

日本生理學雜誌

第 8 卷 第 2 號

昭和 18 年 2 月 13 日 發行

原 著

- 名取禮二・川上正義：筋短縮機構の研究(25) 骨骼筋の線膨脹係數に就て……………67
- 秋元新平：筋短縮機構に就ての研究(26) 骨骼筋の複屈折性に就ての研究(1)……………76
- 湯田勝年：筋短縮機構に就ての研究(27) 單一筋纖維に於ける局所收縮に就て
の研究(2)……………88
- 原 昊：腹窓法による家兎性器の研究 第3編去勢家兎の卵管及び子宮運
動並びに之に對する Ovahormon の影響……………92
- 佐竹結實：單一骨骼筋纖維に於ける攣縮の加重並に持續性短縮に關する研究…………… 103

會 報 (會 員 移 動)

大 日 本 生 理 學 會

略名・日本生理誌

NihonS eiri. Z.

VITAMIN

B₂

B₁

生産力擴充によるB₁の値下斷行

アベリ！・ビーイチ

V・B₁劑の最高峰として賞讃せらるゝ本劑は防腐劑、麻酔劑等の混入絶對になく皮下・筋肉内・靜脈内何れにも任意に適用し得る高單位品なり。病症の程度に應じ任意量のB₁補給に適する様各種強度品を用意せり。

カタフラズビン

— 純ビタミンB₂注射液 —

顯著なる發育促進作用を有し、ペラグラ様皮膚炎、眼疾患等に卓効を奏するのみならず、ビタミンB₁・Cの需要調節等に對し新治療學上重要な意義を以て使用せらる皮下（筋肉内又は靜脈内）に適用。
包裝 二cc（一〇瓶）五管一〇管



第一製藥株式會社

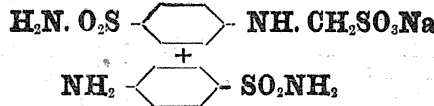
東京市日本橋區江戸橋三丁目
大阪市東區道修町一丁目

ABC-1

NEO-RUBIASIL

連鎖狀並葡萄狀球菌 淋菌性疾患特效

ネオ・ルビアシール



絶 讚!!

スルフォンアミド注射劑の完結

一〇%純水溶性
大量靜脈内注射好適品

(本劑の特徵)

- 一、純水溶性にして些の溶媒をも含有せざること
- 一、副作用絶無殊に蕁麻疹様發疹血管痛等なきこと
- 一、皮下筋肉何れに用ゆるも疼痛なきこと
- 一、婦人小兒も連用し得て目的を達すること
- 一、効果優秀九〇%以上

(適應症)

敗血症・産褥熱・化膿性疾患・急性慢性淋菌性諸疾患・肺炎
子宮附屬器炎・中耳炎・扁桃腺炎・丹毒・腎盂炎等

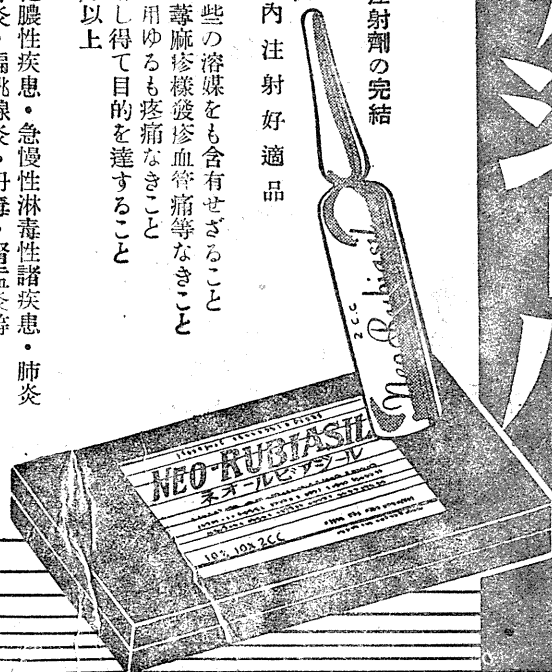
皮下筋肉靜脈兼用

- 二〇三 一〇管 五〇管
- 一〇三 一〇管 五〇管
- 二〇三 一〇管 五〇管

發賣元

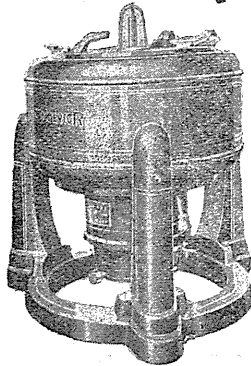
日東製藥株式會社

- 東京市目黒區下目黒二丁目二五
電話大崎(49)一〇九〇番
- 特約店 岩城市太郎商店
東京都日本橋本町四丁目
安原三郎商店
約安原三郎商店
福井市東區道修町二丁目
大阪市東區道修町二丁目



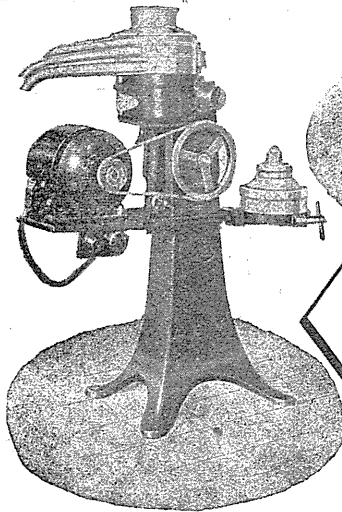
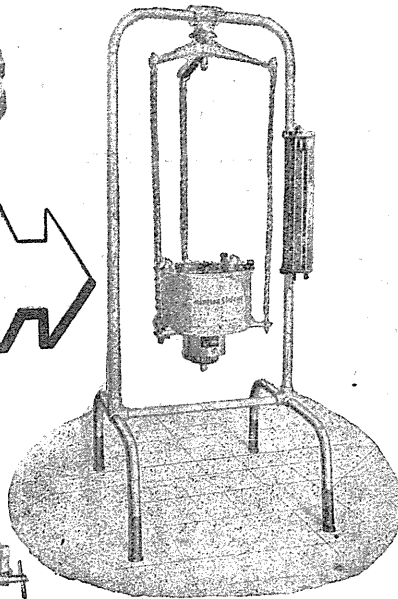
研究室備品

マルサン式遠心器



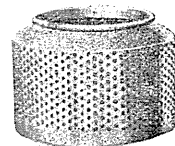
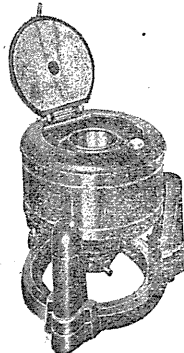
研究室=最速遠心器
No.90 三基懸垂式遠心器
 50cc. x 4本架 R.P.M. 4,000
 沈澱分離用 容量 50cc ~ 500cc.

コロイド及過性病原体
 沈降分離研究用
No.180 超高速懸垂式遠心器
 5cc. x 8本架 R.P.M. 12,000 ~ 16,000
 他=大型超高速遠心器アリ



細菌及微細沈澱物連続分離
 エマルジョン及油+水、完全連続分離
連続式遠心分離器
 槽1甲及槽2用
 1/2馬力 毎時40立處理他=大型用アリ

濾過、脱水、清塗、残渣採取
實驗用 小型脱水器
 (ステンレス製耐酸耐アルカリ用)
 R.P.M. 4,000 迴轉調節器付、使用法種々アリ
 バスケット径 15cm, 20cm, 25cm, 他=大型用アリ
 吸引ロート代用、フィルタープレス代用



ステンレス製バスケット

専門製作
佐久間寧二商店

営業所 東京都日本橋區京町三丁目一番地
 電話 日本橋(24) 三九五二・五四七八
 工場 東京都葛飾區南大塚三丁目十六番地
 電話 葛田 五二七〇

御報次第各種総合型録謹呈

骨筋の線膨脹係數に就て

(文部省科學研究費に依る研究)

東京慈惠會醫科大學生理學教室

名 取 禮 二 ・ 川 上 正 義

Natori-Reiji ・ Kawakami-Masayosi

(昭昭17年10月10日受付)

I. 緒 論

此報告は表題の研究を行ひ、筋の分子構造に對し1,2の考察を試みたもので、實驗事實の提示と共に骨筋の力學的機構の統一的な解析を意圖した1つの考へ方を示したものである。元來骨筋の分子構造を検討する最も確實な方法としてX線研究法が擧げられて居るが、骨筋のやうに數 μ の廣さの Inokomma の中に等質部、不等質部、Hensen 膜等と種々機構の異なるものが含まれて居る場合には、夫々各部の分子構造を知らなければ筋機構の本態的な闡明は完成されないで、X線研究法の如く投射部分が廣く且又筋の結晶部分の構造だけを明かにするもののみでは満足されぬものがある。そこで吾々は夫々筋機構のいくらかの部分を明かにし得る種々異つた方法を用ひ、夫等の成績を綜合統一して筋分子構造の成立ちを求めるのが至當であると考へ、骨筋の分子構造研究を目標として出来るだけ異つた研究方法を用ひて綜合研究を行ひつつある。此報告はその1部に當るもので、線膨脹係數の測定と云ふ巨視的方法による結果と我々の教室に於ける他の業績と連關せしめて骨筋の分子構造の1部を明かにせんとしたのである。

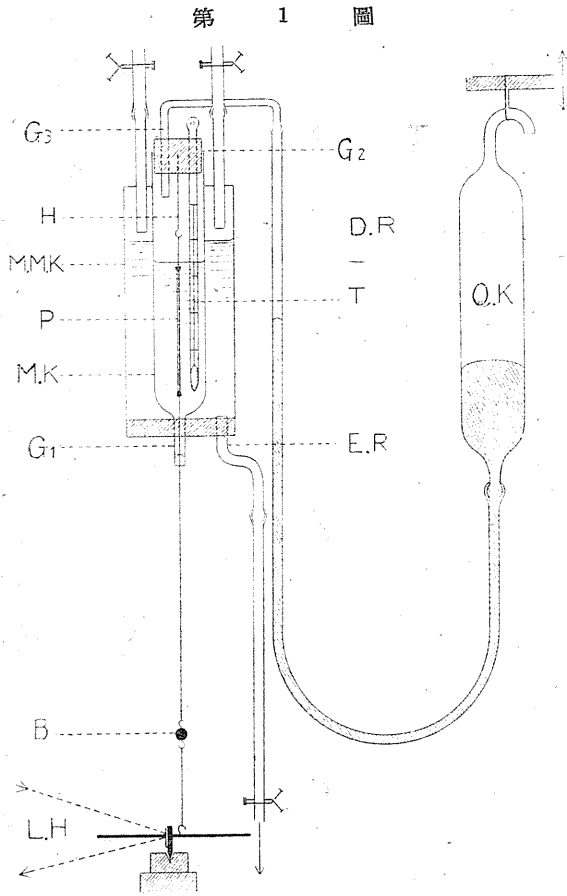
實驗は2601年10月より同年12月迄の間に行ひ、其要旨は第3回大日本生理學會小講演會に於て發表した。

II. 實 驗 方 法

A. 實驗材料及實驗裝置

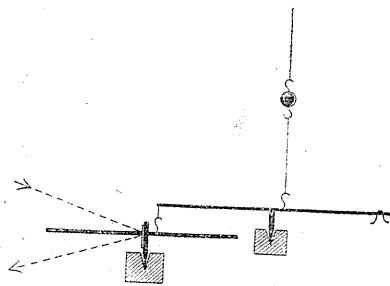
蓋の縫匠筋より分離した單一筋纖維或ひは數本の纖維の束を用ひた。

實驗裝置の主要部分は第1圖に示した筋温室 (M.K.)、温室内氣壓調節裝置 (D.R.)、及光槓桿 (L.H.) であるが、先づ M.K. はさきに著者の1人が報告した裝置 (6) に多少改良を加へたもので、長さ13cm、口径2cmの硝子管の一端を口径2mm、長さ1cmに細く引伸し、管口 (G_1) から2mmの處に線をいれ印を付け、他端 (G_2) はゴム栓で封じ、その栓の中央に標本を吊す爲の小鈎 (H) を設け、又寒暖計 (T) 及 D.R. と連絡する硝子管 (G_3) を挿入したものである。



M.K. の外套管 (M.M.K.) には口徑 6 cm, 長さ 10 cm の硝子管を用ひ下端をゴム栓で封じ, その栓の中央に G_1 を挿入する孔及排水孔 (E.R.) を設けた. D.R. は水銀槽 (Q.K.) とゴム管を用ひ, 第 1 圖の如く装備したもので Q.K. の位置を上下に変更することにより M.K. 内の氣壓を適宜變へ得る如く工夫したものである. 次に L.H. は天秤式のもので, 安全剃刀の双の薄片を割り取り之に鏡を貼り付け, この薄片を支點とし細い針金をハンダ付けにして臂とし, 左右の臂の一方を心持ち長くして置き擴大率に應じて適當な場所に力點を定め力點に於ける下方への力が 1mg 位になる様に定めたものである. 擴大率は L.H. と描寫面との距離に關係するが, 100—300 倍と

した. 尙特に 300 倍以上の擴大を必要とする場合には第 2 圖の如く L.H. を 2 段に組んで用ひた. 描寫は廻轉暗箱を利用してプロマイドに投射撮影した場合と, 垂直板に紙を貼り光點の位置を鉛筆で印した場合とある. この實驗では光點の移動が比較的緩慢である爲第 2 の方法でも殆んど誤差は起らぬものと認められた. 尙描寫した結果は L.H. が天秤式のものである爲一定の補正をしなければならない. 此補正は數式による計算でも求められるが, 實際に於て支點の双に鏡を貼り付け



る時貼り付け方により双と鏡の間に多少の角度が出來たりするし, 又支點が丁度垂直であると云ふ位置を嚴密に定めるのが難しいので, 一度作つた L.H. を 50 倍位の擴大になる様にして, Kreuztisch を利用して光點の移動を描寫させ擴大曲線を作つて置き之によつて補正を行つた.

B. 實驗の實施

実験は先づ成るべく腱部を付けた単一筋繊維標本或ひは筋繊維束(P)を分離し、腱部を市販の絹糸をほごして1本の繊維としたもので結び、次いで糸の付いたままのP及M.K.を広いRinger液槽中に移し、一端をHに結び付け、他端をG₁から出して置き、徐々に引出し乍らゴム栓を閉じ、G₃の口を押へてRinger液槽から取出し、G₃をD.R.と結合させる。次にM.K.をM.M.K.内に装置した。つまり第1圖の如くM.K.内のRinger液中に単一筋繊維を吊すのである。次いでG₁から出て居る絹糸に適宜の負荷(B.)を加へ標本を原長より3—5%引伸してL.H.の力點に結び付けた。尙筋の原長と云ふのは藁の後脚を膝關節部で直角に屈した時の縫匠筋の長さである。実験ではM.M.K.内に温水、冷水或ひは氷雪を入れM.K.内の温度を変更するのであるが、その場合温度の變化によりM.K.内のRinger液及空氣が膨脹或ひは縮少しG₁部の水面が移動する。之をQ.K.の高さを變更することにより調節し常に水面がG₁に付けた印の處に在るやうにしたのである。尙實驗に當つて留意したのは絹糸の長さが温度により變るので、それが筋の長さの變化に影響を與へることで、之を除くには第1圖の如く絹糸がRinger液中に在る部分を出来るだけ少なくし、且常に絹糸の線膨張係数を測定し補正を行つた。

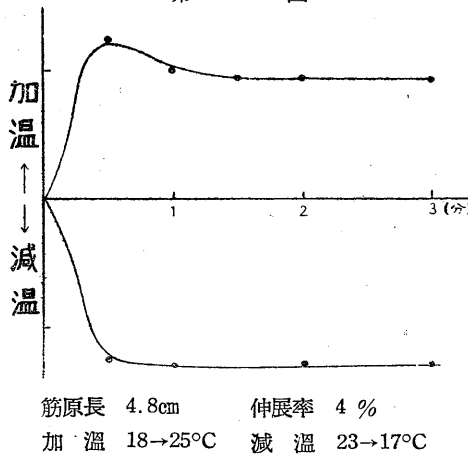
III. 實驗成績とその考察

A. 骨格筋の線膨脹係數(L.A.K.)測定値に及ぼす加温或ひは減温の速さの影響

1. 筋のL.A.K.を求めるには筋を加温或ひは減温しなければならぬが、この温度變更の遲速がL.A.K.の測定値に影響を與へるかどうかをしらべた。実験はM.K.内のRinger液の温度が15~18°Cで平衡になつた時に、M.M.K.に40°C位の温水又は0°Cに近い氷水を適宜注入して比較的急激にM.K.内のRinger液の温度を變へた場合と、極く僅か温度の異つた水を注入し乍ら極く緩徐に温度を變へた場合とに就て行つた。その成績は1°C上下させるのに10秒位かかる様にして2°Cだけ温度を變更して先づ筋長の變化を測り、次いで又2°C變へて筋長を測り乍ら6°C温度を變へてL.A.K.の平均値を求めた處 10^{-5} のOrderのものが得られた。次に約20秒間に6°C一度に上下せしめた場合のL.A.K.の平均値は 10^{-4} のOrderであり、更に10秒間に6°C上下させた場合は 10^{-3} のOrderのものが得られた。更に速かに温度を變更させることはこの實驗の装置では出来なかつたが、とにかく温度の變更が急激であるか緩徐であるかに従つてL.A.K.の値は全く異ふことが判つた。

2. そこで第2の實驗として10~20秒間に5~10°C加温或ひは減温した場合の筋長時間曲線を描寫して見た。その成績は第3圖に示した如くで、加温した場合は加温後20—30秒で筋長が最短となり、その後時間経過につれて逆に段々伸び、約2~3分で新しい平衡状態に達することが判つた。又減温した場合には減温後20~30秒間に筋の伸びが著しく起り、その後徐々に伸びて2分位で新しい平衡状態に達するが、再び短縮することは見られなかつた。つまり上に述べた如く、温度勾配が大きい程筋長の變化が大きいと云ふのは、ゆるゆる温度を變化させた

第 3 圖



り細かく温度を變へ乍ら逐次筋長を測つたりする場合に觀察に一定の時間を要する爲、一度縮んだものが伸びつつある時、或ひは伸び了つた時之を測定した爲と考へられる。然し第3圖に示した筋長時間曲線を毎2°C變化させたもので作り、その極大値を累加しても、一度に大きく温度を變化させた場合のそれよりは小さい。従つて單に伸びた状態のものを測つたと云ふだけでなく、そこに時間要素が介入して來る。此事實の解釋は種々の角度から可能である様に

考へられるが、吾々は筋構成分子の加温竝に減温による變化が一定の時間を経て起ることと、加温によつて縮み減温によつて伸びる Komponent と、逆に加温によつて伸び、減温によつて縮むか或ひは少なくとも縮まうとする傾向にある Komponent との両者が含まれて居て、之が多少の時間のづれを以て重り合ふ爲に上述の如き現象が起るものと考へて見た。此考へは筋を不均一ないくつかの成分にわけて考へる行き方であるが、之は吾々の行つた他の研究との連關でなされたものである。即ち著者の1人は筋の分子は主として、不等質部を形づくるゴムの様な長鎖分子系と、主として等質部を形づくつて居る伸縮のあまり自由でない粘弾分子系との2つに大別することが出來ると推定して居り(6,7)、更に後伸展の研究より等質部様機構のものは後伸展時に加温した場合伸展を増し、減温すれば伸展を減すると云ふ性質を持つと考へられるので(9)、上述の2 Komponent の1つを不等質部様機構の分子に、他を等質部様機構の分子に歸着させることも出來るかと考へたのである。然しこの場合等質部、不等質部様機構と云つても極く大略的な事で、夫々の機構自體尙極めて複雑なもので不分明な點が多く、俄かに筋の力學的機構を之等兩者の集りと見做すわけには行かないのである。特に吾々は種々の研究より筋機構研究の主點を等質部、不等質部に集中して居るけれども、元來等質部、不等質部と云ふのは筋原纖維の構造であり、Botazzi (1) 以來骨骼筋は筋原纖維と Sarcoplasma 等より成り筋原纖維は彈性系 Sarcoplasma は粘性系と考へられて居るので、長軸に沿ふた見方ばかりでなく筋の横軸の方向への種々な變化をも考慮して置かなければならぬのである。つまり筋の表はす力學的現象が幾らかの Komponent の集りとして理解出來る場合、夫々の Komponent を歸着せしむべき部分は筋原纖維ばかりでなく他にもあることになる。特に吾々が等質部に歸着させた様な性質を Sarcoplasma が多分に持つとされて居るので此點大きな問題がある。然し仁木(8)が行つた Sarcoplasma の多いとされて居る筋と、少ないとされて居る筋とに於ける伸展殘遺の研究等から考へれば、筋の所謂粘性は Sarcoplasma の多寡には關係しな

い様である。従つて矢張り筋原繊維が筋の力學機構の大部分を代表して居ると云つて差支へない様にも考へる。そこで一應吾々は不等質部様機構のものは所謂高彈性異常(10)を起し、等質部様機構のものは之と全く別の機序により正常熱効果を示すものと考へるのである。そして斯様に考へることによつて不都合が起るかどうか考へる道へ進んでみた。

3. 第3の實驗は上述の考へに關聯して鹽酸 Cocain 麻酔筋の筋長時間曲線を求めたのである。然るにその成績は第4圖に示す如く、

加温した場合は加温後次第に短縮が増し、2分位で短縮が極大となり、その後殆んど筋長に變化が起らなかつた。この結果は吾々の考へに大きな檢證を與へて呉れる。何故かと云へば麻酔した骨骼筋は殆んど二次彈性現象即ち後伸展を示さない(11, 6)。

従つて後伸展を起す様な分子系の温度に對する態度が上述した筋長時間曲線の變化の

主因であると思へてよい。然るに後伸展に關する筋分子系は等質部様のものであると推定出来るから、2 Komponenten の一方を等質部様機構に歸着出来るのである。但し現在の處、吾々は何故鹽酸 Cocain の作用により後伸展がなくなるかに就て明かにして居ないので、之を以て直ちに上述の考へに對する不動の檢證であるとするわけには行かない。

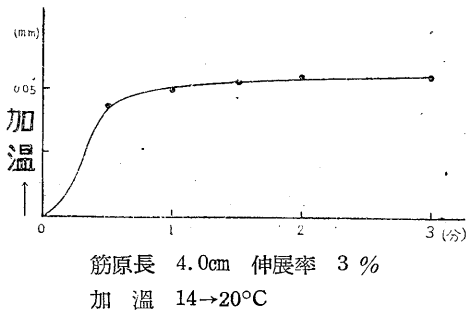
B. 骨骼筋の筋長温度曲線

1. 以上の實驗より L.A.K. を求める場合留意すべき基礎的事項が明かになつたので、之を實驗的條件の中に織り込んで $-2 \sim +30^{\circ}\text{C}$ に於ける L.A.K. を測定して見た。實驗に於ける加温及減温條件は温度勾配を3~4秒に 1°C 位の割合にして $2 \sim 3^{\circ}\text{C}$ 宛上下させた。然し實驗裝置の構造が M.M.K. に温水又は冷水を入れて M.K. 内の Ringer 液の温度を變化させる様にしてあるので、正確な意味で温度勾配を一定に出来なかつた。従つてある時は早く温度を上げ過ぎたり、又下げ過ぎたり、或ひは又所定温度を越えたりする場合も起り、1つの實驗例から L.A.K. の絶対値を定めるわけには行かなかつた。2, 3の實驗例を示せば第5圖 a になるが多くの實驗例を通覽し温度の變更條件を斟酌しつつ統計的に筋長温度曲線を求めると第5圖 b の如き結果となつた。尙 L.A.K. の符號が正になる場合を縦軸の負の位置に記載した。

