

45.

612.741.6

筋肉ノ「クロナキシー」ニ就テ

岡山醫科大學生理學教室(主任生沼教授)

須藤吾之助

[昭和10年1月17日受稿]

*From the Institute of Physiology, Okayama Medical College
(Director: Prof. Dr. S. Oinuma).*

On the Chronaxie of the Muscle Fibre.

By

Gonosuke Sudo.

Received on 17. January 1935.

The author carried out some experiments investigating the relation between the capacity and the applied voltage of the electrical current need to excite the Frog's muscle by Lapicque's chronaximètre. In these experiments the exact results were obtained only by stimulation of a single muscle fibre (*M. basihyoideus*) by a capillar pore electrode after Pratt. The strength-duration curve obtained by such a method is a smooth and continuous hyperbola as shown by Hoorweg and

Weiss.

From these results the author concluded that a muscle fibre has only one excitable substance. Calculating the data, the author noticed that the chronaxie is the time in which the muscle excites with the minimum energy.

The action of curare upon muscle fibre was also investigated. It acts only upon rheobase and elevates it, but not upon chronaxie at all. (*Autoreference.*)

内容目次

緒論

實驗方法及成績

(イ) Lucas氏法實驗

(ロ) Lapicque氏法實驗

(ハ) 毛細管電極ニヨル實驗

考案

結論

文献

緒 論

興奮性ノ研究ニ於テ、刺戟強度ト其ノ作用時間トノ關係ガ注目サレルニ至ツタノハ割合ニ新シイコトデアル。Fick¹⁾, Engelmann²⁾等ノ此方面ニ於ケル研究ハ生理學者ノ興味ヲ多大ニ引キ、遂ニ Weiss³⁾—Hoorweg⁴⁾ノHyperbel 則ナル大ナル果ヲ結ンダ。即チ彼等ハ筋神經標本ニ於テ刺戟電流強度ト其ノ作用時間トノ關係ヲ縱横ノ座標ニ現ハスト極メテ簡單ニ Hyperbel ヲ以テ現ハスコトガ出來ルト唱ヘテタル。ガ果シテ斯ク簡單ナル關係ヲ表現出來ルカ否? 之ニ關シテ、先ヅ第一ノ疑問ヲ投出シタモノハ Lucas⁵⁾ デアル。彼ハ後述スル如キ液槽電極ヲ以テ筋神經標本ノ上記關係ヲ實驗シ、刺戟電流強度ト作用時間トヲ直角ニトレル座標ニ於テハ Hyperbel 様ナルモ其ノ經過中ニ於テ3ツノ屈曲ヲ見、結局之ハ3ツノ Hyperbel 曲線ノ合成ナリトシ各曲線ニ就キ各1ツノ興奮性物質ヲ假定シ、之等ヲ α , β , γ ト命名シ、 α ハ筋自身ノ興奮性ヲ、 β ハ筋神經連合物質ノ興奮性ヲ、 γ ハ神經自身ノ興奮性ヲ示ス物ナリト意味付ケタ最近ニ至リ Rushton⁶⁾ モ大體之ニ賛シ少クモ2ツノ α ト γ ナル興奮性物質ヲ筋肉内ニ認メルト云ツテタル。ガ、Lapicque⁷⁾ ¹⁸⁾ ハ新シキ興奮性ノ表示トシテノ時間的因子ヲ以テスル興奮性ノ量的表現ヲ“Chronaxie”ト稱シ、幾多ノ實驗ヲナシ、神經ハ筋神經標本ハ唯1ツノ Chronaxie ヲ有スルモノナリトシ神經、筋肉ノ isochronismus ヲ唱道シ Lucas 等ノ成績ハ結局實驗方法ノ誤リニヨルモノナリトセリ、東、陣中⁸⁾ モ Lucas 法ヲ追試シ其ノ曲線ノ屈曲ノ不規則ナルヲ認メ Lucas 法ヲ不

可トシ Pratt-Eisenberger⁹⁾ 法ニヨル毛細管電極ヲ筋纖維1本ヲ刺戟シ、其ノ曲線ハ1本ノ平滑ナルモノナルコトヲ證明シタ。Wachholder u. Ledebur¹⁰⁾ ハ他ノ方法ニヨリ筋肉ニハ2ツノ興奮性物質ヲ考ヘテタル。

私ハ此筋内興奮性物質ガ1ツナリヤ2ツナリヤ將又3ツナリヤヲ決定シ、夫レノ質的及ビ量的ノ表示ガ如何ナル關係ノ下ニ於テ可能ナルヤヲ知ル爲メニ先人ノ研究ヲ追試シ又新シク實驗ヲモ試ミ以下ノ如キ成績ヲ得タノデアアル。

實驗方法及ビ成績

電流回路——之ハ以下總テ Boullitte 製ノ Lapi-cque ノ「クロナキシメートル」ヲ用ヒ、電流強度及ビ容量ヲ加減ス。抵抗ハ Lapicque ノ「シャソト」ヲ用ヒ、特別ノ場合ノ外ハ17000 Ω 直列、3000 Ω 並列ニ入レタル物ヲ用ヒ、之ヨリ刺戟回路ニ導ク。

