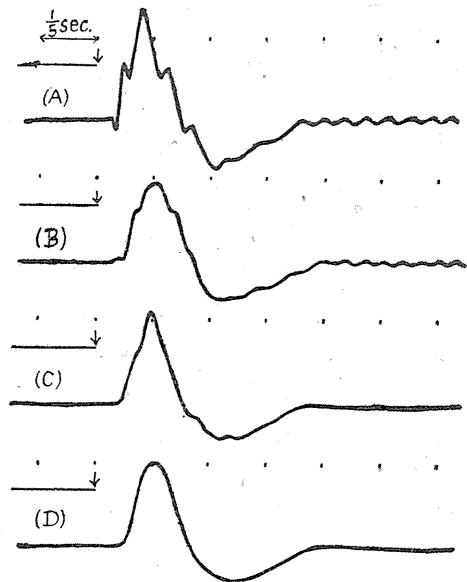


失する。かゝる現象は恐らく Granit が視神経幹の興奮電圧に於て認めた抑制現象と同じものと思われる。

(6) 1% Cocain-Ringer 液の振動に及ぼす影響

明瞭なる週期性振動を示している眼球後半網膜標品に1滴の1% Cocain-Ringer 液を滴下してその影響を観察した。

第6圖



その結果は第6図に示すが如く滴下後數分にて振動は全く消失し、それに反し主要部をなせるゆるやかな平滑曲線部には何等の変化も來さぬことを認めた。即ち第6図に於て(A)は正常なものにして(B)~(D)は夫々Cocain-Ringer 滴下後30秒、1分、2分経過した場合のものである。(B)、(C)に於て次第に振動部のみが消失しつつあるのが分り、(D)に於ては全く平滑な曲線となつてゐる。又このまゝの状態で數時間後にも何等の変化も來していないことを認めた。

かゝる事実よりして振動は網膜動作電圧の主要部をなせるゆるやかな平滑な電圧変化とは別個のものであり、Cocainにより影響を受け易い組織から

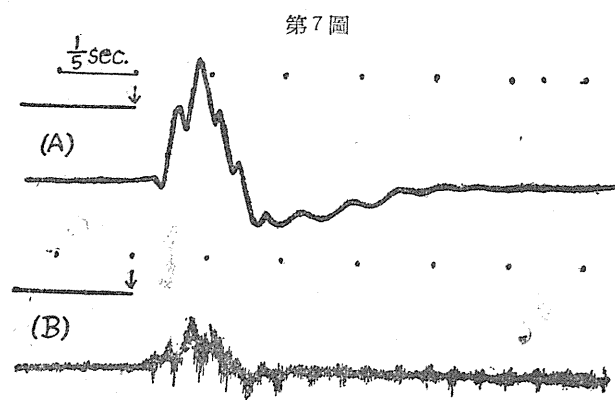
の発生電圧であらうことが考えられる。

(II) 視神経幹の働作電圧

眼球と共に取り出した視神経幹の2ヶ所に電極を置き誘導した。増幅器は網膜動作電圧を記録したと同じもので、光照射、又は光遮断を興えた場合に視神経幹に生ずる働作電圧を記録した。その結果は網膜部より誘導した場合に得ら

れる振動と、週期の全く一致した振動波と更に週期の短い神経纖維特有の興奮電圧が重つているのが認められる。この場合週期の長い振動波の振幅は網膜部より誘導された振動の振幅に比して相当小さいものである。

第7図の(A)は網膜動作電圧を、(B)はその時の視神経幹の動作電圧を示す。



考 察

本実験結果に明らかなる如く蛙の網膜動作電圧には光照射、光遮断の際共にb波及びd波に更に週期性振動を加重するもので、之は記録装置、電極の位置等を適當にすることにより常に記録出来るものである。

而してこの振動を示す要素は従来 P_I , P_{II} , P_{III} の三要素に分析されたゆるやかな平滑な曲線で示される網膜動作電圧とは別個の要素であろうことは種々の実験結果、特に1% Cocain-Ringer 液の作用結果等を通じ容易に肯定されると考える。

然らばこの種の振動性電圧を與えるものは何であろうか？ 従来も考えられた様に網膜内の発電部位としては感覚上皮細胞、神経細胞、神経纖維の3種のものしか考えられない。Fröhlich は之を感覚上皮細胞からの発電であるという。実際著者の実験で用いた1%のCocain液は極めて有力な麻痺剤であるから上記の3種の何れの部位も影響されるものと考えられる。にもかゝらず感覚上皮細胞より起ると考えられるゆるやかな電圧は尙残るのである。斯様に著者の

実験を以てしては Fröhlich 説を否定し去ることは出来ない。又網膜内には多數の神経纖維を含んではいるが著者の実験にも見られる光照射によるこの振動の抑制作用の如きから考えると神経纖維からの直接の発電ではなさそうである。其れ故この振動の源としては神経細胞と感覚上皮細胞とを考へるのが妥當であらう。且つ振動の週期から神経細胞をこの場合の発電体と考へたいのである。然し、これには確固たる證據を挙げるわけにはいかない。若し神経細胞が直接の発電体だとすると、網膜内の多數神経細胞が凡そ等しい週期で同一時間に発電する時に現われるものと思われる。

結 論

(1) 蛙の網膜動作電圧に於ては光照射、及び光遮断の際に常にb波及びd波に週期的振動を認むるもので過當な方法、条件によれば確實に記録出来る。

(2) この種振動は室温 $6\sim 15^\circ$ の下で規則正しく毎秒10回前後の週波であり、振幅は $50\mu V$ 前後を示し、眼球外視神経を完全に切除した時も之を認め得る。

(3) この振動は従来知られている網膜動作電圧 P_I , P_{II} , P_{III} の何れの成分とも発生上別個のものと思われる。

(4) この振動は Cocain の作用にて消失し、抑制現象が認められる。視神経幹より誘導される場合にはこの種の振動の上に更に週期の短い振動が重つて現われる。

稿を終るに臨み、御懇篤なる御指導と御校閲を賜りたる恩師瀨尾教授に對し深く感謝の意を表す。

文 献

- 1) Adrian, E. D. and R. Matthews, (1927) The action of light on the eye. Part I. The discharge of impulses in the optic nerve and its relation to the electric changes in the retina. J. Physiol. 63
- 2) Adrian, E. D., and R. Matthews, (1927) The action of light on the eye. Part II. The processes involved in retinal excitation. J. Physiol. 64

