

第14卷第2号昭和27年5月1日(毎月1日発行)

Vol. 14, No. 2

May 1952

JOURNAL OF THE PHYSIOLOGICAL SOCIETY OF JAPAN

日本生理學雜誌

第14卷 第2號

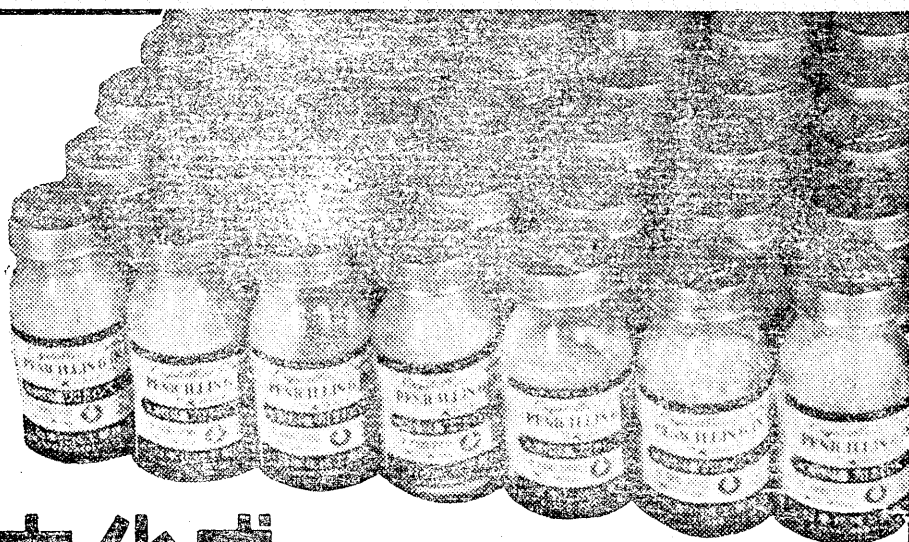
昭和27年5月1日發行

原 著

- 高 橋 惠: 細孔電極(坂本)による單一筋線維の興奮發生部位から誘導した活動電位について..... 41
- 西 村 敏 彦: 肝臓圧碎ショックに於ける副腎の役割..... 50
- 林 麟・小田 満・林 雅男: 大腦皮質刺激電流の強さと強縮運動の波及との關係..... 56
- 伊 藤 秀 三 郎: 中枢神經運動系に対する Acetylcholine の作用..... 60
- 小 田 満: 皮質性歩行運動に対する錐体路系及び錐体外路系の關係..... 64
- 有 本 和 男: 單一神經纖維に於ける偽作流と KCl 濃度との關係に就て(第1報) KCl を作用させた部位に就て..... 70
- 有 本 和 男: 單一神經纖維に於ける偽作流と KCl 濃度との關係に就て(第2報) KCl を隣接絞輪部に作用させた場合に正常絞輪部に及ぼす効果に就て..... 77

日 本 生 理 學 會

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



日本化成の *Penicillin*

ペニシリン

- ★油性プロカインG 300.30万単位
- ★水性プロカインG 300.30万単位
- ★結晶G 20.10万単位
- ★無定形 20.10万単位

中外製薬の良心的医薬品!

毛細血管強化劑
腦溢血其ノ他

ヒカルチン
注・錠・末

強力利尿劑

テオハルン
粉末

榮養・疲勞
恢復・脚氣に

ビタミンHプロカノン
靜注

肺炎・淋疾・其の他
一般化膿性疾患に

ネオチセプタール
注・錠・末

甲状腺機能亢進症
並に狭心症に

メチオジール
注・錠・末

新合成
女性ホルモン

ロバール
注・錠

嫌・好氣性兩菌
を併殺する

ホモスルフアミン
注・錠・末

特に神經痛
坐骨神經痛に

アロピラザルプロ
靜注

鎮痛消炎・解熱に

ザルリプロカノン
靜注



製造元
中外製薬株式会社

細孔電極(坂本)により単一筋線維の興奮発生部位から誘導した 活動電位について 612, 014, 414, 4

Studies on the Action Potential of the Muscle Fiber Led off from
the Excited Point by Employing Sakamoto's Pore-electrode.

高 橋 恵 (Takahashi-Isao)*

筋線維に起る活動電位 (AP) の経過は、実験方法、実験条件によつていちじるしく左右され (Hermann¹⁾, Biedermann²⁾, Burdon-Sanderson³⁾, Garten⁴⁾, Lucas⁵⁾, Bishop⁶⁾, Craib⁷⁾, Schaefer⁸⁾ 杉⁹⁾, Katz¹⁰⁾, 唐川¹¹⁾, Hodgkin¹²⁾) 今なお確定されるに到っていない。

これは、興奮局所の電気的変動を正しく誘導することの困難にもよるが、また、筋は活動時収縮するために、同一条件で繰返し実験することが困難であること、AP の経過に収縮の機械的影響が混入すること等にも原因する。また、実験条件を簡単にするためには無傷の単一線維を用いることが望ましいのであるが、筋ではその構造上、これがまた仲々困難であり、従つて単一筋線維についての実験観察は少い。

著者は、坂本嶋嶺教授の指導によつて、ガラス管細孔電極を用い蛙縫工筋の単一線維に起る AP を、その発生部位から、オツシログラフに導くことによつて、上に述べた幾つかの困難を排し、ありのままのものに近いと思われる AP をみることが出来た。

実 験 方 法

1. 細孔電極(坂本)¹³⁾ 細試験管底をすりへらして 10μ 程度の細孔としたものである。即ち内径 $5\sim 10\text{mm}$ のガラス管の一端を熔封し、その内壁を曲率のなるべく小さい球面とする。次に、砥石とレンズ研磨用ベンガラとを用いて、その端をガラス管の軸と直角に研磨し、磨面が球面内壁に切する所でやめる。注意して行えば、これによつて、エーテルガスを通すけれ

ども、100 倍程度の顕微鏡では認め難い程度の細孔を得ることが出来る。検鏡しながら更に研磨すれば大体所要の大きさの細孔が得られる。これを洗淨、乾燥した後、Ringer 液を満たして使用する。磨面が十分廣く、細孔はその中央にあつてなるべく小さい方がよいのであるが、これが小さくなると抵抗 (管内 Ringer 液の抵抗と細孔における分散抵抗¹⁴⁾との和) が大きくなつて実験しにくくなる。また、使用に先立つてこれに高圧を加え、直流を通電して、逆起電力のないことを確かめなければならない。

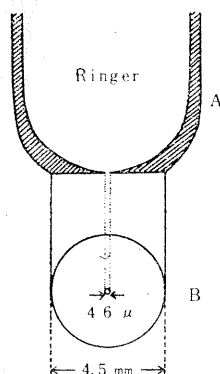
本実験に用いた細孔電極は、磨面の直径 4.5mm 細孔はほぼその中央、円形、直径 46μ で、抵抗 25.5 (分散抵抗 10.5) $\text{k}\Omega$ 逆起電力は殆んどない (第 1, 2 図)。

2. 実験装置 Wheatstone 橋をつくり、その一抵抗辺に、細孔電極一組織を入れる。即ちやゝ廣く浅いパラフィン製容器を二分し、その一方に筋を固定、これに、細孔電極を押し当てる。他方は Ringer 液槽とし、ガラス管でこれを細孔電極とつなぐ。組織の部分に Ringer 液を注加して組織を浸し、その液面を Ringer 液槽の液面と一致させる。この双方をゲラチン(或は素焼陶土) Ringer-飽和硫酸亜鉛液-亜鉛による不分極性電極を介して、橋回路につなぐ。

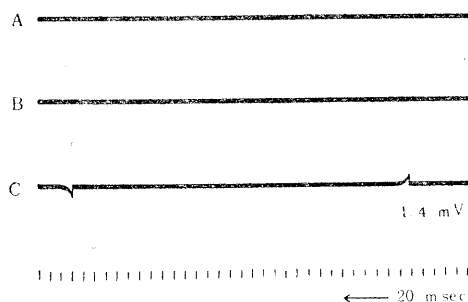
これに電源回路を加え、全体としては第 3 図の様に装置し、AC の電位を直結増幅器⁵⁾を通して (A をグリッドに)、電磁オツシログラフに導く。

実験には、まず使用抵抗箱に L, C のないものを選び、回路の絶縁を完全にし、Wheatstone 橋に Wagner 接地装置を施した。

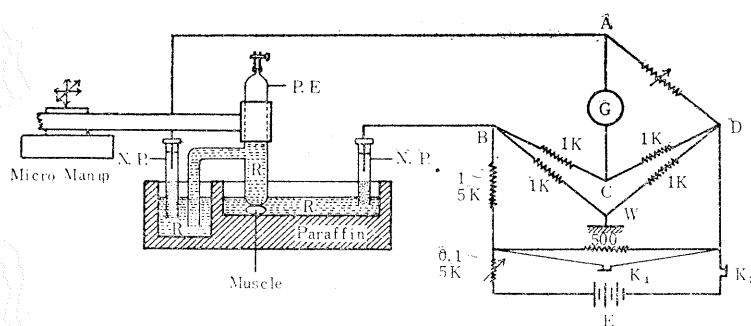
* 東京大学医学部生理学教室



第1図 ガラス管細孔電極
A. 縦断面, B. 磨面



第2図 細孔電極による逆起電力
加えた電圧 A. 517mV, B. 1033mV, C. 2615mV



第3図 実験装置

P.E.: 細孔電極, N.P.: 不極導子, R: Ringer液, E: 刺激電源, K_1, K_2 : 電鍵, A.B.C.D.: Wheatstone橋, W: Wagner接地装置, G: 直結 Amp.を通して OscilloのVibrator

3. 実験の操作, 材料, 条件 実験前後, 細孔電極を組織から離し, 橋回路に通電しバランスをとった場合Gに全然電流が流れないことを確めた. ついでながら, この操作によつて, 不極性電極, 細孔電極のオーム抵抗を測定し, 更に組織を入れた場合の抵抗を測定することによつて, 電極組織間の分散抵抗, そこに加わる電圧を知ることができる. 後述の「組織の(バランス)抵抗」「電極組織間の抵抗」「組織に加わる電圧」等はすべてこの意味である.

実験に当つては, よく肥つたトノサマ蛙の縫工筋を無傷にとり出し, 内側を上にし, 軽く引き延した自然に近い状態で前述容器のパラフィン床に固定する. 検鏡によつて, 筋線維には結合組織が密着しているのが認められたが, それを除く操作は行わなかつた.

細孔電極は, ミクロマニプレーターによつて

操作し, 固定した筋の骨盤端近く押し当てた. 電極が線維にうまく当つているか否かは(顕微鏡によつて確かめることが出来なかつたから), 結果から判定した. 即ち, 電極を適度に押し当て, バランスをとりながら試験刺激を行うのに, 電極を陰極とした場合低電圧で興奮が起り, 電極を陽極とした場合はその十数倍の電圧を加えても同時間では興奮が起らない場合を採用した. 但し, 実験には, 一度興奮が起り筋線維が収縮すれば電極の当りが変わるから, まず, 電極を陽極として通電し, 興奮の起らないことを確めた上で, 電流方向を切り替え, 弱流で刺激することとした. なお一回通電毎に約1分の間程をおいた.

このような操作手順によ

つて 1) 瞬時刺激 (K_1 開放, K_2 に東式ペンデル使用, プンクトコンタクト, 通電時間 $ca 3 \times 10^{-5}$ sec) 及び 2) 長時間刺激 (K_1, K_2 にレオトーム使用, 通電時間 0.1sec 以上) によつて組織に起る変化を前記オツシログラフに導いて検した. また筋の収縮をも観察した.

実験結果

1. 瞬時通電実験結果 (室温 $17 \sim 18^\circ\text{C}$)

瞬時刺激によつて筋線維に収縮を觀, オツシログラフにも大きな変動を觀たのは数十回に上るけれども, オツシログラムを撮り得たのは18回にすぎなかつた (第1表). APを撮影する豫定で, 実際には撮影し得なかつた場合は, 電極を陽極とした場合, 筋線維の代りに筋膜を置いた場合, 電極を全然組織から離した場合等と共に対照とした (第2表). この結果を次の様に要約

することができる。

1) 組織に生ずる逆起電力 (分極電位 P, 第2表, 第4図). 通電によつて組織にPが生ずる。

a) Pの大きさは, 電極を陰極とした場

第1表 電流瞬時刺激後に見られた活動電位
(17~18°C)

AP No.	刺激条件		活動電位 (A P)						実験後に 見られた バランス 抵抗変化 A B
	組織 抵抗 (kΩ)	同 電圧 (mV)	大きさ (mV)		経過 (m sec)		波 形		
			A	B	A	B			
1	25.3	850	10.8	8.9	0.6	3.3	M	増	
2	26.3	786	22.6	18.7	0.6	5.4	B	増	
3	25.3	850	13.4	11.1	0.7	?	?	増 (+)	
4	38.3	1040	21.2	15.9	0.7	?	?	増 (+)	
5	34.3	950	11.6	8.8	0.7	?	?	増 (+)	
6*	45.2	693	6.4	4.6	0.5	2.8	M	なし	
7	45.2	1030	19.8	11.2	0.5	3.5	M	減 (+)	
8	28.3	444	9.0	7.2	0.5	4.9	M	減 (+)	
9	32.1	714	11.6	9.1	0.5	3.2	M	減 (+)	
10*	29.4	500	5.4	4.3	0.6	3.0	M	減	
11*	28.0	552	3.8	2.9	0.6	2.5	M	?	
12	33.8	315	22.0	17.4	0.4	3.3	M	減	
13	30.8	609	31.0	24.0	0.5	6.6	B	減	
14	46.3	518	8.1	5.9	0.6	3.8	M	増	
15*	58.3	558	4.4	3.0	0.7	3.0	M	増	
16	43.3	631	17.6	12.9	0.6	?	M	増	
17	31.8	578	36.0	26.2	0.5	7.3	B	減	
18	50.3	662	44.3	31.3	0.5	7.5	B	減	

備考:

1) 活動電位

大きさ A. 組織抵抗不変として (実測)
B. Ringer 抵抗と同等として (計算)

経過 A. 起りより極大値まで B. 全経過

波形 M. 見掛け上単相性のもの

B. 同 二相性のもの

2) バランス抵抗変化

A. 弱流通電によつて検した成績

B. オツシログラフに現れたもの (+)

3) 番号 6, 10, 11, 15 は逆起電力による電位変動と紛わしいもの。

4) 第 5, 9 図及び本文参照。

合 AP の現れる場合と同様な通電条件に於て, 大体 1mV 又はそれ以下. 経過時間は通電による P の起りから通電停止後完全になくなるまで 1.5~2.0msec であつた。

b) 電極を陽極とした場合, 筋膜を用いた場合には, a) と同様の通電条件に於て, P はやゝ大(2~3mV), 時間的経過は同様であつた。

c) a), b) の場合共, 加える電圧を大にすれば, P も大となるが, 電圧に対する比は略同程度であつた。また,

d) 通電, P の生起によつて起る組織抵抗の変化は問題にならない程度であつた。

2) 活動電位 (AP) 第1表, 第5図。

a) AP が現れたのは電極を陰極として通電した場合だけに限られた。

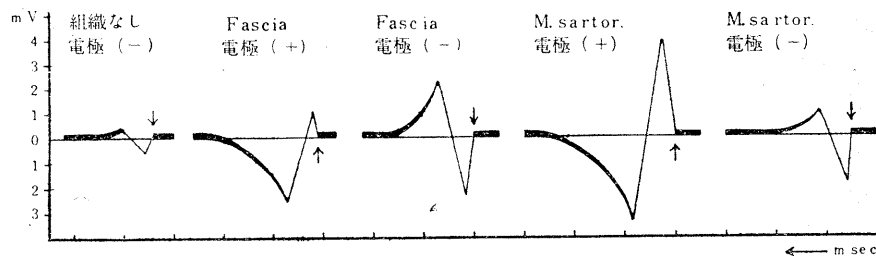
第2表 瞬時通電によつて生ずる逆起電力
(17~18°C)

材料	通 電 条 件			逆起電力(P)		備考
	通電 方向 (電極)	組織抵抗 (kΩ)	同 電 圧 (mV)	大きさ (mV)	全経過 時間 (m sec)	
筋線 維 陰	陰	27.3-37.8	302-1250	0.6-3.0	1.6-2.5	逆起電力の大きさは0.6-1.0が多い
筋線 維 陽	陽	25.3-69.3	531- 593	0.4-3.8	1.4-2.5	
筋膜	陰陽	32.3-44.3	483- 639	1.6-2.8	1.4-2.2	
組織 なし	陰陽	27.1-60.0	810-4710	0.2-0.4	1.3-1.4	細孔電極不分極導子抵抗箱

備考:

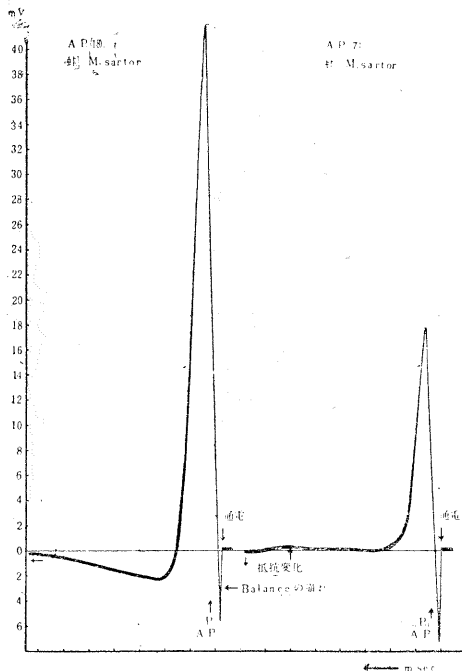
1) 逆起電力全経過時間 通電による逆起電力の起りから, 開放後逆起電力がなくなるまでの時間, 開放後の逆起電力経過時間は1~1.5msecである。

2) 第4図及び本文参照。



第4図 瞬時通電によつて起る逆起電力 (P)

電極(細孔電極)(±)は通電方向を示す。↑通電時点. 加電圧 ca0.5~1V. 通電直後のぶれはBridgeの Unbalance による変動 (本文参照)。



第5図 活動電位 (AP)

瞬時通電刺激によつて生じたものを、その部位から誘導した Oscillogram (修正曲線)、通電直後の振れは Bridge の Unbalance による変動。

AP 番号は第1表参照 (本文参照)。

b) AP は前に述べた P の起りに引続きそれと同方向に起るため、両者の起りを区別することは不可能であり (便宜上 P の起りを AP の起りとする)、従つて AP の潜伏時は不明であつた。

c) AP の大きさは、見掛け上 $3.8 \sim 44.3 \text{ mV}$ であつた。

d) 時間的経過は、AP の起り (b 参照) から振れの極大まで、大体 $0.5 \sim 0.6 \text{ msec}$ 、極大から約90%基線に戻るまで大体 $1 \sim 1.2 \text{ msec}$ 、それから完全に基線に戻るまで $1.5 \sim 2.5 \text{ msec}$ で全経過は大部分 $3 \sim 5 \text{ msec}$ 最も長いもので 7.3 msec であつた。

e) 経過時間 $3 \sim 4 \text{ msec}$ の AP は大体明瞭な単相性の経過をとつていたが、経過の長いもの (5 msec 以上4例) では、経過中、速い振れの後に小さなやゝゆつくりした逆向きの変動がみられた。

f) AP の小さいものには、オツシログ

ラフだけからは、前に述べた P と区別のつかないものがあつた。然し AP の起つた場合には (収縮を観察した場合、しない場合にかゝらず) P だけの場合よりもバランス抵抗の変化が大きかつた。

g) AP の大きさと、組織の抵抗との間には規則正しい関係は見出されなかつた。然しその抵抗が Ringer 液のそれに近い範囲では、AP が認められなかつた。

h) AP の大きさと刺激電圧の大きさ、刺激電流の大きさとの間にも相関々係は見出されなかつた。

i) AP の経過後、数 $\sim 10 \text{ msec}$ 待つてから、AP に比べて著しく経過のおそい、小さい振れが観られることが屢々あつた。この振れは基線から正負何れの方角にも向い、 $0.1 \sim 0.2 \text{ sec}$ で再び基線に近く戻るものであつたが、完全に基線に戻ることはなかつた。

2. 長時間通電実験結果 (室温 $16 \sim 17^\circ \text{C}$)

A. $0.1 \sim 0.2 \text{ sec}$ 程度の通電実験 (第3表、第6図)

通電時間の著しい延長と共に、1. と異なる実験条件は、電極組織間の抵抗が Ringer 液の場合の2倍前後、電圧は 1. の場合の約10分の1になつたことである。電極を陰極にして通電すれば、この程度の実験条件で容易に筋に収縮を起させ、AP を観察することができた。

1) 逆起電力 (P) ; 電極を陰極とした場合、陽極とした場合について檢したが、その大きさは、通電々圧の大体数 $\sim 10\%$ 、経過は通電直後速く、次第にゆつくりした経過となり、大体 10 msec のオーダーで定値に達した (第6図 A)。

2) 活動電位 (AP) (第6図 C, D, E)。

a) AP は電極を陰極として通電した時にだけ現れた。

b) AP は P に引続いて起り、両者の起りを区別することが出来なかつた。

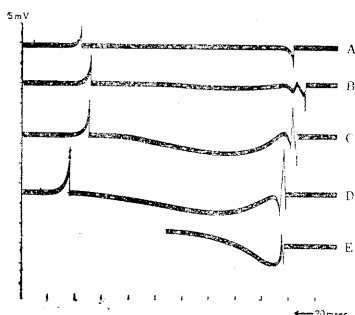
c) AP の大きさは見掛け上 $3.2 \sim 17.8 \text{ mV}$ であるが、この場合は、P の変動がなめらかな曲線となるから、AP はどれ程小さいものでもはつきり認めることができた。

第3表 通電中に起る活動電位とそれに引続く見掛け抵抗変化 (16~17°C)

番号	刺 激 条 件		活動電位 (A P)		急増 (分 極と考え られるも の)	活動電位後に現れる見掛け抵抗変化			
	組織抵抗 (k Ω)	同 電 圧 (mV)	大 き さ (mV)	全 経 過 (msec)		経過のおそい変動			
						起り (AP より msec)	経	経	経過時間 (sec)
1	16.4	79.4	3.2	2.5	(-)	3.8	増→?		?
2	23.7	132.3	3.6	2.2	(-)	3.6	増→?		?
3	23.7	145.0	3.8	2.0	(-)	3.3	増→?		?
4	23.7	161.0	3.8	2.0	(-)	3.2	増→?		?
5	26.3	70.4	17.2	3.6	(+)	6.9	減→増		0.15
6	24.8	93.1	17.8	4.0	(+)	7.4	減→増		0.14
7	36.1	64.4	3.6	2.2	(+)	5.9	減→増		0.1
8	19.4	59.5	6.2	2.8	(+)	5.6	減→増		0.15
9	19.1	83.0	8.2	2.1	(+)	6.2	減→増		0.18
10	18.9	139.0	9.6	2.2	(+)	4.4	減→増		0.2

備考:

- 活動電位の大きさは、見掛けの大きさ。
- 経過のおそい変動の起りは、活動電位の起りよりの時間、その前に見掛け抵抗急増のみられないものでは活動電位の経過後経過のおそい変動の現れるまで電位は殆んど変らない。
- 第6図及び本文参照。



第6図

通電中に起る活動電位 (AP) とそれに引続く見掛け抵抗の変化 (本文参照)

d) AP の大きさと、通電条件との間には相関々係が見られなかつた。

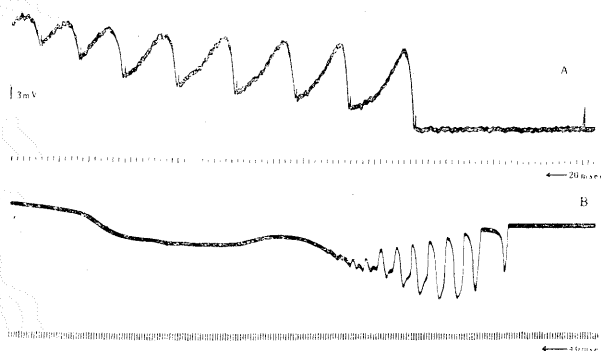
e) 時間的には、AP (P) の起りから極大まで、0.8~1.0msec、全経過は 2~3msec、最も長いもので、4.0msec であつた。

f) AP 経過後 2~3msec の間その状態が続く、或は、その間見掛け抵抗の比較的急な増加が観られた後、続いてゆつくりした振れが現れた。この振れは、見掛け抵抗減少の方向にも増加の方向にも向い、0.1~0.15sec の後基線近く戻るが、完全に戻することは殆んどなく、通電後にはバランス抵抗がやゝ大きく変化した (第6図 C, D, E)。