材料——Lucas 法、Lapicque 法ニハ蛙縫匠筋ヲ用ヒ、毛細管電極ニヨル物ニハ M. cutaneus-pectoris, Membrana basihyaidea ヲ用キル。

電極——(イ) Lucas 法…………… Lucas ノ使用セル Lucas 氏液槽電極ヲ用キテ行ヘル物。

(ロ) Lapicque 法——筋ヲ液槽ニ入レ、(+)極ヲ Diffuse Electrode トシ (-)極ヲ刺戟電極トシ之ニハ AgCl-Ag 線ヲ以テス。刺戟電極ハ液ノ外ニ出タル筋ノ一部ニアテテ刺戟シテ檢シタ。

(ハ) 毛細管電極ニヨル法——Pratt, Eisenberger, 東、陣中ノ方法ニヨリ、硝子管(内徑5mm)ヲ加熱シトカシテ引キ延シ、内腔ヲ劍狀ニシ一端盲狀ニ終レル物ヲ砥石ニテミガキ、先端ニ穴ヲ穿テ、其ノ徑ヲ顯微鏡ニテ見ナガラ Ca 10 μ ニナル様ニシテ用キル。私ハ約 10 μ ノ物ヲ用キタ。他極

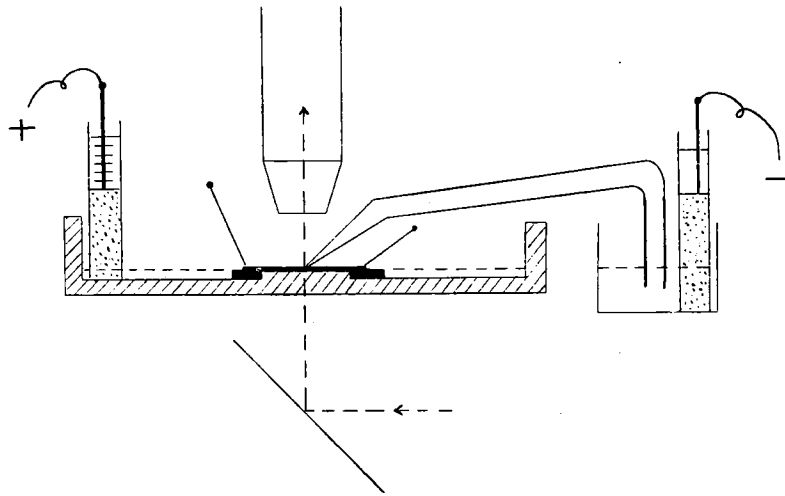
ハ diffuse ニシ東、陣中ニ從ヒ寒天ノ硫酸「マグ
ネシウム」飽和液、錫ヲ經テ刺戟電流回路ニ結
ブ。

顯微鏡下ニ M. cutaneus pectoris 或ハ Membr.
basihyalideus- 後者ノ取出シ方及ビ見方ハ Moore
u. Brücke¹¹⁾、永光¹²⁾ ニヨル一筋纖維ヲ現ハシ、

之ニ當ル様ニ毛細管電極ヲ Micromanipulator ニ
テ動かシテ輕ク置ク、筋纖維ハ徑ハ 20—40 μナル
故ニ 10 μ ノ毛細管ノ穴ハヨク 1 本ノ筋纖維ニノ
ミ當タル様ニシ得ル。

