

(昭和11年7月9日受領)

ヴェラトリン筋の働作流

(挿圖5個)

Über die Aktionströme des Veratrinmuskels

(Fünf Figuren)

井 上 清 恒

東京帝國大學醫學部生理學教室

Kiyotune INOUE

Physiologisches Institut der Kaiserischen Universität zu Tokyo

Résumé

Die Aktionströme des veratrinisierten Muskels (M. Sartorius des *Bufo vulgaris*) wurde mittelst des Siemens Oscillographs registriert. Dabei wurde ein Dreistufenwiderstandverstärker mit Gitterkondensator gebraucht. Die angewandete Elektronenröhre waren zwei Philips B 442 und ein Mazda UX 112.

Für die Ableitung der Ströme wurden zwei gleichförmigen unpolarisierenden Stielelektroden, an deren Spitzen einige mit Ringer-Lösung gesogene Baumwollenfaden geschlungen wurden. Die andere Ende der Faden wickelte den Muskel dicht und pasend fest um. Der Abstand zwischen zwei Ableitungselektroden war 1 oder 2 cm.

Der Muskel wurde in dem kleinen Kasten von Bakelite gespannt, und durch die Öffnungsschläge des Induktoriums gereizt.

Nach der Registrierung der Aktionströme von dem normalen Muskel, wurde der Muskel in der 0.0001 % oder 0.00005 % igen Veratrin-Ringer Lösung während 30, 60, oder 90 Minuten eingetaucht, und dann wurde die Aktionströme wieder registriert.

Durch diesen Versuch wurde es klar gemacht, dass der Elektrogramm des Veratrinmuskels ganz derselbe wie der des normalen Muskels ist.

Es kommt weder oscillatorische noch lang dauernde glatte Veränderung der e. m. K. hervor, d. h. die Kontraktionsdauer des Veratrinmuskels verlängert sich sehr bedeutend, dabei aber findet keine Veränderung der Aktionströme statt. Daraus können wir entscheiden, dass die Veratrinkontraktion kein Tetanus ist.

Die Kontraktion und Aktionströme sind zwei wichtige Teilvorgänge der Muskeleerregung. Es ist merkwürdig, dass diese beiden Vorgänge voneinander selbständig ablaufen können, und zwar der eine sich zu dem anderen in keiner Beziehung stehend verändern kann.

序 説

Veratrine は $C_{22}H_{43}O_9N$ なる分子式で示されるアルカロイドで、その横紋筋に對する特有な作用によつて古くから生理學者の注目を惹き、之に關する多數の文献が集積してゐる。

Veratrine は極く微量でも著るしい作用を現はす、例へば 0.0001 % の溶液に數分浸した骨骼筋を刺激すると收縮時間が非常に長くなり、時に數分に達することもある。又收縮曲線

は始め急に上昇して一度下降し始め、又徐々に上昇して途中に谷のある所謂二頂性曲線を示すのである。併し 0.001% 位の比較的濃厚な溶液になると中間の谷が消失して單頂性の長く持続する曲線となる。

斯様に特異な収縮が惹き起されるにも拘らず、Veratrine 収縮の本態は未だ明かにされてゐるとは言へない。古くは BOTAZZI 説 (1901) がある。彼は筋繊維内の 2 種の形態要素 Muskelfibrillen と Sarkoplasma が共に収縮性を有してゐて、正常筋では両者が同時に収縮するが、Veratrine 筋では機能の統一が破れて先づ Muskelfibrillen のみが収縮し、之に次いで Sarkoplasma が徐々に収縮する。この爲に二頂性の収縮曲線が得られるのであると云つてゐる。之に對して v. FREY (1912) や LAMM (1912) 等は Veratrine 収縮は強直 (Tetanus) であると主張してゐる。刺激を加へられた Veatrine 筋には先づ正常の攣縮が起り、其際生ずる中間代謝物が Veratrine と化合して化學性刺激を與へる物質に變じ、更に筋を刺激することになる。斯様にして Veratrine 筋には二次的な強直が発生する。「攣縮+強直」、之が曲線の二頂性となる所以であるとするのである。

VERZAR (1914) は Veratrine が其儘で弱い閾値以下の刺激を筋に與へてゐると考へてゐる。筋は正常の刺激に對し先づ正常の攣縮を以て應ずるが、其直後一定時間だけ筋の興奮性が高まつて Veratrine の與へて居る閾下刺激が有効となつて不規則な強直を起すと云ふのである。