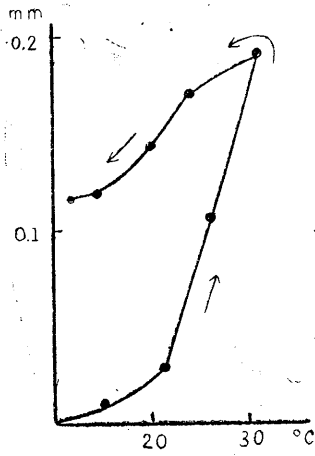
この圖より明かな様に L.A.K. は $5 \sim 8^{\circ}\text{C}$ 以上で負の符號を持ち、 5°C 以下では逆に正の符號を持つ。先づ負の符號を持つ場合に就て考へて見ると、各温度に於ける L.A.K. の絶対値は一定でない。例へば 20°C では 10^{-4} 、 8°C では 10^{-5} の Order である。之等の値は Wöhlich 等(10)により求められて居る蛙のそれよりはるかに大きい。蛙と蟄との L.A.K. 異同の本態に就ては後報に於て詳細に述べるものであるから省略して、上述の成績中特に重要と見られる點を擧げ

第 4 圖

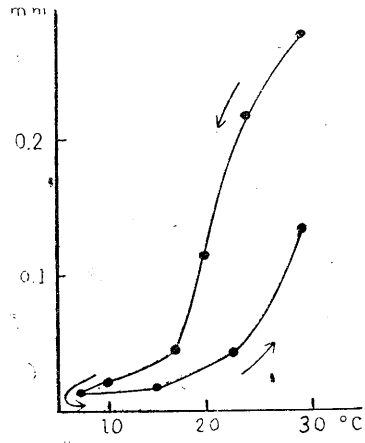
鹽酸 Cocain 作用筋の筋長時間曲線



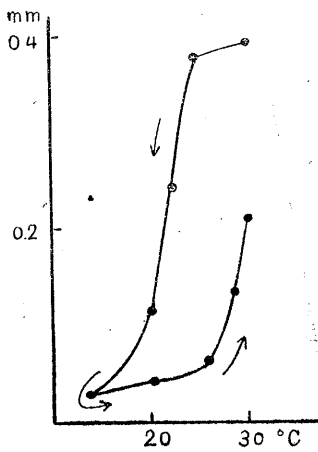
第5圖a 實測の結果の例



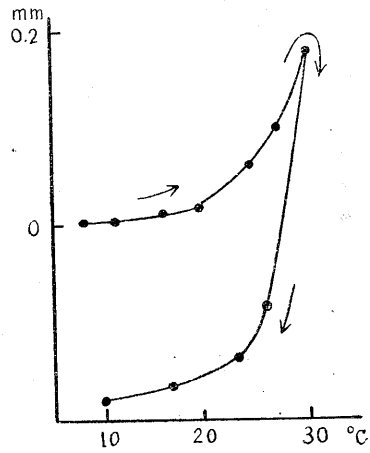
$l_0 = 4.7\text{cm}$
伸張率 4%



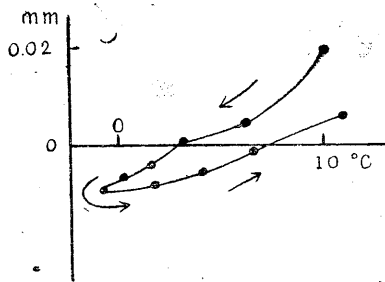
$l_0 = 4.5\text{cm}$
伸張率 5%



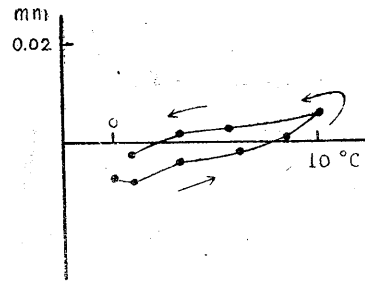
$l_0 = 4.2\text{cm}$
伸張率 4%



$l_0 = 4.3\text{cm}$
伸張率 5%



$l_0 = 4.8\text{cm}$
伸張率 4%



$l_0 = 4.9\text{cm}$
伸張率 4%

ると、先づ筋長が温度に逆比例しないことである。上述の成績より実験式を求めると、 Δl を $t^\circ\text{C}$ に於ける筋長の變化として(1)式が成立つ。

$$\log \Delta l = K(t - t_0) \dots \dots \dots (1)$$

この場合 K は大體 $\frac{1}{11}$ で、 t_0 は 5°C である。つまり L.A.K. の絶対値は(2)式になる。

$$r = \frac{\Delta l}{l_0 t} = \frac{1}{l_0 t} e^{K(t-t_0)} \dots \dots \dots (2)$$

ところで Guth, Mark (2), Kuhn (3) 等による高弾性體の統計理論に従ふと、高弾性體を l_0 から $l_0(1+r)$ だけ伸した場合の單位容積に就ての状態方程式は G_0 を單位容積中の鎖狀分子の數、 k を Boltzmann の常數として(3)式になり、

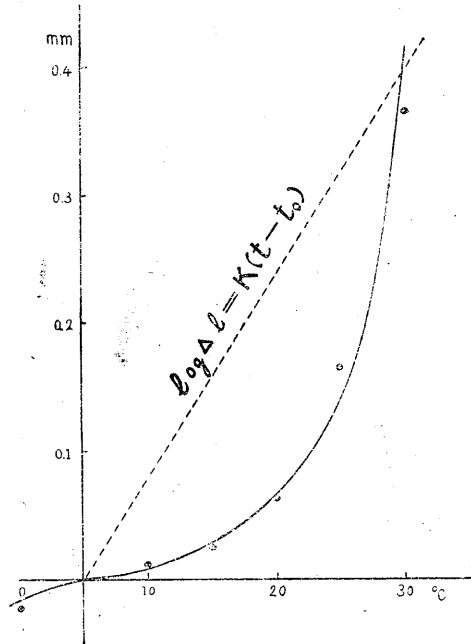
$$\sigma T = CkTG_0 r \dots \dots \dots (3)$$

(3)式を用ひて Young 率(E)を求めれば弾性體の密度を ρ 、分子量を M として(4)式になる。

$$E = CRT \frac{\rho}{M} \dots \dots \dots (4)$$

即ち張力が絶対温度に比例することになる。然るに骨筋は原長の5%位の伸展では Hooke の法則に従ふから筋長は絶対温度に逆比例することになり、上述の筋長温度曲線は直ちに統計理論の示す結果と一致しないし、又筋の Young 率の實測値(6)から σT を一定とし r を變數として r の値を求めると、 10^{-2} の Order のものが得られ上述の成績と異つて来る。元來 Guth, Mark, Kuhn 等により展開せられた高弾性體の統計理論は、高弾性體の分子が直鎖狀をなすこと、鎖狀分子が原子價角を變へぬ面で廻轉が自由であること等を規定して鎖狀分子のエントロピーを計算するのであるから、上述の如く骨筋では見掛上之が成立たないのは骨筋の分子の全部が全部高弾性體の統計力學的理論を満足しないことを示す様に考へられる。つまり分子内廻轉が全く自由な分子の部分は少ないので、相互に並んで居る長鎖分子間の、又鎖員間の Van der Waals の力等が束縛條件として加入し分子内廻轉が自由でないものがあることによるものと考へられる。そしてこの束縛された長鎖分子の部分は温度が高まる程熱運動により束縛が少なくなり、従つて縮みも大きくなるとすれば上述の成績が理解される。つまり骨筋の長鎖分子の一部が略々高弾性體理論に於ける2つの條件を満足するのであると云へる。この事から逆に筋構成分子の中のどれだけが統計理論に従ふ様な分子構造を持つて居るかを推定出来るわけで、上述の結果は筋内分子構造の一部を明かにする重要な手掛りとなるが、

第 5 圖 b
統計的にみた推定曲線



ここに留意しなければならぬ點は先に述べた様に、不等質部様機構の L.A.K. が負の値を持つのに對し、等質部様機構の L.A.K. が正の値を持つ爲に相殺されて L.A.K. の實測値が小さくなるので、上述の測定値より直ちにどれだけの部分が高弾性體理論を満足するかと云ふ定量的な關係を定めて了ふわけには行かないことである。

2. そこで第2の實驗として鹽酸 Cocain 作用筋に於ける筋長溫度曲線を求めたところ、溫度の變化による筋の伸び縮みは正常筋より著しく、大略的に (5) 式を満足した。

$$\log l' = \frac{1}{10} (t-5^{\circ}\text{C}) \dots\dots\dots (5)$$

鹽酸 Cocain で麻醉した筋は加温の際に等質部様機構の伸びを殆んど含んで居ないと見做されるので、上述した如き 2 Komponenten の相殺による L.A.K. の見掛上の減少は稍と免れて居ると云へよう。然し之でも尙溫度變更條件次第で L.A.K. の値の Order が異ふので、定量的な關係は尙將來の研究に俟たねばならない。

以上の諸成績を通覽して之を吾々の教室に於ける諸業績と關聯せしめて考へると、骨筋の各部分に於て所謂高弾性異常を示すのは主として不等質部様機構であり、この部の分子構造は大體一般の高弾性體と近いもので、分子内廻轉の比較的自由的な長鎖分子より成ることが推定出来る。之に對して等質部様機構の溫度に對する態度は不等質部の夫れとは本質的に異なり、分子内廻轉が比較的自由でない上に、分子相互の束縛力が強い爲所謂高弾性異常を起さないもので、分子の熱運動等により加温された場合に伸び、減温された場合に縮む性質を持つことを推定出来る。次に 5~8°C 以下で L.A.K. の符號が正になることに就て 1, 2 考察を加へて見ると、溫度がある程度下れば筋の結晶化が著しくなる筈であるから、筋内の分子配列は溫度が低い程規則化されて來る。従つて長鎖分子相互の、又鎖員間の Van der Waals の力による束縛が大きくなり、不等質部様機構の部分も等質部様機構の夫れに類同して來ることが考へられる。そこで溫度による筋長の變化の主役をなすものが分子の熱運動になり、従つて L.A.K. の符號が正になるのであらうと考へられる。此事實に就ては後報で詳細な研究を發表する積りであるが、從來報告せられて居ない特別な現象として興味あることと考へる。

IV. 摘 要

1. 骨筋の線膨脹係數を測定し筋の分子構造に對し 1, 2 の考察を試みた。
2. 實驗には臺の縫匠筋より分離した單一筋纖維或ひは筋纖維束を利用し、測定装置は新に考案したものをを用ひた。
3. 加温或ひは減温の勾配が速いと筋長の變化が大きく、遅いと小さい。20 秒間に 6°C 上下させた時は 10^{-4} の Order であり、10秒間に 6°C 上下させた場合は 10^{-3} の Order であつた。
4. 加温による筋長の變化は加温後 30 秒位で極小となり、その後次第に伸びて 2 分後に新な平衡状態に入つた。

5. 鹽酸 Cocain で麻酔させた筋では加温後次第に縮み, 2分位後に新たな平衡状態に入り, 伸びることはなかつた.
6. $-2\sim+30^{\circ}\text{C}$ に於ける筋長温度曲線は略々對數曲線で現はされ, $5\sim 8^{\circ}\text{C}$ 以上では L.A.K. の符號が負であり, 5°C 以下では正であつた.
7. 鹽酸 Cocain 麻酔筋に於ける L.A.K. の値は正常の夫れより大きかつた.
8. 以上より骨格筋の構成分子は分子内廻轉の比較的自由的な長鎖分子系と, 長鎖分子相互の束縛力等により分子内廻轉のあまり自由でない分子系とより成り, 前者は主として不等質部様機構に含まれ, 後者は主として等質部様機構に含まれることが推定出來た.

文 獻

- 1) Botazzi, P. (1901) Arch. f. Physiol. 377
- 2) Guth, E. & H. Mark (1934) Monath. Chem. 65 93
- 3) Kuhn, W. (1936) Kolloid Z. 76 258
- 4) Mark, H. (1939) Chsm. Rev. 25 121
- 5) Meyer, K. H. (1932) Kolloid Z. 59 208
- 6) 名取禮二 (2601) 日本生理誌 5 356
- 7) 名取禮二 (2601) 日本生理評論 1 87
- 8) 仁木庸次郎 (未發表)
- 9) 手塚 玄 (2601) 日本生理誌 6 570
- 10) Wöhlisch, E. & H. G. Clamann (1911) Z. Biol. 91 399
- 11) 山口重方 (2600) 日本生理誌 5 266

骨格筋の複屈折性に就ての研究 (1)

(文部省科學研究費に依る研究)

東京慈惠會醫科大學生理學教室

秋 元 新 平

Akimoto-Sinpei

(昭和17年10月10日受付)

I. 緒 言

吾々の教室に於ける筋短縮機構に就ての最近の研究(14, 16)は筋短縮時に於ける Inokomma の等質部, 不等質部及び Hensensche Scheibe の幅の變化の研究を契機として漸次微視的研究に入らねばならなくなつてゐた。この微視的研究の目的は言ふまでもなく、その究極に於て筋の分子構造を明かにするのにある。然るに都合の好い事に、骨格筋は複屈折性の部分を有し、結晶體類似の構造を持つてゐると考へられるので、X線像撮影、複屈折性、二色性等の検討によりその分子構造に就き相當立入つた推定が出来る様に考へられる。そこで吾々の教室では可能なる實驗から骨格筋の分子構造に關する研究を始めることになつた。

この報告はその一環として被刺激性のあまり減弱してゐない新鮮な單一筋纖維標本を用ひ、靜常時、伸展時及び痙縮時に於ける複屈折性の變化を計測したものである。元來骨格筋の複屈折性は横紋像の本態の問題と結びつき早くから學者の注意を惹き、その測定方法もそれ程至難な事ではないので、隨分澤山の報告が出されてゐる。然し從來の業績は死筋を用ひたり、或は全筋を用ひたりしたもので實驗方法上の難點があつた。即ち死筋では後に述べる實驗成績より明かな様に、乳酸の蓄積が著しく複屈折度を減少させる爲め標本の新舊が非常に重要な意義を持つて來、また全筋では相隣れる複屈折部の重り合ひが顧慮されねばならぬところに難點があるのである。斯くして余は新鮮なる單一筋纖維を用ひたのであつた。

吾ここに附言しなければならないのは、此實驗が等質部、不等質部、Hensensche Scheibe の各個に就て觀察したものでなく、Inokomma を unit として觀察したことである。吾々の教室に於ける諸業績(6, 7, 12)より明かなやうに、骨格筋の等質部、不等質部、Hensensche Scheibe 等は夫々力學的竝に光學的に異なる機構を持ち、従つてその分子構造も亦夫々特異であるから、各部分に就き別個に夫々の複屈折性の變化を追究するのが至當であるが、今日の技術では個々に就て觀察し得ないので、一應可能の所より出發し、先づ Inokomma 全體を unit として觀察を行つた。

實驗は2601年10月より翌5月に亘つて行つた。

II. 実験方法

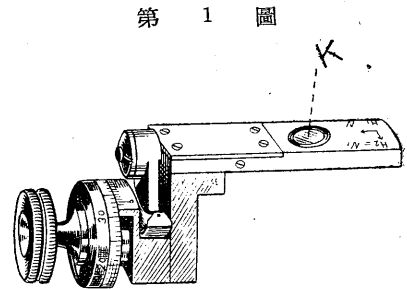
A. 実験材料 蛙及び蟾の縫匠筋より分離せる単一筋繊維を用ひた。

B. 実験装置 Thoma Zweiss の血球計算室を筋温室に用ひた。之は底面と被蓋硝子の間隙が0.1mmなので、初めは筋繊維の厚さを一定にした條件で実験したいと思ひ筋の厚さ0.1mm以上のものを選び、之をその間に挟み、拡大を360倍として実験した。

筋の複屈折度は E. Leitz 製の Berek の Kompensator を偏光顕微鏡の接物鏡の上の孔隙に挿入し光源にナトリウムランプ(マツダ NL-130)を用ひて分極された縦横波の位相差(レターデーション)を求めたのである。

Berek の Kompensator による研究は是迄本邦の生理學研究に行はれて居らぬので簡単にその構造を記述しやう。第1圖は此の装置を示し、

Kは光軸に垂直な面で截つた方解石の薄い圓板である。複屈折の變化による位相差は方解石面の傾きを調節する Mikroschreibe により読み取れるようになってゐる。測定原理は偏光光線が方解石の光軸に斜に當る時は、方解石板の原さと傾斜角とに應じて、こゝに位相差が起る。この位相差で試料の結晶體の



位相差を代償(打消)して、それより結晶體の複屈折度を逆計算するのである。此代償法は方解石板の位置を前後に2回廻轉して読み取るやうになつて居り、初めの読みを a, 後の読みを b とすれば求める角 i は $\frac{1}{2}(a-b)$ に相當する。今試料の結晶體の厚さを d, その位相差を Γ , 複屈折度を (n_1-n_2) とすればその關係は

$$n_1-n_2 = \frac{\Gamma}{d}$$

となる。而して位相差、對數 $\log \Gamma = \log C + \log i$ の關係となり、 $\log C$ はこの Kompensator の常數で、使用した單色光一波長(589 $\mu\mu$)に就てその値は -5.062 であつて、 $i = \frac{1}{2}(a-b)$ を測定してその對數を知ることより位相差 Γ を測定することが出来る。猶 a, b の読みは正確を期する爲め5回の平均を採つた。

C. 実験の實施 実験の1は靜常時、即ち伸びたり縮んだりして居ない筋の複屈折度を求め之を全實驗の基準とした。

実験の2は伸ばした筋繊維に就て計測した。此場合は筋繊維の兩端をカタン糸で結び、糸の一端を固定し、他端には荷重を加へて徐々に伸ばし、靜常時の長さを原長として、筋繊維の損傷を恐れて被蓋硝子で被ふことなく複屈折度を測定した。

実験の3は痙縮時の複屈折性の變化を次の如き實驗條件下に觀察した。先づ A は温痙縮の實驗で、それには Ringer 液温を 7~70°C の範圍に變化した。B は藥液による痙縮で、それには Ringer 液を溶媒とし 0.4% 及び 0.9% の醋酸、鹽酸、0.9% の乳酸、0.5% の硫酸鐵

水溶液, 0.5% の硝酸鉛水溶液, 0.05% Veratrin-Ringer 液及び局方 Chloroform 等を用いた。

III. 実験成績

実験の第1として, 筋繊維の厚さを 0.1mm とした場合の実験 14 例に就て, 温室に入れる前の筋の厚さ, 廻轉角 a, b 及び $\frac{1}{2}(a-b)$ の讀取り等を記載すると第1表の如くなる。今 $\frac{1}{2}(a-b)$ の平均値をとり Γ を計算すると $\Gamma=148\mu\mu$ となつた。之が Inokomma を unit として静常時の筋の位相差で爾後の実験の基準となるわけである。

第 1 表

例	温室に入れる前の筋の厚さ	a	b	$i = \frac{1}{2}(a-b)$
1	0.15	34.2	18.7	7.7
2	0.13	34.1	18.8	7.6
3	0.12	34.3	18.5	7.9
4	0.14	34.7	18.3	7.7
5	0.15	34.2	18.9	7.6
6	0.12	34.7	18.3	8.2
7	0.14	34.1	18.7	7.7
8	0.13	34.7	18.5	8.1
9	0.15	33.8	19.8	7.0
10	0.10	33.6	19.6	7.0
11	0.11	34.1	19.3	7.4
12	0.12	34.2	19.2	7.5
13	0.11	33.2	19.8	6.7
14	0.12	34.0	18.8	7.6
平均				7.5
$\log i (7.5^\circ)$	$\log C$	$\log \Gamma = \log i + \log C$		$\Gamma (\mu\mu)$
8.233	-5.062	3.169		148

次に第2の実験として, 筋繊維を静常時の2倍位迄(180%乃至200%)伸ばして観察した。之れを第1表の場合の如く, 筋の元の長さ, 伸ばした長さ, a, b 及び $\frac{1}{2}(a-b)$ の値を記載すると第2表及び第4表になり, そ

第 3 表 (蟄)

伸展率%	i	log i	log Γ	$\Gamma (\mu\mu)$
100	7.4	8.221	3.159	144
120	8.0	8.289	3.227	169
140	8.6	8.352	3.290	195
160	9.1	8.400	3.338	218
180	8.9	8.381	3.319	208
200	8.2	8.310	3.248	176

第 5 表 (蛙)

伸展率%	i	log i	log Γ	$\Gamma (\mu\mu)$
100	7.7	8.256	3.194	156
120	8.1	8.300	3.238	173
140	8.5	8.341	3.278	190
160	8.2	8.310	3.248	177
180	7.8	8.267	3.205	160

の結果を廻轉角平均値をとり, 伸展率に就て求めると第3表, 第5表となる。即ち筋が引伸ばされると位相差は大きくなり, 蛙では140%, 蟄では160%に伸ばした時極大となる。

痙縮時に就て, 先づ温痙縮に就ては第6表, 酸その他に就ては第7表, 第8表の如くになつた。前例にならつて同一條件に於ける廻轉角の平均値をとり, 位相差を求めると第9表の如く

第 2 表 (續)