簡單ニ圖示スレバ下ノ如シ。

第 I 圖 毛細管電極刺戟装置



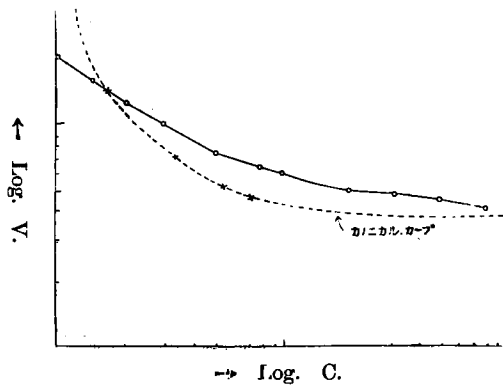
(イ) Lucas 法ニヨル實驗成績

第 1 表 Lucas 氏法實驗成績

| 番 號 溫度(C) 容量「ボルト」 | 「ク ラ レ」 實 験 | | | | | | | | |
|-------------------------|-------------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| | I | II | III | IV | V | VI | VII | VIII | IX |
| 20° | | | | | | | 12° | 12° | 13° |
| ∞ (μf.) | 2.8 | 3 | 3 | 2.7 | 3.7 | 3.6 | 3 | 4.2 | 2.7 |
| 0.8 // | 3 | 3.8 | 4.4 | 2.9 | 4.4 | 3.9 | 4.5 | 6.9 | 3.2 |
| 0.5 // | 3.1 | 4.7 | 5.9 | 3.1 | 5.8 | 4.5 | 7.3 | 8.5 | 3.5 |
| 0.3 // | 3.3 | 5.1 | 6.3 | 3.5 | 6.6 | 4.7 | 8.4 | 9.6 | 3.8 |
| 0.1 // | 3.4 | 6.8 | 7.8 | 4 | 10.3 | 4.9 | 9 | 11 | 4.2 |
| 0.08 // | 3.6 | 8.3 | 8.2 | 5 | 11.3 | 6 | 13.8 | 13.6 | 6 |
| 0.06 // | 3.7 | 12.3 | 9 | 5.4 | 13 | 6.4 | 14.8 | 16 | 6.1 |
| 0.04 // | 3.8 | 16.2 | 9.9 | 5.5 | 16.9 | 8 | 19.8 | 18.8 | 8 |
| 0.02 // | 4.7 | | 11.5 | 12.1 | | 12.1 | | | 10 |
| 0.01 // | 18.8 | | 12 | | | 20 | | | 16.5 |
| | T. | P. | M. | T. | M. | P. | P. | T. | M. |

T. — 脛骨端 P. — 恥骨端 M. — 中央 「ク ラ レ」 — 0.01% 液

第 II 圖 (Lucas 氏法實驗)



以上ノ如ク、曲線ハ可成不規則ナモノデ果シテ之ヲ以テ Lucas ノ説ケルガ如ク考ヘルコトガ出來ルカト云フニ、私ハ次ノ點ヨリ之ニ反對シタイ。即チ實驗ハ出來ル丈注意シテ誤差ヲ除去スルコトヲ努メタニカカハラズ、2例ヲ除ク他ノ多數例ニ於テハ、其ノ斷裂ノ數ガ夫等ヲ以テ或ル1ツ宛ノ質ノ興奮性物質ヲ考ヘルニハ餘リニ數ガ不定、不規則デアツタ。ガ2例ニ於テハ Lucas, Rushton ノ云フ如ク明カニ1ツノ屈折ヲ認メタガ尙ホ之ヲ以テ直ニ興奮性物質ニ相當スルモノト考ヘルコトハ尙ホ考慮ノ餘地ガ多々アラウ。何トナレバ、サキニ Lapique¹⁵⁾ガ指摘セル様ニ種々ナル外的條件ガ關係シテアル——コノ詳細ハ原著ニ詳シキ故ココニハ特ニ擧ゲナイ。——且又、後ニ詳論スルガ如ク、此際ハ筋標

本ハ多數ノ筋纖維ヨリナル故ニ、電流ノユガミモ可成大デアルコトハ容易ニ考ヘラレル事デアル。トスルト此曲線ノ不連続點ノ成因モ Lucas ノ如ク直ニ1連續區域ニ1興奮性物質ヲ考ヘルノハ甚ダ一方論的ナ結論デ決シテ妥當ナ物デハナイ。

尙ホ又恥骨端ニ於ケル物ハ割合ニ不連続點ハ少ク、ヨリ不明デアアルコト、中央部ニハ夫レガ明カデ多イコト尙ホ又之等ノ「クラレ」ニヨル消失ノ不定等モ私ハ特ニ電流ノユガミト云フコトガ此成因ノ重大ナル位置ヲ占メルモノナルコトヲ強調シタイ。以上カラ見ルト、要スルニ、Lucas 法ニヨル Lucas ノ論法ハ尙ホ其ノ立脚點ニ未ダ幾多ノ缺陷ヲモツ物ナルコトハ明カデアアル。