3) P が一定値に近づき、やゝゆつくりした経過に移つた所で、突然 2~3msec の間見掛け抵抗が減少し、続いて 2)-f) に述べた様な変動が現れることがあつた。電極を陰極とした時にだけ現れた現象であるが、その際筋に収縮が起るか否かについては十分確実ではない (第6図B)。

4) 3) に於て見掛け抵抗の急減が起る時点に相当して、AP の現れたものを認めることができた。これに於ては、P と AP とを区別し両者の大きさを比較することができたが、AP は見掛け上 P の3倍以上であつた (第6図C)。

B. 電極を陽極とし、高压、長時間の通電をした場合、特異な現象を認めることができた (第7図)。即ち、通電後 0.1~2sec たつて 0.1~0.2 sec の間に経過する、見掛け抵抗の変動が周期的に規則正しく現れた。個々の変動は、見掛け抵抗増加、減少何れの方にも向き、比較的速い経過で始まつて、極大に達した後ゆつくり基線に戻る経過を示したけれども、基線に完全に返ることなく、次々の変動が起るために、次第に基線から遠ざかり、振幅は小さく、波形も変化して、数回乃至十数回の後に止んだ。この時バランス抵抗が 1~数k Ω 変化していることが認められた。オツシログラムによつてこれに次



第7図 細孔電極を陽極として高圧通電中に起る変化
(本文参照)

の2つの場合が区別された。

a) APの認められたもの毎変動の4~5msec前に2~4mV程度のAPが認められたものである。この場合にはまた、通電中0.5~0.8mV, 100Cycle程度の不規則な電位変動が連続的に現れた(第7図A)。

b) APの認められなかつたものこれには不規則な連続的電位変動も認められなかつた(第7図B)。

通電条件に就いてa), b)に観られた著しい相異は電極組織間の抵抗がa)ではRinger液の場合の約5倍, b)ではそれが殆んど等しいことであつた。この様なことは, 1. 2.-A.の実験では殆んどなかつたことである。

なお, a)と同様な所見は電極を強く筋線維に押し当てただけの場合にも観られた。

考 察

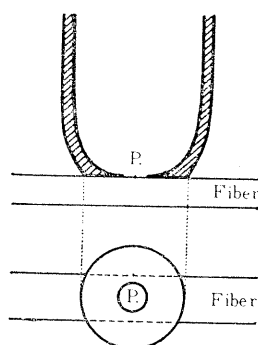
1. 活動電位 (AP)

APの経過を考察するに当つて, 実験1. 2.の内容を検討してみると, 実験2.に於けるAPの経過は, 通電の爲に影響されている。即ち, 筋線維表面に現れたAPそのものが通電の影響をうけていると考えなければならないほか, APの経過中, 興奮局所の抵抗が減少するとすればバランスが崩れ, オツシログラフに現れるAPは実際よりも小さくなる(第1表のAPに比し第3表のAPは小)。その上逆起電力(P)による見掛け抵抗の増加も顧慮しなければならない。即ち, 実験2.に於て導かれたAPは複雑な内容

を含んでいる。之に対して, 実験1.にはその様な現象を考える必要がない。抵抗の減少だけは考えなければならないけれども, それは誘導回路の抵抗変化として容易に計算することができる。それでAPの考察には, 主として1.の結果を対象とし, 2.の結果は参考するに止める。

こゝで更に注意しなければならないのは, 全実験を通じて, 筋線維に当てた電極の当りが確定されていなかったことである。細孔電極によつて導かれる電位差

は, 細孔電極と無関電極との電位差であるから細孔電極が活動筋表面局所の電位を, 無関電極が不活動筋線維表面の電位を, 現すものでなければならない。即ち, 細孔電極の磨面が十分広い面で筋線維に密接し, 細孔はほぼ接触面の中央に位するのでなければならない(第8図)。これがAPの誘導条件として最も重要な点であつて, この条件が満た



第8図 細孔電極の理想的な当り工合
上, 縦断面, 下, 接触面

されなければ, 満たされないだけ, APは小となり, 遂には誘導されなくなる。

第1表(第3表に於ても同様)に於て, APの大きさに著しい変異のあるのは主としてこれによるものと考えられる。これはまた2.-A.-3).

2.-B.-b)等の事実からも裏付けることができる(このことからまた, APの大きさが刺激電流通電条件と無相関であるということは保固しなければならない(実験1.-2.-g), -h), 2.-A.-2)-b)).

それ故, 第1表の結果から, APの大きさをきめるのにはその最大のもの44.3mVを採り, これを最も真実に近いものとしなければならない。但し, 興奮局所の抵抗が減少してRinger液に等しくなるものとすれば, その(修正)値は31.3mVとなる。実際には両者の中間の値をと

るものといえよう。

この値は Schaefer ('36)⁸-a が同一材料から得た値 (38mV), Katz ('48)¹⁰ が小筋線維束から得た値 (35~85mV) とよく一致する。然し, Kuffler ('42)⁹ の得た値 (100mV), Nastuk and Hodgkin ('50)¹² の得た値 (119mV) より小さい。Kuffler については詳細不明であるが, Nastuk and Hodgkin の結果は本実験とは全く異なる実験方法によっているから比較しにくい。然し, その overshoot の値 (Ca30mV) は本実験の値に近い。本実験によつて得た値も然し, 線維表面の結合組織を除く等の事を行えば一層大となるものと考えられる。

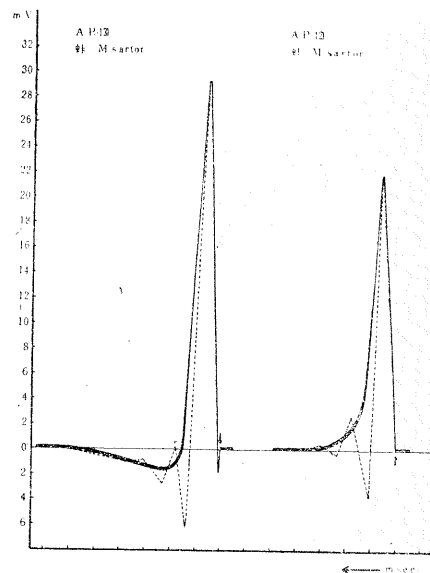
AP の時間的経過については, その変異が大きき場合よりははるかに小さい (理論的にもそれが当然と考えられる)。全経過を大きく3つの Phase に分けて観ると, その起りから極大に達するまで (Phase I) 0.5~0.6msec, 極大から約90%基電位に戻るまで (Phase II) 1.0~1.2msec, それから更に基電位に戻るまで (Phase III) 1.5~2.5msec で, 全経過は 3~5msec, 最も長いもので7.4msecである。此等の Phase のうち, I, II は殆んど変らず, III だけがやや動揺する。波形は大體單相性であるけれども, Phase III が基電位よりも陽性に向うものも見られた。これは, その大きさ, 経過から陽性後電位 (Positive After Potential) と想像される。

通電中の AP には然し, 経過にやや著しい特徴が認められる。即ち, Phase I がややのび, Phase II, III 殊に III が短縮され, 全経過は短くなる。これは, 主として通電による。殊に P によつて起る変化と考えられる。

然しながら, このような短時間内におこる変化過程を正しく追跡するのに電磁オツシログラフを使用したことは適當ではなかつた。殊に固有振動数 1000 の H 型振動子を用い, 且つ, その制動が満足に行われなかつたため, 経過の読みを著しく困難にした。已むを得ず蓄電器放電の際のオツシログラムの振動を参考して, 得られたオツシログラムを修正した。この修正曲線には然し, それ程著しい誤差はないものと考え

られる。

こゝに得られた時間的経過もまた Schaefer ('40)⁸-b の結果 (4msec) とよく一致する。また



第9図 活動電位 (AP)

Oscillogramの修正 (点線が原図)。

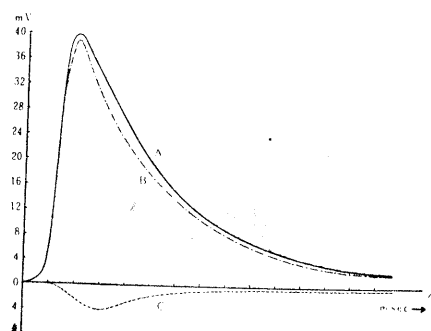
AP (13) に見られる通電 (↓) 直後の振れは Balancea の崩れによる変動。

興味深いのは, この経過が「しびれなます」の放電現象⁴⁾の経過とよく似ていることであつて, 両者共に興奮発生部位から誘導されるものである。

之に対して, 更に経過の長い AP を観ている学者もある。杉⁹⁾はこれを著しく長い (談話によれば 100msec 或はそれ以上) のものとし, Nastuk and Hodgkin は 15~25msec の結果を得ている。しかし本実験においては「2極誘導になるために活動電位の経過が短縮される」と考えることはできない。AP 発生乃至傳導時における電位分布を考えると, 当り方が理想的な場合には, 無関電極側の電位は細孔電極電位に比して 0 と見做すことができる。

而してこれが若し 1/10 の影響を興えとしても AP の経過がしかく長いものであるならば AP の経過に著明な変動が現れなければならない (第10図)。然しその様なことは実際には全然観ることができなかつた。それで, この様な長

い経過のAPは、むしろ損傷電位、陰極性電気緊張性電位、変形電位等によるものと考えられる。



第10図

活動電位の経過が本来Aの様なものであれば、細孔電極によつて誘導しても、Bの様に現われなければならない。Cは無関電極による影響(假定)(本文参照)。

2. 逆起電力(P)と活動電位(AP)

APが通電によるPに続いて起ることは確である。長時間通電に於ては、両者を分析することも可能である。然し、瞬時刺激に於ては、両者の関係を分析することは極めて困難である。従つて、APの潜伏時も正確には知り得ない。然し、略同様な刺激条件に於て、APの現れなかつた場合のPの大きさから、間接的にこれを推定するならば、APの起る時Pは1mV程度と考えられる。而も之と同程度のPが筋膜からも起ることを考えれば、そのPは一層小さいものと考えなければならなくなる。これは坂本('51)¹⁷⁾の成績とほぼ一致する。而して、これを事実とするならば、APの潜伏時は多くの場合に0.05msec以下と推定される。また、これと、長時間通電の場合の事実(実験2.-A-3))とから瞬時刺激と長時間刺激とに於ては、AP発現時に起つてゐるPの大きさに差があり、瞬時刺激に於てはそれが小さいことが理解される。

3) AP経過後に於ける見掛け抵抗変化

筋線維に収縮が起つた場合は、それが起らない場合に比べて著しいバランス抵抗の変化が起る。これは1回の収縮によつて、組織そのものの抵抗が変化すると考えられない以上、収縮によつて細孔電極の当りが変り、分散抵抗が変化すると解するほかはない。実験1.-2-i), 2.-A.-

2-f), 2.-B.に見られる。AP発現後のゆつくりした変動がこれとよく照応している。即ち、この変動は、筋収縮による細孔電極当り工合の変化、電極組織間の抵抗変化として理解され、逆にこのことから、興奮発生部位のAPとその部位に起る機械的動きとの関係を分析することができる。

即ち、興奮発生部位に機械的動きの起るのはAPの起りから5~10msec後で、それから0.1~0.2secの間続く。而してAPとこの機械的動きとの間には逆起電力(P)による変動を観た例も数例あり(実験2.-A.-2-f)), APの経過は、この様な動きの起る2~3msec以前に終つてゐるということになる。

Nastuk and Hodgkin ('50)¹²⁾の結果では、機械的動きの起るのがAP発現後7msecであり、その点では本実験の成績と一致しているけれど同氏等の成績ではその時なおAPの経過は残つてゐる。なお、Woodbury, Hecht and Christopherson¹⁸⁾等は最近蛙心筋線維につき、Nastuk and Hodgkinと同一方法によつてそのAPを得経過の長い大きな変動を観察しているが、これは恐らく、心筋の機械的動きによるものが大部分であると考えられる。

結 論

坂本のガラス管細孔電極によつて、蛙縫工筋単一線維の興奮発生箇所表面からAPを誘導観察した。

得たAPの大きさは44.3mV、筋興奮部位の抵抗が減少してRinger液に等しくなつたと仮定すれば、その値は31.3mVとなり、実際の値は両者の中間にあるものと解された。APの経過は3~5msec程度のものでして得られた。AP発現時における逆起電力(P)の大きさは、瞬時刺激では1mV以下、長時間刺激では数mVで一樣ではない。APの経過後に起る見掛け抵抗の変化として、興奮発生部位の機械的動きの経過を観察し得た。これはAPの起りから5~10msec後に始まり、0.1~0.2sec続いた。APとこの変動とは明瞭に区別することが出来た。

本実験は坂本嶋嶺教授の御指導によつて行われた。厚く感謝の意を表する。また実験に協力していただいた藤本克己氏に感謝する。

文 献

- 1) Hermann, L. (1878) Untersuchungen über die Actionströme des Muskels. Pflüger Arch. f. d. ges. Physiol. 16, 191
- 2) Biedermann, W. (1903) Elektrophysiologie Ergebnisse d. Physiol 2, 103
- 3) Burdon-Sanderson, J. S. (1900) The mechanical, thermal and electrical properties of striped muscle Schaefer's Text Book of Physiol. 2, 352
- 4) Garten, S. (1910) Produktion der Elektrizität Wintersteins Hand-buch d. vergleich Physiol. 3, 105
- 5) Lucas, K. (1909) On the relation between the electric disturbance in muscle and the propagation of the excited state. J. of Physiol. 39, 207
- 6) -a Bishop, G. H. et al. (1927) Actionpotentials accompanying the contractile process in skeletal muscle. Am. J. of Physiol. 82, 478
-b Bishop, G. H. and A. S. Gilson. (1929) Actionpotentials from skeletal muscle. Am. J. of Physiol. 89, 135
- 7) Craib, W. H. (1928) A study of electrical field surrounding skeletal muscle. J. of Physiol. 66, 49
- 8) -a Schaefer, H. (1936) Untersuchungen über den Muskel aktionstrom. Pflüger Arch. 237, 329
-b Schaefer, H. (1940) Elektrophysiologie 1
- 9) 杉 靖三郎 (1943) 筋の偽作流について 日本生理誌 8, 548
- 10) Katz, B. (1948) The electrical Properties of the muscle fibre membrane Proc. Roy. Soc. B. 135, 506
- 11) 唐川正典 (1950) 神経筋偽作流の発現機構に関する研究 (第1-4報) 日本生理誌 12, No.5-6
- 12) Hodgkin, A. L. (1950) Nastuk W. L. and-The electrical activity of single muscle fibers. J. Cell. and Comp. Physiol. 35, 39
- 13) 坂本嶋嶺 (1933) Elektrische Reizung einer einzelnen motorischen Nerven faser durch Gleichspannung (Anhang) Pflüger Arch. 231, 4-5 499
- 14) 坂本嶋嶺 (1933) chronaxie (時値) の物理学的意義に就きて, 刺激作用を惹起するイオンに就きて 科学 3, 371
- 15) 藤本克己 (1952) 筋及び神経の電流性分極並びにオーム抵抗に関する研究 日本生理誌 13, 563
- 16) Kuffler, S. W. (1942) Electric potential changes at an isolated nerve muscle junction. J. of Neurophysiol. 5. Hodgkin の前記論文より引用
- 17) 坂本嶋嶺 (1950) 筋及び神経の分極について 日本生理誌 12, 386
- 18) Woodbury, L. A. (1951) H. H. Hecht and A. R. Christopherson Membrane resting and actionpotentials of single cardiac muscle fibers of frog ventricle. Am. J. of Physiol. 164, 307

Summary

Employing a Sakamotos pore-electrode which had a orifice of 46μ diameter monophasic action potential of a muscle fiber of frog was led off from the excited point. Its amplitude was 31-44 mV and its duration 3-5 msec. The amplitude of the action potential wave would become larger, if the connective tissue on the excited point of the muscle fiber were completely removed and the orifice of the pore-electrode directly in contact with the excited muscle fiber. The EMF of the local polarization sufficient for excitation was for short stimulating pulses smaller than 1 mV, but for long stimulating pulses some mV.

(Department of Physiology, Med. School. Univ. of Tokyo)

肝臓圧碎シヨツクに於ける副腎の役割 612.45

Role of Adrenals in Liver Crushing Shock.

西 村 敏 彦 (Nishimura-Toshihiko)*

I. 緒 論

肝臓の部分的圧碎術は autohepatotoxin 産生を來し、続いて特異的に肝臓に障礙を來すであろうとの想定のもとに野田¹⁶⁾により初めて試みられ、その後数氏により追試検討された。然るに此等行蹟を通覽するに、大西¹⁸⁾・松岡¹⁴⁾等は肝臓に實質組織の退行変性を認めるも、小山等¹²⁾はかゝる器質的变化の存在に拘らずその機能障礙は幾多の方法 (adrenaline 過血糖・耐糖性・尿素合成力等) によるも立証することが出来なかつたという。一方野田¹⁶⁾は著明な耐糖力の低下及食餌性糖尿を、藤本⁹⁾は或る期間に於ける adrenaline 過血糖の缺如を、大森¹⁷⁾は insulin 血糖下降作用が多少とも抑制されることを夫々報じ、此等を以て autohepatotoxin に由る肝機能障礙なりと考へた。これ等障礙の觀察せらるゝ時期は何れも圧碎術後 2~3 週間後であると言ふ。之を要するに肝の部分的圧碎後には適確な肝障礙は実証し難く、大森¹⁷⁾も如何なる時期にも尿中ウロビリノーゲンを認め得ず、この間の説明に苦しんでいる。かゝる状況に於て当教室松村¹³⁾は實驗的肝障礙の目的で前記肝圧碎術を試るに、大森同様如何なる時期に於ても尿中ウロビリノーゲンを見ず、唯だ特有なことは術後 2~3 日して著明なクレアチン尿の出現することを見た。著者は此の時期に於て血圧の可成低下することを見出し、肝圧碎術後は必ずしも特異な實驗的肝障礙を來すものでなく單なる内臓々器損傷による外傷性シヨツクの経過をとるであろうと考へ、先づ術後の諸臨床経過を觀察した。次いで、かゝる臓器損傷シヨツク (1 種の stress) に於ける副腎の役割の解明を試みるに、副腎の缺損は何等耐性の減弱を來さず、寧ろ諸

症状の軽減することを知つた。この事柄は副腎別出動物は各種 stress に対して耐性の減弱を示すという一般常識に反省を与えるものであり、当研究室中川¹⁵⁾の下肢緊迫シヨツクに於ては副腎の缺損は常に致命的経過をとるとの實驗成績と併せ考へ、その機序をも考察した次第である。

II. 実験方法

實驗にはすべて体重 2kg 前後の雄性家兎を用いた。肝臓圧碎術は型の如く家兎を背位に固定して開腹し、左肝葉を引き出し拇指と示指との間に於て此れを徐々に外出血を見ざる程度に圧碎した。かゝる操作を 3~6 カ所に於て行つた。圧碎箇所数は術後経過に差したる影響を与えない。術後経過の主なる觀察は夫々下記の方法によつた。

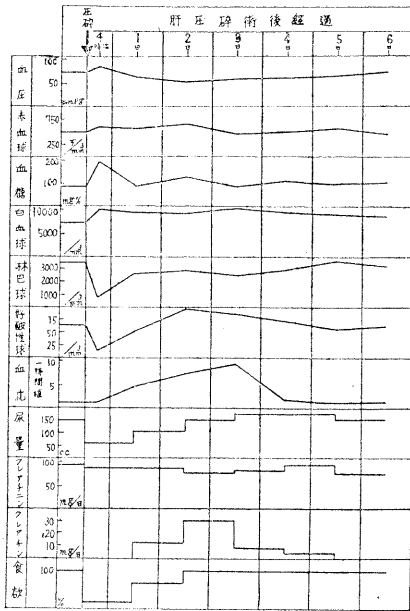
1) 血圧: 福田・川口⁸⁾の非観血的測定法。測定時環境気温は約 20°C に調節した。2) 血糖: Somogyi 氏法²²⁾。3) 淋巴球数: 塗抹標本 2 枚を作り白血球 500 箇を数え百分率を求め実数を算出した。4) 好酸性球数: 家兎に於ては仮性好酸性球があるために簡単に好酸性球のみを染色することが出来ない。よつて櫻田¹⁹⁾の方式に従つてエオジン顆粒の Peroxydase 反応により好酸性球を鑑別し Fuchs-Rosenthal 計算盤により絶対数で算出した。5) 赤血球沈降速度: 吉田式微量血沈計を用いて 1 時間値を以て表わした。6) 尿中クレアチン体の定量は Folin-Wu 法¹²⁾により、蓄尿量の測定には必ず導尿を行つた。尙副腎別出は両側一次別出を福田⁶⁾の様式により行い術後 7 日以上経過し別出による手術シヨツクの完全に恢復したものを用いた。

III. 実験成績

* 千葉大学医学部生理学教室・労働生理研究室

A. 正常家兎肝臓圧碎

術後経過の観察は全7例何れも同様であつたので、こゝには代表例を図示する(第1図)。以下各項目について説明すれば、



第1図 正常家兎肝臓圧碎術 代表例

1. 一般状態: 術後第1日目は不安状態で食欲も殆んどなく飼育箱の一隅にうづくまつたまゝであるが、第2日目からは食欲も出、元氣よく第3日目に至れば外見上全く正常に復した。此れを体重についてみるに術後第1日目より減少して第3日目には100g前後の減少を見るが以後漸次恢復した。体温は術後4時間目には $0.8 \sim 1.0^{\circ}\text{C}$ の下降を見たが第1日目には正常より 0.5°C の上昇を示し、以後次第に正常値に復した。尿量は24時間の蓄尿で測定するに図に示す如く第1日目には著明な減少を呈するが翌日より徐々に増量して第4日目には正常値に復した。完全に無尿となることはなく、如何なる時期に於ても蛋白・糖の出現を見ず且つ新鮮尿aldehyd反応によるウロビリノーゲンの検出を見なかつた。

2. 血圧: 術後血圧は数mmHg程度上昇し、此の状態は十数時間持続するも第2日目より次第に下降し、第3日目から第4日目に於て最大

15mmHgの下降を呈し後次第に正常値に復した。

3. 赤血球数: 術後4時間目に於ける値は5例中3例に於て80万前後の増加を見たが、2例に於ては極めて輕微であつた。7日目にはすべて正常値に復した。即ち肝臓圧碎術後経過に於ては血液濃縮現象著明ならず、且つ此の濃縮期が上記血圧下降期に先行することを知つた。

4. 血糖: 術後4時間目には著明に増加するが以後の経過は増減不定で正常値附近を上下した。初期の血糖上昇は血圧の初期上昇期と略一致し、此の期にはadrenaline分泌の起ることを示唆する。事実此の期間に於てのみ血中増圧物質(定量はガマ洞房標本(兒島)¹¹⁾による)はepinephrine 10^{-10} 相当量より 10^{-8} 相当量に増加する。

5. 白血球数: 白血球総数は術後4時間目に例外なく著明な増加を見た。以後7日目に至るまでに漸次低減すること一般外科的侵襲の場合と同様である。淋巴球数は術後4時間目にはその百分率に於て著明な減少を見、実数に於ても明らかに減少を示した。その後は急速に恢復に向ひ第4日目には正常値に戻つた。好酸性球数も同様術後4時間目には著明に減少した。然し第2日目に至れば却つて正常値以上に増加し以後徐々に恢復しその経過淋巴球とは多少異なる。

6. 赤血球沈降速度: 術後4時間目には正常或いは寧ろ僅かに遅延したが、第1日目より促進し始め第3日目に至つて最高となり、以後比較的急速に正常値に復した。

7. 尿中クレアチニン・クレアチン排泄: 尿中クレアチンは術後2日目の尿に於て急激に現われ第3日目に最高となり、以後次第に減少して第7日目には消失した。此のクレアチンの出現並びにクレアチニンの経過に関しては当研究室松村¹³⁾の報告と全く同様であつた。

