

# 日本生理學雜誌

JOURNAL OF THE PHYSIOLOGICAL SOCIETY OF JAPAN

第18巻 第10号

Vol. 18 No. 10

昭和31年10月1日発行

October 1956

故緒方大象先生肖像，学・職歴  
緒方大象博士の思出

## 原 著

菓子井幸則：Donaggio反応陽性物質（尿 mucoprotein）及び血漿 mucoprotein の電気泳動像……	689
元吉滋直：神経上膜除去神経の傾き要素に対するイオンの影響……	696
青木一郎：囊灌流心臓のガス代謝・収縮曲線及び ECG の同時記録に用い得る 新実験装置について……	710
下村弥彦：脊髓運動ノイロンの恢復過程（殊に伸筋及び屈筋支配神経の比較）……	718
下村弥彦：伸筋，屈筋ノイロンの電圧-容量曲線とこれに及ぼす脳髄切断の影響……	723
下村弥彦：脊髓電位の分析……	728
飯田精一：家兔脳脊髄液圧の神経性変動に就いて……	734
荒木啓：大黒鼠延髄の心臓に対する作用に就いて……	752
加藤政孝：音響刺激に対する心搏反応……	767
向島迪：副腎と体温保持機能……	775
向島迪：チフスワクチン発熱と副腎……	780

## 地方小学会報

第1回生理学中部談話会（仮称），第104回生理学東京談話会……	784
第105回生理学東京談話会……	795
第106回生理学東京談話会……	797
第117回生理学東京談話会……	800

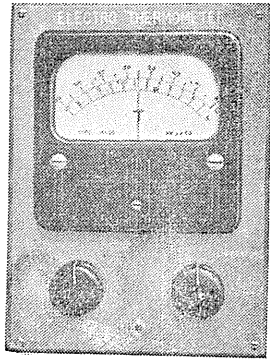
附：昭和30年度生理学論文表題集（4）……803

# 日 本 生 理 學 會

Physiological Society of Japan

Venus Electro Thermometer

ヴィーナス電気体温計



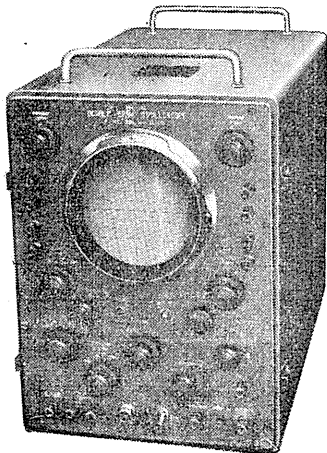
ET-4型

- |     |   |            |
|-----|---|------------|
| 指示計 | } | ポケット型      |
|     |   | 卓上型        |
|     |   | トランク型      |
| 感熱部 | } | 壁掛型        |
|     |   | 一般用        |
|     |   | 皮膚用        |
|     |   | 体腔用<br>注射状 |

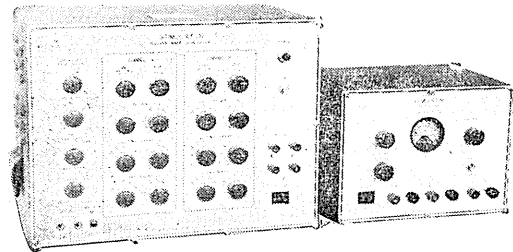
多点測定，連続記録，温度計其他電気生理学研究用電気計器の特別設計，製作修理の御引受出来ます。

ヴィーナス電機製作所 東京都新宿区戸塚町二ノ二  
電話 三四局(4)6416

直流増巾  
二現象オシロスコープ



ニチャンネル  
刺戟装置



製作品目

二現象筋電計・記録装置・直流増巾器  
電気衝撃(麻醉)装置・超低周波時間軸装置  
二現象観測装置



東京電気精機株式会社

東京都千代田区神田仲町2-11 電話(25)9186, 9188  
9187



緒方大象先生肖像

故緒方大象博士学職歴

1886. 2. 6	緒方道平の二男として生れる	1916. 10-1919. 8	カナダ及び北米合衆国へ留学
1891. 4-1899. 3	福岡県立福岡男子師範学校附属小学校	1919. 8-1923. 3	九州帝国大学助教授
1899. 4-1904. 3	福岡県立修猷館中学校	1920. 6	学位授与 (医学博士)
1904. 9-1907. 7	第五高等学校	1920. 9-1923. 2	英・仏・独国へ留学
1907. 9-1907. 12	東京帝国大学医科大学	1923. 10-1939. 10	長崎医科大学教授
1907. 12-1911. 11	九州帝国大学医科大学	1939. 10-1946. 9	九州大学教授
1912. 1	九州帝国大学医科大学副手	1947. 12	長崎大学名誉教授
1913. 9-1914. 3	私立熊本医学専門学校教授 (生理学)	1949. 12-1956. 7	福岡県立九州歯科大学教授
1914. 4-1916. 9	九州帝国大学医科大学講師	1941	賜勲二等瑞宝章
		1944. 9	叙従三位
		1956. 7. 20	逝去

## 緒方大象博士の思出

緒方先生と私との交は、明治41年1月私が福岡医大生理の石原先生の助手として赴任した時に始まりです。当時先生は医学部1年生であられました。丁度其の時は日本生理学界の一転機を画せんとする時でありまして、舟岡、永井、石原、藤田、石森、石川、木下、生沼、酒井等の人々が海外留学を果し、または留学せんとする時でありまして、祖述生理学から、実験生理学にスタートを切り掛けて居ったのであります。福岡医大生理学教室は石原先生の主張で実験供覧を盛に行い、また万難を排して41年から学生実習を始めました。即ち緒方先生達の級からでありまして、これは日本での始まりであります。斯かる次第で、講義の時も、実習の時も、いつも、顔を合わせるので、特に小生の接した当初の級でもありましたので、其の親密の度は特別のものがあつたのであります。この級はまた勉強家揃でもあり、又後年の横田新潟大教授、金子九大教授諸氏を始め秀才揃でもありました。

緒方先生は、久保猪之吉教授に見込まれて、卒業後耳鼻科に入られましたが、臨床は自らの性格に合わないとして生理教室に転ぜられました。久保先生と石原先生とは維納時代、特別に親しくして居られたらしく、其のせいでもあつたと思ひます。

先生の教授および学究としての重なる生活は、長崎大学に於ける17年が最も長く、長崎大学からは其の功績を賞でられて、名誉教授の称号を与えられて居ります。続いては九大の7年、九州歯科大学の6年であります。其の研究の方面頗る広範囲に亙り、其の蘊蓄を忍ばれます。子曰黜而識之、学而不厭、誨人不倦の論語の言葉は、先生の性格をよく現わして居ると思ひます。また学を好む人として顔回の様な御方であつたと思ひますが、また傾学ペーリスを想起するのであります。ペーリスは其の名著一般生理学原理に於いて広く知られて居る英国の生理学者でありますが、第一次戦争中、小野寺直助博士から倫敦大学当時の氏の噂を度々聴かされ、又私自身当時キングスカレヂに生理学例会のあつた時氏から討論を受けて、言葉を交換した光栄を有するのであります。緒方先生が2度目の洋行の時(昭和6~8年)牛津に行かれた時は多分ペーリスも牛津に居り、接触された事と思ひますのでペーリスの連想が起るのであります。

第二次世界戦争後昭和20年(1945)出版されたキヤ

ノン(ケノンと発音する?)かの随筆(The way to an investigator)に世界第一次戦争時大正6年(1917)キヤノン(ケノン)は英国側からショックの問題を共同研究すべく招かれて、ハーバート大学の連中の一群と戦地に向つた時(英国側の委員はスターリング、ペーリス、シュリントン、デール等の人達)ロンドン大学でペーリスと共同研究する機会があつた。其の時何時とはなしにペーリスに百科辞典という綽名が付けられたという事を記して居りますが、其の博識といい、小柄な体格といい、物謂の静かな点といい、先生との間に相通するものある事を思はずには居られません。恩師の石原先生の後任として昭和14年秋、九大から生理学第1講座に迎えられたのは故ある事でありました。さらに久米大学の講師を兼ねて今日に至り、21年九大を御退官後は九州歯大の教授として迎えられ、今日に至り、又曾て熊本大学の教授の職にあられた事もありました。

先生はカールソンの生理学書の翻訳を思い立たれ、カールソンの承諾を得て、之を周到なる用意の下に進めて居られた筈であります。出版を見ずして逝かれた事を残念に思ひます。

先生の愛用のピンセットがありました。腰が強くて、先端が細いので、細かい手術がやれるとて、身を放さず携えられ、其手術の妙味を発揮して居られましたが今は如何に。

先生の特質は又司会の妙にもあらわれて居りました。長崎に於ける生理学総会の当番幹事として其の手さばきが柔にして然も巧妙、寸秒の渋滞なく進行したのには正路倫之助博士とも談合つて驚き合つた事でありました。

先生は亦、南米に渡り度い考えを持って居られた事を令息道彦氏から御通夜の伺ひましたが、実現されずして世を去られました。相当の抱負を持って居られた事と思ひます。

徹底的に物事を究めるという先生の性格は競走にも水遊にもあらわれて居りました。

又寡言なる先生は時々人のほらわたをよらすユーモア、滑稽を飛ばさるるのは愛嬌でありました。

又夕景四隣静まつた時、教室の一隅から洩れる、玉を転がす様な流行歌、当時の若い教室の小使某が、あれは緒方先生ですばいと申して居りました。誠に思出は尽きませんので此辺で筆を擱きます。

(板垣政参)

## Donaggio 反応陽性物質 (尿 mucoprotein) 及び血漿

mucoprotein の電気泳動像 612.461.26:612.124:612.398.145.3]:537.363

Electrophoretic studies on the Donaggio positive substance  
(the urinary mucoprotein) and the plasma mucoprotein.

菓子井 幸 則 (KASHI-Yukinori)\*

### I. 緒 論

Donaggio 反応 (以下 D 反応と略す) 陽性物質については、幾多の研究がなされて来たが、教室の下川<sup>1)</sup> は本田<sup>2)</sup> の抽出法によって得られた D 反応陽性物質について、その化学的諸性状を検索して、mucoid 又は mucoprotein なることを実証した。更に中山<sup>3)4)</sup> は、Rimington<sup>5)</sup>、Winzler 等<sup>6)</sup> が血漿中に証明する seromucoid 又は mucoprotein を彼等と同様な方法でとり出して、これと D 反応陽性物質の化学的性状を比較検討して、両者の酷似せることを確認し、D 反応陽性物質がこの血漿 mucoprotein より由来するものであろうと推論している。

また Winzler 等<sup>6)</sup> は、彼等の分離した血漿 mucoprotein につき、その化学的組成等を吟味すると同時に、電気泳動的研究をも行って、少くともそれが 3 成分の蛋白分画を含んでいると報告している。又山根<sup>7)</sup> 並びに村上<sup>8)</sup> は D 反応陽性物質の電気泳動的研究を行っているが、その詳細は発表されていない。

ここに於いて、D 反応陽性物質すなわち尿 mucoprotein を電気泳動的に精細に調べ、人血漿蛋白成分と易動度を比較し、更に本物質と血漿 mucoprotein の電気泳動像を比較し両者の異同を調査する目的を以って本実験に着手した。

### II. 実験方法

A) D 反応陽性物質 (尿 mucoprotein) は、本田<sup>2)</sup> の抽出法 (正常人尿 1l につき約 50g の滑石末を加え、これに尿 mucoprotein を吸着させる。この滑石末を蒸溜水アセトン等量液中に入

れ、飽和苛性ソーダ数滴添加して、37°C、24時間放置後吸引濾過し、この濾液の反応を pH 5.6 附近に戻して、重蒸煎上にて加温してアセトンを放出、pH 5.6 に再び修正する)、による抽出液に 9~10 倍量のメタノールを加えて析出せしめ、これを遠心分離乾燥したものを被験材料とした。その主な化学的性状を検して下川<sup>1)</sup> の成績と同様の所見を得た。

B) 血漿 mucoprotein は約 2 週間、血液銀行に保存された人の保存血液より、Winzler 等<sup>6)</sup> の記載する方法によって調製した。

C) 電気泳動に用いた緩衝液は、pH 7.8、 $\mu=0.144$  なる  $\frac{M}{20}$  磷酸緩衝液、並びに、pH 5.0、 $\mu=0.150$  なる食塩を加えた醋酸緩衝液を用いた。

D) 本実験では尿 mucoprotein、血漿 mucoprotein、血漿及びこれ等の混合溶液について電気泳動を行った。

試料の前処置としては、尿 mucoprotein および血漿 mucoprotein は緩衝液に溶解し、血漿は新鮮血液より蔞酸カリを凝固阻止剤として分離し、何れも緩衝液を外液として透析した。透析の条件は膜として 400 番セロファンを用い、氷室内で 15~16 時間放置した。又試料の混合溶液を調製する場合には各試料を個々に、共同の外液を用いて透析した後、計量して混合し、試料の混合比率を明らかにした。

なお尿 mucoprotein では、透析後 D 反応点数を測定して、これを濃度 (g/dl) に換算した。(D 反応点数 1 点に対する尿 mucoprotein 濃度が 5mg/dl に当ることが下川<sup>1)</sup> により報告されている)。

電気泳動に際しては透析に用いた外液を電極

槽液とした。

E) 島津製 Tiselis 装置 SD 型を用いて、スキャンニング法で、泳動像を撮影した。通電条件は、燐酸緩衝液 (pH 7.8) の場合には100V, 6~8mA で、錯酸緩衝液 (pH 5.0) では100V, 13~15mA, 泳動温度は恒温槽内の温度で 10°C 前後, 泳動時間は血漿と混じて泳動するときは120分, 他は60分である。

### Ⅲ. 実験成績

実験成績は、総べて上昇側の泳動像で示すことにした。尿 mucoprotein では、第1図、第2図に示す様に、凡そ 1g/dl から 2g/dl の濃度に於いて pH 7.8, pH 5.0 での泳動が共に2つの峯を示すが、1つは初界面に残る峯と認める。即ち尿 mucoprotein は pH の可成り異った2つの領域で、同じ様な電気泳動像を示すわけで、等電点 5.0 以下の電気泳動的に単一な成分よりなると考えて差支えない。

血漿 mucoprotein では pH 7.8 に於いては第3図の様に、2つの峯を示して単一な成分なるを

考えさせるが、pH 5.0 では第4図 (特に下降脚の写真も示した) に示す如く、3つの峯を生じて1つは初界面に残る峯であるから、易動度も大きく、峯の高さも大きい主峯と、易動度小さく、峯も非常に小さな副峯に対応する、少くと

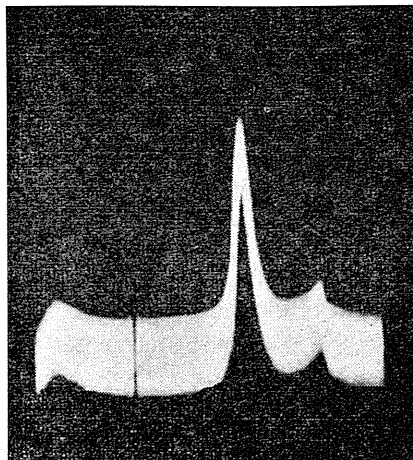


Fig. 2 Urinary mucoprotein  
pH 5.0,  $\mu = 0.150$ , acetate buffer, 100V, 13.5mA, 10°C.

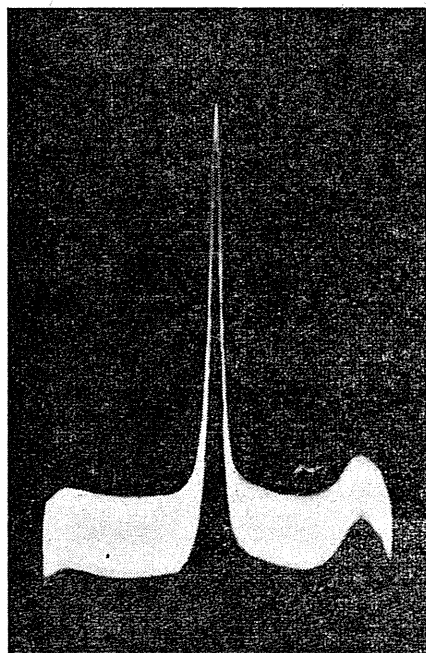


Fig. 1 Urinary mucoprotein  
pH 7.8,  $\mu = 0.144$ , phosphate buffer, 100V, 6.5mA, 10°C.

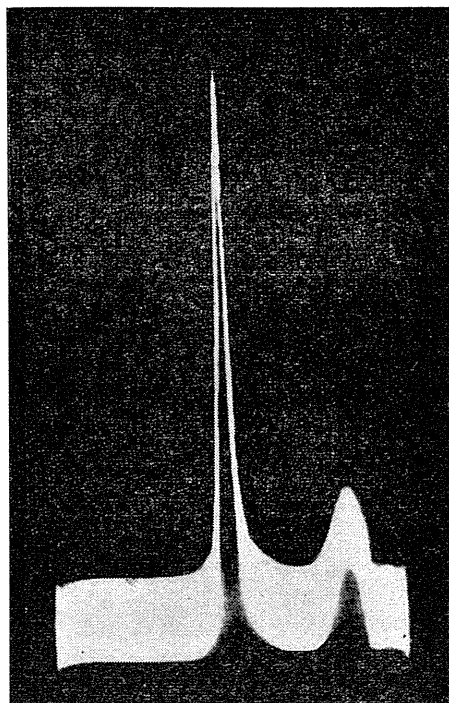


Fig. 3 Plasma mucoprotein  
pH 7.8,  $\mu = 0.144$ , phosphate buffer, 100V, 6.5mA, 9°C.

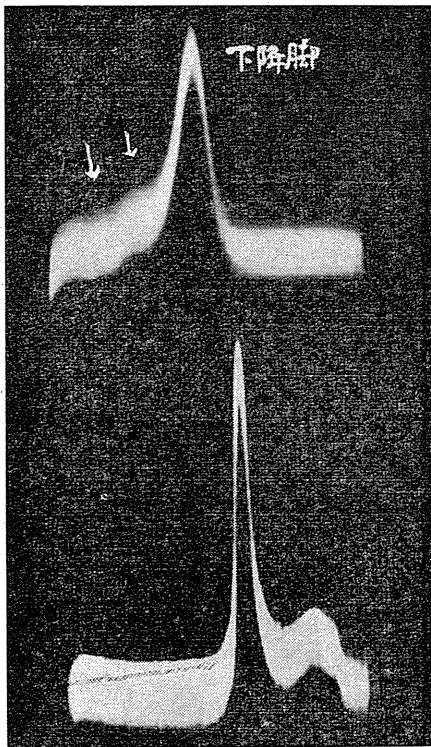


Fig. 4 Plasma mucoprotein  
pH 5.0,  $\mu = 0.150$ , acetate buffer, 100V, 13.5mA, 9°C.

も2つの成分を含むことを示している。この電気泳動像は Winzler 等<sup>6)</sup>の電気泳動成績と比較した形は可成り違っているが、3つの峯を示す点では略々一致している。

又尿 mucoprotein と血漿 mucoprotein の電気泳動像の一致の程度を検する為、夫々上に用いた濃度のものを、等量に混じた溶液について電気泳動を行った。その結果 pH 7.8 のものでは第5図の如く2つの峯を生じ、写真撮影後永く観察するも峯の分離は認められなかった。即ち両者の電気泳動像は完全に一致した、と考えられる。又 pH 5.0 の場合には第6図の如く、初界面に残る峯の外、大きな主峯はその高さの中に於いては尿 mucoprotein、血漿 mucoprotein 夫々の単独の場合と変りはなく、従って尿 mucoprotein の峯と血漿 mucoprotein の主峯とは完全に重なり合ったものと考えられる。しかももう1つの峯即ち、血漿 mucoprotein の副峯と考えられるものが著しく小さいのは、血漿

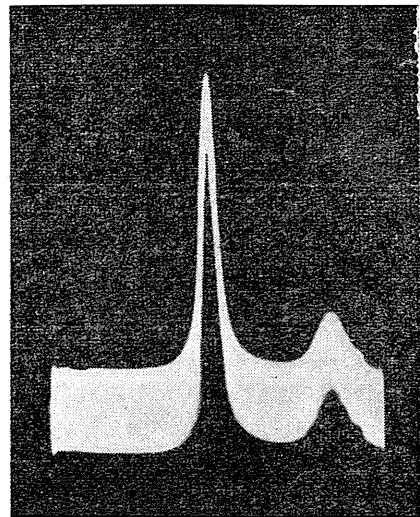


Fig. 5

The mixture of urinary and plasma mucoprotein  
pH 7.8,  $\mu = 0.144$ , phosphate buffer, 100V, 6.5mA, 10°C.

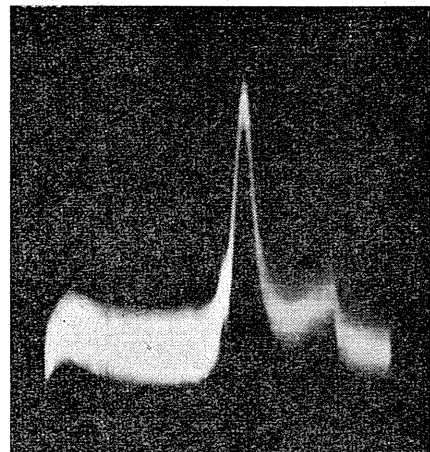


Fig. 6

The mixture of urinary and plasma mucoprotein  
pH 5.0,  $\mu = 0.150$ , acetate buffer, 100V, 13.5mA, 9°C.

mucoprotein に関して半濃度になっている結果と思われる。このときにも写真撮影後永く観察して、この3つの峯がそれ以上に分裂しないことを確かめた。即ち、尿 mucoprotein と血漿 mucoprotein の電気泳動像は、pH 7.8 では両者完全に、pH 5.0 では前者は後者の主峯と重なり合うものと考えられる。

この実験結果より、尿 mucoprotein が、単一

な成分よりなり、又血漿 mucoprotein の1つの主要な分画と一致する事が認められる。尿と血液より別個の方法で抽出された尿 mucoprotein と血漿 mucoprotein の電気泳動像に斯る一致の認められることは、偶然と考え難い。以上の事実により尿 mucoprotein が、血中 mucoprotein より由来するものであることを一層確実に証し得たと考える。

次に血漿中蛋白成分と尿 mucoprotein の易動度を比較する目的で、尿 mucoprotein を血漿に混じて pH7.8 で泳動を行ったものが、第7図、第8図、第9図である。第7図は血漿のみのも、第8図は低濃度 (2g/dl) の尿 mucoprotein を混じたもの、第9図は濃い (4g/dl) 尿 mucoprotein を血漿に混じたときの泳動像である。即ち第8図、第9図では僅かに albumin 峯に先行する峯を見ることが出来るが、この峯の高さは尿 mucoprotein の濃度に応じて変るから、尿 mucoprotein の峯と考えられる。

この pH7.8 で血漿と尿 mucoprotein とを混合

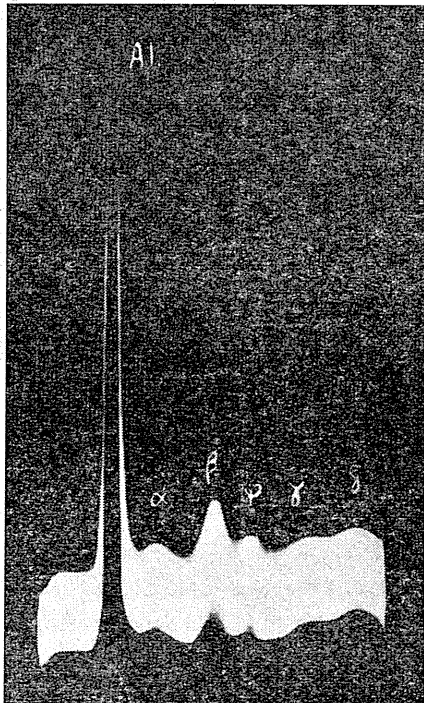


Fig. 7 Plasma

pH 7.8,  $\mu=0.144$ , phosphate buffer, 100V, 7mA, 12°C.

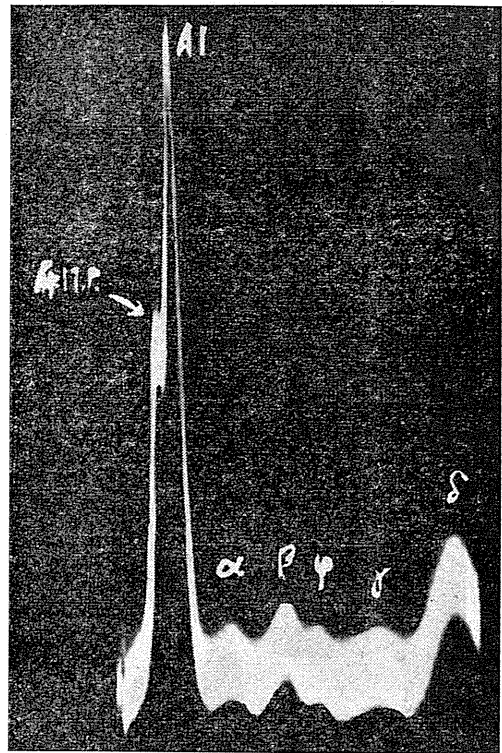


Fig. 8

The mixture of urinary mucoprotein (2g/dl) and human plasma

pH 7.8,  $\mu=0.144$ , phosphate buffer, 100V, 7mA, 12°C.

第1表

相対易動度 (pH 7.8,  $\mu=0.144$ , phosphate buffer) (血漿+尿 mucoprotein)

血漿供給者	尿 M. P. 濃度(g/dl)	尿 M. P.	Albumin	$\alpha$	$\beta$	$\gamma$	$\delta$
Y. K.	6.0	105.6	100	81.3	67.7	61.0	32.2
Y. K.	4.5	107.0	100	82.5	62.6	51.5	31.0
Y. K.	4.0	106.1	100	80.7	59.6	50.4	26.4
Y. K.	3.3	106.1	100	80.0	59.6	54.3	27.1
Y. K.	3.0	107.2	100	82.9	62.3	50.0	28.7
O. O.	3.8	106.0	100	82.1	61.1	53.0	31.4
O. O.	2.0	104.5	100	79.0	60.1	48.1	27.8
Y. H.	5.5	105.0	100	80.8	62.0	52.4	29.0
平均値		105.9	100	81.2	61.9	52.6	29.2

したときに、albumin の易動度を 100 として、他の成分の相対易動度を求め、表にすると第1表のごとくなる。血漿は3人の健康人より採取し、実験方法にて述べたごとく、透析後血漿 2ml に夫々尿 M. P. 濃度として示した濃度の尿 mucoprotein 液 3ml を混合して泳動した。給血

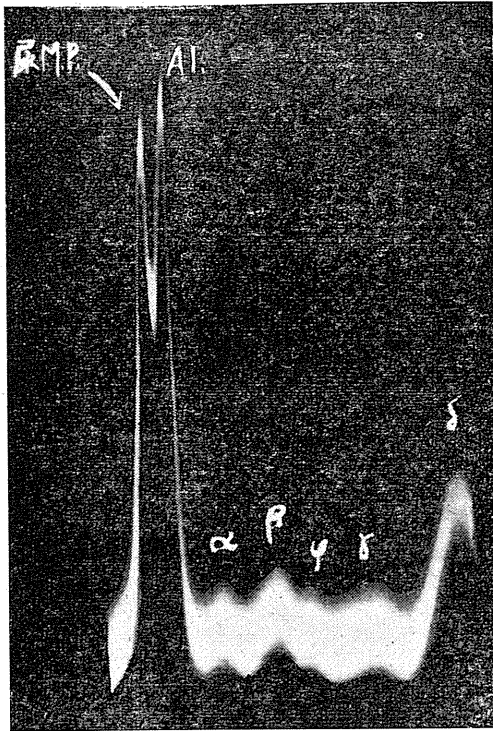


Fig. 9

The mixture of urinary mucoprotein (4g/dl) and human plasma  
 pH 7.8,  $\mu=0.144$ , phosphate buffer, 100V, 7mA, 12°C.

者が異なっても、相対易動度に大きな変化はなく、尿 mucoprotein は pH 7.8 に於いて平均約 106 の相対易動度を有する。

albumin の等電点は pH 4.64 であり、尿 mucoprotein の等電点がこれに近似することを、上の実験で示唆されたと考え、この pH 4.64 に近い緩衝液を以って泳動すれば大きく分離すると云う見込で、pH 5.0 で血漿と尿 mucoprotein を混じて行った泳動像が、第 10 図、第 11 図である。第 10 図は血漿のみ、第 11 図は血漿と尿 mucoprotein を混じたものであるが、明らかに albumin 峯より分離する 1 成分の峯を見る。即ち尿 mucoprotein が albumin の等電点 pH 4.64 より低い値を有する事が立証されたと考える。

#### IV. 考 按

以上の実験成績より、尿 mucoprotein が単一

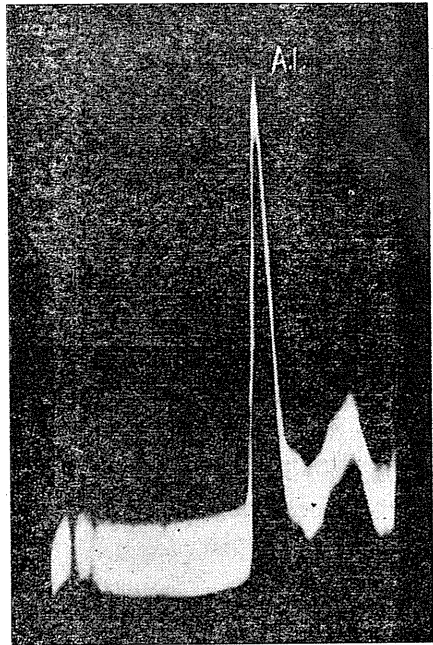


Fig. 10 Plasma

pH 5.0,  $\mu=0.150$ , acetate buffer, 100V, 13.5mA, 10°C.

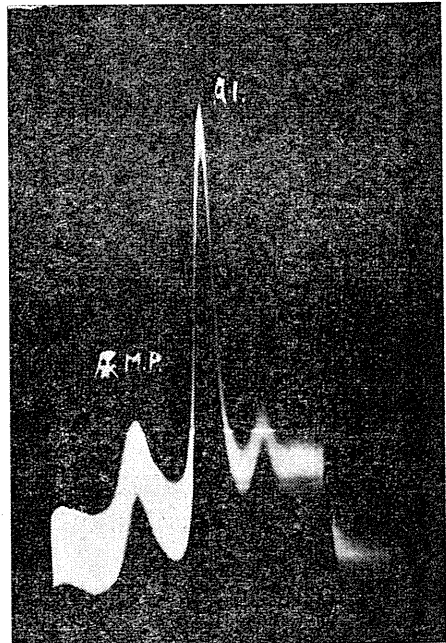


Fig. 11

The mixture of urinary mucoprotein and human plasma  
 pH 5.0,  $\mu=0.150$ , acetate buffer, 100V, 13.5mA, 10°C.

な成分よりなることが考えられる。先に教室の桜井<sup>9)</sup>は種々の標準膜電位差を有する collodion 膜を用いた透析実験より、尿 mucoprotein には色々の大きさのものと推論したが、著者の結果からは、斯様な事は想像し難いものと考ええる。

又村上<sup>8)</sup>はD反応陽性物質を、抽出法は詳かでないが、透析しない時と透析した時とでその電気泳動像に差違を見、透析しない時に大きな峯に先行する微小な峯を見ると報告している。著者も透析せずに泳動を行って、時に斯の如き極く小さい峯を見たが、毎常でなく、殊に抽出操作の不手際な事に原因があると思われた。

また血漿 mucoprotein と尿 mucoprotein が、pH の異なる2つの領域で大部分が重なり合うことは、先に中山<sup>3)</sup>が血漿 mucoprotein と尿 mucoprotein との化学的性状を比較し、後者が前者より由来するものなるを推論したが、これを支持する事実と認める。

尿 mucoprotein が血漿中の albumin の等電点 pH 4.64 より低いことが、両者を混合したときの泳動像より認められる。これは先に教室の下川<sup>1)</sup>が、尿 mucoprotein の化学的性状を検した際に、その等電点をも滴定法によって求め、pH 4.31 と報告しているが、著者の成績はこれと一致するものと考ええる。

## V. 要 約

人の尿より精製した Donaggio 反応陽性物質(尿 mucoprotein) と人血液より抽出した血漿 mucoprotein につき、電気泳動的検索を行って次の結果を得た。

1) 尿 mucoprotein は pH 7.8 及び pH 5.0 に於いて1つの分画しか認めず、電気泳動的に単一な組成のものと考えられる。

2) 血漿 mucoprotein は pH 7.8 では1つの分画を、pH 5.0 では2つの分画を示す。

3) 尿 mucoprotein と血漿 mucoprotein の混合溶液の電気泳動像は、pH 7.8 では1分画に、pH 5.0 では2分画に分たれ、尿 mucoprotein の泳動像は血漿 mucoprotein の主成分の泳動像と完全に重なる事を実証した。

これらの所見は、尿 mucoprotein が血漿 mucoprotein に由来するものと推測する吾々の見解に有力な支持を与えるものである。

4) 尿 mucoprotein は血漿に混じて泳動すると血漿 albumin に先行し、その相対移動度は pH 7.8 に於いて、平均約106なることを認めた。

稿を終るにのぞみ、終始御懇篤なる御指導と御校閲を賜った恩師齋藤幸一郎教授に心からなる御礼を申し上げます。

## 文 献

- 1) 下川末夫 (1953) Donaggio 反応陽性物質について 日本生理誌 15, 636
- 2) 本田良行 (1951) 吸着による Donaggio 反応陽性物質の抽出法 体力科学 1, 161
- 3) 中山達夫 (1956) Donaggio 反応陽性物質としての血漿 mucoprotein について I Donaggio 反応陽性物質との比較 日本生理誌 18, 533
- 4) 中山達夫 (1956) Donaggio 反応陽性物質としての血漿 mucoprotein について II 筋作業時に於ける濃度 日本生理誌 18, 537
- 5) Rimington, C. (1940) Seromucoid and the bound carbohydrate of the serum proteins. Biochem. J. 34, 931
- 6) Winzler, R., A. Devor, J. Mehl, and I. Smyth (1948) Studies on the mucoproteins of human plasma. J. Clin. Invest. 27, 609
- 7) 山根彦二 (1952) Donaggio 反応陽性物質の電気泳動的検索 体力科学 (会)
- 8) 村上長雄 (1953) Donaggio 反応の研究補遺 日本生理誌 15, 158
- 9) 桜井昭光 (1953) Donaggio 反応陽性物質の透析実験 十全医学誌 55, 848

## Summary

Electrophoretic studies were undertaken on the urinary and plasmic mucoproteins. The urinary mucoprotein was extracted from the normal human urine by Honda's method and the plasmic mucoprotein from the human conserved blood by Winzler's method. The

buffer solutions used as solvents were phosphate (pH 7.8,  $\mu$ : 0.144) and acetate mixtures (pH 5.0,  $\mu$ : 0.150). The following results were obtained:

1) In each buffer solution the electrophoretic patterns of the urinary mucoprotein has two peaks (Figs. 1 & 2), suggesting that the mucoprotein is composed of a single fraction. On the contrary, the plasmic mucoprotein consists of at least two fractions, for, as has been shown by Winzler et al., its pattern shows three peaks at pH 5.0 while two peaks at pH 7.0 (Figs. 3 & 4).

2) In order to compare the electrophoretic motilities of the fractions of these two mucoproteins, patterns of their mixtures were studied. As seen in these patterns (Figs. 5 & 6), the peaks of urinary and plasmic mucoproteins agreed completely with each other, which gave a strong support to our long-standing hypothesis that the urinary mucoprotein, the Donaggio positive substance, originates from the plasmic mucoprotein.

3) From the electrophoretic patterns of the mixtures of urinary mucoprotein and human plasma (Figs. 7, 8, 9, 10 & 11), we estimated the relative motility of the mucoprotein at 106 in the phosphate buffer, assuming the motility of plasmic albumin to be 100.

*(First Department of Physiology, Faculty of Medicine, Kanazawa University)*

神経上膜除去神経の傾き要素に対するイオンの影響 612. 816. 7

Influo de ionoj sur kruteca faktoro ĉe elektra ekscitiĝo de nervo senigita je la epineŭrio

元 吉 滋 直 (MOTOYOSI-SIGENAO)\*

I. 緒 論

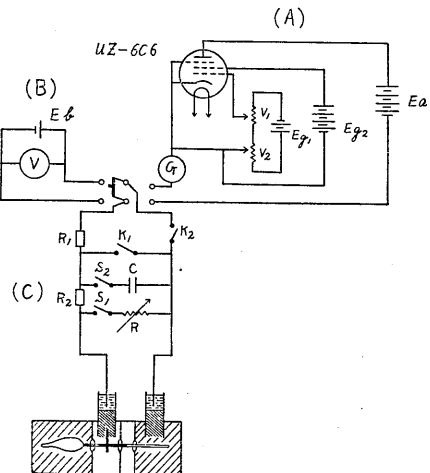
神経上膜除去神経が通常神経に比して、異なる刺激生理学的興奮態度を示すことは、先ず Rössel<sup>1)</sup> (1943) により認められ、次に Rashbass & Rushton<sup>2)</sup> (1949) は別に広範な実験をして、除去神経 (彼等は stripped nerve と呼ぶので、以下 S 神経と略称する) が通常神経 (前に従って non-stripped 即ち NS 神経と呼ぶ) よりも、核導体膜型理論に正しく従う刺激成績を示すことを見、Schoepfle<sup>3)</sup> (1950) 等もまた大体同様の結果を得て居る。一方また神経上膜が神経線維に対し、外界よりイオンの拡散し来ることに關して障壁をなすか否かにつき、Hodgkin<sup>4)</sup> (1949) 一派と Lorente de Nô<sup>5)</sup> (1950) 一派との間に烈しい論争が行われている。

他方また田崎<sup>6)</sup> (1944) の髄鞘乾燥法導入以来、単一神経線維における電気生理学および刺激生理学的実験が純粋に行われ、神経幹におけるとは異なった興奮態度が見出された。この方法は固よりもつとも理想的の単一線維実験法であるが、上膜除去法は施術容易にしてしかも上述の理想的方法に近い方法として注目し値するものであるから、本教室においてもすでに神山<sup>7)</sup> (1952) は強さ、時間、傾きの電気刺激3要素につき、また宮田<sup>8)</sup> (1956) は通流電極第3作用の現われ方につき、S 神経を NS 神経と比較した。

私は本教室において呉<sup>9)</sup>、呉及び鈴木<sup>10)</sup> (1946) によって研究された、アルカリイオン及びアルカリ土イオンの神経の強さ並びに傾き要素に対する作用につき、S 神経と NS 神経におけるその現われ方を比較したのでここに報告する次第である。

II. 実験方法

電気刺激傾き要素の測定は呉<sup>9)</sup>、呉および鈴木<sup>10)</sup> の場合と同じく、Fabre の直線定教 (constante linéaire; 以下 c.l. と略記する) を、鈴木<sup>10)</sup> の改良した 5 極管 UZ-6c6 利用の飽和電流を用いる測定装置にて行った (第1図)。この際求められる基電圧は、電気刺激強さ要素の標示となるのである。図に於いて [A] は飽和電流回路、[B] 直流電源回路、[C] は刺激回路である。今 [C] に [B] を連ね、[C] に於いて S<sub>2</sub> を開き S<sub>1</sub> を閉じて R を用いれば、神経は直角電流にて刺激され、基電圧  $V_r = \frac{EbR}{R_1 + R_2 + R}$  である。次に [A] を [C] に連ね、S<sub>1</sub> を開き S<sub>2</sub> を閉じて C に大なる容量を入れ、これに 6c6 の飽和電流を通ずれば、直線的強まり電圧にて刺激する事となり、其の閾値 I をマイクロアンメータ G で読めば  $I/C$  が電圧値で表わされた最小傾き (pente limite) である。そして  $V/I$  即ち  $VC/I$  が c.l. となる。C には全実験を通じ



第1図 刺激配線図

\* 千葉大学医学部第1生理学教室

て  $10\mu\text{F}$  を用い、通電時間は  $100\text{msec}$  を通流する様にした。

実験材料は冬眠中のものを  $16\sim 17^\circ\text{C}$  の恒温箱中に数日飼育したトノサマガエルの坐骨神経腓腹筋標本を用いた。上膜除去は Rashbass 等の方法に従い、1側の坐骨神経腓腹筋標本を作製し、神経上膜の除去を行うのであるが、この際刺激の生起部位としての陰極部分に鑑み、神経の陰極部分のみ上膜除去を行い、陽極部位はこれを行わなかった。これを本教室慣用の空気房を隔てた鈴木セルロイド製液体電極箱中に装置し、図の如く陰極部と空気房の一部のみ除去された状態である。更に他側脚から製した通常の坐骨神経腓腹筋標本は、対照として上膜除去を行わずに、別の液体電極箱中に装置した。且つ此れ等液体電極箱は全実験中温度を終始一定 (略  $17^\circ\text{C}$  前後) に保った。斯くして1時間放置し標本の安定したのちこの両者の比較測定を行った。具<sup>9)</sup> の実験の際と同様陰極 (作用極) は空中陰極とする。即ち第1図電極箱に於いて刺激時は神経は空中に張られ、不分極電極の Ringer ゼラチンから突出した絹糸刺繡糸が之に触れて居る。刺激測定と測定の間隔時にはピペットにて其の電極房に試験溶液を注ぎ、充分神経を掩う高さ迄満してイオンを作用させる。次の刺激時にはピペットにて液を除き空中陰極とするのである。尚電流は具<sup>9)</sup> が考察した如く電気緊張の影響を考慮して終始下向流を用いた。

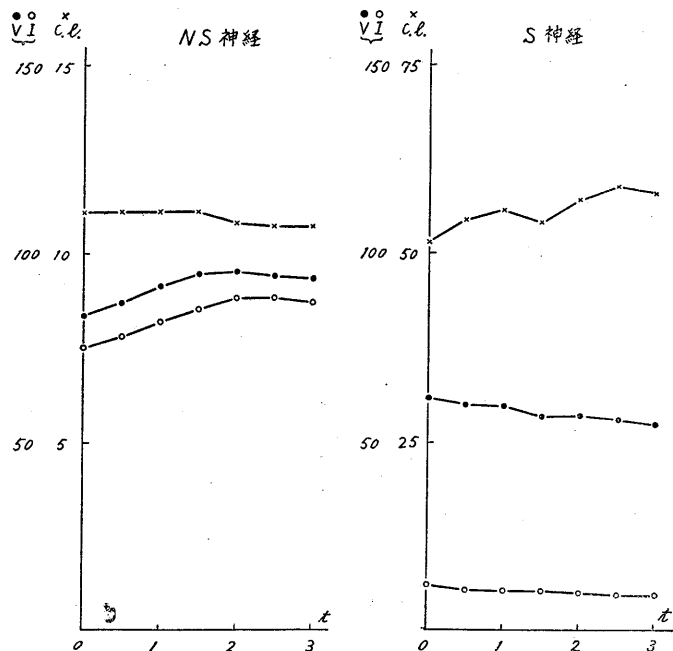
Ringer 液は  $0.6\%$  NaCl,  $0.01\%$  KCl,  $\text{CaCl}_2$ ,  $\text{NaHCO}_3$ , pH7.0 の組成のものを用い、等張液は KCl  $0.87\%$ ,  $\text{CaCl}_2$   $0.92\%$  とし、試験液は等張液と Ringer 液を種々の割合に混じさせた。例えば  $3/100\text{KCl}$  とは  $100\text{cc}$  中に  $3\text{cc}$  の KCl 等張液と  $97\text{cc}$  の Ringer 液を含むことを意味する。刺激効果の判定は筋の最小攣縮を以てした。

### III. 実験成績

#### A. 基礎実験

先ず基礎実験として常温下の S 神経、並びに対照としての NS 神経の Ringer 液に於ける基電圧、傾き要素の経時的比較測定を行った。其の1例を第2図に示す。測定は標本装置後1時間目より行った。NS 神経は実験後 1.5 時間乃至 2 時間の間は V も I も相伴って僅に上昇し、2 時間乃至 3 時間の間、ここに於いても相伴って僅に下降するのを見る。此れを結果する c. l. は一定値に止まり、2 時間後より僅に降下する。本例に於いて最初値を  $100\%$  とすれば、3 時間値は  $96\%$  となる。S 神経は V も I も時間と共に相伴って極めて僅の降下、c. l. の軽度の上昇が認められる。最初値を  $100\%$  とすれば、3 時間値は  $112\%$  である。即ち Ringer 液内に於ては c. l. は NS 神経が僅な降下、S 神経が軽度の上昇と云う、略々一定の値をとって経過する事が観察された。

次に本例と神山<sup>7)</sup> の発表せる Ringer 液内に



第2図 Ringer 液に於ける NS 及び S 神経の測定値の経時的变化  
縦軸にて  $\bullet\cdots\cdots V$  (mV),  $\circ\cdots\cdots I$  ( $\mu\text{A}$ ),  $\times\cdots\cdots c.l.$  (msec); 但し括弧内は単位。横軸は時間経過を示し、単位は時。以下各図にても同断。

第1表 S神経, NS神経に於ける基電圧 (mV),  $\lambda$ , c. l. (msec)

神山		NS神経		S神経	
実験例	時間	基電圧	$\lambda$	基電圧	$\lambda$
1/II 17°C	1時間後	64	8.6	62	15.6
	2時間後	66	10.9	67	22.2
	4時間後	64	10.3	71	33.0

著者		NS神経		S神経	
実験例	時間	基電圧	c. l.	基電圧	c. l.
22/I 15°C	1時間後	83.5	11.1	61.8	51.5
	2時間後	91.2	11.1	59.8	55.8
	4時間後	93.0	10.7	54.8	57.7

於ける変化の比較を第1表に、また2時間値のS/NSの比(神山の平均値と共に)を第2表に示す。著者の実験は恒温箱に飼育したカエルを用いたものであり、神山のいう warm frog の状態である。第1表に於ける数値のうちS神経の傾き要素値にやや著しい差を認めるのであるが、実験条件の差(温度、電極、定数等)を考慮しなければならない。第2表に於けるS/NSの比を検討するに基電圧に於いて神山は1.05、著者は0.83なる値を出して居るが、此れは平均値であり、神山の其れは0.71~1.61なる広範囲の平均で、例数として1.0以下のものも半数あり、著者の場合1.0以上を示すものもあったが1.0以

第2表 基電圧及びc. l.の2時間値のS/NS比

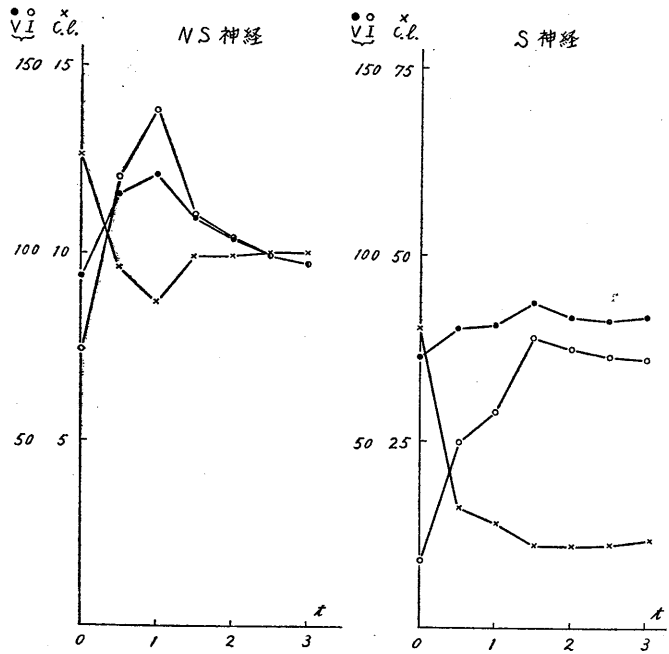
実験例	基電圧	c. l.
No. 1	0.51	4.20
No. 2	1.17	5.04
No. 3	0.66	5.00
No. 4	0.95	2.54
No. 5	0.88	2.79
No. 6	0.84	3.50
No. 7	0.73	5.22
No. 8	0.94	3.27
No. 9	0.77	3.23
No. 10	1.07	4.27
No. 11	0.93	3.18
No. 12	0.77	2.72
No. 13	0.96	4.52
No. 14	0.66	6.05
No. 15	0.81	3.30
平均	0.83	3.91
神山平均	1.05	3.14

下のものが多かった、宮田<sup>9)</sup>もS神経においては、常にNS神経よりも基電圧の小なるを見ているし、また著者と期を同じくしてi-t曲線に対するイオン作用を検している山崎<sup>11)</sup>も同様の所見を得ている。次に傾き要素c. l. ( $\lambda$ )の比は基電圧が比較的軽微な変化を示すに比して、神山3.14、著者3.91とS神経の方が遙かに大なる数値を示すのである。佐藤<sup>12)</sup>は田崎<sup>6)</sup>の方法により単一神経に於いて $\lambda$ を測り、其れを全神経幹刺激にて測った $\lambda$ と比較したが、後者は前者に比し5.0~1.25倍なる数値を見て居る。