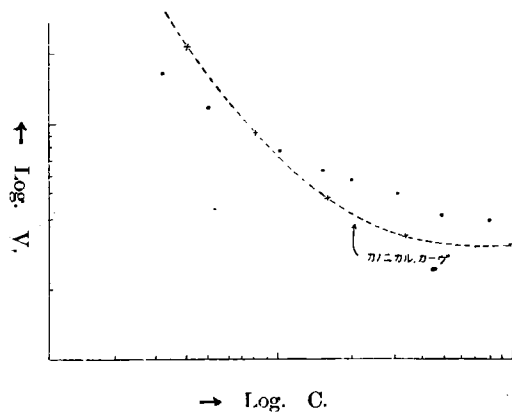
(ロ) Lapticque 法ニヨル實驗成績

第 2 表 Lapticque 氏法實驗

| 容量 「ボルト」 | 番 號 溫度(C) | 「ク ラ レ」 實 験 | | | | | | | | |
|-------------|--------------|-------------|------|------|------|-----|------|------|------|------|
| | | I | II | III | IV | V | VI | VII | VIII | IX |
| | | 20° | 20° | 12° | 24° | 24° | 24° | 19° | 16° | 16° |
| ∞ (μf.) | | 1.8 | 0.8 | 2 | 1.9 | 0.3 | 1.6 | 2.7 | 3.6 | 3.4 |
| 0.8 | ◇ | 1.8 | 0.9 | 2 | 2 | 0.3 | 1.6 | 2.9 | 3.7 | 3.7 |
| 0.5 | ◇ | 1.9 | 1 | 2 | 2 | 0.3 | 1.7 | 3.1 | 4.2 | 3.9 |
| 0.3 | ◇ | 1.9 | 1.1 | 2.1 | 2.1 | 0.4 | 1.8 | 3.3 | 4.5 | 4 |
| 0.2 | ◇ | 1.9 | 1.1 | 2.2 | 2.1 | 0.5 | 1.8 | 3.5 | 4.8 | 4.3 |
| 0.15 | ◇ | 2 | 1.2 | 2.3 | 2.1 | 0.6 | 1.9 | 3.9 | 5 | 4.5 |
| 0.1 | ◇ | 2 | 1.2 | 2.4 | 2.2 | 0.7 | 1.9 | 4.5 | 5.4 | 5 |
| 0.08 | ◇ | 2.1 | 1.3 | 2.6 | 2.2 | 0.8 | 2 | 4.8 | 5.8 | 5.4 |
| 0.05 | ◇ | 2.2 | 1.4 | 3.2 | 2.3 | 0.9 | 2.1 | 5.4 | 6.9 | 6.3 |
| 0.03 | ◇ | 2.5 | 1.7 | 4.1 | 2.7 | 1 | 2.2 | 7.1 | 8.8 | 8 |
| 0.02 | ◇ | 2.9 | 2.1 | 5.1 | 2.9 | 1.1 | 2.4 | 9 | 11.6 | 9.8 |
| 0.015 | ◇ | 3.1 | 2.3 | 6.2 | 3.5 | 1.2 | 2.5 | 10.5 | 13.6 | 12.6 |
| 0.010 | ◇ | 3.6 | 2.6 | 7.6 | 4.1 | 1.4 | 3 | 13 | 17.5 | 16.3 |
| 0.008 | ◇ | 4.1 | 3.3 | 9.1 | 4.8 | 1.6 | 3.7 | 16.2 | | 19.6 |
| 0.005 | ◇ | 5.1 | 4 | 10.9 | 5.6 | 1.8 | 4.5 | | | |
| 0.003 | ◇ | 5.8 | 5.6 | 17 | 8.7 | 2.1 | 6.9 | | | |
| 0.002 | ◇ | 6.4 | 8.4 | | 12.3 | 2.4 | 9.7 | | | |
| 0.001 | ◇ | 6.9 | 12.8 | | 15.5 | | 12.7 | | | |
| 刺 戟 部 | | M. | M. | T. | T. | P. | P. | M. | M. | M. |

M. — 中央部 T. — 脛骨端 P. — 恥骨端 「ク ラ レ」 — 0.01% 液

第 III 圖 Lapticque 氏法實驗



上圖及ビ表ニ見ル如ク、(イ)ニ比スト可成滑ラカナ曲線ヲ得テ一見之ヨリ直ニ問題ハ解カレタカトモ思ハレルガ、此成績ガ果シテ Lapticque ノ云フ “isochronismus” ノ説ヲ承認スルニ充分ナルカ否カヲ檢スルニ彼ノ所謂 “Canonical” ナル曲線ハ 1 例モ見出シ得ナカツタ。何レモ近似的ノ物デアアル。トストト之ハ “Pseudochronaxie” ヲ示ス物デアツテ、少クトモ私ノ成績カラ眞ノ “Chronaxie” ナル概念ニ一致スルモノハ存在シナイ。故ニ私ハ Lapticque ノ推奨スル方法ニ依ツテ彼ノ云フ “Chronaxie” ヲ確認スルコトガ出來ナ

イ矛盾ニ逢着シタ。此矛盾ノ理論付ケハ後ニ詳論スル。

(ハ) 毛細管電極法ニヨル實驗成績

單一筋纖維ヲ以テ實驗スルニ當リ其ノ材料ガ悉皆或絶無律ニ從フヤ否ヤハ先ヅ考フベキコトデアラウ。殊ニ Membr. basihyoideus ニ於テハ先ニ永光¹²⁾ハ上記ノ律ニ從フコトハ證明シ得ナイト云ツテタルガ、私ハ之ニ從フモノトシテ實驗ニ供シタ。ト云フノハ私ノ使用セル Réducteur ハ 1/10 Volt 迄シカ分割サレテキナイノデ實驗ニ際シテハ常ニ或ル強度以上デハ反應シ、夫レ以下デハ反應シナイコトヲ判然ト認メタノデ、實際問題トシテハ此

法則ノ適否ハ私ノ實驗範圍内ニ於テサシテ嚴密ニ云フ必要ヲ認メナカツタカラデアル。

尙ホ Grundfest¹⁴⁾ ハ Membrana retrolingualis ヲ以テ同様ニ實驗シ、シカモ、毛細管電極ニテ直接、間接刺戟ヲナシタトノ報告アリ、且又「クラレ」ヲ作用サストモ其ノ直接刺戟ノ結果ニ違ヒテ認メズト云フガ、此時ノ直接刺戟ハ暫クオクモ、其ノ間接刺戟デハ彼ノ記述不十分ニシテ如何ニシテ行ヒシカ不明、私モ此間接刺戟可能ナレバト 1 本ノ刺戟筋纖維ヲ支配セル神經纖維 1 本ヲ見出シ實驗セント努シタガ不可能ニ終ツタコトヲ記シ、識者ノ御示教ヲ賜ハラントヲ希望シテオク。