例	伸張率 $\frac{B}{A} \times 100$			120%			140%			160%			180%			200%								
	原長 (A)	a	b	$\frac{1}{2}(a-b)$	伸張長 (B)	a	b	$\frac{1}{2}(a-b)$	伸張長	a	b	$\frac{1}{2}(a-b)$	伸張長	a	b	$\frac{1}{2}(a-b)$	伸張長	a	b	$\frac{1}{2}(a-b)$				
1	26.6	33.6	19.0	7.3	32.0	35.0	18.7	8.1	37.0	35.8	17.9	8.9	42.0	33.6	17.2	9.7	48.0	36.2	17.6	9.3	52.0	35.4	18.6	8.2
2	30.0	34.3	19.0	7.6	36.0	36.0	17.7	9.1	42.0	37.4	15.1	11.1	48.0	38.1	15.0	11.5	54.0	37.2	14.9	11.1				
3	28.2	33.9	19.1	7.4	34.0	35.2	18.5	8.3	39.0	36.0	17.5	9.2	45.0	36.8	16.8	9.2	51.0	36.3	17.1	9.6				
4	27.9	33.9	19.2	7.3	34.0	35.0	19.0	8.0	39.0	35.3	18.8	8.2	44.0	35.9	17.7	9.1	50.0	35.7	18.3	8.7	54.0	35.3	18.4	8.7
5	25.6	34.9	18.2	8.3	31.0	35.3	18.0	8.6	36.0	35.9	17.8	9.0	40.0	36.8	17.1	9.8	46.0	36.0	17.8	9.1	50.0	35.9	17.9	9.0
6	28.0	33.0	19.5	6.7	33.0	34.0	19.6	7.2	39.0	35.2	17.9	8.6	45.0	35.9	17.3	9.3	50.0	34.7	18.2	8.2				
7	26.5	33.9	19.4	7.2	32.0	34.9	19.0	7.9	37.0	35.0	18.6	8.2	42.0	35.2	18.3	8.4	48.0	36.1	17.1	9.5	52.0	35.5	18.6	8.4
8	26.3	35.0	18.9	8.0	32.0	36.1	18.0	9.0	37.0	36.1	18.0	9.0	42.0	35.8	17.4	9.2	47.0	36.3	17.0	9.6	52.0	36.0	18.0	9.0
9	27.8	35.1	18.8	8.1	33.0	35.8	17.9	8.9	39.0	36.3	17.2	9.5	44.0	36.4	16.8	8.8	50.0	36.1	17.9	9.1				
10	25.4	33.6	20.6	6.5	30.0	33.9	20.0	6.9	36.0	33.9	19.0	7.4	41.0	35.0	19.1	7.9	46.0	33.5	19.9	6.8	50.0	33.7	20.0	6.8
11	28.2	34.0	19.4	7.3	33.0	34.7	19.1	7.8	39.0	35.0	18.5	8.2	45.0	35.4	18.4	8.5	50.0	35.6	18.1	8.7	56.0	35.0	18.7	8.1
12	31.0	34.3	19.7	7.3	37.0	34.8	18.9	7.9	43.0	34.9	19.0	7.9	49.0	36.0	17.6	9.2	55.0	35.7	17.7	9.0				
13	29.0	34.0	18.8	7.6	34.0	34.2	18.8	7.7	41.0	35.7	17.9	8.9	46.0	36.3	17.5	9.4	52.0	35.9	17.6	9.1				
14	29.2	34.2	19.0	7.6	34.0	34.8	18.9	7.9	41.0	35.0	18.9	8.0	46.0	35.9	17.9	9.0	51.0	35.4	18.5	8.2				
15	27.6	34.1	19.5	7.3	33.0	35.0	18.8	8.1	38.0	35.3	17.9	8.7	44.0	36.2	17.5	9.3	51.0	35.2	17.6	8.8				
16	27.5	34.0	18.9	7.5	33.0	34.8	19.3	7.7	39.0	34.8	18.5	8.1	44.0	35.4	18.0	8.7								
17	26.1	33.2	19.0	6.6	32.0	34.1	18.7	7.7	37.0	35.1	17.6	8.7	42.0	34.9	18.5	8.2	46.0	34.7	18.4	8.1	51.0	34.0	18.5	7.7
平均				7.4				8.0				8.6				9.1				8.9				8.2

第 4 表 (蛙)

例	伸張率($\frac{B}{A} \times 100$) 100%			120%			140%			190%			180%				
	伸張長 (A)	a	b	$\frac{1}{2}(a-b)$	伸張長 (B)	a	b	$\frac{1}{2}(a-b)$	伸張長	a	b	$\frac{1}{2}(a-b)$	伸張長	a	b	$\frac{1}{2}(a-b)$	
1	19.7	34.8	18.5	8.1	23.5	35.3	18.0	8.6	28.0	35.9	18.0	8.9	31.5	35.2	18.8	8.2	
2	18.0	34.9	19.8	7.5	21.5	35.3	18.7	8.3	25.0	35.0	18.3	8.3	29.0	35.3	18.3	8.5	
3	20.0	34.8	19.2	7.8	24.0	35.2	18.8	8.2	28.0	36.1	18.4	8.8	32.0	35.0	19.8	7.6	
4	18.2	34.8	19.0	7.9	22.0	35.2	18.5	8.3	25.0	35.5	18.3	8.6	28.0	35.1	18.4	8.3	
5	16.0	35.0	19.0	8.0	19.0	35.0	19.0	8.0	22.0	35.7	17.9	8.9	25.0	36.3	17.7	9.3	
6	18.8	34.3	18.8	7.8	23.0	34.8	18.5	8.1	27.0	35.2	18.3	8.4	31.0	35.0	18.4	8.3	
7	18.1	34.0	19.4	7.3	22.0	34.0	18.4	7.8	25.0	34.9	18.1	8.5	28.0	34.8	18.9	7.9	
8	17.4	34.3	18.8	7.7	20.5	34.3	18.7	7.8	24.0	34.9	17.7	8.6					
9	16.2	34.2	19.0	7.6	20.0	34.3	18.6	7.8	22.0	35.0	18.0	8.5	25.0	34.8	18.2	8.3	
10	17.1	34.6	19.2	7.2	21.0	35.3	19.2	7.9	24.0	35.1	19.2	7.9	27.0	35.6	18.4	8.5	
11	17.8	34.1	19.9	7.1	22.0	34.3	20.0	7.1	25.0	34.9	19.2	7.8	27.0	34.3	19.7	7.3	
12	16.1	35.7	18.3	8.7	20.0	36.0	18.0	9.0	22.0	36.2	17.8	9.2	24.0	35.9	17.9	9.0	
13	18.5	34.2	19.0	7.6	22.0	34.2	18.9	7.6	25.5	35.2	18.4	8.3	29.0	34.7	18.8	8.0	
平 均				7.7				8.1				8.5				8.2	7.8

第 6 表

例	7~12°C		30°C		40°C		50°C		60°C		70°C		80°C	
	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b
	$i = \frac{1}{2}(a-b)$		$i = \frac{1}{2}(a-b)$		$i = \frac{1}{2}(a-b)$		$i = \frac{1}{2}(a-b)$		$i = \frac{1}{2}(a-b)$		$i = \frac{1}{2}(a-b)$		$i = \frac{1}{2}(a-b)$	
1	33.619.0	7.3	34.219.2	7.5	32.221.3	5.5	31.022.6	4.2	28.823.0	2.9	29.023.2	2.9	31.024.6	3.2
2	33.519.5	7.0	33.720.1	6.8	32.020.1	6.0	31.722.5	4.6	30.223.2	3.5	29.424.0	2.7	30.424.3	3.1
3	33.820.1	6.9	34.120.1	7.0	32.021.1	5.5	32.022.5	4.8	31.923.8	4.0	31.223.0	3.7	30.224.7	2.8
4	33.420.0	6.7	34.219.0	7.6	32.520.7	5.9	32.522.7	4.9	31.623.6	3.9	31.024.0	3.5	30.824.2	3.3
5	34.119.6	7.7	33.719.4	7.2	33.022.1	5.5	33.021.9	5.6	32.023.2	4.4	30.924.5	3.2	31.023.9	3.6
6	33.919.8	7.1	33.820.2	6.8	32.521.0	5.8	32.621.3	5.7	29.623.2	3.2	31.123.2	4.0	30.923.8	3.6
7	33.919.1	7.4	33.119.6	6.8	32.820.3	6.2	31.521.7	4.9	32.023.4	4.3	30.824.6	3.1	31.125.0	3.1
8	33.419.0	7.2	33.618.4	7.6	32.021.0	5.5	31.321.3	5.0	28.723.0	2.9	30.924.4	3.3	31.024.8	3.1
9	35.020.4	7.3	33.418.5	7.5	32.021.4	5.3	31.721.4	5.2	30.123.2	3.5	31.123.9	3.6		
10	33.919.0	7.5	32.819.3	6.8	32.922.1	5.4	32.620.9	5.9	32.023.0	4.5	31.224.2	3.5		
平均		7.2		7.2		5.7		5.1		3.7		3.4		3.6

第 7 表

例	0.4% 醋酸 Ringer 液			0.9% 醋酸 Ringer 液			0.5% 硫酸鐵水溶液			0.5% 硝酸鉛水溶液			0.05% Veratrin-Ringer 液			局方 Chloroform		
	a	b	$i = \frac{1}{2}(a-b)$	a	b	$i = \frac{1}{2}(a-b)$	a	b	$i = \frac{1}{2}(a-b)$	a	b	$i = \frac{1}{2}(a-b)$	a	b	$i = \frac{1}{2}(a-b)$	a	b	$i = \frac{1}{2}(a-b)$
1	32.3	21.4	5.5	32.5	20.6	6.0	32.1	22.2	5.0	34.1	19.3	7.4	33.0	20.9	6.1	32.4	21.3	5.6
2	31.5	22.5	4.5	32.6	20.6	6.0	32.0	22.7	4.7	32.5	22.0	5.3	33.3	20.8	6.3	32.2	21.2	5.5
3	31.8	22.7	4.6	32.7	21.0	5.9	33.4	20.3	6.6	33.0	20.0	6.5	33.0	20.8	6.1	32.3	21.2	5.6
4	32.6	21.4	5.6	32.6	20.8	5.9	33.9	19.9	7.0	34.0	20.3	6.9	31.5	21.3	5.1	32.2	22.0	5.2
5	32.0	21.8	5.1	32.4	22.5	5.0	33.9	21.0	6.5	33.2	20.3	6.5	32.2	21.8	5.2	32.4	22.0	5.2
6	33.0	20.7	6.2	32.2	21.9	5.2	32.9	19.2	8.9	33.0	20.2	6.4	32.3	21.9	5.2	32.0	22.0	5.0
7	32.4	24.0	4.2	31.4	23.2	4.1	33.6	19.3	7.2	33.6	20.3	6.7	32.5	21.5	5.5	32.3	21.6	5.4
8	32.0	22.1	5.0	32.6	22.0	5.3	34.0	20.8	6.6	33.4	20.1	6.7	32.8	21.4	5.7	32.4	21.6	5.4
9	32.4	21.2	5.6	32.0	22.3	4.9	34.0	20.6	6.7	34.1	19.8	7.2	33.0	21.0	6.0	32.6	21.2	5.7
10	32.4	21.4	5.5	32.3	21.8	5.3	33.3	20.3	6.5	34.0	20.1	7.0	32.8	20.1	6.4	33.2	22.0	5.6
平均			5.2			5.4			6.4			6.7			5.8			5.4

第 8 表

回 数	a	b	i
第 1 回 目	34.1	19.3	7.4
第 2 回 目	33.1	21.0	6.1
第 3 回 目	32.4	21.7	5.4
第 4 回 目	31.3	23.3	4.0
第 5 回 目	測定不能		

- 0.9% 乳酸 Ringer 液
各 1 回の測定に 1 分内外を要し、複屈折度は徐々に減少し、遂に複屈折性消失する。
- 0.4% 及び 0.9% 鹽酸 Ringer 液
液滴下 1~2 分にして、細い明瞭なる横紋に拘はらず複屈折性全く消失す。

第 9 表

	i			leg i	log Γ	Γ ($\mu\mu$)
	min	max	mitt			
7~12°C	6.6	7.7	7.2	8.194	3.136	147.0
30	6.8	7.6	7.2	8.198	3.136	147.0
40	5.3	6.2	5.7	7.995	2.933	85.7
50	4.2	5.9	5.1	7.898	2.836	68.5
60	2.9	4.5	3.7	7.620	2.558	36.1
70	2.7	4.0	3.4	7.547	2.485	30.6
80	2.8	3.6	3.6	7.596	2.534	34.2
0.4% 醋酸 Ringer 液	4.2	6.2	5.2	7.915	2.853	71.3
0.9% 醋酸 Ringer 液	4.1	6.0	5.4	7.948	2.886	76.9
0.5% 硫酸鐵水溶液	4.7	7.2	6.4	8.095	3.033	108.0
0.5% 硝酸鉛水溶液	6.4	7.4	6.7	8.135	3.073	118.0
0.05% Veratrin-Ringer 液	5.1	6.4	5.8	8.010	2.948	88.7
局方 Chloroform	4.1	5.7	5.4	7.948	2.886	77.0

になった。一般に痙縮時には位相差は小となり、温痙縮では 70°C が最小であり、薬液による痙縮では鹽酸及び乳酸では位相差は殆んど消失した。猶温痙縮に於て横紋像明瞭にして位相差殆んど 0 の標本も相當數あつた。

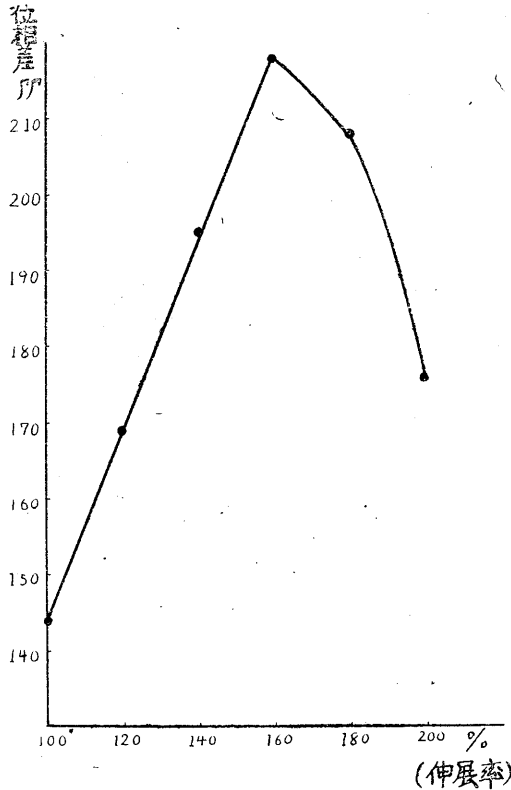
IV. 實驗結果に對する考察

實驗の第 1 で余は蟄の縫匠筋の靜常時の Γ の平均値 148 $\mu\mu$ であることを確めた。此値は蛙に就て Buchthal (1) が求めた値より稍々小さい。此事實は蟄筋と蛙筋とが等質部と不等質

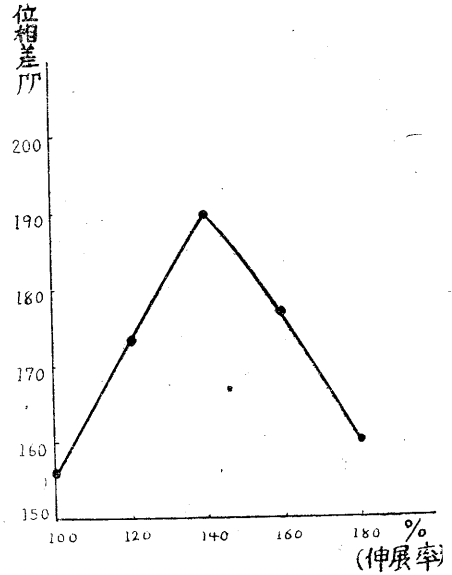
部の幅員の比が違ひ、蟄では不等質部が廣いのに對し、蛙では逆に等質部が廣いと言はれてゐること(5)と關連して蛙筋の分子構造の方が蟄筋の夫れより Inokomma 全體として見れば餘計異晶體部分を含むことを現はしてゐる。

次に實驗第2の伸展時の成績に就き伸展率、位相差曲線を求めると第2,3圖の如くになり、

第 2 圖
骨格筋伸展率と位相差との關係(蟄)



第 3 圖
骨格筋伸展率と位相差との關係(蛙)



蛙、蟄とも伸展率が140~160%になる迄 Γ の値は直線的に増加し、140~160%を越えると逆に減するが Γ の符號が正から負になることはない。この事實を既往の諸業績に觀照すると、骨格筋伸展時の複屈折性の變化を始めて觀測した Hermann (4) は伸展により Γ の値が減することを報告し、その後 Ebner 等が略々同様な成績(3)を擧げ、Vlès (15) の比較的詳細な研究によると Γ の値は伸展率が或程度に達する迄逐次増加し、次で伸展に依り筋構造が破壊されるに従つて逆に減することを主張し、Hermann 等と全く逆な成績を報告してゐる。然し Vlès の實驗は全筋を用ひたものである爲め、筋纖維の配列狀態即ち相隣れる筋纖維の横紋の重り合ひやズレ等種々考慮すべき餘地が残されて居ると考へられてゐた(13)。この間にあつて D'Ancona (2) は蛙の單一筋纖維標本を用ひて、上述の難點を克服して Γ の値を測定し値が減

少したと言つてゐる。然し Γ の値を求める場合に先づ留意すべきは筋の生理的條件で、死筋での成績は生筋の夫れと全く異なることである。従つて今日と雖筋を伸展した場合の Γ の値の變化に對する定説がないと言つてよい。然し余の成績から觀れば Vlès の主張が理由の如何に拘らず單一筋纖維標本に於ても成立つと言へる。即ち、正常誘發復屈折を示すのであるが、此事は骨節筋が高い彈性を持つ彈性ゴム類似の特性を有することからみても所謂光彈性効果として寧ろ當然の事の様考へられる。勿論セルロイドの如く伸展に對し異常誘發復屈折を起す例もあるが、之等は Micell 自體負性なるものが外力によつて竝列された場合と考ふべきで、骨節筋の如く無伸展時に正の復屈折を示すものには當はまらないと考へられる。

次に伸展が或程度を越えると Γ の値が逆に小さくなる。この事實は Nägeli(10), Meyer u. Mark(9) 等により展開されてゐる Micell 學說, Ebner, Neumann(3) による變形學說などより一應は説明が出来る様である。即ち Neumann 等によれば誘發復屈折は立方體の空間格子の變移に基づくものとされてゐるから、外力により空間格子の變移が彈性限界を越えて變移すれば Γ の値は小さくなる筈である。然し骨節筋では立方體としての空間格子を考へるわけにゆかぬので、どうしても連続 Micell を想定しなければならない(11)。それ故筋を伸ばした場合には一定の伸展度迄 Krystalite の配列が規則的になり Γ の値が増大するが、それより先は Krystalite の彈性限界を越える爲め Neumann 等の言ふ如く Γ の値は逆に小さくなると考へてみたらどうかと思ふのである。然し Krystalite が彈性限界以上に伸ばされることは連続 Micell の離斷を考慮され、例へば激しく伸ばした時に見られる不等質部の顆粒形成の如く切斷された連続 Micell の收縮による Γ の低下を考へなければならない。其他伸展時の生命反應としての乳酸成生のための影響等も考へられる。従つて夫等の諸因を考慮すれば必ずしも Neumann 等の變形學說を借りる必要はなく、連続 Micell 學說からだけでも説明できる。斯様に考へれば Vlès により指摘された内部崩壞過程に基づく Γ の値の減少の分子構造的説明も可能となる。

次に Γ の値の極大となる伸展率が蛙筋と蟻筋とで違ふが、之は上述した様に無伸展時の Γ が蛙では既に大きく且つその彈性率が小さいのであるから連続 Micell の配列が初めからより多く規則性を持つものとして理解出来るであらう。

以上定性的な分野より更に定量的に進み、伸展率と Γ との關係を考察してみると、先づ筋長を x とし x と Γ の關係を求めると (1) 式が成立つ。

$$\Gamma = K_1 x \dots \dots \dots (1)$$

然るに復屈折度は標本の厚さ d により異同があるから之れを單位の厚さに換算しなければならない。すると (2) 式の關係になる。

$$\frac{\Gamma}{d} = \frac{K_1 x}{d} \dots \dots \dots (2)$$

然るに筋は伸展により體積を變へぬものと考へれば d と x との間には (3) 式が成立つ。

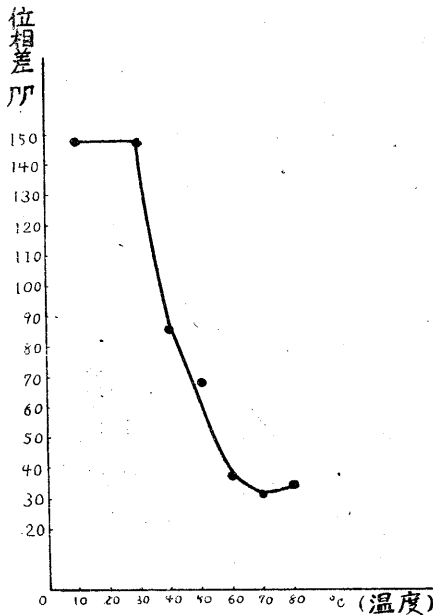
$$d = \frac{K_2}{\sqrt{x}} \dots\dots\dots (3)$$

従つて $\frac{F}{d} = K\sqrt{x^3}$

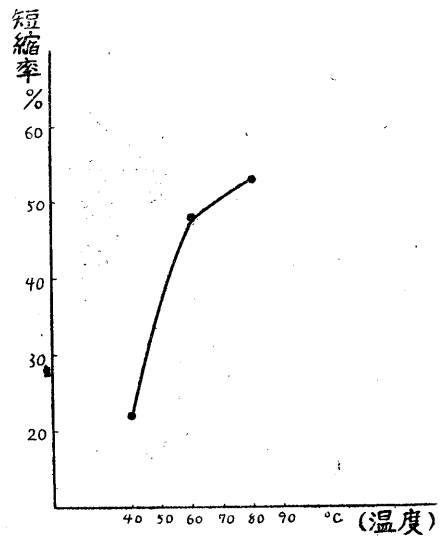
この関係は骨筋に於ける筋長と誘發復屈折との関係を表はして居り、分子構造考究の上に重要な手掛りと考へられる。然し差當つて之れだけから種々の憶測を逞しうするわけにはゆかぬので、單に上述の實驗事實の呈示に止めて置く。

次に實驗の第3の A の温縮に於ける復屈折の變化は何れの場合も短縮率が大きくなる程 F の値が小さくなつた。然し F は正より負に變ることにはなかつた。例へば第4圖は温縮の場合であるが、若しこの場合の短縮率を町田等(8)の成績より求めれば第5圖になる。この兩圖

第 4 圖
温度と位相差との關係



第 5 圖
温度と短縮率との關係



を比較すれば明かに短縮率と F の減少度との間に平行關係が觀られ、温縮時の F の變化を壓縮時の誘發復屈折と認めてよいと思ふ。然し同じ短縮率を示す場合にも縮の種類、例へば温、酸等の相違により F の減少度に相當の開きがあり、第8表に觀られる如く乳酸の場合にはあまり縮まらないのに F が 0 となるのが稀でないで、各種の縮に於ける F の減少を Micell 配列状態の變化のみによると考へるわけにはいかない様である。即ち外見上縮時の F の變化は壓縮時の誘發復屈折と同じ様に見えるが、ゴムその他を壓迫した場合と異り、筋内分子構造の化學的變化による固有復屈折の變化をも考慮しなければならない。尙伸展、短縮何れの場合にも負の復屈折が現はれぬことは骨筋に於ては本來その Micell の固有復屈折が筋の横軸に平行してゐるものがないと考へてよい様である。

以上より筋は短縮率が等しくてもその複屈折の變化は必ずしも等しいとは限らないので、分子構造論的の微視的實驗より出發し、筋の短縮の仕方には幾通りもあることが推定出来る。この事の本態的研究こそ筋短縮機構の究明に新しい曙光を掲げるものと思ふ。

V. 摘 要

1. 骨格筋の微視的研究の一環として、蟄及び蛙より剔出せる單一筋纖維を材料として、靜常時、伸展時及び痙縮時の複屈折性の變化を測定し、筋分子構造に就て1,2の考察を行つた。
2. 蟄筋の靜常時の複屈折度は位相差を示標とすれば平均 $148 \mu\mu$ であつた。
3. 負荷により筋纖維を約2倍に迄伸した場合の位相差伸展率曲線は伸びと共に大となり蟄では伸展率 160% で極大であり、 Γ は $218 \mu\mu$ であつた。又蛙では伸展率 140% で極大であり、 Γ は $190 \mu\mu$ であつた。
4. 痙縮時の位相差は一般に痙縮度と共に減少した。溫痙縮の場合は 70°C が極小で、 Γ は $30.6 \mu\mu$ であつた。又藥液による痙縮は鹽酸及び乳酸では複屈折性は殆んど消失したが、符號が正から負になることはなかつた。
5. 短縮度は同じでも複屈折性の變化は必ずしも同様でない。この事は短縮の仕方は一通りでないことを實證する。