B. アルカリイオンの影響

アルカリイオンの代表としてK<sup>+</sup>の各種濃度に就いて実験を行った。

3/100KCl 先ずK<sup>+</sup>濃度大なる時の作用の代表として3/100KClの1例を第3図に示す。NS神経に於いてはV, I共に上昇し、大体何れも初め急、後緩かなる傾きである。Ringer値に比して1時間値V, 129%; I, 186%で、1~1.5時間値より両者共に軽度の減少を示し、其の曲線は山形状を示す。即ちRinger値に比して3時間値Vは103%, Iは131%である。Iの



第3図 3/100KClに於ける変化

方がVより変化が急なるためc.l.は減少する。1.5~2時間値よりc.l.は僅に上昇して其の後は一定値に止るか稍々上昇の傾向が認められる。其の変化は Ringer 値に比して1時間値にて69%、3時間値にて79%である。S神経ではVの上昇が余り著明ならざるに対してIの上昇が急峻であるため、1時間値Vは112%、Iは32%、依ってc.l.1時間値35%と著しき降下を示す。其の後はVの変化があまり著明でないのに比して、Iは2時間値附近迄上昇を続ける。従ってc.l.は2時間値附近まで減少して上昇の傾向がなく、其の低下率は3時間値にて29%となる。NS神経に比してc.l.正常値が大なると共に、其の降下の幅の著しく大きい事が認められる。

K<sup>+</sup>の濃度これよりも大となれば、NS神経に於いてはV、I、c.l.の変化3/100KClより著しく且つ速かである(第5図参照)。

**10/100KCl** 10/100KClの場合にはc.l.はRinger値に比して、1時間値36%、1時間30分後12%に達し、これを起因せしめるV、Iの上昇著しく、Ringer値に比して1時間Vは180%、Iは500%；1.5~2時間値にてIは∞となり、実験を中止せざるを得なかった。S神経に於いては上述のNS神経に比して更に変化が著しく且つ迅速にして、30分後に於てIは10,000%以上∞に達するものがあつた。Vの変化も甚しく、10/100KCl濃度に達すると急激に上昇する。即ち5/100KCl濃度迄に於いては測定可能であつたが、本濃度においては30分前後で1550%と上昇し、其の後は測定不能となった。これを結果するc.l.はRinger値の絶対値がNS神経に比して大なると共に、其の変化はNS神経に比して更に著明で、且つ幅の大きな降下が見られる。即ち30分値に於いて8.1%、其の後に於いてはV、Iの∞上昇に依りc.l.を決定することが出来なかつた。有本<sup>13)</sup>が単一神経線維にてK<sup>+</sup>濃度が大体本濃度と同一前後に於いて、閾値が測定不能となった実験成績と合致するものである。

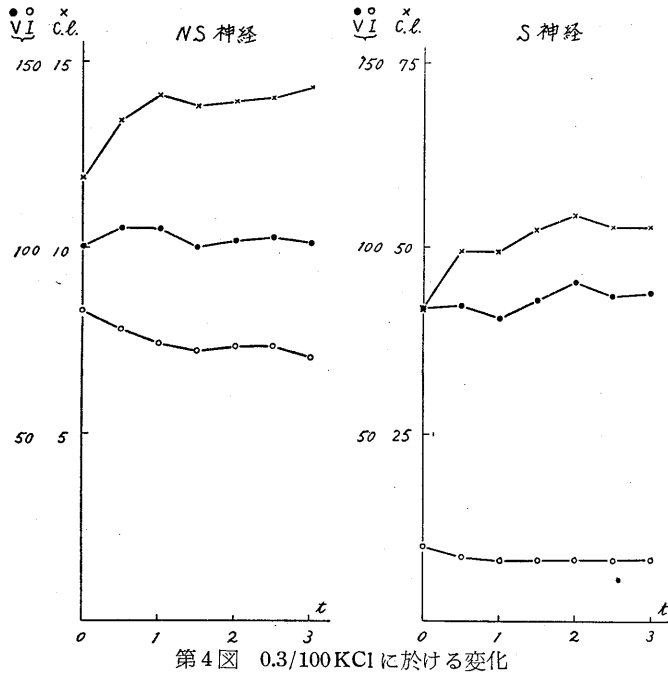
**5/100KCl** NS神経に於いてはc.l.はRinger値に比して、1時間値41%に達し、其の値は其

の後低値に止つた。3時間値50%である。S神経に於いてはc.l.の降下さらに著しく著明にして、1時間値12%、3時間値11%と低値に止り実験例に依つては2時間前後で実験を中止せざるを得ない例もあつた。唯10/100KClに見られたVの急激なる上昇作用少く、1時間値126%、2時間後に於いては降下するものが認められ、前述の10/100KClに於いて甚しく上昇することに比して著して相違を見るのである。此れに反してIは1時間値1300%と急激なる上昇であり、c.l.の著しい降下はIの甚しい上昇に依るものである。

**1/100KCl** K<sup>+</sup>濃度を低くして1/100KClとすればNS、S両神経共に諸作用は著しく不顕著となる。両者共にc.l.はまだ軽度の降下を認める。NS神経に於いてRinger値に比して1時間値95%、3時間値88%；S神経に於いて1時間値、3時間値共に90%である。VはNS神経に於いて僅に上昇するが、1時間値119%、3時間値121%、S神経に於いてはRinger値と略々同一の数値をとる。1時間値98%、3時間値103%。c.l.が共に僅かに降下するのはNS神経に於いてIの上昇がVより僅に多く、S神経に於いてはIの軽度上昇を認むるに依る。

**0.3/100KCl** K<sup>+</sup>低濃度の代表として0.3/100KClの場合の1例を第4図に示す。即ちNS神経においてもS神経においてもc.l.は緩徐なる上昇を示す。これを来たすはVが大體一定値を保つて対して、Iが漸次徐ろに降下するためである。即ちNS神経にてはc.l.が1時間値118%、3時間値120%を示すが、これはVが夫々105%、100%なるに對し、Iは夫々89%、84%と漸減するためである。又S神経にてもc.l.は1時間値118%、3時間値126%なる大いさをとるのであるが、これはVが夫々96%、105%の値を示し、Iが夫々82%、83%なるによるのである。

**0.5/100KCl** 再び第5図に歸り0.5/100KClを見るにc.l.はNS神経にてはやはり緩徐なる上昇を示すが、S神経にて大體一定、或いは極めて徐ろな降下を示す。即ち本例にて前者は1時



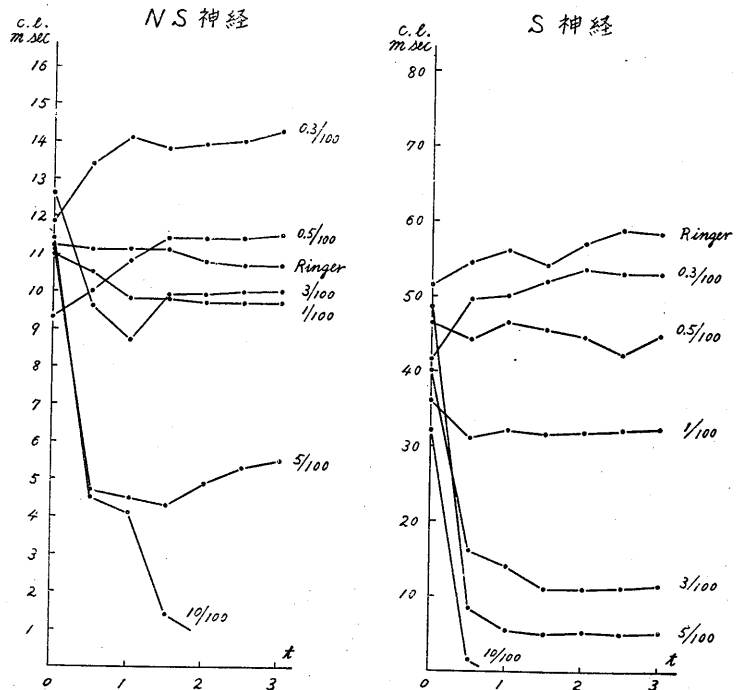
第4図 0.3/100KClに於ける変化

間値115%, 3時間値123%であり, 後者では夫々100%, 96%である. これによってc.l.の変化経過を見ればNS神経にては変化の逆転の限界濃度が1/100と0.5/100の間であるのに対し, S神経では0.5/100と0.3/100の間なる事を見るのである. これを来たすVの変化, Iの変化を見るのに, NS神経, S神経とも0.5/100KCl, 0.3/100 KCl, Ringer 辺りにおいてはVの変化は極めて不顕著で, 個体差ともいふべきものである. そして上述夫々のK<sup>+</sup>濃度にて特有のc.l.の変化を来たすのは, 夫々の場合におけるVの変化とその時のIの変化との関係によって起ったのを見るのである.

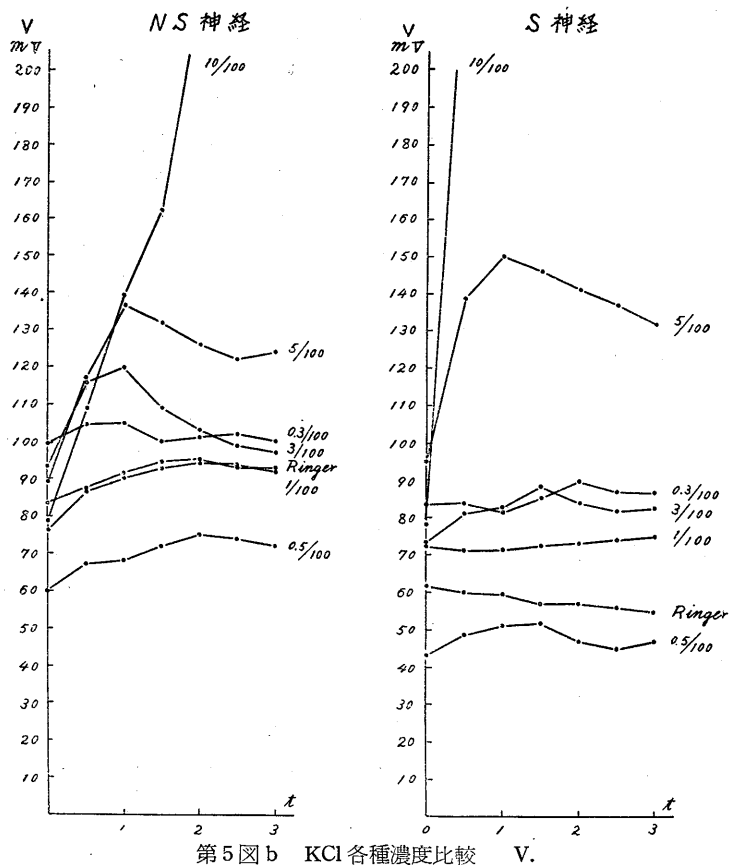
此れ等各濃度に於けるK<sup>+</sup>作用の比較に便せんが為, 各系列より1例ずつc.l.及

びVの変化の経過を1つの図に示したのが第5図である. NS神経に於ける各濃度の変化は先に呉<sup>9)</sup>の報告にある如くK<sup>+</sup>の一定濃度を限界濃度として, 其れ以上に於いてはc.l.の降下, 其れ以下に於いては上昇作用あり, 其のいずれに於いても夫々の範囲に於いては濃度大なるほど著しい. その限界濃度が呉にあっては1/100KClであったが, 私においては1/100と0.5/100との間, 1/100に近い所にある. 又低濃度におけるc.l.の上昇も呉におけるより稍々低い. S神経に於いてもc.l.は大体同様の变化を示し, 限界濃度の上下において夫々降下, 上昇の作用を見る. その限界濃度が0.5/100と

0.3/100との間, 0.5/100に近く存在して, NS神経よりやや低濃度に当る. またRinger液においても尙上昇の傾向を示し, Ringer液中の



第5図a KCl各種濃度比較 c.l.



第5図b KCl各種濃度比較 V.

KCl濃度も、尙  $K^+$  低濃度の作用を示すとも見られる。次述の如く c.l. に関して S 神経は、NS 神経よりも著しく強いイオン作用を受けるのであるが、今見た現象もその1つの現われといふことができる。

限界濃度以上における高濃度の c.l. 降下作用は遙かに NS 神経に比して著明であり、其の降下率は同一濃度において、S 神経の方が遙かに大である。正常値において既に S 神経は NS 神経に比して大なる c.l. 値を示すのであるが、イオンによる変化の大きさも遙かに大である。即ち c.l. に関し S 神経は、NS 神経よりも著しく強い変化を示すのである。然し限界濃度以下の低濃度における c.l. 上昇については、S 神経にて NS 神経よりも特に大なる変化を示さない。これは本イオンにてはこの低濃度の c.l. 上昇作用そのものが、余り著しくないためであろう。

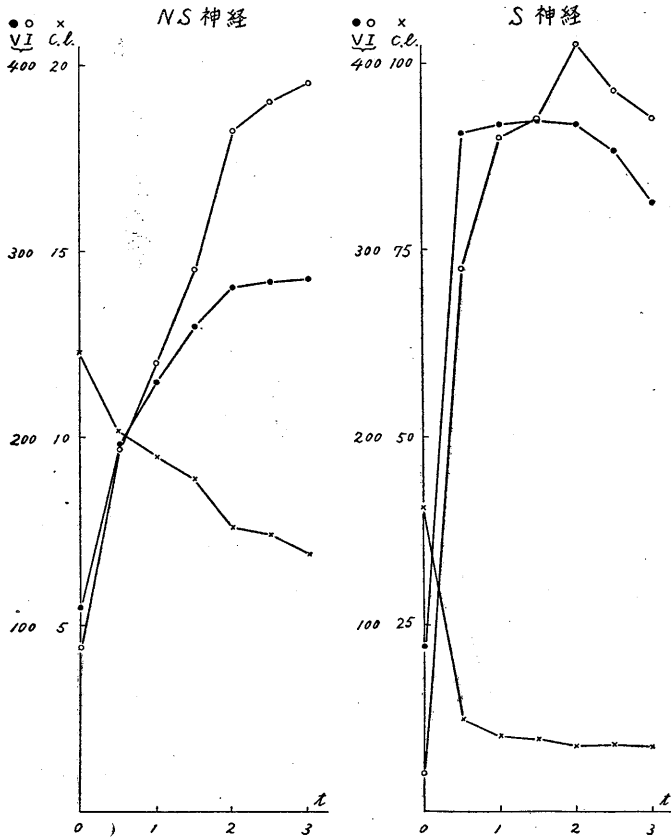
一方 V に於いては NS 神経、S 神経間に大なる

作用の差異がない。とくに低濃度から 1/100 KCl に至るまで、両神経においてともに著しい変化なく、極めて弱い初め上昇後降下という2相性変化を思わせる経過を示すのみであり、I の変化の方が著しくて上述の c.l. の変化を求したのである。濃度がさらに高まり 3/100 を越え 5/100, 10/100 となるに従い、NS 神経、S 神経の両者ともに其の上昇作用が著明且つ急激となり、S 神経の方が其の変化が著明急激で、10/100 KCl に至れば測定不能と云う急峻なる変化を呈する。

### C. アルカリ土イオンの影響

アルカリ土イオンの代表として  $Ca^{++}$  に就て実験した。50/100  $CaCl_2$ ,  $Ca^{++}$  濃度大なる時の作用の代表として

50/100  $CaCl_2$  の1例を第6図に示す。NS 神経においては呉<sup>9)</sup>の実験にも見られる如くイオン作用著しく、V も I も上昇する。何れも初め急後緩かなる傾きであるが、Ringer 値に比して V は1時間210%、3時間値260%；I は1時間値270%、3時間値440%で、I の方が V より変化が急であるため、c.l. は減少し、1時間値77%、時間と共に減少し、3時間値は56%に達する。S 神経においてはイオン作用更に急激にして著明、其の作用は最初の30分におい略々完了する。即ち V, I 共に1時間値は略々其の極値に達して、V は420%、I は1670%となり、その結果する c.l. の降下は NS 神経に比して25%と遙かに低値を示す。其の後 V, I は其の高値に止るか、多少降下の傾向を示し、3時間値 V は370%、I は1720%、c.l. は21%の低値に止る。即ち S 神経においては NS 神経に比し、c.l. の降下が甚だ著しいことを見るのである。

第6図 50/100CaCl<sub>2</sub>に於ける変化

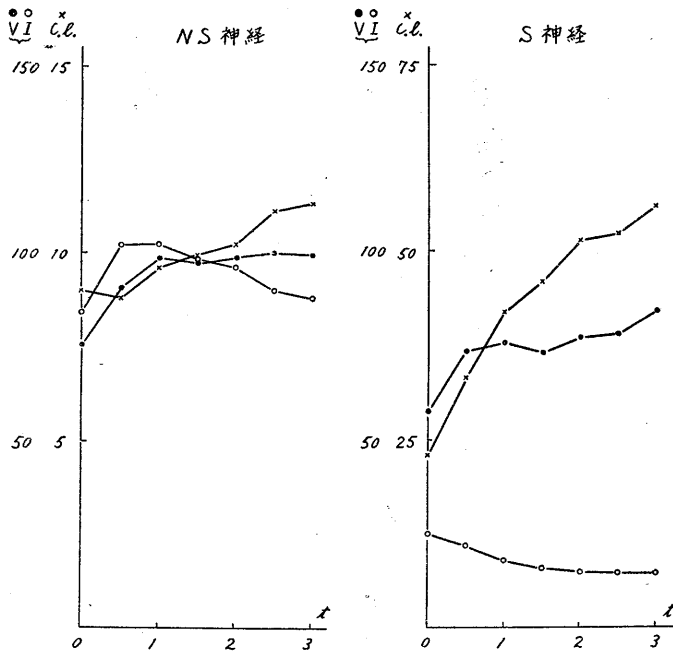
10/100CaCl<sub>2</sub> Ca<sup>++</sup>の濃度を低めて10/100CaCl<sub>2</sub>とすれば(以下第8図参照), NS神経において作用50/100CaCl<sub>2</sub>と同様の傾向をとるが著しく緩和せられる。即ち Ringer 値に比して1時間値Vは130%, Iは172%; 3時間値Vは167%, Iは190%となり; c.l.の降下も1時間値76%; 3時間値82%を示す。S神経においても同様V, I共に著明に上昇するが, 1時間値Vは265%, Iは310%; 3時間値Vは270%, Iは290%; Vに比してIの上昇が50/100CaCl<sub>2</sub>程著明でないため, c.l.の著明なる減少が見られない。c.l.の降下も1時間値86%, 3時間値95%とNS神経より降下率は小である。

3/100CaCl<sub>2</sub> 3/100CaCl<sub>2</sub>に至ればNS神経においてV, Iの上昇軽度にして, Ringer 値に比して1時間値Vは113%, Iは120%; 3時間値Vは127%, Iは120%と軽度にしてc.l.は

1時間値94%と降下するが, 3時間値においては106%と上昇値を示す。S神経に於いてはV, I共に上昇するが, Vの上昇がIの上昇よりやや大であり, 1時間値Vは200%, Iは190%; 3時間値Vは196%, Iは170%とIは1時間前後より降下を示すので, c.l.は1時間値105%, 3時間値115%と上昇を示す。即ちNS神経にはほぼ限界濃度, S神経には低濃度効果が現われ始めたと思得る。

0.5/100CaCl<sub>2</sub> 低濃度作用の0.5/100CaCl<sub>2</sub>の場合の1例を第7図に示す。NS神経にてRinger 値に比してVは1時間値130%, 3時間値132%と時間による変化が殆んどないのに比して, Iは1時間値121%, 3時間値105%と降下を示すので, c.l.は1時間値107%, 3時間値126%と漸次増大する。S神経ではVは1時間値131%, 3時間値146%と上昇し, Iは1時間値72%, 3時間値60%と降下するので, c.l.は1時間値183%, 3時間値245%と著しく上昇する。即ちS神経においてはNS神経に比して, 遙かに著大なるc.l.の上昇を見るのである。

1/100CaCl<sub>2</sub> 再び第8図に返って1/100CaCl<sub>2</sub>の場合を見るに, NS神経にてはRinger 値に比して1時間値Vは126%, Iは120%に増加し, c.l.は106%に増加する。其の後Vは僅かに上昇するがIは降下若くは同値を示すので, 3時間値Vは146%, Iは129%で, c.l.は上昇して3時間値において118%となる。S神経においては1時間値Vは123%, Iは95%で, c.l.は129%と上昇し, 其の後Vは略々其の値に止るが, Iの降下著明にして, 3時間値Vは129%, Iは83%となり, その結果するc.l.は3時間値154%と著しい上昇作用を認める。



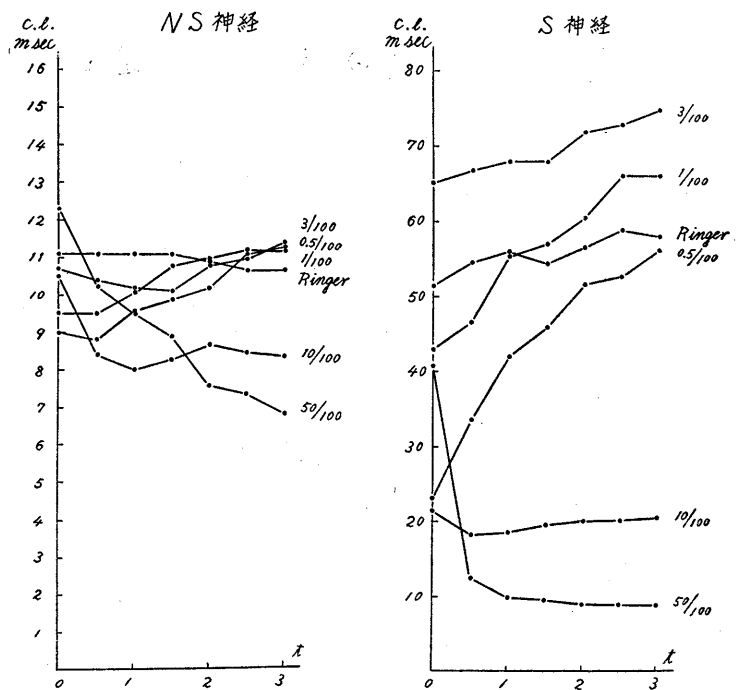
第7図 0.5/100CaCl<sub>2</sub>に於ける変化

これら各濃度の c.l. 及び V に対する作用を一つの図に示したのが第8図である。先ず NS 神経において Ca<sup>++</sup> は K<sup>+</sup> と同様、濃度大なる時は

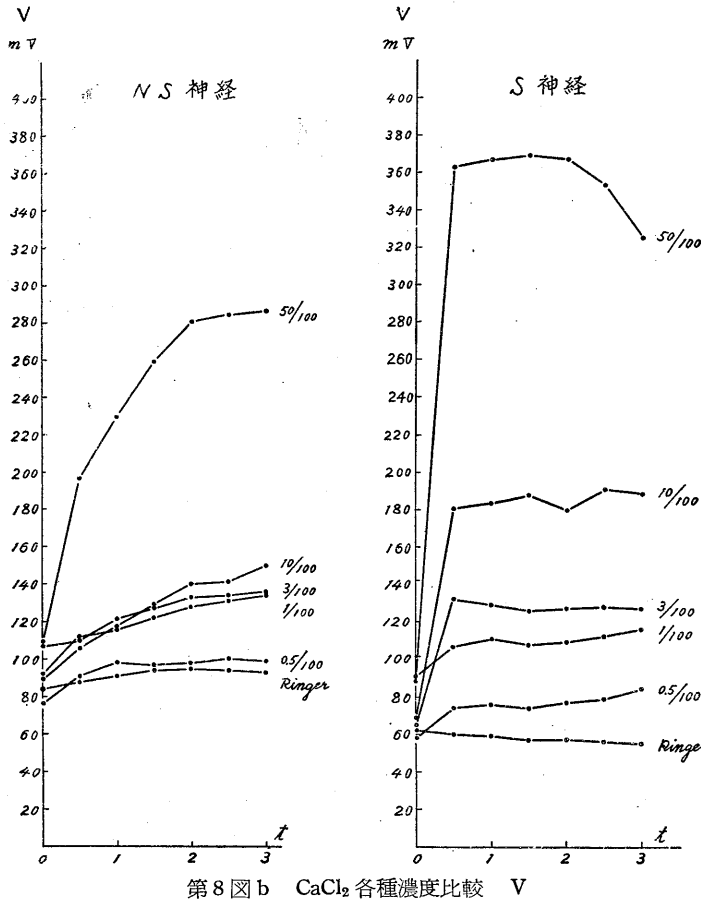
c.l. を降下せしめる。濃度小なるに従い其の程度漸減し、経時的観察においても1.5時間前後より上昇に傾くに至り、3/100CaCl<sub>2</sub> 附近においては其の降下、上昇共に著しくない。更に濃度を低めて 1/100CaCl<sub>2</sub>、0.5/100CaCl<sub>2</sub> に至れば c.l. は上昇する。即ち 3/100 CaCl<sub>2</sub> を限界として逆転する。K<sup>+</sup>、Ca<sup>++</sup> 間に於ける異なる点として限界濃度に差異ある事と、K<sup>+</sup> には c.l. の降下が、そして Ca<sup>++</sup> には上昇がより強く現われて居る事である。此れ等の事実は先に呉、鈴木<sup>10)</sup> も見て居る事で、限界濃度は大体一

致するが、唯私の場合は低濃度の上昇作用が彼等に比較してやや少ない。S 神経において高濃度では NS 神経におけるより遙に著しく c.l. を降下せしめ、低濃度においてもまた遙かに著しく c.l. を上昇せしめ、限界濃度は NS 神経におけるよりやや高く、3/100 にても既に上昇に傾くを見るのである。また Ringer 液にても、S 神経にては c.l. 上昇に傾き、Ringer 中の CaCl<sub>2</sub> 濃度もなお Ca<sup>++</sup> 低濃度の作用あること、K<sup>+</sup> の場合と同様である。S 神経における K<sup>+</sup>、Ca<sup>++</sup> 間の差異を見るに K<sup>+</sup> は高濃度における c.l. 降下作用をより強く現わしているに対し、Ca<sup>++</sup> は高濃度における降下作用と共に、低濃

度の同上昇作用をも著しく強く出現せしめている。これらにおいて S 神経にては c.l. の Ringer 値が既に NS 神経より大なる上にその変化の幅



第8図 a CaCl<sub>2</sub> 各種濃度比較 c.l.



第8図b CaCl<sub>2</sub>各種濃度比較 V

が著しく大きいのである。即ち K<sup>+</sup> におけると同様に Ca<sup>2+</sup> も S 神経にては c. l. 変化を NS 神経よりも遙かに著しく起すのであって、限界濃度がやや高いのも低濃度の上昇作用がより強く現われているためであろう。

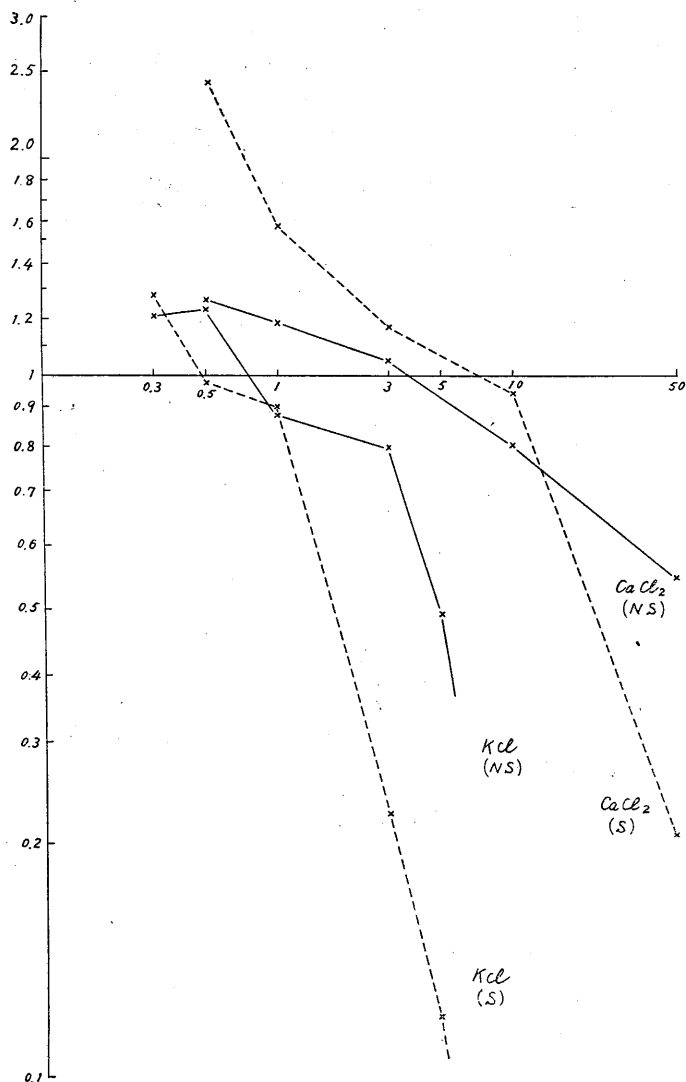
次に V における変化を見るに NS 神経においては低濃度にて僅かに V の降下を見る場合もあったが、多くは僅かの上昇を示し、時間と共に上昇の傾向を見、濃度高きに至れば従って V の上昇度増加し、50/100CaCl<sub>2</sub> に至れば時間と共に著しき上昇を認めるに至った。K<sup>+</sup> が V を一旦上昇せしめて後 1.5 時間前後より降下作用を示し、また低濃度にては初め上昇後降下作用という 2 相性の変化を見るのに比して、Ca<sup>2+</sup> には本実験の範囲内の時間においては上昇を続けて降下の傾向が見られない。S 神経に於いては低濃度においても V の降下が見られず、Ringer

液にて極めて弱い漸減を見るのみである。濃度高くなるに従って上昇度も増加し、NS 神経が比較的緩徐な上昇を示すに比して、其の上昇の変化急峻にして 30 分後において殆んど其の極値を示した。又同一濃度に於いては S 神経の方が遙かに大なる上昇率を示して居る。K<sup>+</sup> には高濃度において急激に上昇して測定不能となるに比して、Ca<sup>2+</sup> においては急激に上昇するが、本実験時間内は高値を維持して測定は可能であった。NS 神経及び S 神経において Ca<sup>2+</sup> 各濃度における V の変化は上述の通りであるが、I の変化は高濃度においてはその上昇が V の夫よりも急速であり、また低濃度においては、NS 神経にては最初上昇した I が後は降下に移り、また S 神経にては最初より降下を示し、上述の V の変化と相応じて c. l. の高濃度における降下と低

濃度における上昇を来すのである。

D. 高濃度イオン作用の恢復

次に本実験中の最高濃度である 10/100KCl, 50/100CaCl<sub>2</sub> 両液を 2 時間作用せしめた後、試験液を Ringer 液に変えて 1 時間其の恢復過程を観察した。先ず 10/100KCl の 1 例を述べれば K<sup>+</sup> を作用せしめて 2 時間後であるから NS, S 神経ともに V は上昇し、c. l. は著しく降下して居る。即ち NS 神経にて V は 131%, c. l. は 54% である。Ringer 液に変えると作用時間と逆の方向に V は逐次降下し、c. l. は逐次上昇を示す。然し 1 時間後に於ける変化は作用前迄の状態に至らず、V にて 123%, c. l. にて 65%, 即ち作用を中止した 1 時間前の状態に止る。S 神経においては 10/100KCl 作用 30 分後において V は 214%, c. l. は 29% となり、その後測定不能の状態に変化する。2 時間後 Ringer に換え



第9図 両神経のc.l.に対する各溶液効果の比較図  
 横軸には所用濃度表現におけるx/100のxを対数尺度にて盛る。また縦軸には各溶液によるc.l.の3時間値の正常値に対する比較値を、これまた対数尺度にて盛る。実線はNS神経、破線はS神経の値を示す。

ばV, c.l.共に急速に恢復して、1時間後においてはVは126%, c.l.は86%となり殆んど作用前に近い状態に恢復せる値を示した。即ちS神経においては変化も急速であれば、恢復も急速であり、本濃度程度に於いてはV, c.l.共に測定不能という作用を受け乍らも不可逆的变化を来さないことを示すのである。50/100CaCl<sub>2</sub>においても同様の過程を示す。その1例に就いて述べれば、NS神経にて作用後2時間値V

は264%, c.l.は60%であり、Ringer置換後1時間にてVは243%, c.l.は72%となる。一方S神経においては作用後2時間値Vは446%, c.l.は44%であり、Ringer置換後1時間にてVは130%, c.l.は89%と急速に恢復する。K<sup>+</sup>, Ca<sup>++</sup>の差異は恢復過程においては著しい差異を見ることは出来なかった。

### V. 考 察

之より以上実験成績の章において観察した事柄につき、順を追って考察を進めてゆきたい。

実験Aにおいては基礎実験として、常温下にてNS神経とS神経につき、V, Iおよびc.l.の値を比較し、且つその経時的变化を観察した。NS神経とS神経との比較は直ぐ後に述べるが、その経時的变化は両神経とも、各値において著しくない。c.l.値においてS神経にてやや漸増の徴を見るのは、後に説く様に神経上膜を除去すると、イオン作用を受けるに著しく敏感となり、Ringer液中のKCl及びCaCl<sub>2</sub>濃度も、既にK<sup>+</sup>及びCa<sup>++</sup>の低濃度の作用を現わしていると見るべきとも思われる。この事実は第2表中に示した神

山の所見についても同様にいうことが出来る。そしてまた私の場合と神山の場合との間における各測定値の絶対値の比較においては、殊にS神経の傾き要素の定数にて大なる差異を示すのであるが、実験成績の章下にも述べた如く、私と神山の間には実験温度、電極装置、測定定数等の実験条件において差異があり、本要素定数は特にそれらの条件の影響を受け易いものであることに因るのであろう。

次に両神経間における測定値の差についてであるが、第2表に見らるる如く両神経値の比たる S/NS において、先ず V は私にては平均 0.83、神山<sup>7)</sup>にては 1.05 を示す。しかし実験成績章下で述べた如く、私に於いても測定例によっては 1 以上の場合もあるが、1 以下の場合が多く大体 S の方が NS よりも小なる基電圧を示す。神山にては前記の平均は 0.71~1.61 間の値についてであり、大体 S と NS と略々同大の基電圧を示すという事になる。そもそもこの強さ要素に関しては Rössel<sup>1)</sup> は交流刺激において S 神経は NS 神経に比して 2~3 倍も閾値の増大することを見た。神山<sup>7)</sup> はいわゆる cold frog にては基電圧の S/NS が平均 1.21 (1.03~1.42) なるを見て、Rössel と同方向の閾値差異を証したが、いわゆる warm frog では上述の 1.05 を見たのであった。今私は神山のいわゆる warm frog と同様の環境条件において、S/NS を 0.83 と観察した。閾値に対する通流電極第 3 作用を、S、NS 両神経において比較した本教室の宮田<sup>8)</sup> は、平常時の閾値は誘導電撃によっても、また基電圧においても、常に S 神経の方が NS 神経よりも低いことを見、基電圧に於いては S/NS を平均 0.66 と見ている。また私と同時に時間要素に対するイオン作用を両神経につき観察している山崎<sup>11)</sup> によれば、ほぼ同様の環境条件のカエル神経にては、基電圧の S/NS の平均 0.99、更に暖かき春期のカエルにて 0.77 の値を見ている。これらを総合すれば、冬期冬眠中のカエルを数日室に飼育したカエルにおいては、基電圧は S 神経の方が NS 神経よりも低いことが、正常と見られるのである。

次に c. l. の値についてであるが、私は c. l. につき S/NS を 3.91 と見、神山は  $\lambda$  につき 3.14 と見ている。即ちいずれにおいても S 神経にては NS 神経よりも、著しく大なる傾き要素時間定数を示す結果となっている。神山<sup>7)</sup> がその論文にて Rössel<sup>1)</sup> のなした交流刺激成績の 1 例に、Hill の式を応用して算出した  $\lambda$  値の S 神経と NS 神経との差とも方向は一致する。また神経上膜除去よりもっと徹底した田崎<sup>6)</sup> の髓鞘乾

燥法による、単一神経線維の Ranvier 絞輪における刺激の場合の  $\lambda$  値と、全神経刺激の場合の  $\lambda$  値とを比較した佐藤<sup>12)</sup> によれば、この両者の比は 5.0~1.25 の大きさをとり、私の S/NS と一致する。これらにより神経上膜除去乃至単一線維刺激においては、c. l. または  $\lambda$  が数倍に増大することは確かであって、佐藤と共に結合組織鞘の持つ電気容量の存否によると考うべきである。然るに最近 Diecke<sup>14)</sup> は通常神経幹、上膜除去神経幹及び単一線維 Ranvier 絞輪の 3 者につき、直線的並びに指数函数的強まり電流を以て刺激し、S 神経は NS 神経に比して  $\lambda$  が約 2 倍の値を示すことを見ているが、R 絞輪刺激においては田崎<sup>15)</sup> もそれを見たと同様に、直線的強まり電流にては忍込現象が起らず、ただ最小傾きのみは存することを見、更に通常並びに上膜除去神経幹に現われる忍込現象は全く見かけだけの事柄であると論ずる。然し鈴木教授によれば、その論拠たる R 絞輪の指数函数的強まり電流による刺激実験の結果は、同教授<sup>16)</sup> の実験結果の時定数が  $\lambda$  と匹敵する大きさのときの現象より理解すべく、且つ絞輪刺激にて忍込現象なしと見るのは当らず、忍込現象は R 絞輪周囲の鞘性物質の量の増加により定量的に著しくなるのみであって、神経線維の本質的現象であるとの事である。

さて当論文の本題たるイオン作用を検討すべく、先ず実験にては、アルカリイオンの代表として K<sup>+</sup> の作用を観察した。第 3、4 図の高低濃度の代表例、及び第 5 図の各濃度の作用の一覧図等によって考えるに、NS 神経については大体呉<sup>9)</sup> の見たと同様の作用の存在することを見る。即ち c. l. に対しては高濃度は降下、低濃度は上昇作用があり、その間に作用著しかならぬ限界濃度がある。そして両作用共夫々の範囲内では濃度高い程その作用が著しい。そしてすべての濃度における作用が、始め降下、後上昇という 2 相性経時変化の内 1 相が特に著しく現われる事による。これらの事実は呉の場合程美しくは現われてないが、大体私の測定においても見る事が出来る。また低濃度における c. l. 上昇

の度が具に比してやや小なることと、限界濃度が彼にあっては 1/100KCl であったが、私においては 1/100 と 0.5/100 との間、1/100 に近い濃度である等の差異は、実験動物の出所、実験時期、温度その他の実験条件の若干の差異に帰せられるであろう。c.l. に対するこの作用に比して V に対する作用を見るに、c.l. と V とは方向反対の変化を起さしめることが、環境条件による典型的变化（鈴木及び石井<sup>17)</sup>）である訳であって、上述の c.l. 変化とは対蹠的の 2 相性変化が V に認められねばならない。が実際は高濃度の V 上昇が著しく現われるのみで、低濃度の同降下は著明に現われず、ただ限界濃度附近及び以下の濃度にて、弱い始め上昇、後降下の 2 相性変化を認めるのみである。しかし I 値は高濃度にては V より著しく上昇し、低濃度にては降下を示すことにより、上述の c.l. 変化を来しているのである。

次に S 神経についてであるが、一般に云って c.l. 及び V に対する作用は、定性的には NS 神経に対してと同様の変化を与えるのである。そして先ず c.l. についていえば、一般に S 神経にては NS 神経よりも c.l. 変化が著しく、大いなる幅にて変化が行われる。上に A 条下で見た如く S 神経の c.l. は NS 神経におけるより大きな値である上に、その変化の % も遙かに大きく行われ、それは K<sup>+</sup> 下にては特に高濃度に於ける降下作用にて著しい。またその作用がより速に行われ、変化の大部分は最初の 30 分間に現われる。そして限界濃度は 0.5/100 と 0.3/100KCl との間であり、NS 神経に比べると 0.5/100 を超えて、より低濃度に推移している。これは低濃度における c.l. 降下なるイオン作用が NS 神経よりも著しいことと相応じ、イオンの作用が S 神経には強く働くことと見るのである。実験章下にて述べた如く、Ringer 液にては c.l. 上昇を示すことは、Ringer 中の K<sup>+</sup> 濃度がなお K<sup>+</sup> 低濃度の作用を持つことの現われであって、やはり S 神経にはイオンがより強く働くことのためである。この意味で神経上膜はイオンの作用に対して神経線維を防禦しているのであって、

私の実験の結果は、緒論で挙げた Hodgkin<sup>4)</sup> 一派と Lorente de Nó 一派との論争に関して、前者に賛する事実を挙げたといふことができる。しかし低濃度における c.l. 上昇の幅は NS 神経に於けるものより大きいことはない。これは K<sup>+</sup> の c.l. 上昇作用そのことが、始めから余り強くないためであろう。第 9 図に c.l. 変化の 3 時間値の % を、NS、S 両神経につき、各濃度に対してグラフして、作用の様相を一覧に便せしめた。各濃度の K<sup>+</sup> が S 神経に対しては、NS 神経に対してよりも著しく強く働いて c.l. を降下せしめること、又限界濃度が神経においては、この c.l. 降下なる本イオン特異的作用を拡大する意味において、NS 神経に対してずれている様相を明らかに認める事ができる。V に対しての変化は NS 神経につき述べたとほぼ同様であって、高低両濃度共ににおいて、V 変化より I 変化が著しく、ために上述の c.l. 変化を起したのである。ただ高濃度に際しては V の変化が NS 神経よりも著しく速かで、最初の 30 分にてその変化の大部分を遂げる。これも S 神経にてイオン作用が NS 神経におけるより強力に働くことの現われである。

次に実験 C においては、アルカリ土イオンの代表として Ca<sup>++</sup> を作用せしめた。第 6、7 図の高低濃度の代表例、及び第 8 図の各濃度作用の一覧図によって考えるに、NS 神経については具及び鈴木<sup>10)</sup> の見たと同様に、前節で K<sup>+</sup> について見たのと定性的には同様の作用あるのを見るのである。ただ K<sup>+</sup> とは限界濃度においてずれがある。また具及鈴木は K<sup>+</sup> にては高濃度における c.l. 降下作用著しく、Ca<sup>++</sup> にては低濃度における上昇作用著しい点にも両者の差異を見たけれども、私は NS 神経にて低濃度の Ca<sup>++</sup> の c.l. 上昇作用の顕著なる事を見なかつた。限界濃度は彼等の成績と同様に 10/100~3/100CaCl<sub>2</sub> の間に存在する。また V に対しては高濃度に於いて著しい上昇、そして以下低濃度に至る漸次緩徐なる上昇作用を見るのみである。具及び鈴木は低濃度にて全時間殆んど変化せざる V と漸減する I とにより、漸増する c.l. を観察したの

であったが、私においては低濃度といえども V は緩徐に上昇した。ただ I の上昇がそれよりも著しくないか、或いは最初上昇した後漸減するため、c. l. の上昇を結果したのである。そして K<sup>+</sup> の場合は未だその示唆を認め得た低濃度における V の、初め上昇後降下の 2 相性変化の様相を認めることは出来なかった。しかし c. l. においては同濃度下にて初め降下後上昇の 2 相性変化の跡を見ることができ、本来の変化は 2 相性である事が伺われるのである。

S 神経においては、K<sup>+</sup> の場合と同様に一般には NS 神経と定性的に同様な作用を与えるが、特に c. l. においてその変化の幅が NS 神経よりも著しく広い。ただに高濃度における c. l. 降下作用のみならず、低濃度における上昇作用についても、NS 神経に比して格段の著大なる変化を与えるのである。これは S 神経に対し、NS 神経よりも Ca<sup>++</sup> イオン作用が強力に働くことを意味する。そして K<sup>+</sup> に比較して、K<sup>+</sup> にあっては高濃度の降下作用が著しかったのに反して、Ca<sup>++</sup> には低濃度の上昇作用が著しい。また限界濃度が NS 神経に比しやや高濃度にずれて、3/100CaCl<sub>2</sub> も c. l. 上昇を見ることも、Ca<sup>++</sup> の S 神経における作用の強大を現わす事実である。又 K<sup>+</sup> の場合同様、Ringer も低濃度 Ca<sup>++</sup> と同様の作用を示すことも、同一の事の現われであり、ここにおいてもまた神経上膜がイオン作用の障壁をなすとの意味において Hodgkin<sup>4)</sup> 一派を賛することになるのである。第 9 図には Ca<sup>++</sup> の c. l. に対する作用を、K<sup>+</sup> と同様 3 時間値にて示した。Ca<sup>++</sup> の場合は高濃度の c. l. 降下作用も、低濃度の上昇作用も共に、S 神経にて NS 神経におけるよりも著しい。しかし特に低濃度の上昇作用にてその増強が強大である。そして限界濃度は神経にて、この特異作用を拡大する意味において NS 神経に対してずれている。また K<sup>+</sup> には c. l. 低下作用、Ca<sup>++</sup> には低下、上昇両作用、殊に上昇作用が S 神経に著しく現われることが明らかに示されている。具及び鈴木<sup>10)</sup> の第 5 図と同様、両種イオンの限界濃度間が両種イオン拮抗作用の濃度領域であるが、神

経上膜除去によりこの領域の著しく拡大される事実を見るべきである。V に対しては NS 神経においてと同様に、高濃度に於ける著しい上昇と、以下低濃度に至るに従って漸次減少する上昇作用を見るのであるが、各濃度共 NS 神経よりも作用が遙かに強い。しかも甚だ速かに作用して、最初の 30 分間にその作用が完了する。これに対して I は高濃度にて V よりも更に高率にて上昇し、低濃度にては最初より減少を示して、上述の c. l. 変化を結果する。これらの変化も S 神経にて Ca<sup>++</sup> が、NS 神経よりも強力に働くことを示すのである。

実験 D においては KCl, CaCl<sub>2</sub> 両者の最高濃度作用の回復を観察した。即ちこれらの溶液においては計測諸値に大なる変化を見、殊に S 神経にては作用後間もなく測定不能にさえなる。故に不可逆的損傷の影響を与えるか否かを見るために本実験を行ったのであったが、NS 神経は勿論 S 神経にても、これら最高濃度溶液作用のため起った著しい、または 30 分以後測定不能になるほどの、諸値の変化も 2 時間作用の後その溶液を Ringer 液に置換すれば、30 分～2 時間後は諸値が元の大きさに返る程恢復することを見た。即ちそれらの変化は完全に元に戻る生理学的変化である。また恢復過程は S 神経にて著しく速く、30 分にて正常値に近く恢復する。然るに NS 神経では 1 時間経ってもイオン作用後 1 時間を経た大いさに返るのみである。即ち S 神経は NS 神経に比し、作用も恢復も共に遙かに速かに行われるのであって、これも神経上膜がイオン作用の障壁をなすことを物語るものである。

稿を終るに臨み、終始御懇篤なる御指導と御校閲を賜った恩師鈴木正夫教授に深甚の感謝を捧げる。

#### 文 献

- 1) Rössel, W. (1943) Der Einfluss der Nervenhiillen auf die elektrolytische Polarisation und die Erregbarkeit des Froschischidiacus. Pflügers Arch. 246, 543
- 2) Rashbass, C. & W. A. A. Rushton (1949) The relation of structure to the spread of excitation in the

- frog's sciatic trunk. J. Physiol. 110, 110
- 3) Schoepfle, G. M. (1950) Electrotonic potentials elicited by threshold stimuli from sheath-free nerve at different temperatures. Am. J. Physiol. 163, 229
  - 4) Hodgkin, A. L. (1949) Discussion. Arch. Sci. Physiol. 3, 367
  - 5) Lorente de N6, R. (1950) The ineffectiveness of the connective tissue sheath of nerve as a diffusion barrier. J. cell. comp. Physiol. 35, 195
  - 6) 田崎一二 (1944) 神経繊維の生理学 東京 河合商店
  - 7) 神山貞二 (1952) 神経の3刺激要素に関する研究 (第2編) 神経上膜除去による各要素の変化 日本生理誌 14, 345
  - 8) 宮田 誠 (1956) 神経上膜除去神経における通流電極第3作用 日本生理誌 18, 437
  - 9) 呉 寿典 (1946) 神経の電気刺激強まり要素に対するイオンの作用 (第1報) アルカリ金属イオンに就いて 日本生理誌 10, 61
  - 10) 呉 寿典・鈴木正夫 (1946) 神経の電気刺激強まり要素に対するイオンの作用 (第2報) アルカリ土金属イオンに就いて 日本生理誌 10, 68
  - 11) 山崎 衛 (1956) 神経上膜除去神経の強さ期間曲線に対するイオンの影響 日本生理誌 18, 11号に掲載の予定
  - 12) 佐藤昌康 (1952) Effect of the connective tissue sheath on the value of the accommodation constant  $\lambda$  of a nerve fiber. Jap. J. Physiol. 2, 276
  - 13) 有本和男 (1952) 単一神経繊維に於ける偽作流とKCl濃度との関係に就いて (第I報) KClを作用させた部位に就いて 日本生理誌 14, 70
  - 14) Diecke, F. (1954) Die akkommodation des Nervenstammes und die isolierten Ranvierschen Schnürringes. Z. Naturforsch. 9b : 713
  - 15) 田崎一二 (1950) Electrical excitation of the nerve fiber. Part 1. Excitation by linearly increasing currents. Jap. J. Physiol. 1, 10
  - 16) 鈴木正夫 (1937) Zur Frage des Einschleichens des Stromes. Pflügers Arch. 239, 87
  - 17) 鈴木正夫・石井恒夫 (1944) 蛙筋隔絶刺激に於ける強さ要素及び強まり要素のイオンによる変化に就いて 日本生理誌 9, 573

### Resumo

De kiam R6ssel (1943) kaj Rashbass k. Rusthton (1949) trovis ke nervoj senigitaj je la epineŭria ingo montras 6e elektra ekscitiĝado multajn rezultatojn pli regulajn ol ordinara nervotrunkoj, la epineŭrio multe vokis intereson de fiziologiistoj. Mi provis 6u ekzistus ia diferenco en efikoj de ioni sur kruteca faktoro 6e elektra ekscitiĝo inter ordinara (NS) kaj seninga (S) nervoj. Kiel la valoro esprimantan la krutecan faktoron estis mezurata la rektalinia konstanto (l. c.) de Fabre, kaj la dume meznrata reobazo (V) servis por montri la intensecan faktoron.