第 3 表 イ) M. Pectoris major 實驗

| 番 號, 温 度 | No. I 17°C | | | No. II 15°C | | | No. III 19°C | | |
|----------|------------|-------|-------------------|-------------|-------|-------------------|--------------|-------|-------------------|
| | 電 壓 | 電氣量 | エネ ル ギ ー | 電 壓 | 電氣量 | エネ ル ギ ー | 電 壓 | 電氣量 | エネ ル ギ ー |
| ∞ (μf.) | 1.2 | — | — | 0.8 | — | — | 1.7 | — | — |
| 0.8 ♪ | 1.2 | 0.96 | 0.58 | 0.8 | 0.64 | 0.26 | 1.7 | 1.36 | 1.15 |
| 0.5 ♪ | 1.3 | 0.65 | 0.42 | 0.8 | 0.40 | 0.16 | 1.7 | 0.85 | 0.72 |
| 0.3 ♪ | 1.4 | 0.42 | 0.29 | 0.8 | 0.24 | 0.096 | 1.7 | 0.51 | 0.43 |
| 0.2 ♪ | 1.5 | 0.30 | 0.22 | 0.8 | 0.16 | 0.064 | 1.8 | 0.36 | 0.32 |
| 0.15 ♪ | 1.6 | 0.24 | 0.19 | 0.9 | 0.14 | 0.063 | 1.9 | 0.28 | 0.27 |
| 0.1 ♪ | 1.6 | 0.16 | 0.13 | 1 | 0.10 | 0.050 | 2 | 0.20 | 0.20 |
| 0.08 ♪ | 1.7 | 0.14 | 0.12 | 1.1 | 0.09 | 0.0495 | 2.1 | 0.17 | 0.18 |
| 0.05 ♪ | 2 | 0.10 | 0.10 | 1.2 | 0.06 | 0.036 | 2.5 | 0.12 | 0.15 |
| 0.03 ♪ | 2.4 | 0.07 | 0.08 | 1.4 | 0.04 | 0.028 | 2.8 | 0.08 | 0.11 |
| 0.02 ♪ | 2.8 | 0.056 | 0.078 | 1.8 | 0.036 | 0.032 | 3.4 | 0.07 | 0.12 |
| 0.015 ♪ | 3.4 | 0.050 | 0.080 | 2.2 | 0.033 | 0.036 | 4 | 0.06 | 0.12 |
| 0.010 ♪ | 4.5 | 0.040 | 0.120 | 2.7 | 0.027 | 0.038 | 4.8 | 0.048 | 0.12 |
| 0.008 ♪ | | | | 3.1 | 0.025 | 0.040 | 5.6 | 0.045 | 0.13 |

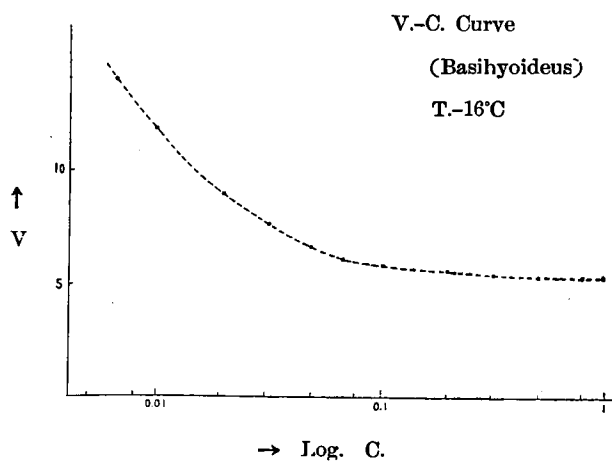
第4表 ロ) Membr. basihyoideus 実験成績

| 番 號, 温 度 | No. I 20°C | | | No. II 20°C | | | No. III 20.5°C | | |
|----------|------------|-------|--------------|-------------|-------|--------------|----------------|-------|--------------|
| 容 量 | 電 壓 | 電 氣 量 | エ ネ ル ギ ー | 電 壓 | 電 氣 量 | エ ネ ル ギ ー | 電 壓 | 電 氣 量 | エ ネ ル ギ ー |
| ∞ (μf.) | 6.6 | — | — | 5.4 | — | — | 5.3 | — | — |
| 0.8 ♪ | 6.7 | 5.36 | 17.95 | 5.5 | 4.40 | 12.1 | 5.4 | 4.32 | 11.7 |
| 0.5 ♪ | 6.8 | 3.4 | 11.56 | 5.5 | 2.75 | 7.56 | 5.5 | 2.75 | 7.55 |
| 0.3 ♪ | 6.8 | 2.04 | 6.98 | 5.6 | 1.68 | 5.54 | 5.5 | 1.65 | 4.55 |
| 0.2 ♪ | 6.9 | 1.38 | 3.57 | 5.7 | 1.14 | 3.24 | 5.6 | 1.12 | 3.14 |
| 0.1 ♪ | 7.0 | 0.70 | 2.45 | 5.9 | 0.59 | 1.74 | 5.7 | 0.57 | 1.63 |
| 0.07 ♪ | 7.1 | 0.497 | 1.71 | 6.2 | 0.43 | 1.34 | 5.9 | 0.413 | 1.21 |
| 0.05 ♪ | 7.2 | 0.36 | 1.29 | 6.8 | 0.34 | 0.89 | 6.2 | 0.310 | 0.96 |
| 0.03 ♪ | 7.7 | 0.23 | 0.39 | 7.7 | 0.23 | 0.83 | 6.6 | 0.198 | 0.65 |
| 0.02 ♪ | 9.2 | 0.18 | 0.84 | 9.1 | 0.13 | 0.705 | 7.6 | 0.152 | 0.58 |
| 0.01 ♪ | 13.4 | 0.13 | 0.90 | 11.9 | 0.12 | 0.705 | 9.6 | 0.096 | 0.46 |
| 0.007 ♪ | | | | 14.2 | 0.099 | 0.727 | 11.7 | 0.082 | 0.48 |
| 0.005 ♪ | | | | | | | 15.3 | 0.077 | 0.59 |