8. 沈降反応: 最近上野²⁴⁾は筋挫減後の一定時期に尿・血清間沈降反応の出現することを認め、外傷性ショックの過敏症説を主張した。又吉田²⁶⁾は家兎肝臓葉結紮後、壊死肝乳剤・血清間の沈降反応が上野と同様時期に出現すること

を報告している。よつて吉田の方式にならない沈降反応を検するに第1表の示す如く術後48時間目が最も強く現われることを知つた。

第1表 正常家兎
肝500倍乳劑、一血清間沈降反応

第1例		第2例	
肝圧碎後経過日時	4時間 1日 2日 3日 4日 5日 6日	肝圧碎後経過日時	4時間 1日 2日 3日 4日 5日 6日
沈降反応	— 500×4 500×8 500×2 — — —	沈降反応	— 500×4 500×8 500×4 — — —

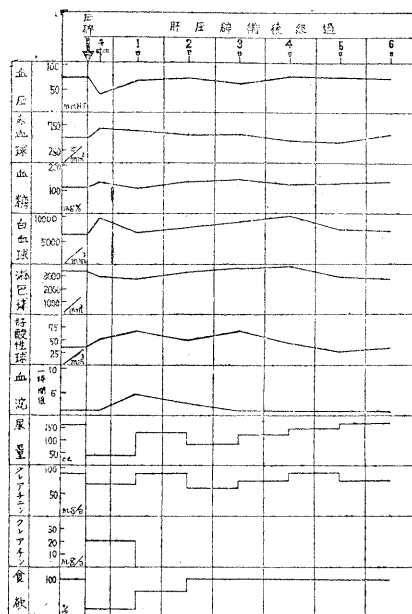
小括：以上の成績から著者は肝臓圧碎後の経過を次の2期に分けることが出来ると考える。即ち第1期（副腎反応期）：血圧の上昇，血糖の増加，赤血球及白血球数の増加，淋巴球数の減少を見る処の初期24時間以内である。而して此の期に於ける血圧，血糖の上昇は副腎髓質の活動によるものと考えられ，事実血中 adrenaline 様物質の増加を認め得るのである。而して淋巴球及好酸性球の減少は副腎皮質の活動を物語るものであり^{2) 10) 4)}，恐らく髓質 adrenaline 分泌増加が脳下垂体前葉 ACTH の分泌増強を來すためと考えられる。第2期（自家抗原抗体反応期）：術後2～4日の期間で肝乳劑に対する抗体生成が立証せられる。クレアチン尿の出現及び血沈の促進²⁵⁾は此の期にのみ見られ互に因果関係を有するものと思われる。而して此の時期に於て血圧の下降が最高を示すことは上野²⁴⁾の言う過敏性因子の潜在を肯定させる。

以上要するに肝臓圧碎時には先ず副腎の反応を起し続いて抗体生成，抗原抗体反応が起るものと考えられる。然し乍ら第1期反応と第2期反応との関連は明らかでない。そこで第1期反応を消却せしめる意味で両側副腎剝出家兎に就き同様肝圧碎実験を試みた。

B. 両側副腎剝出家兎肝臓圧碎

副腎剝出後の肝臓圧碎時期は既述の如く術後1週以上経過しショック状態の完全に恢復した後に行い，肝臓圧碎後の経過は全5例何れも同様なるためその代表例をここに図示する（第2図）。以下各項目につき記述すれば，

第2図 両側副腎剝出家兎肝臓圧碎術代表例



1. 一般状態：食欲，元氣程度に於ては正常家兎の場合と同様で何等耐性の減弱が見られなかつた。又体重，尿量，尿所見も全く同様なるも，体温の術後初期の下降が $1.0\sim 1.5^{\circ}\text{C}$ と増強をみせた。又尿中ウロビリノーゲンも検出されなかつた。

2. 血圧：既述の第1期に於ける上昇は認められず寧ろ下降し，第2期の初めには正常値に復し，以後正常値を保持し正常家兎の如き下降は観察されなかつた。

3. 赤血球数：正常家兎の場合に比して第1期の増加がより著明に見られるも以後次第に減少して第7日目には正常に復した。

4. 血糖：第1期に於ける著明な上昇は見られず，第2期に至るも著しい変化がなかつた。

5. 白血球数：白血球総数は正常家兎とほぼ同様に経過した。此れに反し淋巴球及好酸性球数の特有な第1期の著明な減少は完全に抑制されることを知つた。

6. 赤血球沈降速度：第2期に於ける特有な促進現象は著しく抑制されるが，軽度の促進現象は常にみられた。

7. 尿中クレアチニン・クレアチン排泄：第

2期に於ける特有なクレアチン尿の出現も著しく抑制され、むしろ全経過中全く出現しないことが多かった。

8. 沈降反応：正常家兎の場合と同様方法で検するに第2表に示す如く24時間目に最も強く現われるも抗体価は正常に比し半減を示した。

第2表 両側副腎剔出家兎
肝500倍乱瀉、一血清間沈降反応

第1例							
肝圧碎後 経過日時	4時間	1日	2日	3日	4日	5日	6日
沈降反応	—	500×4	500×2	—	—	—	—
第2例							
肝圧碎後 経過日時	4時間	1日	2日	3日	4日	5日	6日
沈降反応	—	500×2	500×2	—	—	—	—

小括：以上の成績よりして副腎剔出家兎は肝圧碎術後の諸変化が正常家兎に比して概して著しく軽減し、一般状態から見ても何等耐性の減弱の徴をみず致死に至る如きは全くなく、極めて元気なることを知った。即ち正常家兎に於て第1期に見られた血圧上昇、血糖増加、淋巴球数及好酸性球数の減少の副腎に関する現象は著明に抑制された。而して赤血球数増加にみる血液濃縮のみは寧ろ増強をみたのである。これに続く第2期に於てもクレアチン尿の出現はみられず、赤血球沈降速度の促進も著しく抑制され、抗体産生は正常に比して半減した。即ちこゝに第2期の諸現象も同様副腎の存在に於て増強されるものなることを知った。

以上肝圧碎術の際に見られる諸経過について観察したが、肝圧碎術は当然開腹術を伴うもの故單なる開腹術のみの場合と比較する必要がある。即ち著者は正常家兎に開腹術を試み、腹中に2指を挿入して單に肝臓周囲に触れるのみに止め10分間開腹の後縫合した。而して術後の変化を見るに、初期に於ける好酸性球の減少は認められたが第2期に於てはクレアチン尿が一過性に見られたのみで血沈の促進は認められなかった。即ち開腹術のみの場合では初期の副腎を介しての反応は見られるが第2期の反応はみられなかった。即ち第2期現象の出現には副腎の存在下に於ける肝組織の挫滅が必要なることを

知る。

IV. 考 察

肝臓はその部分的切除に於ても何等肝障害所見を呈しないことが知られて居り¹⁾その代償性の強大なことから部分的圧碎により肝障害を來すことも同様考え難い。事実ウロビリノーゲンの排泄増加もみられない。こゝに著者は肝圧碎は筋挫滅を以て代表される外傷性ショックに於けると同様、外力による内臓々器損傷に由來する一般反応と考え、そのショック諸経過を観察し此れを2期に区分し得た。第1期即ち術後24時間以内に於ては副腎髓質並びに皮質の活動が見られ、恐らく髓質活動が下垂体を介して皮質活動を招來するものと推定し、第2期即ち術後3日を極期として自家抗体出現を特徴とする諸現象も副腎の存在により初めて顯著に現われることを観察した。

全経過終了し正常に復歸するには約1週間を要し、此の間尿ウロビリノーゲンの aldehyd 反応陰性に終つたことは特記すべきことである。血圧の消長並びに白血球数の変化より見て明かに外科的侵襲によるショックと考えられる。こゝに最も強調さるべきは、此等ショック経過が両側副腎剔出動物に於てたゞ初期の血液濃縮を除いてはすべて軽減されることであり、而も此の際の血液濃縮度は下肢緊迫ショック(中川)¹⁵⁾に比して極めて軽微なるためか、剔出動物はいさゝかもショック耐性減弱せず寧ろ耐性の増強すら考えさせられるものである。此れは從來副腎缺損動物がすべての stress に対して耐性の減弱するとの定説に大いなる反省を与えるものであろう。家兎下肢緊迫ショックに於ける当教室中川の実験に於ては、初期血液濃縮がより顯著であり両側副腎剔出動物では此れが更に著しく増強されるためか、ショック耐性の減弱により容易に致死的経過をとるに至るものである。かゝる事実よりすれば副腎缺損動物の耐性の減弱は専ら血液濃縮の増強に基因し、此れが余り関与せぬ場合に於ては stress 耐性の減弱なきものと解することが出来る。尙中川¹⁵⁾によれば副腎

別出家兎の血液濃縮増強は adrenaline 分泌の缺損によるものであり副腎皮質は関与せぬという。

次にここに観察された第2期現象は恐らく上野等²⁴⁾²⁵⁾の考える如く肝組織成分に対する自家抗体の出現並びにそれに続発する抗原抗体反応に由来するものと考えられ、血沈促進は時期的にみても恐らくかかる過敏の因子により招来されるものと考えられる²⁵⁾。又血圧の消長も此の期に低下最大に達することもかかる考えを裏書するものである。然し家兎の如くヒスタミン或は過敏症ショックに対し比較的鈍感な動物に於てはかかる過敏性現象は何等致死の因子とはなり得ないのである。この点家兎に於ける外傷性ショック死をすべて過敏性因子に帰せしめようとする上野の説には賛同し得ないのである。第2期現象中血沈促進と並行して観察されるクレアチン尿は第1期現象に属する ACTH-Cortisone 分泌に由来する続発現象とも考えられ²³⁾、副腎剔出後に於けるその出現は常に殆んど抑制をみ、血沈促進の強度とは関係がない。

抗原抗体反応期の現象が副腎剔出後に於ては著しく抑制されることに関しては抗体産生の減弱も関与するのであろうが、当研究室澁谷²¹⁾の実験で卵白アルブミンに対する家兎の Arthus 現象が副腎剔出後には著しく抑制されることよりすれば、恐らく抗原抗体反応の続発現象そのものの抑制が主因ではないかと考えられる。又最近当研究室福田・八村⁷⁾はツベルクリン・アンヘルギーに於ては好酸性球減少が極めて僅かであることをみて居るのもこの間の消息を物語るものと思われる。免疫現象と副腎との関連に就いては勿論皮質が主役をなすものと思われる。これに関し皮質 steroid である Cortisone は抗体産生を増強すると云う劃期的事実を Dougherty 及び White³⁾ が報告している。然しその後の実験者に於ては、逆に結論されることすらあり、Cortisone と抗体産生或は過敏現象との関係について意見の一致を見ない現状である²⁰⁾。此等成績は主として皮質 steroid の投与影響であり著者の観察推論とは条件を異にすることを考え

ねばならぬ。最後に肝臓圧碎後の経過に於て肝組織成分による自家抗原抗体反応が事実生起するものならば、これがその後の肝機能に如何様な変調を来すであろうかの問題が再燃する。この点について著者は肝機能検査の方法として更に 1) アゾルビン S 排泄試験、2) 高田 Jetzler 反応をとりあげ、血沈促進の最高時に実施した。その結果アゾルビン S 排泄が時間的に僅かに遅れた程度で高田 Jetzler 反応には変化がなかつた。即ち如上の試験法でも抗原抗体反応期に於て肝機能障害を立証することは出来なかつた。第2期に見られる血沈促進も肝機能障害との関連では解し難い。

V. 総 括

1. 肝臓圧碎後はウロビリノーゲン尿等肝症状を呈することなく、その経過は一般臓器損傷によるショックとみなされ得る。

2. この経過は術後24時間以内の第1期と術後2〜3日を極期とする第2期に区分され得る。

3. 術後の第1期は血液濃縮の開始され同時に副腎の髓質続いて皮質の活動する時期であり流血中好酸性球が減少する。

4. 第2期は肝乳剤に対する抗体発生をみ血沈促進を来し抗原抗体反応により特色づけられる時期である。然しこれにより過敏症的致死をみることはない。

5. 両側副腎剔出家兎では第1期現象は血沈濃縮を除いては軽微となり、第2期現象もその出現が著しく抑制される。この第2期現象の抑制は恐らく皮質ホルモンが抗体産生、抗原抗体反応に関与するためと思われる。かくして副腎剔出動物は肝臓圧碎に対する耐性に於て何等正常家兎に劣らないことを知つた。

6. 単なる開腹術では第1期反応のみで第2期反応が起らない。第2期反応の出現には肝組織の破砕が必要である。

7. 肝臓圧碎後血沈促進の最高時期に於ても各種肝機能検査法に於て障害は立証されない。

終りにのぞみ、終始御懇切な御指導と御校閲を賜つた恩師福田篤郎先生に心からの感謝をさしげます。

文 献

- 1) Bollman, J. L. and F. C. Mann (1936) The physiology of the impaired liver. *Ergebnisse der Physiol. biol. Chem. u. exp. Pharm.* 38, 445
- 2) Dougherty, T. F. & A. White (1943) The role of the pituitary adrenotropic hormone in the regulation of the lymphocytes and other cellular elements of the blood. *Science* 98, 367
- 3) Dougherty, T. F., A. White & J. H. Chose (1944) Relationship of the effects of adrenal cortical secretion on lymphoid tissue and on antibody titer. *Proc. Soc. Exp. Biol. & Med.* 56, 28
- 4) Dury, A. (1950) Leucocyte Picture of the rat : Relation of adrenal and spleen. *A. J. Physiol.* 160, 1
- 5) Folin-Wu. (1919) A system of blood analysis. *J. Biol. Chem.* 38, 81
- 6) 福田篤郎 (1951) On bilateral adrenalectomy in rabbits. *Jap. J. Physiol.* (発表中)
- 7) 福田篤郎・八村正夫 (1951) ツベルクリン反応と Thoru-Test. 第43回内科学会関東地方会.
- 8) 福田得志・川口 浩 (1931) 家兎血圧の保存的測定について 千葉医学会雑誌 9, 293
- 9) 藤本武平二 (1920) ヘパトキシンの肝機能に及ぼす影響並にその種及臓器特異性について 日新医学 9, 1343
- 10) Harlow, C. H. & H. Selye (1937) The blood picture in the alarm reaction. *Proced. Soc. Exp. Biol. Med.* 36, 141
- 11) 兒島三郎 (未発表)
- 12) 小山武夫 (1924) ヘパトキシンの肝機能に及ぼす影響 東京医会誌 38, 941
- 13) 松村起男 (未発表)
- 14) 松岡冬樹 (1926) 生体に非経口的に注入せる肝臓細胞成分の肝臓並に他臓器に及ぼす組織学的変化について 実験医学雑誌 10, 1335
- 15) 中川 孝 (1951) 日本生理誌 13 (第28回日本生理学会発表)
- 16) 野田太市 (1917) 肝臓免疫による食餌性糖尿 東京医学会誌 31, 701
- 17) 大森精一 (1929) 肝臓を損傷せる家兎の血糖量に及ぼすインズリン作用につきて 実験消化器病学 4, 701
- 18) 大西賤雄 (1924) 肝臓並に腎臓に諸種の器械的傷害を加へたる場合に於ける其相互關係に就て 医事新聞 1155, 1111
- 19) 櫻田 彬 (1926) ペルオキシダーゼ反応を利用するエオザン及假性エオザン細胞の絶対的鑑別法並計算室内計算法 東北医学会誌 9, 96
- 20) Sayers, G. (1950) The adrenal cortex and Homeostasis. *Physiol. Rev.* 30, 241
- 21) 澁谷晃司 (未発表)
- 22) Somogyi, M. (1945) Determination of blood Sugar. *J. Biol. Chem.* 160, 69
- 23) Sprague, R. G., M. H. Power & H. L. Mason (1941) Physiological effects of cortisone and ACTH. *J. A. M. A.* 144, 16
- 24) 上野正吉 (1948) 急性組織崩壊の免疫学的考察 日新医学 35, 153
- 25) 山田義夫 (1949) 赤血球沈降速度の免疫学的考察 北海道医学誌 24, 55
- 26) 吉田憲明 (1950) 家兎肝臓葉結紮壊死時に於ける血清蛋白各分層の消長及びこれが各種肝臓機能検査におよぼす影響 日新医学 37, 182

Summary

The immediate effects of liver crushing in rabbit are hemoconcentration and the activation of both adrenal medulla and cortex indicated by the increase in erythrocyte counts, hyperglycemia and eosinopenia. After subsidance of these changes the subsequent changes characterized by the appearance of antibody against "liver juice" ensue. The antibody formation is most prominent on the second or third day after liver crushing and is accompanied by the augmentation of erythrocyte sedimentation rate and creatinuria.

In bilaterally adrenalectomized rabbits both the immediate and subsequent changes are markedly inhibited, except that the hemoconcentration becomes more prominent. The absence of the adrenals does not reduce the resistance to surgical shock, unless it causes intense hemoconcentration as in the case of tourniquet shock. Adrenal medulla acts against hemoconcentration, while the cortex is mainly concerned with the antibody formation and the accompanying antigen antibody reaction which reduces arterial blood pressure perhaps due to anaphylactic phenomena. In this sense the existence of the adrenal cortex is not beneficial for the animal.

(Laboratory of Labor-physiology, Department of Physiology, Chiba Medical College)

大脳皮質刺激電流の強さと強縮運動の波及との関係 612. 014. 424

On the Relation between the Strength of Electrical Stimulation of the Cerebral Cortex and the Irradiation of Tonic Movement.

林 謙・小 田 満・林 雅 男
(Hayashi-Takashi・Oda-Mitsuru・Hayashi-Masao)*

猿又は犬の大脳皮質を露出し、その運動領に2mmを距てた1対の白金電極を置き、感応電流器(第2次 coil, 20,000回轉; 鉄心あるもなきもよし)で強縮刺激(40~100/secで0.1~0.2secの刺激)を与えると、対応部位に單運動が起る。例えば、運動領上位を刺激すると、対側後肢に伸運動、又は屈運動が起り、直に元に戻る。刺激の時間を長くすると、刺激中持続する強縮運動を生ずる。刺激強度を強くすると、強縮運動はその対応肢のみならず、他の肢にも及び、或る強さ以上では、4肢が同時に強縮運動を起す。この強さで刺激時間を長くすると、4肢の強縮運動の後で、突如として間代性痙攣が起る。

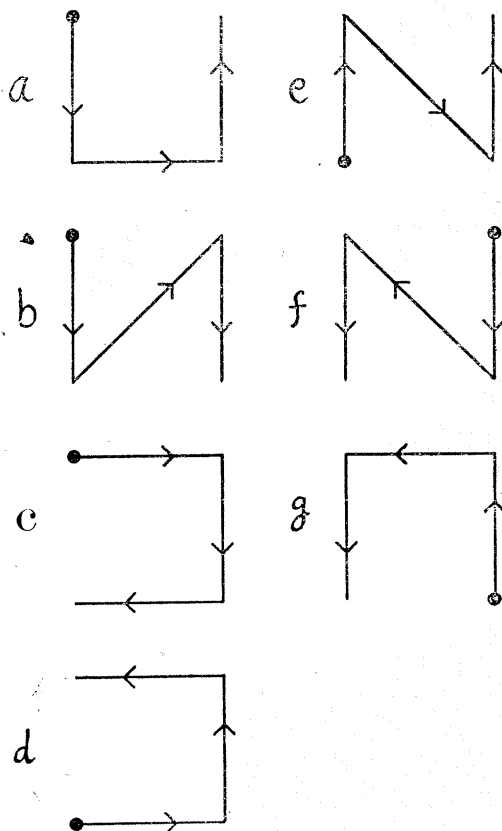
上記の如く、刺激電流の強さを増すに従つて、最初是对应1肢の強縮運動のみであつたものが2肢、3肢、4肢と加つて行く現象を、こゝで強縮運動の波及と名づける。

1肢に起つた運動が波及する現象は、Jackson²⁾によつて、焦点痙攣の場合に人間の臨床症狀として記載せられたのが最初で、彼はこの症狀から皮質に運動領の存在を豫想し、尙且つ、皮質に於ける運動支配は一定の順序に並んでいることを豫言した。その後、Fritsch & Hitzig¹⁾によつて、実際に電気刺激によつて運動領が発見せられた。我等もまた皮質刺激によつて、間代性痙攣が1肢より起り、他肢に波及し、遂に4肢に至る現象を常に見ることが出来る(須田⁴⁾)。

たゞ、間代性痙攣の波及は皮質に与える電流の強さによる波及ではなく、1肢に起り始めた

間代性痙攣が刺激を止めても一定の順序を以て他肢に及んで行く現象である。故に、同じ波及と言う文字を使つてあるが、頭書の意味は、電流を強くすることによつて他肢が加つて、1肢、同時に2肢、同時に3肢、同時に4肢、と言う様に現れてくる電流の強さに依存する現象を言うのである。以下はこの関係を求めた研究で、主として雑種の犬を用い、開頭の上、その Gyrus posterociatus 及びその下部へと刺激した。犬は

第1図



* 慶応義塾大学医学部生理学教室

この研究は昭和19年(1944)12月より翌年5月迄に行つたもので、同志研究者の1人林雅男は昭和21年8月に死亡した。

背位に固定して、4肢の運動は十分に観察が出来る。電流の強さは捲軸距離を加減して変化せしめた。

第1例: 犬 6kg ♂

13 分 20 秒 開頭並に大脳皮質露出手術終了

13 分 25 秒 右 Gyrus posterociatus の下部電撃開始

時間	捲軸距離	運動型式
0	120mm(1sec)	左前肢伸
15	113	左前肢伸→左後肢伸
30	110	左前肢伸→左後肢伸→右後肢屈
45	95	左前肢伸→左後肢屈→右後肢屈→右前肢屈

(第1図 a 参照)

15 分	0 秒	120mm(1sec)	運動なし
	5	110	左前肢伸
	20	100	左前肢伸→左後肢伸
	35	98	左前肢伸→左後肢屈→右前肢伸
	50	95	左前肢伸→左後肢屈→右前肢伸→右後肢伸

(第1図 b 参照)

25 分	0 秒	100mm	運動なし
	15	90	左前肢伸
	30	85	左前肢伸→左後肢伸→右後肢屈
	45	75	同上
	60	65	同上
	65	65	左前肢伸→左後肢屈
	80	60	左前肢伸→左後肢屈→右前肢伸→右後肢屈

(第1図 b 参照)

第2例: 犬 5kg ♂

右 Gyrus posterociatus の下部電撃

時間	捲軸距離	運動様式
0	140mm(2sec)	左前肢伸
15	135	左前肢伸→左後肢屈→右前肢伸
30	130	左前肢伸→左後肢屈
45	120	左前肢伸→左後肢屈→右後肢屈
	110	左前肢伸→左後肢屈→右後肢屈→右前肢伸

(第1図 a 参照)

第3例: 犬

右 Gyrus posterociatus の下部電撃

時間	捲軸距離	運動型式
0	170mm(2sec)	左前肢屈
15	165	左前肢屈→左後肢屈
30	125	左前肢伸→左後肢屈→右後肢伸
45	105	左前肢伸→右前肢伸→右後肢屈→左後肢屈
60	90	左前肢伸→右前肢屈→右後肢伸→左後肢屈

(第1図 c 参照)

30 分	0 秒	140mm(0.5sec)	運動なし
	5	135	左前肢屈
	10	130	同上
	30	127	左前肢屈→左後肢伸
	45	110	左前肢屈→左後肢伸→右後肢伸

第4例: 犬

右 Gyrus posterociatus の下部電撃

時間	捲軸距離	運動型式
0	100mm(2sec)	左前肢伸
15	90	左前肢伸→左後肢屈
30	85	左前肢伸→左後肢屈→右前肢伸→右後肢屈

(第1図 b 参照)

第5例: 犬

右 Gyrus posterociatus の上部電撃

時間	捲軸距離	運動型式
0	115mm(1sec)	左後肢屈
15	95	左後肢屈→右後肢伸
30	80	左後肢伸→右後肢屈→右前肢屈→左前肢伸

(第1図 d 参照)

25 分	0 秒	100mm(0.5sec)	運動なし
	15	90	左後肢屈
	30	75	左後肢屈→右後肢屈→左前肢伸

第6例: 犬

右 Gyrus posterociatus の上部電撃

時間	捲軸距離	運動型式
0	145mm(1sec)	左後肢屈→左前肢伸→右後肢屈
60	120	左後肢屈→左前肢伸→右後肢屈→右前肢伸

(第1図 e 参照)