- 3) Adrian, E. D. and E. Matthews, (1928) The action of light on the eye. Part III. The interaction of retinal neurones. *J. Physiol.* 65
- 4) Chaffee, W. T., E. L. Bovie, and Hampson, (1923) The electrical response of the retina under stimulation by light. *J. Opt. Soc. Amer.* 7
- 5) Chaffee, W. T., E. L. Bovie, and Hampson, (1924) Effects of varying the wave length of the stimulating light upon the electrical response of the retina. *J. Opt. Soc. Amer.*, 9
- 6) Chaffee, W. T., E. L. Bovie, and Hampson, (1927) Electrical response of the retina in different types of cold-blooded animal. *J. Opt. Soc. Amer.* 15
- 7) Chaffee, W. T. and E. Sutcliffe (1930) The differences in electrical response of the retina of the frog and horned toad according to the position of the electrodes. *Amer. J. Physiol.* 95
- 8) Einthoven, W. and W. A. Jolly (1908) The electrical responses of the eye to stimulations by light. *Quart. J. exper. Physiol.*, 1
- 9) Fröhlich, F. W. (1914) Beiträge zur allgemeinen Physiologie der Sinnesorgane. *Z. für Sinnesphysiol.* 48
- 10) Fröhlich, E. W., F. Hirschberg u. M. Monjè (1927) Der zeitliche Verlauf der Aktionsströme vom Wirbeltierauge. *Z. für Biol.* 87
- 11) Granit, R. and L. A. Riddell, (1934) The electrical response of light- and dark-adapted frogs eyes to rhythmic and continuous stimuli. *J. physiol.* 81
- 12) Granit, R. and P. C. Therman (1935) Excitation and inhibition in the retina and in the optic nerve. *J. Physiol.* 83

Summary

It is a well known fact that action potentials of retina of vertebrates have sometimes periodic changes, but we have no reliable knowledge about the source of these changes, whether they originate from sense cells or nervous tissue of optic nerve.

The following are results from experiments of the author.

- 1) Periodic changes appear in action potentials of retina of frog always as on- and off-effect of light. The disappearance of the changes from retinogram may be caused from deficiency of apparatus, unsuitable position of electrodes and unsuitable strength of stimulus.
- 2) The frequency of the periodic changes is about 10 per sec. under the temperature of 6-15°C.
- 3) The periodic potentials do not seem to be contained in the slow potentials as P_I , P_{II} and P_{III} of retina, it may be another component.
- 4) The periodic changes disappear sooner than slow potentials as an effect of the action of cocaine. Action potentials of high frequency from optic nerve may be caught sometimes superposed by the above mentioned potentials.

(*Institute of Physiology, Faculty of Medicine, Kyushu University*) (Prof. Dr. A. Seo)

静脈瓣と血行に就て 612.134

Studies on the Venous Valves and Blood Flow.

渡邊俊男 (Watanabe-Toshio) ・西本和夫 (Nishimoto-Kazuo)*

I. 緒言

静脈瓣は日常我々の皮下に見出し得るのでその最初の発見は, Harvey の血液循環機構の確立以前極めて古く, その間の消息は必ずしも明確でないが, 1536年頃 Gianbattista Cananoが初めて瓣を指摘したが, 彼はこれを公けにはしなかつた. 1545年 Charles Estienne はたゞ肝臓に於て, 膜様の瓣を記載しているが充分明らかではない. 次で Jacobus Sylvius (1479~1555) の死後の発表に, 奇静脈の開口部に, 屢々又頸静脈, 上膊静脈, 或は下肢の静脈の如く大きな静脈に瓣の存在していることを記載しており, 1559年公けにされた Realdo Clombo の業績には, 腸間膜静脈に於ける瓣の記載がある. 遂に1603年 Hieronymus Fabricius に依て瓣の構造, 位置, 分布等が明確に認められ, William Harvey の血液循環の発見に依てその生理学的な意義づけが行われた (1).

その後, Bennighoff, Bleicher and Weber, Franklin, A. Jäger, Lungwiß, Mériel, 小河, Pratt, 上岡及び Turner Warwick 等の業績相次いで報告されているが (1, 2, 3, 4), 何れも解剖学的な立場を離れていない. これらに就ては後章に於て述べるが, 瓣の研究は先づ解剖学的, 組織学的に行われ, アノマリーの発見に甲論乙駁し, 次で比較解剖学的, 胎生学的, 宗族発生学的又統計学的に研究されて来たが, 形態学的な観察を主としているものであつて, 生理学的意義づけに就ては, たゞ部分的な考察がなされているに過ぎない. 又近時放射能不透物質に依る瓣の研究は大きな貢献をなしつつある (5, 6).

静脈系に於ける血行機序の1つの特徴は, 瓣

* 広島医科大学生理学教室

の補助作用であり, これらの全体的, 系統的研究が静脈還流を解明する大きな手がかりであることは論を俟たない. 渡邊は先に静脈を組織学的に系統的に研究してこれを分類し (7), 更に静脈の有する筋量を組織定量的に計測して静脈還流に対する寄與に就て述べたが (8), こゝでは静脈瓣に就て生理形態学的に全体的統合のもとに追求しその所見を報告する.

II. 研究方法

瓣の検索は一見容易に見えるが, それはたゞ大きな静脈の範囲に於てあつて, 細小な静脈に就て明確を期することは極めて困難な業であつた.

小河 (3) は柄の先に毛を附した消息子を用いて解剖しつつ双眼顕微鏡のもとに観察しているが, 手部等の静脈に就ては充分な検索が出来ず, その成績の一部は略述するに止めてある. 上岡 (4)はこの点を指摘して, 切片標本に依る検索をなさずして瓣の存在を否定することを不當なりとした.

私等は検索の方法として, 墨ゲラチン溶液を動脈より注入し, 上記の兩者即ち解剖しつつ立体顕微鏡のもとに観察する法を主とし, 數ヶ所に於ては連続切片標本を製作し, 尙透明標本を作り弱拡大で鏡検する法も兼ね用いた.

材料は主として猫を用いた. 従來の研究は例えば上肢何例, 頭部何例として報告されがちであつたが, 私等は各個体の全静脈系を検索することにした. 更に四足獣と比較するために人間の瓣に就ても検索した.

固定にはフォルマリン溶液を用い, 従つて計測値は凡て固定後の數値である.

III. 成 績

A. 静脈の大きさと瓣に就て

瓣の存在及其多寡は静脈の大きさを以てのみ論ずる事は出来なけれども、E. S. Schafer (9) は直径 2mm 以上の静脈に於て瓣を認め、Klotz (10) は直径 1mm 以下の静脈では瓣をみていない。A. Jäger (1) は蛙に於て更に細小な静脈に就て瓣の存在を認め、上岡 (4) は又人間の内臓に於ける小静脈の瓣膜を検索し、上行結腸粘膜炎下組織心臓外膜組織内小静脈にも稀有ではあるが瓣を認めている。

猫に於ける私等の検索では、中等大の静脈即ち四肢の主流をなす静脈に最も多く、四肢帯部の静脈に至るとその数は更に減少し、大きな静脈例えば V. cava に到ると全く消失している。多くの観察者 (Friedreich, N., Haller, A., Houzé, Senac, J. B. 等) も V. cava の心臓より總腸骨静脈の分岐する間には瓣を認めていない (1)。