第5表 毛細管電極ニヨル「クラレ」実験成績 (0.01% 液)

| 番 號, 温 度 | No. I 20°C | | No. II 20°C | | No. III 19°C | | No. IV 20°C | |
|-------------|---------------------|-------|-------------|-------|----------------------|-------|-------------|-------|
| 「ボルト」 容量 | | 「クラレ」 | | 「クラレ」 | | 「クラレ」 | | 「クラレ」 |
| ∞ (μf.) | 0.6 | 1.1 | 3.2 | 4.1 | 0.7 | 1.6 | 1.7 | 2 |
| 0.8 ♪ | 0.7 | 1.1 | 3.3 | 4.2 | 0.7 | 1.6 | 1.7 | 2 |
| 0.5 ♪ | 0.7 | 1.1 | 3.3 | 4.2 | 0.8 | 1.6 | 1.8 | 2 |
| 0.3 ♪ | 0.8 | 1.2 | 3.4 | 4.3 | 0.8 | 1.6 | 1.9 | 2.1 |
| 0.2 ♪ | 0.8 | 1.2 | 3.4 | 4.4 | 0.9 | 1.7 | 2 | 2.1 |
| 0.1 ♪ | 0.9 | 1.3 | 3.5 | 4.5 | 1 | 1.9 | 2 | 2.2 |
| 0.07 ♪ | 1 | 1.4 | 3.8 | 4.8 | 1.1 | 2.2 | 2.1 | 2.4 |
| 0.05 ♪ | 1 | 1.6 | 4.4 | 5.7 | 1.2 | 2.8 | 2.5 | 2.8 |
| 0.03 ♪ | 1.1 | 1.8 | 5 | 6.3 | 1.3 | 3.2 | 2.8 | 3.4 |
| 0.02 ♪ | 1.2 | 2.2 | 6.4 | 8.5 | 1.4 | 5.2 | 3.4 | 4 |
| 0.01 ♪ | 1.6 | 3 | 9 | 11.6 | 2.0 | 6.8 | 4.9 | 7 |
| 0.007 ♪ | 1.8 | 3.8 | 13.2 | | 2.3 | 11 | 7 | |
| 0.005 ♪ | | | | | | | | |
| | Membr. basihyoideus | | | | M. cutaneus pectoris | | | |

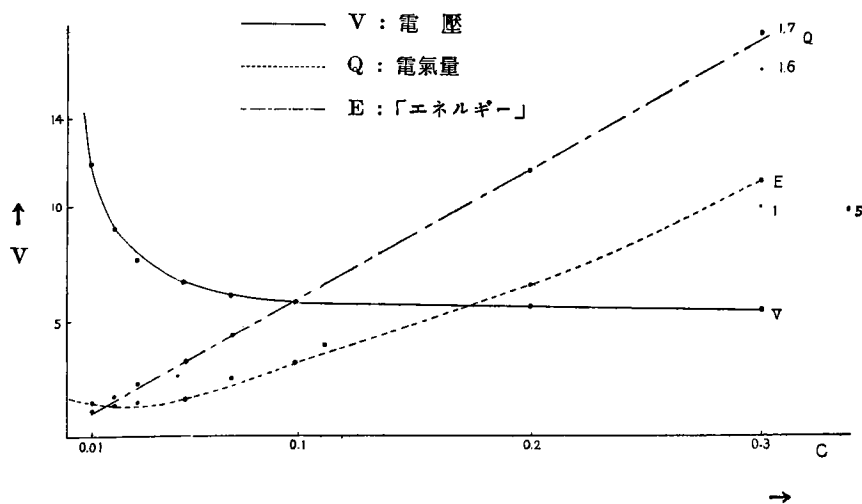
第 IV 圖



上ノ成績ヨリ見ルト，曲線ハ滑ラカデ充分
1 ツ丈ノ連続ノ興奮性物質ガ考ヘラレル。
又極メテ“Canonical”ノ曲線ニ近い。
此成績ハ刺戟電極ガ單一筋纖維ニアタリ電