第7例: 犬

右 (Gyrus posterociatus の上部電撃)		
時間	巻軸距離	運動型式
0	150mm(1sec)	左前肢伸→左後肢屈
30	130	左前肢伸→右前肢伸
35	130	右前肢屈→右後肢伸→左後肢伸
50	120	左前肢伸→左後肢伸→右後肢屈
70	115	左前肢伸→左後肢屈→右前肢屈→右後肢伸
(第1図b参照)		

第8例: 犬

左 Gyrus posterociatus の下部電撃		
時間	巻軸距離	運動型式
0	105mm(2sec)	右前肢伸
15	85	右前肢伸→左後肢屈
30	85	右前肢伸→左後肢屈→右後肢屈
45	90	右前肢伸→右後肢屈
60	80	右前肢伸→右後肢屈→左前肢屈→左後肢屈
(第1図f参照)		
75	90	右前肢伸→右後肢屈→左前肢伸

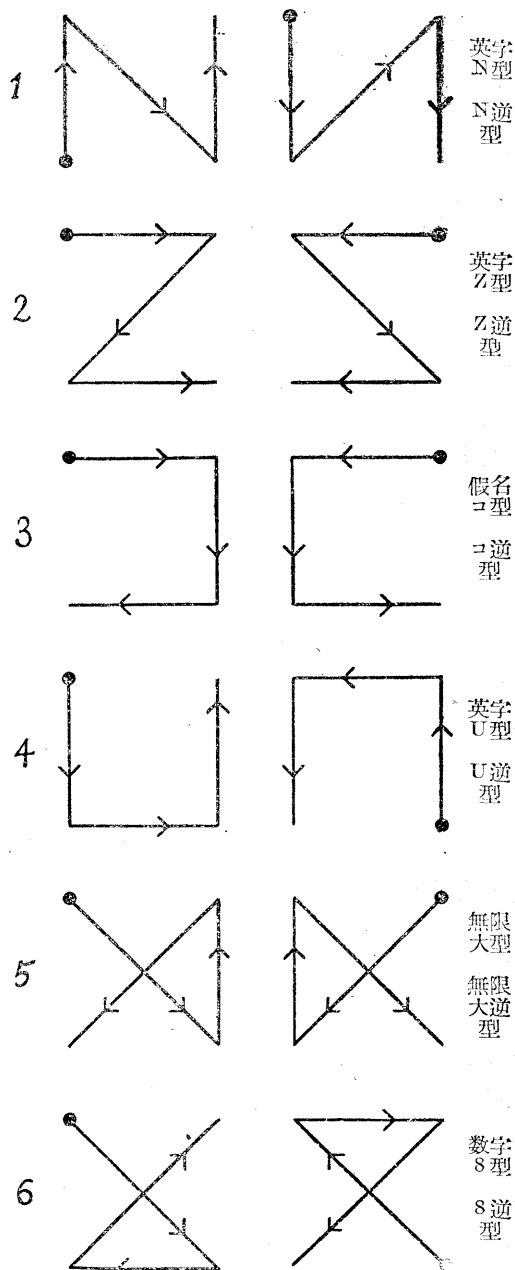
第9例: 犬

左 Gyrus posterociatus の上部電撃		
時間	巻軸距離	運動型式
0	140mm(0.5sec)	右後肢屈→右前肢伸
15	120	右後肢屈→右前肢伸→左前肢伸→左後肢伸
(第1図g参照)		

以上の他に、尙幾つか実験があるが、その波及の型式はほゞ次の12種類が現われる。仮にこれらを6型に分けて、名称を付して見た。

波及の型式は実際に組合せを考えても、これ以外の組合せはないから、考え得べき型は総て現われると言える。第2に注意すべきは、初めの強縮運動が伸運動から始まるものも、屈運動から始まるものもある。また、伸運動のみ、屈運動のみで波及しない、両運動が混じて波及するものもある。また更に注目すべきは、同じ物で同じ部位を刺激しても、上記の諸型が交互

第2図



に現われることもある。同部位の刺激で或る時は伸、或る時は屈と現われるのは Sherrington²⁾ の所謂機能動搖の法則 (Law of Instability) (Law of Fluctuation) で説明が出来るし、同じ個体で種々なる型式を示すのも、同じ法則で説明出来よう。しかし何故にかくの如き強度によ

る波及があるか、それは果して皮質の現象か、皮質以外の現象かは従来挙げられた皮質の電氣的刺激の実験結果からは單純に説明して下さることが出来ない。これらの重要な問題はなおとの研究を示して論じよう。

文 献

1) Fritsch, G., & E. Hitzig (1870) Ueber die elektro-

rische Erregbarkeit des Grosshirns. Arch. Anat. Physiol. wiss. Med. 37, 300-332

2) Jackson, H. (1938) Selected writings of Sir Hughlings Jackson.

3) Sherrington, C. S. (1939) Selected Writing of Sir Charles Sherrington by D. Denny-Brown.

4) 須田 勇 (1943) 皮質性間代運動を標示とした運動領野の活動様式に就いて 条件反射 6, 32-46

Summary

We observed that the tonic movement of one limb of a dog was evoked by adequate electrical stimulation of Gyrus posterociatus, but when the stimulation was strengthened the tonic movement of two limbs, three limbs, or finally four limbs simultaneously resulted. This phenomenon of successively adding limbs according to the strength of stimulation was called by us as the irradiation of tonic movement. Nine examples of these experiments were showed and the possibility of appearance of six patterns of the irradiation was discussed.

(Department of Physiology, Keio-gijuku University, School of Medicine, Tokyo)

中枢神経運動系に対する Acetylcholine の作用 612.825, 612.826

The Actions of Acetylcholine to Central Motor System.

伊藤秀三郎 (Ito-Shuzaburo)*

I. 緒言

1921年 O. Loewi³⁾ が迷走神経心臓枝を刺激して心臓制止の生じた時に、その心臓内液を他の心臓に与える事によつて心臓制止を生ぜしめると言う実験を挙げ、迷走神経末端から迷走神経物質が分泌せられることによつて、心臓に対する迷走神経の作用が表われるとの考えを提出し、全世界の学者によつて再試験確認せられた。この実験が化学的傳達学説の最初の一矢であつたが、Loewi 学派³⁾ 及び Dale 学派³⁾ の研究によつて迷走神経物質は即ち Acetylcholine であるとの推定がせられ、化学的傳達学説は確かな根拠を与えられるに至つた。其後 H. Dale 及び其の学派は交感神経節に於ても⁴⁾、亦運動神経末端に於ても²⁾ Acetylcholine が傳達物質であるとの実験を挙げ、化学的傳達学説は順次に拡張されて來た。

遂に1938年には H. Dale¹⁾ は Copenhagen に開かれた國際神経学会に招かれて特別講演を試み、中枢神経内に於ける Neurone 交代節に於ては、恐らく Acetylcholine が傳達物質として働いているであろうとの推論を述べている。

併し実際に中枢神経内の Neurone 交代節に Acetylcholine を直接に与えても、その効果に見得べき反応を得ることが出来ないが、中枢神経内には Cholinesterase が極めて多量に存在するとの証拠は挙げられていると述べている。

我教室に於ては、Acetylcholine を直接に大脳皮質運動領野に与える事によつて何等運動現象が起らぬとの実験を根拠として、新しく皮質運動領野に於ける作用物質を研究するに至り、皮質運動領野に対する化学的刺激の諸研究を挙げる様になつた。即ちその化学的刺激となる物質

は Nicotine, Picrotoxin, Strychnine, Metrazol 等であり⁵⁾、而して其の運動現象は皮質性癲癇痙攣であつた。その後、大脳皮質運動領野に Glutamin 酸 Na が同様な皮質性癲癇痙攣を起す事が発見せられ¹³⁾、恐らく皮質性癲癇痙攣の発動物質は Glutamin 酸 Na であろうとの化学的發動学説に到達することになつた。

さて癲癇物質に関する石塚⁵⁾ の研究途上に於て Acetylcholine の低濃度溶液を大脳皮質運動領野に与え、皮質性癲癇痙攣が発現し得るかどうかなんと言ふ問題に就て考究したのであるが、其の当時遂に運動現象を認めなかつたので、癲癇物質を採らなかつたのである。最近陰山・鬼頭⁶⁾ の報告により高濃度の Acetylcholine ならば大脳皮質運動領野に与える事により、長時間持続する痙攣の発現可能が知られたので、著者は再び Acetylcholine の中枢神経に対する作用を考究しようと、次に示す様な種々なる実験を試みたのである。

II. 実験方法

実験動物は犬を用いた。手術方法は教室所定の術式¹¹⁾に従つて行つた。即ち動物を腹位に固定した後、動物の頭部皮膚を正中線にて切開を加え皮膚を剝離し、頭蓋骨の一部を「のみ」によつて破壊し、その部より頭蓋骨を廣く切除し、次で脳硬膜を剪除して大脳皮質を露出する。かくて皮質に対しては石塚⁵⁾ が Nicotine を用いて行つた如く、Acetylcholine を注射した。尙中枢神経系諸核に対しては上記の如く露出した大脳皮質の外部から、或は工藤・名和・佐藤⁷⁾ の方法により橋並に延髄腹面を露出し腹面より注射針挿入で墨汁入薬剤を注射した。諸核注射部位を確認する爲、実験後標本を 10% Formalin 液に浸し固定し、悉くあとで確認した。

* 慶応義塾大学医学部生理学教室

Ⅲ. 実験成績

A. Acetylcholine を犬皮質運動領野に与えると痙攣様痙攣の発現を見る。但し Acetylcholine の濃度は 10% (約 0.5mol) 以上である事を要する。

No. 239 犬 ♂ 8kg (19.5.10)	
時 分 秒	
13 30	両側開頭
50	10% Acetylcholine 0.15ml, 右側 Gyr. praeruciatius に注射
15	呼吸速迫
51 30	呼吸益々速くなる
52 30	左前肢先端ビクビクする
54 15	全身に間代性痙攣起る。持続 1 分 30 秒 (注射部位の皮質剔除)
15 10	左側 Gyr. praeruciatius に 10% Acetylcholine 0.15ml 注射
16 10	呼吸速迫
21 20	同部位に再注射 (0.15ml)
22 10	左側 Gyr. posteruciatius に 10% Acetylcholine 0.15ml 注射
23 25	間代性痙攣全身に起る
24 55	左側運動領野剔除。同時に間代性痙攣止む

B. Acetylcholine は運動領野以外の大脳皮質には何等の作用を有さぬ

No. 262 犬 ♀ 7kg (19.5.24)	
時 分 秒	
8 30	両側開頭
9 54	左側 Gyr. suprasplialis に 10% Acetylcholine の 0.2ml 注射。変化なし
10 13	左側 Gyr. entolateralis に同液同量注射。変化なし
10 35	左側 Gyr. ectolateralis に同液同量注射。変化なし
11 6	左側 Gyr. posteruciatius に同液同量注射。
11 5	右側後肢ビクンビクン動く
20 0	注射部位剔除により上記運動止む

No. 247 犬 ♀ 4kg (19.7.24)	
時 分 秒	
13 20	左側開頭
14 6	Gyr. suprasylvius に 10% Acetylcholine 0.1ml 注射。変化なし
14 23	Gyr. ectosylvius に同液同量注射。変化なし
37	Gyr. coronarius に同液同量注射。変化なし
48	Gyr. sigmoides に同液同量注射。変化なし

54 Gyr. posteruciatius に同液同量注射。四肢の間代性痙攣 (軽度) 起る。持続 30 秒

C. Acetylcholine を頸動脈に注射したのでは何等著しき運動現象が起らぬ

No. 234 犬 ♀ 8kg (19.5.9)	
時 分 秒	
15 40	右側頸動脈露出 (犬脊位固定)
15 50	10% Acetylcholine 4ml 露出頸動脈に注射
20	四肢ツツパル
40	呼吸速くなる
51 10	四肢のツツパリ止む
51 20	全身の諸筋不規則にビクビク動く
16 14 0	死す (ビクビク運動を継続す)

D. Acetylcholine は皮質運動領野と前庭神経核とに作用する

No. 160 犬 ♀ 6.5kg (19.4.5)	
時 分 秒	
17 15	両側開頭
32	左側淡蒼部へ 10% Acetylcholine 0.02ml 注射。変化なし
47	左側視牀内側へ同液 0.05ml 注射。変化なし
58	右側淡蒼部へ同液 0.02ml 注射。変化なし
18 5	右側視牀内側へ同液 0.05ml 注射。変化なし
18 52	左側四丘体上丘より左側黒核へ同液 0.02ml 注射。直ちにギョット動く
3	水平眼球震盪起る (両側共)
18 35	左側四丘体上丘より左側赤核へ同液 0.05ml 注射。変化なし
42	同液を中脳中心灰白質内へ 0.03ml 注射。変化なし

No. 211 犬 ♀ 8.5kg (19.5.2)	
時 分 秒	
15 0	橋並に延髄腹面露出
20	左側前庭神経核に 10% Acetylcholine を注射
25	左前肢伸筋硬直となる
40	左後肢伸筋硬直となる

No. 247 犬 ♂ 6kg (19.5.13)	
時 分 秒	
10 0	腰椎第 1 椎開椎
11 20	左側脊髄前角細胞に 20% Acetylcholine 0.02ml 注射
30	左側後肢に Tremor 起る
42	右側脊髄前角細胞に同上液 0.02ml 注射
11 42 10	右側後肢に Tremor 起る

VI. 考 察

以上の実験成績が示す如く、Acetylcholineは皮質運動領野に直接与える事によつて錐体外路系の運動現象を発動せしめる物質であることは確かである。石塚がさきに Acetylcholine が皮質運動領野に与えて何等の作用を持たぬと言つたのはその濃度の低かつた爲である事実も又明かとなつた。こゝに於て中枢神経運動系に於ける発動物質或は傳達物質として、Acetylcholine が働くのではないかと言う考えは必ずしも否定する事が出来なくなつて來た。

たゞ大脳皮質より起る皮質性癲癇痙攣は、既に石塚⁵⁾、須田¹²⁾等の Nicotine を用いた実験により明かになつた如く、淡蒼部、視牀、黒核で Neurone を交代する神経々路を有するが、Acetylcholineは少くとも淡蒼部、視牀、黒核の錐体外路系 Neurone交代部に對しては何等の作用を有しない所を見ると、少くともAcetylcholineが中枢神経に於ける錐体外路運動系の傳達物質であるとの考えは正しくないと思われる。

前庭神経核に對して錐体外路緊張系の作用物質としての Acetylcholine の意味が現われるがこれとても必ずしも化学傳達物質であるとの証拠を示すものとは言ひ難い。

皮質運動領野より起る皮質性癲癇痙攣は、尾崎¹⁰⁾の明かにした如く、運動領野の前後に於て一定領域から運動領野を経て黒核に下る経路によつて、皮質性癲癇痙攣が生するのであるが、Acetylcholineは運動領野から癲癇痙攣を起すことではないのであるから、錐体外路運動系の発動物質又は傳達物質であるとの考えは十分に検討を試みた上、確定するより外はない。

V. 結 論

A. Acetylcholine を犬皮質運動領野に与えると癲癇様痙攣が起る。但しAcetylcholineは10% (約0.5mol) 以上の濃度である事を要する。

B. Acetylcholineは運動領野以外の皮質領野から癲癇痙攣を起すことはない。

C. Acetylcholineを頸動脈に注射したのでは

何等著しき運動現象が起らぬ。

D. Acetylcholineは皮質運動領野と前庭神経核とに作用する。淡蒼部、視牀、黒核などには作用しない。

擧筆するに臨み、加藤元一教授の御鞭撻と林謙助教授の熱烈なる御指導並に御校閲に對し、衷心より感謝の意を示すると共に、多量の Acetylcholine を提供して下さつた、東京医学専門学校薬理学教授原三郎先生に對し感謝する。

文 献

- 1) Dale, H. H. (1936) Chemical mediation in the peripheral nervous system and its relation to endocrine. 111^e congres neurologique international. Copenhagen.
- 2) Dale, H. H. and W. Feldberg (1934) Chemical transmission at motor nerve endings in voluntary muscle. *J. Physiol.* 81, 39-40
- 3) Dale, H. H. and J. H. Gaddum (1939) Reactions of denervated voluntary muscle, and their bearing on the mode of action of parasympathetic and related nerves. *J. Physiol.* 70, 109-144
- 4) Feldberg, W. and J. H. Gaddum (1934) The chemical transmitter at synapses in a sympathetic ganglion. *J. Physiol.* 81, 305-319
- 5) 石塚 保 (1942) 皮質性癲癇物質に就て 條件反射 4, 70-82
- 6) 陰山以文・鬼頭阿佐夫: Acetylcholine による皮質性癲癇痙攣に就いて (未発表)
- 7) 工藤達之・名和 精・佐藤佐与: 中脳短横漸による去脳硬直 (脳と神経掲載予定)
- 8) Loewi, O. (1921) Über humorale Übertragbarkeit der Herznervenwirkung. *Arch. f. d. ges. Physiol.*, 189, 239-242
- 9) Loewi, O. and E. Navratil (1926) Über das Schicksal des Vagusstoffes. *Arch. f. d. ges. Physiol.* 214, 678-688
- 10) 尾崎格治 (1942) 皮質性癲癇と大脳皮質領野の区分 條件反射 4, 62-69
- 11) 斎藤府二・須田 勇 (1942) 犬の大脳皮質運動領野の刺激によつて起る 癲癇痙攣に對する 刺激部位剔除の実験 條件反射 3, 22-29
- 12) 須田 勇 (1942) 皮質性癲癇痙攣の皮質下連鎖 條件反射 4, 100-115
- 13) 須田 勇・岡本彰祐・松丸 忍・名和 精 (1944) 中枢神経系の化学的発動物質としての Glutamin 酸Naに就て 條件反射 11・12, 43-48

Summary

Ishizuka previously reported that any visible reactions were not induced by injection of acetylcholine to cortical motor area. He used 2% solution of acetylcholine. But the author could evoke various phenomena by application of its high concentration (above 10%) to central nervous system of a dog.

- 1) Acetylcholine could induce the clonic convulsion from the motor area.
- 2) From any parts of cortex except motor area, acetylcholine did not evoke the clonic convulsion.
- 3) The injection of acetylcholine (10%, 4ml.) into carotic artery could not induce any distinguished reactions.
- 4) Acetylcholine acted to vestibular nucleus and evoked homolateral extensor rigidity.

(Department of Physiology, Keio-gijuku University School of Medicine, Tokyo)

皮質性歩行運動に対する錐体路系及び錐体外路系の関係 612.82

The Cortical Locomotive Movement and its Relation to the Pyramidal and Extrapyramidal Systems.

小 田 満 (Oda-Mitsuru) *

I. 緒 言

林及びその同志研究者²⁾は犬頭部通電により通電中強縮性痙攣を生じ、通電を絶つや強縮性伸筋痙攣に移行し、次に間代性痙攣が起り、その後には必ず歩行様運動を伴うことを報告している。直接に犬の大脳皮質を刺戟して歩行様運動の生ずることは中邑¹²⁾によつて始めて示されたが、電氣的刺戟はまず刺戟中強縮性痙攣を生じ、刺戟を絶つてから間代性痙攣が起り、次で歩行様運動を生ずることがあり、又生じないこともある。皮質の Nicotization では強縮性痙攣を缺き、間代性痙攣を生じ、その後には同様な歩行様運動を生ずることもあり、又生じないこともある。

黒木¹⁰⁾は四丘体下丘の Nicotization により歩行様運動の発現することを観察し、佐藤¹⁵⁾は皮質性歩行様運動が皮質より視牀を経て、中脳四丘体上丘の高さより稍々上にある中心灰白質に存在する歩行様運動核を経由して、四肢に発現することを報告し、工藤・佐藤⁸⁾は赤核に化学的刺戟を与えることにより、これ又歩行様運動を生じ、之は小脳及び前庭神経核を経由する神経々路であることを示した。佐藤¹⁵⁾は錐体外路系の運動現象は錐体外路運動系と錐体外路緊張系とに区別する必要があることを論じ、皮質性歩行様運動は前者に属し、赤核性歩行様運動は後者の範疇に入るべきものと論じている。

工藤・名和・佐藤⁷⁾は錐体外路緊張系の代表的現象たる中脳短横断による去脳硬直の研究を行い、その諸相を明かにした⁶⁾が、著者は延髄錐体切断犬で、中脳短横断を加えて四肢の硬直を起さしめた後、大脳皮質運動領に電氣的刺

戟を与えることにより、著明且つ相当長く継続する歩行様運動の発現することを発見したので、歩行様運動が錐体外路運動系及び緊張系に対して如何なる関連を有するものであるかを明らかにせんとして以下の如き実験を企てた。

II. 実験方法

1. 実験には雌雄を選ばず成犬を使用し、総て急性実験であるから、特別の消毒、麻酔等は行わず、実験後には脳髓をホルマリン固定し、実験手術の正否を観察した。

2. 大脳皮質の開頭手術は斎藤・須田¹⁴⁾の方法

3. 延髄錐体切断は著者¹³⁾の法

4. 中脳短横断、前庭神経核の剔除は夫々工藤・名和・佐藤⁷⁾及び工藤・佐藤⁹⁾の法

5. 小脳剔除は渡辺¹⁹⁾の法

により夫々実施した。

III. 実験成績

1. 延髄錐体切断中脳短横断犬の大脳皮質運動領の電氣的刺戟で歩行様運動が起る

著者は錐体切断犬を用いて継運動を研究してゆくうちに、同時に中脳短横断硬直を起さしめると、皮質運動領の電氣的刺戟により、例外なく著明なる歩行様運動の起ることを発見した。その成績を示せば次の如くである。

実験例 1. 延髄錐体切断・中脳短横断・大脳皮質運動領電撃

12kg	♂	(19.10.19)
15	分	延髄錐体両側切断
10	秒	右 Gyr. posterocriatus 電撃, C. D. 100mm,
15		3 秒
↓		四肢に継運動起る

* 慶応義塾大学医学部生理学教室

8	四肢に間代性痙攣起る
23	継運動止む
48	間代性痙攣止む
40	中脳短横断
2	呼吸荒くなる
5	四肢に硬直出現。但し前肢は少々弱い
50	右 Gyr. posterucius 電撃, C. D. 100mm, 3秒
1	四肢に継運動起る
3	四肢に歩行様運動起る
55 33	歩行様運動止む
16 05	左 Gyr. posterucius 電撃, C. D. 100mm, 3秒
1	四肢に継運動起る
3	右前後肢に歩行様運動同時に起る。殊に前肢に著明
6	左前後肢に歩行様運動波及す
08 15	歩行様運動不明瞭となる
13	右 Gyr. posterucius 電撃, C. D. 60mm, 3秒
3	四肢に継運動起る
5	左前後肢に歩行様運動起る
7	四肢に間代性痙攣, 歩行様運動に混入し来る。後者の方優勢
10	右前後肢に歩行様運動波及す。但し継運動, 間代性痙攣の終熄は歩行様運動烈しきため不明瞭
22 23	歩行様運動止む
16 30	左 Gyr. posterucius 電撃, C. D. 150mm, 3秒
1	四肢に継運動起る
5	四肢に間代性痙攣起る
6	右前後肢に歩行様運動始まる
9	左前後肢に歩行様運動波及す。尙歩行様運動は相当時間継続す

実験例 2. 延髄錐体切断・中脳短横断犬の大脳皮質運動領・電氣的刺激

10kg ♀ (19.10.20)

時 分 秒	
14 53	右 Gyr. posterucius 電撃, C. D. 100mm, 3秒
2	四肢に継運動起る。持続11秒
7	四肢に間代性痙攣起る。持続31秒
15 49	中脳短横断
3	四肢に硬直著明に現わる
16 05	右 Gyr. posterucius 電撃, C. D. 100mm, 3秒
3	両後肢に継運動起る。前肢は不明瞭
10	四肢に歩行様運動起る
25	左後肢屈する
35	歩行様運動に間代性痙攣混入し来る
07 35	間代性痙攣止む。硬直著明
09 25	歩行様運動中絶