瓣は又細い静脈に於ても減少し、直径 0.3mm の静脈に至るまでは認め得たが、これより細い静脈に於ては我々の方法では認め得なかつた。

B. 瓣の cusp 數に就て

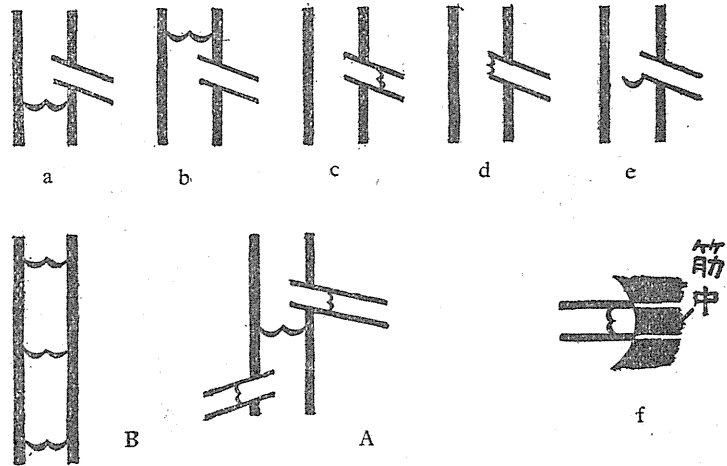
猫に於ける瓣の cusp 數は unicuspid のものより quadricuspid までの何れも認めたが、その頻度は bicuspid のもの最も多く、次で unicuspid, tricuspid の順であり、unicuspid のものは ostial valve に多く見られ、合流枝の合流端に於てポケット状をなして存在し、合流血液の逆流するのを防止する様相を呈している。quadricuspid のものは 8 例中僅かに 1 例しか認め得なかつた。

C. 瓣の在り方に就て

瓣を ostial valve と parital valve とに區別したのは、解剖学的な観点よりなされたものであつて、私等は瓣の生理学的な機能上の立場より次の様に分類した。

1) 合流部、吻合部に関連して存在するもの

第 1 圖 種々なる瓣の在り方 (説明本文)



(第 1 圖の A)。

2) 血液流柱を分割して推進せしめているもの (第 1 圖の B)、これらの瓣は合流、吻合部に關係なく、ほぼ等間隔 (猫に於ては 1.8~2.4cm) をおいて存在している。

合流、吻合部を中心とした瓣の在り方は、第 1 圖の a, b, c, d, e, の如く種々の場合のものを認めたが、最も多いのは第 1 圖 a の如く合流枝を受ける幹静脈の遠心側に瓣の存在する場合である。c, d, の在り方は合流枝たる静脈が比較的大きな時に存在する。所謂 parital valve としての出現の頻度は多いものより a, c, b, d の順であつた。e の在り方も ostial valve には又屢々認められるがその作用は確實性を欠いている。

又これら瓣の在り方とその機能との間には法則性を見出す事は出来なかつた。

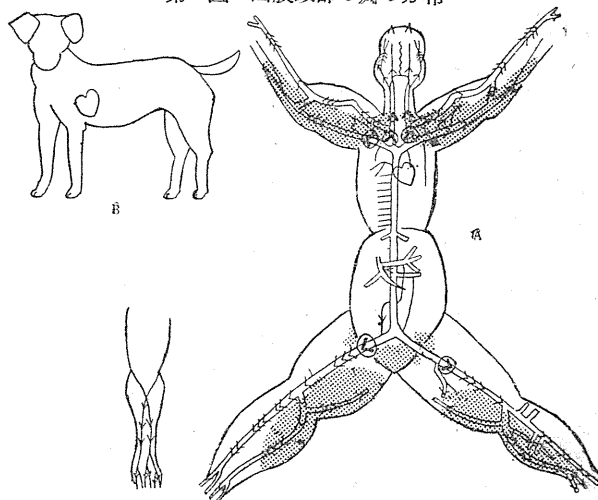
D. 瓣の間隔に就て

Bardeleben は 1854 年、四肢に於ける瓣は或る定つた距離をおいて配列されていると言う、Klappen Distanz-Gesetz を記載しているが、Kampmeier 及び Birch (11)、小河 (3) はじめ多くの学者は反対している。Bardeleben は更にこれに追加して、等距離を示さないことがあるのは年齢に依る変化であつて、若し 1 ヶの瓣が退化した時は、その距離は定つた距離の倍數關係をなすと報告した。

第1表 瓣の間隔(ネコ)

靜脈名	動物番號	左右	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
(例えば1は第1瓣, 第2瓣の間隔)														
前肢皮靜脈	5	右	0.9	3.3	1.1	/	3	0.9	1	1.2				
	5	左	1	1.7	3	2.2	3.9	2	2.6	2.5	0.6	1		
	6	右	1.3	1.3	1.1	2.2	1.8	2.8	2.2	2	1.7			
	6	左	1.6	1.5	2	1.5	2.2	/	1	2.7				
後肢深在靜脈	5	右	/	/	/	3	2	1.9	2.4	1	1.1	1.1	5.3	
	5	左	1.9	1.8	/	2.7	0.7	1.6	0.3	0.3	4.7	1.1	1.5	1.7
	6	右	1.5	1.1	/	1.8	1.2	1.4	2.5	3				
	6	左	/	/	1.8	0.5	1.2	0.8	/	1.4	2.4	0.5	0.5	
V. facialis	5	左	2	1.1	0.7									
V. submentalis	5	左	/	0.9	0.6	0.8								

第2圖 四肢頭部の瓣の分布



Aは平面みとり圖, Bは心臓の高さ, くは瓣, ①は空靜脈内の変動を防止する瓣, 薄墨の部は深在部を示す

私等の計測では第1表の通りであつて, 合流, 吻合枝の關係も加り, Bardeleben の言う如き定つた間隔は示さなかつた。

然し乍ら部分的には合流枝のない所でも, 數個の parital valve が等間隔をおいて存在しているのを認めた。

E. 瓣の分布と密度に就て

従來解剖的な研究は主として, 諸種の靜脈に於ける瓣の存否及びその多寡を論じて定説なく, 更に進んで胎生学的, 比較解剖学的, 宗族發生学的に検索されているが, 何れも解剖学的觀察であつて, その生理学的意義に就ての考察は少い。又瓣の機能は血液の逆流を防止するものであつて, 靜水力学的な水柱の重量に抵抗して作用するものではないとされている (1, 11)。

1) 猫に於て第2表第2図の如く, 四肢特に下肢に多い, 次で頸部顔面に於ける靜脈 V. submentalis, V. facialis で, V. intercostalis, V. pulmonalis には瓣は認めなかつた。腹腔に於ける V. cava には瓣は存在しないけれども, 此に注ぐ靜脈には第1図 c の在り方を示す瓣が屢々認められた。

人間に於ける瓣の分布も概して猫のそれに類似し, 直立し得る人間と四足獸との間に著明な差異は認め得なかつた。

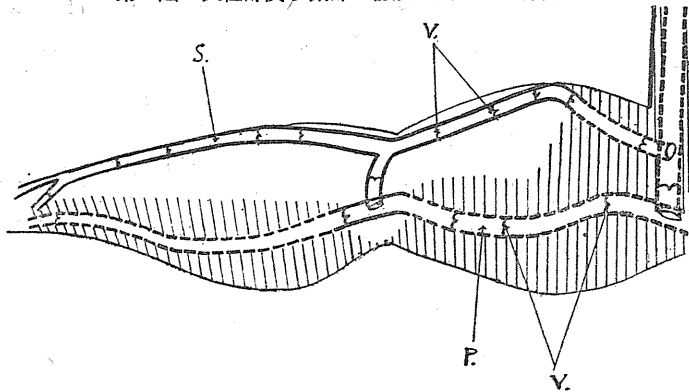
2) 古くは四肢の表在靜脈に於ては, 深在靜脈に於けるより瓣の數が多いとされていたが, 1851年 Wahlgren はこれに反対し, 小河もまた表在靜脈より深在靜脈に多いとしている (3)。