Unue estis vidata la diferenco de V kaj c. l. 6e ambaŭ nervoj en Ringer-a solvaĵo (Fig. 2). La diferenco en valoroj kaj tiu en laŭtempa ŝanĝo estas preskaŭ la sama kiel 6e Kamiyama (1952) (Tab. 1). 6e V la valoro de S-nervo estas iom malgranda ol tiu de NS-nervo kaj 6e c. l. la S-valoro estas multe pli granda ol la NS-valoro (Tab. 2).

Due mi observis la efikon de KCl (Fig. 3, 4, 5). La efiko sur la NS-nervo estas simila al la vidaĵo de Kure (1946), kaj c. l. malgrandiĝas pro alta koncentreco (k.) de K-iono kaj grandiĝas pro malalta k. kun lima k. 6irkaŭ 1/100. 6e S-nervo c. l. suferas pli fortan efikon de malgrandigo pro alta k., la lima k. trantiras malalten al 0.5/100, sed la grandiga efiko de alta k. estas preskaŭ la sama.

Trie estis observata la efiko de  $\text{CaCl}_2$  (Fig. 6, 7, 8). La efiko sur la NS-nervo estas, same kiel 6e Kure k. Suzuki (1946), preskaŭ la sama kiel tiu de KCl kun pli alta lima k. inter 3 kaj 5/100. 6e S-nervo la malgrandiga efiko de alta k. kaj ankaŭ la grandiga de malalta k. fariĝas multe pli forta kaj la lima k. transiras alten al inter 5 kaj 10/100. Kiel oni vidas tre klare en Fig. 9, la senepineŭriigado plifortigas la efikon de antagonismo kaj plivastigas ĝian k.-sferon de ambaŭ ioni sur la kruteca faktoro de nervoj.

(Unu Sekcio de Fiziologia Instituto, Medicina Fakultoto, Tiba Universitato)

## 灌流心臓のガス代謝・収縮曲線及び ECG の同時記録に

用い得る新実験装置について 612. 171. 1: 612. 23: 612. 741. 1: 612-08

### A New Apparatus for Tracing Cardiac Contraction and ECG, with a Simultaneous Measurement of the Gas Metabolism of a Perfused Toad's Heart.

(本論文の要旨は昭和29年第31回生理学総会に於いて発表した。)

青 木 一 郎 (AOKI-ICHIRO)\*

#### I. 緒 言

筆者は数年来、八木-Straub 法による灌流心臓を用い、その収縮のメカノグラムを指標として、各種心臓作用物質の研究を行ってきたが、いわゆる心臓標本の個体差、作用物質による感作等の問題の検討、薬物の作用機作の探究等に当って、メカノグラムのみによらずに不満を感じ、組織呼吸の測定と同時に収縮運動、ECG の記録、灌流液の採取、薬物の添加等を行うことが出来、しかも恒温槽を要しない方法について工夫をして見た。

此の様に冷血動物の心臓機能を力学的条件、メタボリズム、ECG 等出来るだけ多くの方面から観察するという試みは、今世紀の初め頃から既に多くの人々によってなされて来たが、これらの方法を力学的条件及びガス代謝の測定という観点から分類すると、ガス代謝の測定としては、

a<sub>1</sub>、灌流液として血液を用い、実験の前後に於ける灌流液の O<sub>2</sub> や CO<sub>2</sub> 量を測定する方法

a<sub>2</sub>、灌流心臓を KOH 又は NaOH 溶液の入った気密室内で浮かせ、O<sub>2</sub> 摂取による気密室内圧の変化をマンメーターにより測定する方法等があり、また力学的条件の記録に関しては

b<sub>1</sub>、灌流心臓の容積の変化率を記録する方法

b<sub>2</sub>、灌流心臓の搏出量を記録する方法等がある。

今迄に発表された装置の主要部は殆んど a<sub>1</sub>、a<sub>2</sub> の何れかの方法と、b<sub>1</sub>、b<sub>2</sub> の何れかの方法

との組合せからなっている。

例えば、Waizsäcker, V.<sup>10)11)</sup>は a<sub>1</sub>、b<sub>1</sub> の方法を組合せ、Bodenheimer<sup>2)</sup>、Clark<sup>4)</sup>、福田<sup>5)</sup>は a<sub>2</sub>、b<sub>1</sub> の方法を、橋本<sup>6)7)</sup>、Tomoda<sup>8)9)</sup>は a<sub>2</sub>、b<sub>2</sub> の方法を組合せて用い、種々の実験を行っている。

ガス代謝の測定に於いては血液ガスの分析を行う a<sub>1</sub> の方法よりも、気密室内圧の変化をマンメーターにて測定する a<sub>2</sub> の方法が簡単で連続測定に便利である。マンメーターを用いた際、連続的に観測を行いながら搏動量を自記せしめるのに、福田の様な浮游子を用いる方法<sup>5)</sup>は、マンメーターのメニスカスが動揺して正確な測定に不便である。また搏出量を滴数計で電氣的に記録する橋本の方法<sup>6)7)</sup>も優秀な方法であるが、滴数の記録装置の断続電流が ECG 測定に影響を及ぼす恐れがあり、且つ装置が複雑になるのみならず、この灌流量記録による成績は収縮のメカノグラムによって得た著者の過去の成績との比較が困難である。

以上のような点を考察した後、次の様な装置を、大阪市立大学理工学部の遠藤氏に依頼して試作し、実験改良を加えた結果、可成り満足すべき成果を得たので此処に報告しようと思う。

此の方法によれば、マンメーターのメニスカスが全く動揺しないので精密な測定が可能である上、同時に装置内部の灌流心臓の収縮運動を自動的にキモグラフ上に記録出来る。また摘出した腸管、子宮、膀胱等、各種運動性器官に適用出来ることや、恒温槽を要しないこともこの装置の有利な点であろう。

\* 大阪市立大学医学部生理学教室

## II. 実験装置

### A. 原理

実験装置は次の様な原理に基いて試作した。

1. 墓の摘出心臓を、八木-Straub 法で灌流し、その全体を気密函に入れ、底部の容器に KOH 溶液を入れて発生した CO<sub>2</sub> を吸収させる。

2. 灌流心臓の収縮運動は、その槓杆の上下運動を廻転運動にかえて外部に誘導し、キモグラフ上に描記する。

3. Barcroft の Differential Manometer<sup>1)</sup> の如く閉鎖式とし、主室と対照室は出来る限り同一条件とする。

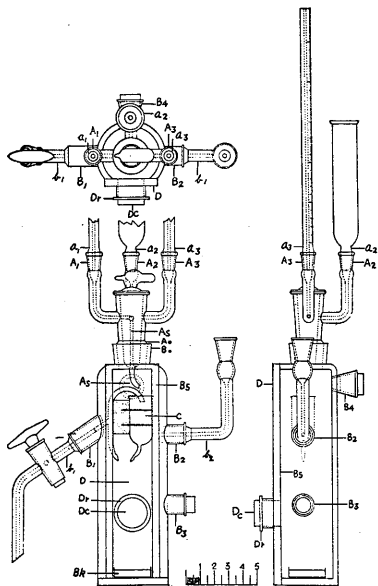
4. 恒温槽内で実験したい場合には、特殊なアタッチメントをつける。

### B. 実験装置の詳細

装置の詳細は、第1~3 図によって示したいと思う。尙、材料は殆んど全部ガラスである。

#### 1) 新装置の主室及びアタッチメント

装置全体は第3 図に示す如く、主室、対照室及びマノメーター、電磁オシログラフ、扇風機等の附属装置より構成されているが、第1 図はその主室の詳細図で、正面図、上面図及び側



第1 図 主室の詳細図

左側上部の図 上面図. 左側下部の図 正面図.  
右側の図 右側面図.

面図を示してある。

#### a) 頭部

第1 図によって明らかな様に、頭部Aの主要部は3つの側管 A<sub>1</sub>, A<sub>2</sub>, A<sub>3</sub> のついた摺合せコックで、中央の取手を廻転させることにより側管 A<sub>1</sub>, A<sub>2</sub>, A<sub>3</sub> の何れか1つと中央管 A<sub>5</sub> とを連絡したり全く遮断したりすることが出来る。又、其の外側の下部 A<sub>0</sub> は、胴部の上部 B<sub>0</sub> の内側と摺合せになっているので此の部分の廻転させると頭部全体が廻転し、コックの中央管 A<sub>5</sub> の彎曲した下部開口部 A'<sub>5</sub> が廻転する。

側管 A<sub>1</sub>, A<sub>2</sub>, A<sub>3</sub> の上部は上向きに開口し、且つ、此の部につけられる薬液用肉厚細管 a<sub>1</sub>, a<sub>2</sub>, 及び Ringer 液溜 a<sub>3</sub> 等のアタッチメントと共通の摺合せになっている。

此の様にして、主室を気密に保ったまま、薬液や Ringer 液を自由に灌流装置内に入れることが出来る。

#### b) 胴部

1. 胴部 (B) は、高さ17.0cm, 内径約4.2cm, 外径約5cmの中空のガラス円筒を直径の4/5程度のところより縦断した様な形になって居り、其の縦断面には正しい平面の蓋 (D) がつけられる。

蓋をした後の胴部の容積は、約 195cc, 重量は蓋共で約 390g である。

その器壁には、側孔 B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub>, B<sub>3</sub>, B<sub>4</sub> が適当な位置に熔着され、内壁は全部アタッチメント b<sub>1</sub>, b<sub>2</sub>, b<sub>3</sub>, b<sub>4</sub> と摺合せになって居る。之の側孔の数は必要に応じて増せばよい。

2. 側孔 B<sub>1</sub> にアタッチメント b<sub>1</sub> をつける。

この b<sub>1</sub> は摺合せコックを有し、且つ、内壁の右端は灌流装置の動脈カニューレより分岐した側管の外部と摺合せになっており、心臓灌流部の保持と、Ringer 液の導出に利用される。

3. 側孔 B<sub>2</sub> は、アタッチメント b<sub>2</sub> と摺合せになり、b<sub>2</sub> の上部は、Warburg マノメーターの一端と摺合せになっている。又、実験函内へのガスの導入、導出にも用い得る。

4. 側孔 B<sub>3</sub> は、測定用電極を導入する。

5. 側孔 B<sub>4</sub> (上面図、及び側面図参照) は種

々のガス導入，導出に用いる。

6. 側孔に挿入するアタッチメントを代えることにより，他の種々の実験（例えば，刺激電極の挿入による心筋の刺激実験）も出来る。

7. 胴部断面  $B_5$  は正しい平面にしてあって，蓋  $D$  の正しい平面と摺合せになっており，ラノリン等を用いてこの両平面を密着せしめることにより，実験室内を気密にすることが出来る。

8. KOH 容器  $B_k$  には，20% KOH 溶液を入れ，灌流心臓より産出された  $CO_2$  を吸収せしめる。なお，長時間にわたる実験では心臓から灌流液がもれる怖れがあるので，この場合は別にアタッチメントをつける。

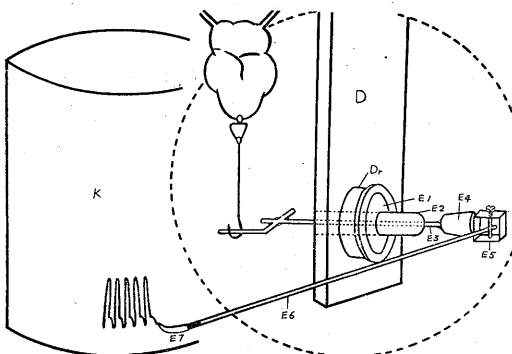
c) 心臓カニューレ部

この部は適当な大きさに作製した八木-Straub 式カニューレで，（静脈カニューレの内容は 4~5cc）動脈カニューレの側管部の外側を，側孔  $B_1$  に装着されたアタッチメント  $b_1$  の内部と摺合せにしたものである。

灌流心臓の静脈部結紮糸の端を非常に細い導線のついたセルフインではさみ，心尖部にも同様なセルフインを附して ECG を誘導する。また，心尖部のセルフインには糸を附し，其の先に小さな釣針が付けてある。

b) 収縮運動誘導部 ( $D_c$ )

$D_r$  は蓋  $D$  の下部にある直径約 2cm の円孔につけられた縁で，此の円孔より灌流心臓の収縮運動を，槓杆の廻転運動にかえて外部に誘導する様になっている。その方法として筆者は第 2



第 2 図 収縮運動誘導部

点線で囲まれた部分は，心臓の収縮運動を廻転運動に変えて外部に誘導する方法を模型的に表わしたものである。左側のドラム (K) はキモグラフ。

図の様な装置を用いた。

1. ガラス製の蓋  $D$  は正しい平面に作られ，既述の様にラノリンを塗って胴部の切断面（第 1 図  $B_5$ ）と密着させて気密室を構成する。

2.  $D_r$  は蓋  $D$  の下部にある直径約 2.5cm の円孔につけられた高さ約 1cm の縁である。

3.  $E_1$  はゴム栓。

4.  $E_2$  はゴム栓  $E_2$  を貫いて差し込まれた肉厚ガラス管で，著者の装置の主要部である。

5.  $E_3$  は肉厚毛細管  $E_2$  の内径と殆んど等しい直径を有する金属製の軸である。 $E_2$  と  $E_3$  の間隙には，ラノリン，グリース等の適当な粘度のものを十分に充填しておく。

6.  $E_4$  は廻転軸  $E_3$  に突き差して固着された適当な大きさのコルク栓である。

7. 此のコルク栓  $E_4$  の右端平面部中心に，郷原式書槓  $E_5$  を突き差し，之に麦わら製の槓杆  $E_6$  及び書尖  $E_7$  をつける。

8.  $K$  はキモグラフの煤面である。

C. 装置全体の構成

1. 装置全体の構成は，第 3 図のごとくである。主室  $X$  と対照室  $Y$  との間に Warburg のマノメーター  $M$  を置き，その両端を各々  $X$  及び  $Y$  の側管と連結する。

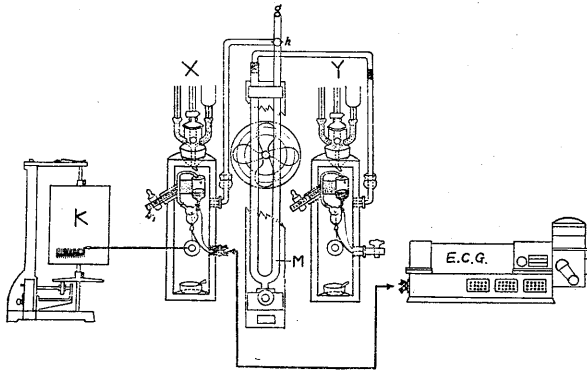
2. 主室  $X$  と対照室  $Y$  とは構造が等しく，重量，容器の厚さ，内容等を出来るだけ同じにしてある。

3. 主室には，灌流心臓，KOH 等を入れるが，対照室にも灌流心臓，または含水スポンジで容積並びに外形を心臓と等しく作った心臓模型，KOH 等を入れ，出来るだけ主室と同様の条件になる様にする。

4. 側管から出ている導線は，ECG を測定記録するため，電磁オッシログラフ又は陰極線オッシログラフ ECG に連結される。

5.  $K$  は，キモグラフで，内部の心臓収縮運動を  $E_7$  (第 2 図) により此の上に描記する。

6. 後方の扇風機は，装置の組立操作の際に実験者の手（皮膚温）によって装置に与えられた温度を下げて，対照室  $Y$  と同温度にする為に用いる。



第3図 装置の全図

X…主室. Y…対照室. M…Warburgのマノメーター.  
K…キモグラフ. h…三方コック. E. C. G. …エレクトロ  
カルデオグラフ. 中央のプロペラは扇風機.

**D. 装置の操作法**

1. 第3図に於いて、主室X及び対照室Yの夫々の側孔を1つ開き、マノメーターを装着した後、対照室に模型心臓 KOH 等を入れ、内部に蒸留水を噴霧してから、蓋をラノリン等にて全く密着せしめる。蓋の保持にはゴムバンドと木片を用いた。

2. 次に主室の内部に蒸留水を噴霧する。

3. 八木-Stsaub 式灌流装置につけて作製した心臓標本を第3図の如く  $b_1$  に固定する。次にスポイトで灌流液を静脈カニューレに入れる。

4. 心尖部のセルフインには、釣針のついた糸を結びつけるとともに  $B_3$  42番線程度のエナメル線をハンダで付け、大静脈部の結紮糸も誘導電線のついたセルフインではさみ、此の2つの導線より ECG を電磁オシログラフへ誘導する。

5. 蓋には予め特殊槓杆部(第2図参照)を第3図の如く装着しておき、通常はラノリン(気温の高い時は Dow Corning Chemical Co. の Silastic No. 123) で主室に密着させるのであるが、槓杆を少し上へ上げて蓋をしたのち、槓杆を下におろせば釣針  $C_f$  に廻転軸  $E_3$  がうまくかかる。

6. 頭部A(第1図)の Ringer 液溜のコックと、 $b_1$  のコックを開いて、暫く Ringer 液で灌流して心臓を洗う。

7. 全部のコックを閉じて後、後方の扇風機

にて主室と対照室に平等に風を送り、操作中手によって与えられた温度を下げる。空冷時間はマノメーターのメニスカスが動かなくなってから約10分間、全部で30分程度で充分である。

8. 主室、対照室の両方のコックを開き、マノメーターのメニスカスを標準状態にしてから全コックを閉じ測定にかかる。

9. 5分間測定して、マノメーターの目盛を読み、次に主室のコックを閉じてマノメーターのメニスカスが、90mm程度の上へ吸引してから、再びコックを閉じて5分間測定する。前後の測定値が殆んど同じであれば、漏洩していないものとして実験にかかる。

**E. 操作に関する注意**

実際に操作する上に於いて、次の様な点に注意する必要がある。

1. 主室と対照室は、内容積、熱容量、器壁の厚さ、内部湿度等に注意して、出来るだけ同一条件にすること。

2. 測定室は、人の出入りが少なく、且つ温度変化の少ない所を選ぶこと。

3. 主室、又は対照室の一方に身体を長時間近寄せないこと。

4. マノメーターの目盛を読む際に、息を主室又は対照室にかけないこと。

5. 装置を電気スタンド等を用いて照明する時は、特に主室、対照室に対する照明の不均衡に注意すること。

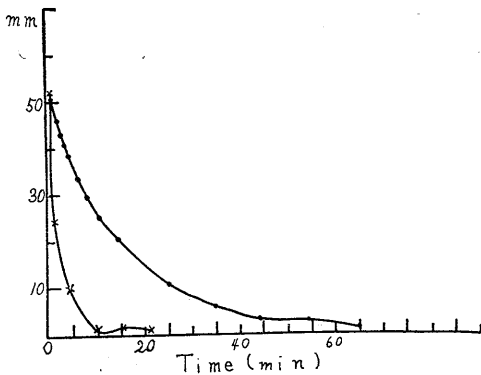
6. 実験の終りに、操作の処置をもう一度行って、漏洩していないことを確かめる。

**III. 実験成績**

**A. 装置組立に於ける手の温度の影響**

装置組立の際に、手の温度が器具に伝わり、装置内の空気を温めることによりマノメーターに大きな影響を与える。此の影響をなくするため、以下の実験をした。

まず装置を実際に操作する際と出来るだけ同



第4図

装置組立の際手によって与えられた影響の復旧試験

- ・…(曲線 I) 自然放置の場合.
- ×…(曲線 II) 扇風機にて空冷したもの.

様条件で組立て、装置の外部と通ずるコックを全部閉じた後、一方の気密函（主室、または対照室）を1分間固く握って居ると、マンメーターのメニスカスは 50mm 程度動く。これが元に戻すまでの時間を自然放置の際と、扇風機で風を送って冷却した場合とに於いて比較して見た。

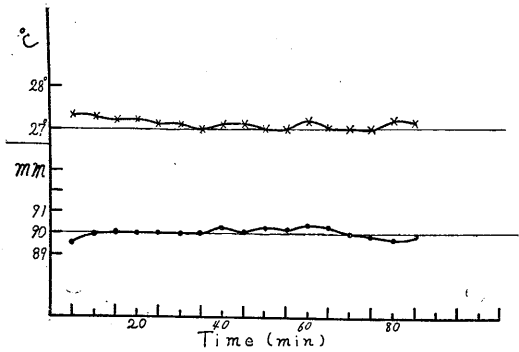
第4図に於いて、横軸は復旧時間を表わし、縦軸はマンメーターの読みを mm 単位で表わす。

曲線 I は自然放置のもので、曲線 II は扇風機で空冷したものである。自然放置の際は、元の程度（表に於いては縦軸 0）まで戻るのに1時間以上要するが、空冷すれば約10分間でよい。しかし、実際操作には念のため 20~30 分間空冷する。

**B. 気密度の試験並びに室温変化によるメニスカスの動揺に関する実験**

本装置を第3図の如く実際に使用する様に組立てた後、扇風機で20分間空冷した。次に主室の g より吸収してマンメーターのメニスカスが 90mm になる迄減圧した後、h のコックを閉じて気密となし、約1時間半メニスカスの動揺を測定した。

第5図の曲線 II はその値の時間的変化を示したもので、縦軸は5分間ごとのマンメーターの読みを表わし、横軸には時間がとってある。曲



第5図

**室温変化によるマンメーターメニスカスの動揺及び気密度の試験**

- ×…(曲線 I) 室温の変化.
- ・…(曲線 II) マンメーターの液を 90mm の所迄上げたまま測定する事によるマンメーターの読みの変化

線 I は測定時間中の温度変化を示したもので、曲線 II と対照することにより、室温変化がマンメーターのメニスカスに及ぼす影響及び装置の気密度がわかる。

第5図から明らかな様に、普通状態に於けるメニスカスの動揺は 0.4~0.5mm である。墓の灌流心臓が大きくて搏動が好調なものでは、マンメーターの読みとして5分間に4~5mm程度の O<sub>2</sub> 摂取を示すから、このような条件を選べば、5分間毎の測定に於いて誤差を10%程度にすることが出来ると思われる。

又此の試験（第5図）から明らかな様に、主室内が灌流心臓による O<sub>2</sub> 摂取の結果90mm程度減圧になって居ても、1時間半程の間外部より空気の侵入しないことがわかる。

**C. 気密室恒数について**

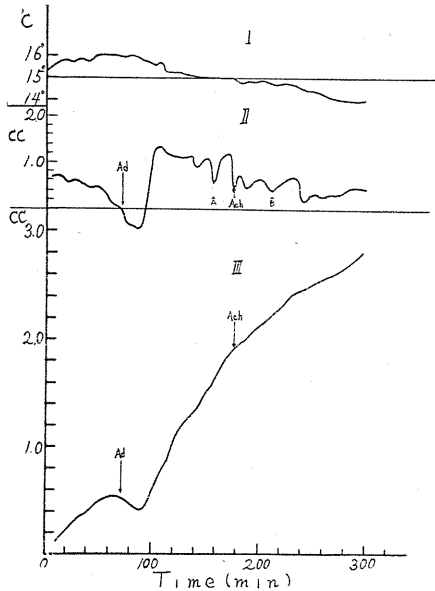
気密室内の実効容積は、灌流心臓の大きさ、灌流液の量、八木-Straub の装置の大きさ、KOH 溶液の量等、各種のファクターで異なるので、実験の初に液体を 1cc 主室に入れ、それによるマンメーターの読みの変化を測定して置く。普通これは、1cc につき約 50mm である。

**D. 本装置を用いて同時に記録した墓灌流心臓のガス代謝と収縮運動のメカノグラムについて**

1) 開放された実験室で行った成績

第6図 (a) は大きな開放実験室内に装置を組立て、余り厳密な注意をせずに行った実験の結

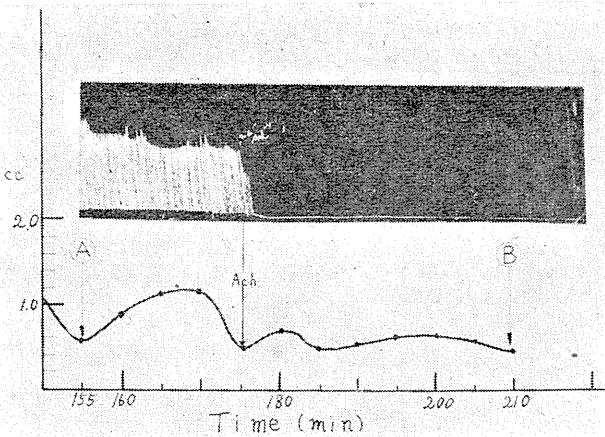
果である。曲線 I は室温変化を示し、横軸に時間、縦軸に 5 分間毎に測定した温度をとってある。室温は図の如く 15.2°C より 16°C に上り、それより下降して 14°C となり著しく変化して



第 6 図 a

蕁心のガス代謝と収縮運動曲線との関係 (開放室にて測定せるもの)

- 曲線 I 測定時間中の室温の変化
- 曲線 II 各時間に於ける O<sub>2</sub> 摂取速度を 1 時間に消費する O<sub>2</sub> 量に換算したもの
- 曲線 III 各時間迄の O<sub>2</sub> 消費総量 (心臓重量は湿潤状態にて 1.6g)



第 6 図 b

第 6 図 a に於ける曲線 II の A-B 間を拡大したもの、及び同時に記録したキモグラム。Ach はアセチルコリン 10<sup>-4</sup> のものを 0.01cc 添加せる事を表す。

いる。之に対する灌流心臓の O<sub>2</sub> 摂取は曲線 II 及び III で表わされている。

何れも横軸は実験開始後の経過時間、縦軸は曲線 III に於いては各時間迄に摂取総 O<sub>2</sub> 量を表わしたものであり、曲線 II に於ては各時間に於ける O<sub>2</sub> 摂取速度を表わしたもので、各時刻の速度に於いて 1 時間に摂取する O<sub>2</sub> の量で示されている。曲線 II に於いて、多少動揺のあるのは、第 7 図及び第 8 図で表わされた実験のように、細密な注意をしなかったためであるが、それでもかなり忠実に O<sub>2</sub> 摂取速度を表わしている様に思われる。例えば、第 7 図以下の注意して行った実験と同様に、アドレナリンを灌流心臓に作用せしめると一時 O<sub>2</sub> 摂取速度曲線は下降し、ついで前よりも上昇を示している。又、第 6 図 (b) は第 6 図 (a) に於ける曲線 II の A-B 間を拡大して収縮運動のキモグラムと時間的に対応させたものであるが、アセチルコリンを与えた後心臓は拡張性停止状態になっても、なお O<sub>2</sub> はかなりの速度で摂取されていることがわかる。

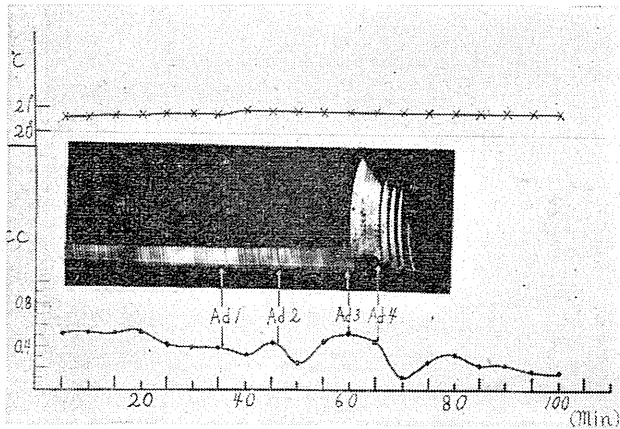
2) 密閉した部屋で注意して行った実験の成績

第 7 図は同様な実験をドアを閉じた実験室内で注意して行った場合の成績で、O<sub>2</sub> 摂取速度の時間的变化を 5 分間隔で取り、同時に記録したキモグラムと時間的に対応させてある。図によって明らかな様に、第 6 図の同じ曲線に較べて不規則な高低がなくなり、滑らかな曲線となっている。

第 8 図も第 7 図と同様にして得た結果であるが、ECG を同時に記録した。O<sub>2</sub> 摂取の曲線とキモグラムとは時間的に対応させてあるが、下部の ECG はアドレナリンを入れた直後のものである。

IV. 考 察

以上説明並びに実験が示す様に、この装置によれば空气中に於いて、

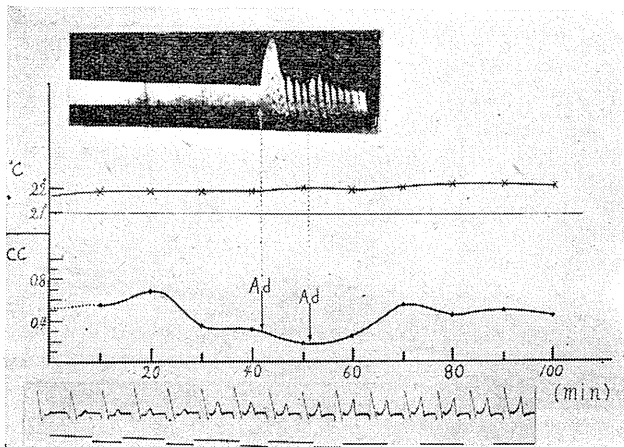


第7図

墓心のガス代謝と収縮運動曲線との関係(密閉室にて測定せるもの)  
 ×…測定時間中の室温の変化

○…各時間に於ける  $O_2$  消費速度を1時間に消費する  $O_2$  量に換算したもの

- Ad 1  $0.2 \times 10^{-5}$  濃度のアドレナリンを 0.02cc 添加した事を表わす
- Ad 2  $0.2 \times 10^{-5}$  濃度のアドレナリンを 0.05cc 添加した事を表わす
- Ad 3 及び Ad 4 は  $10^{-4}$  濃度のアドレナリンを 0.02cc 添加した事を表わす (心臓重量は湿潤状態にて 0.85g).



第8図

墓心のガス代謝と収縮運動曲線との関係(密閉室にて測定せるもの)

- …測定時間中の室温
- ×…各時間に於ける  $O_2$  消費速度を1時間に消費する  $O_2$  量に換算したもの
- …に於いて Ad とあるのは濃度  $2 \times 10^{-5}$  のアドレナリンを各 0.01cc 添加した事を表わす. 下部の ECG は Ad を入れた直後のものである. (心臓重量は湿潤状態にて 0.6g).

灌流心臓の収縮運動,  $O_2$  摂取量, ECG 等を同時に測定, または記録することが出来るし, 測定を中断せずに薬物の添加, 灌流液の採取を行うことも可能である. また充分大きな墓心を用

いれば  $O_2$  摂取量を 5 分間隔で測定出来る. なおガス代謝の測定としては,  $CO_2$  を吸収した KOH 溶液の電気抵抗の変化も測定して  $R \cdot Q$  を求めるべきであるが, この度はその試験を省略した. なおまた, この装置は, これに少し操作を加え, 或いはアタッチメントをかえる事により, 以下に述べる様な種々の実験が可能になる. 例えば,

1. 主室胴部の側孔を用いて, 主室内の空気を任意のガスで置換し, その中で心臓を働かせること.

2. 真鍮管とボルト, 及びナットを用いて作った特殊な器具にラノリンを充たしたものを第2図の  $E_2$  とつけかえて用いれば減圧室内の心臓の働きを測定, 記録すること.

3. 第2図の  $D_r$  部に摺合せに合ったアタッチメントをつけることにより, 恒温槽内で温度を規定して実験を行うこと.

4. 主室と対照室の両方に灌流心臓を入れて, 一方, または双方の条件をかえて其の差を測定すること. 等である.

また, この装置の原理は摘出した子宮, 腸管, 膀胱その他の運動性器官にも応用出来ると思われる.

次に, この装置を用いた実験の結果で, 注意, 検討すべき点について述べる.

第6図, 第7図, 第8図の各グラフに於いて  $O_2$  摂取速度を表わす曲線は, 薬物を添加しない場合は, 徐々に下降する傾向を有するが, アドレナリンを添加すると,  $O_2$  摂取速

度が一旦減少し(第5図に於いては摂取速度はマイナスになっている), 次いで増加する場合が多いことは興味があり, またアセチルコリンを添加して拡張性停止をきたした後も,  $O_2$  摂

取速度は、かなりの値を有していることも注目すべきで、さらに綿密な実験を要する点である。なお此の装置を用いた実験に於いては、次の様な事項を考慮して、今後充分に検討すべきであると思う。即ち、

1. カニューレから漏出した灌流液が、CO<sub>2</sub> 吸収用の KOH 溶液内に入る場合についての考慮。

2. 作用薬物溶液が、灌流液の pH に及ぼす影響。

3. 作用薬物が心臓の代謝に及ぼす効果。

4. 灌流心臓の O<sub>2</sub> 摂取速度が増加又は減少した際、それに応じて増減する CO<sub>2</sub> が KOH 溶液に吸収される速度。

等であるが、なおまた、長時間の継続実験に於いては、KOH 溶液の CO<sub>2</sub> 吸収速度の減少度や、気密室内の O<sub>2</sub> 分圧の変化等も考慮しなければならぬ。

之等の事項に関する実験、並びに検討は次回に発表する。

## V. 総 括

1) 心臓機能の分析、心臓に対する薬物の作用機作の解明等に利用し得る新しい装置を考案し、その装置を用い、蟾心臓について 2、3 の実験を試みた。

2) この装置を用いれば、灌流心臓の収縮運動・ガス代謝・ECG 等を同時に測定又は記録

し、且つ、実験を継続しながら心臓に薬物液を添加し、また灌流液を採取することが出来る。

稿を終るにあたって、指導並びに校閲を賜った細谷雄二教授、並びに種々助力された当教室の高木氏及び井沢氏に感謝する。また本装置製作に協力された大阪市立大学理工学部ガラス工作室の遠藤、木戸両氏に感謝する。

## 文 献

- 1) Barcroft, J. (1908) Differential method of blood-gas analysis. *J. Physiol.* 37, 12
- 2) Bodenheimer, W. (1917) Über die Beziehungen zwischen Sauerstoffverbrauch und Tätigkeit des Froschherzens. *Arch. f. exp. Path. u. Pharm.* 80, 77
- 3) Bohnenkamp, H. (1926) Die Energieumwandlungen im Herzmuskel. *Zeitschr. f. Biol.* 84, 79 u 436
- 4) Clark, A. J. (1938) The metabolism of the frog's heart. p. 280. Oliver and Boid Ltd. Edinburgh.
- 5) 福田得志 (1928) 心臓の熱力学的研究の爲の新装置 千葉医学会誌 6, 577
- 6) Hashimoto, K. and Nukada, H. (1951) Studies on the metabolism of *Rana Catesbiana*. *Jap. J. Physiol.* 1, 332
- 7) 橋本虎六・額田 焜・森田淑子 (1954) 心臓機能の生理学的及び薬理学的研究 日本薬理学誌 50, 137
- 8) Tomoda, I. (1951) Gas metabolism of perfused toad heart. *Kumamoto Med. J.* 4, 35
- 9) Tomoda, I. (1953) Some modifications of my recently reported perfusion apparatus of toad heart. *ibid.* 5, 68
- 10) Weizsäcker, V. (1911) Arbeit und Gaswechsel am Froschherzen. *Pflügers Arch.* 141, 457
- 11) Weizsäcker, V. (1912) Arbeit und Gaswechsel am Froschherzen. *ibid.* 147, 135

## Summary

A perfusion apparatus has been devised in order to analyze cardiac activities, and interpret the mechanism of drugs acting on the heart of a toad.

Cardiac contraction and ECG are recorded with a simultaneous measurement of the gas metabolism of a perfused toad's heart.

The apparatus also allows an additional instillation of a pharmaceutical fluid into the heart, or an occasional withdrawal of the perfusion fluid used during experiment.

(Dept. of Physiol., Faculty of Med. Osaka Pref. Univ.)

## 脊髄運動ノイロンの恢復過程(殊に伸筋

### 及び屈筋支配神経の比較) 612.834

Recovery process in spinal motoneurons --- Comparison of flexor and extensor neurons

下村 彌彦 (SHIMOMURA-Mitsuhiko)\*

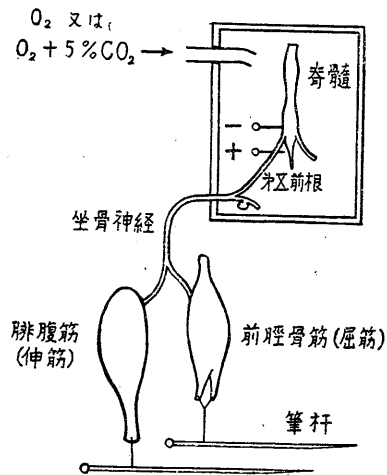
#### I. 緒 言

根電位が最初 Gotch 及び Horsley によって発見されて以来多くの人達によりその系統的な研究が進められて来たが, Brooks, Downman, Eccles 等<sup>1)</sup> はネコの前根電位の研究中, 大きな陰性前根電位にひき続き軽微な陽性波が現われ, この陽性波の出現が運動ノイロンの興奮性の低下と時間的に一致することを認めた. また Bernhard, Skoglund 及び Therman<sup>2)</sup> は知覚神経の刺戟或いは延髄の下行索刺戟によって起されたネコの後肢の屈曲, 伸展が前根に於ける陰性及び陽性の電位発生に関連することを示している. この事実は拮抗筋を支配する運動ノイロン相互の間に, 興奮性の差が存在するのか或いはその前角内に於ける局在位置が異なっていることを示唆するものと云える.

我々の研究室において先に久野<sup>3)</sup> はヒキガエルの脊髄の伸筋ノイロン及び屈筋ノイロンに就いて *i-t* 曲線の測定を行い, 両者の間の興奮性に差異のある事を認めたが, 私は更に之等のノイロンの恢復過程に如何なる相違があるかを検討する目的でこの実験を行った. 尚方法としては脊髄神経筋標本を用い, 神経に連続せる2個の刺戟を与えて筋の加重攣縮を目標として第2刺戟の有効なる範囲内の両刺戟の最短時間間隔を測定する Boycott<sup>3)</sup> の方法に拠る事にした.

#### II. 実験方法

第1図に示す様な前脛骨筋(屈筋)及び腓腹筋(伸筋), 坐骨神経, 第Ⅴ脊髄神経前根, 脊髄



第1図

製した後, これを湿室に装置し, 脊髄並びに前根は更に湿室内に小函を設けてこの中に入れ,  $O_2$  又は  $O_2 + 5\% CO_2$  を通ずる様にして置く.

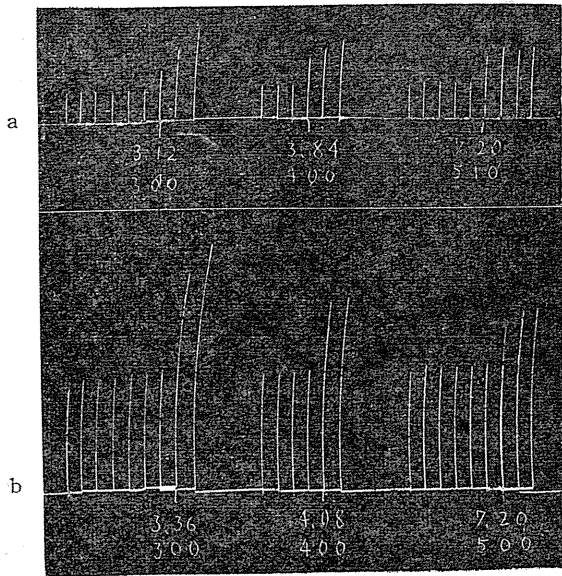
刺戟電極には銀塩化銀電極を用い, 1極を前根に置き, 他の1極を脊髄前面に於ける前根侵入部の直上に接触せしめ, 前根側を+, 脊髄側を一になるようにして2個の開放感応電撃を加えた. 2つの橈状感応コイルの1次回路には石川式3重刺戟装置の2個の電鍵をそれぞれ接続し, 2次回路は直列に連結して上述の刺戟電極に導いた. ついで前脛骨筋及び腓腹筋の腱を各々2本の筆杆に連結して, これら拮抗筋の攣縮を静止せるキモグラフィオン円筒面上に同時に描記し, その加重攣縮を示標として最小間程を測定した.

#### III. 実験成績

##### A. 純 $O_2$ 内の脊髄運動ノイロンの恢復過程

一連の2重刺戟を与える度に屈筋及び伸筋の

\* 京都大学医学部生理学教室

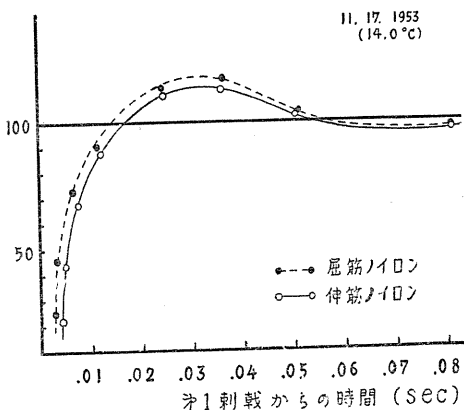


第2図 加重攣縮描線

a) 前脛骨筋. b) 腓腹筋. 曲線の各群の数字は、上のは加重を起しはじめたときの2つの刺戟の時間間隔(msec)を示し、下の数字は第2刺戟の巻軸距離を示している。

攣縮描線を同時に記録する方法で、第2刺戟を或る強度に定めた場合に、刺戟間隔を徐々に変化せしめながら加重攣縮を示標として第2刺戟が有効となる最小間程を測定するか、或いは刺戟間隔を定めて第2刺戟の有効となる強度を求めてゆくと第2図のキモグラムの示す如く加重を起し始める最初の時点について伸筋、屈筋両者の間に差異が見られる。

第3図は斯様にして得られた伸筋及び屈筋ノ



第3図

純O<sub>2</sub>内での伸筋(実線)並びに屈筋(破線)ノイロンの恢復曲線。

イロンの恢復過程を示す1例で、縦軸は正常の興奮性を100として、興奮性を%で表わしたものである。実測された第2刺戟の閾値(各刺戟時間間隔に於ける)巻軸距離にして20~70cmの範囲内で、個々の例については40cmの範囲を占めていた。これを興奮性に換算するには、刺戟電流の強度を巻軸距離の2乗に逆比例するものと見做し、その逆数を以て興奮性を表わした。図の実線は伸筋(腓腹筋)、破線は屈筋(前脛骨筋)の恢復曲線を示している。この図を見ても解る様に、絶対不応期、相対不応期共屈筋ノイロンの方が伸筋ノイロンよりも短い。相対不応期に続く過常期は、これ亦屈筋の方が伸筋よりも大きく現われる。

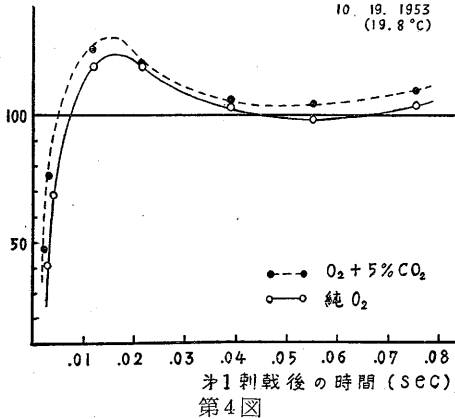
さきに額額<sup>7)</sup>は脊髓の同様な部位を刺戟し、即ち電極の一方を前根に他方を脊髓前面に置き、上向流を通じた場合には細胞体が刺戟されるものと仮定して motoneuron の恢復過程を追求し、この際著しい過常期を示すものと、過常期を経ることなく徐々に興奮性が正常に戻ってゆくものと、2つの型のあることを記載したが、本実験では後者のような過常期のないものは見られなかった。

#### B. O<sub>2</sub>+5%CO<sub>2</sub> 内での恢復過程

A項に於いて述べたような伸筋及屈筋ノイロンの恢復過程についての関係は、O<sub>2</sub>+5%CO<sub>2</sub>を通じたときにも見られる。即ち屈筋の方が伸筋よりも絶対不応期、相対不応期が短く過常期が大きい。

次に伸筋ノイロン或いは屈筋ノイロンの夫々について、脊髓に純O<sub>2</sub>を通ずる場合と5%CO<sub>2</sub>を添加した場合の恢復過程を比較する。

第4図は伸筋(腓腹筋)ノイロンの恢復曲線であるが、実線は純O<sub>2</sub>の場合、破線は5%CO<sub>2</sub>を添加した場合を示している。O<sub>2</sub>+5%CO<sub>2</sub>を通じたときの方が、O<sub>2</sub>を通じた時よりも絶対並びに相対不応期が短くなり過常期が大きく出る。この関係は伸筋に対する屈筋の場合のそれに似ている。又屈筋(前脛骨筋)ノイロンに就いても5%のCO<sub>2</sub>を添加する場合としない場合



伸筋(腓腹筋)ノイロンの純O<sub>2</sub>内での恢復曲線(実線)とO<sub>2</sub>+5%CO<sub>2</sub>内でのそれ(破線)との比較

第1表 絶対不応期の測定値

月日	室温	腓腹筋ノイロン	前脛骨筋ノイロン	
11. 17.	14.0°C	3.36 (msec)	3.12	O <sub>2</sub> の場合
11. 21.	12.5°C	5.52	4.80	O <sub>2</sub> +5%CO <sub>2</sub>
11. 30.	11.5°C	4.56	4.32	O <sub>2</sub> +5%CO <sub>2</sub>

月日	室温	純O <sub>2</sub> の場合	CO <sub>2</sub> 添加の場合	
10. 19.	19.8°C	3.36 (msec)	2.24	腓腹筋ノイロン
11. 17.	14.0°C	3.36	3.12	腓腹筋ノイロン
11. 21.	12.5°C	5.02	4.80	前脛骨筋ノイロン

とで、第4図の伸筋の例と全く同様な関係が認められる。

C. 絶対不応期

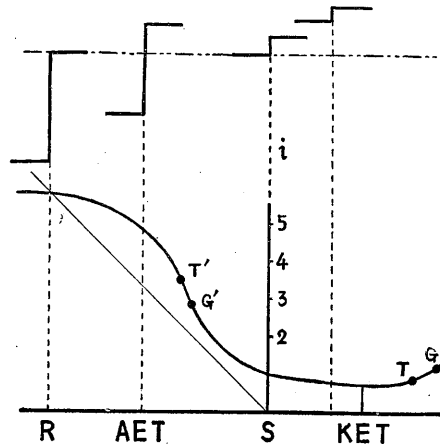
大谷, 牛尾, 小野寺<sup>12)13)14)</sup>によれば不応期の初期においては極興奮性の顛倒が起り, 陰極では抑圧作用が現われ, 興奮は陽極から起ると云う。したがって厳密な意味では絶対不応期の決定も容易ではないが, 本実験では大谷等のいう恢復曲線の屈曲部の直後, 即ち曲線が略々垂直に上昇し始める時点の最小間程を以って絶対不応期と見做した。斯くして得られた測定値は室温12~19°Cに於いて, 約2.5~6.0msecである。尙1, 2の例における絶対不応期の測定値を, 伸筋(腓腹筋), 屈筋(前脛骨筋)について並びにO<sub>2</sub>の場合とO<sub>2</sub>+5%CO<sub>2</sub>の場合とに就いて別々に表示すれば第1表の様になる

IV. 考 察

以上の実験成績より伸筋及び屈筋支配神経相

互の間には, その恢復過程において差異のあることが明らかになった。即ち屈筋ノイロンの方が伸筋ノイロンよりも絶対並びに相対不応期が短く且つ過常期が著明に現われる。このことは丁度O<sub>2</sub>+5%CO<sub>2</sub>を脊髓に通じた際の運動ノイロンの恢復過程が, 純O<sub>2</sub>を通じた場合よりも不応期が短くなり過常期が著明になると類似の関係にある。

久野<sup>5)</sup>はやはり刺戟電極の1極を脊髓前面に, 他の1極を前根に置き, 上向刺戟を与えた際の筋の最小収縮を示標として, 伸筋及び屈筋ノイロンのi-t曲線を測定し, これら両者の間に差異を認めた。即ちO<sub>2</sub>の影響下では基電流並びに各閾値は伸筋の方が屈筋よりも低く, 5%CO<sub>2</sub>を添加すると各ノイロンの基電流及び各閾値は上昇するという。尙i-t曲線に対する電気緊張の影響をも検しているが, 斯かる拮抗筋の間の関係は本実験との関連において極めて興味深い。第5図はChweitzer<sup>5)</sup>が1935年に, 電気緊張における閾値の変化を模式的に示した図に久野の研究結果をあてはめたものである。縦軸は刺戟電流, 横軸は数秒前に通流されてある直流の強さを同一の尺度で, 然も基電流を単位として表わされている。Sは通流電流が0の場合で単なる閉鎖刺戟を意味し, Sより右がKET(陰極電気緊張), 左がAET(陽極電気緊張)にあたる。したがって図



第5図 電気緊張における閾値の変化 (Chweitzer, 久野による)

はKETでは閾値の低下が見られ、AETにおいては通流電圧が大なる程閾値の上昇を示している。久野は実験結果に基き、無通流時、純O<sub>2</sub>内の伸筋、屈筋ノイロンの各閾値の関係は第5図のG、Tのような位置にあると推定し、5%CO<sub>2</sub>添加の場合の閾値上昇は、陽極電気緊張の場合の閾値上昇と類似の機転に基くもので、従って炭酸ガスを通ずれば、あたかも通流によってAETの状態に持ち来したかの如くG、Tの左方移動を来し、G'、T'の位置に来るものとして説明した。CO<sub>2</sub>の影響で閾値の上昇を起すことはLorente de Nó<sup>9)</sup>の研究もありよく知られているが、NiedergerkeやStämpfli<sup>10)</sup>も単一有髄神経線維について観察している。又大谷、岩田<sup>11)</sup>によれば、AETの影響下では前根電位の経過が延び、それに重畳している小動揺が消失すること、5%CO<sub>2</sub>添加によってもまた同様な型の前根電位の得られることが知られている。

本実験においてもCO<sub>2</sub>添加の場合の運動ノイロンの不応期はO<sub>2</sub>の場合のそれよりも短縮しているのを見るが、陽極電気緊張が不応期を短くすることはよく知られた事実であり<sup>15)</sup>、更に福田<sup>6)</sup>は長時間の直流通電を行った後でもなお神経の陽極側では、さらに絶対不応期の短縮することを観察している。故に恢復過程に就いてもCO<sub>2</sub>とAETの間に類似の作用のあることがわかる。従ってまた拮抗筋の場合も屈筋ノイロンは伸筋ノイロンに較べて多少とも陽極電気緊張下に置かれたような状態にあると云うことが出来る。

最後に本実験に於ける如く、1極を脊髄前面、他極を前根において上向性に通電した場合に、果して運動ノイロンの如何なる部位が直接に刺戟されるかの問題がある。このような通電方法では、前根線維が脊髄内に入ると外部の抵抗が急激に減少するから、有髄部の前根線維が脊髄に入った最初の絞輪部に於いて外向き電流の密度が最大でなければならない。従ってノイロンの各部位の閾値に著しい差異のない限りは、この絞輪部が先ず刺戟されるものと考えら

れる。又荒木、大谷<sup>1)</sup>は細胞内電極法によって単一前角細胞の直接刺戟を行い、細胞体で平均4.6msec、線維起始部の無髄部で平均2.0msecの時値を得ているが、本実験と同一の方法で運動ノイロンの時値を測定した下村<sup>16)</sup>の実験では0.24~0.75msecの値が得られた。この値はむしろ神経線維の値に近い。これらの点を考慮すると、本実験で検した恢復過程は細胞体のものではなく、むしろ脊髄内前根線維のそれであると見做すのが妥当である。しかしながら脊髄内前根線維の有髄部は、細胞体の限界膜の分極状態により電気緊張性に影響を受けており、この影響は細胞体に近ければ近い程強い。従って測定部位は線維であっても、その結果はやはり細胞体の限界膜の状態を反映せるものと見做す事が出来、本実験の目的に適合しているのである。

## V. 摘 要

1) 前根に陽極、脊髄前面に陰極を置いて2重刺戟を与え、筋の加重攣縮を示標として第2刺戟が有効となる最小時間間隔を求め、伸筋(腓腹筋)及び屈筋(前脛骨筋)ノイロンの恢復過程を比較した。

2) 純O<sub>2</sub>内において屈筋の方が伸筋よりも絶対並びに相対不応期が短く、過常期が著明に現われる。

3) O<sub>2</sub>+5%CO<sub>2</sub>内においても、伸筋と屈筋の上述の関係が認められるが、この場合には純O<sub>2</sub>の場合に比べて、各ノイロンともに不応期の短縮をきたし且つ過常期がより著明になる。

稿を終るに臨み、終始御懇篤なる御指導と御校閲の労を賜った大谷卓造教授に対し、深く感謝の意を表します。

## 文 献

- 1) Araki, T. and T. Otani (1955) Response of single motoneurons to direct simulation in toad's spinal cord. *J. Neurophysiol.* 18, 472
- 2) Bernhard, C.G., C.R. Skoglund, and P.C. Therman (1947) Studies of the potential level in the ventral root under varying conditions. *Acta Physiol. Scand.* 14, Suppl. 47, 8
- 3) Boycott, A.E. (1899) Note on the muscular response

- to two stimuli of the sciatic nerve (frog). *J. Physiol.* 24, 144
- 4) Brooks, C. M., C. B. B. Downman, and J. C. Eccles (1950) Afterpotentials and excitability of spinal motoneurons following orthodromic activation. *J. Neurophysiol.* 13, 157
- 5) Chweitzer, A. (1935) Recherches sur les lois de la stimulation électrique des nerfs, envisagée comme une variation d'intensité de sens constant. *Arch. Intern. Physiol.* 40, Fasc. 4, 398
- 6) 福田 忠 (1953) 直流通流第3作用の神経絶対不応期に及ぼす影響 日本生理誌 15, 434
- 7) Kôketsu, K. (1952) Studies on the reaction of a single motoneuron in the spinal cord of a toad to electrical stimulation. *Jap. J. Physiol.* 2, 260
- 8) 久野 宗 (未発表)
- 9) Lorente de Nó, R. (1947) A study of nerve physiology. New York: The Rockefeller Institute for Medical Research.
- 10) Niedergekerke, R. und R. Stämpfli (1953) Die Kohlenäurewirkung an der einzelnen markhaltigen Nervenfasern bei Rheobasenbestimmungen. *Pflügers Archiv*, 258, 95
- 11) Otani, T., S. Iwata, and T. Furukawa (1951) The excitability change of motoneurons due to electrotonus and its relations to the effects of repetitive stimulation. *Jap. J. Physiol.* 2, 154
- 12) Otani, T., S. Usio, und S. Ono, (1939) Die depressive Kathodenwirkung im Refraktärstadium des Nerven. *Jap. J. med. Sci. III. Biophysics* 6, 277
- 13) Otani, T. (1940) Die Aktionspotentiale des Nerven im Refraktärstadium. *Jap. J. med. Sci. III. Biophysics* 7, 1
- 14) Otani, T. (1943) Der lokale subnormale Impuls von Nerven im Refraktärstadium. *Jap. J. med. Sci. III. Biophysics* 8, 163
- 15) Schäfer, H. (1940) *Elektrophysiologie*. Wien: Franz Detricke.
- 16) 下村弥彦 (1956) 伸筋, 屈筋ノイロン電圧-容量曲線とこれに及ぼす脳髄切断の影響 日本生理誌 18, 723

### Summary

On the preparation consisting of the spinal cord, ventral roots, sciatic nerve, gastrocnemius muscle and anterior tibial muscle of the toad, the time course of recovery in the excitability of intraspinal portion of flexor and extensor neurons was measured by delivering two successive induction shocks through electrodes, of which the anode was placed on the ventral root and the cathode on the ventral surface of the cord. The summated twitch of respective muscle was used as an indicator of the effectiveness of the second shocks.