10 23	歩行様運動再現
11 10	歩行様運動止む
13 0	足底に一寸触れると歩行様運動猛烈に現われ数分間持続
16 20	左 Gyr. posterucius 電撃, C. D. 100mm, 3秒
3	両後肢に継運動起る
20 10	右前肢より歩行様運動始まる。硬直は右前肢のみ弱まるが他は著明
35	歩行様運動より間代性痙攣に移行す。硬直は著明
45	間代性痙攣止み歩行様運動再び始まる
23	歩行様運動継続す
16 27	左 Gyr. posterucius 電撃, C. D. 100mm, 3秒
3	両側後肢に継運動起る
5	継続しある歩行様運動は益々烈しくなり尙継続す

2. 延髄錐体切断・中脳短横断犬の大脳皮質 Nicotization により歩行様運動が起る

延髄錐体切断・中脳短横断犬で大脳皮質運動領の化学的刺戟では如何。次に例示する。

実験例 3. 延髄錐体切断・中脳短横断犬の大脳皮質運動領の Nicotization

9kg ♂ (19.11.13)	
時 分 秒	
14 30	延髄錐体両側切断
53	中脳短横断
9	四肢に硬直著明に現わる
15 12	左 Gyr. posterucius に Nicotine (原液) 0.01ml 注射
14	呼吸荒くなる
20	呼吸益々荒くなる
14 55	顔面に間代性痙攣起る
15	後肢に間代性痙攣起る
15 5	前肢に間代性痙攣波及し硬直著明となる
17 10	歩行様運動前後肢共に猛烈に始まる。殊に前肢に著明。歩行様運動の爲間代性痙攣不明瞭となる
18 20	歩行様運動止み。間代性痙攣明瞭となる
21 13	間代性痙攣止む

即ち延髄錐体を切断すれば四肢は弛緩し屈状態となり、之に中脳短横断を加えると、四肢に伸筋硬直が現われ、更に大脳皮質運動領の電氣的刺戟により 2~5 秒の潜時を以て定型的な歩行様運動が始まり、相当長い時間継続する。一旦休止するも、足底等に一寸触れる程度の軽い機械的刺戟を与えるのみで再び現われる。その

現われる順序は先ず皮質刺激対側肢に起り、続いて同側肢にも波及する形をとる。又 Nicotini-
zation によつても同様に歩行様運動が現われ
る。この場合には間代性痙攣も現われ、之が混
在する形をとる。

そこで歩行様運動と間代性痙攣との関係は如
何。佐藤¹⁵⁾は錐体外路運動系の同種のもの互
に拮抗関係にあり、運動系と緊張系とは協同関
係にあると述べているが、以上の実験例では
歩行様運動が間代性痙攣に移行し、之が終熄し
て歩行様運動が再現し、拮抗関係の存するを認
めるが、又2種の運動が混在して現われ互に共
存関係にある如く思わしめる点もある。

それでは延髄錐体切断のみ、或は中脳短横断
のみで、皮質運動領に電氣的刺激を与えて歩行
様運動は起るであろうか。

3. 延髄錐体切断犬の大脳皮質運動領の電氣的刺激 では歩行様運動は起らぬ

実験例 4. 延髄錐体両側切断・大脳皮質運動領電氣的刺激

12kg ♂ (19.10.23)		
時	分	秒
13	20	延髄錐体両側切断
45		右 Gyr. posterucius 電撃, C. D. 100mm, 3 秒
1		四肢に継運動起る
7		四肢に間代性痙攣起る
22		継運動止む
43		間代性痙攣止む

同一実験は数十例を重ねてあるが、延髄錐体
切断犬では大脳皮質運動領の電氣的刺激で継運
動と間代性痙攣が生ずる¹³⁾が、未だ曾て定型的
歩行様運動の発現した例を認めたことがない。

次に中脳短横断により四肢に硬直を起さしめ
た後に、皮質運動領の電氣的刺激ではどうであ
ろうか。

4. 中脳短横断硬直犬では大脳皮質運動領に電氣的 刺激を与えても歩行様運動は起らぬ

実験例 5. 中脳短横断・大脳皮質運動領電氣的刺激

7kg ♂ (19.10.22)		
時	分	秒
17	30	中脳短横断
3		四肢に硬直著明に現る

- 38 右 Gyr. posterucius 電撃, C. D. 100mm,
3 秒. 電撃と同時に右前後肢に単運動起
る. 殊に前肢著明
- 40 左 Gyr. posterucius 電撃, C. D. 100mm,
3 秒. 電撃と同時に左前後肢に単運動起
る

工藤⁶⁾も亦中脳短横断を行い、四肢に硬直を
起さしめ、大脳皮質運動領を電氣的に刺激して
数十例の研究を行つたが、歩行様運動の発現を
認めたことは1例もない。

約言すれば、延髄錐体を切断し中脳に短横断
を加え、その上大脳皮質を刺激して始めて歩行
様運動が起るのである。

そこで問題は歩行様運動と陽性硬直核との関
係は如何。又赤核の化学的刺激による Athetosis
及び歩行様運動発現の爲の前庭神経核の意義は
如何。

5. 前庭神経核剔除犬では皮質性歩行様運動は同側 が消失する

実験例 6. 延髄錐体切断・中脳短横断・前庭神経核 剔除犬の大脳皮質運動領電氣的刺激

10kg ♀ (19.10.20)		
時	分	秒
14	53	延髄錐体両側切断
15	20	右 Gyr. posterucius 電撃, C. D. 100mm, 3 秒
1		四肢に継運動起る. 持続6秒
8		四肢に間代性痙攣起る. 持続43秒
49		中脳短横断
4		四肢に硬直著明に現る
16	06	右 Gyr. posterucius 電撃, C. D. 100mm, 3 秒
3		両後肢に継運動起り, 持続7秒
10		四肢に歩行様運動始まる
35		歩行様運動中に間代性痙攣混入する
07	35	間代性痙攣止む. 硬直著明
08	25	歩行様運動止む
10	23	歩行様運動再び起る
11	10	歩行様運動止む
16	20	左 Gyr. posterucius 電撃, C. D. 100mm, 3 秒
3		両後肢に継運動起る
10		右前肢より歩行様運動始まる
35		歩行様運動より間代性痙攣に移行す
45		間代性痙攣止み, 歩行様運動再び起り数 分間持続す
16	45	右前庭神経核剔除. 右前後肢硬直弛 緩す

50	右 Gyr. posterucius 電撃, C. D. 100mm, 50mm, 夫々 3 秒
2	両後肢に継運動起る
6	左前後肢のみに歩行様運動起る
52 25	歩行様運動止む
17 05	左 Gyr. posterucius 電撃, C. D. 100mm, 3 秒
2	両後肢継運動起る
5	左前後肢に歩行様運動起る
06 38	歩行様運動止む

実験例 7. 延髄錐体切断・中脳短横断犬で前庭神経核下位を横断した後、大脳皮質運動領電気的刺戟

11kg ♀ (19.10.22)

時	分	秒	
14	25		延髄錐体両側切断
	35		右 Gyr. posterucius 電撃, C. D. 100mm, 3 秒
	2		四肢に継運動起る. 持続20秒
	8		四肢に間代性痙攣起る. 持続45秒
47			中脳短横断
	2		呼吸荒くなる
	4		四肢に硬直著明に現わる
15	10		右 Gyr. posterucius 電撃, C. D. 80mm, 3 秒
	1		四肢に継運動起る
	2		硬直のまゝ四肢に歩行様運動起り継運動の終熄は陰蔽されて不明瞭
16	50		歩行様運動止む. 但し一寸足底に触れるのみにて再現する
15	30		左 Gyr. posterucius 電撃, C. D. 80mm, 3 秒
	1		四肢に継運動起る. 持続7秒
	3		四肢に歩行様運動起る. 但し軽度
34	20		歩行様運動止む
15	40		右前庭神経核の下部に単側横断を加う
	4		右前後肢硬直弛緩す
50			右 Gyr. posterucius 電撃, C. D. 80mm, 3 秒
	2		四肢に継運動起る
	3		歩行様運動左前後肢のみに現わる
54	10		歩行様運動止む
58			左 Gyr. posterucius 電撃, C. D. 80mm, 3 秒
	1		四肢に継運動起る
	3		歩行様運動左前後肢のみに現わる
16	01 15		歩行様運動止む

実験例 6, 7 で前庭神経核が皮質性歩行様運動に重要な関係を有すること, 同核の化学的刺戟にて歩行様運動の起ることからして¹⁶⁾, 前庭神経核にはこの運動の必要な機制が存する

ことがわかる.

工藤等⁸⁾の赤核の化学的刺戟による歩行様運動はその神経々路が, 赤核より小脳を経由し, 前庭神経核を経て下降すること, 小脳脚の切断によつてこの運動が消失し, 橋の横断によつて消失せぬことから, 確認せられると述べているが著者の歩行様運動については小脳が如何なる関係を有つてあろうか.

6. 延髄錐体切断・中脳短横断犬で小脳剔除しても大脳皮質運動領の電気的刺戟により歩行様運動は起る

実験例 8. 延髄錐体切断・中脳短横断犬で小脳剔除・大脳皮質運動領電気的刺戟

10kg ♂ (19.11.11)

時	分	秒	
11	30		延髄錐体両側切断
	45		中脳短横断
	3		四肢に硬直著明に現わる. 殊に前肢著明
	55		左 Gyr. posterucius 電撃, C. D. 100mm, 3 秒
	2		四肢に継運動起る
	6		右前後肢に歩行様運動始まる. 硬直は強まる
57	20		左前後肢に歩行様運動波及す
12	15		小脳剔除
	20		左 Gyr. posterucius 電撃, C. D. 100mm, 3 秒
	1		四肢に継運動起る
	4		右前後肢に歩行様運動始まる
21	43		左前後肢に波及する
12	25		右 Gyr. posterucius 電撃, C. D. 100mm 3 秒
	2		四肢に継運動起る
	9		左前後肢に歩行様運動著明に現わる
27	8		右前後肢に波及する

即ち延髄錐体切断・中脳短横断犬の皮質性歩行様運動は小脳とは関係がないことが分る.

IV. 総括的考察

犬に於て大脳皮質運動領を電気的に刺戟すると, 強縮性痙攣, 次いで間代性痙攣の生ずることは Fritsch 及び Hitzig¹⁾ が始めて発見し, この場合に生ずる間代性痙攣は錐体外路系の運動現象であることは, 須田⁴⁸⁾, 伊藤⁴⁾, 石塚³⁾, 中邑¹¹⁾ 等が完全に証明し, 強縮性痙攣は延髄錐体を切断することにより消失し, 継運動及び間

代性痙攣が起ることは著者¹³⁾の既に報告した処である。

Sherrington¹⁷⁾ は中脳を横断して去脳硬直の起ることを発見し、工藤等⁷⁾ は中脳短横断によつて Sherrington の去脳硬直と全く同様の現象を起さしめることを得、錐体外路緊張系の詳細な研究を行った⁶⁾。

従来大脳皮質の刺激では、対單運動が起り、少しく刺激を長くすれば間代性痙攣が生ずることが知られて居たが、延髄錐体を切断しておけば、継運動が生じついで間代性痙攣が生ずることは既に著者¹³⁾が明らかにした。

然るに延髄錐体を切断し、これに中脳短横断を加うれば、大脳皮質運動領の刺激により、猛烈なる歩行様運動が起り、一旦起ると後は歩行準備状態とも言ふべき一種の肢位でとまり再び自然に、又は足底の軽度の機械的刺激などで再び烈しく繰返す。

單に延髄錐体切断のみ、或は中脳短横断のみでは歩行様運動は起らぬ。

以上のごとき事実から錐体路系は歩行様運動に対して陰性乃至は抑制的に、陰性硬直核も亦同様に作用しているものと断ぜざるを得ない。また前庭神経核の剔除により、その側で歩行様運動の消失することからして、前庭神経核が歩行様運動の最下の協調核の1つをなすことが分るが、黒木¹⁰⁾及び佐藤¹⁵⁾は皮質性歩行様運動は大脳皮質運動領から起り、視牀を経て中脳の歩行様運動核に到り、これより四肢に発現すると述べているが、中脳の歩行運動核に対して前庭神経核が協調核として働くと考えられる。この事実は工藤⁵⁾が行つた中脳短横断の慢性実験に於て著明の伸筋硬直の存する動物が歩行すると言ふことも理解せしめ、骨骼筋の運動系と緊張系とが相協調することが歩行運動の如き運動には絶対に必要であることも理解せしめる。

V. 結 論

1. 延髄錐体切断・中脳短横断犬では大脳皮質運動領を電氣的に刺激すれば、猛烈、且つ継続する歩行様運動が起る。

2. 上記は皮質の Nicotization でも起る。

3. 大脳皮質より発動せられた皮質性歩行様運動は中脳の歩行様運動核に前庭神経核が協調核として働くことによつて起る。

4. 皮質性歩行運動に対しては錐体路系は抑制的に、錐体外路緊張系の抑制核(陰性硬直核)は抑制的に働いている。

文 献

- 1) Fritsch, G., and E. Hitzig (1870) Über die elektrische Erregbarkeit des Grosshirns. Arch. Anat. Physiol. wiss. Med. 37, 300-332
- 2) 林 謙・田口半四郎・大久保金藏・鈴木 勝・三浦虎雄 (1942) 犬頭部通電による癲癇痙攣とその経過 条件反射 3, 36-43
- 3) 石塚 保 (1942) 運動現象を標示とする大脳灰白質微小刺激法 条件反射 4, 83-99
- 4) 伊藤国男 (1942) 大脳皮質運動領外局在刺激としての picrotoxinization 及び strychnization 条件反射 3, 93-99
- 5) 工藤達之 (1951) 短横断硬直犬の観察(脳と神経掲載予定)
- 6) 工藤達之: 去脳硬直及びその諸現象の機制に就て(脳神経領域掲載予定)
- 7) 工藤達之・名和 精・佐藤佐与: 中脳短横断による去脳硬直(脳と神経掲載予定)
- 8) 工藤達之・佐藤佐与 (1951) 赤梗の化学的刺激によつて起る運動現象とその神経々路 日本生理誌 13, 542
- 9) 工藤達之・佐藤佐与 (1951) 去脳硬直に於ける陽性硬直核 日本生理誌 13, 538
- 10) 黒木昌夫 (1943) 中脳に於ける間代性痙攣と交代性痙攣 条件反射 9-10, 1-16
- 11) 中邑 勇 (1943) 皮質性癲癇痙攣に関する錐体外路系に就いて 条件反射 6, 11-31
- 12) 中邑 勇 (1943) 皮質性歩行様運動に就いて 条件反射 7, 11-22
- 13) 小田 満: 皮質性継運動とその神経々路に就て(脳神経領域掲載予定)
- 14) 斎藤脩二・須田 勇 (1942) 犬の大脳皮質運動領の刺激によつて起る癲癇痙攣に対する刺激部位剔除の実験 条件反射 3, 22-29
- 15) 佐藤佐与: 皮質性歩行運動と実験的 Athetosis に就て(脳神経領域掲載予定)
- 16) 佐藤佐与・工藤達之 (1951) 陽性硬直核に対する諸種化学物質の作用に就て(慶応医学発表予定)
- 17) Sherrington, C. S. (1898) Decerebrate rigidity, and reflex coordination of movements. J. Physiol. 22, 319-332
- 18) 須田 勇 (1942) 皮質性癲癇痙攣の皮質下連鎖 条件反射 4, 100-115
- 19) 渡辺武之助 (1943) 小脳性癲癇痙攣とその経路 条件反射 9-10, 49-72

Summary

After the severing of medullar pyramids and the partial decerebration, the electrical stimulation of cortical motor area induced constantly the locomotive movement of four limbs. But after the section of pyramids only or after the partial transection of midbrain only, the cortical locomotive movement could not be evoked. Furthermore, the removal of vestibular nucleus abolished homolaterally the cortical locomotion.

From above observations, the author reached to the conclusions as follows,

1. For the cortical locomotive movement, the pyramidal system acts inhibitly and the rigidity inhibiting nucleus in midbrain has the same action.
2. The cortical locomotive movement initiated from the cerebral cortex, is continued through the activities of the locomotive nucleus of midbrain and the vestibular nucleus.

(Department of Physiology, Keio-gijyuku University School of Medicine, Tokyo)

単一神経繊維に於ける偽作流と KCl 濃度との関係に就て 612.014.423:612.014.46

〔第1報〕 KCl を作用させた部位に就て

The Interaction between the Potassium Concentration and the Action Current
of the Single Nerve Fiber.

Part 1. The Change at the KCl immersed part.

(本論文の要旨は第27回日本生理学会総会に於て報告した)

有 本 和 男 (Arimoto-Kazuo)*

I. 緒 言

古來細胞内に K^+ が多量にあることから、細胞の生活に K^+ が何等か重要な役割を有するであろう事が論ぜられて來た (Höber¹⁾, 鎌田²⁾等). 又近年神経に KCl を作用させると其の活動度を減じ、麻酔薬に似た作用をもつ事 (橋本³⁾, 鶴原⁴⁾) が報ぜられ、Webb & Young⁵⁾, Cowan⁶⁾ 等によつて高濃度の KCl によつて偽作流の大きさは小となることが報告せられている。此等の事より、我々は K^+ が生物の興奮性と平行して変化すると考えられる活動電位に大きな変化を生ぜしめる重要な因子の1つであり、且つかくの如き変化を生ずるのは神経の外部の電気抵抗が K^+ によつて相当大きな変化を受けるものとも考える事が出来るであろう。

又静止時に於て細胞の形質膜は K^+ に対して透過性を有し、 Na^+ には不透過性であると云われているが、若し此の考え方が正しいとするならば、形質膜の内外に電位差が生じた時に膜を通つて電流が流れる時には K^+ が大きな役割を演じているものと考えられる。従つて神経外部の溶液中に K^+ が多くなると、形質膜内外の K^+ の比が小となり、 K^+ の移動は減少し、従つて電流の大きさが減少する事が豫想出来る。此の様な質的变化に就て Blinks⁷⁾ 及び Osterhout⁸⁾ は Nitella にて、Hodgkin⁹⁾ は別出した巨大無髓神経に就ての研究業績を発表している。

然るに 1930 年慶応大学生理学教室に於て清

水¹⁰⁾が単一の有髓神経繊維を剔出する方法を確立してより、神経繊維に関する種々の研究が成しとげられ、多くの業績が完成されて來た。

而して前述の諸実験はすべて植物の単細胞又はヤリイカの如き無脊椎動物の無髓神経に就てであり、又他の研究も神経幹に就ての実験が多かつた。其処で著者はかくの如き重大な影響を及ぼす KCl が、我々の神経の大部分をしめる有髓神経にも同様な関係が成立するのであらうかとの疑問を生じたので此の剔出単一神経繊維を用い、神経の偽作起電力に対する K^+ の影響を検せんとし一連の実験を試みた所、興味ある事実を見出したので、此処に報告する次第である。

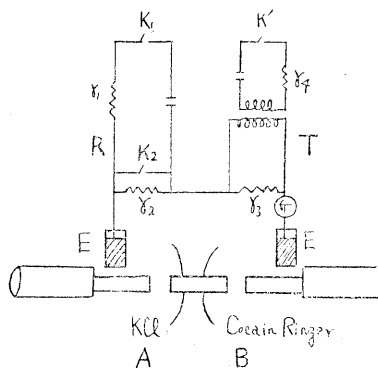
II. 実験方法

* 蟄の坐骨神経腓腹筋又は縫工筋標本より単一神経繊維を剔出し、此れを30~60分 Ringer 氏液中に静置した後実験に使用した。

A. 第1実験

第1図に示す如く田崎¹¹⁾の髓鞘乾燥法に従つて、空気で仕切られた間隙 1mm の硝子板の2つの Ringer 氏液 pool に、神経繊維の Ranvier 氏絞輪部が1つも此の硝子板の間や端の上に来ない様な位置に単一神経繊維剔出部を渡して固定した。電極としては $Zn-ZnSO_4$ -寒天 Ringer 型の不分極電極を用い、此れを介して T なる回路により神経繊維に感応電撃を与え、又 R なる回路により矩形流を神経繊維に作用させた。矩形流の持続時間は約 4msce で、此の持続時間は

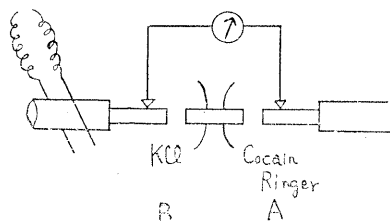
* 東京齒科大学生理学教室



第1図

T: 感応電撃回路, R: 矩形波回路, E: 不分極電極, A, B: プール, $r_1 r_2 r_3 r_4$: 抵抗, $K_1 K_2 K'$: 東式ペンデル接触

此等の実験に用いた繊維の基電圧の利用時よりも常に充分大きい値であつた。又興奮傳導による偽作流の大きさの変化を求めるには第2図の如く神経幹部に白金電極を置き、此れを刺戟した。そして其の偽作流を増幅し直接刺戟を与えた時の偽作流も、又傳導して來た偽作流も、此れを真空管増幅器に誘導し、拡大し此れを陰極



第2図

線オツシログラフに導き、現象を撮影記録した。

猶 KCl 混合液の作製に際しては、あらかじめ KCl の入らない Ringer 氏液 (以下 KCl free Ringer と呼ぶ) と 0.9% KCl 等張水溶液とを作つておき、KCl の濃度が種々なる濃度比になる様に KCl free Ringer の中に 0.9% KCl を加え相互の量の和が一定になる様にした。此れを低濃度の混合液から順次高濃度の溶液に置き換えて A 部に注加した。猶單一絞輪の偽作流を得るために B 部に 0.1% Cocain Ringer 氏液を注加した。

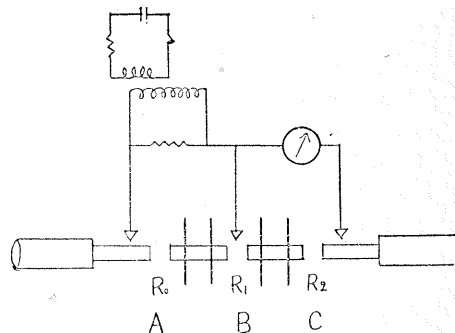
閾値及び偽作流の測定は前報告¹²⁾に依つて常

に閾値、基電圧、クロナキシーの一定な状態になる 5~10 分後に測定した。而も KCl を A 部に注いで、その都度 Ringer 氏液に返し、他の濃度の KCl Ringer 氏液に換えると測定値が大きく浮動して実験が非常に困難であつたので、Ringer 氏液に復す事を行わず次々と高濃度の KCl を作用させた。

B. 第2実験

第2実験に於ては第3図に示す如く田崎¹¹⁾の所謂3本土堤を使用した。

即ち3枚の硝子板を2対の空氣の小間隙に依つて互に隔絶された3つの Ringer 氏液 pool A



第3図

BC を作り、此れに各々1個の Ranvier 氏絞輪 $R_0 R_1 R_2$ をのせ、2つの小空隙上の髓鞘部を乾燥させた。而して各 pool に各々1個の Zn-Zn SO_4 -寒天 Ringer 型電極を置き、此れを介して回路 T により神経繊維に感応電撃を与えた。又興奮傳導に用いた装置は第1実験第2図と同様である。猶ブラウン管オツシログラフに誘導する装置は第1実験の場合と同様である。

此処で第1実験と異なる点は、第3図に於て先ず A 部と C 部に 0.1% Cocain Ringer 氏液を満して絞輪 $R_0 R_2$ を麻痺せしめた後、絞輪 R_1 の偽作流を撮影し、その偽作流の有無によつて閾値を決定した。然る後に A 部と C 部には 0.9% KCl 水溶液 (等張液) と 0.1% Cocain Ringer 氏液との比を種々の濃度に混合した溶液 (以下 Cocain-KCl-Ringer 氏液と呼ぶ) を作用させ、B 部には 0.9% KCl 水溶液と Ringer 氏液との比を種々なる濃度に混合した溶液 (以下 KCl-Ringer 氏液と呼ぶ) を作用させ、且つ A B C 各

poolのKClの濃度は常に等しくなる様にした。又興奮傳導による場合も同様、始め第2図A部を0.1% Cocain-Ringer氏液で麻痺しておき、実験にはB部と等しいKClの入つたCocain-KCl-Ringer氏液を入れ、次々とKCl濃度を高めて研究を行つた。