併し収縮曲線の分析だけで Veratrine 収縮の本態を明かにする事は不可能で、特に強直性のものであるか又は單一攣縮性のものであるかを決するには働作流の研究が必要である。從來とても此方面の研究は乏しくない。

初期の研究者 BIEDERMANN (1895), SCHENCK (1896), BURDON-SANDERSON (1899), GARTEN (1899) 等は毛管電氣計を用ひて Veratrine 筋の働作流を觀察してゐる。彼等は何れも長く持続する滑らかな働作流曲線を得てゐる。併し此處に用ひられた毛管電氣計は速かな電氣的變動を追従することの出来ないものであるから、單一持續性の働作流が得られたからと云つても、確かに振動性の働作流は發生して居ないと云ふ事を立證することは出来ない、従つて又之等の研究から Veratrine 収縮は強直ではないと斷定することも出来ない。

其後 HOFFMANN (1912) は、感度が大で而も可なり速かな變動を追従し得る弦電流計を用ひて Veratrine 筋の働作流を描記した。彼は稀薄な溶液を用ひて振動性の曲線を得、又濃厚な溶液では非振動性の長く持続する曲線を得てゐる。彼は振動性の働作流から Veratrine 収縮は強直であると斷じてゐる。濃厚溶液で働作流が平滑になるのは各筋繊維の電氣的振動が不規則に其數を増すために互に重なり合つて平滑な経過をとる様になるのであると説明してゐる。併し彼は振動數が次第に増加して 2 倍、3 倍となり遂に平滑な曲線に移行することを證明してゐないから彼の説明の當否は決定出来ない。

DE BOER (1913) も亦弦電流計を用ひて同様な實驗を行つたが、彼は始めだけ振動性で、後平滑な持續性の曲線に移行する働作流を得てゐる。併し QUERIDO (1928) はやはり弦電流計によつて常に振動性の曲線を得てゐる。彼は働作流が平滑な経過を取る様に見えるのは電流計の弦の張方の不充分に起因すると考へてゐる。

理論は暫く措くとして、弦電流計を使用した研究者達の實驗結果を通覽すれば、時に振動

性の働作流が得られ、又時に非振動性の持続性働作流が得られてゐる。

併し弦電流計は元來、種々な外因から屢振動を生じ易いもので、之を取除く爲に研究者は非常な苦心を拂はねばならぬ事が稀ではない。従つて弦電流計によつて振動性の曲線が得られても直ちに之を Veratrine 働作流に由來するものと斷ずる事は早計である。

又筋が収縮する時に誘導電動子が滑動すれば働作流とは無關係な平滑に経過する持続性の電氣的變化が現はれるし、又單なる筋の變形によつても 1 ミリボルト以下の變化が生ずる事も知られてゐるから、従つて持続性の平滑な曲線が得られても直ちに之を Veratrine 働作流と看做すわけにはゆかぬ。

余は或る研究の途上に於て Veratrine 筋の働作流を観察す可き必要に迫られ、1934 年から 1935 年にかけて Siemens 製の Oscillograph を用ひて之を描記した。

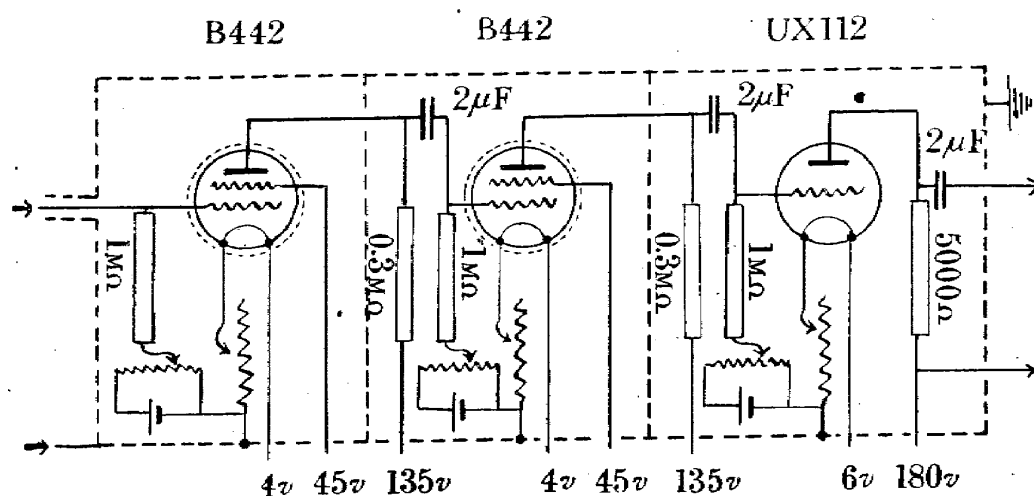
Oscillograph は弦電流計に比して遙かに速かな電流の變化を描記し得るし、又不明な外因に基く振動も起らないから、働作流の研究には弦電流計より好都合な事は周知の如くである。