In pure oxygen the flexor (tibialis ant.) neurons showed shorter absolute and relative refractory phases and a more conspicuous supernormality than the extensor (gastroc.) neuron. This relation was preserved even when carbon dioxide was mixed to 5% in the gaseous milieu, although both neurons showed under such condition shorter refractory phases and more marked supernormalities than in pure oxygen.

It was discussed that, with the stimulating method mentioned above, the site of stimulation was presumably not the motoneuron soma, but the most distal node of Ranvier of motor fiber in the spinal cord, which, however, was subject to electrotonic influence and reflected the state of polarization of soma membrane.

(*Department of Physiology, Faculty of Medicine, Kyoto University*)

## 伸筋、屈筋ノイロンの電圧-容量曲線とこれに

及ぼす脳髓切断の影響 612.833.8:612.834

The influence of higher Centers on the Voltage-Capacity curves obtained from flexor and extensor neurons

下村 彌彦 (SHIMOMURA-Mitsuhiko)\*

### I. 緒言

脊髄の運動ノイロン殊に伸筋及び屈筋の支配神経に就いて、我々の研究室の久野<sup>4)</sup>は、1極を前根に、他の1極を脊髄前面に置き、これらを刺戟の両極として、上向性或いは下向性電流刺戟した際の電圧-容量曲線 (V-C 曲線) の測定を行い、伸筋、屈筋両ノイロンの間に差異のあることを認めたが、私は更に各ノイロン相互の間の回復過程にも差のあることを知った。本実験ではこれら拮抗筋の支配神経の V-C 曲線に及ぼす脳髓切断の影響を検討する事にする。

### II. 実験方法

実験材料にはすべてヒキガエルを用いた。先ず動物を腹位に固定し腰部より背部にかけて皮膚を切除したのち、脊椎管及び頭蓋の一部を開く。次いで硬膜は、なるべく出血を少量にとどめる為に必要に応じて部分的な切除を施し、脊髄の刺戟部位を露出する。又あらかじめ下腿部皮膚を切開し、伸筋には腓腹筋、屈筋には前脛骨筋を選んで露出して置く。然る後刺戟電極の1極を脊髄前根に、他の1極は脊髄前面または脊髄内部の1点に置いて、蓄電器放電による上向流を通じ筋の最小収縮を示標として、拮抗筋支配神経に就いて V-C 曲線を求め、且つこれに対する脳髓各部切断の影響を観察した。本実験に用いた蓄電器放電回路の総抵抗を計算すると、神経の抵抗が  $10k\Omega$  の場合には  $9.6k\Omega$ 、又神経の抵抗が  $50k\Omega$  の時には総抵抗は  $9.8k\Omega$  となる故、V-C 曲線から時値を計算するには放電回路の総抵抗を  $10k\Omega$  と見做し、時値容量と

この抵抗値の積に Lapicque の係数 0.37 を乗じた。上に述べた様な電極の位置で通電した場合に直接刺戟される運動ノイロンの部位が細胞体そのものではなく、恐らく脊髄内の運動ノイロン有髓線維部であることについては前報告<sup>5)</sup> に述べたところである。しかしこの部分は細胞体に近接しているため、電気緊張性に細胞体の膜の分極状態によって影響され、後者を十分に反映せるものと考えられるので、この通電方法を採用した。

### III. 実験成績

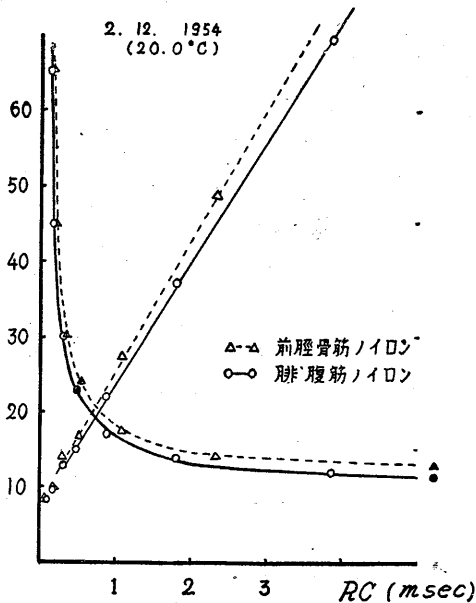
#### A. 伸筋並びに屈筋ノイロンの V-C 曲線

予め延髄・脊髄間を横断しておき、脊髄第Ⅹ前根を使用し、上記方法によって伸筋 (腓腹筋) 及び屈筋 (前脛骨筋) ノイロンの V-C 曲線を求めると第1図に示す如くなる。即ち稀には両者の間の差異が判別出来ないものもあるが、(第3図参照)、大多数の例においては第1図の様に基電流並びに各閾値は伸筋の方が屈筋よりも低い。図は伸筋ノイロンの V-C 曲線を実線で、屈筋ノイロンのそれを点線で示してある。そしてこの関係は脊髄側の陰極をその前面上の位置あるいは脊髄内に刺入して深さを色々変えた際でも、又圧挫した同位後根の切断端に置いたときにも変わらない。第1図は脊髄のみの場合の V-C 曲線であるが、脳髓と連絡のある場合でも両種ノイロン間の差異は認められる (C節参照)。

#### B. 前根並びに後根を変更した場合の V-C 曲線の関係

第Ⅹ前根を使用して測定した場合、A項において述べた拮抗筋の V-C 曲線の関係は大多数

\* 京都大学医学部生理学教室

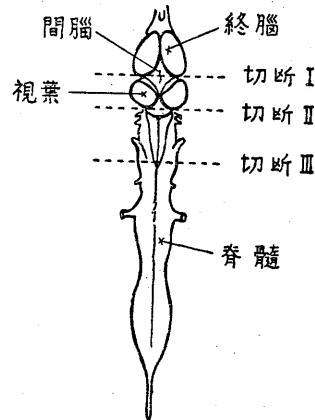


第1図

脊髓のみの場合の腓腹筋(実線)並びに前脛骨筋(点線)ノイロンのV-C曲線。

の例において逆に、屈筋ノイロンの曲線が伸筋ノイロンのそれよりも下位にずれる。この事実は脊髓内での両種ノイロンの核の局在位置が異っており、前脛骨筋の核の方が腓腹筋の核よりもより高位に在り、したがって第Ⅳ前根では前脛骨筋を支配する線維の数が腓腹筋を支配する線維数よりも多く、又前脛骨筋神経の中、最も興奮性の高い線維が第Ⅳ前根に含まれている可能性が大であることに起因すると考えられる。即ち根によって含まれる拮抗筋支配神経線維数の相対的な差が原因しているものと解せられる。しかし坐骨神経に2極を置いて刺戟した際にも、尙第Ⅳ前根使用の場合と同じ関係が認められるから、やはり腓腹筋の方が前脛骨筋よりも、興奮性のより高いノイロンを含むものと考えられる。

又第Ⅳ及び第Ⅴの前根と後根に於いて、何れかの前根に陽極、何れかの後根の圧控端に陰極を置いて刺戟すると、前根が第Ⅳの場合は後根がどちらであっても、腓腹筋の方が前脛骨筋より基電流並びに閾値が低く、前根が第Ⅳであれば後根の如何に拘らずこの関係は逆になる。次



第2図

脳髄切断部位を示す。Ⅰ. 間脳部横断。Ⅱ. 中脳・延髄間横断。Ⅲ. 延髄・脊髓間横断。

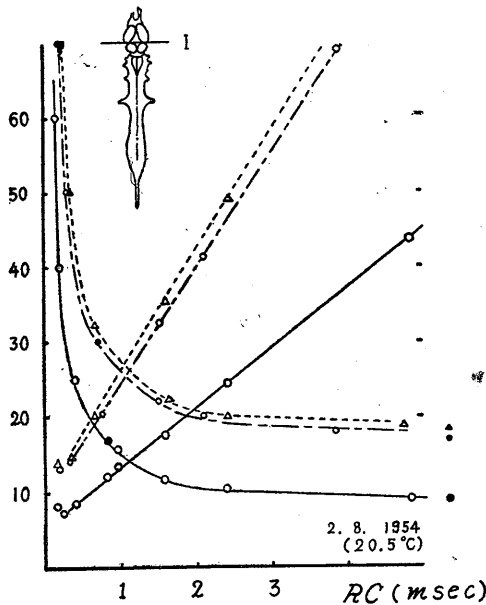
に同位の前根、後根を使用せるときは、そうでない時よりも基電流が低く、時値がやや長いようであるが、これは単に前根、後根が同位でない場合には組織の電気抵抗が増大する為であろう。以下第Ⅴ脊髓前根を使用する場合のみに就いて論ずる。

### C. 拮抗筋ノイロンのV-C曲線に対する脳髄切断の影響

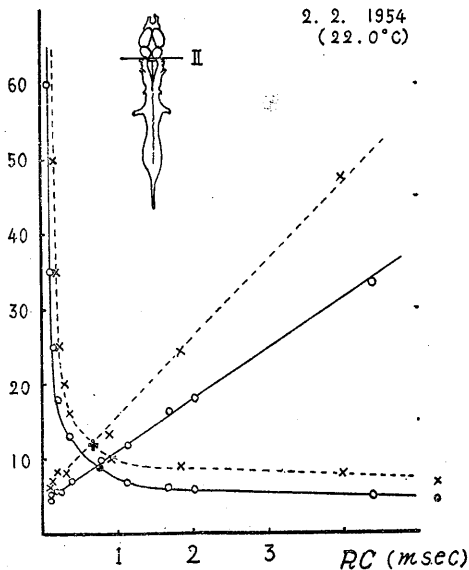
脳髄の切断は第2図に示すような部位で行った。図における切断Ⅰ、Ⅱ、Ⅲはそれぞれ間脳部横断、中脳・延髄間横断、延髄・脊髓間横断を意味する。

切断Ⅰ：既述の伸筋及び屈筋ノイロンの基電流並びに各閾値の差は、切断前（即ち完全な脳髄とつながっているもの）では脊髓のみの場合と比較して大きいこともあれば、そうでないこともある。しかしながらこの部で横断して終脳との連絡を断つと、大多数の例では差が大きくなる。第3図は切断前伸筋と屈筋の差異が判別出来なかったものが(実線)、切断Ⅰによって始めて両ノイロン間の差異があらわれた例である。この図の破線は伸筋、点線は屈筋ノイロンの切断後の曲線を示している。尙間脳部切断の前後の変化としては、切断後に基電流が上昇し時値が短くなるものが多い。

切断Ⅱ：この部の横断では両ノイロンの各閾値の差は、脊髓のみの場合と同じく再び少くな



第3図 間脳部切断の際のV-C曲線の変化  
 実線は切断前の伸筋, 屈筋ノイロンのV-C曲線を示し, 最初差のなかつたものが, 切断後差が現われ, 伸筋(破線)と屈筋(点線)ノイロンの2つの曲線に分かれたもの。



第4図 腓腹筋(伸筋)ノイロンの中脳・延髄間切断前後に於けるV-C曲線の変化。点線は切断前, 実線は切断後。  
 又双方とも基電流が下降し時値が延長するが, 伸筋の方が屈筋よりも基電流及び閾値が低いと云う関係は変わらない。第4図は切断前後の

第1表

坐骨神経刺戟の場合の脳髄各部切断による基電流並びに時値の変化  
 基電流はモノコード(1m)の目盛(cm)で表わしてある。

	伸筋(腓腹筋)ノイロン		屈筋(前脛骨筋)ノイロン	
	基電流	時値(msec)	基電流	時値(msec)
切断前	19.0	0.28	20.0	0.27
切断I	19.5	0.20	21.5	0.21
切断II	18.0	0.27	19.0	0.24
切断III	18.5	0.23	20.0	0.23

V-C 曲線の変化を伸筋についてのみ示した。

切断III: この場合には切断IIを行った場合と著しい差異は認められず, 基電流や時値の測定にも略同様の値が得られる。

D. 坐骨神経刺戟によるV-C曲線

坐骨神経の大腿中央部に2極をおいて刺戟した場合でも伸筋及び屈筋ノイロンの間に興奮性の差が見られ, 且つ脳髄各部の切断による影響も軽度ではあるが認められる。比較的变化の明らかな例について, 各部切断前後の基電流並びに時値の測定値を, 伸筋, 屈筋ともに第1表に掲げた。

IV. 考 察

本研究に関連せる以前の報告としては, 末梢神経及び筋の時値に対する中枢神経の影響に関して Lopicque<sup>5)</sup>の試験がある。これによれば大脳及び中脳の除去により坐骨神経の基電流の低下と時値の延長をきたし, その従属筋との間に同時値性が保たれるに至ると云う。又従属時値と本質時値なるものを区別し, 末梢神経が脊髄以上の中枢と連絡ある際の時値(従属時値)は, それより切離された場合の時値(本質時値)よりも小なる値を示し, これが脊髄の反射機能に特別な寄与をなすものと見做している。本実験成績を見ても第4図に示す如く, 切断II即ち中脳・延髄間横断の前後の基電流並びに時値の変化には, 同様な傾向が認められる。いまこの現象につき少しく考慮すると, Gualtierotti<sup>3)</sup>はカエルの脊髄反射機能に及ぼす脳髄の抑制並びに疎通作用の研究で, これらの中枢が中脳に存すること及び中脳より脊髄前角に至る下行線維

のあること等を電氣的に立証しているし、また久野<sup>4)</sup>は伸筋ノイロン、屈筋ノイロンの V-C 曲線を電気緊張の影響下において比較し AET (陽極電気緊張) の場合には、双方とも基電流並びに各閾値の上昇を来すことを観察し、その上面ノイロンの興奮性の差に関しても、屈筋の方は伸筋ノイロンに比し、より AET 型の状態にあると論じているが、切断 I の際にこれら各ノイロン間の閾値の差が大きくなることは、伸筋ノイロンよりも屈筋ノイロンの方がより高度に AET の状態に置かれることによると考えられる。この事は中脳より高位の中脳からの影響が切断 I によって除かれると、運動ノイロンを規制する中脳の中脳が本来の作用を現わし、ついで切断 II によって中脳との連絡が絶たれると、それまで AET 型にあったノイロン殊にその細胞体が KET (陰極電気緊張) 型に移る結果、基電流の下降と時値の延長をみるに至ると解せられる。故に従来より知られている脊髄蛙における反射機能の亢進は、運動ノイロン特にその細胞体が KET 型に移ることによると思われる。

以上は V-C 曲線の変化から下した間接的な推論であるが、これは細胞内電極法による最近の知見によって有力な裏付けを受けている。即ち Eccles 等<sup>2)</sup>はネコの脊髄反射において促進現象は運動ノイロンに於ける陰性シナプス電位の発生に基き、抑制現象は陽性シナプス電位の発生に基くことを発見し、更に私共の研究室の荒木<sup>1)</sup>はネコの延髄網様体の刺戟によっても脊髄の運動ノイロンに陰性あるいは陽性のシナプス電位の起ることを見つけている。これらのシナプス電位の発生は、運動ノイロンの細胞膜が一時的に陰極あるいは陽極電気緊張の状態におかれることを意味する。従って脊髄運動ノイロンに対する高位中脳の作用を電気緊張性の変化と考えた本研究の結論は、これらの研究からも十分に支持を受けている。屈筋ノイロンと伸筋ノイロンとによって細胞膜の分極状態に差異があると考えられるのも、高位中脳から受ける促進的及び抑制的支配が両種ノイロンにおいて量的に差異のあることが主因をなすと考えられる。

かかる見地より上述の脳髄横断の結果を見ると、中脳は脊髄運動ノイロンに対して抑制的に作用し、間脳以上はこれに反して促進的 (恐らくは中脳の抑制中枢を抑制するという間接的作用により) に作用することが知られる。

## V. 総 括

1) 脊髄前面又は脊髄内部の 1 点と前根との間に、蓄電器放電による上向き電流を通じ、伸筋 (腓腹筋) 或いは屈筋 (前脛骨筋) の最小収縮を示標として、各ノイロンの V-C 曲線を測定し、これに及ぼす脳髄各部の切断の影響を検した。

2) 伸筋ノイロンの基電流並びに各閾値は屈筋のそれらよりも低い。この関係は脊髄のみの場合でも、あるいは脊髄以上の中脳神経と連絡のある場合でも変化しない。

3) 間脳部切断前後に於ける変化は必ずしも一定ではないが、切断後は各ノイロンとも基電流の上昇と時値の短縮を見るものが多く、然も拮抗筋支配神経の間の閾値の差は大きくなる。

4) 中脳・延髄間の横断では、拮抗筋ノイロン間の差は再び少くなり、各ノイロンの基電流の下降と時値の延長が起る。

5) 延髄・脊髄間の横断をその後においても、基電流や時値に大して変化は認められない。

6) 坐骨神経においても伸筋、屈筋ノイロンの差ならびに脳髄切断の影響が僅かながら見られる。

7) 以上の脳髄切断による脊髄運動ノイロンの基電流及び時値の変化は、運動ノイロン殊にその細胞体が陰極あるいは陽極電気緊張型に推移すると考えることによって説明される。

8) 脊髄運動ノイロンに対し、中脳には抑制中枢、間脳以上には促進中枢があると考えられる。脊髄蛙で見られる反射亢進は、中脳の抑制作用の遮断により運動ノイロンが陰極電気緊張の方向に推移するためと解される。

終りに臨み、御懇篤なる御指導と御校閲を賜った大谷卓造教授に深く感謝致します。

## 文 献

- 1) 荒木辰之助 (未発表)
- 2) Brock, L. G., J. S. Coombs, and J. C. Eccles (1952) The recording of potentials from motoneurons with an intracellular electrode. *J. Physiol.* 117, 431
- 3) Gualtierotti, T. (1952) Inhibition and excitation in spinal reflex activity. *J. Physiol.* 117, 401
- 4) 久野 宗 (未発表)
- 5) Lapique, M. (1923) Action des centres encéphaliques sur la chronaxie des nerfs moteurs. *C. R. Soc. Biol.* 88, 46
- 6) 下村弥彦 (1956) 脊髓ノイロンの恢復過程 日本生理誌 18, 718

## Summary

The voltage-capacity curves were obtained from flexor (tibialis ant.) and extensor (gastrocnemius) neurons of the toad. One of the stimulating electrodes was placed on the 10th ventral root and the other on the ventral surface of the spinal cord or inserted into the cord, through which currents of condenser discharges were delivered in ascending direction. The minimal twitch of the respective muscles was used as an indicator of the effective stimulation. The followings were the results obtained.

1) The extensor neuron showed threshold values which were in general lower than those of the flexor neuron, regardless of whether the spinal cord was connected with higher centers or not.

2) In the most cases, a cross-section in the middle of the diencephalon (section I) raised the rhéobase and shortened the chronaxie in both kinds of neurons. The difference in the threshold values of both neurons became greater.

3) After the section I, a cross-section performed between the mid-brain and medulla oblongata (section II) reduced again the difference between both neurons, lowering the rhéobases and lengthening the chronaxies in both of them.

4) After the section II, a cross-section between medulla and spinal cord showed hardly any effect on the rhéobase and the chronaxie.

5) The above mentioned difference in rhéobase and chronaxie between both kinds of neurons and the effects of brain sectioning were found in slighter degree even when the excitability was tested in the sciatic nerve.

6) The changes in the excitability of the spinal motoneurons due to the sectioning of the brain were similar to those when the motoneurons were brought to the catelectrotonic or to the anelectrotonic state. The neural influences from higher centers were discussed in analogy to the changes due to the electrotonus.

7) It is concluded that there is an inhibitory center in the mid-brain and a facilitatory center in the region higher than diencephalon acting on the spinal motoneurons.

(*Department of Physiology, Faculty of Medicine, Kyoto University*)

## 脊 髄 電 位 の 分 析 612.832:612.014.423

An analysis of the Cord potential

下 村 彌 彦 (SHIMOMURA-Mitsuhiko)\*

### I. 緒 言

われわれの研究室では以前より脊髄内に於けるシナプス伝達の機構を解明するために、根電位の分析、細胞内電極法による運動ノイロン細胞体の諸性質或いは脊髄内に刺入した電極による運動ノイロンの強さ-期間曲線測定等の研究が続けられて来た。しかしこれらの研究は主として運動ノイロン或いは第1次求心性線維の関与する現象の解明を目標としたものであって、介在ノイロンの活動についてはなお不明な点が多い。しかし脊髄の機能にとって介在ノイロンの活動は極めて重要な役目を演ずるのであるから、私はその確実な電氣的表示をつきとめる目的で、脊髄表面電位および脊髄の内部の諸点から得られるいわゆる脊髄電位の分析に着手した。

一方海外の研究報告を見ても、1933年GasserとGraham<sup>9)</sup>が脊髄電位に関する報告を発表して以来、Barron及びMatthews<sup>2)</sup>、Bonnet及びBremer<sup>4)</sup>、EcclesとMalcolm<sup>7)</sup>或いはLloyd及びMcIntyre<sup>11)</sup>等は、之を後根電位との関連において種々論議しており、其の後もBernhard一派の人々によってなお研究が続行されているが、脊髄電位を構成する各要素の解釈に就いては必ずしもこれらの諸家の意見は一致していない。また脊髄内部の諸点に於ける電位変化の研究には従来殆んど見るべきものがなく、最近に至ってAustin等<sup>1)</sup>のネコにおける研究報告を見ただけである。斯様な次第であるから私はヒキガエルの脊髄における色々の位置から得られる脊髄電位を後根刺戟によるものばかりでなく、また必要に応じて前根刺戟によるものを分析の一助としながら考察することにした。

### II. 実 験 方 法

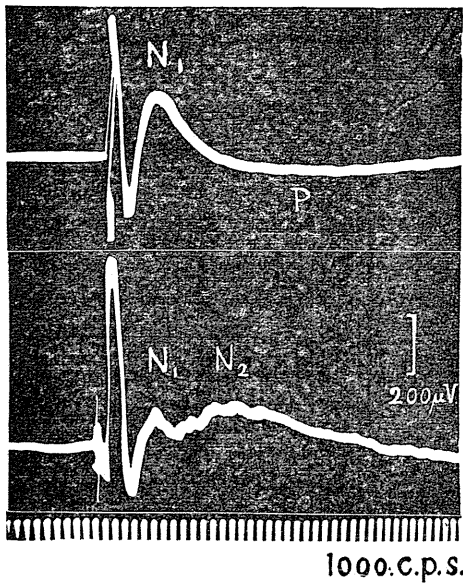
ヒキガエルの背側皮膚を腰部より背部にかけて切除し、しかる後齒科用金冠鉗を用いて脊椎管を全長に亘って開き、脊髄並びに根を傷けないよう注意しながら硬膜を除いて脊髄を露出する。つぎに動物を腹位にして、特に考察製作した固定器を使用して脊柱を両側より固定し、尙も脊髄の動きを防ぐ為めに四肢筋を支配する前根をあらかじめ切断しておく。刺戟電極には銀線を用い、第IX乃至第X脊髄後根より単一電気刺戟を与え、その際の反応を単極性に誘導し、又必要に応じて同位の前根より逆方向の刺戟を与えた際の反応をも比較検討した。誘導電極としては富田式微小電極(尖端外径20~50 $\mu$ )を使用し、これを脊髄表面の色々の位置或いは脊髄内の種々な深さに置いた時の電位の変動を、差動式の増巾器を介してBraun管で観察した。尙増巾器は6SC7プッシュプル1段前置増巾器を、抵抗及び容量(時定数0.5sec)で、6SC7, 6SJ7, 12AU7, 2X6AC7の4段直接結合プッシュプルの主増巾器に結合せしめたものである。

### III. 実 験 成 績

#### A. 電極の位置による脊髄背面電位の形状の変化

後根に単一刺戟を加えた際の脊髄背面電位は第1図に示す如く、3相性のスパイク電位に続いて比較的緩徐な陰性波(N<sub>1</sub>)と軽微ではあるが持続の長い陽性波(P)とが現われる。N<sub>1</sub>の始点から数msecおくれでN<sub>2</sub>の現われることもある。スパイク電位の持続は2.5~3.0msecで、これは後根及び後索を上昇する線維の興奮によるものと思われる。N<sub>1</sub>の持続はスパイク電位の起り始めから計測すると、11.0~19.5msecで

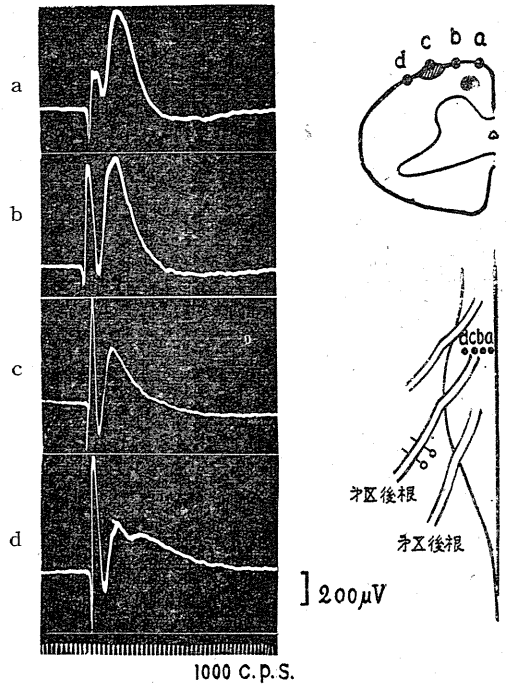
\* 京都大学医学部生理学教室



第1図 後根刺戟の際の脊髓背面電位

ある。

いま脊髓背面に於て電極の位置を変えて見ると、得られる電位の形状に尠からざる変化をきたす。即ち電極を頭尾の方向に動かしたときは刺戟後根よりの距離が遠ざかるにつれて電位の大きさを減ずるだけで、その形状に根本的な変化は認められないのであるが、側方に動かしてゆくと形状にかなりの変化がみられる。電極を脊髓背面正中線の直ぐ側方に置くと小さいスパイク電位に続いて  $N_1$  が目立っているが、 $N_2$  は殆んどその存在が認め難く、比較的持続の短い  $N_1$  に引続いて、直ちに  $P$  が常に現われる(第2図 a)。これより少しく外側の方に電極を移すと最初のスパイク電位は稍大きくなり(第2図 b)、更に後根の脊髓侵入部の直上では  $N_1$  が漸次その大きさを減じ、同時に  $N_2$  が現われ始め(第2図 c)、背外側部では  $N_2$  が最大になる処がある(第2図 d)。以上のことからスパイク電位に続く陰性波は上述の  $N_1$  と  $N_2$  との2つの要素の合成によるものと見做し得ることが知られる。更に電極を脊髓の外側方より前側の表面に移すと、Bonnet 及び Bremer<sup>5)</sup>、古河<sup>8)</sup> のいう如く、 $N_1$  及び  $N_2$  は急激に減少し遂には陽性に転ずる。この転化部位は正外側より少し



第2図 誘導部位による脊髓背面電位の形状の変化上の挿図は a, b, c, d の波形の得られる脊髓背面上の位置を示している。

く背側に偏っている。

### B. 電極の刺入に伴う脊髓内電位の変化

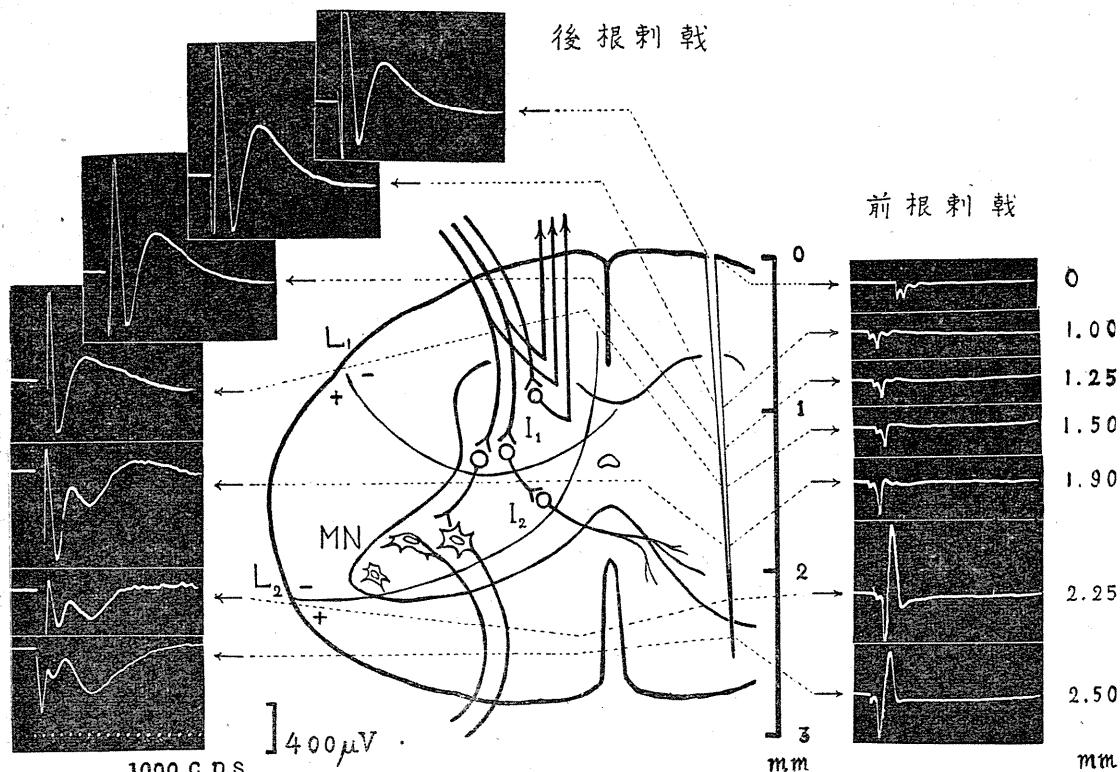
後根侵入部附近より脊髓内に富田式微小電極を刺入し、背側より腹側へ向って漸次押し進め、0.25mm ごとに電極を停止し、夫々の深さに於いて後根或いは前根の刺戟によって得られる脊髓内電位を記録した。この際電極の刺入された深さは、manipulator に装置された目盛り計ることが出来るのであるが、電極を押し進める際に脊髓に多少の圧迫変形が全然起らないとは云えない。従って電極尖端の深さを正確に決定することは難かしいのであるが、この点前根刺戟による反応をも併せ検しながら進めることは、大体の深さを知るには大いに参考になる。後根刺戟による電位では第3図に示す如く最初のスパイク電位及び  $N_1$  は電極挿入の進むにつれて大きさを増し、スパイク電位は脊髓背面より 1.0mm 内外の深さで、 $N_1$  は 1.0~1.5mm の深さで最大となり、後再び大きさを減じて 1.75~2.0mm で  $N_1$  は陽性に転化し始める。脊

髓を縦に正中線に沿って切断し、その断面で計ってみると、1.0~1.5mm は後角灰白質の部分、1.75~2.0mm は前角の稍背側の部分に当る。N<sub>2</sub> は背側部では、あまり判然とは現われないが、陽性転化の際に先ず N<sub>1</sub> の頂点に当る部分のみが陽性化し、N<sub>2</sub> にあたる部位が陰性のままに残る。更に電極が腹側に移動するにつれ、これも陽性に転化する。

前根刺激に対する応答としては、初めの間は軽度の陽性波が現われるのみであるが、N<sub>1</sub> が陽性に転化しはじめる地点を僅かに過ぎて、大きな陰性のスパイク電位が現われはじめる。これは電極が Motoneuron pool に入ったことを意味する。このスパイク電位は電極を僅かに進めるだけで急激に大きくなるが、一層電極が押進められると再び減少し、脊髓腹側表層では殆んど消失する。このようにスパイクを現わす範囲が比較的狭い部分に限られていると云うこと

は興味ある点である。

いま私の実験結果からこの陰性波の成因について考えて見ると、N<sub>1</sub> 成分は Bernhard<sup>3)</sup> の云うように潜伏時その他の性状から、一部は1つのシナプスを経て、上方へ求心性の衝撃を伝える上行径路に由来するものかも知れないが、ヒキガエルでは寧ろ大部分は反射に関係する第1次の介在ノイロンの細胞体より生ずるものと思われる。第1次介在ノイロンの細胞体が興奮を起した場合には、ノイロン表面の電位についていえば細胞体は線維に比し負になるから、sink と source の関係で第3図に示された L<sub>1</sub> のような O-level の等電位線を仮定すると、電極を脊髓背面より腹側に向けて漸次刺入してゆくときに N<sub>1</sub> が陰性より陽性に転化する理由が納得出来る。またこの模式図は、脊髓表面より誘導せる波形において、後根線維の脊髓侵入部の直ぐ内側の辺で N<sub>1</sub> が最大に達し、側方に移るにつ

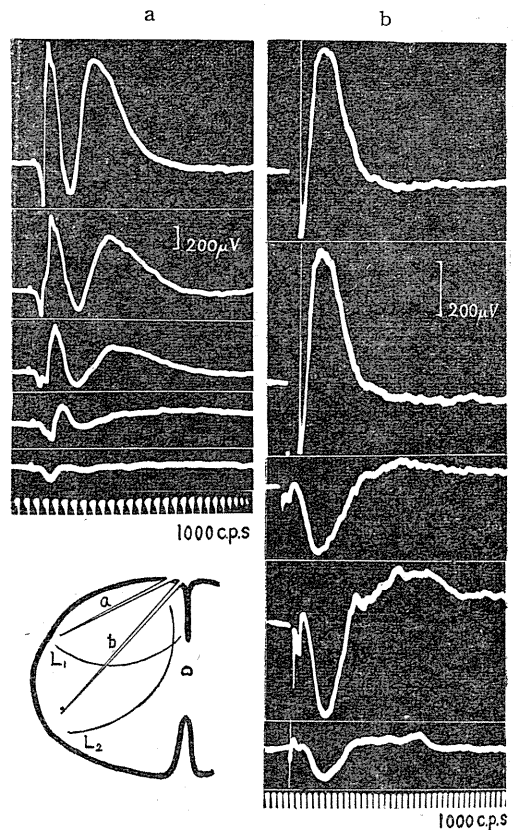


第3図 脊髓背面より種々の深さの点で得られる電位の波形

左列の波形は後根刺激。右列の波形は前根刺激によるもの。右端の各数値は背面よりの深さを mm で示す。中央の挿図は脊髓電位の形状の変化を説明する模型図。L<sub>1</sub>. 第1次介在ノイロン。L<sub>2</sub>. 第2次介在ノイロン。MN. モトニューロン

れて大きさを減じ、遂には陽性に転化することともよく一致する。第1次介在ノイロンの細胞体の興奮がやがて軸索の方に伝わってゆくと、上述の如き  $L_1$  の両側における sink と source の関係が全く逆転すると考えられるから、脊髓背面において誘導される P の成因の少くとも一部は、斯様な電位勾配の存在が関与しているであろう。次に  $N_2$  成分に関しては、その潜伏時間が刺戟時点より 6~8msec であることから考えても、すでに2つのシナプスを経過して来たものであり、運動ノイロン或いは第2次の介在ノイロンより生起するものと考えられる。運動ノイロンは前根刺戟により逆方向性に興奮させた場合は、実験結果の示す様にこれを field of current の立場よりみれば、いわゆる Lorente de N6<sup>12)</sup> の radial symmetry の型に属するものと考えられ、等電位線は前角細胞を中心にして同心円状となり、O-level の等電位線も閉鎖された形になっていると考えられる。従って前根よりの逆方向刺戟の場合には、Lorente de N6 の既に指摘せる如く、電極の刺入を僅かに進めるだけでスパイク電位が急激に大きくなり、電極が Motoneuron pool を過ぎると、再び急に減少するのである。しかしこのような電位分布は後根刺戟により正方向性に運動ノイロンが興奮させられると方向性を持つようになり、等電位線は開放された形となる。従って  $L_1$  の場合と同様に第3図の  $L_2$  の如き O-level の等電位線を考えると、電極刺入に際しては背面よりの深さが増しても最初のうちは電極がほぼ等電位線に沿って移動するため、 $N_2$  の大きさとしては、あまり変化がなく、腹側に近くなって始めて陽性に転ずる事実がよく説明し得る。又表面よりの誘導では脊髓背面正中線附近で、殆んど認められなかった  $N_2$  成分が、電極が側方に移るにしたがって漸次増大し、背外側部で最大に達し、ついで再び減少する理由がわかる。

さて以上の考えから仮定した O-level の等電位線  $L_1$ ,  $L_2$  が合理的なものであるとすれば、線  $L_1$  より背側の脊髓の部分に電極が貫いた場合は  $N_1$ ,  $N_2$  成分とも陽性への転化が見られな



第4図

左列(a)は  $L_1$  より背側の脊髓の部分に電極を斜めに進めるときに得られる電位の変化。右列(b)は  $L_1$ ,  $L_2$  にはさまれた部分を通過するときの変化。

い管であるが、実際そのような部分に脊髓背面より脊髓外側に向って斜の方向に電極を刺入した実験例では、電極が脊髓を貫くまで陽性転化は起らなかった(第4図左列)。又電極が  $L_1$ ,  $L_2$  の2線にはさまれた部分を通過した例(第4図右列)では、背面において殆んど認められなかった  $N_2$  成分が、 $N_1$  の陽性転化以後は著しく陰性のままで増大し、同時に前根刺戟により大きなスパイク電位が得られた。

#### IV. 考 察

Gasser 及び Graham<sup>9)</sup>, Hughes 及び Gasser<sup>10)</sup> 等はネコの脊髓の後根刺戟に際し、脊髓背面の2カ所より誘導した電位がスパイク電位と比較的緩徐な陰性波及び陽性波よりなる事を認め、最初の3相性のスパイク電位は後索を上昇する

後根線維に由来するものと述べ、これに続く陰性並びに陽性の波形を、intermediary potential と名づけた。そしてこのものは介在ノイロンによるものであると推断した。最初の3相性のスパイクがその持続から考えても後根線維に由来するものであり、従って脊髓表面からの誘導でも脊髓内に於いても後根線維からの距離が遠ざかるにつれて小さくなるのは当然であるが、それに続く成分については論議の余地が充分にあるように思われる。脊髓電位の陽性波が後根電位に相当するものであるとの見解を Barron 及び Matthews<sup>2)</sup> がもっていたが、その後において Lloyd 及び McIntyre<sup>11)</sup> は従来から知られていた緩徐な後根電位 (V と命名) のほか、これに先立つ4つの屈曲 I, II, III, IV に注目し、そのうち V は postsynaptic のもの、IV の屈曲は、これが脊髓電位の陰性波に相当するのであるが、一部を後根線維、他の一部を介在ノイロンによるものと結論した。すでに述べた如く脊髓電位の陰性波を構成する成分を本実験結果より考察すると、潜伏時その他の性状から N<sub>1</sub> は第1次介在ノイロンの活動 (シナプス電位及びスパイク電位)、N<sub>2</sub> は既に2つのシナプスを超えた第2次介在ノイロン或いは運動ノイロンのシナプス電位 (Eccles<sup>6)</sup> の云う focal synaptic potential) 及びそれらのスパイク電位と考えられる。実際前根の逆方向刺戟では強大なスパイク電位を呈する標本では、電極が Motoneuron pool にある場合、後根刺戟によって比較的顕著なスパイク様の変動が N<sub>2</sub> 波に重畳するのが認められる (第4図参照)。これは運動ノイロンの興奮性が高く、逆方向性の衝撃もすべて細胞体に侵入し、又正方向性刺戟によっても多数の運動ノイロンの放電を惹起せるものとみられる。これに反し逆方向刺戟で余り大きなスパイクを呈しないような標本では、N<sub>2</sub> 波に重畳するスパイク様変動もあまり著明ではない。

最後に P の成因に関しては、後根電位 V と同様に、興奮がシナプスを超えた後に後根線維終末端に起る2次の脱分極及び介在ノイロンが一度興奮して後、その回復期に於ける細胞体と軸

索の間の電位の勾配等が関与するものと見做される。

## V. 摘 要

1) 富田式微小電極を使用し脊髓表面の色々の位置或いは脊髓内に於ける種々の深さの部位から、後根刺戟の際また必要に応じて前根刺戟による電位変化を誘導し、その波形を比較検討した。

2) 後根刺戟により得られる脊髓電位は3相性のスパイク電位に続く比較的緩徐な陰性波と軽微な陽性波より成るが、このうち陰性波は N<sub>1</sub> 及び N<sub>2</sub> の2つの成分の合成によるものと思われる。

3) N<sub>1</sub> はその潜伏時その他の性状から少くとも1つのシナプスを超えた、即ち第1次の介在ノイロンのシナプス電位及びスパイク電位によるものと思われ、N<sub>2</sub> も同様の意味から第2次介在ノイロン或いは運動ノイロンのシナプス電位及びスパイク電位に由来するものと考えられる。

4) 脊髓内各点において得られた電位曲線を比較し、介在ノイロン群及び運動ノイロン群の活動による電位分布を示す模式図を提示した。

擧筆するに当り、終始御懇篤なる御指導御校閲を賜った大谷卓造教授に深謝すると共に、本研究に種々の御協力を戴いた後藤徹氏に対し感謝の意を表します。

## 文 献

- 1) Austin, G. M. and G. P. McCouch (1955) Presynaptic component of intermediary cord potential. *J. Neurophysiol.* 18, 441
- 2) Barron, D. H. and R. H. C. Matthews (1938) The interpretation of potential changes in the spinal cord. *J. Physiol.* 92, 276
- 3) Bernhard, C. G. (1953) Analysis of the spinal cord potential in leads from the cord dorsum. The spinal cord (CIBA FOUNDATION SYMPOSIUM), 43
- 4) Bonnet, V. et F. Bremer (1938) Etude des potentiels électriques de la moelle épinière faisant suite chez la grenouille spinale a une ou deux volées. *C. R. Soc. Biol.* 127, 806
- 5) Bonnet, V. et F. Bremer (1952) Les potentiels synaptiques et la transmission nerveuse centrale. *Arch. Intern. Physiol.* 60, 33

- 6) Brooks, C. McC. and J. C. Eccles (1947b) Electrical investigation of the monosynaptic pathway through the spinal cord. *J. Neurophysiol.* 10, 251
- 7) Eccles, J. C. and J. L. Malcolm (1946) Dorsal root potentials of the spinal cord. *J. Neurophysiol.* 9, 139
- 8) 古河太郎 (1955) 脊髓前根電位と脊髓電位との關係に就いて *大阪市大医誌* 4, 408
- 9) Gasser, H. S. and H. T. Graham (1933) Potentials produced in the spinal cord by stimulation of dorsal roots. *Am. J. Physiol.* 103, 303
- 10) Hughes, J. and H. S. Gasser (1934) Some properties of the cord potentials evoked by a single afferent volley. *Am. J. Physiol.* 108, 259
- 11) Lloyd, D. P. C. and A. K. McIntyre (1949) On the origins of dorsal root potentials. *J. gen. Physiol.* 32, 409
- 12) Lorente de Nó, R. (1947) Action potential of the motoneurons of the hypoglossus nucleus. *J. cell. comp. Physiol.* 29, 207

### Summary

1) Potentials evoked by a dorsal root or a ventral root stimulation were recorded from varied points on the surface or in the interior of the toad's spinal cord.