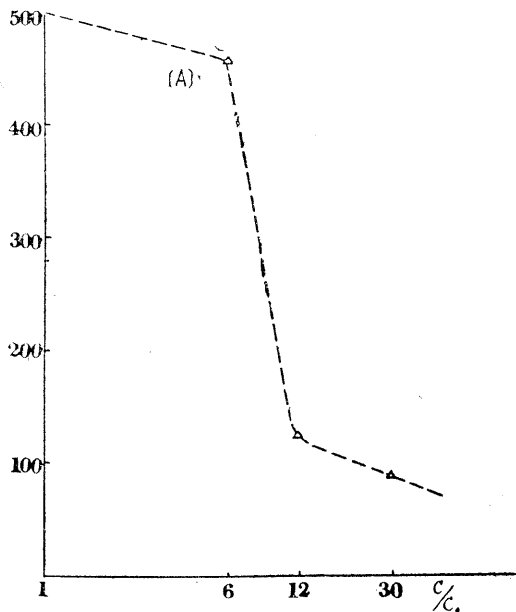
Ⅲ. 実験成績

A. 第1実験結果

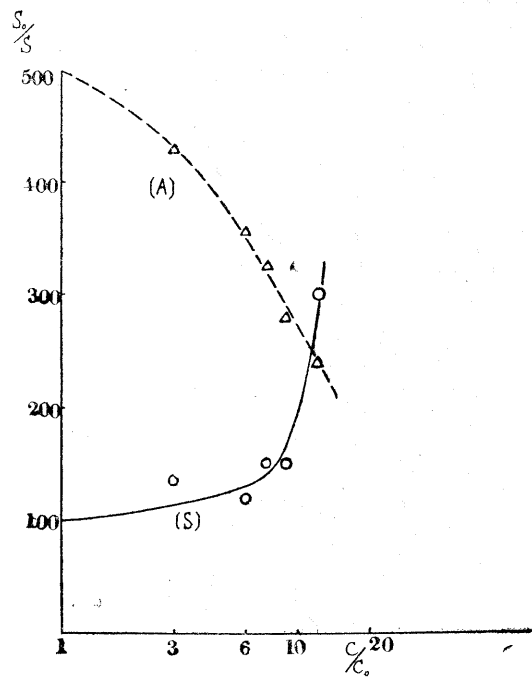
1. 興奮傳導刺戟 (神経幹部を刺戟) による偽作流の変化 (第4図参照)

C₀を普通のRinger氏液中に含まれるKClの濃度 (本実験では0.014%), Cを種々なるKCl水溶液とした場合のKClの濃度 (%) とすれば, C/C_0 は普通Ringer氏液中に含まれるKCl濃度の何倍に当るKCl量が全量中に含まれているかと云う値である。

此の結果は、偽作流の高さの変化はKCl 0.09 ($C/C_0 = 6.0$)迄は大なる変化なく、それ以上の濃度に於てはその大きさは急激に減少し0.45% ($C/C_0 = 30.0$)に於て偽作流は正に消失せんとしている。図の縦軸は偽作流の大きさであつて正常時の大きさを100とし、種々の濃度のKCl-Ringer



第4図 (A) Action current



第5図 (A) Action current (S) Threshold

氏液を作用させた場合に得られた偽作流の大きさの比を各々5倍した値を記載した。此の5倍に採つた理由は田崎¹¹⁾の報告により1つの絞輪に発生した偽作流の強さを、その隣の絞輪を興奮させる作用に注目して測る事にすれば、偽作流は外から与えた電撃と同じ生理的次元を持たせる事が出来、平常時の偽作流の値は閾値の約5倍になつてゐる事に基いたのである。

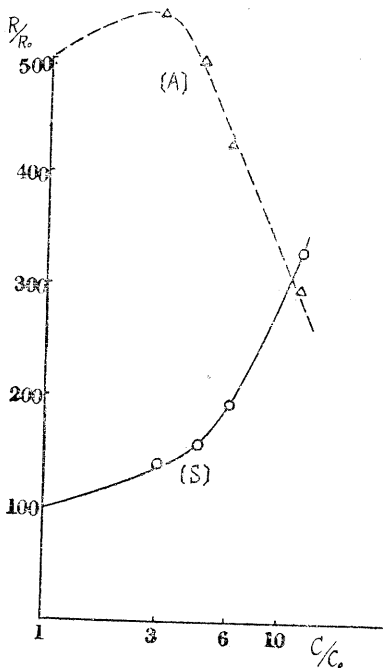
2. 感應電撃による刺戟部位の閾値並に偽作流の変化 (第5図参照)

閾値はKCl 0.045% ($C/C_0 = 3.0$)迄は一定か或は僅かに上昇するがKCl 0.09% ($C/C_0 = 6.0$)以上の濃度に於ては閾値は急激に上昇した。又偽作流の大きさの変化に就てはKCl 0.045% ($C/C_0 = 3.0$)迄は徐々にその大きさが小さくなり、それ以後の濃度に於ては急激に小さくなつた。KCl 0.18% ($C/C_0 = 12.0$)で偽作流は非常に小さくなり僅かに読みとれる程度になつて KCl 0.36% ($C/C_0 = 24.0$)では全く消失している。第5図の縦軸は正常時の閾値S₀を100とし、種々のKCl

-Ringer 氏液を作用させた夫々の場合の閾値 S と正常時の閾値との比を%で現した。

3. 矩形流による閾値並に偽作流の変化 (第6図参照)

KClの濃度を換えた場合に於ける矩形流による閾値との關係は次の通りである。即ち第6図の如く閾値の変化は KCl 0.09% ($\frac{C}{C_0}=6.0$)迄は徐々に上昇し、それ以上の濃度に於ては、急激に上昇するという結果を得た。偽作流の高さの変化は KCl 0.045% ($\frac{C}{C_0}=3.0$)迄はほんの僅かその大さを増し、それより漸次小となり KCl 0.0675% ($\frac{C}{C_0}=4.5$) 以後に於ては急激に小となる傾向を示した。而して KCl 0.18% ($\frac{C}{C_0}=12.0$) では偽作流は消失する直前の姿であつた。第6図の縦軸は閾値の比 $\frac{R}{R_0}$ を採り、正常時の閾値 R_0 を100とし種々のKCl-Ringer氏液を作用させた夫々の場合の閾値 R と正常時の閾値との比を%で現した。



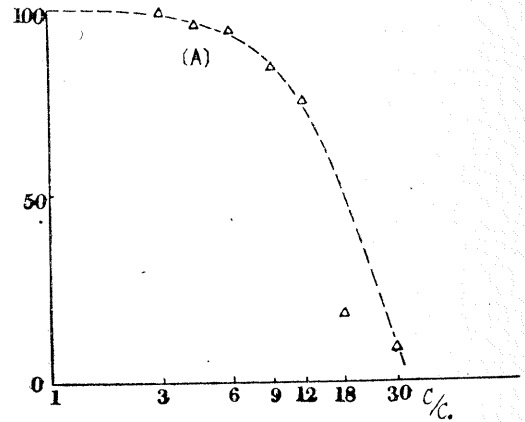
第6図

[A] Action current [S] Threshold

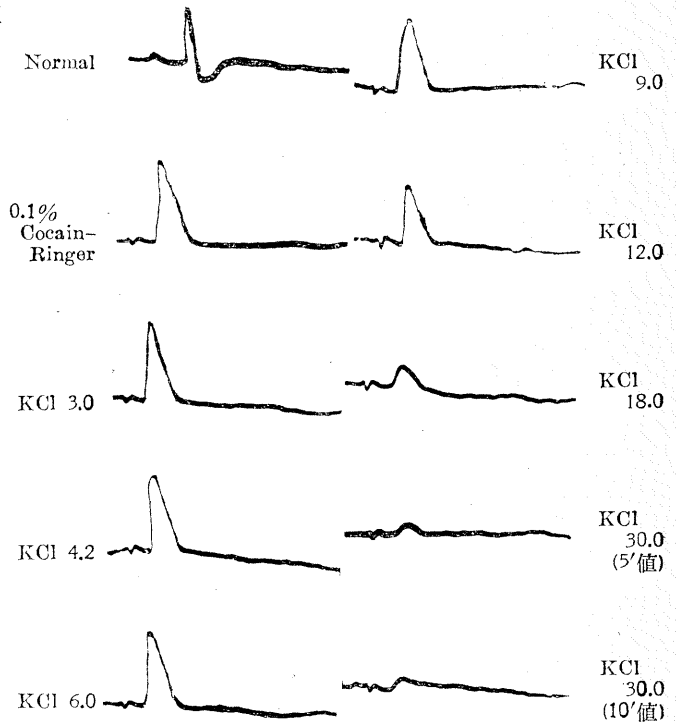
B. 第2実験結果

1) 興奮傳導(神経幹部刺激)による偽作流の変化 (第7図参照)

此の場合は KCl 0.063% ($\frac{C}{C_0}=4.2$) 迄は殆んど変化を示さなかつたが其れ以上の濃度に於ては急激に下降し、KCl 0.45% ($\frac{C}{C_0}=30.0$) に於ては偽作流は消失している (室温22°C)。



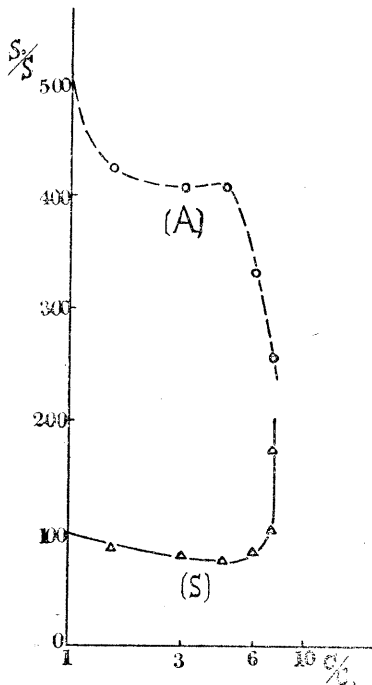
第7図 [A] Action current



興奮傳導 (第7図) の場合の偽作流の形ちの変化を示す

2. 感應電撃による刺激部位の閾値並に偽作流の変化 (第8図参照)

偽作流の大きさは KCl 濃度が Ringer 氏液中の KCl の約 4.5 倍迄は徐々に下降するが、それ以上の KCl 濃度に於ては急激に大きさを減じ、12 倍の濃度に於て偽作流は消失した。又閾値は



第8図

[A] Action current [S] Threshold

KCl 濃度が 4.5 倍迄は徐々に下降するが、6.0 倍以上の濃度に於て急激に上昇した。猶 KCl が 7.2 倍の時、KCl 作用後 5 分値と 10 分値を求めた所、時間の経過と共に閾値は急激に上昇して行く事が分つた。

IV. 考 察

冷血動物の細胞中の K^+ 量は体液又は海水、Ringer 氏液等の約 30 倍乃至数十倍 (Webb & Young⁵⁾, Cowan⁶⁾, Fenn¹³⁾) に達すると見られるので、細胞体内の K^+ の相当量がその偽作起電力の 1 つの素因をなしていると考えられる。そこで細胞形質膜内外の K^+ の濃度比を変化させれば、細胞の偽作起電力の大きさも変化を受けるとの想定が可能の事は緒言に述べた通りである。而して著者の実験結果から見ても、外部の KCl によつて偽作起電力は変化し、KCl 濃度

の増加と共に減少し、偽作起電力の完全消失を見る KCl 濃度は Ringer 氏液中の KCl 濃度の 12~30 倍である事が第 4~8 図によつて推定出来る。此の値は Webb & Young⁵⁾, Young¹⁴⁾ 等のヤリイカ、カニ等の巨大纖維を用いて得た 20~30 倍の値に近く、又 Höber¹⁾ の推定した値にかなりよく一致している。

此の様に外液の KCl 濃度が Ringer 氏液の約 30 倍以上の場合に神経纖維の偽作起電力が消失するのは細胞内 K^+ によつて形質膜に与えられた性質が外液の K^+ によつて破られる爲であろうが、此の原因も單に Donnan の膜平衡の考え方で説明出来るものか、又は全く新しい考え方を必要とするものであるかに就ては本実験からでは断定する事は困難である。

又神経纖維の一部に KCl を作用させると、KCl を作用させない部分との間に、当然 KCl の濃度差による電位差が生ずる事が直ちに考えられる。

此の様に考えると第 1 実験に於ける KCl を作用させた A 部は K^+ に就てのみ考えれば、陽極電気緊張の状態にあると考えられる。然るに神経纖維の偽作流は、陽極電気緊張によつて大 (田崎¹¹⁾) となる筈である。が、然し第 1 実験より得られた結果は正常時の Ringer 氏液中の KCl 濃度を標準とした時の KCl 濃度の倍数の対数に比例して小となつてゐる。其処で著者は第 2 実験を試みたのであるが、第 2 実験に於ては、各 pool に等濃度の KCl を作用させたのであるから少くとも濃淡電位差が生ずる事は考えられない。従つて KCl に就てのみ考えれば両誘導電極間には何等電位差の生ずる事は考えられないであらう。それにも関らず偽作流並に閾値の示す曲線は、第 1 第 2 実験共に共通した変化を示した。従つて此れよりすれば偽作起電力と KCl 濃度との相関々係は電気緊張によつて生じた変化ではないと云う事を認めて良いのではなからうか。

次に外液の KCl の濃度が増すとその部位の閾値が見掛上増大しているが、此れは KCl を作用させた直後には閾値の下降 (2~数倍では

殆んど変化なし)が見られる事¹²⁾と髄鞘部にKClを作用させた場合に於て、その部の抵抗値が小となる事(宮原¹⁵⁾)から次の様に考えられる。

即ち KCl を作用させた神経纖維の部位全部に渡つて、従来通りに K^+ が膜の透過性を増加せしめると云う考え方をもつて來ても、透過性が増加するならば、其の部位の電気抵抗値が小となるので、従つて絞輪部の如き一部分を通る電流が小となる。田崎¹¹⁾が述べている如く、有髄神経の興奮は Ranvier 氏絞輪より起るものとすれば、絞輪に対する刺激効果は、他の回路を流れる電流が膜の抵抗値が減少すればする程大となり、従つて絞輪部を流れる電流は小となる。そこでより大なる刺激値を与えなければ効果が現れない事になるであろう。故に見掛上の閾値が上昇すると考えてもよいであろう。又第1実験の場合、正常 Ringer 氏液中の濃度よりは大であるが比較的 KCl の低濃度の時に見られた偽作流の上昇も、第2実験の際には見られない所を見ると、此の変化は少くとも誘導電極間の濃淡電位差の如きものが偽っているとも考えられるであろうが、又一方に於ては従来通り此の程度迄は K^+ の透過性の増大により Ranvier 氏絞輪部附近のみの抵抗値の減少から増幅器回路への電流が増加し、此の様な上昇の生じたものとも思われる。然し以上の結果を綜合して見ると、KClの神経に対する効果と云うものは非常に特異的なものであると云えるであろう。

V. 結 論

著者は蟻の坐骨神経腓腹筋並に縫工筋標本に單一神経纖維剥出の操作を加えて、此れに種々なる濃度の KCl-Ringer 氏液を作用させ、興奮傳導、感応電撃、矩形流により KCl 作用部位の閾値並に偽作流の変化を追求した所次の結果を得た。

1. 目標とする Ranvier 氏絞輪部の、Ringer 氏液の KCl 濃度を変化せしめると、KCl濃度がRinger氏液の約3倍位迄は、偽作流は僅かに上昇するが6倍以上の濃度になると急激に下降

し、同時に閾値は急激に上昇する結果を得た。

2. 次に少くとも KCl に就ての各誘導電極間の濃淡電位差又は其れに基づく電気緊張の影響を取り除くため、各電極間にも同濃度の Cocain-KCl-Ringer 氏液を入れ、目的の部位のみ麻酔薬を入れず、同濃度の KCl-Ringer 氏液を作用した所が、殆んど1と同じ結果を得たが、3倍値迄に見られた偽作流の上昇は見られなかつた。

3. 前2者の実験共に興奮傳導、感応傳撃、矩形流の3者の刺激方法に対しては同一の結果を得た。

4. KCl 濃度 12~30 倍になると何れも傳導中絶が見られた。

5. 各電極間の KCl 濃度の不平等の際も、又平等の時も同一の傾向を示したので少くとも KCl濃度差に由來する濃淡電位差に依る電気緊張の結果から、閾値の上昇、偽作流の減少は説明する事は困難である。

6. 従つて KCl は細胞の形質膜に対して特異的な作用を有している事が想定される。

擧筆するに當り、御校閲の勞をとられた慶応大学医学部教授兼東京歯科大学講師加藤元一博士に感謝し、御指導、御校閲を賜つた山田守教授、丸橋寿郎助教授に深謝する。

文 献

- 1) Høber, R. (1945) Physical chemistry of cells and tissues. Philadelphia, Blackiston. (Grundfest, H., Bioelectric potentials in the nervous system and in muscle. Ann. Rev. Physiol. 9, 1947, 477-506 に因る)
- 2) 鎌田武雄 (1950) 原形質の生理学的研究 岩波書店発行
- 3) 橋本程次 (1931) K「イオン」を以てせる神経麻酔部位の偽作流の変化 慶応医学 12, 321
- 4) 鶴原玉子 (1943) 諸種イオン作用時の神経興奮傳導速度の変化
- 5) Webb, D. A. and J. Z. Young (1940) Electrolyte content and action potential of the giant nerve of Loligo. J. Physiol. 98, 299-313
- 6) Cowan, S. L. (1934) The action of potassium and other ions on the injury potential and action current in Maia nerve. Proc. Roy. Soc. B. 115, 216
- 7) Blinks, L. R. (1930) The direct current resistance of Nitella. J. Gen. Physiol. 13, 495

- 8) Osterhout, W. J. V. (1934-1935) Nature of action current in *Nitella*. *J. Gen. Physiol.* 13, 215
- 9) Hodgkin, A. L. (1947) The effect of potassium on the surface membrane of an isolated axon. *J. Physiol.* 106, 319-340
- 10) 清水忠夫 (1930) 剔出單一神経纖維單一筋纖維の作製法に就て 慶応医学 11, 1903-1912
- 11) 田崎一二 (1944) 神経纖維の生理学 河合書店発行
- 12) 有本和男・宮原長知・福本 忍 (未発表) (1950) 第27回生理学会口演要旨 (日本生理誌 12)
- 13) Fenn, W. O. (1934) Electrolytes in nerve. *Am. J. Physiol.* 110, 74
- 14) Young, J. Z. (1937) The structure of nerve fibres in cephalopods and crustacea. *Proc. Roy. Soc. B.* 121, 319-339
- 15) 宮原長和 (未発表)

Summary

The author separated the single nerve fibre from the sciatic nerve-gastrocnemius muscle preparation, and irrigated the KCl-Ringer's solution of varying concentration to this nerve fibre. By conducting impulses, induction shocks and rectangular current, author pursued the change of the threshold and the action current at the KCl-immersed part, and got a following result.

1) At the place marked "A" of Fig. 1, when the KCl concentration was changed, the action current increased until the KCl concentration become as much as three times that of the Ringer's solution, and it decreased suddenly when the KCl concentration become six times that of the Ringer's solution, and at the same time the threshold decreased suddenly.

2) When KCl concentration added to the both place marked "A" and "B" of Fig. 1, to prevent the concentration potential, the same result as 1) was acquired. But no change of increase of the action current was found.

3) In the two experiments above-mentioned, the same results was found by conducting impulses, induction shocks and rectangular current.

4) When the KCl concentration become 12-30 times of Ringer's solution, there was no action current flow in each cases.

5) It is difficult to explain the decrease of the threshold and the action current by the potential difference between "A" and "B".

6) It can be supposed that the potassium has a special action to the plasma membrane.

(Department of Physiology, Tokyo Dental College)

単一神経繊維に於ける偽作流と KCl 濃度との関係に就て 612.014.423:612.014.45

(第2報) KCl を隣接絞輪部に作用させた場合に
正常絞輪部に及ぼす効果に就て

The Interaction between the Potassium Concentration and the
Action Current of the Singel Nerve Fiber.

Part 2. The Change at the neighbourhood Ranvier's Node from the immersed part.

(本論文の要旨は第27回日本生理学学会総会に於て報告した)

有 本 和 男 (Arimoto-Kazuo)*

I. 緒 言

著者は前報告に於て、蟻の神経繊維のRanvier氏絞輪部に KCl を作用させると、KCl の濃度が大となるに従つてその部位の偽作起電力が小さくなる事を報告した¹⁾。これは KCl の濃淡電位差によつてその部位が陽極電気緊張の状態にある事では説明出来なかつた。

一方田崎²⁾ は1つの絞輪に KCl を作用させると、その隣接正常 Ranvier 氏絞輪が正で、KCl を作用させた絞輪が負である様な方向をもつ適当な電圧を与えると、その正常絞輪部の閾値が変化しないと云う実験結果を得て、これから KCl の濃度差によつて生ずる電位差を推定している。従つて此の結果が成立するならば、当然 KCl を作用させた絞輪に隣接する絞輪部が種々なる濃度の KCl によつて閾値及び偽作流が影響を受ける事が考えられる。其処で著者は隣接 Ranvier 氏絞輪が如何なる変化を示すかを追求せんとして、此処に報告する如き実験を行った。

II. 実験方法

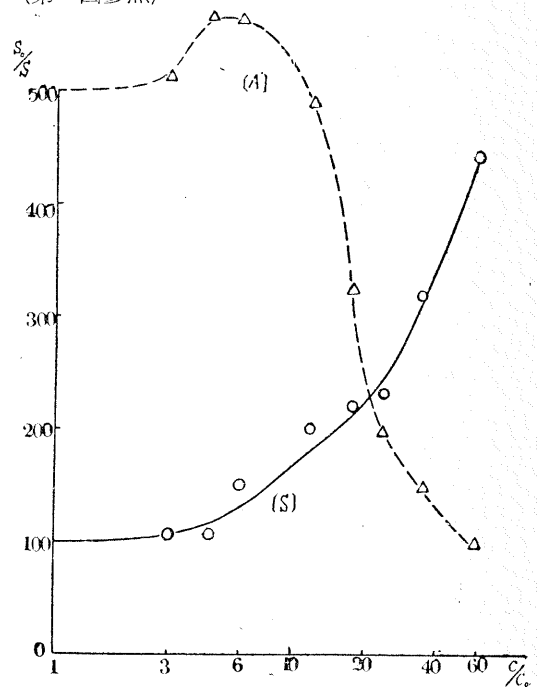
実験材料。実験装置は全く第1報、第1,2図と同様である。即ち、別出単一神経繊維を用い田崎²⁾ の髄鞘乾燥法に倣つて、各種濃度の KCl-Ringer 氏液を一侧に作用させ(A部)隣の普通 Ringer 氏液の浸してある部位(B部)の閾値並に偽作流の変化を、感應電撃、興奮傳導、矩形流

を用いて追求した。

單絞輪性の偽作流に就て觀察する事が実験の性質上不可能の爲、双絞輪性の偽作電流の立上りから Spike の頂点迄の大きさを測定し、注目する絞輪の偽作流の大きさとする不自然さを黙認する事とした。又実験に際して5~10分値によつて閾値並に偽作流の変化を測つた。

III. 実験成績

1) 感應電撃による閾値並に偽作流の変化
(第1図参照)