若し Veratrine 働作流が振動性のものであれば弦電流計では平滑に見えたものも Oscillograph によつて明かに其振動性を認め得るであらう。又若し Oscillograph を以てしても非振動性の曲線が得られたならば Veratrine 収縮は強直でないと斷ぜねばならぬ。尙、誘導電導子は出來得る限り滑動することを制止して持続性の働作流が得られるか否かをも檢した。

實驗方法

(1) 真空管増幅器 Oscillograph は感度が小であるから筋に發生する 3—4 ミリボルトの電氣的變化を検する場合には千倍以上の増幅を必要とするのである。余は第 1 圖の様な配線によつて、抵抗容量結合の三段増幅器を作成した。第 1 段と第 2 段の管球は Philips B 442 で増幅率は 500 位で、而も其割に内部抵抗が小さい。最後の出力管球としてはマツダの UX 112 を用ひた。

フィラメントには各管球別に別々の鉛蓄電池から電流を通じた。實驗中に電池の消耗によつてフィラメント電流に變化を生ずるのを出來うる限り抑制するためである。尙、グリッドの負電壓も各管球別に調節出来る様にした。



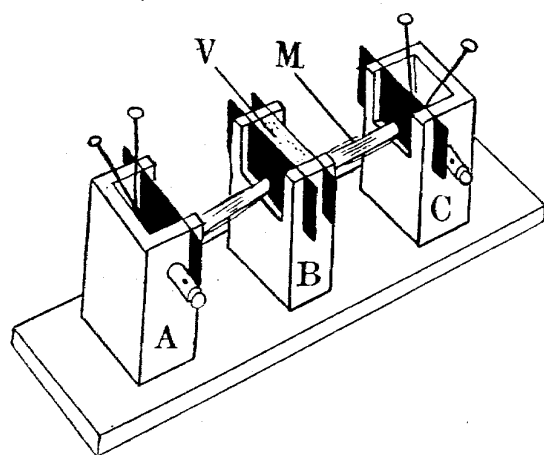
第 1 圖 増幅器

之等の装置を接地した鉄箱中に納め、箱の中は3小室に区分して之に増幅装置の1段づゝを入れた。特に第1段及び第2段のプレート回路は夫々次の段の小室中に配置した。

Input に約1ミリボルトを與ふると Oscillograph には 0.5cm 位の振れを生じた。直流を入れると約1m sec 位の時間の遅れを生ずるが、本實驗にては働作流の形よりもむしろ振動性の有無を検する事を目的としたのであるからこの位で満足した。尚ほ余の使用した Oscillograph の Vibrator は固有振動1秒1000回位のものであつたから、上記時間の遅れは殆ど Vibrator の Einstellungszeit の限界に等しいのである。

(2) 筋の固定 働作流を誘導する場合に特に注意を要するのは筋の固定法である。攣縮に當つて筋が激動するから誘導電導子が滑ると筋の収縮が続く間だけ持続する電氣的變化が

現はれる。之を防ぐ爲に余は筋を完全に同長性攣縮をなさしめ得る様に第2圖に示す固定装置を作成した。



第2圖 筋固定装置

A, B, C, 筋固定箱; M, 筋, V, ワゼリン室

に當つて筋が激動するから誘導電導子が滑ると筋の収縮が続く間だけ持続する電氣的變化が現はれる。之を防ぐ爲に余は筋を完全に同長性攣縮をなさしめ得る様に第2圖に示す固定装置を作成した。

長さ10cm, 幅3cmのベークライト板上にA, B, Cなる3個のベークライト製小箱を1.5cm づつ距てて固定した。小箱は長さ1.5cm, (Bのみ1cm) 幅2cm, 高さ2.5cmである。各小箱の両側に深さ1cmの狭い切込を作り、之に薄いベークライト板を差込んで隔壁とする。隔壁薄板の下縁は幅5mm, 高さ2mm位の半月形に挟ぐられてゐる。中央の小箱では斯様な隔壁が2枚相對し、兩端の小箱では中央に