擧筆するに際し、浦本教授の懇篤なる指導と校閲を銘謝し、杉本助教並びに名取講師の援助を深謝す。

文 獻

- 1) Buchthal, F. und G. G. Knappeis (1938) Skand. Arch. 78 97
- 2) D'Ancona, U. (1931) Boll. soc. ital. biol. sper. 6, fasc. 7
- 3) Ebner, V. v. (1882) Untersuchungen über die Ursachen der Anisotropie organisierter Substanzen. Leipzig.
- 4) Hermann, L. (1882) Pflüger's Arch. 22 240
- 5) Hürthle, K. (1931) Pflüger's Arch. 227 585
- 6) 木澤 和 (2600) 日本生理誌 5 55
- 7) 町田憲二 (2601) 日本生理誌 6 363
- 8) 町田憲二 (2601) 日本生理誌 6 579
- 9) Meyer, K. H. & H. Mark (1928) Der Aufbau der hochpolymeren organischen Naturstoffe. Leipzig.
- 10) Nägeli, C. (1862) Sitz.-Ber. Akad. Wiss. München. 411. 311
- 11) 名取禮二 (2601) 日本生理評論 1 87
- 12) 名取禮二 (2601) 日本生理誌 5 356
- 13) Schmidt, W. J. (1937) Die Doppelbrechung von Karyoplasma, Zytoplasma und Metaplasma. 232
- 14) 杉本良一 (2602) 日本生理評論 2 18
- 15) Vlès, F. (1911) Propriétés optiques des muscle. Paris.
- 16) 浦本政三郎 (2601) 日本生理評論 1 333

単一筋繊維に於ける局所収縮に就ての研究 (2)

(文部省科學研究費による研究)

東京慈惠會醫科大學生理學教室

湯 田 勝 年

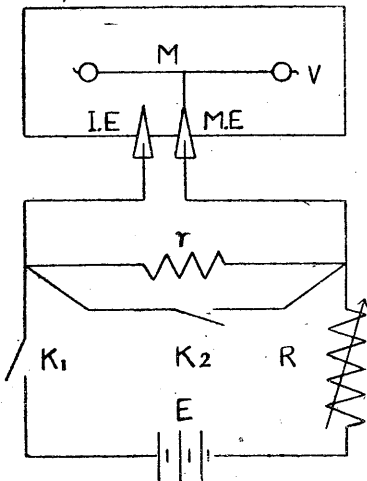
Yuda-Katutosi

(昭和 17 年 10 月 12 日受付)

I. 緒 言

Gelfan(1, 2, 3) 等が報告した局所収縮は、極めて小部位に限局した、一般の意味では傳播しない筋収縮と認められるもので、刺激生理學的に興味があり、從來骨骼筋に於て悉無律が成立つかどうかの問題の検討にも利用された(4)。然し今迄の研究ではかかる非傳播性収縮を見出したと云ふまでで、局所収縮なるものの起り方、その機構の本態的なところ迄検討されて居ない。偶々吾々の教室の高橋(8)は高速顕微鏡活動寫眞撮影法を用ひて局所収縮の起り方を詳細に検討し、等しく局所収縮と云つても刺激の強度により其起り方が異り、刺激強度が弱ければ毛管電極に近接する極く少數の筋原纖維にのみ限局する局所収縮を起し、刺激強度が大になるにつれて關與する筋原纖維の數を増し、漸次局所収縮が大になることを報告した。そこで余は此最も小さな局所収縮を生ぜしめる電壓の利用時を求めて見た。その目的とするところは、筋短縮に際し、今のところ觀察上最小的單位と見做される Inokomma の興奮を目標とし、夫れと刺激との間の關係を見たいことにあつた。

第 1 圖



實驗は 2600 年 11 月より翌年 3 月迄の間に行ひ、その要旨は第 20 回日本生理學會に於ける吾々の教室の總括報告(7)に於て報告された。

II. 實驗方法

實驗標本は臺の縫匠筋より分離せる單一筋纖維を用ひ、毛管電極はその尖端の内徑 20μ の硝子毛管とし、Ringer 液を充したものであつた。實驗は電壓・時間曲線の追求に始つたが、それには Helmholtz の振子と抵抗絃を組合せた方法を用ひた。實驗裝置を示せば第 1 圖の如くである。圖に於て R は $10000\sim 100\Omega$ 、 r は $100\sim 1000\Omega$ である。

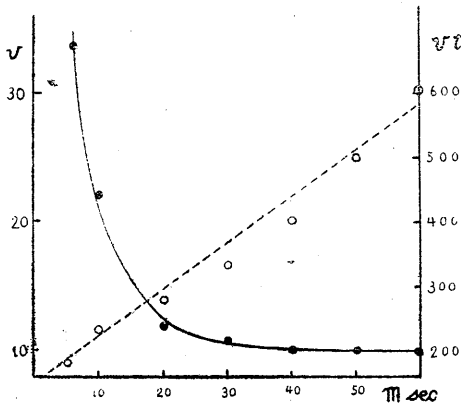
實驗の實施は顯微鏡下に於て、單一筋纖維の側面に

Mikromaniprator を用ひて毛管電極を接着せしめ、接着は筋繊維の電極接着部が稍々凹む程度に押しつけ、然る後徐々に戻し、電極尖端が方に筋繊維から離れんとするところで電極位置を固定して行つた。尙電壓・時間曲線の追求は常に検鏡下に認め得る最小の局所収縮を基準にし、 $v-t$ 関係を求める一方、若林一和合(10)による注意に従つて先づ毎回基流(v_r)を求めおき、 $\frac{v}{v_r}-t$ 関係をも追求した。但し標本の同一箇所にも數回局所収縮を起させると $v-t$ 曲線が變ることを觀察し得たので、3回以上同一箇所に局所収縮を起させない様に刺激部位を移動せしめた。又電極の筋繊維への接觸度が重要であることを觀察し得たので、毎回之に嚴密に留意した。

III. 實驗成績竝に考察

先づ $v-t$ 関係を求めた成績中代表的と思はれる8例を示せば第1表となる。この中の1例を圖示すれば第2圖となる。この圖から判るやうに局所収縮の $v-t$ 曲線は大體双曲線となり、 $vt-t$ 曲線は $vt=at+b$ であらしてよいやうである。然し第1表の各實驗例毎に $vt-t$ 曲線を作つてみると、夫々の場合で a, b の値が非常に異なり、且又中にはどうしても $vt=at+b$ にならないものがある。これは一つには毛管電極の接着状態がづれた爲に起つたものと考へられるが、更にこの實驗では前述した様に毎回毛管電極の接着状態を直ほす必要がある爲め、1系列の實驗を行ふのに1時間位かかつて居る。従つて手塚の

第 2 圖



第 1 表

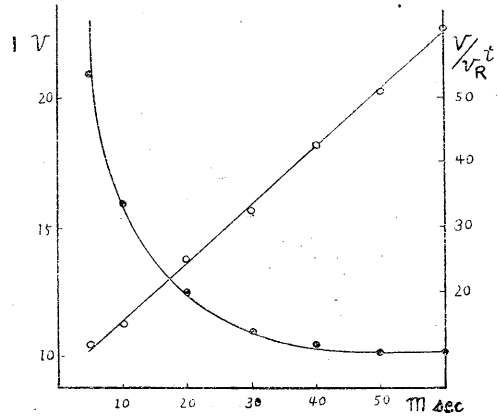
M. E. の口径 (μ)	實驗開始後の時間経過 (分)	t (msec)	v (volt)	vt
13	5	60	8	480
	13	50	9	450
	20	40	10	400
	31	30	11	330
	52	20	16	320
	68	10	25	250
15	7	60	10	600
	11	50	11	550
	15	40	11	440
	22	30	12	360
	31	20	14	280
	52	10	20	200
60	5	31	160	
15	10	60	7	420
	13	50	7	350
	21	40	7	280
	32	30	8	240
	56	20	12	240
	78	10	20	200
15	19	60	7	420
	23	50	7	350
	27	40	8	320
	31	30	9	270
	53	20	11	220
20	9	60	8	480
	17	50	11	550
	29	40	13	520
	36	30	16	480
	51	20	19	380
	60	10	33	330
20	12	60	7	420
	18	50	7	350
	25	40	8	320
	27	30	9	270
	35	20	10	200
	46	10	12	120
	73	5	20	100
20	14	60	12	720
	22	50	12	600
	31	40	12	480
	40	30	15	450
	48	20	21	420
	67	10	36	360
	117	5	57	280
	20	17	60	10
22		50	10	500
28		40	10	400
33		30	11	330
59		20	14	280
81		10	23	230
96		5	36	180

報告 (9) を斟酌すれば、被刺激性が実験の始めと終りでは異なることになる。そこで第 2 には和合・若林 (10) の方法に従つて毎回基流を求め $\frac{V}{V_r} - t$ 曲線を求めたのである。その成績は第 2 表の如くであり、基流は相當變化し、更に被刺激部位を變へると場所によつて基流値の高い

第 2 表
M.E. の口径 15μ

t (msec)	v (volt)	V_r (volt)	$\frac{V}{V_r}$	$\frac{V}{V_r} t$
60	9.7	9.5	1.02	61.2
50	9.6	9.4	1.02	51.0
40	10.6	10.0	1.06	42.4
30	10.7	9.8	1.09	32.7
20	12.3	9.8	1.25	25.0
10	16.1	10.1	1.59	15.9
5	21.5	10.2	2.09	11.8
60	11.5	11.5	1.00	60.0
50	12.1	11.8	1.03	51.5
40	12.8	12.3	1.05	42.0
30	10.8	9.1	1.10	33.0
20	12.1	9.6	1.26	25.2
10	16.1	10.0	1.61	16.1
5	20.1	9.8	2.10	10.5

第 3 圖



所と低い所のあるのが判る。これから $\frac{V}{V_r} - t$ 及び $\frac{V}{V_r} t - t$ 曲線を作ると第 3 圖になるが、之により明らかな様に、 $\frac{V}{V_r} t - t$ 曲線は直線と見做してよい。この關係は單一筋纖維の攣縮を目標にした和合・若林 (10) の成績、全筋に於ける本林 (5) の成績と大體類似して居る。この事は興奮が傳播性であると、非傳播性であるとに拘らず、刺激に對する筋短縮の機構は本態的に變らぬことを示すものと認められる。つまり筋が刺激を受入れて興奮し短縮すると云ふことと、其興奮が傳播することとは別個の機序によるもので、曩に吾々の教室で主張した如く (12)、被刺激性と興奮性が分離出来るばかりでなく、更に興奮性自體も局所の興奮性と興奮傳播性とに分離出来ることになる。而して筋纖維の局所收縮部が一定の大きさを越へれば興奮は傳播するので、興奮の傳播は刺激部位の大小にだけ關係することになる。即ち Nernst 以來諸學者によつて主張されて居る如く、形質膜の分極の變化が興奮に關係するものとすれば、形質膜に於ける電氣的變化の大小が傳播性興奮か、非傳播性興奮かの分れ路になり、別に質的な異同があるわけではないことが推定出来る。従つて最近山極 (11) が提唱した如く、興奮傳播は長さから長さへと行はれるものであるとする想定も肯ける。然し局所收縮は刺激強度が大きくなるにつれて筋纖維の長軸に沿ふて短縮部が一様に廣くなるわけではなく、寧ろ刺激電極の接着部を要として扇形に擴り、刺激電極接着部に近い筋原纖維長軸に沿ふ短縮部が狭い。従つて長さと言ふ概念より寧ろ面積と言ふ概念を導入するのを至當と考へる。以上の如く電壓・時間曲線から觀た限りでは、電氣的變化による興奮の本態的機構は局所收縮でも攣縮でも變らぬものであり、従つて骨骼筋興奮過程の單位形式を局所收縮の中に求めてよいことになる。然るに局所收縮は刺

激強度が弱ければ刺激電極に接着した筋原繊維にだけ起り、而かも電極に近い Inokomma 程短縮高が大きいため、骨格筋興奮の単位を単一筋繊維より筋原繊維に、更に進んで Inokomma に迄引下げ得るとした吾々の教室の想定(6)は、電気生理學的にも首肯出来るものと考へられる。

IV. 摘 要

- 1) 単一筋繊維に最小の局所収縮を生ぜしめ、其際の電壓・時間曲線を追求した。
- 2) 局所収縮の起り方は刺激毛管電極の接觸状態で著しく影響せられる。
- 3) 最小局所収縮の $v-t$ 曲線は大體双曲線となり、 $vt-t$ 曲線は直線に近い形をとるが、毛管電極の接觸状態竝に単一筋繊維の被刺激性の時間的變動に依り、曲線が定型的な形をとらぬ場合がある。
- 4) $\frac{v}{v_r}t-t$ 曲線を探れば、大體總ての結果が定型的になる。
- 5) 以上の結果から局所収縮と傳播性収縮に於て興奮の本態的機構には差異なきものと推定せられる。

摘筆するに當り浦本教授、杉本助教授の指導、校閲竝に名取講師の援助を銘謝す。

文 獻

- 1) Gelfan, S. (1930) Am. J. Physiol. 93 1, 650
- 2) Gelfan, S. (1931) Am. J. Physiol. 96 16
- 3) Gelfan, S. & R. W. Gerard (1930) Am. J. Physiol. 95 412
- 4) 橋田邦彦 (1931) Jap. J. Med. Sci. Biophysics 2 Proc.
- 5) 本林富士郎 (2598) 日本生理誌 3 379
- 6) 名取禮二 (2601) 日本生理誌 5 330
- 7) 杉本良一 (2602) 日本生理評論 2 18
- 8) 高橋忠幸 (2602) 日本生理誌 7 655
- 9) 手塚 玄 (2601) 日本生理誌 5 335
- 10) Wago, U. & T. Wakabayashi (1936) Jap. J. Med. Sci. Biophysics 4 43
- 11) 山極一三 (2600) 日本生理誌 5 1
- 12) 安田敬一郎 (2592) 慈惠醫大生理學論文集 1 342

第3編 去勢家兎の卵管及び子宮運動並びに之に
對する Ovahormon の影響

(本研究の一部は日本學術振興會の補助による)

京城帝國大學醫學部生理學教室

原 昊

Hara-Hiroshi

(昭和 17 年 10 月 12 日受付)

I. 緒 言

余は我が教室の腹窓法に依り家兎性器の生理學的研究を行ひ、既に2回(1,2)に亘り本誌上に報告し、殊にその第2編(2)に於て正常時及び排卵前後の卵管運動に就て記述した。依つて更に卵管運動が動物の去勢後に於て變化するか否かを知る事も興味ある問題である。然るに又我が教室の矢島(3,4)は硝子腹窓法に依り正常及び去勢家兎子宮運動を研究し、正常子宮運動は去勢後次第に非定型的となり、微弱で、又頻度も少くなり、去勢後第10—12日に至れば靜止し、子宮は全く平靜不動となる事を知り、更に此の平静不動となつた子宮も、100國際單位Ovahormon(水溶性)1ccの1回乃至2回の皮下注射に依り、再び運動の發現するに至る事を認めてゐる。本稿に於ては余が去勢家兎の卵管及び子宮に就て知り得た事を記録する事にした。

II. 實 驗 方 法

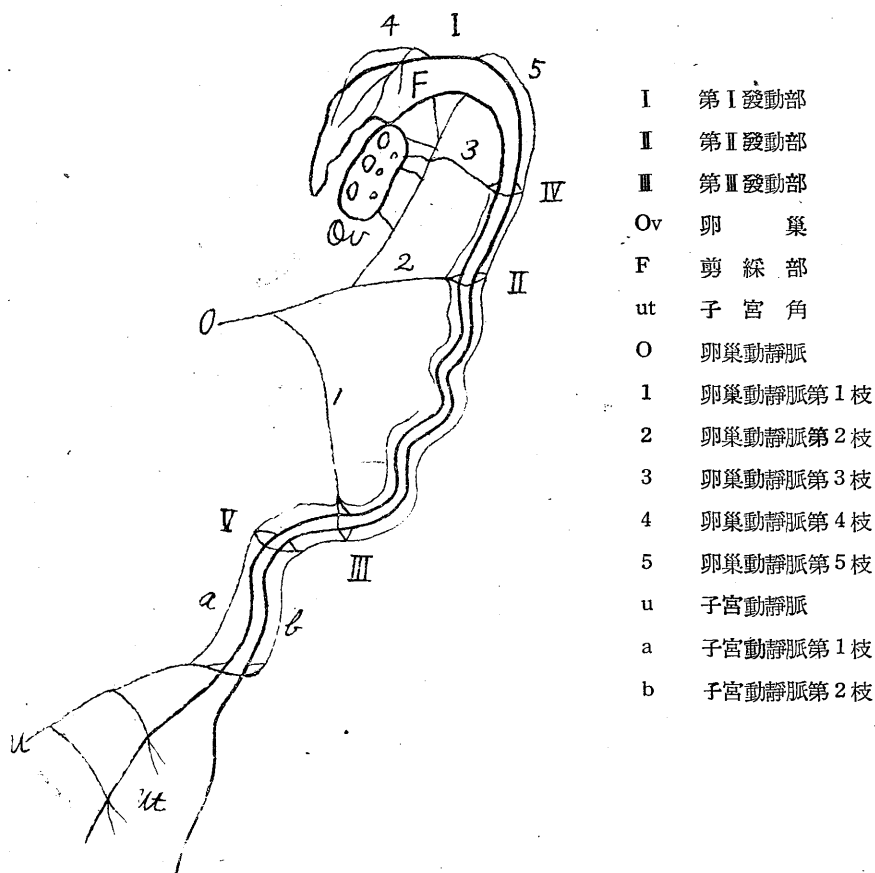
實驗動物は充分に發育した2—2.5kgの雌性家兎で、先づ商人から求めた家兎は教室附屬の動物室で嚴重に雄性家兎と隔離飼育し、更に手術前4—5週間自室に於て1匹宛隔離飼育し、元氣旺盛で全く健康と認められるもののみを使用した。尚ほ正常卵管運動及び排卵前後の卵管運動に就ては既報の如く既に略々知り得たと考へたから、本實驗に於ては腹窓設置手術と同時に兩側卵巢を剔出し、その後の卵管運動及び子宮運動を觀察した。即ち家兎下腹中央部に余等の改良せる腹窓(5)を設置し、無麻酔で觀察する。是がためには通常6倍擴大鏡を用ひ、又運動の頻度を知るためには卵管の或る點、例へば卵管を横走る血管を目標として、收縮が此處を通過する毎に之を煤煙圓壘上に記録し、同時に時間標示器を用ひて時間的關係を知る事にした。手術方法に就ては余等(5)の別の論文に記載したから茲には省略する。

先づ最初の2例は去勢後の卵管及び子宮運動を長期に亘り觀察したものであつて、即ち1例は74日間、他の1例は123日間の觀察を續け、その他の10例は去勢後一定の時期に運動の充分なる觀察の後にOvahormon(水溶性)100國際單位1cc(爾後單にOvahormon 1ccと略記

す) を 1—2 回皮下に注射し、之に因り卵管及び子宮運動が如何なる影響を被るやを検した。

III. 實 驗 成 績

卵管正常運動に就ては本稿第2編(2)に詳述したが、それには次の4型がある。即ち 1) 卵管運動第1型(所謂蠕動)、2) 第2型(所謂逆蠕動)、3) 第3型(所謂分節運動)、4) 第4型(所謂振子運動)がそれであつて、第1型及び第2型運動が主なるものである。而して之等の運動は通常第I發動部(挿圖参照)、第II發動部及び第III發動部より發現する。従つて第I發動部



及び第II發動部に挟まれたる腹口部では第1型及び第2型運動が最も多く、之れ等が交互に起り、或は兩側より同時に起り、又或る時は夫々獨立して數回づゝ續けて起る事等があつて、その現はれ方は稍々不規則であるが、強度及び頻度は同一家兎では略々同程度である。

中央部も亦第II發動部及び第III發動部に挟まれてゐるから第1型運動及び第2型運動が見られ、その現はれ方は略々腹口部と同様であるが頻度は稍々多い。又此の部に於ては第3型運動が屢々見られる。

子宮部は殆ど常に第III發動部より發現する第1型運動だけで、頻度は一般に他の何れの部よ

り多く、毎分數回乃至 10 回前後發現し規則的である。以上が正常時の卵管運動の概要であつて、此の所見を基礎として先づ去勢の影響を觀察した。

A. 去勢時の卵管及び子宮運動

實驗例 1. 腹窓番號 No. 38, 體重 2300g

腹窓設置 昭和15年2月21日, 腹窓設置と同時に兩側卵巢を完全に剔出した。子宮角の發育は充分で、稍々紫藍色を帯び丸味があり。幅の大なる所は約 1cm に達する。

第1回觀察 2月24日(去勢後第3日), 腹窓は全く透明で氣泡なく、子宮及び卵管は移動性があつて周圍との癒着がない。今卵管運動を觀察するに、

左側腹口部 第Ⅰ發動部より第1型運動が起り、第Ⅱ發動部より第2型運動が起り、之等の運動は別々に、或は同時に兩側より起る事もあつて様々であるが、第1型運動は毎分3—5回、第2型運動は毎分4—5回の頻度で現はれ稍々規則的である。

右側腹口部 第Ⅰ發動部は殆ど靜止の状態で、第Ⅱ發動部からのみ運動が起る。従つて該部の運動は殆ど第2型運動であつて、その頻度は毎分5—7回、間隔は8—9秒で規則的である。

子宮部 左右兩側共に第Ⅲ發動部より起る第1型運動のみで、その頻度は毎分9—10回、間隔は5—7秒で甚だ規則的である。

子宮 手術時は柔かで稍々紫藍色を帯び、幅は約 1cm で丸味があつたが、去勢後第3日には子宮角全體が稍々小さくなつた如く、桃色を帯び幅は約 0.8cm となり、且つ左右兩子宮角共2—3箇所に縊を生じ、所により太きを異にし、従つて形は不同にして凹凸がある。又子宮運動に於ては矢島(3)の正常子宮に認めたるが如き定型的な蠕動或は逆蠕動は認められず、蠕動様或は逆蠕動様と思はれる運動が認められ、頻度は15分間に前者が3回、後者が2回にして間隔は甚だ不規則である。

第2回觀察 2月26日(去勢後第5日)

左側腹口部 第Ⅰ發動部及び第Ⅱ發動部より運動が發現するが、前者は前回に比して稍々不活潑となる。従つて此處より發現する第1型運動は頻度減少し毎分2—4回で間隔は不規則である。第Ⅱ發動部は活潑にして此處から起る第2型運動は前回に比して稍々頻度多く毎分5—7回で間隔は稍々不規則なるも7—9秒なる場合が最も多い。

右側腹口部 依然第Ⅱ發動部が活潑で第Ⅰ發動部は殆ど靜止する。該部に見られる第2型運動の頻度も前回に比して稍々多く毎分8—9回で間隔は6—8秒で規則的である。

子宮部 左右兩側共に第Ⅲ發動部より發現する第1型運動のみで、その頻度は前回と大差なく毎分9—11回、間隔は5—6秒で規則的である。

子宮 前回と大差ない。

第4回觀察 2月28日(去勢後第7日)