第2表 (猫6例の平均)

靜脈名	瓣の數
Extremitas thoracica	19
"/ Pelvina	31.3
Vv. faciales	12
V. fugaris ext.	2
V. brachiocephalica	1.5
Vv. intercostales	0
V. pulmonalis	0
V. renalis	1
V. lienalis	0
V. gastroepiploica dext.	1
V. mesentericae crau. et caud.	0
V. portae	0
Vv. spermatica	1.5

私等の猫に就ての検索では前肢に於ては表在靜脈に瓣は多く深在靜脈にはより少なかつた。後肢に於ては膝關高の深在靜脈にも多數の瓣を認めたが, 一般に表在, 淺在の靜脈に於ては深在のものより瓣が多く, また同一靜脈に於ても

第3圖 表在部及び深部の静脈の瓣(ネコ前肢)



P. は深部静脈, S. は表在部の静脈, V. は瓣

表在, 淺在部を走っている部分に於ては深部を走っている部分に於けるより瓣が多かつた。

第3圖はその1例である。

3) 瓣はまた静脈が表在部より深部に入る直前に位置している例を屢々認めた(第1圖f)。

4) 従来解剖学者の研究を總攬すれば、殆んど凡ての静脈に瓣は存在しているけれども、何れの場合に於ても例外を伴い、またアノマリーの記載を主としている。瓣の生理学的意義に就て論ずるには、常に一定の個所に存在する瓣を以て「瓣を有す」となす可きである。

心臓の静脈に就ては、その開口部に瓣の存在を認めるもの多く、Lancisi は *V. pulmonalis* の幹部には瓣は存在しないけれども、その枝には瓣が存在するとしたのを初め、Richelmann, Mayer, Cuvier はこれに賛意を表しているがなお多くの学者は否定している(1)。内頸静脈には瓣が存在し、胎生時には機能が完全であるがその後は一般には不完全なものであろうと考えている。外頸静脈に於ける瓣の存在は、Riolan, Diemberoeck, Dionis に依つて否定されているが、Piersol は此の静脈が *V. subclavia* に開口する部に或は又その経過中に瓣が存在していると述べている(1)。

私等の成績では *V. jugularis*, *V. subclavia* 及び *V. brachiocephalica* の合流部に於ては、殆んど常にその合流枝に瓣を認め、また *V. thoracica longitudinalis* の合流部に於ても同様

瓣を認めたが、その経過中には存在しなかつた。

上空静脈系は一般に瓣は少いけれども、その比較的大きな静脈でも合流部に於ては常在している。下空静脈系に於ては *V. ilica com.* には缺如し、*V. ilica ext.* では約半数に於て瓣を認めた。

IV. 考 察

A. 大きな静脈に瓣の存在しない事は多くの学者の意見を等

しくする所であるが、細小な静脈に於ての発見は遂次その範囲を擴めている(4)。然し乍ら斯る瓣の存在は発見的事実の記載に止り、その後は質的研究より量的統計的研究に進んで來たが、未だ静脈還流に対する寄與については余り触れていない。

極く大きな静脈に瓣の存在しないのは斯る静脈は心臓に近く、既に瓣の補助的作用に依らず静脈還流を行う充分な動因を有している故であろうと考える(12)。Kloß, 上岡(10, 4)は極く細小な静脈にも瓣を認めているが、それは四肢に於ける瓣の如く、多数且つ必在性のものではなかつた。單に瓣の存在と言うならば、蛙の坐骨動脈、或はヤツメウナギの大動脈分枝部にも瓣は存在していると言う(12)。渡邊は先に細小な静脈に於ては寧ろ比較的筋量多く静脈還流に寄與すること大なりと述べ(8)、此の部に於ては毛細管圧は尙高く、従つて静脈還流に於て瓣の関與するのは主として四肢及び頭頸部の中等大の静脈でなければならぬと考えられる。

B. unicuspid の瓣は ostial valve に多く又最も多く発現するのは bicuspid のものであつたがこれらの分布とその機能關係に就いては不明であつた。

C. 瓣を ostial valve と parital valve と分けたのは主として解剖学的な立場からであつて、私等はこれをその機能上より

1. 合流部にあつて血流の方向づけを援助す

るものと、

2. 合流部に關係なく血流の推進を援助するものに分けた。

Bardeleben(1)の“Distal from every tributary lies a valve, proximal from every valve is tributary-entry”と言う説は概念的なものであつて、この法則に従つて存在する瓣は最も多いけれども、私等の成績では常に必ずしも斯る關係は見出し得るとは限らなかつた。そして合流部の圍周には何らかの在り方で血流の方向づけをする瓣が存在した。

瓣は又静脈が表在部より深部に移行する直前に存在している事が多い。静脈流は表在部より深部に流れ、この瓣は外力に依て深部の静脈が圧迫される時の逆流を防ぐものであつて、合流部に存在する瓣と近似の作用を有している(11)。

D. Bardelebenの Klappen Distanz-Gesetz を承認する様な等間隔の列を猫に於ては認めなかつた。氏はこれを發生学的に説明している。私等はしばしば部分的に數個の瓣が殆んど等間隔に、合流部に關係せず配列されているのを認めた(第1図B)。これらは中等大の静脈、即ち四肢の幹静脈に存在し血流柱を區切つて還流を容易ならしめていられると考へられる。

E. 瓣の分布の密度は(後肢)に最も多く、次で前肢(上肢)頭頸部の順であり、表、淺在の静脈より深部のものにはやゝ少い。渡邊は先に深部の静脈に於ては同部位の皮静脈より筋量が多いとし(8)、また筋の運動が静脈還流を助長する事を認むるならば、瓣の數は四肢の如くその位置の常に變轉し易い所、また静脈還流に対する能動的寄與の少い所に多いと考へられる。

また瓣の作用が血液の下垂に対する防禦装置としてのみ存するならば、人間と猫との間に於てその分布状態は當然差異を示さなければならぬと考へられる。私等の検索では猫に於ても、人間に於ても下肢に最も多く次で上肢、顔面の順であつた。このことは瓣の作用は静水力学的に血液の下垂に抗するためのもばかりではないことを暗示していると考へられる。又 Hyrtle, Wintringham, Nicholson, Kampmeier and Birch

(1, 11)等は瓣は血流の逆行を防止するものであるけれども、静水力学的な血流の下垂に抗するものではないと考へている(1)。

今試に、上肢を下垂したまゝその近心部を緊縛する時は皮静脈は著明に怒張し、且つ瓣の存在部が隆起するのは常に觀る所であるが、若し上肢を拳上して同様な緊縛をほどこす時はその怒張も又瓣の隆起の程度も前者より遙かに輕度である。此の事實は瓣の存在が血液の水力学的下垂に抗するものであることを示している。

また私等の成績よりすれば、瓣の分布密度は中等大の静脈に於て、心臓より離れている程、また心臓に比して下位にある静脈程瓣の數は多いと考へられる。

古くは四肢の表在静脈に於ける方が深在のものより瓣が多いと考へられていたが、その後は此と反対の説をとくものが多い。私等の猫の検索では表淺在静脈に於ては深在のものより瓣が多いと考へられる。後肢に於ては膝窩窩の深在静脈に瓣が集簇しているが、一般には同一静脈の走向中に於ても淺表在性に走つている部分は深在性に走つている部分より瓣の數は多く、また前肢に於ては明らかに表淺在静脈に於て瓣が多い。