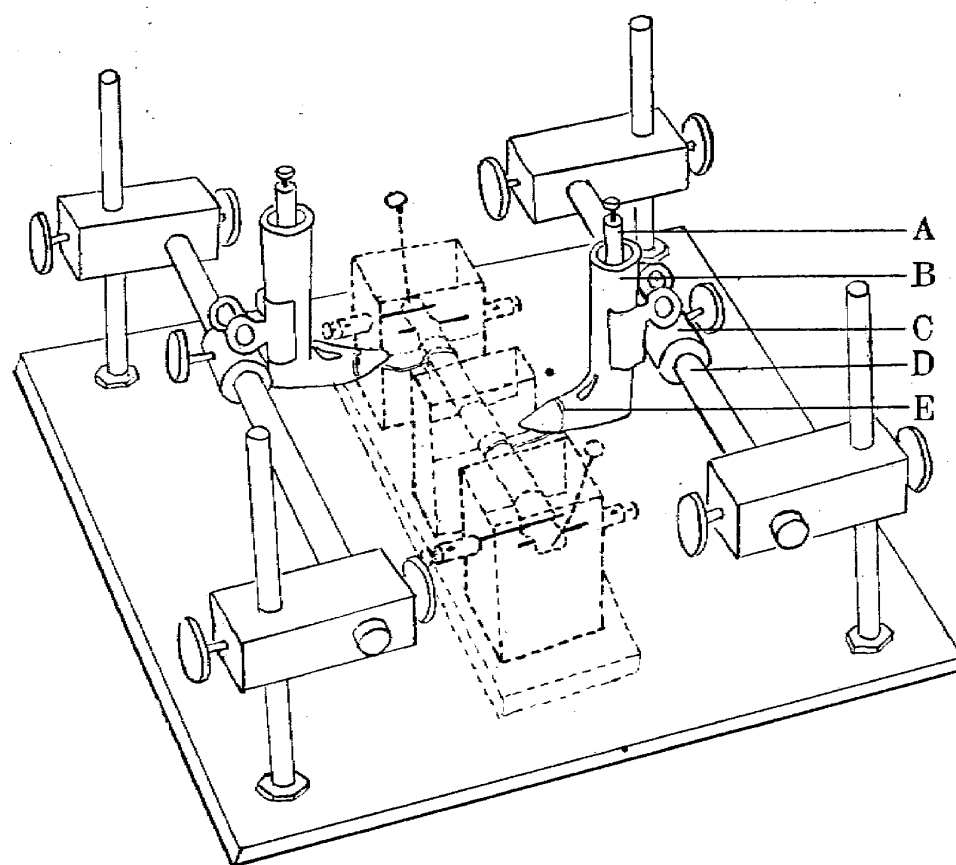
面した側だけに隔壁が取附けられてゐる。各小箱の両側には各1個宛の刺激用電導子の端子があつて、之から出た白金線が小箱内に2本宛平行に並んでゐる。端子の他端は Inductorium の二次コイルに連絡する。小箱内には下半1cm位の高さまでパラフィンが充たしてある。

筋を固定する場合には先づ隔壁小板を總べて取除き、筋の兩端をA及びC箱内の白金電導子の間に挟み、腱又は骨に針を通して之をパラフィン層に突刺す。次に隔壁小板を差込み、其凹所に筋肉が填る様にし特に中央の小箱では隔壁間をワゼリンで充し、筋を其中に埋めて筋の表面のリンゲル液の爲に短絡が起るのを出来るだけ防いだ。

(3) 誘導電導子 働作流を誘導するには不分極電導子を用ひる必要がある。余は其爲に靴型電導子を用ひた。使用に先だち充分流水中で洗ひ之をリンゲル液中に約1時間程浸した後に取り出して、靴型の先端に木綿糸15, 6本を結びつけ、之にもリンゲル液を浸して、此糸を筋の誘導すべき場所に巻きつけるのである。

電導子内には ZnSO_4 の飽和溶液を充たし、其中に亜鉛棒を立てる。亜鉛の表面は隔日に水銀を塗つてアマルガム化する。亜鉛棒の上端から銅線で増幅器の Input に連結する。