流ノユガミモ極メテ少イコトヲ考ヘルト筋纖維
其ノモノノ興奮性ヲ示スモノト考ヘテ善イ
ダラウ。刺戟電極ヲ(+)ニスルモ(-)ニス
ルモ結果ハ大體同ジモノデアアル。

第 V 圖 電壓，電氣量，「エネルギー」曲線



考案

以上ニ於ケル事實ヲ考ヘル前ニ之等ヲ得タ方法ニ就テ考ヘテ見タイ。Lucas, Lapique 何レモ液槽電極ノミカ或ハ刺戟電極トシテ鹽化銀電極ヲ用キタル物デアツテ、今刺戟電流ガ筋標本ニ入ル時ノ状態ヲ見ルト何レモ其ノ電流ノ收斂シ筋ニ入り刺戟トナル部ガ可成不定ナ可變性ノ物デアル。尙ホ又之等ガ或ル程度迄一定シテモ Lapique¹⁵⁾ノ云フ retrograde polarisation ガ可成大ナル因子ヲ占メテ之等ノ方法ニヨリ得ラレタル結果ヲ直ニ以テ筋ノ興奮性ヲ表示スル物トスルコトハ出來ナイ。カカルコトハ Rushton ノ方法デモ同様ナコトガ考ヘラレル。カカル外部的ナ物理的條件ノ外ニ尙ホ縫匠筋實驗ニ於テハ夫レガ多數ノ筋纖維ト細胞間組織トヨリナル爲メニ、細胞間組織ノ高イ電氣抵抗ノ爲メ、筋纖維ノ容量ノ差ニヨル荷電時ノ差ノ爲メ、分極ノ爲メ、膜ノ滲透性變化ノ爲メ、周リノ「イオン」濃度ノ變化等ノ爲メニ電流ニ變形ヲ生ジ從ツテ之等ノ積トシテ現ハレタル結果ガ上述ノ如ク不規則ナ結果ヲ示スコトハ充分可能デアル。トスルト、之等ノ法ニ依ル成績ハ Lapique ノ云フ “pseudochronaxie” ヲ現ハスコトニナル事ハ明カデアル。

次ニ毛細管電極法ニ就テ考ヘテ見ル、少ク共私ノ使用セル範圍内デハ既ニ Lapique¹⁵⁾ノ指摘セル様ニ其ノ retrograde polarisation ハ殆ド無視シテヨイ程度ノ物デアル。而モ亦毛細管電極法ニ依ル單一筋纖維カラ得ラレタル結果ニハ上記ノ如ク電流變形モ最モ少ク以テ組織ノ興奮性ヲ表示スルモノト考ヘテ善イ。即チ之コソ眞ノ Chronaxie ヲ示ス物ト考ヘ

テモ決シテ大ナル誤リデハナカラウ。カク、外部的ナ物理的條件ノ混入ヲ除外シ、反應物質モ最モ簡單ナル形ニ於テ得ラレタル結果ガ刺戟強度一時間ノ關係ニ於テ連續的ナ只1ツノ曲線夫レモ極メテ簡單ナ Hyperbel- 之ニ就テハ後ニ述ベル——ダトスルト、我々ハ之ニ對シテ只1ツノ興奮性物質ヲ考ヘルコトハ當然デアラウ。

次ニ、以上ニ於テ理論的ニ正シイト考ヘラレル成績ガ今迄ノ此方面ノ最モ代表的ナル Hoorweg-Weiss ノ式ニ一致スルヤ否ヤ。毛細管電極ニ依ル結果ハ第V圖ノ如ク能ク一致スル。即チ彼等ノ云フ如ク刺戟電流強度ト刺戟作用時間トノ關係ハ直角坐標ニ於テ雙曲線ヲナス。之ハ神經ト筋肉トノ混在セル標本ニ就テノ成績ナレバ isochronismus ヲ承認シテモヨカラウ。

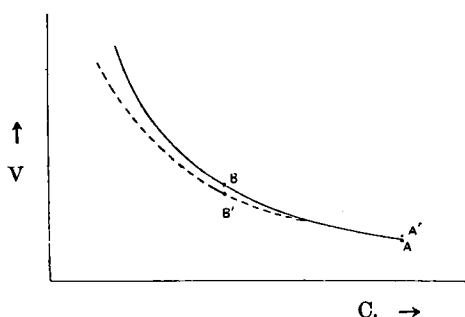
「エネルギー」ニ就テ考スルニ、圖ノ如ク Chronaxie ニ相當スル部ハ大體「エネルギー」極小部ニ一致シテラル。Waller¹⁶⁾ノ研究ニ次デ Lapique ノ云フ如キ最小「エネルギー」ノ刺戟強度デ反應スル刺戟時間ガ Chronaxie デアルトノ説モ認メラレル。

最後ニ「クラレ」ノ作用ニ就テ簡單ニフレテ見タイ。成績ハ表ノ如キモノデアル。

尙ホ此他ニ16例中5例ニ於テハ“uncanonical”ノ物ヲ見タガ、之等ハ何レモ「クラレ」適用後ノ比較的短キ時間デ實驗ヲシタ物デアツテ實驗ノ間ニ「クラレ」ノ作用ガ進行シタモノト考ヘラレ實驗ノ始メト終リニ於テ「レオバーゼ」ヲ計リシニ其ノ間ニ差違アリ、實驗後ニ再ビ測リシ物ハ常ニ始メニ計レル物ヨリ高イ故ニ始メノ Rheobase カラ觀レバ

