

# 波形を異にした各種電流刺激による運動神経の 強さ—期間曲線に就て

昭和28年3月12日受付

日本赤十字社長野支部 下伊那赤十字病院

菅 龍 雄

## On the Strength-Duration Curves of Motor Nerves Stimulated by Several Kinds of Electric Currents

Shimoina Red Cross Hospital, Ina.

Tatsuo Suga

(1) Investigations were made on the strength-duration curves in a nerve-muscle preparation of toad by stimulating it with three different kinds of electric currents: constant currents, condenser discharges and induction break shocks. 2) All these curves showed smooth rectangular hyperbols when strength was expressed by  $V/V_r$  instead of  $V$ . 3) Quantity-duration curves, therefore, were straight lines. And when these lines were extrapolated, they converged to the same point on the abscissa. 4) The distance between this point and the origin indicates a theoretical chronaxie.

A preparation, therefore, has the same chronaxie against different stimulations.

神経、筋等の被刺激性形体の興奮性を最も正しく量的に表示するものはその強さ期間曲線である。

単一運動神経繊維に於ての坂本 ① の直流刺激、単一筋繊維に於ての和合・若林 ② の直流刺激及び和合 ③ の蓄電板放電刺激等に依れば、これらの強さ—期間曲線は直角形双曲線であり Weiss の実験式  $i = \frac{a}{t} + b$  ④ ⑤ 及 Hoorweg の式  $\frac{V}{R} = \frac{a'}{CR} + b'$  ⑥ とよく一致する。そして  $a$ ,  $b$  及  $a'$ ,  $b'$  は各標本について個々の常数である。L. Lapicque ⑦ は rhéobase の二倍の電流に対する利用時を chronaxie と呼び、之は Weiss の式の二つの恒数  $a$ ,  $b$  の比即ち  $a/b$  であり、興奮性の大小を表わす(最初の頃は反応速度の大小)ものと主張している。

然し乍らその実験成績が Weiss の式とは一致しないから L. Lapicque その他が実測した値は  $a/b$  ではない。

之に反し、上記の単一神経及び筋繊維の実験に於ては強さ—期間曲線がよく Weiss の式に一致するのであるからこの時の chronaxie は  $a/b$  となる。之を理論的 chronaxie とし Lapicque の主張するものを実験的 chronaxie ⑧ と称んで、両者は区別すべきものである。

実験条件さへ充分考慮されるならば神経幹も筋も比較的よく Weiss の式に一致する。

かくして理論的 chronaxie は、その被刺激形体の興奮性を量的表示する数値であることが今や明かとなつたのである。

本研究は蟾の坐骨神経腓腸筋標本に就て、直流、蓄電板放電、感応開放電流の三つの時間的経過を異にする電流を刺激電流として同一標本に於けるこれ等の強さ—期間曲線並びに理論的 chronaxie を測定したものである。

猶強さ—期間曲線測定中基準電圧  $V_r$  又は之に相当するものは、大多数の場合一定値をとらず変り易いのが常であつた。従つて強さは(本研究に於ては電圧)和合・若林 ② に依り  $V$  の代りに  $V/V_r$  で表わすことにした。

$V_r$  は  $V$  測定時の correspond する rhéobase であり橋田 ④ が生機学的単位と称んだものである。

電極は不分極性液体電極を使用した。

### 1) 感応開放電撃による強さ—期間曲線

従来感応電流は主として興奮をおこす目的にのみ使用されて、精密な刺激の量的表示としては殆んど用ひられていない。ただわずかに Salomonson ⑨ の業績を見るのみである。その理由は感応電流の強さ  $(\frac{di}{dt})$  等の量的表示が複雑困難であり従つてこの刺激効果が充分明らかでない為である。著者はこの点に就て新たな考察工夫を加えることに依つて、興奮性に関する理論的根拠となり得る刺激電流として、感応電流も使用することが出来るのを知つた。

その原理は次の如くである。

一次コイルの電圧を  $V_0$ 、相互感応係数を  $M$ 、二次回路の抵抗及び自己感応係数をそれぞれ  $R, L$ 、とすれば二次コイルに於ける感応開放電撃の電圧  $V$  は次式で表