左側腹口部 運動は依然第Ⅰ發動部及び第Ⅱ發動部から起るが、第Ⅰ發動部は甚だ不活潑に

して此處より起る第1型運動は毎分1—2回で不規則である。第Ⅱ發動部より起る第2型運動は毎分4—6回、間隔は9—12秒(最も多くは10—11秒)で稍々規則的である。同じく第Ⅱ發動部から起る第1型運動は前回と同様に、頻度に於ては第2型運動と略々同數であるが弱く、1—2cm進むと消失するが如き程度である。

右側腹口部 前回と大差なし。即ち殆ど第2型運動にして毎分7回、間隔は7—10秒で規則的である。

左側子宮部 前回と略々同様で第1型運動は毎分9—10回、間隔は6—7秒で規則的である。又第Ⅲ發動部より起る第2型運動は活潑にして、第Ⅲ發動部を距る約1—1.5cmの所で觀察して毎分11—12回、間隔は5—6秒(最も多くは5秒である)で規則的である。

右側子宮部 前回同様第1型運動のみで毎分7回發現し、間隔は7—9秒で規則的である。

子宮 子宮角は一般に緊張度減少せるものゝ如く、何となく柔軟らしく見へる。然し尙ほ凹凸不平で稍々貧血を呈し、運動は不規則であるが縊の淺い、幅の狭い、且つ進行速度の遅い即ち弱い蠕動及び逆蠕動が見られる。

第6回觀察 3月1日(去勢後第9日)

左側腹口部 一般に卵管は稍々貧血狀となり、且つ緊張度も減少せるも様である。卵管剪線部は血管に富み、正常時には鮮紅色に見える所であるが、特に貧血性に見へる。左側腹口部では第Ⅰ發動部は次第に弱つて來る傾向があつて、前回迄は毎分1—2回の不規則な第1型運動を發現してゐたが、去勢後第9日には右側と同様に靜止の狀態となつた。従つて該部の運動は殆ど第2型運動のみで、その頻度は毎分8—9回、間隔は6—8秒(最も多くは7秒)で規則的である。

子宮部は前回と大差ない。

子宮 子宮角は貧血性で柔軟にして弛緩性に見へ、極めて移動性である。又凹凸不平であつた子宮角は大體滑かになり、幅の太い所が約0.7cm、細い所が約0.5cmで丸味が減少した。運動は極めて微弱で、15分間の觀察中に4回見られたが蠕動か逆蠕動かが判斷し難く、單に部分的に淺い縊を生じたかの如くに見へる程度である。子宮角は次第に萎縮しつつある様である。

第9回觀察 3月4日(去勢後第12日)、卵管運動は各部共に頻度は前回と大差なきも一般に多少弱くなつた。組織の厚い子宮部では縊が淺いので時にその進行を見逃す事がある。子宮運動は殆ど靜止するも、15分間に1回極めて淺い縊を生じ、之が蠕動として極めて徐々に2—3cm進行して消失した。子宮角は細く、且つ薄くなり太い所で約0.6cmである。

第10回觀察 3月5日(去勢後第13日)

腹口部 左右兩側共に第2型運動のみで頻度は毎分7—8回、間隔は7—9秒である。

子宮部 左右兩側共に第1型運動のみで頻度は毎分5—6回、間隔は10—12秒である。

子宮 子宮角は平靜不動となる。20分間宛2回観察するも1回の運動をも認めない。

第13回観察 3月9日(去勢後第17日), 卵管運動は左右兩側共に前回の所見と大差ない。子宮は之に分布する血管が萎縮して細くなり従つて子宮角は貧血性である。廣靱帯も亦最初には脂肪に富み非常に厚かつたのであるが, 脂肪組織は減少し, 血管は萎縮して細くなり非常に貧血し薄くなつた。

第20回観察 4月1日(去勢後第40日), 子宮角は萎縮し幅は約0.3cmにして紙の如く薄く半透明で, 所々折曲り該部は紙を折つた様に角ばつて見へる。廣靱帯も極めて薄く半透明で漠然と腸管を透視し得る。卵管各部に於ける運動は前回と大差ないが, 腹口端に近い約1.5—2.0cmの間は殆ど静止状態である。

第23回観察 5月6日(去勢後第75日), 腹窓は全く透明にして癒着なく, 子宮角及び卵管は移動性である。

腹口部 左右兩側何れも腹口端に近い約1.5—2.0cmの間は殆ど運動なく静止状態である。第Ⅱ發動部も稍々不活潑で第Ⅲ發動部より起る第2型運動がその儘第Ⅱ發動部を通過する事が屢々見られる。最も活潑なのは第Ⅲ發動部であつて毎分7回, 8—9秒の規則的な間隔で運動が發現してゐる。

子宮 子宮角の状態は依然紙の如く薄く幅は約0.3cmで, 約1箇月前の第20回観察時と大差が無い。

第25回観察 5月13日(去勢後第82日), 第23回観察時と大差なく特記すべき變化を認めない。唯腹窓の周縁の一部が多少發赤したかの感がある。

第26回観察 5月24日(去勢後第93日), 腹窓周縁の一部發赤し, 稍々腫脹して一部より僅かの浸出液があつて多少濕潤する。然れども卵管運動及び子宮には特別な變化を認めない。子宮角は依然幅は約0.3cmで紙の如く薄く, 所々で折重り, その曲角は宛然紙を折つた様である。

第30回観察 6月23日(去勢後第123日), 腹窓の周縁稍々白濁し, 腹窓外縁部の濕潤の度稍々強い。然し卵管運動及び子宮の状態は第25回観察時と略々同様である。本例の観察は爾後中止したが, 7月2日に腹窓脱落し腸管脱出して死亡した。

實驗例 2. 腹窓番號 No. 39, 體重 2180g

昭和15年2月22日腹窓設置と同時に兩側卵巢を剔出した。子宮の發育は充分で稍々紫藍色を帯び, 幅の太い所は約0.8cmである。

第1回観察 2月26日(去勢後第4日)

左側腹口部 第Ⅰ發動部は静止の状態にある。従つて是から發現する運動即ち第1型運動は認められず。第Ⅱ發動部より來る第2型運動は規則的であつて, 7—8秒の間隔で毎分8—9回發現する。右側に於ても略々同様である。

左側子宮部 第Ⅲ發動部より起る第1型運動のみで, 頻度は毎分9回, 間隔は6—8秒(最も

多くは7秒)で規則的である。

子宮 子宮角は緊張せるが如く稍々細く且つ丸味強く固い感じがする。所々に縊を生じ凹凸不平で縊は不規則に蠕動様或は逆蠕動様に移動する。

第3回観察 2月28日(去勢後第6日), 卵管運動は第1回観察時と略々同様にして, 左側腹口部に於ては第2型運動が7—9秒の間隔で毎分6—7回認められる。子宮部に於ては第1型運動が9—10秒の間隔で規則的に毎分6—7回發現す。子宮角は尚ほ凹凸不平で非定型的蠕動或は逆蠕動が15分間に數回見られ甚だ不規則である。

第5回観察 3月1日(去勢後第8日), 卵管各部に於ける運動は第3回観察時と略々同様である。卵管剪線部は貧血し, 子宮角は緊張味を失ひ滑かで柔軟になり丸味減少し稍々貧血性に薄桃色を呈する。一般に稍々細くなり幅は約0.6cmとなる。尚ほ微弱ではあるが不規則なる運動が15分間に6回認められた。

第8回観察 3月4日(去勢後第11日), 卵管運動は第5回観察時と頻度に於て多少の相違あるも略々同様なり。子宮運動は20分間宛2回観察したが1回の運動も認められず, 平靜不動となる。

第13回観察 3月11日(去勢後第18日), 腹窓は全く透明にして癒着なく元氣旺盛である。卵管運動は頻度に於て前回と大差なく略々同様であるが, 一般に運動は稍々微弱となる。子宮は平靜不動にして廣靱帯と共に血管は細く貧血性となり, 子宮壁も薄くなつて次第に萎縮しつつある。

第16回観察 3月18日(去勢後第25日), 卵管運動及び子宮の状態には特別な變化は認められず略々前回と大差がない。唯子宮及び廣靱帯は著しく萎縮した。

第18回観察 3月29日(去勢後第36日), 子宮は紙の如く薄く, 所々折重つてゐる。卵管運動には特記すべき變化を認めない。

第20回観察 4月17日(去勢後第74日), 腹窓周縁の一部約3cmが剝離し, 多少體液が漏出する。然し卵管運動に著變なく, 腹口部に於ては6—7秒の間隔で毎分8—9回の第2型運動が發現し, 子宮部では第1型運動が7—8秒の間隔で毎分規則的に8回發現するのが認められた。本例は爾後観察を中止したが, 5月13日腹窓脱落し腸管脱出して死亡した。

實驗成績の小括

上記2例は共に腹窓設置と同時に去勢手術を行ひ, 兩側の卵巢を完全に剔出し, 第1例は123日間, 第2例は74日間の長期に亘り, 卵管及び子宮運動を観察したものである。

第1例では子宮角は術後第7日で緊張度減少し, 尚ほ凹凸不平で非定型的諸運動は存するが次第に微弱となり頻度も減少した。第9日には子宮角は弛緩性となり大體滑かであるが稍々細く, 運動は稀となる。而して去勢後第13日に子宮の運動は停止したが, 第2例では術後第11日で子宮は平静不動となつた。其の後次第に萎縮の程度は強くなり, 約1箇月後には子宮角は紙

の如く薄く且つ貧血性となり所々折重つて来る。廣靱帯も貧血性となり且つ極めて薄くなる。子宮角はその幅を正常時の1/2乃至1/3に縮小し、爾後はその状態を持続する様である。

是に反して卵管運動は去勢によつて必ずしも停止しないのであつて、唯卵管腹口部に於ては手術後十數日も経過すれば運動微弱となり、殊に第Ⅰ發動部の機能低下して第2型運動だけが現はれ、2箇月以上を経過すれば腹口端に近い約1.5—2.0cmの間は殆ど静止する。子宮部に於ては正常時と殆ど同様に第Ⅲ發動部から規則的に發現する運動が見られる。此の第1型運動は約1箇月後には多少弱くなる様であるが、而も第1例の123日間の觀察でも依然として消失せずに續けられる。第Ⅱ發動部より發現する第1型運動は1箇月後には極めて微弱となり1—1.5cm進むと消失する。斯くの如く第Ⅱ發動部が不活潑となれば第Ⅲ發動部より生ずる第2型運動が第Ⅱ發動部をその儘通過して腹口部に進むのが屢々見られる。

B. 去勢時の卵管及び子宮運動に對する Ovarhormon の影響

實驗例 1. 腹窓番號 No. 43, 體重 2400g

昭和15年6月15日腹窓を設置し兩側卵巢を剔出した。

第1回觀察 6月18日(去勢後第3日), 腹窓は全く透明にして癒着がない。子宮角は緊張し稍々桃色を帯び所々に縊を生じ凹凸不平にして、一般に稍々細くなり丸味強く運動は甚だ不規則で、15分間に非定型的なる逆蠕動様運動が7回、尙ほ1個所に縊を生じ兩側に向つて進む運動が8回合計15回の運動を認めた。

卵管腹口部では稍々規則的に第Ⅱ發動部より間隔5—8秒で毎分7—9回の第1型及び第2型運動が發現するが、前者は1—1.5cm進むと消失する。

卵管子宮部は第Ⅲ發動部から起る第1型運動のみで規則的に8—9秒の間隔で毎分6—7回認められる。

第2回觀察 6月20日(去勢後第5日), 子宮角は緊張度減少し弛緩性となり滑かて紫藍色を帯び、15分間に微弱にして縊は浅いが蠕動が2回、逆蠕動が4回及びその他の不確實なる運動が2回合計8回の運動が見られた。

卵管に於ては前回と略々同様であるが、唯第Ⅰ發動部で毎分1—2回の第1型運動を發現してゐたが殆ど静止状態になり、稀に第1型運動を發現する程度である。

第4回觀察 6月25日(去勢後第10日), 子宮角は丸味を失ひ薄くなり幅は平均約0.6cmとなる。廣靱帯及び子宮角は貧血性となる。運動は極めて微弱にして頻度少く、20分間の觀察中蠕動が1回、その他不明な運動が2回見られた。

卵管子宮部及び腹口部に於ける運動は頻度に多少の差違はあるが前回と略々同様である。

第5回觀察 6月26日(去勢後第11日), 子宮の状態は前日と大差なきも、運動は20分間の觀察中に1回も認め得ない。その後2回の觀察を行つたがやはり子宮は平靜不動であつた。卵管運動は前日と大差なく特記すべき變化を認めない。

第7回観察 7月1日(去勢後第16日)

子宮 子宮角は貧血性で薄桃色を呈し紙の如く薄く、數個所に於て紙を折つた様に折重つてゐる。幅は約 0.3—0.4cm で平靜不動である。廣靱帯も貧血著明で薄い。

卵管子宮部 依然變化無く第1型運動が規則的に8—10秒の間隔で毎分6回認められる。

腹口部に於ても第2型運動が毎分8—10秒の間隔で6—7回規則的に見られる。第I發動部は殆ど平静不動である。

是に於て Ovahormon 1cc を肩胛部皮下に注射した。

第8回観察 7月2日(Ovahormon 注射後第1日, 去勢後第17日)

子宮角は急に著しく充血し、即ち血管は擴張し子宮角も何となく脹みが感ぜらる。子宮運動が現はれ、15分間の観察中に大體規則的に40—50秒に1回の割合で蠕動が17回、逆蠕動が3回合計20回の運動が認められた。

卵管子宮部では特別な變化無くやはり第1型運動が5—7秒の間隔で規則的に毎分10回發現する。

腹口部では殆ど平静不動であつた第I發動部が活潑となり8—12秒の間隔で毎分4—5回の第1型運動を發現する。同時に第II發動部より起る第1型運動も亦増強し、中央部に向つて2—3cm 前進する。

中央部の略々中央では第2型運動が9—13秒の間隔で毎分4—5回、第1型運動が8—10秒の間隔で毎分6回見られる。腹口部では第1型運動が8—10秒の間隔で毎分4—6回、第2型運動がやはり8—10秒の間隔で毎分4—5回認められた。即ち卵管運動は略々正常に復したと云ふ事が出来る。剪綫部も血管擴張し鮮紅色を呈し正常時の状態と大差がない。

第9回観察 7月4日(Hormon 注射後第3日, 去勢後第19日), 子宮角及び卵管の外観は前回と略々同様にして大差ない。

子宮運動は前回に比してその強度には特別な變化を認め得ないが、一般に稍々不規則となり、頻度も稍々減少した。即ち15分間の観察中に蠕動が7回、逆蠕動が6回合計13回の運動が認められ、之等は1—2分の間隔を以て起り稍々不規則である。

卵管に於ては子宮部では依然7—8秒の間隔で規則的に起る第1型運動が毎分8回認められ、腹口部では第I發動部より起る第1型運動が再び著しく減少し、2—3分間には認められない事が多くなつた。然し一度起ると續けて2—3回起ると云ふ様な傾向がある。第2型運動は5—9秒の間隔で稍々不規則ではあるが毎分5—6回起るのが認められた。即ち子宮及び卵管の運動は次第にHormon 注射前の状態に復歸しつつあるが如き状況である。

Hormon 注射後第5回(第6日)及び第6回(第8日)の観察に於ては子宮角は再び次第に萎縮の徴を示し、運動の頻度は次第に少く、弱く且つ甚だ不規則となる。

卵管では第III及び第II發動部では前回と略々同様で特別な變化を認め得ないが、第I發動部

は殆んど静止状態となつた。その後の繼續觀察に於て子宮運動が静止したのは7月19日、即ち Hormon 注射後第18日であつた。子宮角の貧血状態は次第に強く、半透明で紙の如く薄く、所々で折曲つてゐる。幅は約 0.5cm となる。卵管運動は Hormon 注射前と略々同様で特別な變化を認め得ない。

第12回觀察 7月24日(Hormon 注射後第23日、去勢後第39日)、卵管状態及び卵管運動は Hormon 注射前と略々同様にして著變を認めない。子宮角は甚しく萎縮し幅は約 0.4cm となり静止状態を保持する。

第15回觀察 7月30日(Hormon 注射後第29日、去勢後第45日)、殆ど前回と同様にして著變を認めない。

第16回觀察 8月1日(Hormon 注射後第31日、去勢後第47日)、腹窓は全く透明にして子宮角及び卵管は極めて移動性にして癒着なきも、膀胱前面の一部にフィブリン形成を見る。然し子宮及び卵管の運動状態は前回と大差ない。

是に於て再び第2回目の Ovahormon 1cc を皮下に注射した。

第1回觀察 8月2日(第2回 Hormon 注射後第1日、去勢後第48日)、子宮は著しく充血し丸味を帯びて太くなり、幅は約 0.5—0.7cm となる。従つて一見浮腫状に見へ、Hormon 注射前に子宮角が紙を折つた様に折重つてゐた状態は認められない。20分間の觀察に於て不規則ではあるが14回の蠕動、6回の逆蠕動及び3回は子宮の一部に現はれた收縮が兩方向に進行するのが認められた。

卵管に於ては子宮部では依然規則的に發現する第1型運動があり、その間隔は 5—7 秒で毎分 9—10 回の頻度である。腹口部では貧血し萎縮して見へた剪線部が大きく扇の様に擴り、充血して鮮紅色を呈してゐる。而して第1回 Hormon 注射の場合と同様に静止状態にあつた第 I 發動部が活潑となり、第1型運動を毎分 3 回乃至數回の頻度で發現するのが認められる。

第2回觀察 8月4日(第2回 Hormon 注射後第3日、去勢後第50日)、腹窓は全く透明で子宮角及び卵管は移動性で癒着がないが、膀胱前面の一部でフィブリン形成をなせる部が腹窓の周縁と軽く癒着した。然し此の癒着は軽い指先の操作により簡単に剝離し得たり。

子宮運動は強さに於ては前回と殆ど大差なきも頻度が稍々減少せる様である。即ち20分間の觀察に於て蠕動が12回、逆蠕動が5回及び不明なる運動が1回認められた。而して之等の運動は前回に比して稍々規則的に發現した。卵管運動は前回と略々同様にして著變を認め得なかつた。

爾後の繼續觀察に於て卵管の第1發動部は8月6日即ち第2回 Hormon 注射後第5日に静止状態となり、子宮は8月14日即ち第2回 Hormon 注射後第13日にて平靜不動となつた。尙ほ此の實驗家兎は手術後第67日に腹窓離脱して腸管脱出に依り死亡した。

他の實驗例に於ても成績は殆ど全く同様であるから特に記載を省略する。

今之等の實驗成績を通覽するに、前項の實驗と同様に去勢によつて卵管運動は先づその腹口端即ち第Ⅰ發動部の運動が犯されるが、卵管子宮部に於ては依然として運動が管まれる。子宮は去勢によつて 11—13 日で靜止状態となる。然るに Ovahormon を注射すれば、注射後第 1 日に既に弛緩して紙の如く薄く萎縮せる子宮角は緊張を回復し、著しく充血し丸味を帯び浮腫狀を呈し、子宮運動は極めて活潑となり稍々不規則ではあるが定型的運動の發現を見る。その效力持續期間は比較的短かく、注射後第 3 日には子宮運動は頻度稍々減少し、不規則となり次第に注射前の状態に復歸し、再び萎縮しはじめ、注射後十數日で子宮は再び平靜不動となる。是に更に Ovahormon を注射すれば再び同様に運動を催起する事が出来る。

IV. 摘 要

1) 雌性家兎に硝子腹窓を設置して去勢後の子宮及び卵管運動を長期に亘り觀察し、又之に Ovahormon を注射して、その影響を觀察した。

2) 家兎子宮は去勢後緊張性を失ひ、運動は次第に減弱し、遂に 11—13 日に至れば子宮は平靜不動となる。而も去勢後第 10 日頃より萎縮の徴候著明となり、第 3 乃至第 4 週を経過すれば、子宮は著しく貧血性となり、紙の如く薄く且つ折重つて横徑も約 1/3 に減小する。

3) 卵管は去勢後緊張性減少し稍々弛緩して見えるが、子宮の如く縊を生じ凹凸不平となる事は無い。又卵管運動は去勢後でも、その子宮部では殆ど正常時と變らないが、第Ⅰ發動部の機能は減弱する。第Ⅱ發動部より生ずる第 1 型運動も弱く、1—1.5cm 子宮側に進むと消失する。従つて卵管では腹口部及び中央部で著しく第 1 型運動が抑制され、子宮部以外では殆ど第 2 型運動のみとなる。興味ある事實は卵管は去勢後も子宮の如く平靜不動とならない事である。

4) 去勢後子宮が完全に平静不動となるを確認して後數日乃至數十日後に於て Ovahormon を注射する事により、子宮は著しく充血し、肥厚して太くなり、運動は極めて活潑となり、一時的ではあるが正常時と殆ど大差が無い運動が見られる。斯くの如き運動は早いものは注射後第 3 日、遅いものでは數日にして次第に不規則且つ微弱となり、注射後第 6 日乃至十數日で再び平静不動となり注射前の状態に復歸する。

5) 卵管に於ても靜止状態にあつた第Ⅰ發動部が Ovahormon 注射により活潑になり、同時に第Ⅱ發動部より發現する第 1 型運動も亦強くなる。従つて第 1 型運動が第 2 型運動と頻度及び強さに於て略々同程度となる。斯くの如き運動状態は正常時卵管運動に酷似する。然し此の様な状態は注射後第 3 日には再び次第に注射前の状態に復歸し、注射後第 5—第 6 日には再び第Ⅰ發動部は靜止する。

擱筆するに臨み終始御懇篤なる御指導御鞭撻を忝ふし且つ御校閲の勞を賜りたる恩師大塚教授に衷心より感謝の意を捧ぐ。

文 献

- 1) 原 昊 (1941) 日本生理誌 6 599
- 2) 原 昊 (1941) 日本生理誌 6 610
- 3) 矢島忠孝 (飯野忠孝) (昭和13年) 朝鮮醫會誌 28 738
- 4) 矢島忠孝 (昭和14年) 朝鮮醫會誌 29 2221
- 5) 山本晃朝・中尾龍一・原昊 (1940) 日本生理誌 5 426

單一骨格筋纖維に於ける攣縮の加重

竝に持續性短縮に関する研究 612.741

東京高等齒科醫學校生理學教室

佐竹 結實

Satake-Yumi

(昭和 17 年 10 月 30 日受付)

I. 緒 論

Bethé 及び Happel (1) は蛙の縫匠筋標本を用ひて骨格筋が等張性に攣縮する場合に其の最も高度に短縮する部分が比較的弛緩して居る他の部分を延長せしむることを、骨格筋の各部の運動を同時に寫眞的に描記することに依つて觀察して居るが、各骨格筋纖維竝に之を結付けて居る結締組織は共に彈性體であるから當然のことである。然し骨格筋纖維及び結締組織の彈性が同一でないことは勿論であつて、且つ其等の間に於ける力學的關係も相當に複雑であると考へられるから、筋全體としての攣縮の時間的經過と他部との連絡から自由にした1つの筋纖維の夫れとを同一視することは出来ない。而して強直に就いても同様な關係が考へられる。即ち1つの骨格筋に適當な間程を置いて反復して引續き刺激を加へる場合には各個の刺激によつて起る攣縮が合成して不完全強直乃至完全強直が起るが、遊離された1つの筋纖維に同様な反復刺激を加へる場合には既に個々の攣縮の時間的經過が筋全體の場合と比較して異ると見做すべきであるから、合成された攣縮の時間的經過も筋全體の強直の場合とは異ると想像することが出来る。