Chronaxieノ變化ノアル如ク考ヘラレルガ、之ハ「クラレ」ノ作用ガ實驗開始後尙ホ續キ爲メニ「レオバーゼ」高マレル物デ、今之ヲ更ニ考ヘルト Chronaxie ノ變化無キコトガ明カニナル、即チ圖ニ於テ A, B ガ得ラレタ曲線トスルト、B ハ A' ノ Chronaxie トスルト善ク一致スル。

第 VI 圖



ソコデカク考ヘルコトガ正シイカ否カタ知ル爲メニ私ハ他ノ標本ニ於テ「レオバーゼ」ヲ測ルト直ニ其ノ値 A ニ對スル Chronaxie ヲ測リシニ B' ヲ得タ、故ニ B ト B' トノ相異ハ Rheobase ノ相違ニヨルモノデ Chronaxie 其ノ物ハ變化シナイト見做サレル故ニ「クラレ」ハ筋肉ノ「レオバーゼ」ヲ高メル作用アリ。爲メニ一見“uncanonical”ニナルガ、Chronaxie 其ノ物ニハ眞實ニハ影響ハ無イト考ヘタノデアアル。

刺戟電極ノ陰陽ニヨル曲線ノ變化ハ見ラレナカツタ、ガ陽極ノトキハ陰極ニ比シ常ニ「レオバーゼ」ハ高カツタ。

結 論

1) 蛙縫匠筋ニヨル刺戟強度ト作用時間トノ關係ヲ觀察スル實驗ニ於テ、Lucas 氏法、

Lapicque 氏法、Rushton 氏法何レモ尙ホ不十分ナモノデ、毛細管電極ガ正シイ方法デアアル。

2) 毛細管電極ニヨル結果ハ Hoorweg-Weiss ノ式ニ合致シテ雙曲線ヲナス。¹⁾

3) 其ノ曲線ノ經過ニ於テ屈折セル點ハ見ラレナイ。滑ラカナ雙曲線デアアル、從テ之ヨリ Chronaxie ハ只1ツノミデアルト考ヘラレル。

4) 「クロナキシー」ハ刺戟「エネルギー」ノ極小ノ部デ反應スル時間ニ一致スル。

5) 「クラレ」ハ筋ノ「レオバーゼ」ハ高メルガ「クロナキシー」ハ高メナイ。

6) 刺戟電極ハ(+)デモ(-)デモ同様ノ經過ヲ取ル興奮特性圖ヲ示ス。

稿ヲ終ルニ臨ミ終始御懇篤ナル御指導ト御校閲トヲ賜ハリシ恩師生沼教授ニ滿腔ノ謝意ヲ表ハス。

文 獻

- 1) Fick, von A., Untersuchung über elektrische Nervenreizung, Braunschweig, 1864.
- 2) Engelmann, von Th. W., Pflüger's Arch. f. ges. physiol., Bd. 3, S. 249, 1870.
- 3) Weiss, G., C. R. de SOC. Biol., T. 53, P. 466, 1901.
- 4) Hoorweg, J. H., Pflüger's Archiv f. ges. physiol., Bd. 52, S. 87, 1892.
- 5) Lucas, K., J. physiol., Vol. 34, P. 372, 1906; J. physiol., Vol. 35, P. 310, 1907; J. physiol., Vol. 36, P. 113, 1907; J. physiol., Vol. 37, P. 459, 1908.
- 6) Rushton, W. A. H., J. physiol., Vol. 70, P. 317, 1930; J. physiol., Vol. 72, P. 265, 1931; J. physiol., Vol. 74, P. 231, 1932; J. physiol., Vol. 74, P. 424, 1932; J. physiol., Vol. 75, P. 161,

- 1932; J. physiol., Vol. 75, P. 445, 1932. 7) *Lapicque, L.*, *L'excitabilité en fonction du temps*, Paris, 1926. 8) *Jinnaka, S. & Azuma, R.*, Proc. of R. S. B. Vol. 94, 1923. 9) *Pratt, F. H. & Fisenberger, J. P.*, Americ. J. physiol., Vol. 49, 1919. 10) *Wachholder, K. & Ledebur, F. von*, Pflüger's Archiv f. ges. physiol., Bd. 228, S. 183, 1931. 11) *Moore, A. R. & Brücke, E. Th.*, Pflüger's Archiv f. ges. physiol., Bd. 228, S. 618, 1931. 12) *Nagamitu, G.*, Okayama-Igak-kai-Zasshi, Jg. 43, Nr. 11, 1931. 13) *Lapicque, L.*, J. physiol., Vol. 73, No. 2, P. 189, 1931. 14) *Grundfest, H.*, J. physiol., Vol. 76, No. 1, P. 95, 1932. 15) *Lapicque, L.*, J. physiol., Vol. 76, No. 2, P. 261, 1932.