靴型電導子は之を金屬環の一端に固定し、環を更にベークライト製の水平位の圓柱に填込んだ。環は圓柱上を滑動させる事が出来て任意の位置に固定することが出来る。このベークライト圓柱は更に垂直な2本の金屬棒に支へられ適當の高さに調節することが出来る様にし



第 3 圖 誘導電導子及び其支持装置

A. 亜鉛棒 B. 靴型電導子 C. 金属環 D. ベークライト圓柱 E. 木綿糸

た。斯様な靴型電導子支持装置 2 個を作り筋固定装置を挟んで相對立せしめた。

筋固定装置及び誘導装置全體は 1 つの鐵函中に納めて外部からシールドした。

(4) 刺激装置 刺激は總べて Porter 型の Inductorium の開放電流に依つた。電源は 2 ボルトの鉛蓄電池である。二次コイルを適當の位置に移動させて刺激の強さを調節した。二次コイルから筋固定装置の刺激電導子に至る針金は鉛で被覆したものを用ひた。

一次コイルの電流を斷つ爲には彈條廻轉式 Rheotom を用ひた。廻轉腕が先づ第 1 電鍵を打開くと二次コイルの短絡が斷たれ、第 2 電鍵が打開かれる時に一次回路が開かれる様にした。

Rheotom も Inductorium も皆鐵箱中に入れた。尙、Rheotom の廻轉のために生ずる機械的振動が増幅器に影響して發振を起さしめないため、刺激装置だけは別のテーブルに置き増幅器と出来るだけ離す様にした。

(5) 時間描記 時間描記には Cambridge 製の 1000 振動の音叉を具へた Eccles 式真空管發振器を用ひた。之を Oscillograph の固有振動 1 萬回の Vibrator に導いた。導線は總べて鉛で被覆し又發振器全體も鐵函中に納めた。

(6) ヴェラトリン溶液 Veratrine は總て Merk 製品を用ひた。純粹な Veratrine をリンゲル液に溶かす場合に當量の鹽酸を加へた。後には主として鹽酸ヴェラトリンを用ひたので別に鹽酸を加へる手数が省けた。

先づ 0.1% の溶液となし、用に臨んで更に之をリンゲル液で稀釋して 0.001%, 0.0001%, 0.00005% 等の種々な濃度の溶液とした。此際用ひたリンゲル液は NaCl, KCl, CaCl₂, NaHCO₃ 等の等張溶液 (氷點降下度 0.375°C) を 1000 : 22.52 : 24.38 : 21.69 の容積比に混じたものを用ひた。その pH は約 8.1 であつた。Veratrine 溶液の中には鹽酸が加はつて居るけれども、Veratrine リンゲル溶液の pH は純粹なリンゲル液と大差がなかつた。Veratrine のリンゲル溶液は半年以上を経過すると其効力を失ふものである。

(7) **實驗材料** 材料としては *Bufo vulgaris* の雌の縫匠筋を用ひた。大きな動物では筋長 5cm 以上に達し、普通のものでも 4.5cm 以上はある。余の實驗に於ては固定裝置に適應する様な筋長 5cm 以上のもののみを用ひた。

動物は冬眠期、活動期、産卵の前後等で筋の状態が變化し、多少 Veratrine の作用に強弱を生じ收縮曲線には可なりな變化を生ずる事もあつたが、働作流には左程の變化は見られなかつた。主として用ひられたのは冬眠期のものである。

實 驗 結 果

筋を固定して、次に極大刺激の大きさを定める。之には筋の兩端を固定してゐる針の上端の動きを見ながら Inductorium の二次コイルの位置を調節するのである。

働作流は筋の中央を固定するベークライト小箱を挟んで其兩側から誘導し、電導子間の距離は 1cm, 2cm 等とした。又時には電導子間の距離を 6mm 位にして筋端に近い所からも誘導した。

先づ對照用とし正常筋の働作流を描記し、次に筋を 30分, 60分, 90分等の種々な時間だけ上記諸濃度の Veratrine-Ringer 溶液中に浸し、出來得る限り誘導法及び其他の條件を前と同じにして働作流を再び描記した。

第 4 圖 A は正常筋の中央部から誘導した働作流である。電導子間距離は 1.2cm 位、溫度は 16°C である。始めに現はれる大きな鋭い變化は刺激電流によるもので、筋の代りに木綿絲にリンゲル液を浸したものを用ひると此變化のみが現はれる。次に約 5m sec 位の潜伏期を置いて二相性の働作流が見られる。働作流が經過して丁度迄の時間は本例では約 27m sec である。潜伏期の途中で現はれる小さな變動は恐らく筋所屬の神經纖維の働作流であらう。