2) The cord potential evoked by dorsal root stimulation consisted of a triphasic spike and a slow negative wave, which was followed by a slight positive wave. The slow negative wave seemed to be composed of two components  $N_1$  and  $N_2$ .

3)  $N_1$  became positive as the microelectrode proceeded through the grey matter further ventral from a point 1.75~2.0mm ventral from the dorsal surface. Judging from its latent time and other properties,  $N_1$  was considered to be due to post-synaptic potentials and spike potentials in the primary interneuron somata.

4)  $N_2$  became positive after the microelectrode proceeded a little further ventral from the point where  $N_1$  turned to positive.  $N_2$  was accounted to post-synaptic potentials and spike potentials in the secondary interneuron and the motoneuron somata.

5) From the comparison of potential curves obtained from varied points in the interior as well as on the surface of the spinal cord, a schema was presented showing the potential distribution in the spinal cord due to the activities of the interneuron group and the motoneuron group.

*(Department of Physiology, Faculty of Medicine, Kyoto University)*

# 家兎脳脊髄液圧の神経性変動に就いて 612.824.1: [612.81+82]

## Studies on the Nervous Variation of the Liquor Pressure of the Rabbit

飯 田 精 一 (IDA-Seiichi) \*

### I. 緒 言

脳脊髄液に関する研究は古くから行われておるが、如何なる生理学的的機制により常に一定の圧を保ちうるか、亦髄液圧 (L.P と略称する) の変動に対し最も重要な役割を持つものは何であるか等に就ては未だ諸家の意見の一致しない点が多い<sup>1) 2) 3) 4) 5) 6) 7) 8) 10)</sup>。現在最も広く信じられている考えは<sup>9)</sup>、脳脊髄液は脳室に於ける脈絡叢に於て作られ、之が側脳室を満し、第三脳室に及び、大脳導水管を経て第四脳室を満し、Magendie 氏孔 (Luschka 氏孔も) を経て脳髄外層の蜘蛛膜下腔に通じ、脳脊髄外部を灌流して大脳洞静脈へと濾出せられている。故に髄液圧を支配する因子は、(1) 脳室で作られる速度、(2) 洞静脈に濾出せられる速度、(3) 脳髄血管の拡大による脳髄実質容積の変動、(4) 循環変動によらざる脳髄実質容積の変動によるものなどが考えられる。

Weed を中心とする上記の如き説は、其後幾つかの疑義を生じ、近時之と対立する次の様な説が擡頭しつつある。即ち、脳室脈絡叢で作られる脳脊髄液によっては殆んど髄液圧にさしたる変動を与えることは出来ないで、寧ろ脳脊髄液は、脳髄実質内の間液 (interstitial fluid) として全神経系統に瀰散している故に、脳髄実質の水分把持能力の変動のみによって髄液圧は左右せられるという考えなのである。前説によれば、脳脊髄液は一方えのみ流れると解釈すべきであるが、後説によれば、或いは静脈の方へ流れ、又は静脈の方から脳髄実質の方へと流れることも屢々あると考へねばならない<sup>14) 15) 16)</sup>。

著者は家兎を用いて髄液圧簡易測定法を案出し、主として神経性条件に因って髄液圧は如何

に変動するかを験し、髄液圧変動の機制を明らかにし、次で脳脊髄液の生理学的意味及び機能を論じようとする次第である。

### II. 実験方法

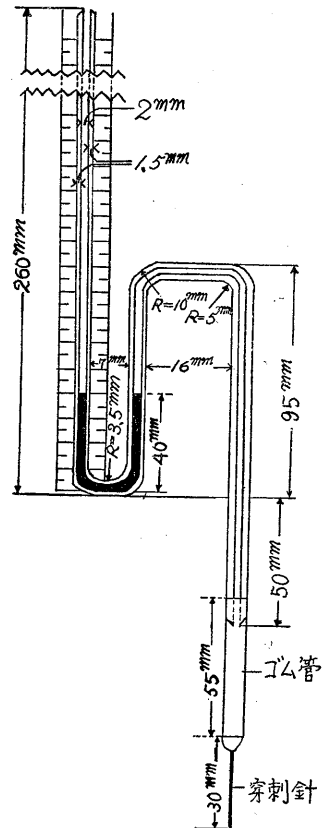
#### 1. 実験動物並びに実験時期

実験には、可及的に其成績の統一を期する為、發育充分にして体重 2kg 前後の健常家兎を用い、数日間飼養小屋にて飼育した後実験に供した。又原則として雌性家兎を撰び、妊娠時等による偶発的变化の発現を避けた。尙実験は、1953年11月から1954年8月に亘って行った。

#### 2. 実験装置並びに実験手技

動物はいつも佐々木式固定器を用いて腹位に固定した。脳脊髄液圧の測定には第1図に示す如き血沈管2本をS字形に接合せる硝子管を用い。その一端をゴム管に接続し、ゴム管には長さ3cm 口径1mmの針を連結した。

硝子管のU字部内には一定量 (0.1cc) の色素液 (1%



第1図 L.P.測定管模型図

\* 東京歯科大学生理学教室 (伊藤秀三郎教授)

methylen blau solution) を常に入れ、目盛が附着された長硝子管中での液昇降を時間的に逐一記録した。穿刺する場合、家兎では脊椎棘突起が著しく屋根瓦状に密接する為、人体に於ける如く腰推穿刺が行い難いので、後頭骨と第1頸椎との弓間腔から行う後頭下穿刺法によって行った。今その穿刺法を述べると先ず後頭骨突起及び第一頸椎を正中線上に確め術者の左手拇指先端を以て弓間腔を探索し、右手の拇指、第二指、及び第三指で把握せる穿刺針を皮膚、頸部筋肉及び硬膜を貫いて約 1.2 乃至 1.5cm (家兎の大小によって違ふ) 刺入すると穿刺針先端は蜘蛛膜下腔に達し、急に抵抗が減弱するのを感じ、同時に硝子管内色素液の搏動が開始する。依って脳脊髄液圧変動をこの搏動により観測し、その変動を読み、逐一助手をして記録せしめた。尙後頭下に刺入せる穿刺針と皮膚とを、動脈クレンメによって挟み穿刺針の振動を極力防いだ。

3. 脳脊髄液圧測定管の圧実測値を水柱圧に換算する法

脳脊髄液圧測定管 (自製) を以て後頭下穿刺法による家兎の脳脊髄液圧の実測値を水柱圧に換算する目的で人工気胸装置と脳脊髄液圧測定管とを夫々ゴム管で連結し、その遊離端をゴム帯に一括し、一定の空気圧を送り両器の上昇程度を5回測定してその比を求め、其等の平均値より水柱圧を基準とし液圧を求めた所第1表の如き結果を得た。

即ち、これによって脳脊髄液圧測定管内液

第1表

脳脊髄液圧測定管の液圧と人工気胸装置水柱圧との関係

1%メチレンブルー液圧 mm M.B.	人工気胸装置水柱圧 mm H <sub>2</sub> O	比
20	20	1.0
36	40	1.1
42	50	1.2
50	60	1.2
62	80	1.3
80	100	1.3
1%メチレンブルー液圧 / mm に対し水柱圧 1.2 mm		
1%メチレンブルー比重 1.003		

1mm の上昇は人工気胸装置による水柱 1.2mm に相当することが判り、従って測定管内液圧を水柱に換算する場合には 1.2 倍すれば良い。尙、1%メチレンブルーの比重を比重計により測定した所、その比重は 1.003 であった、

II. 予備実験

1. 健常家兎正常時の脳脊髄液圧変動

実験動物を固定台へ腹位に長く固定することのみによっても髄液圧に影響があるのではないかと考え、健常家兎10例に就て観察した。その結果を示すと第2表の如くである。

第2表

正常家兎に於ける後頭下穿刺後の経過時間に伴う L.P. 変動 (mmH<sub>2</sub>O)

家兎番号	体重 (kg)	穿刺後経過時間 (分)												
		0	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60
1	1.8	14	10	4	3	2	1	2	1	2	1	1	2	
2	1.9	16	2	2	5	6	7	9	9	9				
3	2.1	10	6	7	6	7	6							
4	2.0	20	14	8	8	8	7	7						
5	2.0	40	29	30	29	34	30	32	31	32	30	32	32	32
6	2.2	8	6	4	5	6	7	8	7	6				
7	2.3	10	20	23	23	15	19	21	23	18	23	23	23	23
8	2.0	16	12	12	8	8	8	8						
9	2.5	18	10	7	6	8	7	6	7	7				
10	2.0	6	5	4	5	7	6	6						

後頭下穿刺直後暫くは L.P. も稍々不定であるが、家兎が平穏となるに及びその変動は僅少になる。従って、L.P. の変動が僅少になった時に所期の実験を行う様に務めた。

2. 全身麻酔時の脳脊髄液圧変動

基礎麻酔として初め 25% Urethan を体重 1kg 当り 4cc 家兎の臀部筋肉に注射し、深麻酔期を得る為 30分後に 0.05% ヘキサビタールオウロパンソーダ溶液 0.5cc を家兎耳介静脈から徐々に (1分30秒かけて) 注射する事にした。其結果の5例を第3表に示す。麻酔深度の判定には瞳孔の縮小、角膜反射の減弱、筋肉緊張の弛緩及び呼吸深度等に依って成る可く深麻酔期を得ようと努めた。

第3表に示された如く、ウレタン麻酔によって L.P. は軽度上昇するが、30分を過ぎると一定の値を保つ様になりそこで耳静脈にヘキサビタールオウロパンソーダ溶液を注射した。而して此の場合 L.P. には殆んど影響が認められ

第3表 全身麻酔時の L.P. (mmH<sub>2</sub>O) 変動

例数	体重	注射前	脊髄下穿刺後経過時間(分)	0	5	10	15	20
1	2.1	注射前	注前経過時間(分)	0	5	10	15	20
		注射前	L.P. (mmH <sub>2</sub> O)	4	1	4	5	8
		注射前	注前経過時間(分)	0	5	10	15	20
		注射前	L.P. (mmH <sub>2</sub> O)	7	14	13	10	12
		注射前	注前経過時間(分)	0	5	10	15	20
2	2.1	注射前	注前経過時間(分)	0	5	10	15	20
		注射前	L.P. (mmH <sub>2</sub> O)	6	7	13	9	9
		注射前	注前経過時間(分)	0	5	10	15	20
		注射前	L.P. (mmH <sub>2</sub> O)	1	2	7	15	20
		注射前	注前経過時間(分)	0	5	10	15	20
3	2.0	注射前	注前経過時間(分)	0	5	10	15	20
		注射前	L.P. (mmH <sub>2</sub> O)	4	2	4	2	2
		注射前	注前経過時間(分)	0	5	10	15	20
		注射前	L.P. (mmH <sub>2</sub> O)	1	2	7	15	20
		注射前	注前経過時間(分)	0	5	10	15	20
4	2.5	注射前	注前経過時間(分)	0	5	10	15	20
		注射前	L.P. (mmH <sub>2</sub> O)	20	19	20	19	20
		注射前	注前経過時間(分)	0	5	10	15	20
		注射前	L.P. (mmH <sub>2</sub> O)	1	2	7	15	20
		注射前	注前経過時間(分)	0	5	10	15	20
5	1.9	注射前	注前経過時間(分)	0	5	10	15	20
		注射前	L.P. (mmH <sub>2</sub> O)	8	1	14	18	18
		注射前	注前経過時間(分)	0	5	10	15	20
		注射前	L.P. (mmH <sub>2</sub> O)	1	2	7	15	20
		注射前	注前経過時間(分)	0	5	10	15	20

なかった。

IV. 循環系変動に因る脳脊髄液圧の変動

1. 頸動脈結紮

頸動脈結紮に於ては L.P. は上昇する<sup>13)</sup>と云われて居るが、著者はこれを結紮し、L.P. の変動を調べてみた。その結果を示すと第4表の如くである。

第4表によって判る様に一側頸動脈を結紮すると、L.P. は一過性に上昇するが、間もなく下降して初圧近くなる。次で対側を結紮して両側頸動脈の血流を止めた状態にすると、L.P. は同様に一過性に急上昇するが、その後次第に下降し初圧以下となり、一定となる。

2. 頸静脈結紮

Falkenheim 及び Naunyu<sup>6)</sup>によれば一般に L.P. は動脈血圧よりも静脈血圧によって著しく影響されると考えられる。よって頸静脈結紮による L.P. の変動を観察すると第5表の如くである。

第5表によって判る様に、片側を結紮すると L.P. は一過性に上昇するが間もなく下降して一旦回復し再び上昇する。次で対側を結紮した場合には L.P. は下降し2時間後に於て初圧とほぼ同じ値を示した。

上記の2実験を一括すると、家兎脳脊髄液圧は頸動脈結紮によって一時的に上昇するが、後

著しく下降し、結紮後10分頃には初圧近くなり、更に経過することによって寧ろ減圧してくる。之に反して頸静脈結紮によつては一過性に上昇する事は全く同じであるが、次で稍々下降し、

第4表 両側頸動脈結紮時の L.P. (mmH<sub>2</sub>O) 変動

例数	体重	結紮前	頸動脈経過時間(分)	0	15			
1	2.0	結紮前	L.P. (mmH <sub>2</sub> O)	8	8			
			結紮後経過時間(分)	0	5			
		左側	結紮前	結紮後経過時間(分)	0	5		
			結紮後経過時間(分)	1/2	3/4			
		右側	結紮前	結紮後経過時間(分)	0	5		
			結紮後経過時間(分)	1/2	3/4			
		2	2.2	結紮前	L.P. (mmH <sub>2</sub> O)	20	28	
					結紮後経過時間(分)	0	5	
				左側	結紮前	結紮後経過時間(分)	0	5
					結紮後経過時間(分)	1/2	3/4	
右側	結紮前			結紮後経過時間(分)	0	5		
	結紮後経過時間(分)			1/2	3/4			

第5表 両側頸静脈結紮時の L.P. (mmH<sub>2</sub>O) 変動

例数	体重	結紮前	頸静脈経過時間(分)	0	105			
1	2.3	結紮前	L.P. (mmH <sub>2</sub> O)	10	14			
			結紮後経過時間(分)	0	5			
		左側	結紮前	結紮後経過時間(分)	0	5		
			結紮後経過時間(分)	1/2	3/4			
		右側	結紮前	結紮後経過時間(分)	0	5		
			結紮後経過時間(分)	1/2	3/4			
		2	2.1	結紮前	L.P. (mmH <sub>2</sub> O)	8	7	
					結紮後経過時間(分)	0	5	
				左側	結紮前	結紮後経過時間(分)	0	5
					結紮後経過時間(分)	1/2	3/4	
右側	結紮前			結紮後経過時間(分)	0	5		
	結紮後経過時間(分)			1/2	3/4			

第6表 両側椎骨動脈結紮時の L.P. (mmH<sub>2</sub>O) 変動

例数	体重	結紮前	椎骨動脈経過時間(分)	0	3	5	10	15	20		
1	2.0	結紮前	L.P. (mmH <sub>2</sub> O)	12	11	11	14	12	12		
			結紮後経過時間(分)	0	5	10	15	20			
		左側	結紮前	結紮後経過時間(分)	0	5	10	15	20		
			結紮後経過時間(分)	0	5	10	15	20			
		右側	結紮前	結紮後経過時間(分)	0	5	10	15	20		
			結紮後経過時間(分)	0	5	10	15	20			
		2	2.5	結紮前	L.P. (mmH <sub>2</sub> O)	26	23	26	24	23	24
					結紮後経過時間(分)	0	5	10	15	20	
				左側	結紮前	結紮後経過時間(分)	0	5	10	15	20
					結紮後経過時間(分)	0	5	10	15	20	
右側	結紮前			結紮後経過時間(分)	0	5	10	15	20		
	結紮後経過時間(分)			0	5	10	15	20			

再び上昇すること片側結紮でも両側結紮でも略々同様である。

脳髄動脈系は、両頸動脈と略々同量の血液が椎骨動脈によって運ばれている筈であるが、では椎骨動脈を結紮した場合には如何になるであろうか。

### 3. 椎骨動脈結紮

椎骨動脈を頸椎 3~4 の部位で結紮（電気焼灼を兼ねる）して L.P. の変動を観察し其結果を示すと第 6 表の如くである。

即ち椎骨動脈を結紮してみると、一側の場合には L.P. は一過性に急上昇するが、間もなく下降し始めて 30 分後には結紮前の値に落ち着く、次で対側を結紮しても L.P. は一過性に上昇するが、その上昇度は弱く次で僅かに下降する。これも亦僅かで、やがて一定の値に落ち着く。

椎骨動脈結紮の場合は、頸動脈結紮の場合と略々同一歩調で変動するが、其値は頸動脈結紮の場合よりは少く、且、最後に落ち着く髄液圧は頸動脈結紮の方が遙かに変動が多い。

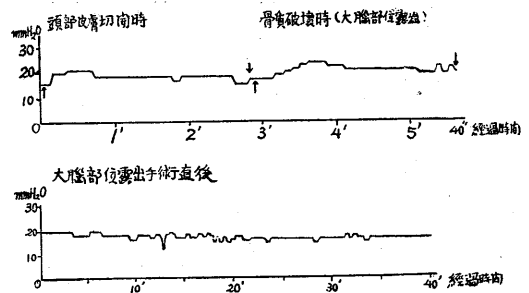
上記三実験を総括してみると、動脈結紮と静脈結紮とはその態度が全く異なる。

## V. 中枢神経諸部位の操作に因る脳脊髄液圧の変動

中枢各部位を破壊若しくは剔除した場合の、L.P. 変動の実験は甚だ困難である。というのは L.P. そのものが測定出来なくなることによる。そこで先ず予備的の意味で大脳部位に注射針を刺入し髄液が漏出するか、L.P. に影響があるかということを検する実験から始めることとし以下の如き諸項の実験を行った。

### 1. 脳部位穿刺

家兎を L.P. 測定時と同じく腹位に固定し、頭部の皮膚を縦に 3~4cm 切開し、外側に骨膜起子等を以て翻転せしめ、骨面に附着せる筋膜、骨膜を充分丁寧に別離除去した後、骨鋏及び骨鉗子等を用いて出血を防ぎつつ硬脳膜を損傷せしめない様注意深く骨を鑿除する。斯くて、髄液を漏出させることなく大脳部位を露出することが出来る。尙手術を行う際には、手術



第 2 図  
大脳部位露出手術時の L.P. (mmHg) 変動  
Rabbit 2.1kg

による動物の運動その他を可及的に少なくする為に、術前 1 時間にウレタンを注射して置いた。今其場合の L.P. 変動を記録し表示すると第 2 図の如くである。

第 2 図に示されて居る事は、大脳部位露出手術時には全身麻酔を施してある為、手術中家兎は体動を起すことなく従って L.P. の変動も僅かに上昇する程度で、手術後 30 分に於てはほぼ初圧近く迄戻っている。次に第 7 表で示してある如く大脳皮質に浅く注射針 (1/5mm) を穿刺した場合は、L.P. の変動もなく 5 秒後に抜いたが矢張り L.P. の変動が起らずいづれの場合も肉眼的に髄液の漏出を見なかった、即ちこの如き細針には硬脳膜は破れても通常脳圧で髄液を多量に漏出することはない。

更に間脳に達する深程を予め死屍で測定し、約 1.5~2cm なる事を確め置き、間脳附近迄注射針を静かに刺入し 20 秒後に抜いたが、抜く場合僅かに L.P. の上昇をみたが 40 秒後に針刺入前の値に恢復した。其後 2 分 30 秒経過した時、体動を生じ L.P. は上昇したが 12 分 30 秒後に恢復した。そして其後も体液の漏出は肉眼的には認められなかった。

以上の実験結果から、大脳皮質および間脳に注射針を刺入しても L.P. に変動はなく、また体液の漏出も肉眼的にはなく、顕微鏡的であったとしても、通常脳圧で髄液変動をおこすことはない。

### 2. 大脳皮質圧迫及び大脳皮質内（表在的に）注射 a) 大脳皮質圧迫

次にツベルクリン注射器の注射筒が突出出来る様に工作したものをを用い、大脳部位露出後其部位を注射筒の目盛 1, 2, 及び 4mm, 圧迫時間を 5 及び 10 秒の条件で圧迫し、L. P. の変動を観察した。尙本実験は、ウレタン麻醉後 2 時間後に大脳部位露出手術を行い、60 分休止した後に開始した結果を第 8 及び第 9 表として示すことにする。

第 7 表 大脳皮質及び運動領野に 0.25cc 注射器注入時の L. P. (mmH<sub>2</sub>O) 変動

大脳皮質 注入時	注射器目盛	0 0 25
	経過時間	18 18 18
運動領野 注入時	注射器目盛	0 0 5
	経過時間	18 18 19

第 8 表 大脳部圧 5 秒圧迫時の L. P. (mmH<sub>2</sub>O) 変動

圧迫条件	圧迫前	圧迫時経過時間(秒)					圧迫除去後経過時間(秒)										
		1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	7	9	11	12	20	30
1mm 圧	13	46	46	46	48	50	50	20	20	16	16	16	16	14	15	12	12
2mm 圧	13	54	54	54	56	56	56	20	20	20	16	16	13	13	13	12	12
4mm 圧	14	54	54	54	56	58	58	30	30	18	18	16	15	15	15	15	15

第 9 表 大脳部圧 10 秒圧迫時の L. P. (mmH<sub>2</sub>O) 変動

圧迫条件	圧迫前	圧迫時経過時間(秒)										圧迫除去後経過時間(秒)												
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	14	20	30
1mm 圧	16	46	46	46	46	46	46	46	46	46	46	46	46	46	46	46	46	46	46	46	46	46	46	46
2mm 圧	17	54	54	54	54	54	54	54	54	54	54	54	54	54	54	54	54	54	54	54	54	54	54	54
4mm 圧	17	54	54	54	54	54	54	54	54	54	54	54	54	54	54	54	54	54	54	54	54	54	54	54

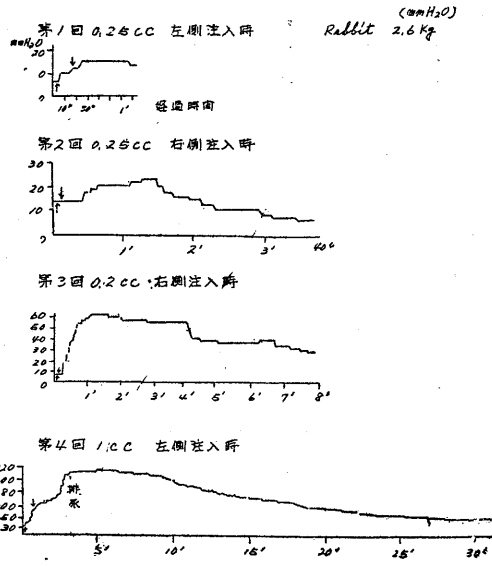
第 8 表は圧迫時間 5 秒の場合の L. P. 変動を、第 9 表は圧迫時間 10 秒の場合の L. P. 変動を示す。第 8 及び第 9 表によって示された如く、5 秒間圧迫の場合でも亦 10 秒間圧迫の場合でも、L. P. は圧迫と同時に昇騰し、圧迫を除去すると直ちに下降して元の値か或は元の値近く迄になる。

而して L. P. の上昇度は、大体圧迫強度及び圧迫時間の大きなる程高く、恢復もそれに比例する傾向を示す様である。

b) 大脳皮質内注射

既述の脳部位麻醉実験に於いて、麻醉液を其部位に注入したので、等張葡萄糖液を大脳皮質(運動領野)に注入した場合の L. P. 変動を検索した。

此場合も、先ず家兎にウレタン麻醉を施し、2 時間後に大脳部位を露出し、60 分間休止して



第 3 図

大脳皮質(運動領野)へ等張葡萄糖注入時の L. P. 変動 (mmH<sub>2</sub>O)  
註, ↑ 注入開始 ↓ 注入終了

実験を行った。その結果を示したのが第 3 図である。

第 3 図を説明すると、先ず等張葡萄糖液を 0.25cc 左側の大脳皮質(運動領野)に 16 秒かけて緩徐に注入してみたが L. P. は注入中 7 秒に至り少し上昇、注入終了の 16 秒には、僅か上昇し、注入後は大体 7 秒で最高の L. P. 値を示したが、それも僅かの程度で、50 秒を経過する頃から L. P. は下降の傾向を示し、次で同液 0.25cc を右側大脳皮質(運動領野)に注入して L. P. 変動を観察した。この場合には注入中 L. P. は変動なく、注入終了後 17 秒に至るに及んで少し上昇し、それ以後は漸次上昇しつつ 1 分 9 秒で最高となり、その後は下降し始め、3 分経過する頃に左側大脳皮質注入前の初圧に恢復した。次に同液 0.2cc を右側大脳皮質に注入をしてみたが、この場合に於ても注入中は変動全くなく注入終了後、10 秒頃より L. P. は急に上昇を開始し、1 分 3 秒で最高となり、1 分 30 秒頃より下降性となり、7 分 32 秒で上昇開始せる頃の L. P. に近い値を示した。

そこで等張葡萄糖液の注入を増量して 1cc を

左側大脳皮質に57秒かけて緩徐に注入してみた。此の場合は注入開始5秒後より漸次上昇し始め、52秒にはこれ迄の L.P. 値の最高を示し、その後も上昇度を緩めず、注入終了後更に上昇を続け、注入後3分17秒に排尿があり、注入後4分で、L.P. は最高値を示し、4分20秒頃より下降性となり漸く33分30秒で上昇開始せる頃の値を示した、

従ってこの実験によって大脳皮質へ等張葡萄糖液を注入した場合には量が0.25cc程度では大して L.P. の変動を現わさないが、量を増加する程その上昇度は高く、而して回復も遅れるということが判る。

3. 大脳皮質麻酔

a) 前部大脳皮質 (運動領野) 麻酔

先ず注射針を皮質に刺入し除去しても、髄液の漏出ししないこと及び、L.P. に影響を与えない事が明らかになったので、大脳部位を前項の如き方法によって露出し、運動領野機能消失の目的で2%塩酸プロカイン0.2ccを注入した。この場合の実験結果の2例を示すならば、第10表の如くである。

即ち前部大脳皮質 (運動領野) に2%塩酸プロカイン0.2ccを注入すると L.P. は注入時一過性に上昇するが、注入が終了すると間もなく注射前の値近くにもどる。

b) 後部大脳皮質 (知覚領野) 麻酔

次に家兎の両側前頭骨の後部を注意深く鑿除し、大脳部位を露出し、大脳皮質後部 (知覚領野) の左右に2%塩酸プロカイン0.25cc宛を注入し L.P. の変動を観察した。

結果の2例を示すと第11表の如くである。

即ち、後部大脳皮質 (知覚領野) 左右に2%塩酸プロカインを0.25cc宛注入すると、どちらも L.P. は注入時一過性に上昇し、注入後急激に下降したが尙初圧時よりは高い値を示した、

4. 間脳部位麻酔

間脳基底には自律神経系の最高中枢があると考えられているので、次の如き方法で間脳を麻酔して L.P. の変動を観察した。即ち大脳皮質麻酔の場合と同様の方法に従って動物の左右

第10表 前部大脳皮質 (運動領野) 麻酔時の L.P. (mmH<sub>2</sub>O) 変動

例数	体重	正常時	察別後経過時間 (分)				
			0	5	10	15	
1	2.5	ウレタン麻酔時	L.P. (mmH <sub>2</sub> O)				
			20	19	20	19	
			注射前 注射開始時 注射終了時 注射終了後経過時間 (分)				
			0	1/2	1/2	5	10
			19	26	28	20	26
			手術前 手術終了時 手術終了後15分				
28 39 28							
前部大脳皮質 (運動領野) 2%塩酸プロカイン0.2cc注射時及び注射後			注射前	注射開始時	注射中	注射終了時	注射終了後経過時間 (分)
			0	1/2	1/2	1/2	5 10
			16	21	26	20	19 19 19
2	2.3	正常時	察別後経過時間 (分)				
			0	5	10	15	
			L.P. (mmH <sub>2</sub> O)				
			10	5	6	4	
			注射前 注射開始時 注射終了時 注射終了後経過時間 (分)				
			0	1/2	1/2	5	10 20 30
4 6 4 10 12 14 16							
大脳部位露出手術前後			手術前	手術終了時	手術終了後15分		
			16	20	17		
前部大脳皮質 (運動領野) 2%塩酸プロカイン0.25cc注射時及び注射後			注射前	注射開始時	注射中	注射終了時	注射終了後経過時間 (分)
			0	1/2	1/2	1/2	5 10
			15	17	18	20	23 22 21

第11表 後部大脳皮質 (知覚領野) 麻酔時の L.P. (mmH<sub>2</sub>O) 変動

例数	体重	正常時	察別後経過時間 (分)				
			0	5	10	15	
1	2.5	ウレタン麻酔時	L.P. (mmH <sub>2</sub> O)				
			33	42	35	32	
			注射前 注射開始時 注射終了時 注射終了後経過時間 (分)				
			0	1/2	1/2	5 10 15 20 30 40	
			32	36	36	27 26 26 26 23 8	
			手術前 手術終了後15分				
8 19							
後部大脳皮質 (知覚領野) 2%塩酸プロカイン注射時及び注射後			注射前	注射開始時	注射中	注射終了時	注射終了後経過時間 (分)
			0	1/2	1/2	1/2	5 10 15 20 25 30 35 40
注射時注重量			16	30	40	40	36 20 28 25 24 23
右側0.25cc			0	1/2	1/2	1/2	5 10 15 20 25 30 35 40
右側0.25cc			23	32	36	34	28 24 26 26 21 21 21
2	2.3	正常時	察別後経過時間 (分)				
			0	5	10	15	
			L.P. (mmH <sub>2</sub> O)				
			8	6	5	7	
			注射前 注射開始時 注射終了時 注射終了後経過時間 (分)				
			0	1/2	1/2	5 10 15 20 25 30	
7 12 12 16 18 18 20 21 20							
大脳部位露出手術前後			手術前	手術終了後15分			
			18	24			
後部大脳皮質 (知覚領野) 2%塩酸プロカイン注射時及び注射後			注射前	注射開始時	注射中	注射終了時	注射終了後経過時間 (分)
			0	1/2	1/2	1/2	5 10 15 20 25 30 35 40
注射時注重量			22	23	34	35	27 38 36 32 31 28
左側0.25cc			0	1/2	1/2	1/2	5 10 15 20 25 30 35 40
右側0.25cc			0	1/2	1/2	1/2	5 10 15 20 25 30 35 40
			28	38	40	46	34 32 31 32 31 29

両側頭頂骨の一部分を鑿除して、大脳部位を露出したる後、1時間静置後1/5mm注射針を以て間脳附近迄刺入し、2%塩酸プロカイン0.5cc注入することによって間脳を麻酔せしめた。第12表は以上の如き方法によって間脳を麻酔した実験結果の2例を示したものである。

第12表に示す如く間脳部位に麻酔薬を注入す

第12表 中脳部位麻酔時の L.P. (mmH<sub>2</sub>O) 変動

例数	体察時	正常時		ウレタン麻酔時		大脳部出血手術前後		中脳部位へ2%塩酸プロカイン0.5cc注射時及び注射後											
		発刺後経過時間(分)	L.P. (mmH <sub>2</sub> O)	注射前	注射開始時	注射終了時	注射終了後経過時間(分)	注射前	注射開始時	注射終了時	注射終了後経過時間(分)								
1	1.8	正常時		0	5	10	15	20	30	4	7	9	7	15					
		ウレタン麻酔時		0	5	10	15	20	25	30	16	20	19	20	23	24	29	30	
		大脳部出血手術前後		手術前	手術終了後60分														
				30	33														
				0	5	10	15	20	25	30	12	14	19	20	19	19	16	19	18
2	2.0	正常時		0	5	10	15	20	30	4	2	4	5	5					
		ウレタン麻酔時		0	5	10	15	20	25	30	6	6	7	13	9	10	12	14	14
		大脳部出血手術前後		手術前	手術終了後60分														
				15	18														
				0	5	10	15	20	25	30	18	22	36	30	20	20	25	25	28

第13表 中脳部位麻酔時の L.P. (mmH<sub>2</sub>O) 変動

例数	体察時	正常時		ウレタン麻酔時		大脳部出血手術前後		中脳部位へ2%塩酸プロカイン0.5cc注射時及び注射後													
		発刺後経過時間(分)	L.P. (mmH <sub>2</sub> O)	注射前	注射開始時	注射終了時	注射終了後経過時間(分)	注射前	注射開始時	注射終了時	注射終了後経過時間(分)										
1	2.0	正常時		0	5	10	15	4	9	9	7										
		ウレタン麻酔時		0	5	10	15	20	25	30	7	13	11	10	10	12	14	14	14		
		大脳部出血手術前後		手術前	手術終了後60分																
				14	32																
				0	5	10	15	20	25	30	29	34	26	70	28	28	28	30	27	24	
2	2.2	正常時		0	5	10	15	12	8	6	6										
		ウレタン麻酔時		0	5	10	15	20	25	30	6	11	8	16	9	8	18	14	24	10	14
		大脳部出血手術前後		手術前	手術終了後60分																
				14	18																
				0	5	10	15	20	25	30	17	28	30	100	110	115	70	76	60	28	20

ると L.P. は徐々に上昇したが注入後間もなく一定の値を保つ様になった。

5. 中脳部位麻酔

動物の後部大脳部位を前述の術式で露出したる後1時間静止後1/5mm注射針を中脳附近近静かに刺入し、2%塩酸プロカインを0.1cc注入することにより、中脳麻酔を試みた。第13表は以上の如き方法によって中脳を麻酔した実験結果の2例を示したものである。

第13表に示す如く中脳部位に麻酔液を注入すると L.P. は一過性に昇騰し、注入後も上昇を続けた。而して10~20秒経過後より次第に下降し、5分後に於ても初圧より高い値を示した。

VI. 求心性神経刺激に因る脳脊髄液圧の変動

上記の実験は、中枢神経各断位に与えた操作が L.P. に如何なる変動を及ぼすかを研究したものであるが、次に、末梢神経及び受衝受容器に与えられた刺激が、如何なる L.P. 変動を与えるかを検しようとした。

著者は、歯科診療の経験上電気エンジン使用の歯牙処置が、一種の強い受衝刺激となることを知っているの、動物実験に就ても最初に此問題を取扱った。

受衝刺激の方法としては、家兎の歯牙に器械的な刺激を与える事、即ち歯牙処置であって、家兎の前歯上下4本が対象で、刺激主として痛覚を与える様式は太田<sup>12)</sup>の方法に準じ実験手技を簡潔且実験結果の観察に便ならしめる為、処置を次の3種類に決めた。

- a. 歯科領域の臨床上使用するカーボンランダムポイントを歯科用電気エンジンに装着しこれにより歯質を横切除する(歯髄に対しては間接刺激である)。
- b. 小型円形パーを用い、歯髄天蓋部を開孔し、歯髄を露出する(歯髄に対しては間接且直接刺激である)。
- c. プローチホルダーに装着せるプローチを用い、開孔せる根管口より根管内深く挿入し、露出歯髄を器械的に刺激する(歯髄に対しては直接刺激である)。

因って以下処置の種類を a, b, 及び c と略することにし、尙この a, b, 及び c の刺激時間はいずれも原則として30秒間とした。

1. 正常時健康家兎歯牙処置に因る脳脊髄液圧変動

歯牙処置に因る L.P. の変動を見る目的で正常時、即ち手術的条件を何等附与しない時に於て歯牙処置を行い、L.P. の変動を観察した。その1例を示すと第14表の如くである。

先ず此表に就て説明すると、a, b, c 各処置は同一歯牙に就ての一連の処置を意味し、例を上顎歯に就て具体的に説明すると、a 処置の 12-80-12は歯牙処置開始直前 L.P. が12mmH<sub>2</sub>O、

歯牙処置時 80mmH<sub>2</sub>O, 歯牙処置終了時 12mm H<sub>2</sub>Oを示したことを意味し, b 処置の場合では 11-24-10 であって, その 11mmH<sub>2</sub>O は歯牙処置開始直前の L.P. で, a 及び b 両処置間の休み中に変化したものである。

歯牙処置を行うと, a, b, 及び c, いずれの場合も共に直ちに L.P. は上昇し, 処置中止と同時に直ちに略々処置前の値に恢復するか, 一旦処置前の値以下にまで下降した後, 元に復することが第14表によって判る. L.P. の上昇の程度は, a, b, 及び c 処置の順に少なくなる事が判る. 尚上顎歯及び下顎歯での L.P. 変動の様相を比較すると前者の場合の方が明かに著明である. 次に左右側歯牙に対する歯牙処置時の L.P. 変動の差異であるが, 第15表に示された例の如く影響度の強い上顎歯についても L.P. 変動の差異は認められなかった。

2. 条件時健常家兎歯牙処置に因る脳脊髄液圧変動

a) 上顎結節部或は下顎頤孔伝達麻酔

2%塩酸プロカイン溶液 0.5cc を家兎の上顎結節部に注射し, 上歯槽神経を伝達麻酔に因り麻痺せしめ, 三叉神経分枝の痛覚伝導を遮断し, 歯牙処置を行った. 或は家兎の下顎頤孔に 2%塩酸プロカイン溶液 0.5cc を注射し, 下歯槽神経を伝導麻酔して神経の衝撃伝導を遮断し歯牙処置を行った. 第16表はその実験結果の1例である。

即ち上顎歯及び下顎歯共いづれも神経を夫々麻酔しても, 歯質を削除する a 処置と歯髓腔を穿孔する b 処置に於て L.P. の上昇を示した。

併し歯髓を直接刺戟する c 処置では L.P. の変動は全く認められなかった. 太田<sup>12)</sup>は家兎で上顎結節部伝達麻酔した歯牙を処置した場合でも血圧の上昇を認めている. 而してその理由として, 歯質削除時の振動による精神感動の影響であろうと述べている. そこで著者の場合もその原因として同様な意味付けが出来るのでないかと思つた。

b) 下歯槽神経鞘内注射

伝達麻酔より確実なものと云う意味で比較的容易に露出することの出来る下歯槽神経を用

い, 鞘内注射をして歯牙処置を行つてみた. 即ち家兎を背位に固定し 1 側の下顎隅角部の皮膚を骨縁に沿ひ切開し附着せる筋肉を剝離して下顎骨面を露出し, 下歯槽神経を傷つけない様に注意深く破骨鉗子を以て少しづつ破碎すると, 比較的容易に該神経が露出する. そこでこの神経を約 1.5cm 位露出出来る様に骨を除去し手術

第14表 正常時歯牙処置時の L.P. (mmH<sub>2</sub>O) 変動

処置別	歯牙別	上顎歯	下顎歯
a		12-80-12	6-18-11
b		11-24-10	6-14-9
c		12-14-12	6-8-6

Rabbit 1.9 Kg

第15表 左右側歯牙に対する歯牙処置時の L.P. (mmH<sub>2</sub>O) 変動

処置別	側別	
	左	右
a	2-8-4	12-18-14
b	2-6-2	12-17-16
c	10-12-11	14-16-14

Rabbit 1.8 Kg

第16表 上顎結節部伝達麻酔 下顎頤孔伝達麻酔時 歯牙処置時の L.P. (mmH<sub>2</sub>O) 変動

条件		健側(対照)	麻酔側
上顎歯別		16	11
処置別	a	6-20-14	4-20-10
	b	6-16-7	4-8-16
	c	6-16-8	2-2-2
下顎歯別		17	7
処置別	a	6-14-8	6-10-9
	b	4-6-4	4-6-4
	c	4-4-4	4-4-4

Rabbit 2 Kg

第17表 8%塩酸プロカインにより下歯槽神経鞘内注射後の歯牙処置時 L.P. (mmH<sub>2</sub>O) 変動

処置別	条件及び部位	
	健側(対照) 17	麻酔側 7
a	50-82-81	32-32-32
b	50-64-56	32-32-32
c	50-51-50	16-16-16

Rabbit 2.3 Kg

第18表 上歯槽神経及び下歯槽神経切断後 歯牙処置時の L.P. (mmH<sub>2</sub>O) 変動

条件及び部位		健側(対照) 17	切断側 11
処置前初圧		2	14
歯牙処置時	処置別 a	2 32 26	14 10 8
	b	2 8 4	12 8 10
	c	2 6 4	10 8 9
処置後初圧		2	16
歯牙処置時	処置別 a	-2 30 10	16 14 12
	b	-2 30 26	16 18 16
	c	-2 2 1	16 16 16

Rabbit 2.1 Kg

第19表 歯牙の電気刺激時時の L.P. (mmH<sub>2</sub>O) 変動

処置別	刺激強度時間	
	C. D. 10 <sup>cm</sup> , 5秒	C. D. 5 <sup>cm</sup> , 5秒
A	6-10-16	7-18-26
B	—	6-60-100

Rabbit 2.2 Kg

を終り、後頭下穿刺が出来る様に動物を腹位に固定し1時間静置後、後頭下穿刺をして L.P. が安定してから、無麻酔の状態では対側の歯牙処置を行った。次で30分経過後予め露出せる下歯槽神経に8%塩酸プロカインの鞘内注射を行った。この時の注射量は麻酔効果を確実にするべく注射液の漏れない程度(約0.1乃至0.15cc)に注入した。斯くて鞘内注射側の歯牙を処置した。その結果の1例を示すと第17表のごとくである。

第17表によって判る如く歯牙処置を行っても L.P. の変動は殆んど見られなかった。

#### c) 上歯槽神経及び下歯槽神経切断

先ず神経切断法に就いて上歯槽神経より述べると次の如くである。

即ち家兎の上顎前歯の歯根は尾側及び腹側に向って弓状に彎曲し、顎骨の歯槽中に深く植立しているので<sup>11)</sup>歯根尖端部に於いて上歯槽神経を露出して切断した。実際には家兎の口裂を約2cm歯列に沿って切開し、横口蓋皺壁を上顎前歯歯冠部から数え、5~6番目の部位(大体硬口蓋と軟口蓋の境界部にあたる)で上方齦頰移行部を歯列の方向に約3cm横切開し、手術野を広くし、歯齦粘膜を上方に翻転し、上顎骨を露出し、次で破骨鉗子或は摂子で注意深く歯槽骨を上述の齦頰移行部に於て頰側より1乃至1.5mm口蓋側より約2mmの深さに歯列に沿い約5乃至7mmに互り切削すれば上歯槽神経を歯根尖端部に近い部位で露出することが出来これを切除するのであって、下歯槽神経の場合は鞘内注射の項で述べたと同様の方法によって露出し得た下歯槽神経を切断した。そして切断後は90分静置し、歯牙処置を行った。第18表は其結果である。

第18表に示す如く上下顎に於て夫々神経を切断した後は、歯牙処置を行った場合に対照に比べると L.P. 変動は僅かに下降性を示し、この変動は殆んど影響があったとは考えられない程度である。

尚、対照と切断側の L.P. の初圧が違っているのは、切断側の歯牙処置の時に穿刺針を刺し

直したためである。太田<sup>12)</sup>は家兎の下顎神経を切断した後に歯牙処置を行った場合に a 処置時のみ若干の血圧の上昇を認め、その理由として歯質削除時の振動による精神感動の影響を挙げている。著者のこの実験に於ける L.P. の僅かな変動の理由も、太田<sup>23)</sup>の主張と同じものと考えられる。

### 3. 歯牙の電氣的刺戟

次に歯牙処置に於いては振動、発熱、及び音響等に因る随伴条件が伴うので、それを排除する目的で歯牙に電氣的刺戟を行うことにした。即ち、電氣刺戟としては、プローチを刺戟電極とし歯質に接触させ、他極を下唇皮膚に置き、強直性感応電流(電源は2Volt蓄電池で)歯牙を電氣的に刺戟した。之をイ処置とする。次に歯髓を予め露出しこの露出歯髓内に直接電導子を挿入し、同時に電氣刺戟を行った。之をロ処置とする。此結果を示したのが第19表である。

第19表で判る様に電氣刺戟による L.P. の上昇が見られた。尚ロ処置はイ処置に比較して、L.P. の上昇度が強いのは歯髓刺戟に対しロ処置は直接的、イ処置は間接的で尚歯髓と歯質との電氣抵抗の相違からの結果と解釈した。

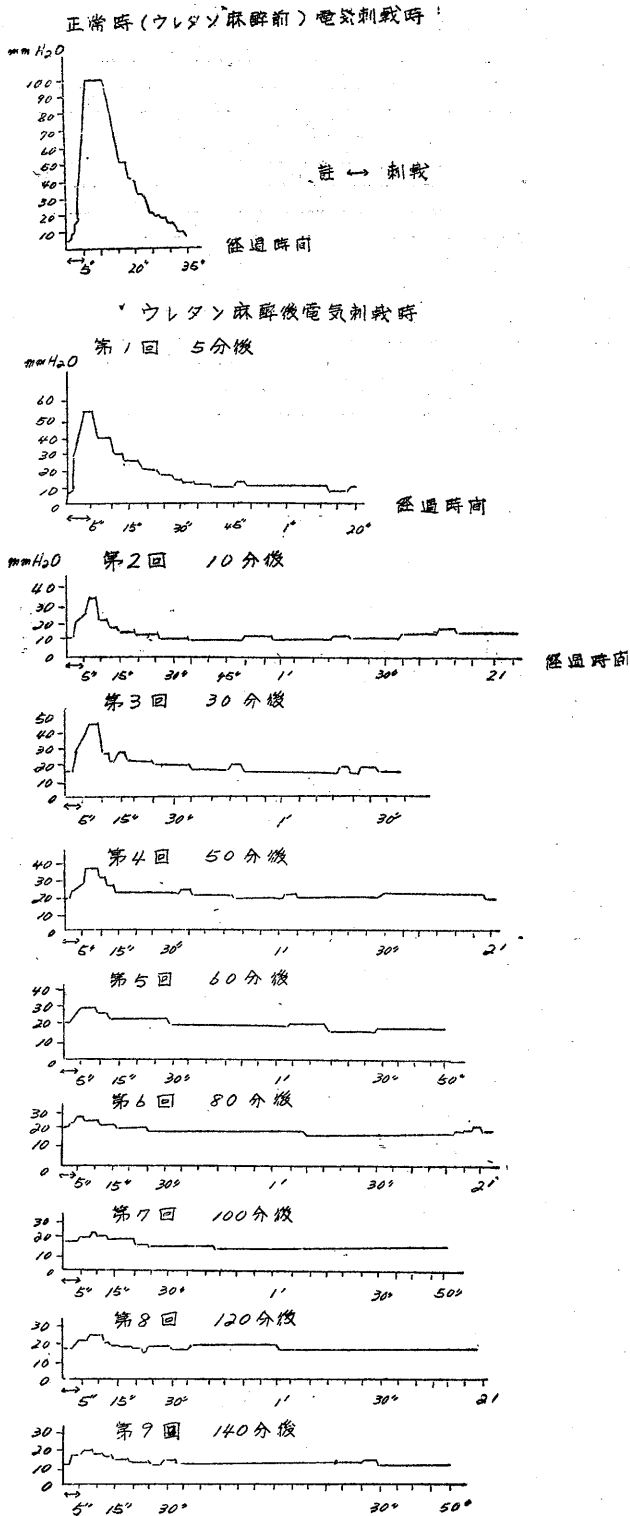
### 4. 電氣的刺戟に於けるウレタン麻酔の吟味

次に、ウレタン麻酔のみを施した動物も処置により L.P. 変動が認められるか否かを吟味する為、歯髓(上顎歯)に電氣的刺戟を行った。電氣刺戟は、強直性感応電流(電源は2Volt蓄電池である)で、CD、5cm、及び刺戟時間5秒に一定した。

其手技は、25%ウレタン液を体重1kg当り4ccの割合に家兎の臀筋内に注射し、5、10、30、50、60、80、100、120及び140分経過した後に刺戟を行った。此の結果を示したのが第4図である。

第4図によって判る如く、麻酔時間の経過するに従って電氣刺戟による L.P. の上昇は低くなり、100分に於て最も低く、120分経過後から L.P. の上昇が再び高くなる傾向を示した。

従って、ウレタン麻酔のみによつては、処置時に L.P. の変動を認めた。



第4図 上顎歯髄電気刺激時のL.P.(mmH<sub>2</sub>O)変動, Rabbit 2.2kg

### 5. 坐骨神経の電気的刺戟

上記の実験で歯牙処置並びに三叉神経領域の神経刺戟が、L.P. に対し如何なる変動を与えるかを概観する事が出来た。そこで試みに、他の末梢神経ではどうかを知る為、坐骨神経へ刺戟を与え、L.P. の変動を観察した。即ち家兔の坐骨神経を下腿部に於て露出し、白金電極を直接、其神経に接触させ、強直性感応電流(電源2Volt蓄電池)で、坐骨神経を電気的に刺戟した。尙其場合のL.P. 変動の1例を示すと、第20表の如くである。