上述の關係から筋全體の攣縮の時間的經過と遊離された1つの筋纖維の攣縮の夫れとを比較することは興味ある問題であるが、槓桿作用による短縮曲線の變形を無視することが出来ないから非常に困難な研究になる。然るに完全強直及び不完全強直は槓桿が定常の状態に在るか、又は動搖するかによつて比較的容易に見分けることが出来るから、余は後述の研究に於て或る適當な頻度の頻數刺激を筋全體竝に單一筋纖維に加へて完全強直が起るか又は不完全強直が起るかを検することに重點を置いた。

次に問題となることは、横紋筋纖維に於ける悉又は無の法則に従はない小さい攣縮であつて Fischl 及び Kahn (2) は蛙の Membrana basihyoidea にある特別な横紋筋纖維に於て、又橋田 (3) は蛙の通常の骨格筋纖維に於て發見した所であるが、此の小攣縮が攣縮竝に強直に對して重大な關係を有すると想像される。故に余は、此の問題をも同時に研究せんとする次第である。尙ほ之に關係があると思はれることは蛙の一乃至數本の骨格筋纖維の小攣縮を目標とした場合の期間—電氣量—曲線が匙形になること (9) であるが、之を闡明せんと欲すれば先づ本研究を片附けることが順序であると思ふ。

II. 實驗方法

A. 實驗材料

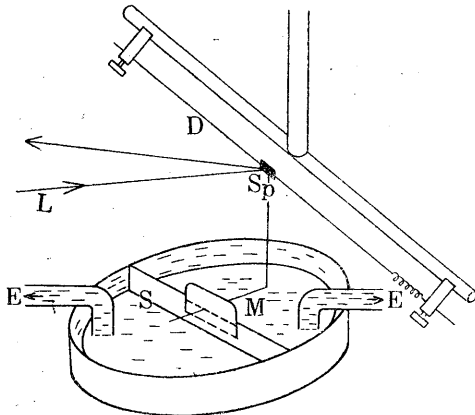
實驗に用いた單一骨格筋纖維標本は臺の *M. sartorius* 又は *M. adductor magnus* から取出したものである。通常の方法を用ひて取出した筋から Ringer 液中に於て筋纖維を分離するのであるが、其の際先づ筋膜を完全に取り除け、次に筋を底の大部分に鏡を、一部にコルク板を貼り附けた皿の中に入れて一端をコルク板上に針を以て固定し、鏡の上の明るい視野の中で單一筋纖維をピンセットを用ひて分離する。而して最後に双眼擴大鏡の下で筋纖維が正しく單一であること及び全長に亘つて無傷であることを確めた後之を光槓桿に連結する。

尙ほ茲に附加したいことは實驗に用いた Ringer 液の處方は NaCl 0.65~0.75, KCl 0.02, CaCl₂ 0.02, 葡萄糖 0.02, H₂O 100.00 であるが温度の高いときは NaCl の量を多く、低いときは少くしたことである。但し温度に連れて NaCl の量を變化せしめた理由は斯くすることによつて殊に高温の場合に筋纖維を長時間比較的定常な状態に保つことが出来るからである。

B. 刺激装置

1. 第1圖に示した様に硝子板の隔壁(S)によつて2室に分けた皿に Ringer 液を満たす。

第 1 圖
筋纖維と光槓桿との連結 (模型圖)



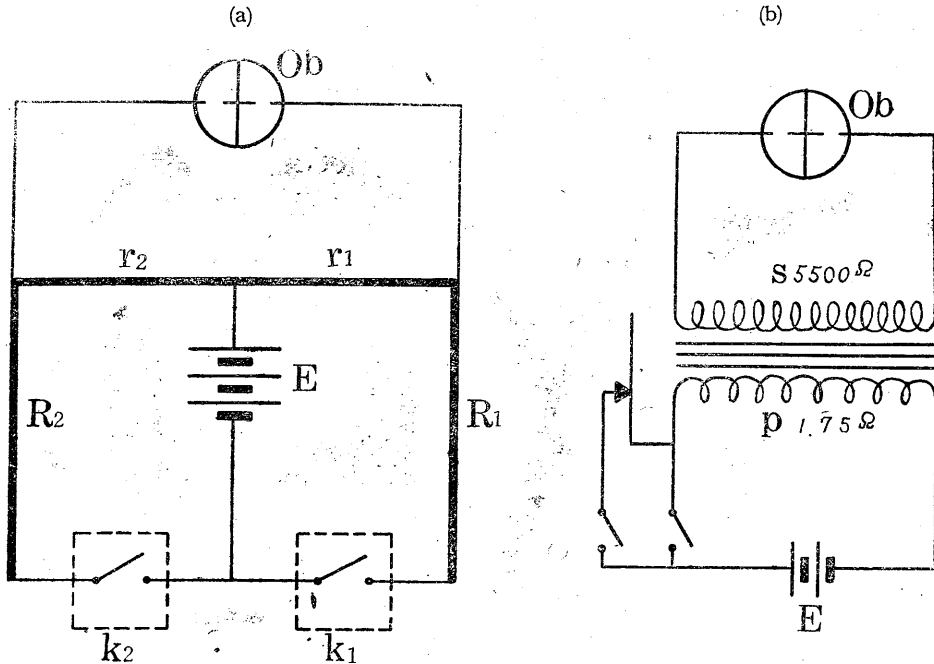
D : 鋼鐵線, E : 電極, L : 光線
M : 筋纖維, S : 隔壁, Sp : 鏡

硝子板の中央部は恰も水門の如き形を成し、其の下部に筋纖維(M)を横たへ小硝子板及び Vaseline によつて筋纖維の部分を除き2室を電氣的に良く絶縁する。而して2室の Ringer 液を不分極性電極に連結して電流を導けば、電流密度は筋纖維の硝子板隔壁中にある部分に於て最も大きくなるから其の兩端に陽極及び陰極が生ずる。即ち余は此の液體電極を用ひて單一筋纖維を刺激したのであるが、余は單に杉の刺激法(10, 11)を單一筋纖維の場合に應用したに過ぎない。併し余の場合には攣縮が筋纖維の硝子板隔壁中にある部分を通過しなかつた。

尙ほ不分極性電極としては銀板(約 100cm²)を Ringer 液(約 1l)中に浸したものを用ひた(5 参照)。

2. 刺激としては短期間(0.4 乃至 1.0sec 迄)の直流、數秒乃至十數秒の期間の直流、反復直角電撃、單一開放感應電撃、反復感應電撃及び單一竝に反復直流開放刺激を用ひたが、反復直角電撃は Wagner 氏槌の運動を利用して水銀電鍵を開閉せしめて得た(第2圖)。反復感應電撃及び反復直角電撃の頻度は毎秒 10—30 回であつた。

第 2 圖 刺激電流を得る電氣的連結



E : 蓄電池, k_1, k_2 : 電鍵, Ob : 標本, P : 一次 coil, R_1, R_2, r_1, r_2 : 抵抗, S : 二次 coil.

而して前述の如く之等の反復刺激を筋全體並に單一筋纖維に加へて其の短縮曲線を比較することに余は重點を置いたのであるが、先づ適當の頻度の反復刺激を筋全體に加へて完全強直の起ることを確め、然る後單一筋纖維に就いて實驗を行ふことにした。斯様な次第であるから後述の實驗成績に於ては主として單一筋纖維に就いて行つた實驗の成績を述べることになる。第 3 圖は筋全體としての強直を示したものである。

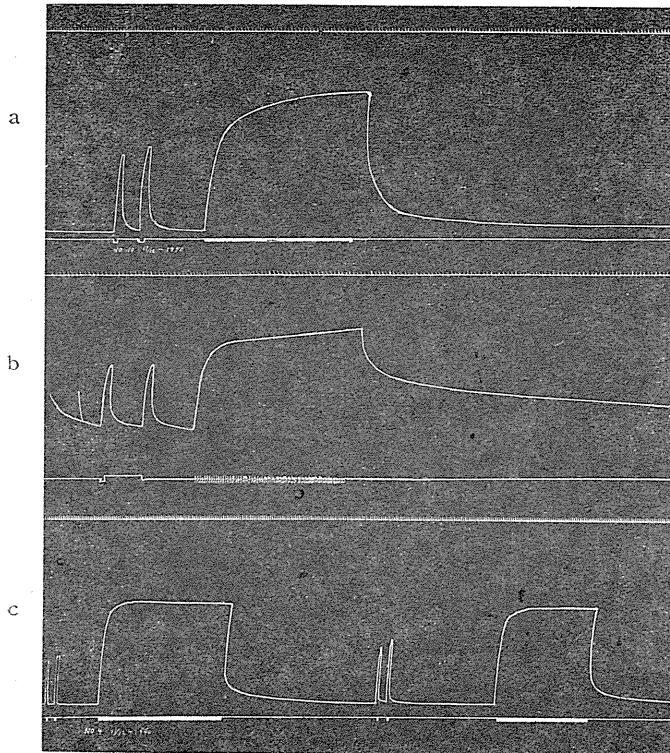
又皿の硝子板隔壁に固定された筋纖維の一端は光槓桿の下方に出た針金の部分にある溝に挟んで光槓桿に結付け、隔壁と針金の溝との間にある筋纖維の部分成る可く長い長さにしかも適當な張度に保つて置く。

C. 描記装置

1. 光槓桿の構造を次に述べる。約 10cm の細い鋼鐵線(D)が適當な張度に水平に張られ、其の中央部から筋纖維の一端を固定する爲の約 4cm の針金が T 字形に下方に出て居つて、兩者の結合部に小鏡 (Sp) が附けてある。即ち筋纖維が短縮すれば下方に出た針金を介して鏡が回轉する。尙ほ槓桿の固有振動數は毎秒 30 回であつた。

2. 光源としては横河製電流計に附屬する Lamp and Scale の Lamp を用ひ、水平な細管から出る光束 (L) の光槓桿の鏡及び刺激標、時標を描記する爲の 2 つの鏡からの反射光線を適當な凸レンズによりて集め鏡から約 1m の距離にある暗箱内の描記面に明瞭な像を結ぶ様

第 3 圖



a : M. sart. 使用電壓 : 7.14V, 陽直流開放頻度 : 17 per sec, 11.0°C.
 b : M. add. mag. 刺激電壓 : 4.55V, 陰直流閉鎖頻度 : 18 per sec, 14.2°C.
 c : M. sart. 刺激電壓 : 8.31V, 陰直流閉鎖頻度 : 20 per sec, 18.0°C.
 時標 : 1/5 sec.

にする。

描記面は暗箱内に於て回轉する圓筒に貼り附けた Bromide 紙面である。

而して筋繊維が 1mm 短縮すれば描記面には 36mm の大きに描記せられる。

III. 實驗成績

單一筋繊維を刺激した實驗例は約 200 であるが其の成績を A, 陰電流即ち筋繊維の短縮を観察する側を陰極として筋繊維隔壁部を流す電流によりて起る短縮と B, 之と反對の方向の電流即ち陽電流を開放する際に起る短縮とに大別して次に述べる。

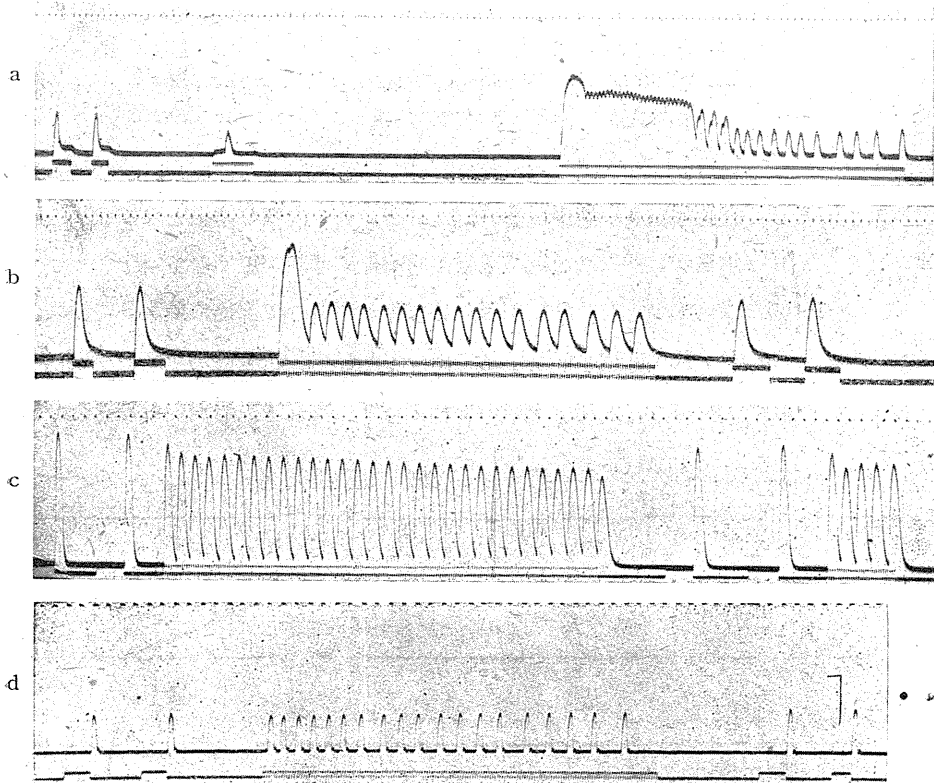
又一般の事柄として茲に述べ度いことは一般に單一筋繊維の短縮を其の性質から (1) 傳播性を有する一過性短縮即ち攣縮と (2) 電流が直接作用する筋繊維の部分に起り傳播性を有せざる持続性短縮とに區別し得ることである。但し一過性短縮の場合には收縮の傳播することを觀察することが出来、其の短縮曲線は筋全體の等張力性攣縮曲線と類同であるが、持続性短縮の場合には短縮曲線が筋全體の完全強直の夫れの如く滑かに經過し、且短縮が作用する電流の密度の大なる部分にのみ局限して起り傳播しないことを觀察し得る。

A. 陰電流によりて起る短縮

短期間 (0.4 乃至 1.0sec 迄) の適當の強さの陰電流を流せば筋纖維の内部及び外部生命條件に従つて 1) 一過性短縮のみが起る場合, 2) 持続性短縮のみが起る場合, 3) 一過性短縮に續いて持続性短縮が起る場合が見られる. 併し乍ら單に外見上以上の 3 つの場合を區別するのであるから實際には 1) に於て或る量的關係に於て持続性短縮が附隨して居り又 2) に於ても同様に一過性短縮が加はつて居つても差支ないことになる.

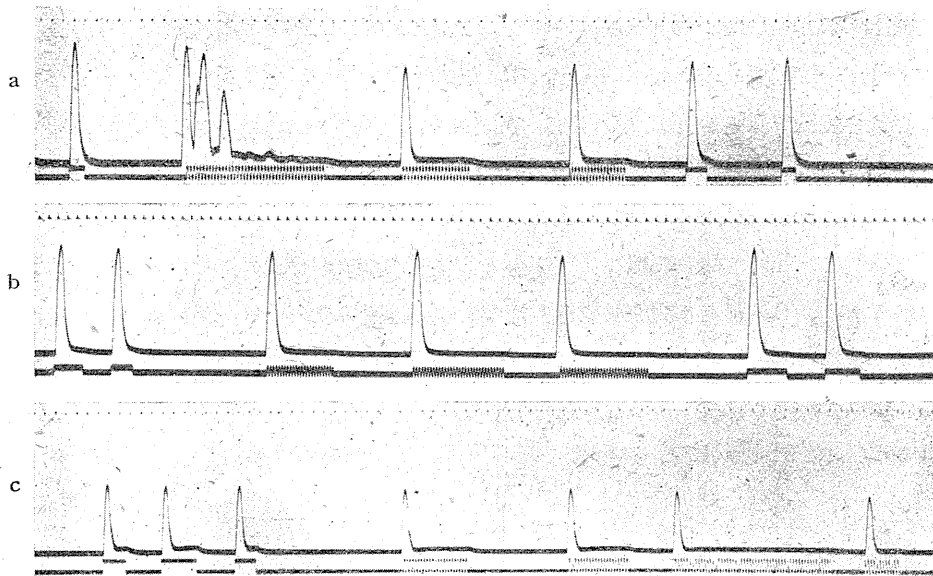
1. 短期間の直流即ち單一刺激に依つて主として一過性短縮が現れる場合に反復刺激を持続的に加へるとき, (1) 初め不完全強直即ち比較的短い週期の反復する一過性短縮の加重が起り之が週期的攣縮に移行する場合 (第 4 圖 a, b), (2) 初めから週期的攣縮が起り次第に其の週期が長くなり且屢々短縮度も小となる場合 (第 4 圖 c, d) 及び (3) 單に 1 回乃至數回の攣縮が現はれる場合 (第 5 圖 a, b, c) がある.

(1) 第 4 圖 (2)



a : No. 289. 刺激電壓 : (1) 3.85 (2) 5.0V, 陰直流閉鎖頻度 : 16 per sec, 16.0°C.
 b : No. 292. 刺激電壓 : 25V, 陰直流閉鎖頻度 : 15 per sec, 13.6°C.
 c : No. 271. 陰開放感應電擊頻度 : 24 per sec, 19.0°C.
 d : No. 74. 陰開放感應電擊頻度 : 27 per sec, 25.1°C.
 時標 : 1/5 sec.

第 5 圖

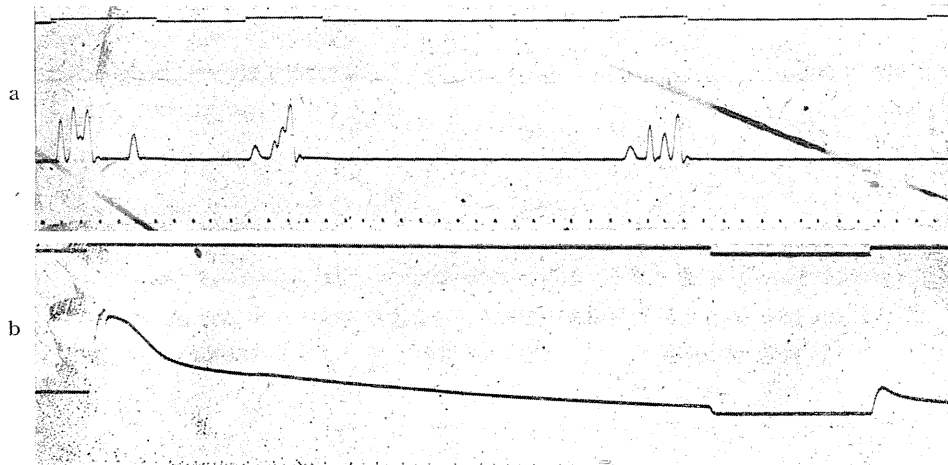


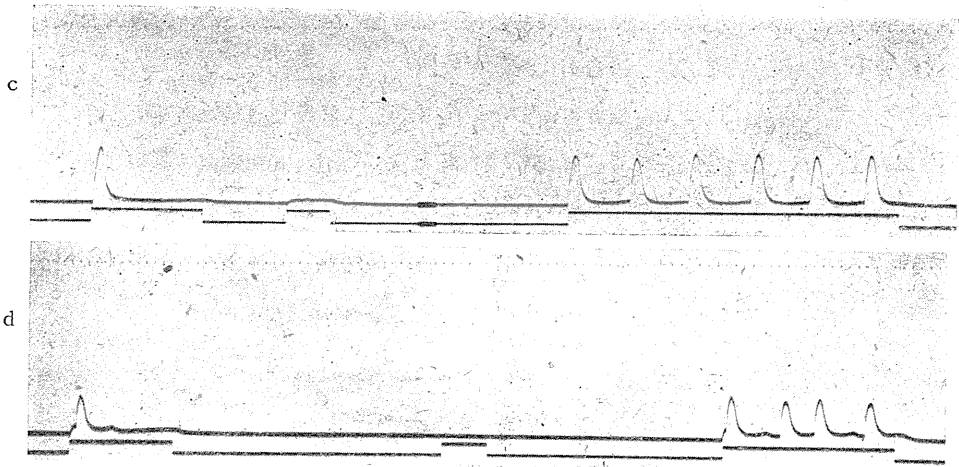
a : No. 350. 刺激電壓 : 7.14V, 陰直流閉鎖頻度 : 17 per sec, 14.2°C.
 b : No. 337. 刺激電壓 : 3.13V, 陰直流閉鎖頻度 : 17 per sec, 12.4°C.
 c : No. 269. 刺激電壓 : 4.55V, 陰直流閉鎖頻度 : 19 per sec, 20.2°C.
 時標 : 1/5 sec.

尙ほ反復刺激として直角電撃及び感應電撃の何れを用ふるも同様な結果となる。又一般に刺激電流の強さを増せば加重する一過性短縮乃至週期的攣縮の週期が短くなる。

次に單一直流刺激に依つて主として攣縮が起り反復刺激に依つて上述の如き3つの場合が見られる場合に、數秒乃至十數秒持續する陰直流に依つて刺激すれば數回加重する攣縮(第6圖 a, b), 週期的攣縮(第6圖 c, d) 又は唯1回の短縮が起り、完全強直の形の短縮は決して起ら

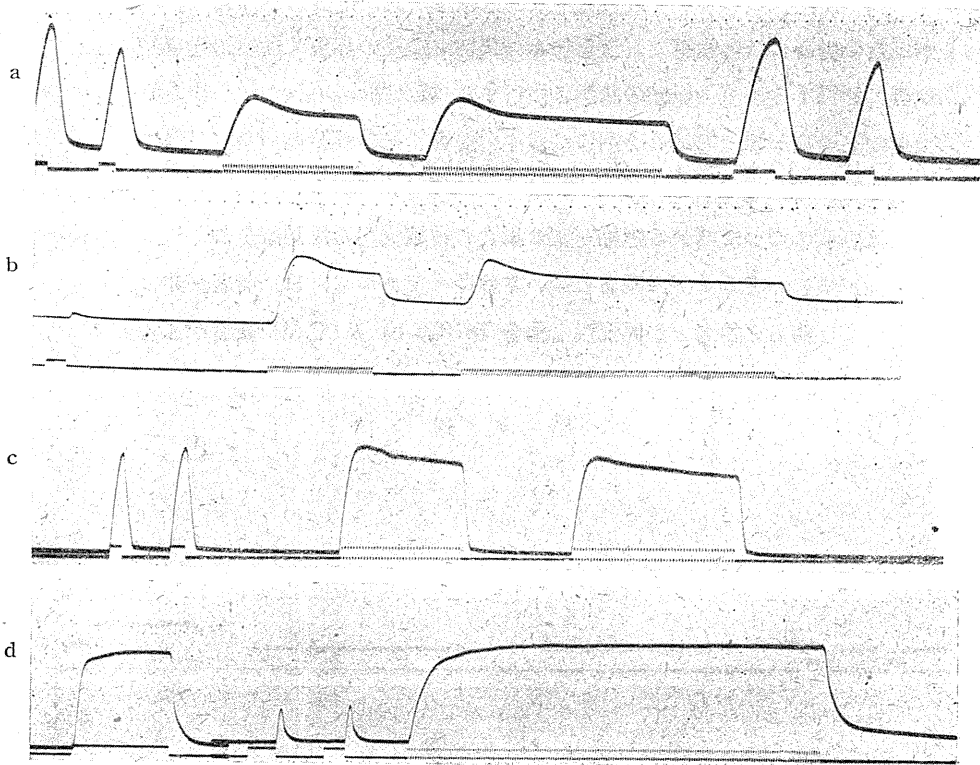
(1) (2) 第 6 圖 (3)





a : No. 35. 刺激電壓 : (1) 40 (2) 50 (3) 67V, 持續的陰直流刺激, 20.5°C.
 b : No. 41. 刺激電壓 : 3.0V, 持續的陰直流刺激, 25.1°C.
 c : No. 291. 刺激電壓 : 3.85V, 持續的陰直流刺激, 18.0°C.
 d : No. 290. 刺激電壓 : 2.63V, 持續的陰直流刺激, 18.0°C.
 時標 : 1/5 sec.