偕て此筋を 0.0001% の Veratrine 溶液に 30 分間浸して再び働作流を描記したのが第 4 圖の B である。多少形は變つてゐるが大體に於て正常筋の働作流と異なる所はない。筋の收縮時間は非常に延長してゐる。それにも拘らず働作流には何等の變化も生じて居ない。振動性の働作流も起らず又非振動性の長く持續する働作流も續いてゐない。多數の實驗例に於て殆ど 1 つも例外は無く上記の様な結果となつた。

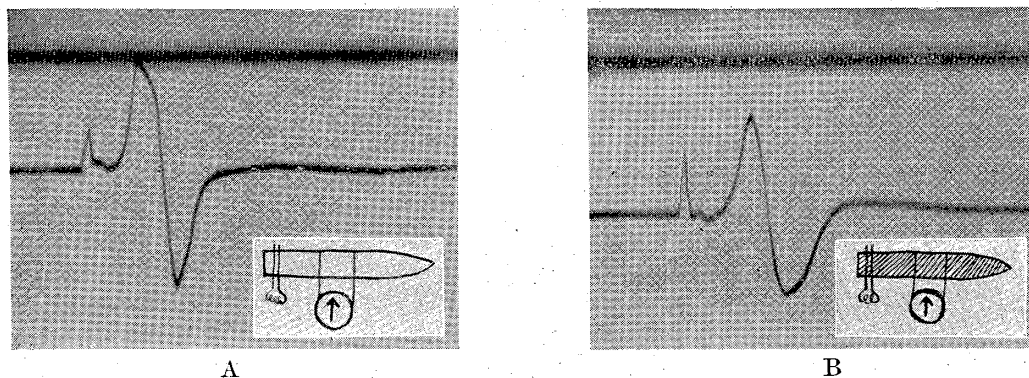
第 5 圖は筋の端の方から誘導したものである。電導子間の距離は 6mm、溫度は 18°C であつた。A は正常筋で誘導電導子に近い端から、B は遠い端から刺激した場合である。電氣的陰性波の走る方向が逆になるから二相性電流も亦 A と B では關係が逆になる。尚ほ B の場合は刺激の傳導距離が約 1.8cm 位 A の場合より長くなつてゐるので、潜伏期間も延長してゐる。次に此筋の誘導電導子の置かれた半分のみを Veratrine 0.0001% 溶液中に約 90 分間浸して前と同じ條件で働作流を描記したのが C と D である。此場合も前例と同じ様に働作