第20表で判る如く坐骨神経に刺戟を与えると歯牙刺戟と同様にL.P. の上昇が認められた。

### 6. 全身麻酔時歯牙処置に因る脳脊髄液圧変動

無麻酔(正常時)或はウレタンのみによる全身麻酔時に於ても、その程度の差はあれ孰れも処置によってL.P. の変動があることを知ったので、動物に深麻酔期を与え、この状態で歯牙処置を行った場合のL.P. の変動を観察した。その結果の1例を示すと第21表の如くである。

第21表に示す如く、ウレタン麻酔によってL.P. は一時上昇するが、30分後に一定の値となり、そこで既述の如き方法でヘキサピタルオウロパンソグ溶液を動物の耳静脈に注射して、次でこの深麻酔期に歯牙処置を行ったが、3処置時共に何等L.P. の変動は認められなかった。

従ってL.P. は深麻酔の状態に於ては歯牙処置時でも影響がないということが判った

### Ⅶ. 高次中枢部位の操作後に於ける歯牙処置の脳脊髄液圧に対する影響

第20表 坐骨神経への電気的刺戟による L.P. (mmHg) 変動

電気刺戟強度及び時間	C. D. 10 cm
L. P. 変動	28 - 14 - 120

Rabbit 2.3 Kg

第21表 全麻麻酔歯牙処置時の L.P. (mmHg) 変動

注 射 前	注射後経過時間 (分)												
	0	5	10	15	20								
注射時及び注射液	注射終了後経過時間 (分)												
麻酔薬別	ウレタン液	0	1/2	1	1.2	5	10	15	20	25	30		
	ヘキサビタール オウロパンソーダ 液	0	1/2	1	1.2	1	19	4	13	10	11	12	14
		14	14	15	15	15	(ここで歯牙処置開始)						
注射後経過時間 (分)	処 置	a	15 - 15 - 15										
	別	b	16 - 16 - 16										
	別	c	15 - 15 - 15										

Rabbit 2.1 Kg

基礎麻酔 25% ウレタン液 8.4cc (背筋内注射)  
 深麻酔 0.05% ヘキサビタールオウロパンソーダ  
 溶液 0.5cc (耳静脈注射)

1. 大脳に操作を与えたる場合の歯牙処置時の影響

a) 前部大脳皮質 (運動領野) 麻酔後歯牙処置時の脳脊髄液圧変動

家兎の前頭骨の前部を既述の如き方法によって注意深く鑿除し、大脳部位を露出し、運動領野機能消失の目的で2%塩酸プロカイン0.2ccを注入して歯牙処置を行い、L. P. の変動を観察した。この場合の実験結果の1例を示すならば第22表の如くである。

即ち、前部大脳皮質 (運動領野) に2%塩酸プロカインの0.2ccを注入し L. P. の変動が落着いた時に歯牙処置を行ったが、処置 a の場合には軽度上昇し、b の場合には僅かに下降して回復及び c の場合は殆んど変化がなかった。

b) 後部大脳皮質 (知覚領野) 麻酔後歯牙処置時の脳脊髄液圧変動

家兎の両側前頭骨の後部を注意深く鑿除し、大脳部位を既述の如き方法によって露出し、大脳皮質後部 (知覚領野) の左右に2%塩酸プロカイン0.25ccを注入して歯牙処置を行い L. P. の変動を観察した。結果の1例を示すと第23表の如くである。

即ち、後部大脳皮質 (知覚領野) の左右に2%塩酸プロカイン0.25ccを注入し、L. P. が

第22表 前部大脳皮質 (運動領野) 麻酔後歯牙処置時の L.P. (mmHg) 変動

正 常 時	穿刺後経過時間 (分)				
	0	5	10	15	
ウレタン麻酔時 大脳部位露出手術前後	L. P. (mmHg)				
	注射前 注射中 注射時 注射終了後経過時間 (分)				
	0	1/2	1 (acc. 2%)	5	10
大脳部位露出手術前後	手術前 手術終了時 手術終了後15分				
	19	26	28	20	26
手術終了後 対照歯牙処置時 後	処 置	a	14 - 18 - 16		
	別	b	16 - 17 - 16		
	別	c	16 - 18 - 16		
前部大脳皮質 (運動領野) 2% 塩酸プロカイン 0.2cc 注射時及び注射後	注射前 注射時 注射中 注射時 注射終了後経過時間 (分)				
	0	1/2	1	1	5
手術終了後 対照歯牙処置時 後	処 置	a	18 - 21 - 21		
	別	b	18 - 14 - 18		
	別	c	16 - 16 - 18		

Rabbit 2.6 Kg

第23表 後部大脳皮質 (知覚領野) 麻酔後歯牙処置時の L.P. (mmHg) 変動

正 常 時	穿刺後経過時間 (分)												
	0	5	10	15									
ウレタン麻酔時 大脳部位露出手術前後	L. P. (mmHg)												
	注射前 注射中 注射時 注射終了後経過時間 (分)												
	0	1/2	1 (acc. 2%)	5	10	15	20	20	40				
大脳部位露出手術前後	手術前 手術終了時 手術終了後15分												
	32	36	36	27	26	26	26	13	8				
手術終了後 対照歯牙処置時 後	処 置	a	19 - 28 - 24										
	別	b	19 - 26 - 24										
	別	c	20 - 22 - 21										
後部大脳皮質 (知覚領野) 2% 塩酸プロカイン 0.25cc 注射時及び注射後	注射前 注射時 注射中 注射時 注射終了後経過時間 (分)												
	0	1/2	1	1	5	10	15	15	15				
注射時及び注射後	処 置	a	16			20	40	26	28	26	25	24	23
	別	b	0			1/2	1	1	5	10	15	15	15
	別	c	23			32	36	34	10	24	28	20	21
後部大脳皮質 (知覚領野) 麻酔後歯牙処置時	処 置	a	48 - 49 - 47										
	別	b	28 - 26 - 28										
	別	c	20 - 21 - 20										

Rabbit 2.15 Kg

一定となった時に歯牙処置を行うと、処置 a の場合には僅かに上昇して下降、b の場合には僅かに下降し回復、c の場合には僅かに上昇し回復したが、其程度は対照に比べ孰れも非常に軽微であった。

以上の結果から大脳皮質は三叉神経刺戟に対し、L. P. の上昇機転に関連性があることが観える。

2. 皮質下脳部位に操作を与えたる場合の歯牙処置時の影響

a) 間脳部位麻酔後歯牙処置時の脳脊髄液圧変動

間脳基底部を既述の術式で麻酔した後、歯牙

処置を行い、L. P. の変動を観察した結果の1例を示したのが、第24表である。

即ち、間脳部位に麻酔液2%塩酸プロカイン0.5ccを注入し、L. P. の変動が一定の値を保つ様になった場合に歯牙処置を行ったが、処置によるL. P. の変動はaの場合僅かに上昇、bの場合下降し、処置を中止すると、処置前の値近く回復することは表に見る如くである。即ち、間脳部位を麻酔しても歯牙処置時のL. P. 変動があった。この場合間脳を麻酔したことによって三叉神経からの直接衝撃は伝導されず、自律神経高次中枢としての間脳の機能が消失されたことから、延髄を中心として行われる反射現象であると解釈した。

b) 中脳部位麻酔後歯牙処置時の脳脊髄液圧変動

此項では、中脳部位を麻酔し歯牙処置を行った。即ち動物の後部大脳部位を前述の術式で露

出し、2%塩酸プロカインを0.1cc注入することにより中脳麻酔を行った。第25表は既述の方法によって中脳を麻酔した後、歯牙処置を行った実験結果の1例を示したものである。

第25表に示す如く、中脳部位に塩酸プロカインなる麻酔液を注入するとL. P. は一過性に昇騰するが、L. P. が一定となった時に歯牙処置を行ったところ、L. P. の変動はaの場合には処置中僅かに下降し、処置終了と同時にL. P. は開始前の値に近く上昇したが、この時家兎は体動を生じ、その為にL. P. は上昇し、其5分後に至り処置開始前のL. P. より低い値を示した。そこでb処置を行ったが、処置中には上昇し、処置中止と同時に少しく下降し、5分後には処置開始前のL. P. より僅かに低い値を示した。次にc処置を行ったが、処置中僅かの上昇を示し、処置終了と同時に下降して、処置開始前の値に回復した。

従って中脳を麻酔しても歯牙処置時のL. P. 変動があるという事は、中脳部位の麻酔によって、三叉神経の中樞性走路がそこで中断され、又間脳の自律神経系統統合調節作用が遮断されていることから、明らかに延髄を中心として行われる反射現象であると考えられる。

c) 前部大脳皮質(運動領野)及び中脳部位麻酔後歯牙処置時の脳脊髄液圧変動

既述の実験によって大脳皮質運動領野、大脳皮質知覚領野、間脳及び中脳部位を麻酔しても三叉神経刺戟時により、L. P. の変動があることが明らかとなったので、これを更に確める意味で同一の家兎の前部大脳皮質運動領野及び中脳部位を夫々麻酔して歯牙処置を行った。この場合の実験結果の1例を示すと第26表の如くである。

第26表に示す如く、前部大脳皮質(運動領野)の左右に0.5%塩酸プロカインを0.5cc宛注入しL. P. の変動が一定となった場合に歯牙処置を行ったが、a及びbの孰れの処置の場合に於ても軽度上昇した。次に中脳附近に0.5%塩酸プロカインを0.3cc注入し、L. P. 変動の一定となるのを俟ち歯牙処置を行ったが、処置に

第24表 間脳部位麻酔後歯牙処置時のL.P. (mm H2O) 変動

Table with columns for 'Normal Time', 'Pre-injection', 'Injection', 'Post-injection', and 'Recovery'. Rows include 'Normal Time', 'Subcutaneous anesthesia', 'Cerebral cortex anesthesia', and 'Midbrain anesthesia'.

Rabbit 1.8 Kg

第25表 中脳部位麻酔後歯牙処置時のL.P. (mm H2O) 変動

Table with columns for 'Normal Time', 'Pre-injection', 'Injection', 'Post-injection', and 'Recovery'. Rows include 'Normal Time', 'Subcutaneous anesthesia', 'Cerebral cortex anesthesia', and 'Midbrain anesthesia'.

Rabbit 2 Kg

第26表 前部大脳皮質(運動領野)及び中脳部位麻酔後歯牙処置時のL.P.(mm H<sub>2</sub>O)変動

大脳部歯牙処置手術前後		察別後経過時間(分)		0	5	10	15
		L.P.(mm H <sub>2</sub> O)		8	7	10	11
手術終了後 (一時麻酔置換) 歯牙処置時	処置別	1		7			
	a	16-26-27		26-33-34			
	b	22-30-38		27-31-34			
	c	26-28-29		28-29-30			
前部大脳皮質(運動領野) 0.5% 導薬フロロカイン 注射時及び注射後		注射前	注射開始時	注射中	注射終了後経過時間(分)		
注射部位及び注射量	右側0.5cc	0	2	1	1 1/2	2	2 1/2
	左側0.5cc	29	30	50	42	70	84 102 98 80 46 47
前部大脳皮質(運動領野)麻酔後 歯牙処置時	処置別	a	40 - 44		- 44		
	b	30 - 35		- 35			
	c	35 - 35		- 35			
中脳部位へ0.5% 導薬フロロカイン注射時及び注射後		注射前	注射開始時	注射中	注射終了後経過時間(分)		
注射部位及び注射量	右側0.3cc	0	20	1 1/2	2	20	1 1/2 2 2 1/2
	左側0.3cc	16	18	28	40	26 34 33 33 33	
中脳部位麻酔後 歯牙処置時	処置別	a	33 - 36		- 37		
	b	31 - 30		- 33			
	c	17 - 16		- 16			

Rabbit 2.3 Kg

よってaの場合は処置中僅かに上昇し、bの場合は処置中僅かに下降し、処置中止と同時に処置開始前のL.P.より僅かに上昇、cの場合は処置中僅かに下降した。

従ってこの様に同一実験動物の大脳皮質運動領野及び中脳部位を夫々麻酔しても三叉神経刺激時のL.P.変動があるということは、大脳を経由する伝導経路を遮断しても尚且つ、L.P.変動が現われるので明らかに延髄を中心として行われる反射現象であると考えらる。

### VIII. 自律神経操作に因る脳脊髄液圧の変動

#### 1. 交感神経の切断

次に家兔の交感神経を頸部に於て切断し、歯牙処置を行った場合のL.P.変動をしらべた結果を示すと第27表の如くである。

交感神経は心臓に対しては絶えず促進的に血管に対しては収縮を促すように働いている。偕て、1側を切断するとL.P.は一旦僅かに下降するが30分も経過すると概ね初圧値に戻る。次で対側を切断するとL.P.は一過性に上昇し、尚上昇を続けるが20分以後になるとL.P.も一

定となる。そこで歯牙処置を行うとa処置の場合にはL.P.は上昇するが、B及びC処置に於てはあまり著明な変動はなかった。

#### 2. 迷走神経の切断

##### A. 頸部に於ける迷走神経の切断

迷走神経は心臓に対しては、絶えず抑制的に働いているが、血管に対しては顕著な働きはない。家兔の迷走神経を頸部に於て切断し、歯牙処置を行った場合のL.P.変動の1例を示すと第28表の如くである。

迷走神経を1側切断すると、L.P.は一旦下降し、次で上昇するが、間もなく一定の値で落着く。次に対側を切断するとL.P.は一旦下降し、後間もなく上昇して初圧の値に回復する。

第27表 両側交感神経切断後歯牙処置時のL.P.(mm H<sub>2</sub>O)変動

切断前		察別後経過時間(分)		0	5	10	15	20
		L.P.(mm H <sub>2</sub> O)		30	25	19	16	16
切断時及び切断後		切断前	切断後	切断後経過時間(分)				
				1	2	5	10	15 20 25 30 35 40
切断部位	1側(右側)	16	14	12	12	14	17	18 14 18 22 16
	2側(左側)	14	27	22	26	27	27	29 29 30 30 30
切断後 歯牙処置時	処置別	a	30 - 50		- 38			
	b	32 - 32		- 28				
	c	30 - 28		- 30				

Rabbit 2.1 Kg

第28表 両側頸部迷走神経切断後歯牙処置時のL.P.(mm H<sub>2</sub>O)変動

切断前		察別後経過時間(分)		0	5	10	13
		L.P.(mm H <sub>2</sub> O)		28	30	35	34
切断時及び切断後		切断前	切断時	切断後経過時間(分)			
				30	15	1	2 3 4 5 10 13
切断部位	1側(右側)	34	30	30	34	32	31 25 38 40 41 44 45
	2側(左側)	40	38	38	38	30	28 32 36 37 37 39 40
切断後 歯牙処置時	処置別	a	50 - 140		- 136		
	b	56 - 260		- 250			
	c	72 - 72		- 71			

Rabbit 2.3 Kg

第29表 両側横膈膜下迷走神経切断後歯牙処置時のL.P.(mm H<sub>2</sub>O)変動

切断前		察別後経過時間(分)		0	1	2	3	4	5
		L.P.(mm H <sub>2</sub> O)		24	22	20	20	20	20
切断時及び切断後		切断前	切断時	切断後経過時間(分)					
				1	2	3	4	5	8 10 15 20 25 30
切断部位	1側(左側)	24	34	24	23	26	24	25	26 28 26 25 29 30
	2側(右側)	30	32	29	29	31	28	29	32 30 32 35 33 34
切断後 歯牙処置時	処置別	a	42 - 284		- 278				
	b	42 - 56		- 56					
	c	28 - 31		- 29					

Rabbit 2.2 Kg

そこで歯牙処置を行うと、L. P. は著しく上昇することを認めた。扱て迷走神経を頸部で切断したのでは心臓への作用が重要になるので次の如き横隔膜下切断の実験を行うことにした。

B. 横隔膜下に於ける迷走神経の切断

迷走神経を横隔膜下で切断し、歯牙処置を行い、其の場合の L. P. の変動の検索を行ってみた。第29表は其実験結果の1例であるがその手術法に就て簡単に記述してみる。先ず家兎を背位に固定し胸骨剣状突起の部位を正中線上に切開、腹直筋を離開すると、その直下に肝臓が現われ、このものを少し挙上して胃の噴門部に於て食道の両側に沿う迷走神経を夫々露出し、之を切断した。

第29表に示す如く1側の迷走神経を横隔膜下で切断すると切断時、L. P. は対照よりも一過性に上昇するが、間もなく初圧値に戻り、10分後になると徐々に上昇し、一定の値に落ち着く。次で対側の迷走神経を同様にして切断すると、切断時、L. P. は上昇し、一旦初圧値に回復した後、やはり10分以後徐々に上昇し一定の値に落ち着く。而しこの場合の切断時の L. P. の変動は、1側の時に比し顕著でなかった。斯くて迷走神経切断後に歯牙処置を行った結果は L. P. の急上昇が認められた。

以上A, B, 二項目の実験より迷走神経を頸部或は横隔膜下に於て両側切断した場合の歯牙処置では、何れも L. P. は処置中に急上昇を示し、上昇の程度は正常時の場合に比すると高いことが判った。此事は脳循環量に対し迷走神経の作用は少く従って二次的に L. P. 上昇変動の増大を招いたと思考する。

3. 頸動脈結紮時の歯牙処置の影響

次に両側頸動脈を結紮した状態で、歯牙処置を行った結果の1例を示すと第30表のごとくである、

即ち両側結紮後には、L. P. は初圧よりも下降し一定の値を示す。そこで歯牙処置を行うと L. P. は正常時に比べ僅かに上昇する。これは血液の循環障害によって脳容積が減少する為 L. P. が下降し、その為歯牙処置を行っても

その上昇は正常時よりも低いものと考えて差支えないと思考する。

4. 頸静脈結紮時の歯牙処置の影響

次に頸静脈を両側結紮した状態で歯牙処置を行った結果の1例を示すと、第31表のごとくである。

即ち、両側結紮後には L. P. は一時上昇するが、時間の経過に従って結紮前以下に下降し、一定の値に落ち着く。そこで歯牙処置を行うと正

第30表 両側頸動脈結紮後歯牙処置時の L.P. (mm H<sub>2</sub>O) 変動

結紮前(対照)		穿刺後経過時間(分)		L.P. (mm H <sub>2</sub> O)													
				0	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	
歯牙処置時	処置	A	31	—	48	—	50										
	重	B	32	—	48	—	50										
	別	C	30	—	32	—	32										
結紮時及び結紮後		結紮前		結紮後		経過時間(分)											
				0	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	
結紮部位	右側	34	34	34	34	36	37										
	左側	35	35	40	32	31	31	30	24	21	13	17	14	18	22	21	22
結紮後歯牙処置時	処置	A	20	—	25	—	25										
	重	B	17	—	24	—	25										
	別	C	16	—	18	—	20										

Rabbit 2.2 Kg

第31表 両側頸静脈結紮後歯牙処置時の L.P. (mm H<sub>2</sub>O) 変動

結紮前(対照)		穿刺後経過時間(分)		L.P. (mm H <sub>2</sub> O)									
				0	5	10	15	20	25	30			
歯牙処置時	処置	A	12	—	50	—	60						
	重	B	12	—	16	—	18						
	別	C	14	—	17	—	16						
結紮時及び結紮後		結紮前		結紮後		経過時間(分)							
				0	5	10	15	20	25	30	35	40	45
結紮部位	右側	14	14	14	15	10	15	20	25	30	35	40	44
	左側	4	4	12	6	6	6	7	8	8	4	4	
結紮後歯牙処置時	処置	A	—	—	16	—	16						
	重	B	—	—	—	—	—						
	別	C	—	—	—	—	—						

Rabbit 2.6 Kg

第32表 両側椎骨動脈結紮後歯牙処置時の L.P. (mm H<sub>2</sub>O) 変動

結紮前(対照)		穿刺後経過時間(分)		L.P. (mm H <sub>2</sub> O)									
				0	3	5	10	15	20	25	30		
歯牙処置時	処置	A	14	—	54	—	32						
	重	B	16	—	26	—	20						
	別	C	14	—	17	—	16						
結紮後		結紮後再穿刺後経過時間(分)											
				0	5	10	15	20	25	30	35	40	45
結紮部位	左側	26	26	22	17	13	13	12	12	12	11		
	右側	18	17	16	16	17	19	20	19	17	17		
結紮後歯牙処置時	処置	A	17	—	48	—	36						
	重	B	16	—	17	—	16						
	別	C	14	—	13	—	13						

Rabbit 2 Kg

常時に比し上昇度は低い脳血量の減少に伴うためであると考え。

#### 5. 椎骨動脈結紮時の歯牙処置の影響

次に椎骨動脈を頸椎3~4の部位で、両側結紮(電気焼灼を兼ねる)した状態で歯牙処置を行った結果の1例を示すと第32表の如くである。

即ち、両側結紮後には L.P. は一時上昇するが、その上昇度は頸動脈および頸静脈の結紮の場合に比し弱く、次で僅かに下降し、一定の値を示す。そこで歯牙処置を行うと、開始と共に L.P. は上昇するが、処置を中止すると処置前の値近く迄下降して行く。

### IX. 総括的考察

実験動物は総べて家兎を用い、先ず正常時に L.P. 測定に必要な処置を加えた場合に於ける L.P. 変動の範囲を決め、更にウレタンによる全身麻酔時の L.P. 変動の範囲を決めて、此両者に現われる僅かの変動は自然の変動数値であると認めて以下の諸実験の規準となすことにした。先ず L.P. は脳髄循環の変動によって変るのかどうかを検したところ、1側頸動脈の結紮では、L.P. は規準変動の範囲内で動揺するだけではあるが、両側頸動脈を結紮すると、数分の後に暫時に L.P. は下降を示し、正常時水柱圧8~10mmが30分から120分に亘って2~-4mmと下降する。椎骨動脈の結紮はどうかというに、1側結紮は勿論のこと、両側結紮でも規準変動の範囲で止り、結紮後数十分の間頸動脈結紮の如く低下を示さない。試みに頸静脈を結紮すると、1側は勿論のこと両側結紮でも規準変動の範囲である。即ち、脳循環に対して急激な変動を伴うものと見られる動静脈結紮実験では主として頸動脈結紮が液圧を低下せしめるといふ結果であった。

扱て、中枢神経諸部位に与える手術的或は其他の影響は如何というに、頭蓋切開手術によってもさしたる変動はなく、大脳皮質に対する穿刺刺戟では殆んど規準変動以外の影響は与えないことが判った。但し、大脳を前後2部分に分ち、2%塩酸プロカインを用いて直接この部分

を麻酔する実験では注目すべき結果を示し、前大脳部の麻酔では規準変動以内であるが、後大脳部麻酔時には規準変動を越えて、著しく上昇する。

間脳に於ては如何というに、間脳穿刺刺戟は規準変動に止まるが、2%塩酸プロカインを間脳に注射すると30秒以内に上昇し始め数分にして其れが著しくなる結果を得た。次で、中脳では中脳穿刺刺戟は何等の影響も与えないが、塩酸プロカイン中脳部注射によって15秒以内に上昇を始め、間脳麻酔以上に上昇することが見られる。

上記の実験により、大脳後部の麻酔、間脳、中脳等の麻酔時に L.P. 上昇を見ることは之等の部位には常に L.P. 抑制に機制があると考えねばならぬ。そこで求心性神経による刺戟では L.P. 変動はどうなるかを検した。

先ず著者は歯科診療の経験上電気エンジン使用による歯科処置が人体に於て強い受衝刺戟になることから動物実験に与える求心性刺戟として動物の歯牙に対する電気エンジンによる歯牙処置を刺戟方法として特に使用した。先ず正常時家兎歯牙処置を行うと著者の処置別 a によつては規準変動を越えた上昇を見、b に於ても少からぬ上昇を示すので以下の実験に於ては主として a 処置、b 処置に注目した。之が歯牙よりの求心性刺戟の刺戟となっている証拠には、上顎結節部伝達麻酔、下顎頤孔伝達麻酔及び下歯槽神経鞘内注射等の麻酔方法で歯牙より出る求心性衝撃を遮断すると、歯牙処置による L.P. 変動が全く規準変動範囲内に低下するからで、特に下歯槽神経鞘内注射に於いて1側麻酔の場合、健側刺戟で上昇し、麻酔側刺戟で変動がないという見事な対比成績で更に明らかである。

試みに歯牙処置の代りに歯牙に電氣的刺戟を与えた場合はどうかと云うに、齒髓内に直接電導子を挿入して感応電流を与えた場合には歯牙処置と殆んど同様に L.P. は上昇し、歯牙よりの求心性刺戟が如何なる方法によるも L.P. 上昇に重要な意義のあることが判る。云い換えれば三叉神経領域の末梢神経刺戟が L.P. 変動

を起すことは明らかである。では他の末梢神経はどうか、その1例として坐骨神経に電氣的刺戟を与えると矢張り著しいL.P.上昇を示す。即ち一般に求心性神経よりの衝撃がL.P.上昇を起させるということは明らかである。

以上の実験を一括してみると、L.P.変動に関する神経性の影響は大脳後部、間脳及び中脳が常にL.P.上昇を抑制する様に働き、末梢性神経による求心性衝撃がL.P.上昇を促す様に働くものと見られる。然らば求心性衝撃が如何なる機制によって上昇せしめるか、若し反射とするならば如何なる脳部に対して如何様な道を通してL.P.に影響を与えるか、以下その分析を試みた。

先ず第一に、大脳皮質に操作を与えた後、即ち、特に大脳後部皮質を麻酔せしめた時、歯牙処置を行ってL.P.変動を検した。其結果は前部大脳皮質を麻酔せしめた時は勿論のこと後部大脳皮質を麻酔せしめた時にも麻酔前、明瞭にL.P.上昇を来しているにも拘らず、麻酔後に到れば全くL.P.変動を来さしめない。云い換えれば歯牙、処置の刺戟、即ち三叉神経に対する強度の刺戟によるL.P.変動の機制は、大脳皮質の働きが関与する事を要する現象である。大脳皮質は常時L.P.抑制に働いているのであるから、三叉神経の強い刺戟によっては、その抑制度の減弱若しくは消失を来すものと推論せざるを得ない。そこで、皮質下諸部位は如何、既述の実験によれば、間脳及び中脳も常には抑制的に働いているものとは考えられるのであるが、是等の諸部位も大脳皮質と全く同じで夫々麻酔後に於ては歯牙処置がL.P.変動を起さしめない。特に意義があるのは、大脳皮質、中脳共に同時に麻酔した場合の成績で単独に麻酔した場合と同じに之も亦L.P.変動を起さしめないということは、下位脳部の抑制を上位脳が更に抑制するという様な互いに反対の働きを持たないで三者共に同方向に関連していることである。以上の成績から求心性刺戟によるL.P.変動は皮質より中脳にまたがる広汎な働きによるものと言えるが此働きが直接にL.P.

に関する何等かの力関係を持つのであるか、或は亦、循環系の変動を介して二次的にL.P.に変化を与えるのであるかというのを知ろうとして自律神経を操作する実験を試みた。先ず交感神経を頸部に於いて切断して検するに、1側切断では規準変動範囲に止るが、両側切断によって、稍々上昇するという成績が得られるが、切断後歯牙処置を与えることによって特にa処置によって明らかに上昇する。この事は少くとも求むる機制が循環系に与える変動によるのではないかと考えしめる根拠であるが、このことは次の実験によって更に明らかになる。即ち頸部に於て迷走神経を切断すると、この場合は切断のみでは規準変動の範囲内に止るのにも拘らず、歯牙処置によって、今迄の実験にかけて現われなかった程上昇するのである。之を横隔膜下迷走神経切断に就いてみるも全く同様で、規準変動が10~20mmあるとすれば、交感神経切断の場合は20~30mm、迷走神経切断の場合は100~200mm水柱に至る上昇を来すのである。このことは明らかに循環系を経て二次的に上昇する事を更に強く推定せしめる根拠であるが、既に述べた様に頸動脈を結紮して置けば、この様な変動が歯牙処置によって僅かしか現われなくなることは総ての問題が循環系を介すると推論せられる根拠である。

既に太田<sup>12)</sup>が報告している様に延髄より上位脳部の侵害されない場合には歯牙処置によって血圧上昇を起し、特に迷走神経切断時に於ても上昇に変化がないことが報告されているが、著者の研究も略一致する成績を示し、之を要約すれば次の如く述べる事が出来るであろう。即ち求心性神経(三叉神経、坐骨神経孰れも同じ)の強い刺戟によってL.P.が上昇する現象は、皮質、間脳、中脳等も反射的に之に関与し、求心性刺戟によって之等関与脳部の抑制がとれて起るものである。その抑制と称するは主として循環系変動の抑制で、而もその循環系変動に与える抑制は迷走神経を介しているものと考えられる。孰れにしても、全身の循環系変動が頸動脈を介して脳髄循環系の変動となり、その上昇

が L.P. 上昇を二次的に起さしめるものと見るのが至当であろう。

然らば、脳循環、特に頸動脈灌流領域の血圧がその尽 L.P. 変動と平行するか否かに就いては、更に複雑な問題があるらしく、その点交感神経の関与も亦無視し得ないことは注意せねばならぬ。従って頸動脈灌流領域の血圧上昇が髄液分泌の上昇に平行するとは断定出来ない。寧ろ髄液分泌以外の機制即ち脳髄間液の流入及び静脈への濾出の抑制等の3つの因子を含むといつてよい。

従来間液流入の問題は全く不問に附されていたが、著者の実験は三因子の中、特に間液流入の因子を重要視せしむる点を、含んでいると考える。

## X. 結 論

1. 家兎脳脊髄液圧を測定する方法で中枢神経の諸部位及び末梢性神経刺戟が脳脊髄液圧に如何なる変動を起させるかを検した。

2. 家兎脳脊髄液圧は、著者の方法によって測定すると、凡そ 4~40mm 水柱で、手術、固定、注射等の処置によって変動する規準変動は上下10~20mm 水柱である。

3. 頭蓋開頭に依って大脳皮質其他の胸部に穿孔刺戟を与えても規準変動以上の変動は起さない。よって望みの部分に注射針を挿入し、一定領域に一定量の麻酔薬を注入し、其部分の機能を脱去することが出来る。

4. 正常時脳脊髄液圧変動を起さしめる最も強い刺戟は、歯牙処置による三叉神経の刺戟および坐骨神経の電氣的刺戟と一般求心性刺戟である。

5. 求心性神経刺戟に因る脳脊髄液圧上昇は規準変動以上20~30mm 水柱で、大脳皮質、間脳、中脳個々別々の麻酔により消失する。亦、大脳皮質及び中脳の組合せ麻酔によっても同じである。即ち是等の脳髄部位は常に脳脊髄液圧上昇を抑制しているものと考えられる。

6. 大脳皮質、間脳、中脳等の脳脊髄液圧抑制機能が求心性刺戟によって除かれる為上昇

を来すが、此の上昇機制は交感神経切断後も存在し、迷走神経切断によって著しく高まる。且つ頸動脈結紮によって、極く僅かしか現われないことから見ると脳脊髄液圧上昇は血圧変動により二次的に現われるものと考えられる。

7. 上記の諸条件によって脳脊髄液圧上昇が起ることから考えると、脳循環系の血圧の上昇は単に脳脊髄液分泌の増加、或は濾出の減少等によるばかりでなく、脳髄間液の脳脊髄液腔内への流入の因子を加えて考えるべきである。

(本論文要旨は1954年10月25日第13回日本脳、神経外科学会に於て発表した)。

擧筆に当り、御懇篤なる御校閲を賜った慶応義塾大学医学部林藤教授に深基なる感謝の意を表すと共に、本研究に終始熱誠なる御指導御校閲を恭うした、東京歯科大学伊藤秀三郎教授に満腔の謝意を捧げ、併せて常に、心強き御鞭撻を戴いた大久保信一助教授に深謝の意を表す。尚御激励を戴いた福本博講師並に御助力を賜った各位に心からなる感謝の意を表す。

## 文 献

- 1) Acheson, G. H. and G. K. Moe (1946) J. Pharm. Exp. Therap. 87, 220
- 2) Bullock, L. T., M. I., Gregerson, and R. Kinney (1935) Am. J. Physiol. 112, 82
- 3) Dale, H. H., and P. P. Laidlaw (1919) J. Physiol. 52, 355
- 4) Dixon, W. E. and W. D. Halliburton, (1914) J. Physiol. 48, 128
- 5) Falkenheim und Naunyu (1887) Arch. exp. Path. u. Pharm. 22, 289
- 6) Grant, F. (1929) The intracranial pressure in health and disease., Baltimore. 437
- 7) Hoff. H. (1928) Z. Neur. 118, 261
- 8) Hughes, J. and L. Laplace (1930) J. Pharm. Exp. Therap. 38, 363
- 9) Weed, L. H. and P. S. Makibeen. (1919) Pressure changes in the cerebro-spinal fluid following intravenous injection of solutions of various concentrations.
- 10) 原田 均 (1937) 福岡医学誌 30, 872
- 11) 森 於兎 (1935) 実験用動物解剖学家兎篇 87
- 12) 太田 稔 (1935) 東京医科大学生理学教室論文集第二集
- 13) 末永常輔 (1936) 熊本医学誌 12, 665, 847
- 14) 栖原六郎・永井一夫 (1954) 日本生理誌 16, 248
- 15) 横山泰和 (1955) 日本大学歯学部生理学教室20週年記念論文集 東京, 本田書店
- 16) 渡辺 昭 (1955) 日本大学歯学部生理学教室論文集 東京, 本田書店

### Summary

The author designed the simple method for the measurement of the liquor pressure using the rabbit, and studied experimentally the following problem. "How the stimulation on the various parts of central and peripheral nerve changes the liquor pressure?" The author always fixed the rabbit in ventral position and measured the liquor pressure by the suboccipital puncture. The method of the stimulation which affects the liquor pressure is the method in which the author gives the stimulation to the extent of giving some pain to the tooth, that is, the dental treatment by the dental engine or the electrical stimulation to the pulp, and the method in which the author gives the electrical stimulation to the sciatic nerve. The author obtained the results as follows:

1) According to the method that the author used the liquor pressure of the rabbit is about 4~40mmH<sub>2</sub>O, and the standard variation by the operation, the fixation and the injection is 10~20mmH<sub>2</sub>O.

2) Opening the skull and giving the puncture stimulation to the cerebral cortex, the diencephalon and the midbrain the variation of the liquor pressure is far less than the standard. Therefore, the function of the area is made to disappear by the injection of the some quantity of the anesthetic after the puncture to the area.

3) The strongest stimulation which influences the liquor pressure at normal condition is the stimulation to the trigeminal nerve by the dental treatment, the electrical stimulation to the sciatic nerve and the centripetal stimulation in general.

4) The increase of the liquor pressure which is caused by the stimulation to the centripetal nerve is 20~30mmH<sub>2</sub>O more than the standard variation and this is made to disappear by the anesthesia of the cerebral cortex, the diencephalon and the midbrain, respectively, and also by combinational anesthesia of the cerebral cortex and the midbrain. Therefore, the author recognized that the areas of brain inhibit the increase of liquor pressure.

5) When the inhibitory function of the cerebral cortex, the diencephalon, the midbrain and etc for the increase of the liquor pressure is removed by the centripetal stimulation the liquor pressure increases, but this phenomenon is provoked after the amputation of the sympathetic nerve, of course, of the vagal nerve. After the ligation of the A. carotis the increase of the liquor pressure is a little therefore the author recognized that the increase of the liquor pressure appears secondary to the variation of the blood pressure.

6) The increase of the liquor pressure is provoked by the above various conditions and so the increase of the blood pressure of the cerebral circulative system caused not only the increase of the secretion of the liquor the decrease of the filtrative excretion etc, but also the inflow of the interstitial fluid of brain into the cerebral cavity.

*(Department of Physiology, Tokyo Dental College)*

## 大黒鼠延髄の心臓に対する作用に就いて 612.178.5

Studies on the Action of the Medulla Oblongata to the Heart of the Rat

荒 木 啓 (ARAKI-Kei)\*

### I. 緒 言

心臓を支配する心外神経として、一般に促進神経は交感神経、抑制神経は副交感神経（迷走神経）であると考えられている。然し Herman, Jourdan 及び Froment<sup>7)</sup> は交感神経の中にも促進線維の外に、少数の抑制線維の混在を、一方 Rutherford<sup>22)</sup>, Schiff<sup>24)</sup>, Tulgan<sup>26)</sup>, Kabot<sup>11)</sup>, Jourdan et Nowak<sup>10)</sup> 沖中及び鎮目<sup>9)</sup> 17)<sup>18)</sup> 23) 等は、迷走神経中にも一部促進神経の混在を主張している。然し乍ら Bachm<sup>2)</sup> Rossbach<sup>20)</sup> 及び Hering<sup>6)</sup> 等は之を否定している。

扱て最近桑崎（第14回医学会総会発表）は冷血動物（蟪）を使用し、延髄に各種の刺戟を加え、その刺戟が心臓機械曲線に与える影響を観察したところ<sup>12)</sup> 両側迷走神経中に促進線維を、又両側交感神経中に抑制線維の混在を認め、而もかかる抑制及び促進中枢としての延髄の作用が左右に依り相反する傾向を有すると云う極めて特異的な作用を認めた。

依って著者は蟪の如き冷血動物に於けるかかる左右延髄の作用の差異及びその心臓への径路である迷走、或は交感神経の行う役割が果して温血動物に於ても認められるものか否かを知る為、温血動物（大黒鼠）を使用して実験を行った。尙刺戟の方法は桑崎の場合と同様で、主として 0.1% strychnicum, nitricum（以下stry. nit. と略記）を用い、更にその成績を確める為麻酔実験をも行った。

就中本研究のうち注目すべきは、迷走、交感両神経に fractional narcosis の新法を適用した事である。蓋し cholinergic fibre と adrenergic fibre とはその機能を異にするために、線維としての諸性質（例えば直径、伝導速度、髄鞘の関

係等）が相違する関係上、それらが麻酔薬に対する感受性を異にする筈である。この点を利用して両種の線維のうち一方のみを伝導不能に陥らせこれを除外して刺戟効果を吟味せんとする試みである。

大黒鼠に於ては蟪の如く心臓機械曲線を得る事が比較的困難な為<sup>3)</sup> Electrocardiogram（以下 E. C. G. と略記）をとり、その各期間を読むことに依り刺戟効果を判定することにした。

### II. 実験方法

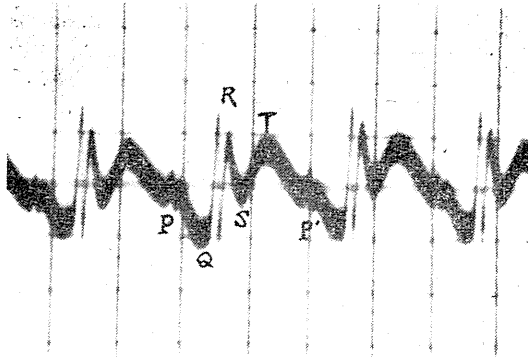
実験動物としては体重 60~70g. の大黒鼠を使用した。実験期間は昭和30年5月より翌31年2月迄で室温は 25~28°C の間であった。実験方法は先ず動物を腹臥位に固定台へ固定し福田式 E. C. G. を用い肢誘導によりその第 II 誘導で測定した。次に延髄の刺戟又は麻酔の際には、延髄露出手術に伴う器械的刺戟を避ける為、延髄露出後 15~20 分休止し、而る後主として 0.1% の strychnicum nitricum 又は 1.0% の novocain を塗布し刺戟又は麻酔実験を行った。

次に前処置として交感又は迷走神経の切断手術を行う場合は前頸部正中線上に皮膚切開を加え、目的とする神経を損傷しないように丁寧に露出して行った<sup>15)</sup>。尙交感神経では上~下交感神経節をも総て除去する必要があるので、上記部位での切断の他に更に背部より第 II 肋骨を切除し胸膜外にて中及び下交感神経節とも除去した。以下すべて交感神経切断とは神経節除去をも含む。此場合も手術による器械的刺戟を避けるため 40~60 分間休止した。次に迷走及び交感神経の直接電気刺戟では、ポーター型感応電気（電源 2 ボルト）針電極に依り電気刺戟を行い、次に濃度 5.0% の urethan を作用させて麻酔を行い以後時間の経過を追って刺戟を行った。

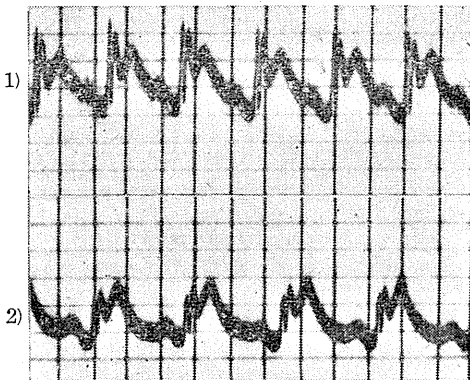
\* 東京歯科大学生理学教室（伊藤教授）

扱て肢誘導に依りオッシログラフ上に撮影された大黒鼠の正常の E. C. G. の一部を示すと第 1 図の如くなり、著者はその P-Q 間隔、Q-T 間隔及び P-P' 間隔を計測し時間に換算した。

尙著者は P-Q を心房収縮開始より心室収縮開

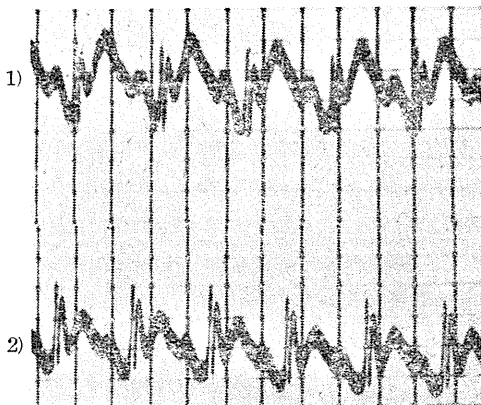


第 1 図 大黒鼠の正常心電図 (第 2 誘導)



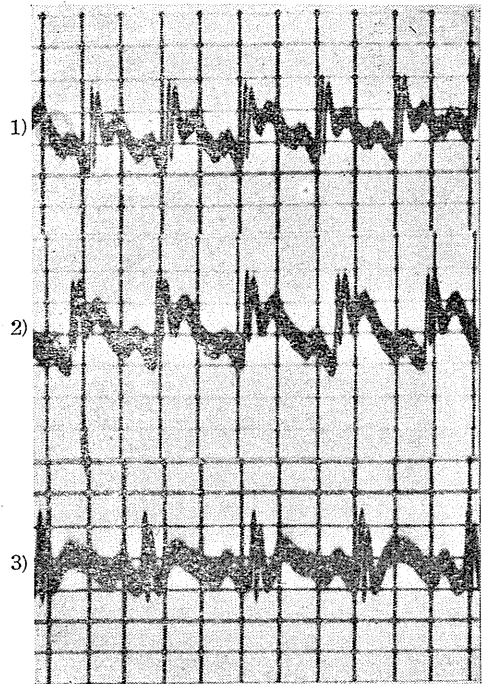
第 2 図

- 1) 大黒鼠の正常心電図 (第 2 誘導)
- 2) 右延髄 stry. nit. 刺戟



第 3 図

- 1) 大黒鼠の正常心電図 (第 2 誘導)
- 2) 左延髄 stry. nit. 刺戟



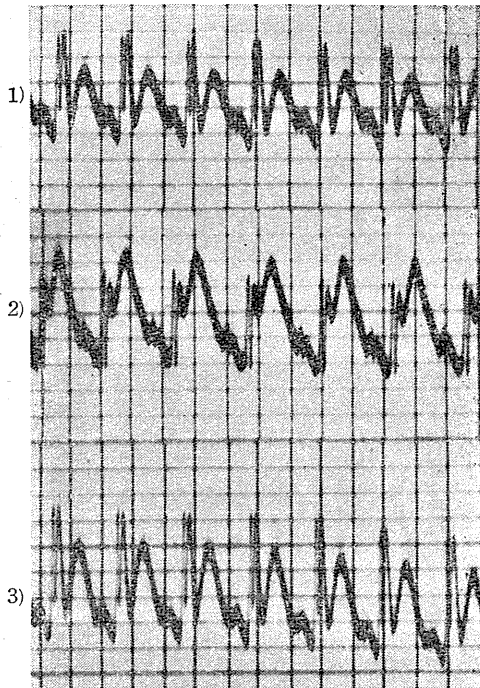
第 4 図

- 1) 大黒鼠の正常心電図 (第 2 誘導)
- 2) 両側交感神経及び左側迷走神経切断
- 3) 右延髄 stry. nit. 刺戟

始迄の時間、Q-T を心室収縮開始より心室収縮終了迄の時間、P-P' を心搏動時間と一応考えることにした<sup>1) 4) 28)</sup>。

第 1 図は大黒鼠の延髄露出のみの対照 E. C. G. であり、此の場合延髄露出前の E. C. G. と変化はみられない。第 2 図は右延髄を stry. nit. で刺戟し P-Q、Q-T および P-P' 間隔の延長した場合。

第 3 図は左延髄を stry. nit. で刺戟し P-Q、Q-T 及び P-P' 間隔の短縮した場合、第 4 図は両側交感および左側迷走神経を切断後右延髄を stry. nit. で刺戟した時で、P-Q、Q-T 及び P-P' 間隔は神経切断後延長し、stry. nit. 刺戟後更に延長した場合である。第 5 図は両側交感及び右側迷走神経を切断後左延髄を stry. nit. で刺戟した時で P-Q、Q-T 及び P-P' 間隔は神経切断後延長し、stry. nit. 刺戟後逆に短縮した場合である。尙以下の実験成績は得られた図より P-Q、Q-T 及び P-P' を求めそれを表示することのみ



第5図

- 1) 六黒鼠の正常心電図(第2誘導)
- 2) 両側交感神経及び右側迷走神経切断
- 3) 左延髄 stry. nit. 刺戟

にする。

計測法は記録された心電図を10倍に拡大して行った。而して此の場合1区劃が0.05秒に相当するので先ずその距離を測定して距離を時間に換算する規準を求めた。次でそのP-Q, Q-T及びP-P'間隔を計測し前述の規準に倣って距離を時間に換算した。

## II. 実験成績

### A. 左右延髄に対する検索

#### 1) 延髄を刺戟した場合

延髄露出15分後、先ず対照(延髄刺戟前)のE. C. G. を、次いで延髄全体に stry. nit. 塗布した際のE. C. G. を求めたのが、第1表であり、右延髄のみに塗布し刺戟した際は第2表の如くで、又左延髄のみに塗布し刺戟した場合は第3表の如くである。

之等の表が示す如く、延髄全体を刺戟した場合は刺戟前に比しP-Q, Q-T及びP-P'各間隔とも孰れも延長し、次に右延髄のみの刺戟の場

第1表

両側延髄 stry. nit. 刺戟  
(両側迷走及び両側交感神経熱処置) 単位 秒

動物番号	E. C. G.	刺 戟 前	両側延髄stry.nit.刺戟
No. 51	P	0.036	0.048
	Q	0.040	0.040
	P'	0.140	0.145
No. 52	P	0.031	0.045
	Q	0.045	0.054
	P'	0.107	0.200
No. 53	P	0.030	0.040
	Q	0.040	0.045
	P'	0.104	0.175
No. 57	P	0.031	0.035
	Q	0.045	0.048
	P'	0.117	0.140
No. 58	P	0.031	0.040
	Q	0.040	0.050
	P'	0.113	0.160
No. 59	P	0.034	0.038
	Q	0.044	0.050
	P'	0.124	0.220
No. 60	P	0.034	0.048
	Q	0.044	0.032
	P'	0.118	0.172
No. 61	P	0.039	0.039
	Q	0.033	0.034
	P'	0.123	0.104
No. 62	P	0.040	0.044
	Q	0.041	0.058
	P'	0.122	0.210
No. 63	P	0.035	0.036
	Q	0.050	0.060
	P'	0.125	0.170
No. 64	P	0.036	0.040
	Q	0.040	0.039
	P'	0.123	0.171
No. 65	P	0.045	0.060
	Q	0.045	0.045
	P'	0.120	0.195
平均値	P	0.036	0.043
	Q	0.044	0.047
	P'	0.120	0.172
増減率	P		120.2%
	Q		106.1%
	P'		143.4%

第2表

右側延髄 stry. nit. 刺戟  
(両側迷走及び両側交感神経熱処置) 単位 秒

動物番号	E. C. G.	刺 戟 前	右側延髄stry.nit.刺戟
No. 48	P	0.034	0.050
	Q	0.055	0.075
	P'	0.133	0.135
No. 49	P	0.032	0.045
	Q	0.040	0.060
	P'	0.115	0.147
No. 50	P	0.040	0.047
	Q	0.044	0.060
	P'	0.107	0.138
No. 51	P	0.036	0.038
	Q	0.040	0.040
	P'	0.140	0.160
No. 52	P	0.031	0.039
	Q	0.045	0.047
	P'	0.107	0.110
No. 53	P	0.030	0.038
	Q	0.040	0.044
	P'	0.104	0.120
平均値	P	0.034	0.043
	Q	0.044	0.051
	P'	0.118	0.135
増減率	P		126.6%
	Q		115.0%
	P'		114.0%