第 7 圖



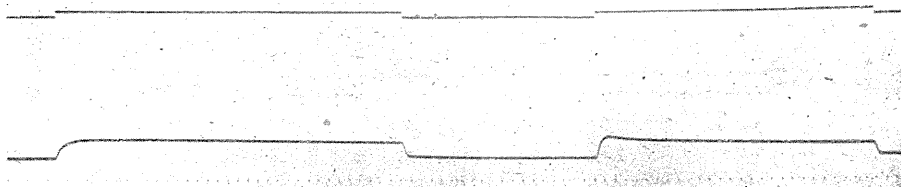
a : No. 356. 刺激電壓 : 25V, 陰直流閉鎖頻度 : 22 per sec, 10.0°C.
 b : No. 88. 陰開放感應電擊頻度 : 27 per sec, 25.8°C.
 c : No. 267. 刺激電壓 : 7.14V, 陰直流閉鎖頻度 : 19 per sec, 20.2°C.
 d : No. 273. 陰開放感應電擊頻度 : 25 per sec, 19.0°C.
 時標 : 1/5 sec.

ない。而して此の場合の短縮様式は反復刺激を加へる場合と全く等しいが、持続的直流刺激の場合には唯1回の攣縮が現はれる場合が比較的多い。

2. 単一陰電流刺激に依つて持続性短縮のみが起る場合に反復刺激を加へるとき不完全強直又は完全強直に近い短縮様式が見られる(第7圖 a, b, c, d)が、完全強直に類似する短縮が起る爲には筋全體の完全強直を起すに必要な頻度よりも更に大なる頻度を必要とする。

尙ほ此の場合に持続的陰直流刺激を作用せしむれば完全強直に類似する短縮曲線が得られる(第8圖)。

第 8 圖



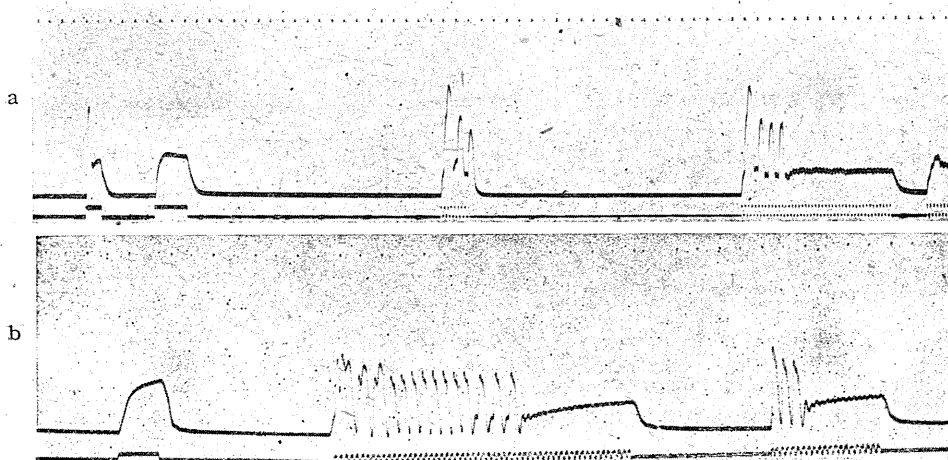
No. 43. 刺激電壓 : 4.0V, 持続的陰直流刺激, 25.4°C.

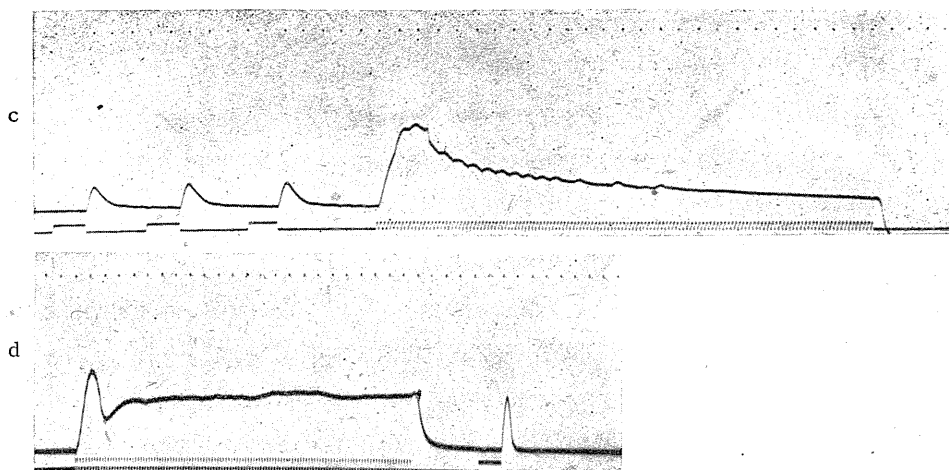
時標 : 1/5 sec.

3. 単一陰電流刺激に依つて一過性短縮及び持続性短縮が起ることは既に巨田(4)が報告して居るが、此の場合に反復陰電流刺激を加ふれば初め攣縮の加重又は週期的攣縮が起り、次いで完全強直に類似する持続性短縮の状態に移行する(第9圖 a, b, c, d). 其の際一過性短縮の加重又は週期的攣縮が起つて居る時期には多くの場合に持続性短縮が殆んど現はれないか(第9圖 b)又は其の短縮度が小さい(第9圖 a)ことは注目すべきことである。

反復陰電流刺激によつて斯かる短縮が起る場合に持続的陰直流刺激を加ふれば一過性短縮及び持続性短縮が相次いで起るが、兩者の大きさは様々であつて、(1)前者が非常に大きい場合(第10圖 a), (2)前者と後者とが同程度な場合(第10圖 b)及び(3)後者が前者よりも大なる場合(第10圖 c)が見られる。

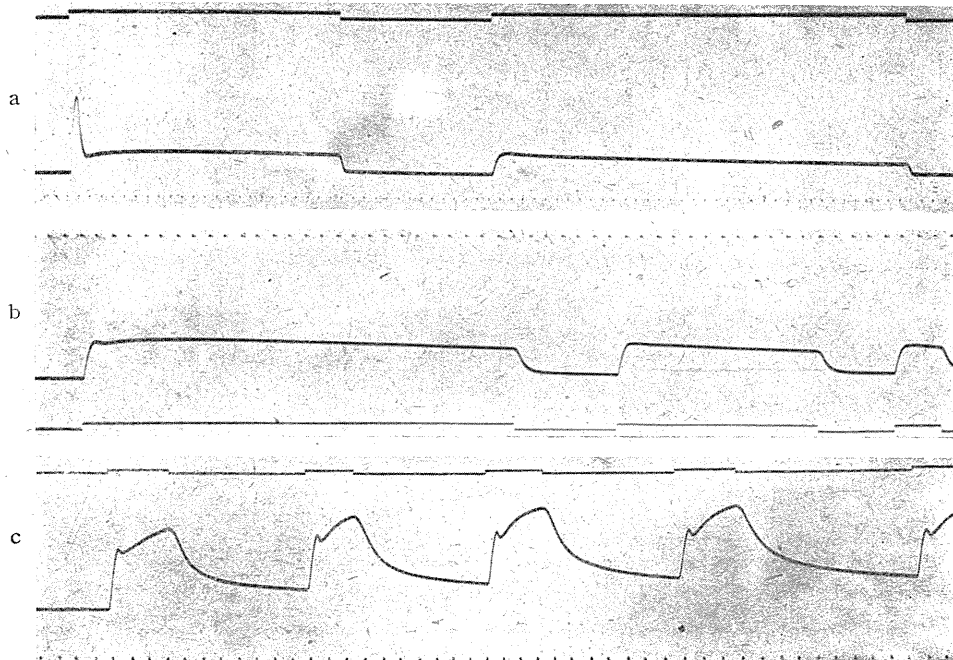
第 9 圖





a : No. 286. 刺激電壓 : 6.13V, 陰直流閉鎖頻度 : 18 per sec, 19.5°C.
 b : No. 131. 刺激電壓 : 25V, 陰直流閉鎖頻度 : 20 per sec, 27.4°C.
 c : No. 83. 陰開放感應電擊頻度 : 27 per sec, 25.7°C.
 d : No. 272. 陰開放感應電擊頻度 : 27 per sec, 19.0°C.
 時標 : 1/5 sec.

第 10 圖



a : No. 44. 刺激電壓 : 6.0V, 持續的陰直流刺激, 25.4°C.
 b : No. 67. 刺激電壓 : 25 V, 持續的陰直流刺激, 26.7°C.
 c : No. 34. 刺激電壓 : 25 V, 持續的陰直流刺激, 20.5°C.
 時標 : 1/5 sec.

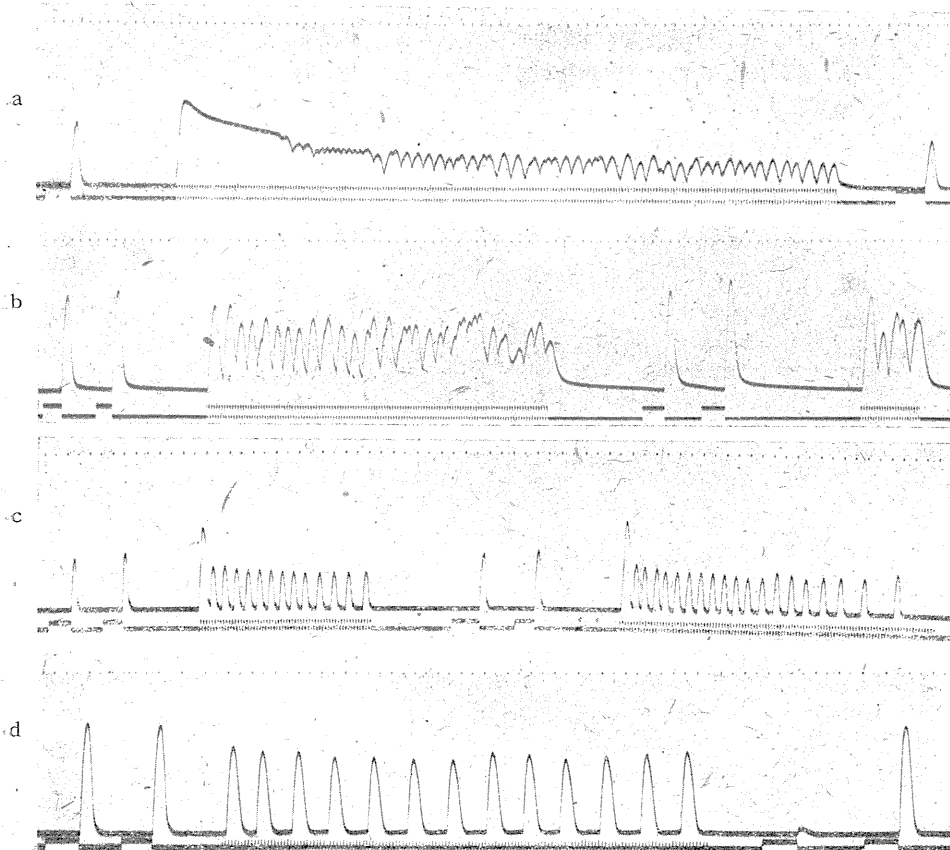
而して持續的陰電流刺激を繰り返すことに依つて兩者の大いさの比が變化し、一般に刺激を繰り返す毎に一過性短縮が小さくなる(第10圖 a)。

B. 陽電流開放の際に起る短縮

陽電流開放の際に起る短縮の様式も陰電流に依つて起る短縮の場合と同様である。即ち短期間の陽直流を開放する刺激に依つて 1) 主として一過性短縮が起る場合、2) 主として持續性短縮が起る場合及び 3) 兩者が相當の程度に起る場合がある。

1. 短期間持續する陽直流を開放する刺激によつて主として一過性短縮が起る場合に陽電流開放を反復する刺激、即ち反復陽直流開放刺激又は反復陽開放感應電流刺激を加ふれば反復陰電流刺激の場合と同様に、(1) 初め攣縮の加重が起り次いで週期的攣縮に移行する場合(第11圖 a, c) 及び (2) 初めより週期的攣縮が起る場合(第11圖 d) が見られる。而して斯かる場合

第 11 圖



a : No. 293. 使用電壓 : 3.13V, 陽直流開放頻度 : 17 per sec, 13.6°C.

b : No. 296. 使用電壓 : 25 V, 陽直流開放頻度 : 17 per sec, 13.4°C.

c : No. 281. 使用電壓 : 16.7V, 陽直流開放頻度 : 20 per sec, 20.0°C.

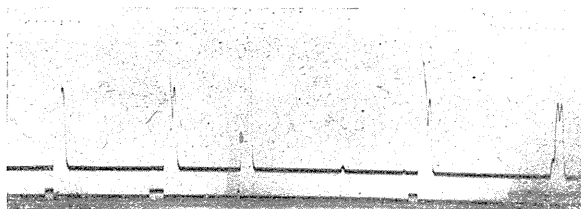
d : No. 342. 陽開放感應電擊頻度 : 18 per sec, 11.0°C.

時標 : 1/5 sec.

に反復刺激の持続する時間が増すに連れて攣縮の週期は長くなり、攣縮の大きさは通常小さくなる。

尚ほ前述の如く単一陰直流刺激に依つて単一攣縮が起り持続的陰直流刺激に依つて數回加重する攣縮乃至週期的攣縮が起る場合があるが、之れに對應して短期間の陽直流を開放する際には単一攣縮が起り、比較的長い期間の陽直流を開放する際には単一攣縮乃至數回加重する攣縮(第12圖)が起る。

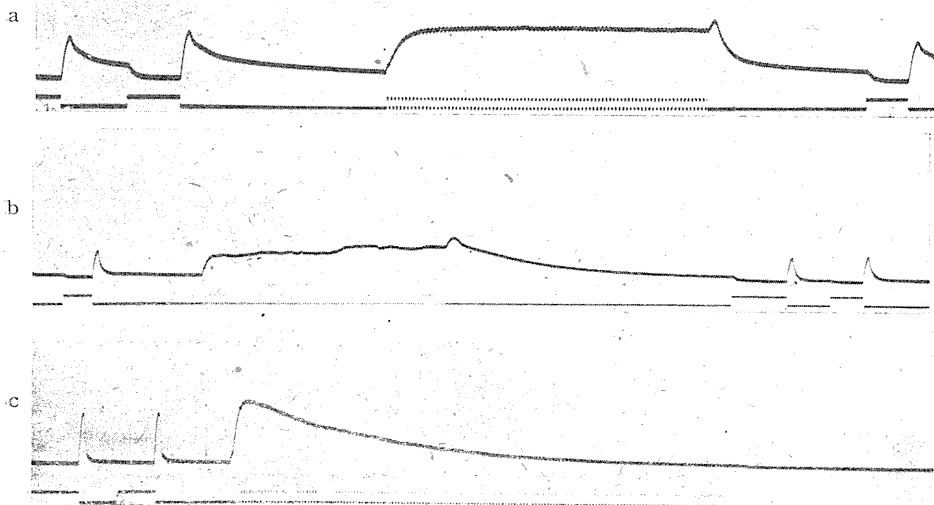
第 12 圖



No. 248. 使用電壓 : 1.22V, 陽直流開放刺激, 19.0°C.
時標 : 1/5 sec.

2. 短期間の陽直流を開放する刺激に依つて主として持続性短縮が起る場合に反復陽電流開放刺激を加ふれば不完全強直に類似する短縮が現はれ、(1) 短縮度が或る極大値に達して後殆んど一定になる場合(第13圖 a), 短縮度が次第に増加する場合(第13圖 b) 及び短縮度が或る

第 13 圖

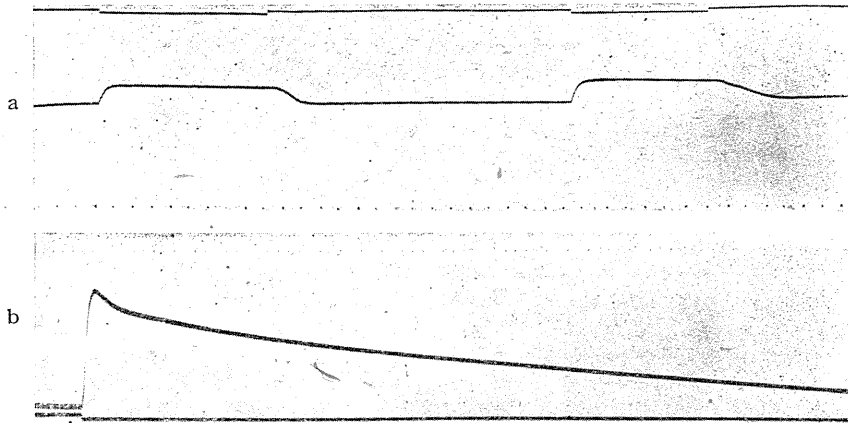


a : No. 352. 使用電壓 : 25 V, 陽直流開放頻度 : 17 per sec, 14.2°C.
b : No. 276. 使用電壓 : 25 V, 陽直流開放頻度 : 27 per sec, 19.4°C.
c : No. 278. 使用電壓 : 7.14V, 陽直流開放頻度 : 21 per sec, 19.5°C.
時標 : 1/5 sec.

極大値に達して後次第に減少する場合(第13圖 c)を區別することが出来る。尙反復陽直流開放刺激を止めた直後に一過性の短縮増加が現はれる(第13圖 a, b)。

次に、斯かる場合に陽直流を比較的長く通じて後開放すれば完全強直に類似する短縮が起る(第14圖 a, b)。但し此の短縮は持續的陰直流刺激を加へたときの完全強直に類似する短縮と同様である。

第 14 圖



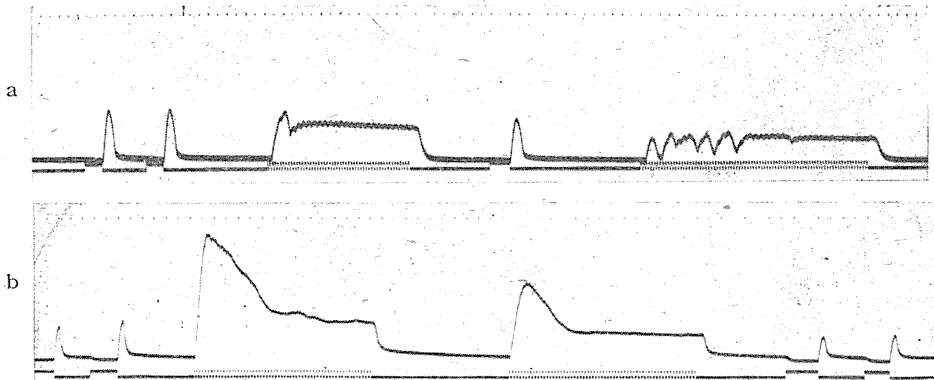
a : No. 23. 使用電壓 : 67V, 陽直流開放刺激, 22.0°C.

b : No. 241. 使用電壓 : 25V, 陽直流開放刺激, 20.5°C.

時標 : 1/5 sec.

3. 短期間持續する或る陽直流を開放するとき一過性短縮及び持續性短縮が起る場合に反復陽直流開放刺激を加ふれば攣縮の加重又は週期的攣縮及び不完全強直に類似する短縮が相次いで起る(第15圖 a, b)。

第 15 圖



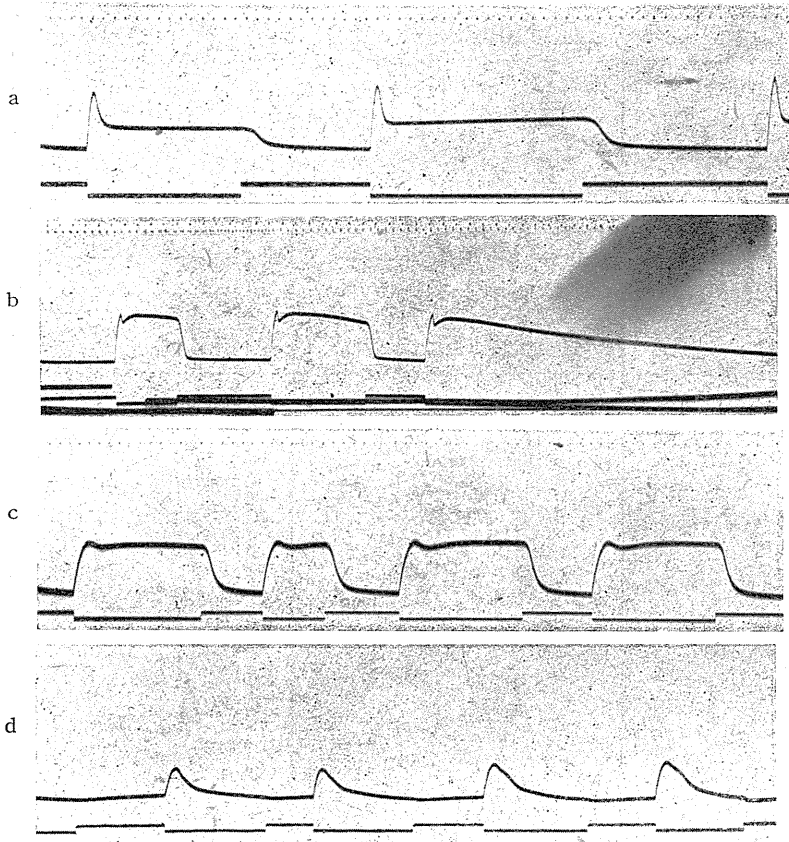
a : No. 341. 使用電壓 : 6.13V, 陽直流開放頻度 : 18 per sec, 11.0°C.

b : No. 283. 使用電壓 : 25 V, 陽直流開放頻度 : 21 per sec, 20.0°C.

時標 : 1/5 sec.

又斯かる場合に陽直流を比較的長く通じて後開放するときは第 16 圖に示した様に一過性短縮及び完全強直に類似する短縮が起る。然し兩短縮の大きさの比は種々の條件に依り著しく異なる。

第 16 圖



a : No. 297. 使用電壓 : 25 V, 陽直流開放刺激, 13.6°C.

b : No. 280. 使用電壓 : 16.7V, 陽直流開放刺激, 19.8°C.

c : No. 355. 使用電壓 : 16.7V, 陽直流開放刺激, 10.0°C.