流には何等著しい変化を来さない。潜伏期の長さも動作流の経過時間も中毒の前後で略同一である。

其他の濃度の場合も又單に Veratrine を筋の表面に筆で塗付した場合も同様であつた。

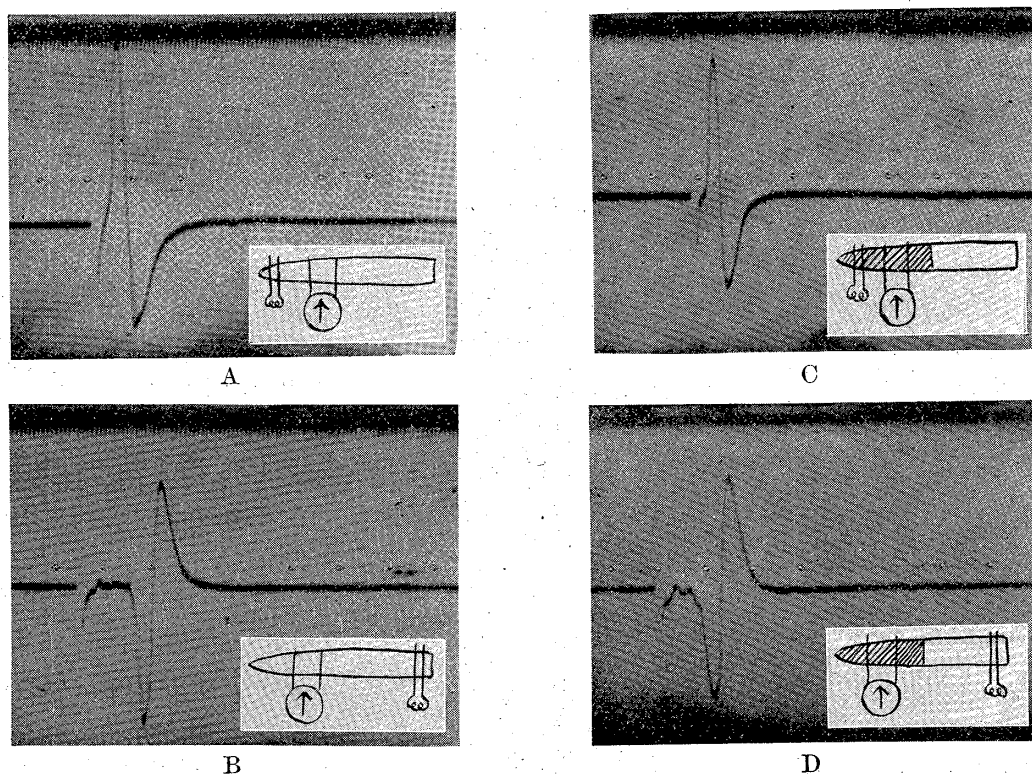
考 察 及 び 結 論

余の實驗結果は Veratrine は筋の收縮性に大きな影響を與へるだけで、動作流の發生には殆ど無關係である事を示してゐる。



第 4 圖 Veratrine 筋の動作流

A は正常筋, B は同筋を Veratrine に浸した後の動作流 時間は 1/1000 秒



第 5 圖 筋を半分 Veratrine に侵した場合の動作流

A 及び B は正常筋, C 及び D は斜線の部を Veratrine に浸し同部より誘導せる動作流
時間 1/1000 秒

弦電流計による研究者達は何れも時に振動性働作流、又時に持続性働作流の發生を報じてゐるが、余の結果は之等と著しい對比をなしてゐる。

序論に述べた様に弦電流計は不明な外因による振動が入り易い事を思へば、Veratrine 働作流の振動性を主張するには頗る慎重なるを要する。而して之等の缺點を有せず、又此器械より遙に速かな變化を追求し得る Oscillograph に於て何等振動性の働作流が得られなかつた事を見れば、Veratrine 働作流の非振動性は確認せられる事と思ふ。Veratrine 筋の働作流を Oscillograph で描記する事は未だ余の實驗以外には行はれてゐないが、嘗て KENDALL 及び BISHOP が Formalin 筋の働作流をブラウン管で描記して矢張非振動性の曲線を得てゐる。Formalin 筋の收縮は Veratrine 筋のそれと甚だ類似してゐるものである。

次に余の實驗結果に於ては持続性の長い経過をとる働作流も現はれてゐない。毛管電氣計を用ひた研究者達は一様に皆斯様な曲線を得てゐるが、敏速な變動の研究に適しない本器による實驗結果は暫く論外に置く。弦電流計を使用する場合にも屢平滑な持続性の働作流が得られてゐる。HOFFMANN は Veratrine の濃度大なる場合にのみ現れると言つてゐるが、DE BOER によれば濃度に無關係に屢現れると報じてゐる。併し彼等の報告には筋の固定法に就て充分な記載がない。而して誘導電導子が筋の收縮に伴つて筋表を滑動すれば緩かな経過をとる電氣的變動が現れる。彼等の屢得た持続性の電氣的變化の原因は電導子の滑動にあるかも知れない。余の實驗に於ては電導子の先端の木綿糸が密に筋に巻きつけられ滑動は殆ど起らない様に注意されてゐたのである。

併し翻つて考ふれば、筋纖維内で長時間にわたる收縮に關係する化學的變化が持続する場合には之に伴つて持続性の電氣的變化が發生しても差支ないことであらう。而して此變化は緩慢であるから誘導電導子間の距離が小さい場合には兩電導子が等電位となつて外部に變化を誘導することが出来ないかも知れぬ。而して余の實驗に於ては電導子間距離は 2cm 以下である。最大な場合も 3cm を越えなかつた。此種の電氣的變動を導くには活動電導子を 1 個として所謂單相性誘導を試む可きであらう。故に余の實驗成績から直ちに Veratrine 收縮に於ては持続性の働作流は現れないと斷定する事は出来ない。併しながら、筋收縮の基底をなす化學的變化に伴ふ電氣的變化が發生するとしても、それは所謂働作流即ち筋收縮の潜伏期の間に経過して了ふ電氣的變化とは全然意味を異にすることを注意せねばならぬ。