注：増減率は条件時のものの条件前のものに対する百分率である。

合にも両側延髄刺戟の場合と同様孰れも延長している。然るに、左延髄のみの刺戟ではP-Q, Q-TおよびP-P'間隔は、逆に孰れも短縮している。

第3表  
左側延髓 *stry. nit.* 刺戟  
(両側迷走及び両側交感神経無処置) 単位 秒

動物番号	E. C. G.	刺戟前	両側延髓 <i>stry. nit.</i> 刺戟
No. 54	P	0.032	0.035
	Q	0.017	0.060
	P'	0.138	0.140
No. 55	P	0.043	0.034
	Q	0.055	0.044
	P'	0.120	0.111
No. 56	P	0.037	0.031
	Q	0.049	0.047
	P'	0.112	0.110
No. 57	P	0.031	0.024
	Q	0.045	0.040
	P'	0.119	0.118
No. 58	P	0.031	0.026
	Q	0.043	0.034
	P'	0.113	0.120
No. 59	P	0.038	0.050
	Q	0.045	0.033
	P'	0.124	0.120
平均値	P	0.036	0.033
	Q	0.053	0.043
	P'	0.121	0.120
増減率	P		93.7%
	Q		81.8%
	P'		99.1%

2) 延髓を麻酔した場合

刺戟とは逆に麻酔実験を行った場合には、第4, 5及び6表に示す如く各実験とも刺戟実験とは逆の傾向を示している。

B. 延髓と迷走又は交感神経との関係

1) 両側交感神経切断後延髓を刺戟した場合  
両側交感神経を切断して延髓全体を刺戟するとP-Q, Q-T及びP-P'間隔は共に延長し(第7表)又右延髓のみを刺戟しても同じくP-Q, Q-T及びP-P'間隔は全部延長した(第8表)。而し左延髓のみを刺戟するとP-Q, Q-T及びP-P'間隔は総て短縮した(第9表)。

第4表  
両側延髓 *novocain* 麻酔  
(両側迷走及び両側交感神経無処置) 単位 秒

動物番号	E. C. G.	麻酔前	両側延髓 <i>novocain</i> 麻酔
No. 296	P	0.036	0.028
	Q	0.040	0.040
	P'	0.110	0.108
No. 297	P	0.034	0.028
	Q	0.042	0.037
	P'	0.100	0.100
No. 298	P	0.040	0.029
	Q	0.044	0.044
	P'	0.112	0.104
No. 299	P	0.030	0.028
	Q	0.038	0.034
	P'	0.100	0.095
No. 300	P	0.034	0.030
	Q	0.040	0.040
	P'	0.100	0.096
No. 301	P	0.039	0.030
	Q	0.043	0.042
	P'	0.112	0.104
平均値	P	0.036	0.029
	Q	0.040	0.040
	P'	0.106	0.101
増減率	P		81.1%
	Q		98.5%
	P'		95.0%

第5表  
右側延髓 *novocain* 麻酔  
(両側迷走及び両側交感神経無処置) 単位 秒

動物番号	E. C. G.	麻酔前	右側延髓 <i>novocain</i> 麻酔
No. 296	P	0.036	0.027
	Q	0.040	0.040
	P'	0.110	0.099
No. 297	P	0.034	0.032
	Q	0.042	0.039
	P'	0.100	0.100
No. 298	P	0.040	0.027
	Q	0.044	0.043
	P'	0.122	0.103
No. 299	P	0.030	0.028
	Q	0.038	0.035
	P'	0.100	0.100
No. 300	P	0.034	0.029
	Q	0.040	0.035
	P'	0.110	0.095
No. 301	P	0.039	0.027
	Q	0.043	0.043
	P'	0.112	0.103
平均値	P	0.036	0.028
	Q	0.040	0.040
	P'	0.106	0.100
増減率	P		79.7%
	Q		98.7%
	P'		94.3%

第6表  
左側延髓 *novocain* 麻酔  
(両側迷走及び両側交感神経無処置) 単位 秒

動物番号	E. C. G.	麻酔前	左側延髓 <i>novocain</i> 麻酔
No. 302	P	0.030	0.034
	Q	0.040	0.044
	P'	0.104	0.115
No. 303	P	0.036	0.036
	Q	0.036	0.045
	P'	0.105	0.115
No. 304	P	0.035	0.036
	Q	0.034	0.043
	P'	0.104	0.106
No. 305	P	0.035	0.035
	Q	0.034	0.036
	P'	0.103	0.118
No. 306	P	0.029	0.035
	Q	0.038	0.040
	P'	0.107	0.110
No. 307	P	0.035	0.039
	Q	0.036	0.040
	P'	0.113	0.113
平均値	P	0.033	0.036
	Q	0.036	0.042
	P'	0.106	0.113
増減率	P		108.0%
	Q		114.13%
	P'		106.4%

2) 両側迷走神経切断後延髓を刺戟した場合  
両側迷走神経を切断して延髓全体を刺戟すると、P-Q, Q-T及びP-P'間隔は短縮し(第10表)、右延髓のみを刺戟してもP-Q, Q-T及びP-P'間隔は短縮した(第11表)。然し左延髓のみを刺戟するとP-Q, Q-T及びP-P'間隔は孰れも延長した(第12表)。

3) 右側交感及び右側迷走神経又は左側交感及び左側迷走神経切断後延髓を刺戟した場合

先ず右側交感及び右側迷走神経切断後延髓全体を刺戟した場合の成績は、第13表に示す如くP-Q, Q-Tは短縮しP-P'は延長した。

第7表  
両側延髓 *stry. nit.* 刺戟  
(両側交感神経切断) 単位 秒

動物番号	E.C.G.	神経切断前	刺戟前 (両側交感神経切断)	両側延髓 <i>stry. nit.</i> 刺戟
No. 105	P	0.032	0.033	0.034
	Q	0.040	0.045	0.046
	P'	0.110	0.115	0.130
No. 106	P	0.035	0.035	0.037
	Q	0.042	0.049	0.054
	P'	0.115	0.120	0.140
No. 107	P	0.032	0.034	0.043
	Q	0.048	0.048	0.055
	P'	0.100	0.110	0.192
No. 108	P	0.030	0.031	0.040
	Q	0.040	0.043	0.046
	P'	0.104	0.110	0.130
No. 109	P	0.035	0.039	0.034
	Q	0.039	0.045	0.050
	P'	0.105	0.114	0.235
No. 110	P	0.031	0.031	0.035
	Q	0.040	0.045	0.046
	P'	0.105	0.106	0.124
No. 111	P	0.032	0.034	0.039
	Q	0.040	0.045	0.055
	P'	0.106	0.120	0.140
No. 112	P	0.029	0.029	0.045
	Q	0.044	0.044	0.048
	P'	0.104	0.104	0.128
No. 113	P	0.034	0.034	0.036
	Q	0.045	0.052	0.055
	P'	0.110	0.118	0.220
No. 114	P	0.036	0.038	0.049
	Q	0.046	0.040	0.043
	P'	0.100	0.106	0.153
No. 115	P	0.034	0.035	0.034
	Q	0.044	0.045	0.048
	P'	0.119	0.119	0.125
No. 116	P	0.033	0.033	0.034
	Q	0.048	0.047	0.050
	P'	0.103	0.118	0.127
平均値	P	0.033	0.034	0.039
	Q	0.043	0.046	0.050
	P'	0.107	0.113	0.154
増減率	P		103.3%	113.9%
	Q		102.2%	108.7%
	P'		106.1%	126.4%

第8表  
右側延髓 *stry. nit.* 刺戟  
(両側交感神経切断) 単位 秒

動物番号	E.C.G.	神経切断前	刺戟前 (両側交感神経切断)	右側延髓 <i>stry. nit.</i> 刺戟
No. 105	P	0.032	0.033	0.034
	Q	0.040	0.045	0.050
	P'	0.110	0.115	0.140
No. 106	P	0.035	0.035	0.039
	Q	0.042	0.049	0.050
	P'	0.115	0.120	0.128
No. 107	P	0.032	0.034	0.042
	Q	0.048	0.048	0.050
	P'	0.100	0.110	0.148
No. 108	P	0.030	0.031	0.038
	Q	0.040	0.043	0.038
	P'	0.104	0.110	0.111
No. 109	P	0.035	0.039	0.035
	Q	0.039	0.045	0.055
	P'	0.105	0.114	0.192
No. 110	P	0.031	0.031	0.034
	Q	0.040	0.045	0.046
	P'	0.105	0.106	0.110
平均値	P	0.033	0.034	0.039
	Q	0.042	0.046	0.048
	P'	0.107	0.113	0.135
増減率	P		104.0%	110.3%
	Q		107.6%	106.8%
	P'		105.6%	119.8%

次に左側交感及び左側迷走神経切断後右側の場合と同様に延髓全体を刺戟した場合の成績は第14表の如くである。即ち此の表の示す如く左側の交感及び左側の迷走神経切断後両側延髓を刺戟すると、P-Q、Q-T及びP-P' 孰れも延長

している。

4) 両側迷走及び交感神経の中一径路のみを残して延髓を刺戟又は麻酔した場合

i) 右側迷走神経(両側交感及び左側迷走神経切断)のみとして延髓を刺戟又は麻酔した場合

第9表  
左側延髓 *stry. nit.* 刺戟  
(両側交感神経切断) 単位 秒

動物番号	E.C.G.	神経切断前	刺戟前 (両側交感神経切断)	左側延髓 <i>stry. nit.</i> 刺戟
No. 111	P	0.032	0.034	0.030
	Q	0.040	0.045	0.045
	P'	0.106	0.120	0.120
No. 112	P	0.029	0.029	0.029
	Q	0.044	0.044	0.039
	P'	0.104	0.104	0.100
No. 113	P	0.034	0.034	0.030
	Q	0.045	0.052	0.047
	P'	0.110	0.118	0.118
No. 114	P	0.036	0.038	0.034
	Q	0.046	0.040	0.039
	P'	0.100	0.106	0.104
No. 115	P	0.034	0.035	0.033
	Q	0.044	0.045	0.045
	P'	0.119	0.119	0.119
No. 116	P	0.033	0.033	0.029
	Q	0.048	0.047	0.045
	P'	0.103	0.118	0.119
平均値	P	0.033	0.034	0.031
	Q	0.045	0.046	0.043
	P'	0.107	0.114	0.113
増減率	P		102.4%	90.2%
	Q		102.3%	90.5%
	P'		106.6%	99.1%

第10表  
両側延髓 *stry. nit.* 刺戟  
(両側迷走神経切断) 単位 秒

動物番号	E.C.G.	神経切断前	刺戟前 (両側迷走神経切断)	両側延髓 <i>stry. nit.</i> 刺戟
No. 222	P	0.033	0.033	0.033
	Q	0.037	0.043	0.045
	P'	0.126	0.124	0.124
No. 223	P	0.037	0.035	0.035
	Q	0.042	0.040	0.036
	P'	0.140	0.130	0.110
No. 224	P	0.034	0.030	0.028
	Q	0.043	0.037	0.035
	P'	0.124	0.133	0.133
No. 225	P	0.036	0.036	0.033
	Q	0.049	0.043	0.040
	P'	0.100	0.100	0.096
No. 226	P	0.036	0.035	0.032
	Q	0.048	0.040	0.040
	P'	0.120	0.100	0.100
No. 227	P	0.040	0.040	0.034
	Q	0.045	0.044	0.044
	P'	0.140	0.144	0.116
No. 228	P	0.026	0.024	0.020
	Q	0.032	0.032	0.028
	P'	0.078	0.075	0.072
No. 229	P	0.038	0.035	0.032
	Q	0.045	0.048	0.042
	P'	0.140	0.124	0.120
No. 230	P	0.035	0.035	0.035
	Q	0.044	0.044	0.039
	P'	0.116	0.115	0.112
No. 231	P	0.034	0.032	0.032
	Q	0.046	0.051	0.048
	P'	0.184	0.176	0.180
No. 232	P	0.035	0.035	0.032
	Q	0.048	0.048	0.050
	P'	0.110	0.110	0.110
No. 233	P	0.034	0.034	0.030
	Q	0.053	0.054	0.056
	P'	0.148	0.147	0.148
平均値	P	0.035	0.034	0.031
	Q	0.044	0.044	0.042
	P'	0.127	0.123	0.118
増減率	P		96.5%	93.1%
	Q		100.0%	98.1%
	P'		96.8%	96.1%

第 11 表  
右側延髓 sty. nit 刺戟  
(両側迷走神経切断) 単位: 秒

Table with 5 columns: 動物番号, E.C.G., 神経切断前, 刺戟前 (両側迷走神経切断), 右側延髓 sty. nit 刺戟. Rows include individual animal data (Nos. 117-122) and average values (平均値) and percentage changes (増減率).

第 14 表  
両側延髓 sty. nit 刺戟  
(左側交感及び右側迷走神経切断) 単位: 秒

Table with 5 columns: 動物番号, E.C.G., 神経切断前, 刺戟前 (両側延髓切断), 両側延髓 sty. nit 刺戟. Rows include individual animal data (Nos. 96-101) and average values (平均値) and percentage changes (増減率).

第 12 表  
左側延髓 sty. nit 刺戟  
(両側迷走神経切断) 単位: 秒

Table with 5 columns: 動物番号, E.C.G., 神経切断前, 刺戟前 (両側迷走神経切断), 左側延髓 sty. nit 刺戟. Rows include individual animal data (Nos. 123-128) and average values (平均値) and percentage changes (増減率).

第 15 表  
両側延髓 sty. nit 刺戟  
(両側交感及び右側迷走神経切断) 単位: 秒

Table with 5 columns: 動物番号, E.C.G., 神経切断前, 刺戟前 (両側延髓切断), 両側延髓 sty. nit 刺戟. Rows include individual animal data (Nos. 139-150) and average values (平均値) and percentage changes (増減率).

第 13 表  
両側延髓 sty. nit 刺戟  
(右側交感及び右側迷走神経切断) 単位: 秒

Table with 5 columns: 動物番号, E.C.G., 神経切断前, 刺戟前 (両側延髓切断), 両側延髓 sty. nit 刺戟. Rows include individual animal data (Nos. 90-95) and average values (平均値) and percentage changes (増減率).

延髓全体を刺戟すると P-Q, Q-T 及び P-P' 間隔は共に延長し (第15表), 右延髓のみを刺戟するとやはり同様に延長している (第16表). 然るに左延髓のみの刺戟では P-Q, Q-T 及び P-P' 間隔は逆に全部短縮している (第17表).

第 16 表

右側延髓 *stry. nit* 刺激

(両側交感及右側迷走神経切断) 単位秒

動物番号	E. C. G.	神経切断前	刺激前 (両側交感及右側迷走神経切断)	右側延髓 <i>stry. nit</i> 刺激
No. 139	PQ	0.035	0.035	0.035
	QT	0.045	0.037	0.046
	PP	0.124	0.120	0.110
No. 140	PQ	0.044	0.040	0.043
	QT	0.058	0.052	0.063
	PP	0.140	0.125	0.125
No. 141	PQ	0.039	0.039	0.049
	QT	0.032	0.035	0.040
	PP	0.104	0.108	0.131
No. 142	PQ	0.034	0.026	0.028
	QT	0.049	0.050	0.056
	PP	0.105	0.117	0.134
No. 143	PQ	0.028	0.028	0.028
	QT	0.045	0.075	0.055
	PP	0.110	0.226	0.292
No. 144	PQ	0.034	0.036	0.043
	QT	0.044	0.049	0.055
	PP	0.120	0.140	0.146
平均値	PQ	0.036	0.034	0.038
	QT	0.046	0.050	0.056
	PP	0.117	0.139	0.153
増減率	PQ		95.5%	110.5%
	QT		109.0%	117.0%
	PP		118.9%	129.8%

第 17 表

左側延髓 *stry. nit* 刺激

(両側交感及左側迷走神経切断) 単位秒

動物番号	E. C. G.	神経切断前	刺激前 (両側交感及左側迷走神経切断)	左側延髓 <i>stry. nit</i> 刺激
No. 145	PQ	0.039	0.039	0.038
	QT	0.043	0.044	0.043
	PP	0.109	0.107	0.103
No. 146	PQ	0.036	0.044	0.039
	QT	0.043	0.044	0.054
	PP	0.107	0.114	0.115
No. 147	PQ	0.039	0.039	0.038
	QT	0.035	0.034	0.034
	PP	0.107	0.111	0.120
No. 148	PQ	0.033	0.035	0.030
	QT	0.043	0.039	0.045
	PP	0.113	0.130	0.125
No. 149	PQ	0.035	0.030	0.030
	QT	0.045	0.050	0.048
	PP	0.097	0.115	0.110
No. 150	PQ	0.030	0.030	0.029
	QT	0.036	0.050	0.042
	PP	0.100	0.120	0.116
平均値	PQ	0.035	0.036	0.034
	QT	0.041	0.045	0.044
	PP	0.106	0.115	0.115
増減率	PQ		102.2%	94.1%
	QT		110.5%	97.7%
	PP		110.0%	99.6%

第 18 表

両側延髓 *novocain* 麻酔

(両側交感神経及左側迷走神経切断) 単位秒

動物数(6例)	E. C. G.	神経切断前	麻酔前 (両側交感神経及左側迷走神経切断)	両側延髓 <i>novocain</i> 麻酔
平均値	PQ	0.034	0.034	0.031
	QT	0.043	0.051	0.044
	PP	0.103	0.111	0.106
増減率	PQ		100.0%	92.2%
	QT		112.6%	76.1%
	PP		107.3%	92.1%

第 19 表

右側延髓 *novocain* 麻酔

(両側交感神経及右側迷走神経切断) 単位秒

動物数(6例)	E. C. G.	神経切断前	麻酔前 (両側交感神経及右側迷走神経切断)	右側延髓 <i>novocain</i> 麻酔
平均値	PQ	0.034	0.034	0.029
	QT	0.043	0.051	0.044
	PP	0.103	0.111	0.104
増減率	PQ		100.0%	83.3%
	QT		112.6%	76.1%
	PP		107.3%	92.1%

一方延髓全体を麻酔すると P-Q, Q-T および P-P' 間隔は共に短縮し (第18表), 右延髓のみを麻酔してもやはり同じく短縮している (第19表).

第 20 表

両側延髓 *stry. nit* 刺激  
(両側交感及右側迷走神経切断) 単位秒

動物番号	E. C. G.	神経切断前	刺激前 (両側交感及右側迷走神経切断)	両側延髓 <i>stry. nit</i> 刺激
No. 151	PQ	0.040	0.038	0.040
	QT	0.043	0.043	0.050
	PP	0.123	0.131	0.163
No. 152	PQ	0.039	0.036	0.051
	QT	0.048	0.049	0.035
	PP	0.097	0.096	0.144
No. 153	PQ	0.040	0.029	0.043
	QT	0.043	0.043	0.048
	PP	0.104	0.104	0.125
No. 154	PQ	0.029	0.040	0.042
	QT	0.040	0.043	0.053
	PP	0.114	0.118	0.155
No. 155	PQ	0.034	0.032	0.037
	QT	0.058	0.067	0.100
	PP	0.129	0.129	0.144
No. 156	PQ	0.033	0.035	0.034
	QT	0.048	0.050	0.055
	PP	0.110	0.134	0.133
No. 157	PQ	0.034	0.031	0.032
	QT	0.047	0.044	0.053
	PP	0.110	0.110	0.153
No. 158	PQ	0.044	0.043	0.043
	QT	0.040	0.040	0.044
	PP	0.130	0.123	0.135
No. 159	PQ	0.039	0.036	0.048
	QT	0.043	0.040	0.044
	PP	0.106	0.108	0.132
No. 160	PQ	0.032	0.034	0.035
	QT	0.035	0.040	0.054
	PP	0.110	0.120	0.160
No. 161	PQ	0.035	0.037	0.037
	QT	0.040	0.040	0.048
	PP	0.111	0.124	0.129
No. 162	PQ	0.028	0.034	0.044
	QT	0.044	0.055	0.052
	PP	0.118	0.150	0.153
平均値	PQ	0.036	0.036	0.041
	QT	0.044	0.048	0.055
	PP	0.114	0.121	0.144
増減率	PQ		100.0%	114.0%
	QT		108.6%	114.4%
	PP		106.0%	119.3%

第 21 表

右側延髓 *stry. nit* 刺激

(両側交感及右側迷走神経切断) 単位秒

動物番号	E. C. G.	神経切断前	刺激前 (両側交感及右側迷走神経切断)	右側延髓 <i>stry. nit</i> 刺激
No. 151	PQ	0.040	0.038	0.043
	QT	0.043	0.043	0.048
	PP	0.123	0.131	0.144
No. 152	PQ	0.039	0.036	0.037
	QT	0.048	0.049	0.047
	PP	0.097	0.096	0.119
No. 153	PQ	0.040	0.029	0.034
	QT	0.043	0.043	0.044
	PP	0.104	0.104	0.112
No. 154	PQ	0.029	0.040	0.040
	QT	0.040	0.043	0.054
	PP	0.114	0.118	0.134
No. 155	PQ	0.034	0.032	0.035
	QT	0.058	0.067	0.068
	PP	0.129	0.129	0.124
No. 156	PQ	0.033	0.035	0.038
	QT	0.048	0.050	0.058
	PP	0.110	0.134	0.134
平均値	PQ	0.036	0.035	0.038
	QT	0.044	0.048	0.050
	PP	0.113	0.119	0.129
増減率	PQ		90.9%	108.0%
	QT		108.6%	121.7%
	PP		105.1%	108.4%

ii) 左側迷走神経 (両側交感神経及び右側迷走神経切断) のみとして延髓を刺戟又は麻醉した場合

延髓全体を刺戟すると P-Q, Q-T 及び P-P' 間隔は全部延長し (第20表), 右延髓のみを刺戟してもやはり同様に延長したが (第21表), 左延髓のみを刺戟すると P-Q, Q-T 及び P-P' 間隔は共に短縮している (第22表).

一方延髓全体を麻醉すると P-Q, Q-T 及び P-P' 間隔は共に短縮し (第23表), 左延髓のみを麻醉すると総て延長している (第24表).

iii) 右側交感神経 (両側迷走神経及び左側交感神経切断) のみとして延髓を刺戟又は麻醉した場合

第 22 表  
左側延髓 *stry. nit.* 刺戟  
(両側交感及び右側迷走神経切断) 単位秒

動物番号	E.C.G.	神経切断前	刺戟前 (両側交感及び右側迷走神経切断)	左側延髓 <i>stry. nit.</i> 刺戟
No. 157	PQ	0.034	0.031	0.031
	QT	0.047	0.044	0.044
	P-P'	0.110	0.110	0.115
No. 158	PQ	0.044	0.043	0.038
	QT	0.040	0.040	0.040
	P-P'	0.130	0.123	0.123
No. 159	PQ	0.039	0.036	0.036
	QT	0.043	0.040	0.039
	P-P'	0.106	0.108	0.108
No. 160	PQ	0.032	0.034	0.028
	QT	0.035	0.040	0.049
	P-P'	0.110	0.120	0.122
No. 161	PQ	0.035	0.037	0.030
	QT	0.040	0.060	0.053
	P-P'	0.111	0.124	0.120
No. 162	PQ	0.028	0.036	0.035
	QT	0.044	0.055	0.043
	P-P'	0.118	0.150	0.148
平均値	PQ	0.035	0.036	0.033
	QT	0.042	0.047	0.045
	P-P'	0.114	0.123	0.122
増減率	PQ		102.2%	91.4%
	QT		112.0%	97.4%
	P-P'		107.8%	99.9%

第 23 表  
両側延髓 *novocain* 麻醉  
(両側交感神経及び右側迷走神経切断) 単位秒

動物数(6例)	E.C.G.	神経切断前	麻醉前 (両側交感神経及び右側迷走神経切断)	両側延髓 麻 醉
平均値	PQ	0.036	0.031	0.030
	QT	0.040	0.042	0.041
	P-P'	0.121	0.125	0.123
増減率	PQ		86.9%	95.8%
	QT		105.3%	97.3%
	P-P'		102.9%	98.3%

第 24 表  
左側延髓 *novocain* 麻醉  
(両側交感神経及び右側迷走神経切断) 単位秒

動物数(6例)	E.C.G.	神経切断前	麻醉前 (両側交感神経及び右側迷走神経切断)	左側延髓 麻 醉
平均値	PQ	0.036	0.031	0.034
	QT	0.040	0.042	0.044
	P-P'	0.121	0.125	0.158
増減率	PQ		86.9%	107.3%
	QT		105.3%	107.4%
	P-P'		102.9%	110.4%

第 25 表  
両側延髓 *stry. nit.* 刺戟  
(両側迷走神経及び左側交感神経切断) 単位秒

動物番号	E.C.G.	神経切断前	刺戟前 (両側迷走神経及び左側交感神経切断)	両側延髓 <i>stry. nit.</i> 刺戟
No. 163	PQ	0.038	0.035	0.034
	QT	0.040	0.049	0.049
	P-P'	0.110	0.112	0.118
No. 164	PQ	0.035	0.040	0.035
	QT	0.038	0.048	0.055
	P-P'	0.100	0.110	0.112
No. 165	PQ	0.030	0.030	0.035
	QT	0.047	0.060	0.060
	P-P'	0.108	0.123	0.135
No. 166	PQ	0.024	0.025	0.026
	QT	0.030	0.040	0.040
	P-P'	0.080	0.082	0.087
No. 167	PQ	0.033	0.037	0.045
	QT	0.049	0.048	0.046
	P-P'	0.108	0.120	0.140
No. 168	PQ	0.029	0.035	0.034
	QT	0.048	0.044	0.046
	P-P'	0.115	0.115	0.124
No. 170	PQ	0.029	0.030	0.035
	QT	0.043	0.051	0.044
	P-P'	0.100	0.120	0.140
No. 171	PQ	0.030	0.035	0.032
	QT	0.048	0.035	0.047
	P-P'	0.124	0.111	0.117
No. 172	PQ	0.034	0.035	0.048
	QT	0.048	0.048	0.048
	P-P'	0.107	0.115	0.125
No. 173	PQ	0.031	0.035	0.039
	QT	0.043	0.058	0.047
	P-P'	0.103	0.175	0.180
No. 174	PQ	0.028	0.029	0.035
	QT	0.037	0.043	0.045
	P-P'	0.104	0.112	0.126
No. 175	PQ	0.029	0.034	0.038
	QT	0.048	0.046	0.050
	P-P'	0.112	0.123	0.154
平均値	PQ	0.031	0.033	0.038
	QT	0.044	0.047	0.051
	P-P'	0.107	0.126	0.140
増減率	PQ		105.0%	116.0%
	QT		112.1%	104.4%
	P-P'		115.4%	107.3%

第 26 表  
右側延髓 *stry. nit.* 刺戟  
(両側迷走神経及び左側交感神経切断) 単位秒

動物番号	E.C.G.	神経切断前	刺戟前 (両側迷走神経及び左側交感神経切断)	右側延髓 <i>stry. nit.</i> 刺戟
No. 163	PQ	0.038	0.035	0.034
	QT	0.040	0.049	0.046
	P-P'	0.110	0.112	0.106
No. 164	PQ	0.035	0.040	0.032
	QT	0.038	0.048	0.048
	P-P'	0.100	0.110	0.106
No. 165	PQ	0.030	0.030	0.030
	QT	0.047	0.060	0.050
	P-P'	0.108	0.123	0.123
No. 166	PQ	0.024	0.025	0.022
	QT	0.030	0.040	0.040
	P-P'	0.080	0.082	0.088
No. 167	PQ	0.033	0.037	0.034
	QT	0.049	0.048	0.047
	P-P'	0.108	0.120	0.124
No. 168	PQ	0.029	0.035	0.034
	QT	0.048	0.046	0.043
	P-P'	0.115	0.115	0.115
平均値	PQ	0.033	0.033	0.031
	QT	0.043	0.051	0.048
	P-P'	0.106	0.120	0.120
増減率	PQ		101.8%	92.7%
	QT		118.2%	94.0%
	P-P'		112.6%	92.8%

延髓全体を刺戟すると P-Q, Q-T 及び P-P' 間隔共に延長したが (第25表), 右延髓のみを刺戟すると P-Q, Q-T 及び P-P' 間隔は総て短縮した (第26表). 一方左延髓を刺戟すると P-Q, Q-T および P-P' 間隔は, 逆に総て延長してい

る(第27表). 然るに延髓全体を麻酔した場合はP-Q, Q-T 間隔は短縮し, P-P' 間隔は延長した(第28表). 又右延髓のみを麻酔するとP-Q, Q-T 及び P-P' 間隔は共に延長した(第29表).

iv) 左側交感神経(両側迷走神経及び右側交感神経切断)のみとして延髓を刺戟又は麻酔した場合

延髓全体を刺戟するとP-Q, Q-T 及び P-P' 間隔は延長した(第30表). 而し右延髓のみの刺戟ではP-Q, Q-T 及び P-P' 間隔は共に短縮した(第31表). 一方左延髓のみの刺戟ではP-Q, Q-T 及び P-P' 間隔は総て延長した(第32表).

而して延髓全体を麻酔するとP-Q, Q-T 及び P-P' 間隔は共に短縮し(第33表), 左延髓の

第 27 表

左側延髓 sty. nit 刺戟

(両側迷走神経及左側交感神経切断) 単位秒

動物番号	E.C.G.	神経切断前	刺戟前 (両側迷走神経及左側交感神経切断)	左側延髓 sty. nit 刺戟
No. 170	PQ	0.029	0.030	0.035
	QT	0.043	0.051	0.043
	PP'	0.100	0.120	0.124
No. 171	PQ	0.030	0.035	0.031
	QT	0.040	0.035	0.045
	PP'	0.124	0.111	0.115
No. 172	PQ	0.034	0.035	0.031
	QT	0.048	0.048	0.039
	PP'	0.107	0.115	0.115
No. 173	PQ	0.031	0.035	0.039
	QT	0.043	0.054	0.067
	PP'	0.103	0.175	0.183
No. 174	PQ	0.028	0.029	0.032
	QT	0.033	0.043	0.043
	PP'	0.104	0.112	0.112
No. 175	PQ	0.029	0.034	0.034
	QT	0.044	0.046	0.053
	PP'	0.112	0.123	0.140
平均値	PQ	0.030	0.033	0.034
	QT	0.045	0.047	0.046
	PP'	0.108	0.122	0.132
増減率	PQ		10.96%	10.18%
	QT		10.51%	10.35%
	PP'		16.3%	18.43%

第 28 表

両側延髓 novocain 麻酔

(両側迷走神経及左側交感神経切断) 単位秒

動物数(例)	E.C.G.	神経切断前	麻酔前 (両側迷走神経及左側交感神経切断)	両側延髓 麻酔
平均値	PQ	0.034	0.035	0.030
	QT	0.042	0.043	0.039
	PP'	0.114	0.128	0.121
増減率	PQ		104.1%	90.4%
	QT		103.3%	92.6%
	PP'		114.6%	102.9%

第 29 表

右側延髓 novocain 麻酔

(両側迷走神経及左側交感神経切断) 単位秒

動物数(例)	E.C.G.	神経切断前	麻酔前 (両側迷走神経及左側交感神経切断)	右側延髓 麻酔
平均値	PQ	0.034	0.035	0.034
	QT	0.042	0.043	0.045
	PP'	0.114	0.128	0.121
増減率	PQ		104.1%	100.2%
	QT		103.3%	106.4%
	PP'		114.6%	110.5%

第 30 表

両側延髓 sty. nit 刺戟

(両側迷走神経及右側交感神経切断) 単位秒

動物番号	E.C.G.	神経切断前	刺戟前 (両側迷走神経及右側交感神経切断)	両側延髓 sty. nit 刺戟
No. 176	PQ	0.029	0.042	0.040
	QT	0.050	0.044	0.047
	PP'	0.112	0.130	0.147
No. 177	PQ	0.045	0.040	0.045
	QT	0.043	0.058	0.064
	PP'	0.100	0.116	0.135
No. 178	PQ	0.034	0.035	0.034
	QT	0.043	0.040	0.043
	PP'	0.104	0.144	0.153
No. 179	PQ	0.030	0.033	0.043
	QT	0.046	0.050	0.049
	PP'	0.098	0.106	0.124
No. 180	PQ	0.031	0.030	0.037
	QT	0.040	0.053	0.043
	PP'	0.114	0.177	0.172
No. 181	PQ	0.035	0.036	0.040
	QT	0.044	0.044	0.049
	PP'	0.110	0.118	0.131
No. 182	PQ	0.035	0.038	0.043
	QT	0.043	0.049	0.053
	PP'	0.100	0.131	0.144
No. 183	PQ	0.030	0.030	0.031
	QT	0.049	0.044	0.034
	PP'	0.100	0.106	0.112
No. 184	PQ	0.034	0.033	0.043
	QT	0.048	0.049	0.054
	PP'	0.092	0.117	0.124
No. 185	PQ	0.034	0.037	0.043
	QT	0.037	0.049	0.051
	PP'	0.108	0.173	0.167
No. 186	PQ	0.030	0.035	0.040
	QT	0.043	0.045	0.046
	PP'	0.109	0.120	0.135
No. 187	PQ	0.037	0.030	0.035
	QT	0.048	0.044	0.052
	PP'	0.110	0.123	0.128
平均値	PQ	0.034	0.035	0.040
	QT	0.045	0.047	0.048
	PP'	0.105	0.130	0.140
増減率	PQ		103.8%	117.1%
	QT		105.3%	102.3%
	PP'		123.7%	107.2%

第 31 表

右側延髓 sty. nit 刺戟

(両側迷走神経及右側交感神経切断) 単位秒

動物番号	E.C.G.	神経切断前	刺戟前 (両側迷走神経及右側交感神経切断)	右側延髓 sty. nit 刺戟
No. 176	PQ	0.029	0.042	0.040
	QT	0.050	0.044	0.044
	PP'	0.112	0.130	0.137
No. 177	PQ	0.045	0.040	0.040
	QT	0.043	0.058	0.055
	PP'	0.100	0.116	0.116
No. 178	PQ	0.034	0.035	0.034
	QT	0.043	0.040	0.044
	PP'	0.104	0.144	0.136
No. 179	PQ	0.030	0.033	0.033
	QT	0.046	0.054	0.051
	PP'	0.098	0.106	0.128
No. 180	PQ	0.031	0.030	0.030
	QT	0.040	0.053	0.048
	PP'	0.114	0.177	0.168
No. 181	PQ	0.035	0.036	0.032
	QT	0.044	0.044	0.046
	PP'	0.110	0.118	0.118
平均値	PQ	0.034	0.036	0.035
	QT	0.045	0.048	0.045
	PP'	0.106	0.132	0.131
増減率	PQ		105.8%	96.3%
	QT		106.2%	94.3%
	PP'		114.5%	99.0%

みの麻酔では逆にP-Q, Q-T 及び P-P' 間隔は総て短縮した(第34表).

C. 迷走又は交換神経に対する検索

頸部正中線に皮膚切開を加え両側迷走又は交感神経を取り出し, それを個々に分離後まず目

第 32 表  
左側延髓 *stry. nit* 刺戟  
(両側迷走神経及び右側交感神経切断) 単位秒

動物番号	E.C.G.	神経切断前	刺戟前		左側延髓 <i>stry. nit</i> 刺戟
			両側迷走神経及び 右側交感神経切断	右側交感神経切断	
No. 182	PQ	0.035	0.038	0.043	
	QT	0.043	0.049	0.051	
	PP	0.100	0.131	0.140	
No. 183	PQ	0.030	0.030	0.035	
	QT	0.049	0.044	0.046	
	PP	0.100	0.104	0.104	
No. 184	PQ	0.034	0.033	0.035	
	QT	0.048	0.049	0.052	
	PP	0.092	0.117	0.120	
No. 185	PQ	0.034	0.037	0.036	
	QT	0.037	0.044	0.052	
	PP	0.108	0.173	0.172	
No. 186	PQ	0.030	0.035	0.038	
	QT	0.043	0.045	0.045	
	PP	0.109	0.120	0.123	
No. 187	PQ	0.037	0.030	0.032	
	QT	0.048	0.044	0.049	
	PP	0.110	0.123	0.120	
平均値	PQ	0.033	0.034	0.037	
	QT	0.045	0.047	0.050	
	PP	0.103	0.128	0.130	
増減率	PQ		101.5%	107.8%	
	QT		104.4%	106.8%	
	PP		124.4%	126.4%	

第 33 表  
両側延髓 *novocain* 麻酔  
(両側迷走神経及び右側交感神経切断) 単位秒

動物数(6例)	E.C.G.	神経切断前	麻酔前		両側延髓	
			両側迷走神経及び 右側交感神経切断	右側交感神経切断	麻酔	麻酔
平均値	PQ	0.031	0.035	0.029		
	QT	0.042	0.047	0.045		
	PP	0.105	0.110	0.106		
増減率	PQ		113.8%	83.0%		
	QT		108.4%	95.1%		
	PP		104.3%	96.6%		

第 34 表  
左側延髓 *novocain* 麻酔  
(両側迷走神経及び右側交感神経切断) 単位秒

動物数(6例)	E.C.G.	神経切断前	麻酔前		左側延髓	
			両側迷走神経及び 右側交感神経切断	右側交感神経切断	麻酔	麻酔
平均値	PQ	0.031	0.035	0.029		
	QT	0.044	0.047	0.043		
	PP	0.105	0.110	0.103		
増減率	PQ		113.8%	82.3%		
	QT		108.4%	90.9%		
	PP		104.3%	93.9%		

的とするそれらの神経の孰れか1本をポーター型感応電気器(電源2ボルト)にてコイル間距離(以下C-Dと略記)10cm角度(以下Ang.と略記)0の強度で刺戟し、次にその刺戟部位より心臓寄りの部に濃度5.0%のurethanを作用させ以後2, 4, 6, 8, 10 および12分と麻酔の経過を追って、上記の強度の電気刺戟を行い、

P-Q, Q-T 及び P-P' 間隔の変化を観察した。尚交感神経に於ては下交感神経節より心臓よりの部を麻酔する事は困難な為、実験法にて述べた部位に5.0% urethan を注入し、同部位に感応電気器、針電極による刺戟を行った。その結果は第35, 36, 37及び38表に示す如くである。

1) 右側迷走神経の fractional narcosis  
右側迷走神経に上記強度の電気刺戟を無麻酔の時にを行った場合には孰れの例に於てもP-Q, Q-T 及び P-P' 間隔は総て延長している。次に該神経に麻酔薬を作用させると、作用後2及び4分での刺戟では麻酔前の刺戟のそれより短縮し、6及び8分経過後では6例中5例短縮し、1例は延長している。更に10分経過以後では総て延長の傾向を示している。

2) 左側迷走神経の fractional narcosis  
左側迷走神経の場合も、無麻酔の刺戟では右側の迷走神経の場合と同様に延長の傾向を認めるが麻酔薬作用後2分で刺戟すると、作用前の刺戟と比較して6例総て短縮し、4分後では6例中3例は短縮し他の3例は延長し更に6及び8分経過後は1例を除き他の例は総て延長し、10分以後では総ての例に延長の傾向を認めた。

3) 右側交感神経の fractional narcosis  
右側交感神経では、麻酔薬作用前の電気刺戟の場合はP-Q, Q-T 及び P-P' 間隔は総て短縮しているが、麻酔薬作用後2分での刺戟では更

第 35 表  
左迷走神経 (麻酔の深度との関係) 単位秒

動物番号	E.C.G.	刺戟前	5.0% urethan 作用後					
			4分	6分	8分	10分	12分	
No. 336	PQ	0.035	0.040	0.040	0.040	0.040	0.040	0.040
	QT	0.043	0.043	0.037	0.038	0.044	0.046	0.046
	PP	0.148	0.154	0.148	0.150	0.152	0.154	0.158
No. 337	PQ	0.048	0.050	0.048	0.048	0.050	0.050	0.050
	QT	0.047	0.048	0.043	0.046	0.046	0.048	0.048
	PP	0.124	0.129	0.138	0.143	0.148	0.148	0.149
No. 338	PQ	0.053	0.046	0.050	0.050	0.053	0.053	0.056
	QT	0.037	0.040	0.039	0.042	0.044	0.045	0.048
	PP	0.136	0.138	0.135	0.135	0.136	0.138	0.138
No. 339	PQ	0.037	0.039	0.039	0.039	0.038	0.040	0.040
	QT	0.047	0.050	0.044	0.045	0.045	0.045	0.050
	PP	0.136	0.138	0.130	0.134	0.135	0.135	0.136
No. 340	PQ	0.040	0.040	0.040	0.040	0.040	0.040	0.040
	QT	0.052	0.044	0.040	0.040	0.049	0.054	0.054
	PP	0.144	0.148	0.140	0.140	0.140	0.140	0.140
No. 341	PQ	0.045	0.048	0.040	0.045	0.048	0.053	0.050
	QT	0.050	0.050	0.048	0.048	0.058	0.050	0.058
	PP	0.140	0.145	0.140	0.139	0.144	0.144	0.148
平均値	PQ	0.044	0.046	0.043	0.046	0.047	0.047	0.049
	QT	0.046	0.049	0.042	0.044	0.047	0.048	0.050
	PP	0.141	0.145	0.140	0.142	0.143	0.145	0.143

第36表  
左交感神経（麻酔の深度との関係）

単位秒

動物番号	E.C.G.	刺戟前	CO 10分前	5分間の延縮率 2分間の延縮率	4分	6分	8分	10分	12分
No. 340	PQ	0.044	0.044	0.040	0.036	0.044	0.044	0.044	0.044
	QT	0.044	0.046	0.038	0.040	0.038	0.040	0.046	0.046
	PP	0.120	0.132	0.126	0.126	0.128	0.132	0.132	0.135
No. 343	PQ	0.038	0.038	0.036	0.034	0.035	0.035	0.040	0.040
	QT	0.045	0.044	0.040	0.044	0.042	0.044	0.045	0.045
	PP	0.128	0.130	0.125	0.124	0.124	0.124	0.126	0.128
No. 344	PQ	0.048	0.050	0.044	0.045	0.045	0.049	0.048	0.050
	QT	0.047	0.050	0.038	0.045	0.044	0.050	0.050	0.050
	PP	0.143	0.144	0.138	0.140	0.145	0.148	0.148	0.150
No. 345	PQ	0.040	0.040	0.035	0.039	0.044	0.040	0.047	0.047
	QT	0.040	0.042	0.035	0.035	0.035	0.045	0.044	0.044
	PP	0.146	0.148	0.143	0.148	0.153	0.155	0.155	0.154
No. 346	PQ	0.049	0.051	0.049	0.048	0.050	0.051	0.060	0.052
	QT	0.043	0.046	0.040	0.040	0.043	0.044	0.040	0.043
	PP	0.180	0.184	0.178	0.176	0.180	0.180	0.175	0.180
No. 347	PQ	0.049	0.050	0.040	0.040	0.045	0.047	0.047	0.048
	QT	0.052	0.054	0.050	0.050	0.047	0.052	0.052	0.054
	PP	0.160	0.170	0.150	0.150	0.160	0.160	0.160	0.160
平均値	PQ	0.045	0.046	0.041	0.040	0.044	0.044	0.047	0.047
	QT	0.047	0.049	0.040	0.043	0.044	0.046	0.046	0.047
	PP	0.132	0.151	0.120	0.144	0.148	0.150	0.149	0.151

第37表  
右交感神経（麻酔の深度との関係）

単位秒

動物番号	E.C.G.	刺戟前	CO 10分前	5分間の延縮率 2分間の延縮率	4分	6分	8分	10分	12分
No. 348	PQ	0.040	0.040	0.034	0.040	0.040	0.040	0.040	0.043
	QT	0.043	0.040	0.036	0.040	0.043	0.044	0.046	0.048
	PP	0.143	0.135	0.130	0.140	0.140	0.143	0.142	0.146
No. 349	PQ	0.050	0.048	0.048	0.044	0.048	0.050	0.058	0.058
	QT	0.058	0.052	0.048	0.045	0.048	0.046	0.048	0.052
	PP	0.150	0.144	0.140	0.140	0.140	0.150	0.150	0.152
No. 350	PQ	0.050	0.047	0.044	0.050	0.050	0.050	0.050	0.050
	QT	0.046	0.040	0.040	0.042	0.044	0.044	0.044	0.044
	PP	0.172	0.164	0.150	0.166	0.170	0.170	0.170	0.175
No. 351	PQ	0.055	0.046	0.044	0.050	0.050	0.048	0.053	0.054
	QT	0.045	0.040	0.036	0.040	0.040	0.042	0.045	0.046
	PP	0.186	0.182	0.180	0.180	0.180	0.185	0.187	0.184
No. 352	PQ	0.038	0.037	0.034	0.035	0.040	0.040	0.040	0.040
	QT	0.050	0.046	0.042	0.042	0.050	0.050	0.053	0.053
	PP	0.144	0.138	0.130	0.134	0.145	0.145	0.148	0.148
No. 353	PQ	0.048	0.040	0.037	0.035	0.038	0.046	0.046	0.046
	QT	0.044	0.042	0.040	0.040	0.046	0.044	0.046	0.046
	PP	0.152	0.136	0.130	0.130	0.132	0.146	0.146	0.150
平均値	PQ	0.047	0.043	0.040	0.043	0.045	0.045	0.047	0.047
	QT	0.048	0.043	0.040	0.042	0.044	0.045	0.047	0.048
	PP	0.158	0.150	0.144	0.148	0.150	0.157	0.157	0.157

第38表  
左交感神経（麻酔の深度との関係）

単位秒

動物番号	E.C.G.	刺戟前	CO 10分前	5分間の延縮率 2分間の延縮率	4分	6分	8分	10分	12分
No. 354	PQ	0.060	0.060	0.055	0.056	0.060	0.064	0.064	0.060
	QT	0.040	0.050	0.050	0.050	0.060	0.068	0.068	0.053
	PP	0.144	0.160	0.156	0.156	0.160	0.166	0.166	0.166
No. 355	PQ	0.060	0.064	0.055	0.055	0.060	0.064	0.064	0.064
	QT	0.045	0.055	0.040	0.048	0.048	0.050	0.054	0.054
	PP	0.183	0.180	0.170	0.180	0.180	0.180	0.180	0.180
No. 356	PQ	0.038	0.040	0.036	0.038	0.040	0.040	0.040	0.040
	QT	0.036	0.038	0.034	0.036	0.040	0.040	0.042	0.042
	PP	0.144	0.146	0.140	0.144	0.148	0.148	0.150	0.150
No. 357	PQ	0.044	0.044	0.042	0.044	0.046	0.046	0.048	0.048
	QT	0.052	0.054	0.050	0.050	0.058	0.058	0.058	0.058
	PP	0.138	0.140	0.136	0.136	0.140	0.140	0.143	0.143
No. 358	PQ	0.044	0.046	0.038	0.038	0.040	0.048	0.048	0.050
	QT	0.044	0.046	0.040	0.040	0.044	0.044	0.044	0.046
	PP	0.134	0.136	0.132	0.132	0.136	0.140	0.140	0.142
No. 359	PQ	0.044	0.044	0.040	0.040	0.045	0.045	0.045	0.045
	QT	0.046	0.050	0.044	0.046	0.048	0.050	0.052	0.052
	PP	0.143	0.150	0.136	0.136	0.140	0.153	0.156	0.156
平均値	PQ	0.048	0.050	0.044	0.045	0.048	0.051	0.052	0.051
	QT	0.046	0.049	0.043	0.045	0.048	0.048	0.050	0.051
	PP	0.149	0.152	0.145	0.147	0.152	0.155	0.156	0.156

に短縮し、4分後では6例中3例短縮し他は延長し、6分後では1例を除き他は総て延長し、更に8分以後では総て延長している。

4) 左側交感神経の fractional narcosis

左側交感神経に前記強度の電気刺戟を加えた場合には一般にP-Q, Q-T及びP-P'間隔は延長の傾向が認められるが、麻酔薬作用後2分で刺戟した場合、麻酔前のそれに比して6例総て短縮し、4分後でも1例を除き総て短縮し、6分後では、逆に1例を除き総て延長し、8分以後では総て延長の傾向を示した(総括並に考案の覽参照の事)。

IV. 総括並に考案

自律臓器に対する中枢の作用は極めて複雑であり、独り延髄のみならず視床下部、小脳及び大脳皮質その他が密接に関与している。

一方循環器の中心をなす心臓の作用は甚だ多くの他の因子に左右される為、延髄の如き中枢に刺戟その他の条件を加える事は生命に危険を伴うと同時に、他面得られた結果から延髄本来の作用を決定するには非常に慎重でなくてはならない。殊に被験動物が高等になれば

ばなる程、延髓の作用は重且つ大となるため、正常機能を決定するには困難を伴うものと思われる。

扱て桑崎は臺心臓に対する延髓の作用を知る為には、延髓に stry. nit. その他の化学物質による刺戟、或は電気刺戟（針状電極）或は麻醉実験を行い、Engelmann 法<sup>3)</sup>に倣う心臓機械曲線から、延髓の心臓に対する作用が左右に依り異なる事、而もその径路をなす迷走或は交感神経が共に adrenergic 及び cholinergic fibre を含み、而もその作用が左右に依って異なる事を明らかにした<sup>7) 10) 19) 21) 24) 26)</sup>。

更に加藤は大黒鼠の右眼球と左眼球を別々に圧迫した場合の心電図の変化が相反する傾向を伴う事を明らかにし、更に人に於ても Aschner 反応に於て右眼球のみの圧迫では徐脈がおこるが、左眼球のみのそれでは頻々頻脈のおこる事を知った。扱て著者は試験動物としては大黒鼠を用い、之に加わる手術的侵襲は出来るだけ少くしようと考へ、心臓の状態を知る為には単に心電図のみにより、手術的侵襲は延髓処置その他迷走及び交感神経切断等の最少限度に当め、上記大黒鼠の左右延髓の心臓に対する作用の解明を企てた。

扱て心電図に於ては心臓の働きにつき幾つかの機能を知る事が出来るが、著者は P-Q, Q-T 及び P-P' 間隔のみを求めた。そもそも P-Q, 間隔は一般に心房収縮興奮開始より、心室収縮興奮開始迄の時間と考えられ、又 T 波については各種の解釈が行われているが、少なくとも心室収縮に伴う波である事は一応確かなもの様であるので、著者は多少の誤差はあるが、此処に

P-Q → 心房収縮開始より心室収縮開始迄の時間

Q-T → 心室収縮開始より収縮終了迄

P-P' → 心搏動週期

と考へて考察することとする<sup>1) 4)</sup>。

尙本論文に於ては迷走神経或は交感神経とは単に解剖的の神経そのものを指し、その機能についてはその解剖学的名称に拘らず抑制神経（又は抑制線維）cholinergic fibre 或いは促進神経

（又は促進線維）adrenergic fibre と呼ぶことにする。

扱て実験成績の各表に示す如く、延髓露出後同部を刺戟（化学物質）した場合の傾向は、眼球圧迫に依り、三叉神経枝を刺戟した場合と甚だよく一致している。即ち両側延髓に stry. nit. を塗布して刺戟すると、P-Q, Q-T 及び P-P' 間隔孰れも延長し、又右側延髓のみを刺戟しても同様の傾向が知られた。一方左側延髓のみのそれでは、全く逆の短縮傾向が認められている（第3表参照）。この事は、眼球圧迫に於て得られた結果と一致し、又桑崎の左と右の延髓が逆の作用を有すると云う成績とも一致する。

尙此の場合例えば右側延髓にも又左側延髓にも共に延長（cholinergic）作用と短縮（adrenergic）作用の両者があり、而もそれらの間に作用強度の点で優劣の差があるものの様に考えられる。

尙此の点については後にふれる。

両側迷走神経及び両側交感神経切断後延髓を刺戟又は麻醉した場合には、殆んど何等の影響も認められなかったから著者の実験範囲では延髓から心臓への径路は上記4径路とみて差支えない。

扱て延髓と、その心臓への径路である迷走神経或は交感神経との関係については、これら神経4径路（左右迷走神経及び左右交感神経）の内何れか1径路のみを残して他の径路を切断して延髓を刺戟した場合の成績を中心に考察をすすめてみたい。然し此の場合は4径路の内3径路を切断する為その手術的侵襲が他の場合に比して大きいので、他の成績をも参考として考える事とする。先ず右迷走神経のみを残して左右延髓を刺戟した場合及び右側延髓のみを刺戟した場合には4径路が無処置の際と同様に P-Q, Q-T 及び P-P' 間隔孰れも延長し、左側延髓のみを刺戟した場合には、4径路が無処置の場合と同様短縮している。而も此の場合延髓を正中線上にて縦切断しておいて左側延髓を刺戟したのでは何等の変化も認められない。之等のことから右迷走神経中を下降して心臓に達する延髓

の作用は右側では延長 (抑制-cholinergic) し左側では短縮 (促進-adrenergic) し而も左側延髄からの支配線維は延髄に於て既に交叉して対側延髄に行っている事が分る。

次に左側迷走神経を介する左右延髄の作用では右側延髄刺戟では延長, 左側延髄刺戟では短縮, 両側延髄刺戟では延長している。従って右側迷走神経は, 右延髄からの延長性作用が強いが, その内には左側延髄からの短縮作用も一部含まれている。又左側迷走神経は左延髄からの短縮作用が強いが, 一部右側延髄からの延長性の作用も含まれており, 而もそれ等全体 (左右迷走神経) としては延長性 (cholinergic) の作用が優っている事が判る。

次に両側迷走神経を切断し更に左右交感神経の内孰れか1側を残した場合, 例えば右側交感神経のみを残し, 左右延髄, 右側延髄のみ, 或は左側延髄のみを刺戟した場合には, 両側延髄では延長し, 右側延髄のみの刺戟では短縮するが一方左側延髄のみのそれでは逆に延長し, 丁度右側迷走神経と, 全く逆の関係にあることが判る。

又左側交感神経のみとして延髄を刺戟した場合には右側交感神経のみの場合とは逆の傾向を示しており, 此の場合も交感神経中に明らかに短縮と延長の2作用がある事が判る。

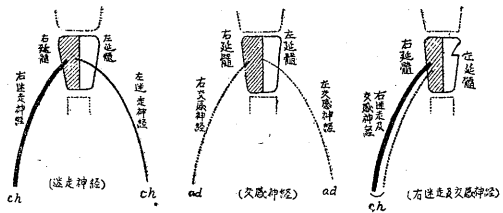
唯両側交感神経のみが無処置で, 両側迷走神経が切断してある場合には, 右側の短縮作用が最も強烈であると考えられる事が出来る。

次に左側の迷走神経及び交感神経と, 右側のそれとを比較すると右側の迷走及び交感神経の場合の方が左側のそれより強い延長作用を示している事が判る。

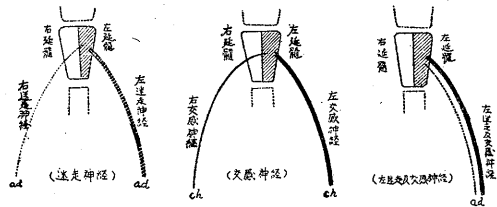
以上の如く迷走神経中にも進促的 (adrenergic) と抑制的 (cholinergic) 作用の2種類の線維が含まれていることが考えられる。

扱て各径路の孰れか1径路に各種濃度の urethan を作用させると, 完全麻酔に達する時間に長短の差がある (5.0%-2~6分, 10.0%2-3分)。而も第35, 36, 37, 及び38表に示す如く同一濃度 (例えば5.0%) で完全麻酔に至る前に必ず総

1) 右延髄



2) 左延髄



斜線印記 刺戟部位  
実線 抑制線維  
点線 促進線維  
線の太さは作用の強弱を示す  
ad……adrenergic, ch……cholinergic.