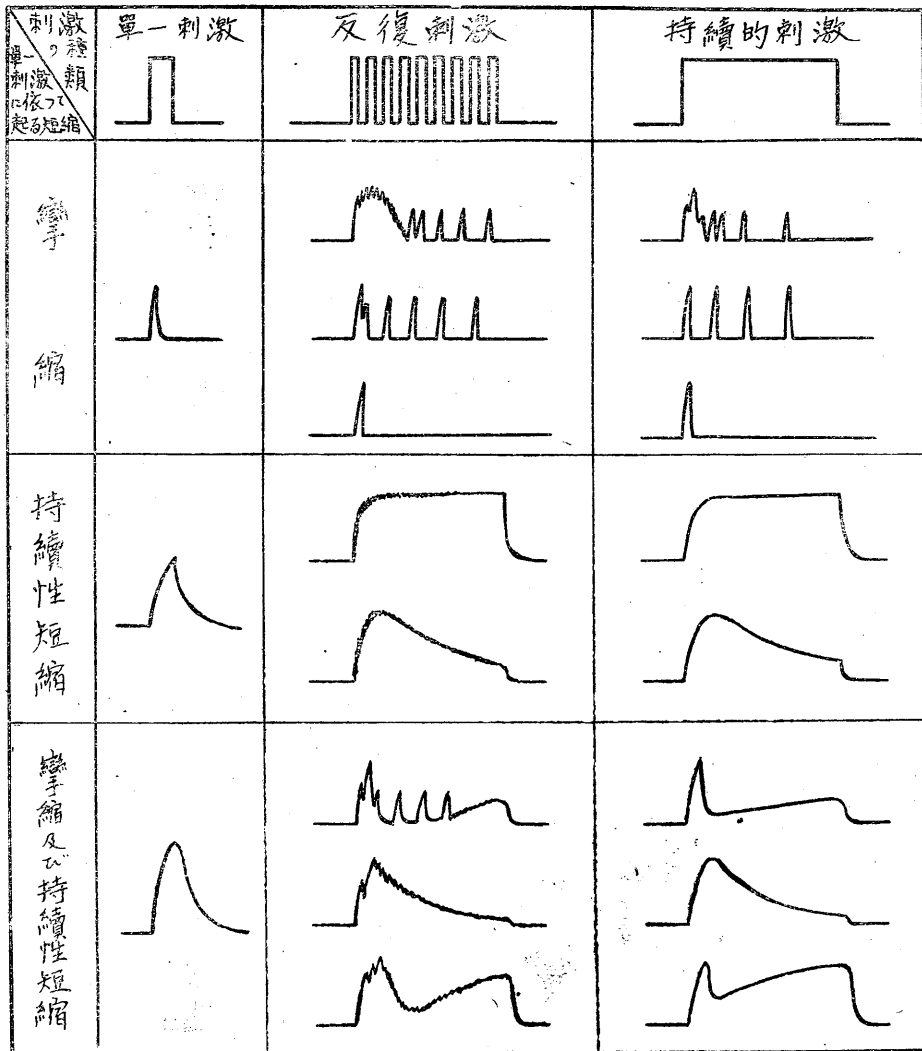
d : No. 60. 使用電壓 : 25 V, 陽直流開放刺激, 26.2°C.

時標 : 1/5 sec.

上述の如く單一骨筋纖維を陰電流によりて起る短縮と陽電流開放の際に起る短縮とに分類して其の様式を詳述したが、短期間の陰電流に依つて主として攣縮が起る場合には短期間の陽電流を開放する際にも主として攣縮が起り、又短期間の陰電流に依つて主として持続性短縮又は攣縮竝に持続性短縮が起る場合には、夫れに對應して短期間の陽電流を開放する際にも主として持続性短縮又は攣縮竝に持続性短縮が起る。而して其の3つの場合即ち 1) 主として攣縮の起る場合、 2) 主として持続性短縮の起る場合及び 3) 攣縮竝に持続性短縮が起る場合に反復陰電流刺激及び持続的陰電流刺激を加へて其の結果を反復陽電流開放刺激及び長期間の陽電

第 17 圖 (模型的曲線)

陰直流刺激に依つて起る短縮



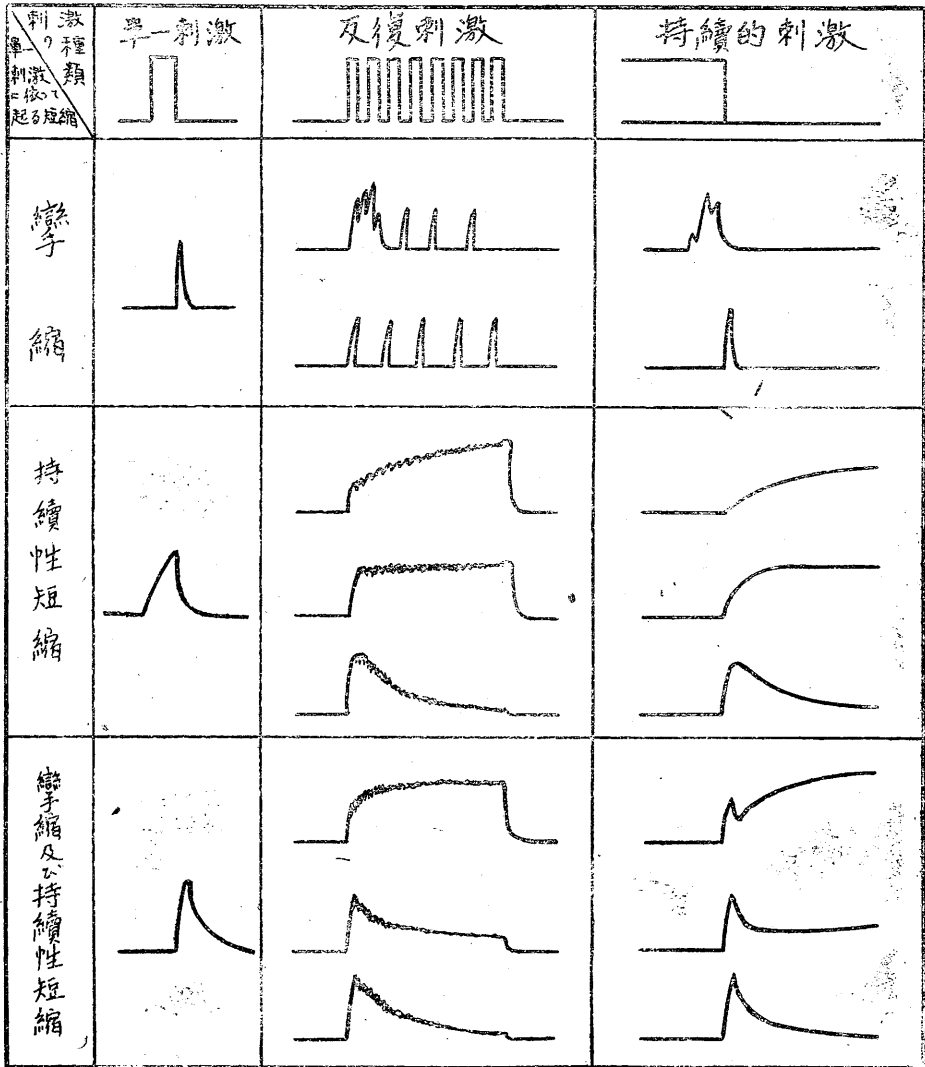
流を開放する刺激を加へた場合と比較すれば極めて類似した關係が見られる。第 17, 18 圖は直流を用ひた場合の關係を示したものである。

IV. 考 按

1. 緒論に於て悉又は無の法則に従はない蛙の筋纖維の小さい收縮に就て述べたが、余は前述の實驗装置を用ひて蛙の單一骨筋纖維に於ても持續性短縮が刺激電流の強さ及び期間に従つて種々の大きさに起ることを確め得たから、蛙の筋纖維に於て見られる小收縮は恐らく持續性短縮であると推定し得る。又持續性短縮は一般に攣縮を起す程度よりも弱い電流を用ふる場合にも起るから電氣的刺激を外から加へて起る攣縮には或る割合に持續性短縮が加重して居る

第 18 圖 (模型的曲線)

陽直流間放刺激に依って起る短縮



譯である。而して此の持續性短縮が種々の割合に攣縮に加重すれば持續性短縮の加重せる攣縮即ち攣縮も悉又は無の法則に従はないことになる。

次に蛙の一乃至數本の骨骼筋纖維の小收縮を目標とした場合の期間—電氣量—曲線が匙形になることも持續性短縮を顧慮して説明することが出来る。即ち期間が極めて短くなければ或る一定の大いさの持續性短縮を目標とすることになり、其の期間—電氣量—曲線は期間が充分に長い間は Weiss の關係式に一致するが期間が比較的短い部分では電氣量が Weiss の式の示す値より大きくなり、期間が極めて短ければ持續性短縮が或る一定の大いさに達しない時に攣縮が起るから攣縮を目標として期間—電氣量—曲線が定められ、従つて其の曲線は神經纖維の

期間—電氣量—曲線に一致する下に向つて凹な彎曲 (6) を示すと見做すのである。

2. 上述の短縮曲線を見れば明かな様に持續性短縮は骨筋全體の完全強直の如く滑らかに經過するが、作用する電流が弱ければ極めて小さい短縮も起り、又一般に新鮮な筋纖維標本に於ては通常作用する電流の強さが増せば單一攣縮乃至反復する攣縮が起るから、持續性短縮を直ちに一種の完全強直であると斷定することは出来ない。又持續性短縮が一種の完全強直であると假定すれば其の際小興奮が速かに反復して起り且小興奮に對する不應期は非常に短いか又は全く無いと見做さなければならぬ。然るに一般に骨筋の不應期は刺激を反復するとき次第に長くなるが、單一筋纖維の持續性短縮に於ては斯かる傾向は全く見られない。即ち此の性質が持續性短縮が攣縮と著しく異なる點であるが、持續性短縮は興奮に伴ふものであるや否やは更に詳細な研究を重ねなければ論ずることの出来ない問題である。

骨筋全體の完全強直が攣縮の加重に依つて起ることは確かな事實である。併し上述の如く通常持續性短縮は攣縮を起すに必要な刺激電流よりも弱い電流に依つて起るから攣縮には一般に持續性短縮が多少加はつて居ると見做すべきである。故に骨筋の完全強直に持續性短縮が加はつて居る譯であるが、上述の實驗成績から推論すれば單一骨筋纖維に於ては見ることの出来ない完全強直が骨筋全體に於て容易に現はれる主な理由は結締組織に依つて互に緊密に結付けられた各骨筋纖維に於て或る頻度に反復する攣縮が起れば各攣縮の經過が緩衝作用に依つて緩かになるから單一筋纖維に於て見られる様な不完全強直乃至反復する攣縮が現はれないで各攣縮が融合するからである。尙ほ其の際各筋纖維に於ける攣縮の時相及び收縮傳播速度が或る程度異なることも考へられるが斯かる事柄も攣縮の融合を容易ならしめる。

次に余は杉の刺激電極を用ひて單一筋纖維の嚴密な意味に於て一定の限局した場所を刺激したのであるから、相對不應期の延長又は被刺激性乃至興奮性の低下又は同時に兩者が起り完全強直が起り難くなつたことも考へなければならぬ。但し余の實驗成績に於て斯かる事柄によつて起ると見做すべき事實が明かに認められ、特に陰電流を長期間作用せしめたとき著明に現はれる。

3. 第 17, 18 圖に示した様に陰電流刺激に依つて起る短縮の様式が陽電流開放刺激に依つて起る短縮の夫れに等しい事は興味ある事實である。而してその中で最も注目すべき事柄は不完全強直に類似する短縮即ち攣縮の加重が持續的陰直流刺激を加へる場合及び比較的長期間の陽直流を開放する場合に起ることであるが、持續性陰直流刺激を加へる場合には或る攣縮に對する相對不應期の或る時點或は夫れが經過した後に引續いて陰直流の作用によつて新に攣縮が起り斯くして攣縮が反復すると見做すべきである。然るに比較的長期間の陽直流を開放する際に攣縮の加重が反對の方向の分極電流によつて同様に起ると假定すれば、例へば第 12 圖に示した様に約 0.04sec の期間の陽直流(電壓: 1.22V)を開放してから約 0.25sec 後に攣縮が起るから刺激として作用する分極電流は極めて緩やかに經過し長い間刺激閾値以上の強さを保つこ

となる。而して斯かる陽直流を筋纖維に通じた場合に使用した電壓は持續性陰直流刺激を加へて攣縮を起さしめた場合の夫れと同程度又は夫れ以下の大きさであるから、陽直流開放後に分極電流によつて攣縮が起ると假定すれば同時に比較的長期間の陽直流を筋纖維に通ずることに依つて筋纖維の陽極部に刺激度の閾(7,8)の下降が現はれ、之が陽直流開放後に於ても長い間持續すると見做すべきであると思ふ。但し筋纖維陽極部の刺激度の閾が既に陽直流を通じて居る間に下降すると想像する理由は反復陰直流刺激竝に持續性陰直流刺激を加へるとき或る變化が陰極部に起る爲に刺激度の閾が上昇し、従つて其の際起る攣縮の週期が屢々次第に長くなると見做せば比較的長期間の陽直流を通ずるときは陰直流に依つて陰極部に起る變化と反對の變化が陽極部に起り、従つて刺激度の閾が下降すると考へることが至當であると思はれるからである。

斯くの如く長期間の通電に依る刺激度の閾の變化竝に分極電流の刺激作用を假定して上述の關係を説明したのであるが其の際第2の假定は必ずしも必要でない。即ち陰直流を長期間通すれば陰極部に緩かに經過する刺激度の閾の上昇が現はれるから攣縮の週期が次第に長くなり、又陽直流を長期間通すれば陽極部に緩かに經過する刺激度の閾の下降が現はれるから陽直流を開放することに依つて刺激度が其の閾を越えた状態となり、従つて攣縮が反復して起ると説明することも出来る。

V. 總 括

1. 杉の刺激電極を用ひて墓の後脚筋から分離した單一筋纖維に、(1) 單一刺激即ち短期間の陰直角電撃、短期間の陽直流を開放する刺激及び單一開放感應電撃、(2) 墓の1つの骨筋全體に對しては完全強直を起さしむる頻度の反復刺激即ち反復陰直流刺激、反復陽直流開放刺激及び反復開放感應電撃及び (3) 持續的直流刺激即ち長期間の陰直角電撃及び長期間の陽直流を開放する刺激を加へて短縮を起さしめ、其の曲線を光楨桿によつて描記し、次の結果を得た。(A) 陰電流刺激を加へる實驗に於て (1) 單一刺激によつて主として攣縮が起る場合に反復刺激及び持續的直流刺激を加ふれば初め不完全強直に類似する短縮が起り次いで週期的攣縮に移行するか、初めから週期的攣縮が起り其の週期が次第に長くなるか又は唯1回の攣縮が起り、(2) 單一刺激によつて主として持續性短縮即ち作用する電流の密度の大なる部分にのみ限局して起る短縮が起る場合に反復刺激及び持續的直流刺激を加ふれば反復刺激の頻度が大になるに連れて短縮の様式は益々完全強直に近づき、持續的直流刺激の場合に完全強直に類似する短縮が起り、(3) 單一刺激に依つて攣縮竝に持續性短縮が起る場合に反復刺激及び持續的直流刺激を加ふれば初め週期的攣縮又は不完全強直に類似する短縮が起り次いで持續性短縮に移行する。(B) 陽電流開放刺激を加へる實驗に於て單一刺激によつて (1) 主として攣縮が起る場合、(2) 主として持續性短縮が起る場合及び (3) 攣縮竝に持續性短縮が起る場合に反復刺激及び持續的直流刺激を加ふれば陰電流刺激を加へる場合と同様な短縮の様式が見られる。

2. 以上の實驗成績を詳細に觀察し種々論議した結果次の事柄を推定した。(1) 單一筋纖維に於て見られる悉又は無の法則に従はない小さい收縮は持續性短縮であると見做すべきであるが、通常攣縮に持續性短縮が伴つて居るから攣縮も亦悉又は無の法則に従ふとは限らない。又蛙の一乃至數本の骨筋纖維の小收縮を目標とした場合の期間—電氣量—曲線が匙形になる理由は持續性短縮及び攣縮を目標とするからである。(2) 單一筋纖維に於ては完全強直は起らないが、骨筋全體に於ては各筋纖維が結締組織に依つて緊密に結付けられて居るから、各筋纖維に反復する攣縮が起れば其の經過は緩衝作用によつて緩かになり骨筋全體として完全強直が起り得る。(3) 骨筋纖維に直流を長期間通すれば陰極部に緩やかに經過する刺激度の閾の上昇が現はれ、陽極部に緩やかに經過する刺激度の閾の下降が現はれる。

終りに臨み御親切な御指導と御校閱を賜つた坂本教授竝に何かと助力された松本講師に深謝する。

文 獻

- 1) Bethe, A. u. P. Happel (1923) Pflügers Arch. 201 157
- 2) Fischl, E. u. R. H. Kahn (1928) Pflügers Arch. 219 33
- 3) 橋田邦彦 (1931) Jap. J. of Med. Sci. III. Biophysics 2 36*
- 4) 巨田泰信 (1940) 日本生理誌 5 14
- 5) 坂本嶋嶺 (1933) Pflügers Arch. 231 490
- 6) 坂本嶋嶺 (1937) Jap. J. of Med. Sci. III. Biophysics 4 35*
- 7) 坂本嶋嶺 (1939) 日本生理誌 4 171
- 8) 坂本嶋嶺 (1940) 日本生理誌 5 105*
- 9) 佐竹結實 (1940) 日本生理誌 5 143*
- 10) 杉靖三郎 (1937) Jap. J. of Med. Sci. III. Biophysics 4 20*
- 11) 杉靖三郎 (1938) Jap. J. of Med. Sci. III. Biophysics 5 63*

會 報

會員藤田茂・西崎良虎兩君殉職

兩君は岡山醫科大學生理學教室に於て數年來、低壓生理の研究に没頭され居りしが去る2月20日低壓鐵桶内にて挺身實驗中不慮の突發事故に因り重傷を負ひ直ちに百方治療を受けたるも、其甲斐なく、全學を擧げて痛惜の裡に同日夕刻、兩君共遂に逝去さる、誠に哀悼の至りに堪えざるところなり。

岡山醫科大學は即日兩君を講師に陞進せしめ、同月26日其の貴き犠牲に對し大學葬を營み厚く其靈を慰めたり。又同學有志相寄り相圖り、兩君殉職弔慰會を設けて弔慰金募集の企てあり。

會 員 移 動 (3月10日まで)

入 會 (20名)

	所 屬	住 所	紹 介 者
安 間 哲 文	名古屋帝大醫學部眼科	名古屋市熱田區中瀬町82	久 野 寧氏
山 西 覺	東京帝大醫學部生理	東京市杉並區阿佐々谷6ノ166村主方	福 田 邦 三氏
長谷川五郎	同 上	東京市赤坂區青山南町6ノ116堀越方	同 上
芦 塚 陽	長崎 醫 大 生 理	長崎醫科大學生理學教室	清 原 寬 一氏
文 永 徹	同 上	同 上	同 上
金 森 仁 雄	同 上	同 上	同 上
長村不二男	慈惠 醫 大 生 理	東京市澁橋區角管3ノ148	浦 本 政 三 郎氏
伊 藤 正 徳	同 上	東京府南多摩郡鶴川村眞光寺1018	同 上
景 山 博 水	同 上	東京市澁橋區西大久保2ノ327	同 上
深 谷 一 夫	同 上	東京市赤坂區青山北町4ノ105	同 上
小 泉 洋	大 邨 醫 專 生 理	大邨醫學專門學校生理學教室	緒 方 勇 士 郎氏
織 部 道 雄	金 澤 醫 大 生 理	金澤市二十人町二番丁19	上 野 一 晴氏
福 田 博	同 上	金澤市上取場城端町 4	同 上
吉 川 俊 夫	千 葉 醫 大 生 理	千葉醫科大學生理學教室	鈴 木 正 夫氏
正 宗 幹 夫	同 上	同 上	同 上
宇 野 幸	同 上	同 上	同 上

吳壽典	千葉醫大生理	千葉醫科大學生理學教室	鈴木正夫氏
木立末四郎	名古屋帝大醫學部生理	名古屋市中村區前並町19	久野寧氏
中村治雄	北海道帝大醫學部生理	札幌市北六條西6丁目錦輝館内	藁島高氏
花岡利昌	海軍航空技術廠航空醫學部	神奈川縣大船町729 小山方	小溝協三氏

轉居 (6名)

和合卯太郎	京城府東崇町25 大學官舎21號
河井博	東京市淀橋區角筈 2/45 多聞院内
萬井正人	京都市左京區下鴨北園町2/88/2 和谷方
須藤諒一	佐世保市港町42 關谷方
中西政周	東京市豐島區巢鴨 1/14
浦田佐	字和島市丸之内

昭和18年2月5日印刷
昭和18年2月13日發行

編輯兼發行者 戶塚武彥

東京市本郷區元富士町
東京帝國大學醫學部生理學教室
電話小石川(85)5588

印刷者 武藤龜吉

東京市王子區堀船町1/785

(東東2328)

印刷所 文友社

東京市王子區堀船町1/785

日本生理學雜誌第8卷第2號

定價1圓

發行所 大日本生理學會

事務所 東京帝國大學醫學部生理學教室
振替東京 86430 番 電小石川 5588
會員番號 216029 番

發賣所 岩波書店

東京市神田區一ツ橋通町
電話九段(33)代表 0187(4)
振替口座 東京 26240 番
認 證 番 號 40 號

配給元 東京市神田區
淡路町二丁目九番地

日本出版配給株式會社

食慾増進 (肥胖療法)

膵臓ラ氏島ホルモン「インシュリン」結合製剤
肝細胞アウトホルモン



レバシユリン-C
LEBASULIN-C

【組成】

「レバシユリン-C」は肝細胞「アウトホルモン」溶液と膵臓ラ氏島ホルモン「インシュリン」とを結合せし淡黄褐色透明の液にして、2ccの「レバシユリン-C」中に「インシュリン」2国際單位を含有す

【薬理作用】

「レバシユリン-C」は直接肝細胞に作用し、肝細胞の機能を正常に維持し肝臓内「グリコーゲン」の蓄積を充分ならしめ(肥胖)、且血糖量を軽度に低下せしめて空腹感を起さしめ、同時に副交感神経に作用し膵液、胆汁、胃液等の消化分泌を旺盛ならしめ(消化)、胃の排泄運動をも活潑にせしむ

【適應症】

肥胖療法

羸瘦状態 (栄養不及状態、食慾障礙、内分泌異状による羸瘦)

外科的疾患 (潰瘍、褥瘡及創傷等の治療促進、手術後アチドーゼスの豫防)

【包装】

2e.e. 10管入

製造發賣元

特約店

【文献見本贈呈】

株式會社 東京薬化学研究所

市川市八幡二一五番地

株式會社 鳥居商店

東京市日本橋區本町三丁目三番地

優良國產

久保田式

久保田式

超短波治療機

超音波發生裝置

特長

特ニ高周波電流計（同調度指示計）並ニ電流調整器ヲ整備シアル故機器ノ生命タル管球ノ負荷ヲ最低ニ保チツ、最大ノ效果ヲ擧ゲ得

應用

細菌血清等ノ處理・實驗研究ヨリ膠質化學・光學方面・或ハ金屬研究等各方面ニ於テ活用サル

御納入先

陸海軍・厚生省・各大學
民間・一般臨床醫家

型錄文獻進呈

株式會社 **久保田製作所**

東京市豐島區西巢鴨一丁目三・二七七番地

電話 大塚 (86) 5348・6775番

福岡營業所 福岡市箱崎宮松町二・五八〇番地

電話 東八六七番