わされる。

$$V = V_0 \frac{M}{L} e^{-\frac{R}{L} t}$$

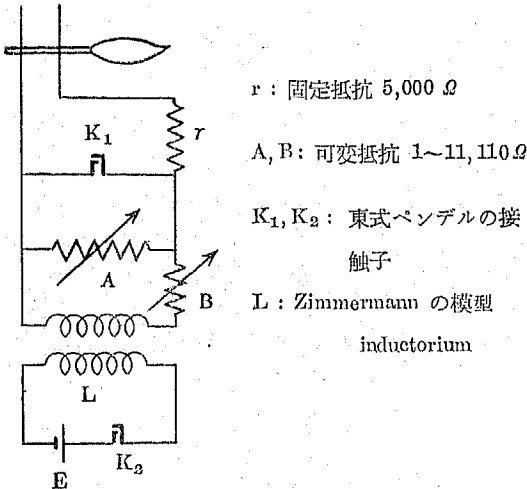
之を蓄電板放電々流と比較すると後者は

$$V = V_0 e^{-\frac{1}{RC} t}$$

であつてその時間的経過は前者に於ては  $\frac{R}{L}$  で後者に於ては  $\frac{1}{RC}$  で定まるから、蓄電板放電々流に依つて強さ一期間曲線を求める場合のように、 $\frac{L}{R}$  を横軸にとり電圧を縦軸にとれば、強さ一期間曲線を得ることが出来る。R の dimension は  $[L] [T^{-1}] \mu$ , L は  $[L] \mu$  であるから  $\frac{L}{R}$  の dimension は  $[T]$  となつて、蓄電板放電々流の場合の RC の dimension  $[T]$  と一致する。

実際の測定に當つては次のような方法を用いた。

第 1 図



このような回路を用いれば標本にかゝる初期電圧は、標本の抵抗と  $r$  との和が  $A$  に対して著しく大きいから、二次回路の抵抗  $R$  は  $A+B$  と考える事が出来るから  $\frac{A}{R} E = L \frac{M}{V_0}$  となる。次に二次コイルを実験中固定して動かさなければ  $\frac{M}{L} = \text{const.}$  となつて初電圧は  $\frac{A}{R} E$  で表わせることになる。この際  $\frac{R}{L}$  は、 $L$  は機械に固有の数値であるから、 $R$  の大きさによつて決まる。

今  $R$  を一定値例えば 200  $\Omega$ , 500  $\Omega$ , 800  $\Omega$  ……にとり、その各々の  $R_1, R_2, R_3$  ……に就いて  $R$  を一定のまま  $A$  及  $B$  を適当に変化させて最小變縮を指標としてその電圧  $\frac{A_1}{R} E$  をきめる。この際約 1% の誤差内で決定することが出来た。かくして  $\frac{R_1}{L}$ ,  $\frac{R_2}{L}$  に対する電圧  $\frac{A_1}{R_1} E$ ,  $\frac{A_2}{R_2} E$  ……を測定することが出来る

から、これに依つて強さ一期間曲線を求め得るのである。

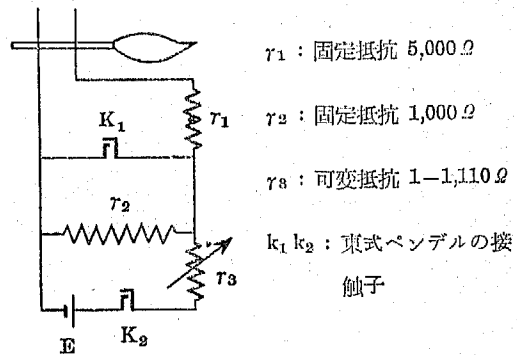
この方法では基電圧に相当するものが測定出来なかつた。即  $L=1.4$  henry であつたので  $R_1=200 \Omega$  としても  $\frac{1.4}{200}$  sec 以上の期間は不可能となる。しかし  $V/V_T$  法即ち或る時点の電圧はその時点の基電圧を単位として表わすと云う考え方を拡張すれば、必ずしも基電圧を単位としなくとも、或る一定期間の電圧を単位と考えても差支えないから、上記の測定値の中最も長い期間のものを単位として和合・若林の実験にならつて  $V/V_T$  として電圧を表わした。

かくして得た強さ一期間曲線は極めて滑らかな直角形双曲線であり、従つて電氣量一期間関係は直線となる。

2) 直流に依る強さ一期間曲線

直流に依る場合は第 2 図のような回路を用い、その通電期間は蓄電板部分放電を弾動電流計で測定して定めた。

第 2 図



この場合も各時点の電圧を基電圧を単位として表わせば前実験と同様に一直線の電氣量一期間曲線を得た。

3) 蓄電板放電々流に依る強さ一期間曲線

蓄電板放電々流による測定の場合の刺激回路は第 3 図の通りである。

標本の抵抗に  $r_1$  を加えたものは 500  $\Omega$  の shunt 抵抗に対して著しく大きいから放電回路の抵抗は 1500  $\Omega$  となつて  $V-RC$  曲線を求めることが出来る。