上空静脈系に於ては下空静脈系に於けるより一般に瓣の數は少いが、V. jugularis, V. subclavia, V. brachiocephalica の合流部では毎常瓣を認め、このものは心臓に還る静脈流の変動を防止している。下空静脈系に注ぐ静脈の開口部に於てもしばしば瓣が存在し、V. ilica com. は瓣を缺くけれども、V. ilica ext. には概して瓣が存在し、その他の場合に於ても V. femoralis の Lacuna vasorum の近くに瓣が認められる。これらの瓣に依て下空静脈系の血流の変動を防止している。あたかも心臓を中心とし、上空、下空静脈の遠心端に於ける瓣は城砦の「二の丸」の如く位置し、心臓に還る血流の変動を防禦している。又下肢に於て瓣の數は最も多きに拘らず、V. ilica com. に瓣を缺き、V. ilica ext. にもしばしば缺損しているのは、この部は心臓から離れているので心臓の運動に依る影響を受け

ることも少い故であると考えられ、これに代つて V. femoralis の近心部にある瓣が有効に作用して、下空静脈に還つた血流の変動を防止している。

V 結 語

1. 瓣は一般に中等大の静脈に多く、直径 0.3 mm の静脈に於ても認められた。

2. cusp の数は單片のものより 4 片のものまで認められ 2 片のものが最も普通である。

3. 瓣の在り方は合流、吻合部にあつて、血液の方向づけをするものと、合流部に關係なく存在して、血流水柱を分割して静脈還流を容易ならしめるものがある。

4. 瓣は四肢特に後肢（下肢）に多く次で、前肢（上肢）頭頸部の順であり、その分布密度は心臓よりの距離と高さに關係している。

5. 位置を変轉することの多い四肢の静脈には瓣が多い。

6. 前肢に於ては表淺在性の静脈は深部のものより瓣が多く、後肢に於ても同一の静脈で表淺在性に走る部分に於ては深部を走る部分より瓣が多い。

7. Klappen Distanz Gesetz に就ては賛成し難いが、四肢の中等大の静脈に於てはほぼ等間隔（1.8~2.4cm）に瓣が配列され血流を容易ならしめているものがある。

8. 合流枝の開口部より末梢部の幹たる静脈に瓣を有する場合最も多いが、なお種々なる在り方を示しているが一定の法則はなかつた。

9. 上空、下空静脈の遠心部には多く瓣が存

在し、心臓に還るべく流入した血流の変動を防止している。

文 献

- 1) Franklin, K. J. (1927) Valves in veins: an historical survey. Proc. R. Soc. Med. 21, 1~33
- 2) Bennighoff, A. (1930) *ibid.* "Blutgefäß und Herz," in W. v. Möllendorf's Handbuch der mikroskopischen Anatomie des Menschen, Vol. 6, pt. 1. Verlag von Julius Springer, Berlin.
- 3) 小河萬藏 (1933) 日本人の静脈瓣に就て 日本外科室函 10, 541
- 4) Ueoka, W. (1934) Über die Klappen der Kleinen Venen in den Eingeweiden des Menschen. Nagoya J. med. Sci., 8 46~51
- 5) Franklin, K. J., and R. Janker, (1936) Respirations and the venae cavae further X-ray cinematographic studies. J. Physiol., 86, 264-268
- 6) 根本一郎 (1937) 日本人胎兒の静脈瓣（その 1 下肢）日本解剖誌 9, 83
- 7) 渡辺俊男 (1949) 静脈の構造と分類に就て 広島醫學 2, 234
- 8) 渡辺俊男 (1949) 静脈に於ける筋量分布に就て 日本生理誌 11, 249
- 9) Schafer, E. S. (1929) The essentials of Histology. 12 edition 229, Longmans, Green and co., London: New York: Toronto.
- 10) Klotz, K. (1837) Untersuchungen Über die Vena saphena magna beim Menschen, besonders rücksichtlich ihrer Klappenverhältnisse. Arch. Anat. Physiol. (Anat. Abt.), 159-173
- 11) Kampmeier, O. F., and C. L. F. Birch, (1927) The origin and development of the venous valves, with particular reference to the saphenous district. Amer. J. Anat., 38, 451-499
- 12) Ledderhose, G. (1904) Die Bedeutung der Venenklappen und ihre Beziehungen den Varcien. Deutsch. Med. woch. 1563
- 13) 江下良彦 (1937) 動脈分岐部に於ける瓣様装置に就て 日本解剖誌 9, 81

Summary

The discovery of venous valves was recorded anciently 1609 by HIERONYMUS FABRICUS as they were visible directly under cutaneous. Previous investigations were done anatomically, histologically and embryologically for the purpose of finding of valves anomalies.

This report was attempted, as the whole body and systematically with the view of the explanation of the venous return by adding of my previous works.

The results were as follow:

The number of venous valves is predominant in the middle size of veins. But venous valves also are found rarely to the veins of 0.3 mm calibre.

The number of cusps are from only one cusp to fore, but bicusps are most commonly.

The situation of venous valves are divided in two forms, the one has intimate relations with the venous junctions, and directs the course of blood flow, and the other has no relations with the junction of veins and situated almost at the same distance, and accelerated the venous return by cutting up blood streams in some blood columns.

Venous valves are abundantly in the limbs, especially in the lower limbs, secondly in the arms and then in the heads and necks.

The distribution of valves are related with the distance from the heart and with the height of their situations compared with heart.

Generally, valves are rich in the limbs of which situations are changeful. And in the limbs the valves are more abundant in the superficial part than in the profound part.

(Department of Physiology, Hiroshima Medical School)

単純な網膜の単一光受容器の動作流に及ぼす温度の影響に就いて 612.843.2

Effect of Temperature upon the Electric Response Purely Originated in the Unit Receptors of Simple Retina.

花岡利昌 (Hanaoka-Toshimasa)*

I. 緒言

電場的に見て規則正しい構造を有する単純な網膜 (アメリカザリガ = *Cambarus clarkii*) では個々の光受容器を組織学的に分離する事なく全体の動作流から単一光受容器の動作流の経過をうかがい知る事の出来る事及び、斯くして得られた動作流は脊椎動物眼の複雑な網膜動作流の構成要素であつて、視覚に直接的に関係のある Process II (P_{II}) そのものに當るものである事を

筆者 (5) は既に報告したのであるが、このように単一光受容器そのものゝ動作流と考えられるものが種々の条件に対してどのように振舞うものかということは動作流発生の機作を考察する上に重要な事柄であつて、前文 (5) に於ては刺激光の強さに対して規則正しい関係のある事を報告しておいたが、本報告に於ては動作流の経過に及ぼす温度の影響に就いて述べたいと思う。