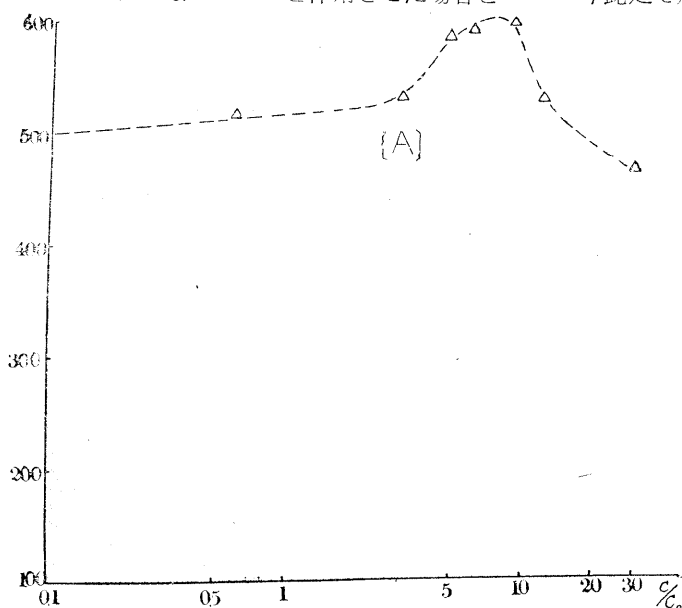
第1図 [A] Action current [S] Threshold

* 東京歯科大学生理学教室

種々の濃度の KCl-Ringer 氏液を一側の Ranvier 氏絞輪部に作用させ隣の正常絞輪部への影響を検した。その結果は、閾値は KCl 0.0675% (溶液の KCl 濃度 (C) は普通 Ringer 氏液中に含まれる KCl 濃度 (C_0), 即ち 0.014% の約 4.5 倍) 迄は僅かに上昇するか、或は殆んど変化なく KCl 0.09% (6.0 倍) 以上の濃度に於ては、閾値は急激に上昇している。而して KCl 0.9% (60 倍) に於ては KCl を作用させない時の閾値の約 4.5 倍に上昇した。又偽作流の大きさは KCl 0.09% (Ringer 氏液中の KCl の 6 倍) 迄は徐々にその高さを増し、それ以後は大きさは急激に減少、KCl 0.9% (60 倍) に於て偽作流は消失した。第 1 図の説明に於て、縦軸の $\frac{S}{S_0}$ 及び横軸の $\frac{C}{C_0}$ は第 1 報の通りである。

2) 興奮傳導に依る偽作流の変化 (第 2 図参照)

此の場合に見られる偽作流の大きさの変化は、KCl 0.09% (6.0 倍) ~ 0.135% (9.0 倍) にて最大に達しそれ以上の高濃度に於てはその大きさは急激に減少し、KCl 0.45% ($\frac{C}{C_0} = 3.0$, 即ち Ringer 氏液の 30 倍) 以上の濃度に於て急激に小さくなっている。第 2 図の縦軸は正常の偽作流の大きさを 100 とし、種々なる KCl を作用させた場合と



第 2 図 [A] Action current

の比をそれぞれ 5 倍して記載した。横軸は C/C_0 で現わしてある。

3) 矩形流による閾値並に偽作流の変化 (第 3 図参照)

矩形流によつて求めた場合は、閾値は KCl 0.0675% (約 4.5 倍) 迄は僅かに上昇するが、それ以上の KCl 濃度では急激なる上昇を示している。又偽作流の大きさは 0.0675% (4.5 倍) 迄はその大きさを増大するも、それ以上の KCl 濃度に於ては急激に減少し、KCl 0.54% (約 36 倍) で偽作流は消失寸前の状態となり、KCl 0.9% (60 倍) では全く消失している。第 3 図の縦軸、横軸の説明は第 1 報に於ける矩形流による実験 (第 4 図) の場合と同様である。

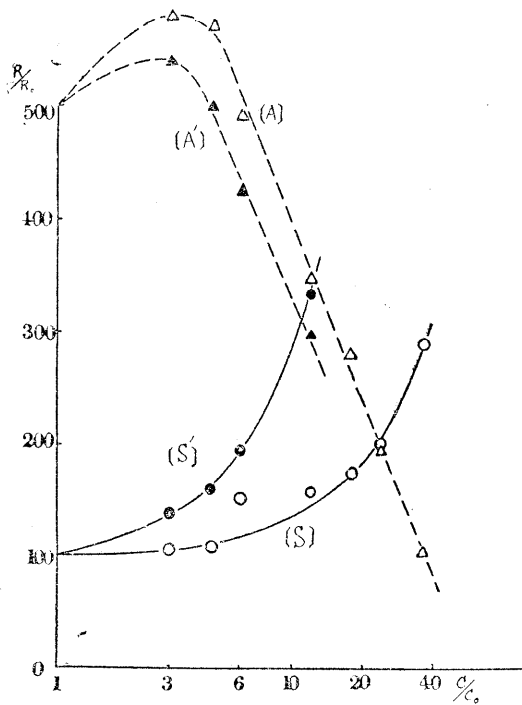
VI. 考 察

本実験に於て一側に KCl を作用させたのであるから、KCl の濃度のみによつては隣接正常絞輪部は陰極電気緊張の状態にあると考えられる。かくすれば正常絞輪部の偽作流は小となり、閾値は下降すべきである事は田崎²⁾の報告から豫想出来る。然し豫期に反して閾値は見掛上増大した結果を得た。

今此處で矩形流による実験と前報告の KCl を

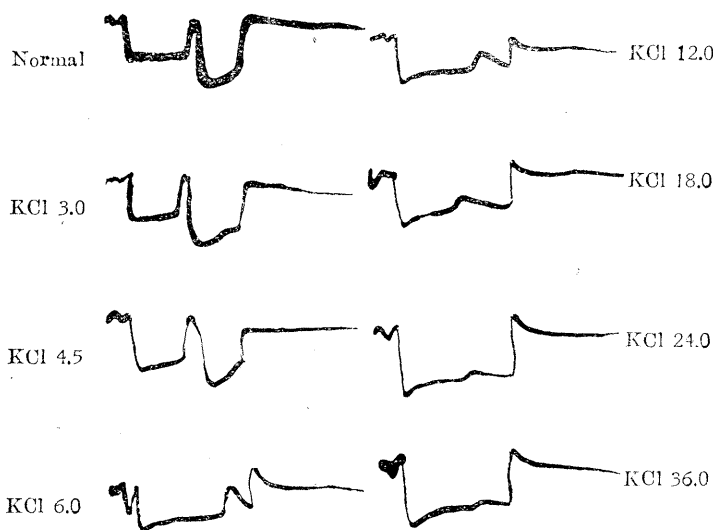
作用させた部位とを比較して見ると (第 3 図参照), 図に於て $[A']$, $[S']$ は KCl 作用の偽作流の大きさ及び閾値の変化を現わし, $[A]$, $[S]$ は正常絞輪側の偽作流の大きさ、閾値の変化である。 $[A']$, $[S']$ の曲線は $[A]$, $[S]$ の左側に存在し、而も偽作流曲線 $[A']$ と $[A]$ とは略々平行している。従つて或る KCl 濃度の時は正常部位の偽作流は K 作用部位の約 $2/3$ であり、閾値も亦 K 作用部位の約 $2/3$ となつてゐる。即ち正常絞輪部の変化は、大体その部位に $1/2 \sim 1/3$ の濃度の KCl を作用させた時と同等の結果となる。

然らば此の隣接正常絞輪部への影響は一体何によるのであろうか。



第3図

- [A] Ringer 側の Action current
[A'] KCl作用側の Action current
[S] Ringer 側の Threshold
[S'] KCl 作用側の Threshold



矩形流 (第3図) の場合の偽作流の形ちの変化を示す

第1の説明として、当然 KCl 濃度だけがA部、B部に於て異なるのであるから、濃淡電位差による電気緊張が考えられ、B部は陰極電気緊張を受ける事になる。田崎²⁾の報告によれば偽作流は陰極電気緊張の時は小となり、その閾値は僅かに下降し、然る後に上昇する事を報告している。著者の結果も此れと相似の結果を得ているが、田崎の報告では 150mV 位の陰極電気緊張の時でも、やつと正常時の閾値に回復しているに過ぎない。著者の得た閾値の上昇は此れに比すると急激に高くなっている。

第2に考えられる事は、Donnan の膜平衡の考え方であつて、K⁺ の偽により、その膜平衡の変化より膜電位を減少せしめ、且つ Donnan の膜平衡を充す爲には、外部の K⁺ の増加によつて繊維内の K⁺ はその部で濃度が大きくなり、K⁺ へのみついて電氣的平衡を保ち、その結果正常絞輪部では K⁺ は小なる事になる。かくして内部の変化がその隣接正常絞輪部にも及んで、隣接正常絞輪部内外の K⁺ の比が変化し、正常部位の閾値並に偽作起電力を変化せしめ、かくして第1, 2, 3 図に示す結果となつて現れたものとも考えられる。

第3として、かつて鎌田³⁾は筋肉に外液として作用させる KCl の濃度を種々に換えて行くと、大体外液の KCl の濃度が 20mM/kg 水になると逆に K⁺ が出て $\frac{K_i}{K_o} = 1$ となる (K_i, K_o はそれぞれ筋内細胞内外に於ける K⁺ 濃度) 事を証した。此れより従來の考えの如く、K⁺ が形質膜を自由に出入り出来ると考えると、膜内に入つた KCl は第1報に於て述べた如く、KCl作用部位の膜の透過性を増す結果、其の部の局所回路のため電流計への電流は小となり、且つ閾値は増大する事が推察出来る。此の場合 KCl作用部位は正常絞輪部より K⁺ 濃度が大きくなる結果、軸索

を通つて、作用部位と正常部との間に拡散が行われる事も考えられるであろう。もし此の軸索を通つて KCl 作用部位と隣接正常部位に K^+ の拡散が行われるという假定が許されるならば、正常部位に於ては、今度は形質膜内外の K^+ 濃度が不調和の状態に置かれる事になる。KCl 作用部位に於て、KCl 作用時間が長くなり、又 KCl 濃度が高くなるにつれて、KCl 作用部位と隣接絞輪部との間に軸索を通つて、より多くの K^+ が流れ出る事になる。そうすれば正常絞輪部に於ては、KCl は膜内増加によつて透過性を増す事になる。そこで前報告に述べた如く、膜内外の抵抗は減少し、偽作起電力が減じ、閾値は大となり、偽作流は小さくなる結果を示すのであると考えられる。此れは隣接正常絞輪部に何%かの濃度の KCl を与えたと同じ結果を生ずべきで、その結果と良く合致するが、假定が多く、可能性は小と云わなければならない。

かく論じて來たものの、そのよつて來る変化が KCl による濃淡電位差によるか否かを明確にする事が重要な事となる。そこで著者は第3報に於て此の問題を論ずる事にしよう。

V. 結 論

著者は臺の坐骨神経腓腹筋並に縫工筋標本を用いて單一神経纖維剥出の操作を加え、田崎の髓鞘乾燥法に従い、各種濃度の KCl-Ringer 氏

液を作用させ、その隣接正常絞輪部に於ける偽作流の大きさ並に閾値の変化を、刺激として感応電撃、矩形流、興奮傳導によつて追求し、次の結果を得た。

1) 感応電撃及び矩形流刺激によるそれ等の閾値は、KCl 0.065% (約 Ringer 氏液中の KCl 濃度の 4.5 倍)迄は殆んど変化なく、それ以上の濃度に於ては閾値は急激に上昇すると云う共通の変化を認めた。

2) 感応電撃及び矩形流刺激、興奮傳導の何れの場合も、偽作流の大きさは、KCl 0.0675% (4.5 倍)~0.09% (6 倍)迄は僅かに上昇するが、それ以上の濃度に於ては急激にその高さを減じ、KCl 0.45% (30 倍)~KCl 0.9% (60 倍)で消失している。

3) 以上の変化は、大体その部位に、KCl 作用部位の何分の 1 かの KCl を作用させた場合に相当する変化と同等と考えられる。

稿を終るに際して、御校閲の勞を賜つた慶応大学医学部教授兼東京歯科大学講師加藤元一博士に感謝し、御指導御校閲の勞をわずらわした山田守教授、丸橋寿郎助教に感謝の意を捧ぐ。

文 献

- 1) 有本和男 (1952) 單一神経纖維に於ける偽作流と KCl 濃度との關係 (第1報) KCl を作用させた部位に就て 日本生理誌 14, 70
- 2) 田崎一二 (1944) 神経纖維の生理学 河合書店発行
- 3) 鎌田武雄 (1950) 原形質の生理学的研究 岩波書店発行

Summary

The author separated the single nerve fibre from the Sciatic nerve-Gastrocnemius muscle preparation. According to Tasaki's "Bridge insulating method", author pursued the influence of the threshold and the action current at the next normal Ranvier's node, when the KCl concentration was added to the place "A".

1) When the KCl concentration was up to 0.0657%, no change of the threshold was found. But when the KCl concentration was more than that, the threshold decreased suddenly.

2) When the KCl concentration was up to 0.0657%, the action current slightly increased. But when the KCl concentration was more than that, the action current suddenly decreased. And when the KCl concentration was 0.45~0.9%, the action current could not be found.

3) The above-mentioned change was just the same when the 1/2~1/3 KCl concentration added to the place "B".

(Department of Physiology, Tokyo Dental College)

JOURNAL OF THE PHYSIOLOGICAL SOCIETY OF JAPAN

日 本 生 理 学 雜 誌

第 13 卷

昭和 26 年 (1951)

日 本 生 理 学 会

日本生理学雑誌第13巻総目次

A. 原 著

第3号 昭和26年3月25日発行

足立千鶴子	筋注法及び神経注法による骨骼筋の収縮について	123
高木作治	尿緩衝能について	126
高木作治	尿酸の解離恒数について	129
山形寿郎	骨骼筋に対する Veratrin の作用に就いて	132
木村一雄・山形寿郎	骨骼筋繊維のなし得る機械的仕事の大きさに就いて	140
川田深太郎・山形寿郎	骨骼筋繊維の伸展による短縮性の変化に就いて	143
瀬在昌次	Acetylcholine 感受性並に抗 histamine 劑の抗 acetylcholine 作用に就いて	146
佐々木寛昌	聴原発作と E. K. G	151

第4号 昭和26年4月25日発行

矢作善一郎	Scheminzky 轉換効果ならびに直流通流及び温度のこれに及ぼす影響	163
銭場武彦	腹腔血管から蹠膜血管への反射	175
福田邦三・大川眞澄	日本人の感覚する色調の名と波長の関係に就て	179
新島旭	ヒキガエルに於ける迷走神経性呼吸反射	187
銭場武彦	nicotinの心臓血管に対する作用	198
銭場武彦・入沢宏	nicotinの血圧に及ぼす影響に就いて	203
長谷川渙	人に於ける呼吸條件反射の形成実験	211
福場友重	皮膚血管と温度との関係	216

第5号 昭和26年5月25日発行

李鐘晚	各種脊椎動物の正常血液凝固時間に就いて	221
市岡正道	いわゆる IRRESPONSIVE PERIOD に就いて	224
福場友重	動脈の弾性組織に就いて	230
福場友重	動脈の筋量に就いて	237
近内康夫	労働作業の味覚に及ぼす影響に就いて (第1報)	243
西沢一男	肢誘導に於ける短絡の影響	264
藤沢正輝	溶血に関する研究	260

第6号 昭和26年6月25日発行

本庄保	筋肉に於ける細胞内液と細胞外液 (第1報) Ringer 液中に於ける筋の水腫	273
本庄保	筋肉に於ける細胞内液と細胞外液 (第2報) Ringer 液浸漬筋のシボリ実験	283
八田博英	靜脈環流に関する一実験	291
八田博英	胸管の収縮性について	294
八田博英	神経を介しての胸管の収縮性について	298

第7号 昭和26年7月25日発行

飯塚恒治	乳酸の血管系に対する作用	309
松永千秋	肺温の研究	313
加藤初藏	カエルの呼吸の研究 I 正常呼吸と CO ₂ -刺激について	319
加藤初藏	カエルの呼吸の研究 II 呼吸運動の機序について	323

銭場武彦・福場友重・岸 良尚	脾静脈圧の週期的変動について	328
高 中 聰 昭	妊婦血清中 Chorionic gonadotropin 濃度に就いて	332
高 中 聰 昭	Chorionic gonadotropin の肝臓に於ける破壊	337
第8号 昭和26年8月25日発行		
岩 木 五 郎	アミノ酸々化酵素系におけるSH-基の意義について Ⅰ. p-chloromercuribenzoateによる阻害	351
岩 木 五 郎	アミノ酸々化酵素系におけるSH-基の意義について Ⅱ. amperometry によるSH-基の定量	356
畠 山 一 平	動脈々波の基礎振動と末梢抵抗 (其の1) 理論的考察	360
古 山 誠	生理的クレアチン尿の出現頻度並びにそれが意義	367
岡 谷 豊	冬眠中の墓から作った後索-後根標本に於ける神経線維の活動電流及び傳導 速度に関する研究	375
高木健太郎・長谷川 弘	運動時の呼吸促進について (第4報) 人体に於ける枸橼酸ソーダの 動脈注射による呼吸促進	381
大 川 眞 澄	色覚異常者の主観的スペクトルに就いて (第1報) 第二色盲と判定された色 盲の主観的スペクトルに就いて	385
第9号 昭和26年9月25日発行		
石 井 公 正	呼吸の交代性発現の原因について	399
山 本 正 道	血液蛋白の栄養学的意義に関する研究 (第1編) 食蛋白量と血液性状の關係 に就いて	408
銭場武彦・岸 良尚・福場友重	腸の週期的收縮と静脈圧の変動に就いて	415
長 谷 川 渙	呼吸運動と呼吸気流に関する研究	419
岩 瀬 善 彦	油-食塩水層による神経模型の研究 (第1報) アセチルコリンの滴下による Spik and dome potential について	431
林 緑・須田 勇・宮木高明・足立千鶴子・鬼頭京子	骨格筋より抽出した筋收縮催起物質 と抑制物質に就いて	434
第10号 昭和26年10月25日発行		
中 野 裕 雄	性周期妊娠及び産褥間に於ける血液凝固に就いて	447
福原 武・中山 (旧蒲原) 沃・馬場三郎・小田中 貞	脳幹切断の呼吸運動に及ぼす影響	454
飯 塚 恒 治	肺臓に至る血管運動神経に就いて	459
山 本 正 道	血液蛋白の栄養学的意義に関する研究 (第2編) 血液蛋白の貯藏蛋白として の意義	462
銭場武彦・岸 良尚	腎臓の週期的收縮と動脈圧の変動に就いて	471
山 地 康 平	筋労作時の蛋白代謝に関する研究 (第1報) 労作訓練時の窒素代謝	476
山 地 康 平	筋労作時の蛋白代謝に関する研究 (第2報) 労作訓練時の血液性状	483
第11号 昭和26年11月25日発行		
山 地 康 平	筋労作時の蛋白代謝に関する研究 (第3報) 労作訓練と労作時の蛋白代謝の 時間的消長	491
佐 藤 宏	Epinephrine 及び Nor epinephrine の心臓血管作用の比較	497
築 山 一 夫	条件行動と脳波	499
堀 内 冷	疲労と脳波 (強制水泳による鼠脳波の変化)	505
須田 勇・鬼頭京子・宮木高明・佐竹一夫	骨格筋より抽出した筋收縮催起物質の化学的同定	510
飯 田 敏 行	寒冷血管反応に関する研究 (第3報) 寒冷血管反応に関与する神経について	513
時実利彦・近藤達子・時実 博	四肢筋に現れる上下・左右・前後運動による迷路性反射に就	

いて-Neuromuscular unit の活動様式に関する研究 (7)	518
---	-----

第12号 昭和26年12月25日発行

谷 道也・名和 精・伊藤秀三郎 中脳短縦断による去脳硬直	533
工藤達之・佐藤佐与 去脳硬直に於ける陽性硬直核	538
工藤達之・佐藤佐与 赤核の化学的刺戟によつて起る運動現象とその神経々路	542
眞 島 英 信 蕨の神経傳導速度に関する研究 (第1報) 部位による傳導速度の変化及波形 分離	547
眞 島 英 信 蕨の神経傳導速度に関する研究 (第2報) 脊髄後索に於ける傳導速度	552
岡 本 彰 祐 中枢神経系の化学的発効物質としての glutamin 發 Na に対する蛋白体及び組 織乳劑の抑制現象及脱制止現象について	555
藤 本 克 己 筋及神経の電流性分極並にオーム抵抗に関する研究	593

B. 抄 録

第1,2号 昭和26年4月10日発行

第28回日本生理学会 (昭和26年4月2~4日 東大理学部講堂に於て)

(第1,2号の初めにある目次を此の場所に挿入して下さい)

第6号 昭和26年6月25日発行

第1回日本生理学会北海道地方会 (昭和25年12月9日(土)午前9時より)

1. 大原弘通・丸山俊藏 アセチルコリンの化学的新定量法並にコリンエステラーゼの定量	301
2. 今 野 章 アセチルコリン新定量法の生物学的応用	301
3. 永井寅男・大原弘通 Polarography による Acetylcholin の定量について	301
4. 大 江 正 純 心臓各部の Cholinesterase に就いて	301
5. 横 山 稔 心臓の自効性に関する研究	301
6. 藤 野 和 宏 発生過程に於ける鶏 E.K.G.	302
7. 水 原 良 樹 家鶏胎児心臓刺戟傳導系の組織化学	302
8. 永 井 精 吾 脳波分析装置の試作	302
9. 望 月 政 司 微小白金電極による生体組織の酸素消費の定量について	302
10. 中 村 治 雄 澱粉クロマトグラフィによるアミノ酸の分離について	302
11. 田 口 暢 茂 結核菌の電子顕微鏡像に就いて	303
12. 本間慶藏・板垣二郎 発熱物質について	303
13. 本間慶藏・谷内敏雄 蛋白性酸素運搬條件について	303
14. 吉 野 克 美 デフテリヤー抗血清分離精製について	303
15. 櫻 谷 昌 夫 白血球分離法に就いて	304
16. 簗 島 高 人工血液に関する研究	304

第71回生理学東京談話会 (昭和25年12月16日(土)午後1時より)

1. 時 実 利 彦 Neuromuscular Unit の 活動様式 (5) 緊張性頸反射について	304
2. 河 島 敏 夫 膀胱の伸展性に対する神経支配	305
3. 山本 清・鈴木泰雄 蛋白質の水素イオン緩衝作用に及ぼす無機塩類の影響に就いて	305
4. 後 藤 鹿 島 骨筋線維の持続性短縮の状態と各種イオンとの関係について (第1報)	306
5. 増田 允・酒井敏夫 反応による大脳機能の研究	306
6. 猪 飼 道 夫 アルコールの姿勢反射に及ぼす効果	306
7. 石 川 利 寛 偽作業と静作業	307
8. 丹野橋彦・小泉芳夫・杉田和子 赤血球膜の膠質構造と透過性に就いて	307
9. 近新五郎・浦田 卓 電気泳動法による血清蛋白質の研究 (第1報)	307

10. 小野大郎 筋蛋白の電気泳動的研究 (第1報) 308

第7号 昭和26年7月25日発行

第2回九州地方生理学会 (昭和25年10月28~29日)

1. 河田眞雄 網膜、副腎組織の呼吸商に対する VB_2 , CN, Methylene Blue (Mb) の影響 341
2. 松川 猛 組織呼吸に対するエチルアルコールによる影響 341
3. 古原和夫 クエン酸の心臓筋肉組織呼吸に及ぼす影響に就いて 341
4. 古田堅次 胎盤及び胎児肝の發育に関する研究 胎盤及胎児肝の組織新陳代謝に就いて 341
5. 若江百恵 虹彩上皮組織の培養に関する研究 342
6. 間田直幹 網膜の電氣的興奮性の變動について 342
7. 河内虎男・馬場恢彦 還元劑としてのハイドロサルファイトについて 342
8. 河内虎男 動物のプリン代謝に関する分光学的研究 342
9. 田中茂美・大村 優 神経中のカリウムについて 342
10. 井上五郎・川端五郎・村上喜久子・奥村静雄 組織蛋白に関する研究 (第1報) 牛脾臓蛋白の電気泳動法による分析 343
11. 額 額 教 三 電気刺激に対する神経細胞の興奮 (第1報) 松カレハ幼虫神経細胞における観察 343
12. 和佐野武雄・後藤昌義 猫の中樞神経に見られる静電位について (第2報) 脳質内面の電位 343
13. 松本保久 尿のクレアチニン排泄に対する諸種の影響 343
14. 西村 静一 加温による人体皮膚温變動の季節的観察 344
15. 佐々木 隆 熊本に於ける基礎新陳代謝の季節的變動 344
16. 田中育郎 血液カタラーゼと温度 344
17. 鈴木達二 エゼリンの副腎アドレナリン分泌促進作用 344
18. 棚橋陽吉・中西俊雄・境 美子 呼吸の採集及び分析過程に影響をおよぼす諸因子に就いて (第1報) 344
19. 棚橋陽吉・富田義一・永水義己 血液の所謂結合水に就いて 345
20. 内藤順次 第三刺激の知覚時間閾への影響 345
21. 市場 修 刺激の長さとの視覚的知覚時 345
22. 瀬尾愛三郎 同時域について 345
23. 緒方維弘・岡安敬三郎・西村静一・吉松志郎 体温調節に関する年令別的研究 346
24. 田中藤一郎 ヘモグロビン測定法の検討 346