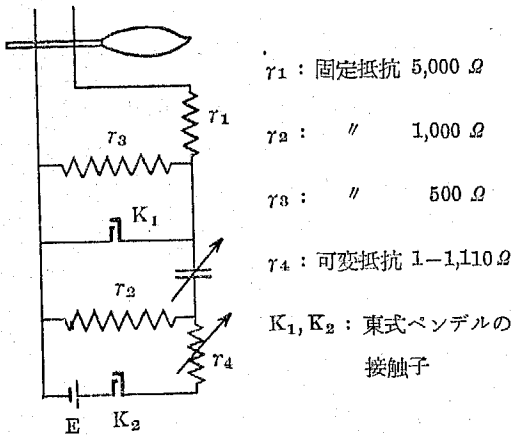
この場合も前と同じく各容量の電圧をその容量に correspond する基電圧 (20  $\mu F$  の時の電圧) を単位として表わした。

この時も強さ一期間曲線は滑らかな直角形双曲線であり従つて  $C \cdot V/V_T - RC$  曲線は一直線であつた。

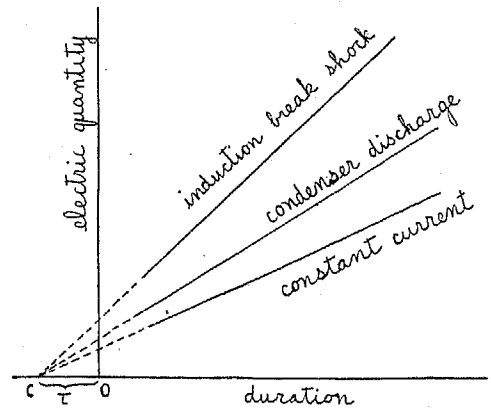
4) 各種電流に依る理論的時値

同一の標本に就て上記の三方法で、又は任意の二方法で強さ一期間曲線を測定し、得られた電氣量・期間直線から外挿法に依つて理論的時値を求めた。これ

第 3 図



第 4 図



を模式的に図示すれば次のようである。(第4図)

三つの直線は同一標本では横軸上の一点Cに収斂する。Cと原点Oとの距離では理論的時値を表わすから、同一標本は刺激種類の如何にかゝらず同一理論的時値を持つこととなる。

更に各々の直線に就いて  $y=ax+b$  の二つの恒数を最小自乗法に依り決定して、これから理論的時値を計算したが、三者共誤差範囲内で一致を示した。

本研究は京城帝国大学医学部生理学教室第一講座研究室(主任和合卯太郎教授)に於て昭和17年から昭和19年に互つて行われたものである。

附 記 本論文は昭和20年8月敗戦直前京城帝国大学医学部教授会を通過したものであるが、資料が

散逸したため詳細な実験成績を記載出来ないのが遺憾である(和合記)。

文 献

(1) Sakamoto, S. : Pflüger's Arch., 221. 1933.  
 (2) Wago, U. & Wakabayashi, T. : Jap. J. Med. Sci. III, 4-1. 1936. (3) 和合卯太郎 : 日本生理法, 2-2. 1937. (4) Weiss, G. : Arch. Ital. Biol., 35. 1901. (5) Weiss, G. : C.R.S.B. T., 53. 1904. (6) Hoorweg, L. : Pflüger's Arch., 52. 1892. (7) Lapicque, L. : C.R.S.B.T., 60. 1908. (8) 橋田邦彦 : 科学, 2-2. 1932. (9) Salomonson, W. : Arch. Uöerl Physiol., 7. 1922.

特殊な細菌性髄膜炎と細菌不明の化膿性髄膜炎の治療について

Treatment of Bacterial Meningitis of Unusual Etiology and Purulent Meningitis of Unknown Origin

M. H. Lepper et al. Am. J. Dis. Child. 85,3 : 295 (Mar.) 1953

著者等は特殊な病原菌による髄膜炎21例— $\beta$ 溶連菌 6例,  $\alpha$ 溶連菌 2例, 葡萄球菌 3例, 大腸菌 3例, 肺炎桿菌 2例, アルカリゲネス, コリネバクテリウム, 緑膿菌, リステリア及び肺炎双球菌と大腸菌の混合感染各 1例を報告した。これらの中 4例は治癒せず, その中 3例は24時間以内に死亡した。又緑膿菌に依る 1例は脳動脈瘤の破裂で死亡した。

次に原因が決定されなかつた化膿性髄膜炎20例を報告して居り, その中 1例は入院後間もなく脳膿瘍の破裂で死亡した。

ペニシリンは球菌感染及び原因不明のものゝ大部分に充分な効果があつた。グラム陰性桿菌に依るものにはオーレオマイシン, テラマイシン及びクロラムフェニコールがよく, 或種の抵抗性細菌に対してはポリミキシンを用いるがよい。葡萄球菌は抵抗性のあるものが増しつゝあるので, これは問題である。ただちに細菌学的診断を下し得たときも, 下し得ないときも, 以上の様な方法で患者を処置したらよいとしている。

(信大小児科 飯沼抄)