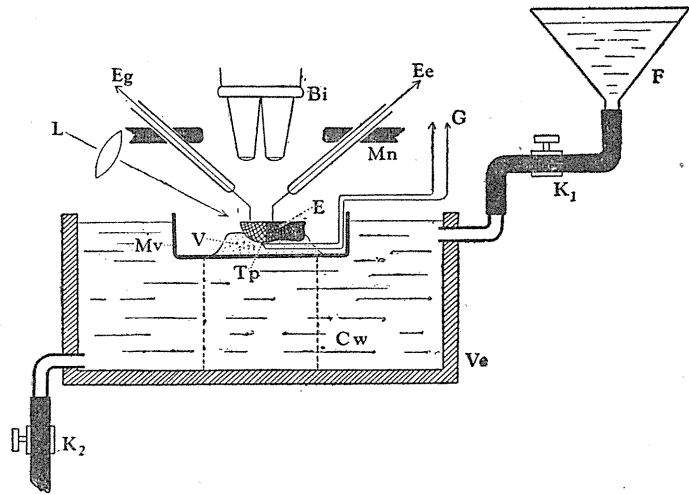
本実験の結果の考察に対しては名古屋大学医学部中島実教授の御示唆を多く受けた次第で、此所に厚く御礼申上げる。本研究は文部省科学研究費による研究の一部である。

II. 方法

網膜は前報 (5) と同様にすべて2分したものをういて microelectrode を局所的にあてがつた。即ち grid極を網膜の角膜側に接地極を網膜

の神経側にあてた。網膜の温度は第1図の如き装置によつて変化せしめた。Ve は木製の小箱で内面に paraffin を塗付して防水してあり、その中に厚さ 0.3mm の aluminium 製の円形の金属の器 Mv を支え、この内側に vaseline をうすく塗つて両断した網膜を断面を上にして固定した。網膜の局所温度を測定するために copper-constantan 熱電対の接点 Tp を眼の下面に密接せしめた。尚或る場合には上面の網膜断面上に接点を置いて試みたが結果は同様であつた。尚

Fig. 1. Schematic diagram of the apparatus for varying temperature of eye.



Ve; wooden vessel lined with paraffin. F; funnel for inflowing cooling (or warming) water. K₁, K₂; pinch cocks. Cw; cooling water. Mv; metal (aluminium) vessel. E; eye, bisected longitudinally. V; vaseline for mounting eye (within 0.5mm in thickness). Tp; thermopile of copper-constantan. G; galvanometer. Bi; binocular. Mn; micromanipulator. Eg; grid electrode, Ee; earthed electrode. L; direction of stimulating light.

実験上の注意として熱電対の接点はこの部分だけを測定すべき個所に接触せしめただけでは、被測定物が微小で熱容量の少ないものでは導線を傳つて熱が放散し又外界の温度の高い場合はこの反対となつて眞の温度が測定されない。従つて導線を測定すべき個所の温度に出来るだけ

* 奈良女子大学生理学研究室

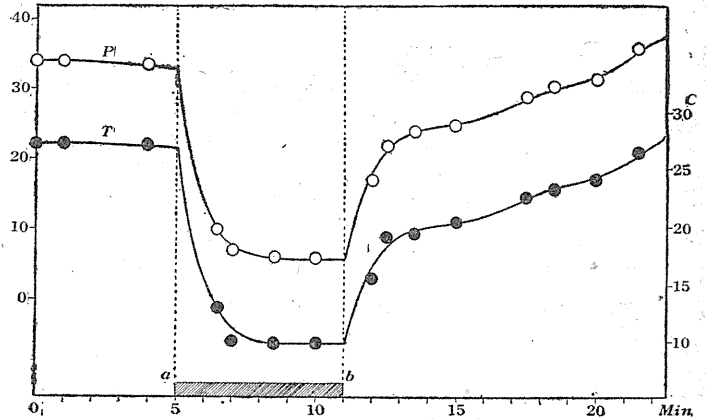
近く保たしめるために接点から可成り長い範囲(この場合は約50mm以上)を図の如く金属器の内面に沿つてはわせる必要がある。実験は気温の高い(29°C前後)時に行つたので多くの場合金属器の周りに冷水を灌流する事によつて行つた。なお気温より高い温度に対しては温水を灌流した。刺激光は強度を常に一定(約 8×10^4 lux)にして側方より角膜上に投射し全面照射である。照射時間は前報(5)にも述べた如く0.02sec以上では波形に変わらないので0.5sec以上1secとした。働作流はこの実験に於てはその経過よりみて直結増幅器を必要としないので主としてR-C結合増幅器(時定数1sec)により増幅し電磁Oscillographにより記録した。又働作流の大きさ(単相性働作流の最大値)のみ観るだけで充分の場合は記録しない光点の振幅を直読した。

Ⅲ. 結 果

働作流の大きさは温度の変化に対して全く平行的で且可逆的である(第2図)。第3図は別の例に於て測定した温度対電圧曲線で0°Cから28°Cの範囲では直線的である。30°C以上の温度に於ては働作流の発生が極めて不規則になり、同一温度で同一電圧を示さないのみならず可逆的でなくなる。即ち30°C以上ではそれ以下の温度に於て保たれた温度対電圧曲線の直線性が保たれないというのでなくて測定が不可能となるのである。0°C以下では試みなかつたが角膜表面に氷の小片を

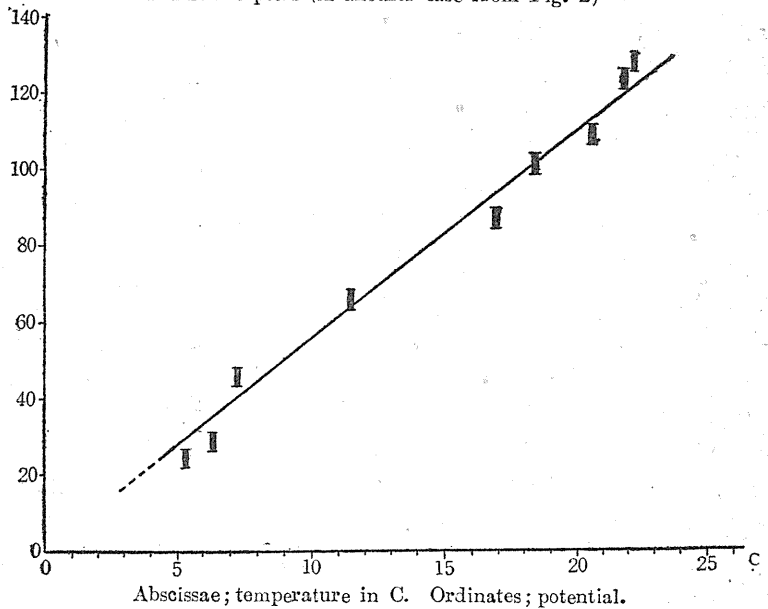
直接接触せしめると(この場合でも0°Cにはならないが)刺激光の強度を増しても働作流は殆んど発現しなくなる。温度の変化に対する電圧の増大の度合は可成り著しく第3図でみるように Q_{10} が2.1を示している。温度の低下に伴つて働作流の潜伏期及び上昇期が増大するが、こ

Fig. 2. Correlation of potential of response to temperature.



Between a and b, cooling water applied. Abscissae; time in minutes. Left ordinates; potential ($\times 2.6 \mu V$), Right ordinates; temperature in C.