第72回生理学東京談話会 (1951年1月27日(土)午前10時より)

1. 時実利彦 Neuromuscular Unit の活動様式 (6) 肩関節に関係のある筋の機能について 346
2. 時実利彦 Neuromuscular Unit の活動様式 (7) 緊張性腰反射について 347
3. 小林芳寿・斎藤源太郎 膜の持つ性質 347
4. 岩間吉也・阿部実賢 人間の條件唾液反射 347
5. 根岸喜久夫 漸増電流刺激に依る単一骨骼筋線維の短縮に就いて 348
6. 沢野正晴 骨骼筋の痙攣と電位の関係に就いて 348
7. 西沢一男 肢誘導に於ける短絡の影響 348
8. 丹野楠彦 細胞が生命現象を営み得る爲に Ringer 氏液を媒質として必要な理由に就いての一考察 349
9. 浦田卓・近新五郎 電気泳動法による血清蛋白質の研究 (第2報) 350
10. 石川利寛 偽作業と静作業 (Ⅱ) エネルギー代謝 350

第9号 昭和26年9月25日発行

日本生理学会第2回近畿生理学談話会 (1951年2月2日(金)午前9時より)

1. 岩 坪 源 洋	酵素反応に於ける継起反応 (第1報).....	439
2. 山 辺 茂	結合から見た化学的刺激.....	439
3. 山 野 俊 雄	酵素蛋白と有機イオンとの結合.....	439
4. 橋 野 昇 一	筋紡作電流.....	440
5. 平 岩 一 也	屈筋反射の分析.....	440
6. 築 山 一 夫	聴原発作と脳波.....	440
7. 大 賀 泰 郎	家兎防禦条件反射に関する研究 (其4) 条件反射に及ぼす外來刺激の影響.....	440
8. 幸塚嘉一・石川繁子・大島保子・他5名	一方向興奮傳導に関する研究 神経筋肉接統部に於ける興奮傳導に就いて, 附: H. H. Dale 氏化学傳達説批判 新興興奮傳導性併行法則の立場より (其4).....	441
9. 幸塚嘉一・石川繁子・岡本和子・菊地三枝	一方向興奮傳導に関する研究 “Apparently non-conducting system” の検証 (其4).....	441
10. 幸塚嘉一・石川繁子・他4名	一方向興奮傳導に関する研究 一方向の興奮傳導に関する私達の研究用假説の実験的検証 (其2).....	441
11. 尾 松 芳 男	アルコール攝取と作業の R. M. R. に就いて.....	441
12. 小 泉 正 夫	色素の量子化学 (特別口演).....	441
13. 斎藤貞二・志田清英・藤井重泰・鈴木能久・埴場民雄・塩見 清	灌流下肢, 肝及び肺血 管膜電位差測定法の供覧.....	441
14. 吉村寿人・井上五郎・山本克起・田中光雄	蛋白缺乏に対する人体の適応 (続報).....	441
15. 福 田 正 弘	基礎代謝の季節変動の生理学的意義.....	442
16. 江 口 文 野	血液蛋白性状の季節変化.....	442
17. 森 隆之助・高岡 渉・川田輝夫	唾液の酸塩基平衡とその季節変化.....	443
18. 時 実 利 彦	筋電図 Electromyogram とその応用的研究.....	443
19. 荒 木 辰 之 助	神経切断端近傍の興奮性について.....	443
20. 万井正人・細見泰三	溶血現象の細胞生理学的研究 (第3報) 低滲透圧による溶血の様式に就いて.....	444
21. 村上 佐・細見泰三	血液凝固の細胞生理学的研究 (其の1) 血小板.....	444
22. 細見泰三・宮本 保・小倉光夫	血液凝固の細胞生理学的研究 (其の2) 纖維素について.....	445
23. 九 間 外 喜 雄	神経節紡作流の正状波形について.....	445
24. 藤 田 秋 治	アノイリナーゼについて (特別口演).....	445

第11号 昭和26年11月25日発行

第73回生理学東京談話会 (昭和26年2月24日(土)午後1~5時30分まで)

1. 寺 田 久 次 郎	気管の異物排出運動に及ぼす諸種薬物の作用.....	525
2. 高 中 聰 昭	Chorionic Gonadotropin の血中及尿中濃度に就いて.....	525
3. 後 藤 鹿 島	骨骼筋線維の短縮状態と各種イオンの関係に就いて (第2報) 傳搬性及び非傳搬性短縮に就いて.....	525
4. 竹中繁雄・池田きく	血球計算に使用するポアソン分布表に就いて.....	525
5. 山 本 清	生動物の組織膜水透過への電気滲透現象の関与.....	525
6. 酒井敏夫・増田 允・高橋 清	反応時による大脳機能の研究.....	525
7. 時 実 利 彦	Neuromuscular Unit の活動様式 (8) 間代 Clonus について.....	526

第74回生理学東京談話会 (昭和26年6月23日午後1時より)

1. 福 田 篤 郎	副腎剔出に就いて	527
2. 朝 日 奈 一 男	蛋白コロイドによる層状沈着について	527
3. 近 藤 繁 子	Neuromuscular Unit の活動様式 (9) 健康成人に於ける四肢筋に現れる 緊張性迷路反射	527
4. 時実利彦・近藤繁子	Neuromuscular Unit の活動様式 (10) 上下, 左右, 前後運動による 迷路反射	527
5. 田坂定孝・石橋 豊・貫洞一夫・荒岡 弘	寒冷反応に及ぼす A. C. T. H 及びコルチゾ ンの影響	527
6. 田坂定孝・清川素道・松下一人・竹蓋莊一郎・山口昇一・雨宮岩男・小林康郎・藤本和郎	P ³² の脳温に及ぼす影響 (第1報)	528
7. 勝 木 保 次	魚類側線器に於ける刺激の受容機構	528
8. 内閣耕二・平尾武久	放射性同位元素による筋中の Cl	528
9. 畠山一平・草間敏夫・小島徳道・大谷克己	間脳の電気刺激と呼吸抑制	529
10. 赤木 稔・酒井敏夫	連続反応時測定の新装置と 2, 3 の結果	529
第2回日本生理学会北海道地方会 (昭和26年7月7日)		
1. 丸 山 俊 藏	白血球分離に関する研究	530
2. 宮崎英策・大江正純	心臓の酵素化学的研究	530
3. 橋本典美・橋 高毅	A. T. P の心臓に対する影響 (第1報)	530
4. 殿村雄治・渡辺静雄	アクトミオシン溶液の光散乱に及ぼす A. T. P の影響	530
5. 板 垣 二 郎	発熱物質に関する研究	530
6. 石 谷 邦 介	振動容量式電位計による表面電位の測定 (第1報)	531
7. 岩瀬善彦・橋本典美	交流の頭部通電による電気麻酔に就いて	531
8. 永 井 精 吾	脳波分析装置の試作 (第2報)	531

著者名索引

ア

愛川幸平	37
青山龍一	110
青木一郎	22
青木健	31, 107
赤城徳也	83
浅川松雄	55
朝日奈一男	33, 527
畔柳光雄	19, 77
足立興一	87
足立千鶴子	44, 123, 434
阿部実賢	70, 347
阿部善助	74, 76
阿部正和	30
天野一忠	55
雨宮岩男	527
新井勉	27, 108
荒岡弘	527
荒川安廣	78
荒木金二郎	33
荒木辰之助	443
荒木義爲	111
有蘭初夫	12
安藤毅	9
安藤義夫	85, 94, 95, 96

イ

飯塚啓子	38
飯塚恒治	92, 309, 459
猪飼公郎	26
猪飼道夫	14, 89, 309
池田きく	120, 525
井川幸雄	30
石井公正	25, 339
石川玄知	82
石川繁子	7, 56, 441
石河利寛	31, 115, 307, 350
石谷邦介	61, 72, 531
石東嘉男	40, 111
石橋豊	527
石原明	81
板垣二郎	22, 34, 35, 303, 530
市岡正道	8, 224

市河三太	55
市場修	345
出井義教	81, 118
伊藤眞次	110
伊藤秀三郎	5, 102, 105, 112, 533
伊藤龍	19, 69
猪子光俊	117
井上章	2
井上清恒	9
井上五郎	29, 343, 441
今村忍	100
入沢宏	93, 94, 96, 203
岩木五雲	351, 356
岩崎憲	23
岩瀬善彦	61, 88, 431, 531
岩田俊二	10
岩坪源洋	23, 35, 37, 439
岩間吉也	70, 347

ウ

上田篤次郎	21
内蘭耕二	45, 529
内村俊雄	9, 10, 58
内山孝一	20
内山長能	33
内海文章	82
浦田章子	92
浦田卓	307, 350

エ

江口文野	29, 442
------	---------

オ

及川俊彦	78
大江正純	2, 301, 530
大川眞澄	78, 79, 179, 385
大賀泰郎	65, 440
大島正光	16
大島保子	7, 16, 56, 441
太田稔	105
大谷卓造	10
大塚忠至	51
大坪孝彦	14
大原重信	29
大原親	117
大原弘通	2, 301
大村昌也	36

大村優	58, 342
大山浩	58
黄明周	37
岡田乾一	91
緒方維弘	25, 109, 346
緒方大豪	18
岡本歌子	102
岡本彰祐	67, 102, 103, 555
岡本和子	57, 441
岡本好道	45
岡安敬三郎	346
小川庄吉	28, 90
小川登	40
小川義雄	90, 113
沖田実	86, 91
荻原仁	97
奥村静雄	343
奥村富夫	36
奥山静雄	2
小倉光夫	445
尾崎俊行	28
尾崎文雄	17
長田泰公	90
長田善博	69
小沢泰郎	46
小田中貞	454
越智眞逸	114
小野清	68
小野太郎	308
尾松芳男	441
小山生子	53
小山薫	83

力

海城浩	24
柿木泰男	36
覚道幸男	109
角田正明	116
加治安行	41
加太岬一郎	52
勝木保次	17, 32, 529
勝田穰	20
勝仁	33
勝義孝	3
加藤元一	10

加藤銅藏	54
加藤初藏	319, 323
加藤寿一	84
加藤政孝	88
金子秀彬	121
加納純一	19
鎌倉勝夫	24
神山貞二	9
烏山寧二	118
川上正澄	24, 29
川口国臣	51
川崎勇	52
川島悦子	54
河島敏夫	305
川瀬隆男	107
河田眞雄	24, 341
川田輝夫	443
川田深太郎	49, 143
河内虎男	101, 342
川野清子	95
川畑愛浩	26, 108
川端五郎	2, 343
河村洋二郎	65
川本信之	17
唐川正典	10
貫洞一夫	527
上林久雄	119
蒲原沃	26

千

菊地三枝	57, 441
菊地簾二	68
岸欣一	65
岸良尙	21, 328, 415, 471
北川三郎	113
北川孝	40, 111
北村尙信	105
鬼頭京子	434, 510
木下正二	104
木下末夫	115
木村栄一	19
木村英一	72
木村一雄	140
肝付兼顯	27, 117
清川素道	527

ク

工藤達之	538, 542
久野寧	27
久保秀雄	23
熊谷恒雄	62
九間外喜雄	445
栗山熙	16
黒江敏治	16
黒津敏行	12

ケ

京塚亘夫	112
------	-----

コ

小泉明	99
小泉正夫	441
小泉芳夫	2, 43, 99, 100, 307
小門峯子	111
額綱教三	57, 76, 343
兒島通	25
小玉作治	24
後藤鹿島	50, 306, 525
後藤賢二	121
後藤昌義	16, 62, 63, 343
後藤道雄	89
幸塚嘉一	7, 56, 441
小林庄一	90
小林隆	23, 36
小林康郎	527
小林寿芳	2, 120, 347
古原和美	24, 88, 341
小森良三郎	54
古山誠	367
近新五郎	33, 307, 350
近藤達子	518, 527
近藤勉	17
今野章	2, 301

サ

斎藤幸一郎	21
斎藤源太郎	2, 42, 43, 100, 120, 347
斎藤滋	11
斎藤貞二	39, 49, 98, 441
斎藤善雄	53
酒匂規夫	28
酒井敏夫	50, 68, 306, 525
境美子	344

坂本嶋嶺	60
坂本弘	26, 108
櫻谷昌夫	22, 35, 304
笹川久吾	3, 117
佐々木寛昌	151
佐々木隆	25, 344
佐竹一夫	510
佐藤元	25
佐藤謙助	70, 80, 114, 119
佐藤佐与	538, 542
佐藤久夫	25
佐藤熙	89
佐藤宏	497
佐藤昌康	59
佐用純一	101
沢野正明	48, 348

シ

塩見清	441
椎名富衛	106
揖場民雄	39, 55, 441
志田清英	39, 441
清水清	55
清水多榮	23
清水孝	67
清水平一郎	54
清水幸生	99
下方清次	110
十藏寺努	41
十藏寺秀郎	41
白石信尙	90
新海一義	19, 69, 105

ス

末永一男	62, 71, 121
末廣力雄	51
管谷享三	118
杉田和子	43, 307
杉靖三郎	6, 46
鈴木亀一郎	75, 76
鈴木三郎	30
鈴木繁次郎	22, 35
鈴木愼次郎	113
鈴木泰三	102
鈴木達二	28, 344
鈴木正夫	9

鈴木 宗 治	32
鈴木 能 久	39, 41, 44, 441
鈴木 泰 雄	305
須 田 勇	12, 434, 510
須 知 泰 山	27
寿 原 健 吉	15, 118

セ

瀬 尾 愛 三 郎	18, 345
関 口 晃	21
関 太 郎	41
瀬 在 昌 次	146
銭 場 武 彦	93, 175, 198, 203, 328, 415, 471

ソ

添 田 武 雄	9
---------	---

タ

高 岡 涉	29, 443
高雄 幸一 郎	103
高垣 玄吉 郎	67
高垣 敏 一	28, 108
高木 健太 郎	25, 80, 90, 381
高木 作 治	126, 129
高木 貞 敏	59, 60
高中 聰 昭	111, 332, 337, 525
高橋 清	525
高橋 杏 介	21
高橋 眞 治	82
高橋 正	113
高橋 典 美	530, 531
高橋 日 出 彦	67
高 平 一 夫	82
滝 川 富 雄	53
田 口 暢 茂	22, 303
竹 内 潤	33
竹 中 敏 雄	4, 120, 525
竹 蓋 莊 一 郎	527
田 坂 巖	25
田 坂 定 孝	21, 527
田多井 吉之助	28
橋 高 毅	530
田 附 三 男	12
田 中 育 郎	28, 344
田 中 茂 美	342
田 中 藤 一 郎	27, 117, 346
田 中 政 雄	52

田 中 光 雄	29, 441
棚 橋 陽 吉	1, 344, 345
田 辺 市 之 丞	73
田 辺 正 夫	50
谷 内 敏 雄	22, 34, 35, 303
谷 成 人	21
谷 道 也	533
田 伏 虎 雄	22
田 村 豊 幸	104
田 村 喜 弘	116, 117
丹 野 楠 彦	2, 42, 99, 120, 307, 349

チ

近 内 康 夫	113, 243
近 森 正 文	27
千 葉 正 子	67, 68

ツ

塚 田 裕 三	103
塚 原 進	76, 80
築 詰 勝 彦	84
築 山 一 夫	63, 440, 499
辻 本 毅	1
土 屋 重 忠	112
土 屋 涼 一	117
田 谷 豊	375

テ

出 浦 滋 之	53
寺 田 久 次 郎	525

ト

間 田 直 幹	16, 342
時 実 利 彦	47, 304, 346, 347, 443, 518
時 実 博	326, 518, 527
得 津 太 郎	1
戸 塚 武 彦	21
殿 村 雄 治	530
土 肥 一 郎	69
富 田 義 一	345
富 田 恒 男	16

ナ

内 藤 順 次	77, 345
長 井 晋 次	1
永 井 精 吾	61, 72, 302, 531
永 井 寅 男	2, 301
中 尾 健	23
長 尾 公 司	89

中 川 孝.....28	林 瑛 子.....105, 112
中 川 利 夫.....27	林 浩 平.....52
長 島 長 節.....94	林 濤.....23, 434
中 西 俊 雄.....344	林 裕 造.....32
中根(石井)公正.....105	林 義 久.....86
中 野 裕 雄.....101, 447	原 田 彌.....38
中 浜 博.....68	原 田 隆 元.....36
中 馬 一 郎.....24	伴 忠 康.....12
永 水 義 己.....345	
長 嶺 普 吉.....113	七
中 村 勉.....81, 120	平 井 一 雄.....55
中 村 治 雄.....22, 35, 302	平 岩 一 也.....66, 67, 440
中山(蒲原)沃.....454	平 岡 馨.....20
名 取 礼 二.....6	平 尾 武 久.....45, 529
名 和 精.....533	樋 渡 志 良.....63, 64
	フ
二	福 木 晟.....27
新 島 旭.....187	福 田 邦 三.....15, 78, 179
仁 木 偉 瑳 夫.....9	福 田 得 志.....23
西 沢 一 男.....246, 348	福 田 篤 郎.....28, 527
西 田 芳 郎.....45	福 田 正 弘.....29, 442
西 丸 和 義.....96	福 田 安 太 郎.....36
西 村 和 夫.....83	福 場 友 重.....21, 92, 216, 230, 237, 328, 415
西 村 靜 一.....25, 344, 346	福 原 貞.....26
西 村 敏 彦.....28	福 原 武.....26, 454
新 田 初 雄.....26	福 本 忍.....118
丹 生 治 夫.....6	藤 井 重 泰.....40, 441
	藤 沢 正 輝.....260
ホ	藤 田 秋 治.....445
根 岸 喜 久 夫.....49, 348	藤 田 馨 一.....118
ノ	藤 田 敏 彦.....10
野 崎 勇.....54	藤 野 和 安.....84, 302
野 代 平 治.....18	藤 本 和 郎.....527
野 田 憲 一.....71	藤 本 克 己.....562
	藤 森 聞 一.....14
ハ	附 田 惠.....79
橋 野 昇 一.....46, 440	舟 木 廣.....40, 111
橋 村 三 郎.....58	古 河 太 郎.....73
長 谷 川 渙.....87, 211, 419	古 沢 一 夫.....24
長 谷 川 弘.....25, 90, 381	古 田 堅 次.....341
畠 山 一 平.....31, 85, 98, 360	
八 田 博 英.....97, 291, 294, 298	ホ
花 岡 利 昌.....121	細 田 精 一.....44
馬 場 三 郎.....26, 454	細 見 泰 三.....444, 445
馬 場 快 彦.....101, 342	細 谷 雄 二.....22
浜 中 健 夫.....9	堀 内 冷.....505
林 香 苗.....28	

堀口慶次	69
本庄保	273, 283
本田定一	67
本田良行	114
本間伊佐子	14
本間慶藏	22, 34, 35, 303

マ

前川孫二郎	10
前野時弘	52
牧野茂	119
牧之瀬望	84
牧野秀夫	102, 105, 112
牧野秀男	110
眞島英信	60, 547, 552
増田充	68, 306, 525
増田実	58
町田都平	56
松川猛	341
松下一人	527
松田幸次郎	25
松永寛	38
松本淳治	38
松本政雄	5
松永千秋	106, 313
松永亮一	38
松本保久	27, 117, 343
眞中肆郎	89
眞中はるゑ	56
丸橋寿郎	9, 10, 58, 118
丸山俊藏	2, 301, 530
正井秀夫	12
万井正人	444

ミ

三浦不二雄	47, 116
水原良樹	84, 302
三田俊定	74
嶺本通	77
簗島高	22, 35, 304
宮木高明	434, 510
三宅直晴	81
宮崎英策	2, 530
宮原長和	9
宮本保	17, 445
三輪英武	81

ム

村尾寛	19
村上愛一	89
村上喜久子	2, 343
村上佑	444
村上長雄	117
村松清江	53
室川正彦	70, 121

モ

望月政司	3, 302
本川弘一	17, 74, 75, 76
森公一	45
森隆之助	29, 443
森悠子	28, 90

ヤ

八木正夫	36
矢島忠夫	118
安平公夫	95
矢部敏雄	84
矢部靖定	112
矢作善一郎	163
山岡誠一	30
山岡誠人	29
山形寿郎	132, 140, 143
山極一三	61
山下隆章	77
山地廉平	29, 476, 483, 491
山口昇一	527
山田英明	21
山田眞人	9
山田守	9, 10, 58, 118
山田康	106
山中宏子	16
山内豊茂	61, 88
山野俊雄	35, 439
山辺茂	23, 35, 36, 439
山本克起	29, 441
山本清	1, 305, 525
山本研二郎	108
山本正作	70
山本正道	403, 462
山本理平	90
山本寛	95

ユ

万 木 良 平.....40, 111

目

横 山 正 松.....20

横 山 稔.....84, 301

横 山 泰 和.....53

吉 井 直 三 郎.....11, 46, 63, 65

吉 田 稯.....16

吉 野 克 美.....22, 35, 303

吉 松 志 郎.....25, 346

吉 村 寿 人.....29, 441

米 田 司.....84

リ

李 鐘 晚.....221

ワ

若 江 百 恵.....342

若 木 武 男.....52

若 林 勳.....60

和 佐 野 武 雄.....11, 62, 63, 343

早 稻 田 正 澄.....23

和 知 光 雄.....89

和 田 照 子.....35, 38

和 田 正 男.....27

和 田 正 紀.....20

渡 辺 静 雄.....530

渡 辺 俊 男.....93

亘 弘.....37

Comp. Rutin

— KOWA —

本劑の特長

黄芩・黄连・大黄含有

- 1 血管脆弱の恢復作用が大
- 2 血圧降下作用や自覺症の改善が著明
- 3 高純度結晶を使用し、連用しても副作用は殆んど無い
- 4 量産化成功により価格は低廉 (文献贈呈)

高血圧・腦溢血・予防治療劑



— 包装の價格 —

末	25g	880円
	100g	1200円
錠	80錠	120円
	100錠	850円

複合ルチン

コーワ

製造元 興服産業株式会社 販賣元 株式会社 中村瀧商店 東京・日本橋本町三

— 日本薬局方 —



パンクレアチン 含糖ペプシン

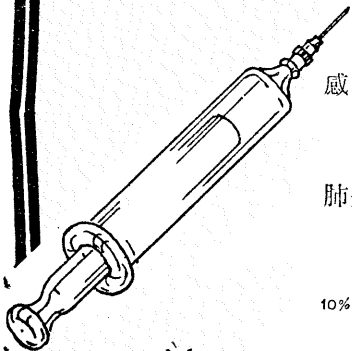
東京都中央区日本橋室町4の5

製造發賣元 ミクニ化學産業株式会社

Sulfa

"第一"のダイアジン注射液

テラジアジン注射液



感冒とは……氣道内に潜在或は常在するウイルス或は細菌により組織器官が侵されるもので Infection が伴うものとされていますので、テラジアジンの投與こそ最も適切でありましょう。

肺炎の場合……肺炎菌性・ブドウ球菌性のもはもとより氣管支性・フリードレンデル菌性・百日咳性・麻疹性肺炎等に對しても、すぐれた効果を發揮します。

原因不明の發熱にメチロン（スルピリン）との混合注射をお奨めします。

10% 2cc X 10	170円	5cc X 10	380円	10cc X 5	360円
2cc X 50	750円	5cc X 50	1600円		
末 25瓦	830円	100瓦	3,000円	500瓦	14,000円
				錠 10錠	20錠 100錠 500錠



第一製藥

本社 東京都中央区日本橋江戸橋三 支店 大阪市道修町・福岡市下祇園町（文・進呈）

★ 萬有の医薬品 ★

肺炎・梅毒・淋病・化膿性疾患 ペニシリン 油性・水性・軟膏・錠劑 結晶G・ミックス・鹽生藥	結核化學療法劑 ジュンパス (P A S)
驅 梅 劑 ネオエーラミゾール 靜脈注射劑	肝臓障害・解毒劑 バンチオニン メチオニン
驅 梅 劑 ミオエーラミゾール 筋肉注射液	神經痛・ロイマチス ギトーザン キノフェン注射液
 オスフルサン 内服606號	局所麻酔劑 バンカイン 鹽酸プロカイン



東京・大阪

萬有製藥株式會社

岡崎・札幌