余の誘導法では所謂働作流を描記するには充分であり、而も此働作流には Veratrine の中毒如何は何等影響しない事が明かにされたのである。換言すれば Veratrine の作用は働作流には無關係で唯收縮性にのみ影響するのであると云はなければならない。此事實は Veratrine 收縮が確かに強直でなくて單一收縮なることを示すものであると同時に、又別の重要な事實を暗示する。働作流も收縮も共に筋の興奮過程の部分過程である。此重要な 2 つの部分過程が Veratrine 筋に於ては何等平行的に消長しないばかりでなく、其 1 つは殆ど他に無關係に獨立に變化するのであるから、部分過程の量的表示が興奮性の量的表示としては意味をなさないことが明かに看取せられるであらう。

又被刺激形體が刺激に反應する性質のうち反應過程の比較的初期、即ち刺激を受取る過程に關係する部分を被刺激性と呼び、刺激に應じて積極的な活動を惹き起す所の比較的後の過

程に關係する性質を興奮性と呼ぶならば、動作流は被刺激性に關係ある過程であり、收縮は興奮性に關係ある過程であらう。而して Veratrine は收縮にのみ影響して動作流に無關係な事は、逆に被刺激性と興奮性とを分ち得る事の1つの手掛りとなるであらう。

最後に繰返して言へば、Veratrine 筋の動作流は正常筋の動作流と何等異なる所はない。

總 括

余は蟻の Veratrine に浸した縫匠筋の動作流を真空管増幅器を用ひて Siemens の Oscillograph で描記した。實驗の際に筋收縮に伴ふ誘導電導子の滑動制止には特に注意した。其結果として、正常な場合の動作流と何等異なることなき曲線を得た。従前弦電流計によつて得られた様な振動性の動作流は1例も得られなかつた。此現象は動作流と收縮とが互に獨立に經過することを示すものである。

本實驗は恩師橋田邦彦教授の御懇篤なる御指導の下に行はれ、尙本稿の御校閲の勞を賜つた。茲に謹んで心からなる感謝の意を表する。尙、増幅器作成に當つては若林講師は種々有益な助言を與へられ、又貴重な文獻や多數の参考書を貸與せられた。和合、本川の兩學士も常に變らぬ友情を以て激勵せられた。併せて是等の諸先進に厚く御禮申し上げる。

文 獻 BISHOP, G. H. and KENDALL, A. I. (1929) Action of formalin and histamine on tension and potential curve of a striated muscle. *Amer. J. Physiol.* 88. BIEDERMANN (1895) *Elektro-physiol.* Jena. BOER, S. DE. (1913) Über das Elektromyogramm der Veratrinisierten Muskeln. *Zeitsch. f. Biol.* 61. BOTAZZI, PH. (1901) Über die Wirkung des Veratrin und andere Stoffe auf die quergestreiften, atrialen und glatten Muskulatur. *Arch. f. Anat. u. Physiol.* 377. GARTEN, S. (1899) Über das elektromotorische Verhalten von Nerv und Muskel nach Veratrinvergiftung. *Pflügers Arch.* 77. GASSER, H. S. (1930) Contracture of skeletal muscle. *Physiol. Review*, 10. 橋田邦彦 (1929) 被刺激性と興奮性. *日新醫學*, 19. 橋田邦彦 (1933) 生理學の基礎的諸概念の考察〔1〕. *醫學中央雜誌*, 36. HOFFMANN, P. (1912) Über die Aktionströme des mit Veratrin vergifteten Muskels. *Zeitsch. f. Biol.* 58. LAMM, G. (1912) Untersuchungen über die Wirkung des Veratrin auf den quergestreiften Muskel, I u. II. *Zeitsch. f. Biol.* 57. und 58. MEYER, J. DE. (1931) Sur les courants de deformation des muscles. *Archiv Inter. Physiol.* 16. MOSTINSKY, B. (1904) Die Formgesetze der Veratrinkurve des Froschmuskels. *Archiv f. exp. Path. Pharm.* 51. GUERIDO, A. (1928) Action de la vératrine sur le tissu musculaire strié. *Archiv Neerland. Physiol.* 12. SCHENCK, Fr. (1896) Untersuchungen über die Natur einiger Dauercontractionen des Muskels. *Pflügers Arch.* 63. VERZÁR, F. und FELTER, M. (1914) Untersuchungen zur Theorie der sogenannten Veratrinkontraktion. *Pflügers Arch.* 153.