Fig. 3. Effect of temperature on the potential of electric response of unit receptors (in another case from Fig. 2)



の有様は前文(5)に報告した刺激光の強さを低下した場合に極めてよく似ている。

IV. 考 察

網膜働作流に対する温度の影響に就いては古く Gotch (1903, 1904) (2, 3), Nikiforowsky (1911) (9) が, 蛙眼に就いて実験しており, 其の後 Riedel (1918) (11), Chaffee, Bovie and Hampson (1923) (1), Pieron and Segal (1939) (10) によつて精しく観察されている。これらの結果は何れも温度を下げる事によつて所謂 b 波の消長が著しく影響をうけ十分に冷却 (0°C 近く) する事によつて殆んど消滅するが, 温度を上昇する事によつて全く可逆的に回復せしめる事が出来る事を報じている。特に Riedel はえびの複眼に於ける働作流の多相性が温度の降下により頭足類のそれにみられる如き単相性の単純な経過となる事をみている。兎に角いくつかの経過 (要素) の複合した働作流に於ては b 波又は要素 P II が最も温度の変化に対して影響をうけるものである事が明らかにされている。ところでザリガエ網膜の働作流に於ては上述の如く温度の変化に対して極めて鋭敏で Q_{10} は 2.1 を示しており, 0°C 近くでは刺激光の強さにかゝらず全く発現しなくなる。又働作流の経過即ち波形には全く変化が無く唯電圧の大きさが温度の低下ととも次第に小となるのみで位相が反轉する事は全くないのである。然して温度に対する電圧の変化は完全に可逆的であつてこれらの諸事實は, ザリガエ網膜の働作流は前報 (5) にのべた如く個々の単一受容器そのもの働作流の経過をあらわすものでしかもそれが唯一つの要素即ち P II に相當する要素のみよりなる事を示すものである。

働作流が 30°C を越えた温度では測定不能に陥る著しい変動を示す事は種々の変温動物の網膜に於ける物質代謝が 30°C 前後を界として急激に変動することと軌を一にしている。例えばウグイ *Leuciscus rustilus* (Nakashima, 1929) (8), 猫鮫 *Scylliorhimus stellaris* Campos, 1937) に於ては呼吸作用 Q_{O_2} も解糖作用 $Q_M^{O_2}$ (酸素中) 又は $Q_N^{N_2}$ (窒素中) も共に 30°C を越えると急激に増大している。

以上の如く単一光受容器の働作流に於て温度の影響をみると其変化に対して直線的且可逆的である事は此働作流の発現が単一受容器内に於ける光化学的過程に極めて直接的に結びついてあるものである事を示すもので, 網膜働作流の発生の機作を考える上に極めて大切な事柄である。

尙, Jahn and Wulff (1943) (6) によつて網膜働作流に対する温度の影響が報告せられているが, 筆者はこの報文を閲読する事が出来なかつたので, この考察に於て彼等の結果に関して何等触れ得なかつた事は遺憾であつた。

V. 摘 要

1) 単一受容器の働作流の経過を示すザリガエ網膜の働作流にて温度の影響をみた。

2) 温度の低下により働作流の大きさ (電圧) は減少し潜伏期及び上昇期は増大するが波形に変化はない。

3) 電圧は 0°C 乃至 30°C の範囲に於ては温度に比例し且完全に可逆的である。

文 献

(〔) 印は直接読みえなかつたものを示す)

- 1) Chaffee, E. L., W. T. Bovie, and A. Hampson, (1923) The electrical response of the retina under stimulation by light. J. opt. Soc. Amer. 7, 1-44
- 2) Gotch, F. (1903) The Time relations of the photoelectric changes in the eyeball of the frog. J. Physiol. 29, 388-410
- 3) Gotch, F. (1904) The Time relations of the photoelectric changes produced in the eyeball of the frog by means of coloured light. Ibid. 31, 1-29
- 4) Granit, R. (1947) Sensory Mechanisms of the Retina. London. 1-412
- 5) 花岡利昌 (1950) ザリガエの単一光受容器より發生すると見なされる働作流と其の發現の様式に就いて 動物学雑誌 59. (印刷中)
- 6) [Jahn, T. L. and Wulff, V. T. (1943) Effect of temperature upon the retinal action potential. J. cell. comp. Physiol. 21, 41-51]
- 7) Kohlrausch, A. (1931) Elektrische Erscheinungen am Auge. Handb. norm. path. Physiol., 12/2
- 8) 中島 實 (1949) 網膜の化学 醫學綜報 3 (3)
- 9) Nikiforowsky, P. M. (1912) Über den Verlauf der Photoelektrischen Reaktion des Froschauges bei Abkühlung. Z. Biologie, 57, 397-412

- 10) Pteron, H. and J. Segal, (1939) Des variations de latence des réponses électriques oculaires et de la dissociation nécessaire de l'onde négative initiale et de l'onde positive terminale de l'électro-rétinogramme. C. R. Soc. Biol., Paris. 131, 1048-50
- 11) Riedel, A. H. (1918-19) Ein Beitrag zur Kennetnis der photoelektrischen Reaktion des Hummerauges. Z. Biologie, 69. 125-40

Summary

In previous paper⁶⁾, the author has discussed the nature of the electric response to illumination, elicited in the retina of cray-fish, *Cambarus clarkii*, in which the homologous receptors arrange in acute regularity in a view of electric field, forming semi-spherical layer of retina. The electrogramm of the retina is a very simple monophasic shape, setting out abruptly after some latent period (ca. 0.03 second), growing to a maximum in ca. 0.07 second and then dying away toward its base line slowly, even though the illumination continues steadily. This course of the wave is strictly same as that of the electric response of light sense cells of *Limulus* reported by Hartline in 1928. From the standpoint of electric field, the author has concluded that the response should be generated in the each unit receptor itself.

In this report, the behavior of the bioelectric response of unit receptors influenced by temperature is discussed. The potential of the response is reduced by cooling the retina and recovers its value by warming and this change is strictly parallel and reversible between 0°C and 30°C. Beyond the upper limit of the temperature, the straight linearity of the curve is not only held, but the value takes at random time to time. This fact correlates to that the metabolism (oxidation, glycolysis) in the retina of cold-blood animals changes abruptly beyond 30°C, while under this limit the value of potential grows up corresponding to temperature. Latent period and growth time of the response are the greater, the lower the temperature is, behaving as in the case of reducing the intensity of stimulus light.

Such behaviors of the electric response against temperature described above indicate that the generation of electricity in a single receptor has a direct connection to the photochemical process in the light reactive system of sense unit.

(Physiological Laboratory, Nara Women's University)

單位符號の標準

一般にc.g.s.單位とし、その基本單位の 10^3 を k 、 10^6 を M 、 10^{-3} を m 、 10^{-6} を μ として符號の前につけます。單位符號の後に点をつけません。

(g .でなく g)

1. 長さ $\mu\mu, m\mu, \mu, mm, cm, m, km$ 等

[注意] 1) 米, 糎, 釐, 基米 等を用いませぬ。

2) $\mu \times 10^{-3}$ を $\mu\mu$ と書く人が時にありますが、之は $m\mu$ です。

$\mu\mu$ は $m\mu \times 10^{-3}$ です。

3) $m\mu/10$ を μ , $\mu\mu/10$ を X と書きますが、この單位は用いない事にします。

2. 面積 $mm^2, cm^2, m^2, a=m^2 \times 10^2$,

$ha=a \times 10^3$ 等

[注意] 1) $qm=m^2, qcm=cm^2$ 等を用いませぬ。

2) cm^2 は $(cm)^2$ です。

mm^2 も $(mm)^2$ です。

3. 容積 m^3, mm^3, ml, l 等

[注意] 1) 立, 珪 等を用いませぬ。

2) mm^3 は $(mm)^3$ です。

3) $cc=(ml)$ を用いない様にしたいと思います。

4. 質量 $\mu g, mg, g, kg$ 等

[注意] 1) 瓦, 珣 等を用いませぬ。

2) $\gamma (= \mu g = mg \times 10^{-3})$ は用いませぬ。

5. 時間 $hr, min, sec, msec, \mu sec$ 等

[注意] 1) 本文の中で、ジ, フン, ビヨウと読む時には時, 分, 秒等の日本字を用いても關いませぬ。

2) $\sigma (= msec = sec \times 10^{-3})$ は用いませぬ。

3) 表等の中で他の物と混同しない時には $h, m, s, ms, \mu s$ を用いても關いませぬ。

6. 力 $\mu dyne, dyne, Mdyne$ 等

7. 圧力 $Mdyne/cm^2 = bar = 0.987 atm, mbar$
 $dyne/cm^2, kg/cm^2, cmH_2O, mmHg$
 $atm = 760 mmHg = 1013 mbar$ 等

[注意] 1) 封度 ($lb/inch^2$) なる單位は用いませぬ。

2) $/cm^2 = cm^{-2}$ 孰れでも宜しい。

8. 仕事 $erg, J, kJ, kg \cdot m$ 等

9. 熱量 $cal, kcal$ 等

[注意] $kcal = cal \times 10^3$ を Cal と書く方式は用いませぬ。

10. 溫度 $t^\circ C, T^\circ K = (t + 273.2)^\circ C$ 等

11. 電氣諸單位は一般に大文字を用います。

volt: $\mu V, mV, V, kV, MV$ 等

ampère: $\mu A, mA, A, kA$ 等

ohm: $m\Omega, \Omega, k\Omega, M\Omega$ 等

watt: $\mu W, mW, W, kW, MW$ 等

farad: $\mu\mu F = \mu F, \mu F, mF, F$ 等

henry: $\mu H, mH, H$ 等

coulomb: mC, C 等

gauss: $\Gamma, \mu\Gamma$ 等

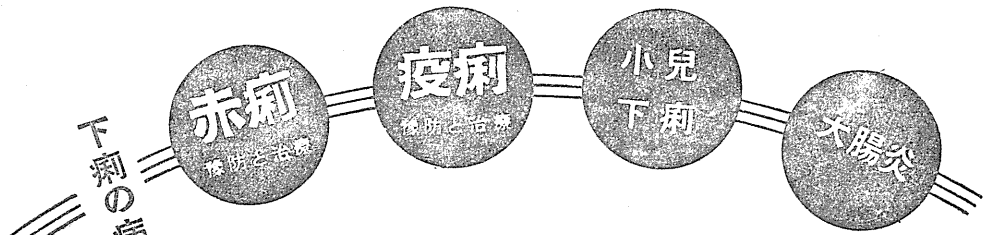
m.k.o.: $m\cup, \cup, k\cup$ 等

[注意] $\gamma (= 10\mu\Gamma)$ は用いませぬ。

12. 光 *lumen, lux, lambert, phot, M.K., C.M.* 等

13. 音 *db, phon, wien* 等

14. 周波数 $Hz = c/sec, c/min, kc, Mc$, 等



赤痢菌性・大腸菌性疾患に素晴らしい効力を發揮する・・・

フタリデンは血液中に吸収される事なく直接腸管内の病原菌に作用するフタリルスルファチアゾールで幼児に用ひても副作用なく排便中の菌も24時間で甚に減少します



日本化成
(旧三菱化成)

フタリデン

販賣元 中村瀧

東京大學教授
醫學博士 福田邦三著

精神の生理學

A5判三五〇頁上製本
正價四〇〇圓下四五圓

慶大教授
醫學博士 植松七九郎著

精神醫學

A5判四〇〇頁上製本
正價四五〇圓下四五圓

醫學博士 中谷隼男著

小外科學

A5判六七〇頁上製本
正價九〇〇圓下四五圓

東京醫大教授
醫學博士 加藤勝治著

新臨床血液學

B5判四五〇頁上製本
原色圖九葉挿入圖九九
正價八〇〇圓下四五圓

日本醫大教授
醫學博士 眞柄正直著

最新産科學

正常編 B5判三一〇頁上製本
原色圖五葉挿入圖一九五
正價八〇〇圓下四五圓
異常編 B5判五五〇頁上製本
原色圖十葉挿入圖二八〇
正價九〇〇圓下四五圓

醫學博士 山本康裕著

小兒科治療法

B5判六八〇頁上製本
正價九〇〇圓下四五圓

發行所

東京都文京區
本富士町二

文光堂

振替口座東京五七八番

昭和二十五年八月十五日印刷
昭和二十五年八月二十五日發行

編輯兼
發行人 戶塚武彦
東京部文京區本富士町
東京大學醫學部生理學教室內

印刷所

山形縣鶴岡市馬場町甲三
三浦武次郎
鶴岡印刷株式會社

發行所
東京部文京區本富士町
東京大學醫學部生理學教室內
日本生理學會

振替東京八六四三〇番
會費一ヶ月金五百圓
(昭和廿五年度)

中外製藥の良心的醫藥品

腦溢血の予防と治療に

ヒカルチン錠
—ルチン劑

肺炎・淋疾・其他一般化膿性疾患に

ネオチセプタール
スルファメチルチアゾール 末・注・錠

バセドウ氏病の特効劑

メチオジール
メチルサイオニラシール劑 末・注・錠

ビベンジル系新合成卵胞ホルモン劑

ロバール
注(油溶・水溶)錠

嫌・好・氣性兩菌を併殺する

ホモスファルミン「中外」
(略名ホモズル)末・注・錠

變質・強壯・解毒に

ヨードプロカノン
靜注

特にロイマチス・坐骨神經痛に

アロピラザルプロ
(略名強力アロプロ)靜注
(略名0.5%アロプロ)靜注

鎮痛・消炎・解熱に

ザルソプロカノン
(略名ザルプロ)2.5%靜注

製造元 中外製藥株式會社

サルファ劑の白眉



第一製藥

サルファ劑は選擇の時代が來た。

1. 治療効果の高いこと
2. 副作用の少ないこと
3. 治療費の軽いこと
4. 入手の容易なこと

これ等の總てを具備したものがこそ
「第一」のダイアジンである。

副作用發現率比較

スルファチアゾール	18%
スルファピリジン	16%
スルファミン	12%
スルファメラジン	7%
サルファダイアジン	6%

— 米國醫藥調查審議會發表 —

肺炎・淋疾・産褥熱・細菌性下痢・化膿性疾患

テラジアジン

錠…10T 20T 500T
注…10%5×10・10×5
末…25g 100g 500g
(偽品が横行中です)
品名御指定下さい

東京部 第一製藥株式會社 日本橋