ての神経 (迷走・交感神経を問わず) に於いて電気刺戟に依り短縮の傾向 (麻酔薬作用前と比較して) を認めた事は, 之等迷走交感神経中に麻酔薬に対する抵抗性に強弱の差異のある線維を含んでいる事を証明するものと信じられる。

即ち此の事は迷走神経も交感神経も共に抑制 (cholinergic) 線維と促進 (adrenergic) 線維を含んでおり, 麻酔薬により先ず cholinergic fibre が麻酔され, 次で adrenergic fibre が麻酔されるに因ることを示すものである。

以上の結果を延髄を中心に考えると次の如く模型的に示すことが出来る。尚機能的な促進又は抑制作用は夫々 adrenergic 及び cholinergic と呼び, 迷走, 又は交感神経は抑制, 又は促進作用とは無関係に解剖学的名称に従い図示することにした。

V. 結 論

著者は大黒鼠を使用し両側延髄の心臓に対する作用を E. C. G. により検索したところ次の結果を得た。

1) 延髄の心臓に対する作用は延髄全体としては cholinergic (fibre) の作用を示し、右延髄のみでも同様 cholinergic (fibre)、左延髄のみでは逆に adrenergic (fibre) として作用する。

2) 延髄と心臓に至る左右迷走及び交感神経との関係

(1) 右延髄は

a) 右迷走神経のみを介する場合 cholinergic fibre の作用を示し、また

b) 左迷走神経のみを介する場合も cholinergic fibre の作用を示す。

c) 右交感神経のみを介する場合 adrenergic fibre の作用を示し、また

d) 左交感神経のみを介する場合も adrenergic fibre の作用を示す。

(2) 左延髄は

a) 右迷走神経のみを介する場合 adrenergic fibre の作用を示し、また

b) 左迷走神経のみを介する場合も adrenergic fibre の作用を示す。

c) 右交感神経のみを介する場合 cholinergic fibre の作用を示し、また

d) 左交感神経のみを介する場合も cholinergic fibre の作用を示す。

3) 左右迷走神経或いは、交感神経は孰れも adrenergic fibre と cholinergic fibre を含有するものであることを著者は fractional narcosis による成績から決定した。

本論文の要旨は、第63回東京医科大学医学会総会に於て発表した。

稿を終るに当り、御鞭撻並びに御校閲を賜った慶応義塾大学医学部加藤元一教授及び、実際上の御指導と御校閲の労を煩わした、東京医科大学河島敏夫講師及び御助言と御校閲を戴いた、東京歯科大学伊藤秀三郎教授に深甚の謝意を表す。

## 文 献

- 1) Boden (1938) Elektrokardiographie. 23
- 2) Boehm, R. (1875) Arch. f. exper. path. u. pharmakol. 4, 255
- 3) Engelmann (1892) Pflügers Arch. 52, 357
- 4) Goldberger, E. (1953) Unipolar lead Electrocardiography and Vectorcardiography. 361
- 5) Hoüssay (1951) Human physiology. 1020-1021
- 6) Hering, H. E. (1924) Pflügers Arch. 203, 100
- 7) Herman, H., F. Jourdan, R. Frament (1938) Compt. rend de soc. de Biologie. 128, 673
- 8) 八田博英・飯塚恒治 (1952) 生体の科学 4, 140
- 9) 池田正男 (1954) 最新医学 9, 99
- 10) Jourdan, F., G. Nowak (1934) Compt. rend. de soc. de Biologie. 117, 234
- 11) Kabat, H. (1940) Am. J. Physiol. 128, 246
- 12) 加藤元一 (1943) 生理学 II 230
- 13) 河島敏夫 (1951) 東京医大生理学教室論文集
- 14) 河島敏夫・他 (1955) (東京医大雑誌に掲載の予定)
- 15) 森 於菟・吉岡俊亮 (1935) 実験用動物解剖学 (鼠篇)
- 16) 中根 喬 (1952) 岡山医誌 64, 1090
- 17) 沖中重雄・武藤二郎・藤田真之助・他 (1946) 医学と生物学 9, 154
- 18) 沖中重雄・鎮目和夫 (1950) 医学と生物学 17, 9
- 19) Pannier, R. (1946) Arch. Int. Pharmacol. dyn. 73. 193 (池田正男：心臓神経 最新医学 9, 5, 99 (昭29) より引用)
- 20) Rossbach, M. J. (1875) Pflügers Arch. 20, 383
- 21) Rothberger, J., H. Winterberg (1910) Pflügers Arch. f. die gesamt. Physiol. 135, 506
- 22) Rutherford, W. (1869) J. Anat. 3, 402 (池田正男：心臓神経 最新医学 9, 5 (昭29) より引用)
- 23) 鎮目和夫 (1952) 日本循環器誌 16
- 24) Schiff, M. (1878) Pflügers Arch. 18, 172
- 25) 住吉正明 (1953) 日本生理誌 15, 166
- 26) Tulgan, J. : A study of the relation of afferent impulses to the activity of the central cardiovascular nervous mechanism. (池田正男：心臓神経 最新医学 9, 5, 99 (昭29) より引用)
- 27) 滝沢良夫 (1954) 麻布獣医大研究報告 1, 57
- 28) 上田英雄・櫻田良精・木村栄一 (1954) 臨床心電図 35
- 29) 渡辺英博 (1952) 日大医誌 11, 11
- 30) 山田 豊 (1956) 日生理誌 18, 34

## Summary

One recognizes that the action of the medulla oblongata to the heart is the strong inhibitory action and then the vagal nerve has the inhibitory action and sympathetic nerve the accelerative action to the heart. But some investigators recognize that the vagal nerve has the adrenergic fibre and the sympathetic nerve the cholinergic fibre.

And then Kuwazaki reported the result that the medulla oblongata and too the vagal

or the sympathetic nerve have the different action to the heart on both sides by the mechanogram of the heart with the toad. And the author investigated on the following problem "Does this difference of the action to the heart at the left and right sides exist or not in the warm-blooded animal?" by the conduction-time on the electrocardiogram of the rat.

In order to know the action of the medulla oblongata the author investigated on the action by the stimulative experiment that the author applied the 0.1% strychninum nitricum on the medulla oblongata, or by the paralyzed experiment that the 1.0% novocain, by the cutting of the vagal or sympathetic nerve at both sides and etc. And the author experimented on the variation of the property by the grades of the narcosis at the vagal or sympathetic nerve.

The author obtained the following results.

The medulla oblongata has the inhibitory action to the heart as the whole, but if it separate at left or right side it has the inhibitory action and too the accelerative action at both sides. And at the grade of the inhibitory action the right medulla oblongata is stronger than the left but at that of the accelerative action the left medulla oblongata the right.

Next, the vagal or sympathetic nerve at both sides contains the adrenergic fibre and the cholinergic fibre respectively but the ratio of both fibers seems to difference at both nerves.

The author thought that the relationships between the right or left medulla oblongata and the right or left vagal or sympathetic nerve is as follows:

1) The right medulla oblongata has the cholinergic action by the vagal nerve at both, right or left side and the adrenergic action by the sympathetic nerve at both, right or left side.

2) The left medulla oblongata has the adrenergic action by the vagal nerve at both, right or left side and the cholinergic action by the sympathetic nerve at both, left or right.

3) The both medulla oblongata has the cholinergic action by the vagal nerve at both, right or left side or the sympathetic nerve at right or left side and the adrenergic action by the sympathetic nerve at both sides.

*(Department of Physiology, Tokyo Dental College)*

## 音響刺激に対する心搏反応 612.172:612.014.45

### Cardiac Accelerating Reaction to Acoustic Stimulus

加藤 政 孝 (KATO-Masataka)\*

感官刺激により惹起される感情・情緒が心臓脈管系に大いに関係があり、情緒刺激が心搏リズムに影響することは周知の事実であり、吾々が日常経験するところである。然し音響刺激の心搏リズムに及ぼす影響に就いての研究は多くない。Bond<sup>1)</sup>は音響を犬・猫に与えた場合の心搏像を心電図から換算して描いている。著者は実験動物として犬及び家兎を用い、音響刺激の心搏リズムに及ぼす影響を種々の角度より研究したのでその結果を茲に報告する。

#### I. 実験方法

実験動物は犬・家兎を用いた。正常無麻酔のまま夫々を実験箱の中に入れ、犬は第II誘導、家兎は胸部誘導を用いて心電図R棘をカルデオタコグラフ<sup>2)</sup>に導入した(但し動物によりQ或いはS棘が大なるものではこの棘を用いた)。電極としては注射針を皮下に刺した。実験中は可及的外部よりの騒音を除外するように努め、且つ室内は暗くした。この実験条件を満足させるため夜間実験を行った事が多い。実験準備終了後動物を20~30分間安静に保ち、基礎心搏数が安定するのを待って実験を行った。音響刺激にはブザー(振動数50~8000に互る。C scale 77~78ホン)を用い、実験箱より1m離して置いた。

時々刻々の心搏頻度即ちカルデオタコグラフ像を電磁オシログラフ上で絶えず観察し乍ら必要に応じて撮影記録した。これらの操作はすべて隣室にて行い、動物には検者の姿が見えないようにした。心搏とともに常に呼吸をも描記した<sup>3)</sup>。

去脳・去皮質及び末梢迷路(蝸牛殻を含む)別出は家兎について行った。去脳は中脳と間脳

との間を四丘体上部で薄い鈍い刃のメスを用いて切断した。去皮質は頭頂部又は側頭部より入り、一側づつ或いは両側同時に焼灼術に依り行った。家兎の聴覚領は未だ決定されていないが、出来るだけ広範且つ安全に行ったので聴覚領も除去したものである。去皮質後には必要な各種の手術後処置を施したことは勿論である。末梢迷路別出は耳殻後部より入り、篩骨胞を破壊して迷路・蝸牛殻に達し、これを破壊して沃度丁幾を塗布、完全を期した。別出の達成は迷路立直り反射(labyrinthine righting reflex)の消失により確めた。

去脳家兎は術後4~5時間で死亡するので実験は其の間に行ったが、去皮質および末梢迷路別出家兎に於いては、術後7~10日経て手術傷創が完全に治癒したと思われるときに実験を行った。

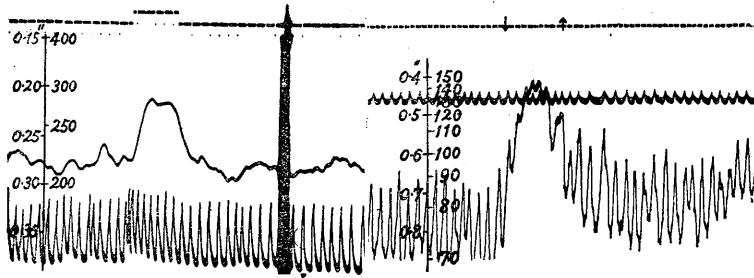
以上何れの手術の場合にも実験終了後脳髓を別出し、剖検に依って除去の確実なることを証明した。

#### II. 実験結果

家兎に於いては音響刺激に応じて心搏数は急激に増加し、2~5秒で略々最高の心搏数に達し以後プラトーを持續する。刺激を止めると直ちに下降、一旦基礎心搏数(基線)を越え陰性相を経てもとの値に戻る。かかる心搏の反応様式は犬に於いても略々同様に見られるが、犬では呼吸性不整脈が著明な為<sup>4)</sup>記録の上では刺激に対する変化が家兎程に顕著でないのと、刺激を持續していても略々15秒位から後は一旦最高に達した心搏数が次第に下降する点の家兎と異なる(第1図)。

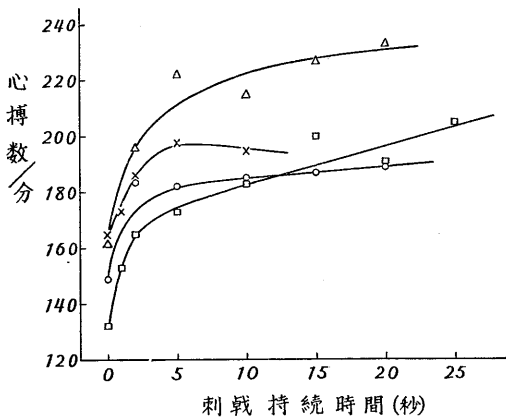
家兎の場合一実験系列に於いて刺激持續時間を種々に変更した時、到達した最高心搏数を見

\* 東北大学医学部応用生理学教室



第1図 家兎(左)及び犬(右)のカルヂオタコグラム

上: 刻時2秒, シグナルは音響刺激持続時間を示す. 左中, 右下: 心搏, その週期(秒)と毎分心搏数は夫々左側のスケールに示す. 左下, 右中: 呼吸運動 上向は吸息. 犬では顕著な呼吸性不整脈が見られる.



第2図 音響刺激持続時間と心搏数との関係. 家兎.

ると第2図に示す如く刺激持続時間5秒前後迄は急に増加するが, それ以上では最高心搏数は殆んど増加しないか又は増加軽微である.

音響刺激により斯様に心搏数が増加して, タコグラム上に於いて基線より上に出た部分を仮に陽性相と名付けると, 陰性相の面積は刺激時間によって大差がなく, 専ら陽性相が刺激時間に伴って増加する. この陽性相の面積と陰性相の面積との差を反応量として縦軸にとり, 刺激持続時間を横軸にとつて関係を求めてみると, 家兎4頭の成績は第3図の如くである. 前述の如く陰性相の面積は通常略々一定であるので, 陽性相のみの面積と刺激時間との関係でも同様な傾向を見る. 要するに音響刺激持続時間に応じて心搏促進反応量も増加するが, 直線的でなく, 反応量は始めは小で後急に増加する.

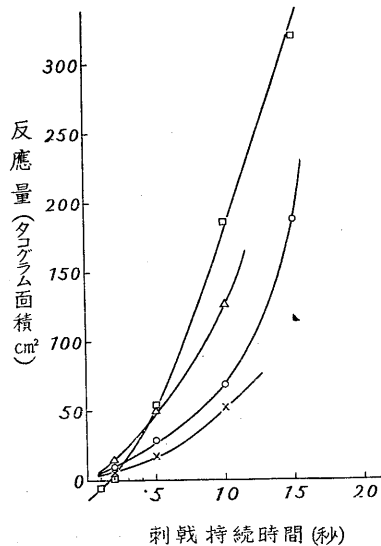
家兎では一旦刺激中止後次の同じ刺激に再び応ずるが, 犬では同じ刺激に応じない一定の不

応期を示す. 但しこの不応期は絶対的なものでなく, 同一刺激には不応でもより強力な音響刺激(ブザーで刺激している時は警笛・ピストルシュート・戸を叩く音)又は異種刺激(カサルカ)には反応して心搏は増加する.

第1刺激後の不応期

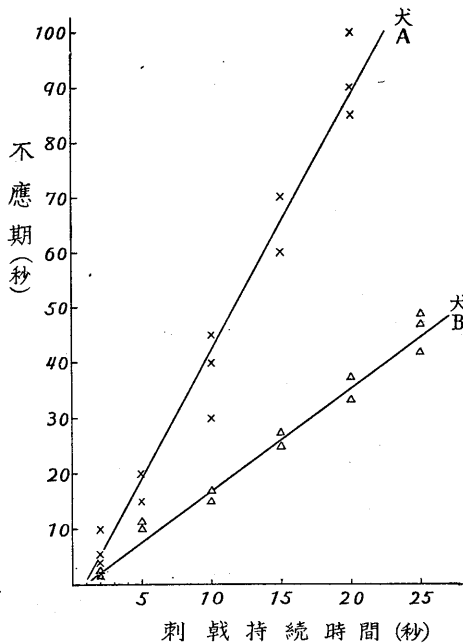
を同一の第2刺激によって探索して行くと, この不応期と先行刺激持続時間との間には第4図に示す如き直線関係がある. この直線の方角係数は犬の個体に依り異なる. 反応様式の個性差と思われる.

犬に於いては刺激を長時間続けると, 一旦増加した心搏数は一定時間の後には刺激の持続にも不拘, 自然と基線値に戻ることは既に述べたが, 家兎でも刺激持続90~120秒に及ぶとこれが見られる. 一種の適応現象である. この際的心搏緩徐化の過程は可成りなだらかで, 通例その後陰性相と見るべきものが存在しない. 以



第3図

音響刺激持続時間と心搏促進反応量(陽性相と陰性相のカルヂオタコグラム面積差 $cm^2$ で示す)との関係. 家兎.



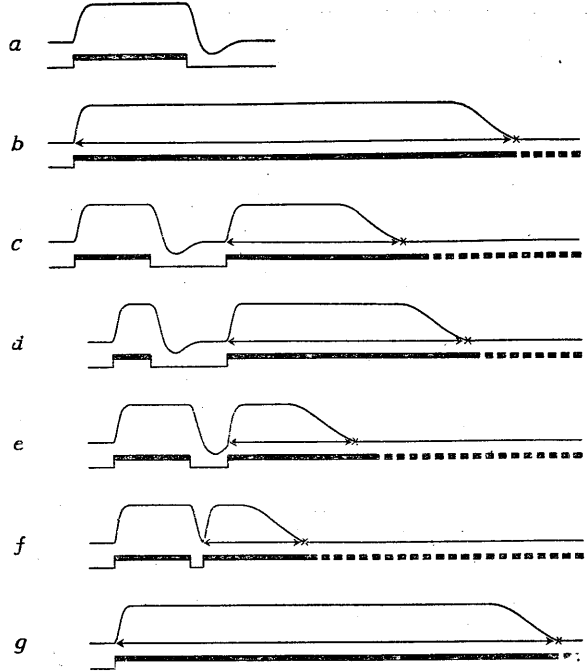
第4図 先行刺戟持続時間と不応期との関係犬. 詳細は本文参照.

下観察の便宜上専ら家兎に就いて、この適応現象を研究したのでその結果を述べる。

刺戟を始めてから一旦増加した心搏が自然と緩徐になり、基線値に戻るまでの時間を仮りに適応時と名付けよう。適応時は先行刺戟の持続時間とそれに続く刺戟休止時間により異なる。先行刺戟時間の短い程、刺戟休止時間の長い程、適応時は長い。この関係を模型的に説明すると第5図に示す如くである。

以上先行刺戟持続時間・刺戟休止時間・適応時の三者の間には一定の量的関係がある。この関係を図示すると第6図の如くで、先行刺戟時間をパラメーターにし横軸に刺戟休止時間・縦軸に第2刺戟に対する適応時を取ってある。

この家兎に於いては第1の音響刺戟（即ち先行刺戟のない場合）の持続が90秒に達すると適応が生じた。これは第6図の上方の水平線で示すことが出来る。第1刺戟5秒の後ではその後の刺戟休止時間を長くすればする程適応時は延長するが、それでも先行刺戟のない場合と同じ状態に回復する（即ち適応時90秒に達する）の



第5図

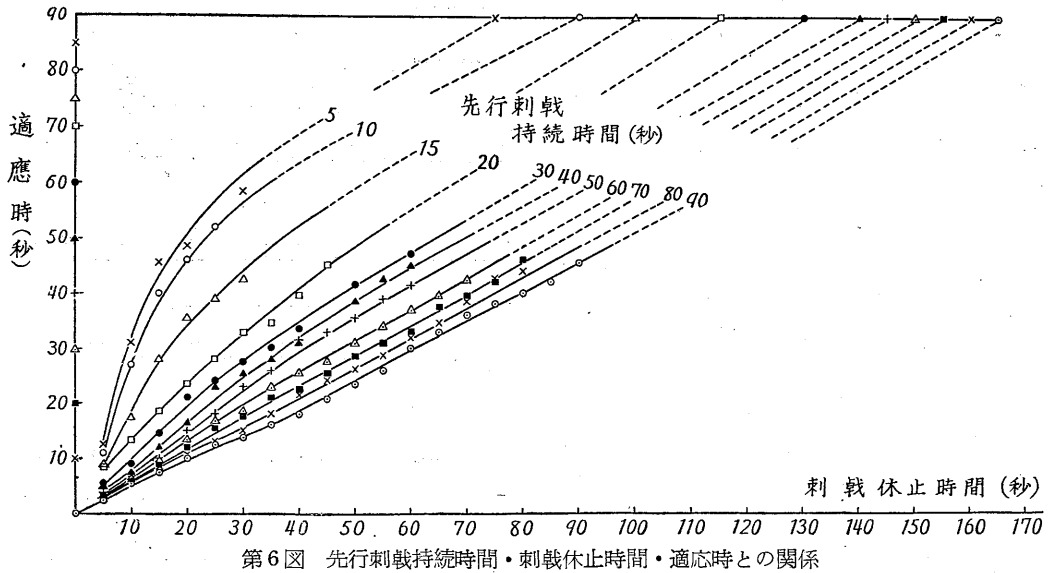
先行刺戟持続時間・それに続く刺戟休止時間・適応時との関係を示す模型図。

夫々上は心搏反応、下に音響刺戟マーク。太線の部が刺戟時間を表し、×は適応が起った時点。←→は適応時を示す。a: 単純な心搏反応像。b: 適応時。c, d: 刺戟休止時間が等しいが、cでは先行刺戟持続時間が長いので適応時はdより短い。e: 先行刺戟持続時間はcに等しいが、刺戟休止時間が短いので適応時はcに比し短い。f: eに比べて刺戟休止時間が更に短い場合。刺戟休止時間を更に短縮し0とした極限はgであって(上のbと同じ)、適応時はfに比し遙かに長い。

に75秒の刺戟休止時間を要することが図よりわかる。同じく先行刺戟10秒では90秒の刺戟休止時間によって漸く旧に復する。更に先行刺戟が90秒持続した場合は回復に165秒を要した。

第6図所見を総合して考えると、恰も音響刺戟中に速脈を呈する一方、何か速脈に抗する制止的要因が時間的に次第に蓄積乃至は増強し、一定程度に達すると刺戟の持続にも不拘、速脈を生ずべき要因を打消して心搏数は基線値に戻り、即ち“適応”を来す。然も刺戟持続中かかる制止的要因は次第に増加するが、一旦刺戟を中止すると減少し始め、一定時間の後には消失するものの如く考えられる。

然るに茲に注意すべき奇異な現象がある。模



型図5に於いてeとfとを比べると第1刺戟持続時間は同様であるが、それに続く刺戟休止時間はfの方が短いので、最後の適應時はeに比べて短いことは上に述べた通りである。そしてこの刺戟休止時間を更に短縮した極限としては0となった場合を仮想すると、適應時は更に短くなるべきである。然るに刺戟休止時間0とは第1刺戟を中止せずに持続した場合に相当する訳であるが、その場合は適應時が逆に遙かに長いという結果になることはfとgを比べて見ると明らかである。これは刺戟を中止することによって、一過性に不連続的な変化ともいふべきものが刺戟(音響)→興奮(速脈)の反射過程のどこかに生じたものと思われる。これについては後に考察する。

上述の様な音響刺戟に対する心搏反応が如何なる反射路を通して起るかを究明するため、家兎について去脳・去皮質及び末梢迷路剔出の家兎に対する影響を観察した。

中脳と間脳の間で去脳を行った家兎は術後4~5時間生きていたが、かかる去脳家兎に音響刺戟を与えても、心搏リズムは何等の応答を示さなかった。

次に左右何れか一側のみの聴覚領を除去した家兎で、術後7~10日経て手術傷創が治癒した

と思われる時に実験を行くと、音響刺戟に対して除去前と全く同様に反応する。しかるにさらに他側をも除去すると、同じ刺戟に対して殆んど反応を示さなくなる。両側聴覚領を同時に除去した家兎でも結果は同様で、音響刺戟に反応しない。

両側末梢迷路及び蝸牛殻を剔出した家兎でも同様に反応を示さない。

要するに音響刺戟に対する心搏反応の反射路は大脳皮質を含む反射弓である事を確めたが、本研究としては更に立入ってこの反射路を精しく検索しなかった。

### Ⅲ. 考 察

上述の実験結果より、犬および家兎は音響刺戟を受けると心搏促進を来すことは明らかである。然もそれは大脳皮質を含む反射弓に依る反射であることがわかった。恐らく他種の動物に於いても(例えば猫更に人でも)量的に差はあるとしても、同様な反射が見られるものであろう。この心搏反射は外界の異変を示す音響という刺戟に対する警告反応(alarm reaction)的の意味を持つもので、恐らく刺戟により個体に一種の情緒(emotion)が惹起されたのによるものである。というのは人間の心搏リズムを長年

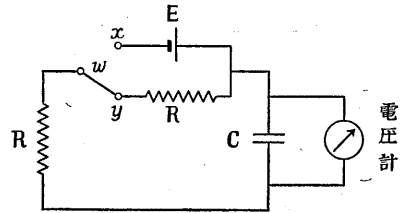
観察して来た吾々の経験によると、精神活動に伴う心搏促進は通常情緒の強さに最も密接な関連を示すものが見られるからである。

Bond は音響刺激に対する犬・猫の心搏像を心電図から換算して描き、陰性相は迷走神経に依ると言っているが、著者も同様に陰性相の存在を見た。本研究のカルデオタグラフに依れば1つ1つの心搏リズムを自立的に、より正確に而も任意の長時間に亘って連続的に記録し得るから極めて便利である。

家兎には殆んど不応期が無く一旦刺戟中止後同じ刺戟にも速かに応ずるが、犬では一定の不応期があり、この不応期と先行刺戟持続時間との間にある直線関係は各犬の個性に依りその方向係数を異にする。これは極めて興味ある事実であって、この直線方向係数から感官刺戟に対する反応より見た個性の分類も可能であろうと考えられる。この不応期の如何なる時相に於いても、より強力な音響刺戟又は異種刺戟に対しては反応を示すことから、この不応期は絶対的なものでない。音響心搏反応が中枢神経内の複雑な径路を経るものであるとすれば、当然この様なことが予期されるが、その神経生理学的過程の詳細は今後の研究に俟たねばならない。

家兎の実験に於いて刺戟を長時間続けると90~120秒で一旦増加した心搏数は自然ともとの値に戻り、一種の適応現象を示すが、刺戟開始よりこれを示すに至る迄の時間を仮りに適応時と名づけることは前にも述べた。

ところで第1の刺戟 (conditioning stimulus) 後一定の刺戟休止時間を置いて再び刺戟する (testing stimulus) と、第2の testing stimulus に対する適応時は conditioning stimulus を与えなかった場合に比べて明らかに短い。然もこの適応時は testing stimulus の長い程、刺戟休止時間の短い程短い。このことから中枢神経中に次の様な過程が推定される。即ち刺戟に応じて刺戟継続中一方で興奮過程 (心搏促進) が生じつつあると共に、他方これに拮抗する要因いわば制止的要因が時間的に蓄積または増強する。この制止的要因は刺戟が止むと、時間的に

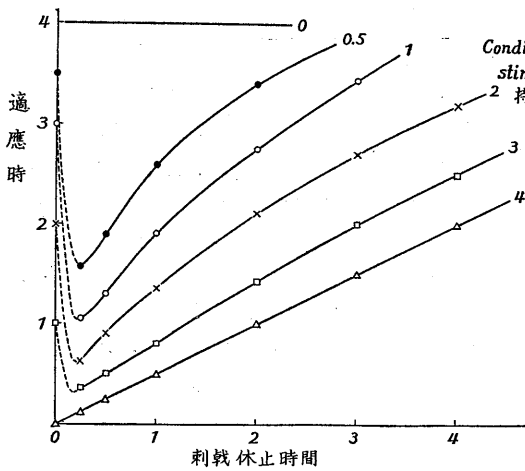


第7図 RC 結合回路模型

次第に減退して行く様なものである。今仮りにこの制止的要因が蓄積及び減退して行く過程が指数函数的であると考えれば、一定の時定数を持った RC 結合回路に電荷を充電し、再びこれを放電する経過を以て類同的に考えることも許されるであろう (第7図)。

この模型でコンデンサー C に蓄えられた電荷又はコンデンサーの電圧は上述の制止的要因に相当し、刺戟時は図中回路のスイッチ w を電池側 x に連結した状態、刺戟休止時は y に連結した状態に相当する。C の電荷が一定量、又は C の極間電位差が一定値に達した時適応が起ると見るのである。但し第6図でわかるように音響刺戟90秒持続で適応が起った直後、刺戟を中止した後165秒 (即ち90秒の約2倍) 刺戟を休止しなければ元の状態即ち第2刺戟に対する適応時90秒という状態に戻らないのだから、第7図の回路模型で放電回路の時定数を充電回路の2倍とした。

処が第6図所見をこの模型で解明するに当たって、第6図の数値を比例的に単純化した第8図 (第6図の90秒を4とし以下それに準じて作成した) について考えることにする。一方前述の様に制止的要因の増強及び減弱過程を、一定の時定数を持った RC 結合回路の充電及び放電経過と類同的に考えて、計算した結果を同様な図で示すと第9図となる。この図で conditioning stimulus の持続時間が夫々 0.5, 1, 2, 3, 4 の時 (図中各曲線のパラメーターとして記入)、刺戟休止時間 (横軸) と第2の testing stimulus に対する適応時 (縦軸) との関係を示してある。横軸値0は刺戟休止時間0即ち conditioning stimulus 中断されずに直ちに testing stimulus に移行した場合を示すから、例えば conditioning



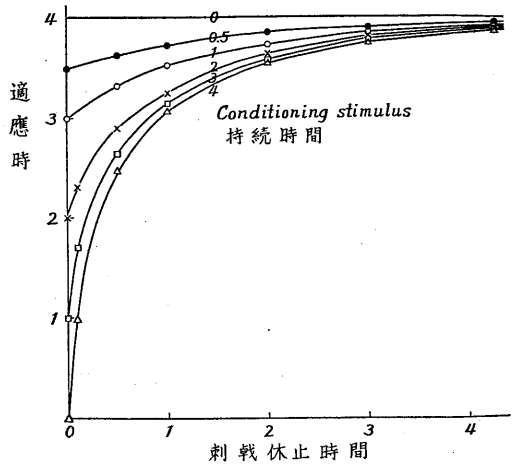
第8図

第6図の数値を比例的に単純化した模型図

stimulus の持続 0.5 の時は更に  $4 - 0.5 = 3.5$  の時間だけ testing stimulus を与えねば適応が起らない訳であるから、縦軸上 3.5 の点で示される。同様に conditioning stimulus が 1, 2, 3, 4 の場合、刺激休止時間 0 に対する適応時は夫々縦軸上で 3, 2, 1, 0 の適応時の点で示される。刺激休止時間が 0 でない場合は、それに応じて各場合共適応時が長くなることは曲線群の示す通りである。

ところが事実に基づいた第8図をこの第9図と比べると、著しい差がある。それは主に両図の左方の部分に明らかであって、実際の家兎の実験に於いては conditioning stimulus の後に一定の刺激休止時間を与えた場合、すなわち第1刺激を中止した場合は第2の testing stimulus に対する適応時が、刺激を中止しなかった場合の適応時より却って明らかに短くなっている。これは刺激休止時間が長ければ長い程、その後の適応時が長いとの一般的法則に反する。故にこの場合刺激を一旦中止することに依り、上述の制止的要因の変動が一過性に不連続的経過を取ったものと考えねばならない。

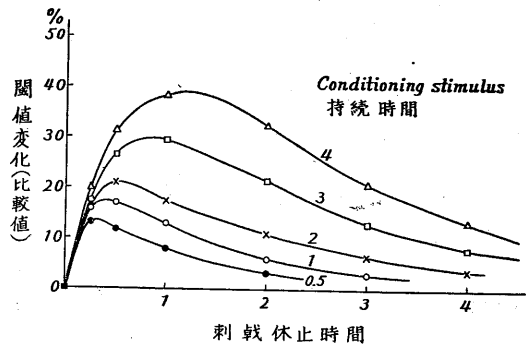
具体的に言えば、継続刺激を一旦中止すると、制止的要因は減退するのであるが、その経過の上に反動的な一過性の増大、または行過ぎ (overshooting) が加わると見るのである。この



第9図

Conditioning stimulus 持続時間と刺激休止時間及び適応時との関係を第7図の蓄電器充放電回路模型より計算した結果を示す。

overshooting の程度は前述の第9図を第8図の経過に合致せしめるのに、どの程度の補正を加えねばならぬかを計算して見ると推定できる。その結果を第10図に示す。この図の横軸は第8図、第9図の場合と同様に第1刺激中止後の刺激休止時間を示し、縦軸は刺激中止の瞬間から一過性に生ずる制止的要因の量的変動を示しているもので、一時急に増大した後に次第に消失する経過を取るものである事がわかる。その程度及び最高に達する迄の時間は、先行刺激持続時間の長い程著しい。この曲線群の様相は一見 Katz<sup>2)</sup> の謂所部位興奮 (local response) のそれと類似していることは興味深い。兎に角この



第10図

音響刺激中止直後一過性に見られる“制止的要因”(又は心搏反応閾値)の変動経過 (本文説明参照)。

変動を第9図と組合わすと第8図の経過が得られる。

以上の制止的要因とは果して如何なる神経生理学的過程であるかが問題である。刺戟に伴って興奮が起る一方、中枢神経系内のある部位に何かの物質が蓄積して行くのかも知れない。物質と限定せずとも、何かの生理的特性が量的に増強してゆくと見てもよい。唯それが刺戟に対して興奮とは逆方向に仿らく様なものである事を意味している。故に心搏促進効果を来す刺戟閾値と考えても良い。この際聴覚刺戟感受の末梢部に於ける適応は考え難いところだから<sup>6)</sup>、音響刺戟により心搏反応という効果を生ずるに到る迄の反射経路中の中枢内 synapse に於ける閾値の変動と考えるべきであろう。

刺戟となる神経衝撃が neuron に入来し、その postsynaptic neuron が興奮する時その被刺戟性、即ち閾値が如何に変化するか、更に有効な衝撃が連続的に入来する場合閾値が如何に変動するかについては直接の資料がないが、後電位 (after potential) 的な変動が閾値と直接関係あることは充分推知できる。然も反復興奮の持続によって positive after potential が次第に加重増強されるならば、時間的にその閾値は次第に上昇して行くであろう。本研究の場合もその様な性格のものであるかも知れない。しかも筋神経等の被刺戟性形態に直流を持続的に流した場合の膜電位の変化は、断流後一過性に“行過ぎ”の相を示して元に戻るといふ一般的傾向のあることは周知である。膜に長時間通流により hyperpolarization を結果した時電流を断つと、一過性により著しい hyperpolarization の overshoot を見る。Hyperpolarization は刺戟に対する閾値の上昇を示すから、第10図に示した様な仮定はこれと一致する。筋又は神経に長時間直流 (殊に陰極より) を通ずる場合の閾値の同方向の著しい overshooting を来して、次第に正常値に戻ることが知られている<sup>7)8)9)10)</sup>。

要するに音響刺戟より心搏反射への伝導路中の何れかに於ける synapse の閾値が、刺戟とともに次第に指数函数的に上昇してゆき、一定の

高さに達すると興奮が止んで心搏促進は消失する。之が上述の“適応”である。刺戟を中止すると、この閾値が一過性に上昇してた後次第に指数函数的に低下するが、充分安静値に戻らぬ前に刺戟が再び与えられると、閾値はその時点の値から再び上昇を始め、上述の一定値に到達すると心搏反応の適応が起ると見るのである。

斯る閾値の変化を来すものは神経生理学的に見て恐らく神経細胞膜の分極状態の変化であろうが、その様な閾値の変化の起る synapse は何処であるかは今後の研究に俟たねばならない。

#### IV. 結 論

実験動物として家兎及び犬を用い、音響刺戟の心搏リズムに及ぼす影響をカルデオタグラフに依り詳細に追求した。

刺戟に応じて心搏数は急激に増加、2~5秒で略々最高心搏数に達し以後プラトーを継続する。刺戟を止めると直ちに下降、陰性相を経てもとの値に戻る。刺戟の強さを一定とし、刺戟持続時間に対する心搏反応の強さ及び経過を量的に追求した。

家兎では一旦刺戟中止後つぎの同じ刺戟に常に応ずるが、犬では一定の不应期を示す。この不应期と先行刺戟持続時間との間には直線関係がある。ただしこの不应期は絶対的なものでなく、より強力な音響刺戟または異種刺戟には反応する。

家兎に於いては刺戟を長時間続けると90~120秒で一旦増加した心搏数は、刺戟の持続にも拘らず自然と元の値に戻る。一種の適応現象である。これを生ずる迄の時間を仮りに適応時と名づけると、適応時は先行刺戟持続時間が短い程、又その後の刺戟休止時間が長い程長くなる。これら三者の間には一定の量的関係があるが、適応を来す要因は刺戟時間中増加、刺戟中止により単純に低下する丈のものでなく、刺戟中止直後一過性に反動的变化を示すものであることを明らかにした。

この要因の生起場所及び本質は尙不明であるが、神経細胞の synapse に於ける閾値変化と見

て類似の所見と対比，理解することを試みた。

更に家兎に於いてこの音響刺激に対する心搏反応の反射路が，大脳皮質をも含む，従って複雑な反射弓であることをも確めた。

終りに臨み，御懇切な御指導と御鞭撻をいただき更に本報告の御校閲をして下さった恩師，松田幸次郎教授に深甚の謝意を表します。

#### 文 献

- 1) Bond, D. D. (1942-43) Sympathetic and vagal interaction in emotional responses of the heart rate. *Am. J. Physiol.* 138, 468
- 2) Matsuda, K. (1950) A modification of cardiograph. *Tohoku J. Exp. Med.* 52, 75
- 3) Kato, M. and H. Sato (1950) A new clinical respiratory recorder. *Tohoku J. Exp. Med.* 52, 444
- 4) 加藤政孝 (1956) 実験動物の心搏リズム 日本生理誌 18, 12号に掲載の予定
- 5) Katz, B. (1938) Experimental evidence for a non-conducted response of nerve to subthreshold stimulation. *Proc. Roy. Soc. Lond., B*, 124, 244
- 6) 勝木保次；個人的示教
- 7) 杉 靖三郎 (1936) 筋の分極性と電気緊張 日本生理誌 1, 330 (学 32)
- 8) 安藤 毅 (1952) 神経並びに筋に於ける直流通流電極作用の研究 日本生理誌 14, 1
- 9) 田村満国 (1939) 心臓の自動点に直流を通じた時の週期的変化 日本生理誌 4, 390
- 10) 山中俊雄 (1940) 電気緊張に就いて 日本生理誌 5, 433

#### Summary

Reflex cardiac acceleration brought about by acoustic stimulus (buzzer) was studied both in rabbits and dogs. The heart rate which started to rise immediately on the stimulus, slowed down spontaneously notwithstanding the persistence of the stimulus (*adaptation*). This occurred pretty soon in the dog, but after a considerable time of stimulation in the rabbit. The duration of stimulus (testing stimulus) to be maintained for the adaptation to occur (*adaptation time*) was investigated quantitatively with particular reference to the effects upon it of a preceding stimulus (conditioning stimulus) and a temporary interruption thereof. It was tried to interpret the *adaptation* as due to an elevation of the threshold to reflex cardiac acceleration for the acoustic stimulus at the neuronal synapse somewhere in the reflex pathway. To put the experimental results in consistence, an assumption seemed appropriate that the threshold mentioned above, which was rising during stimulation might undergo an "overshoot" on the discontinuation of the stimulus and come down thereafter gradually to the control level. Probable existence of such an "overshoot" of threshold at the synapse was discussed.

(Department of Applied Physiology, Tohoku University School of Medicine)

## 副腎と体温保持機能 612.45:612.53

Role of Adrenals in Resistance to Cold.

向島 迪 (MUKOJIMA-Michi)\*

### I. 序 言

副腎剔除動物が寒冷 Stress に対する抵抗力の減弱をみる事は多くの研究者により報告され、かつその原因も主として副腎皮質欠損に基くものとみなされている<sup>1)</sup>。然るに当教室の中川<sup>2)</sup>は副腎剔除家兎に於ける急速冷却実験に於いて Cortisone 或いは DCA の前処置は直腸温下降に殆んど影響のない事をみ、かつこの寒冷抵抗減弱は副腎剔除後の経過に於いて漸時回復し1ヶ月以上を経れば略正常に復することを報告した。即ち副腎剔除後の発熱機構の機能低下とその自然回復が見出されたのであるが、熱生産増加時のアドレナリン分泌欠損及び骨格筋戦慄の関係が検討されていない。のみならず実験条件が 13°C の水浴での急速冷却であり、戦慄開始の時間的關係を追求するには極めて不利である。よって著者は比較的緩慢な冷却条件下で副腎欠損に基くアドレナリン分泌欠損が寒冷時熱生産機構に如何なる影響を与えるかを検討せんと試みた次第である。ここに冷却条件としては家兎の背位固定を選んだ。背位固定により直腸温は1~2時間の経過で漸時下降し、最低1~2°C の低下を示すことは周知の事実である。尙この現象に対しかって Bormann<sup>3)</sup>は毛の薄い腹部よりの放熱面積の増大であろうと想像したのであるが、近時我国の研究者は背皮面の圧刺戟による反射性体温下降である<sup>4)</sup>とか、或いは背位固定時の呼吸数増加によるものと主張<sup>5)</sup>している次第である。しかし呼吸数変化は常に認められず、又圧反射を肯定するに足る実験的根拠は完全でないのみならず、この際血糖上昇にみるアドレナリン分泌の事実と氏等の仮定する反射的物質代謝抑制とが同時にみられるとの矛盾した説明に到達するのである。当教室に於いて福

田教授、天野は Bormann の推測を実験によって確認し<sup>6)</sup>背位固定による直腸温下降は腹部放熱面積増大によるものである事は最早疑いないこととなった。よって著者は背位固定に於ける緩慢冷却時の体温維持機能に関する副腎の役割を検討せんと試みた次第である。

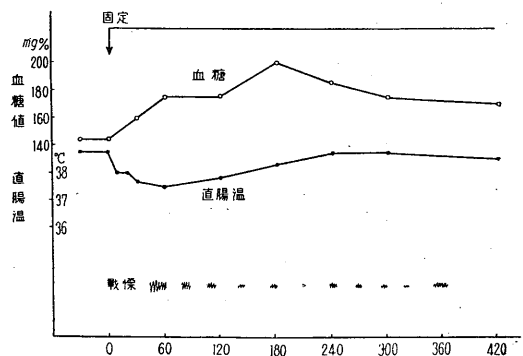
### II. 実験方法

実験には白色家兎体重2kg前後を用い、食餌はオカラ 300g とした。副腎剔除家兎実験は剔除後10日を経、手術侵襲の直接影響の消滅した時期に行った。戦慄の筋電図的観察には直径10mmの板電極による表面誘導法を用い、主として背筋より誘導した。血糖は Creclius-Seifert 法ならびに Somogyi 法により定量し、直腸温は体温計を直腸内 5cm 挿入し計測した。Epinephrine は三共製塩化アドレナリンを使用した。背位固定による直腸温の下降度は実験時の室温にも左右されるが本実験は室温 15°C 前後で行われた。

### III. 実験成績

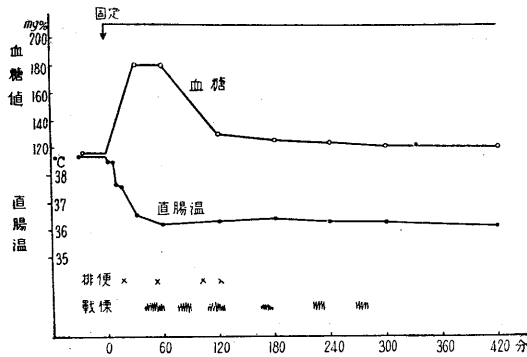
#### A. 正常家兎背位固定時の直腸温変化

正常家兎背位固定後の直腸温変化並びに過血糖出現状況は第1図並びに第2図に示す如くで



第1図 正常家兎背位固定時の直腸温並びに血糖

\* 千葉大学医学部第2生理学教室 (福田篤郎教授)

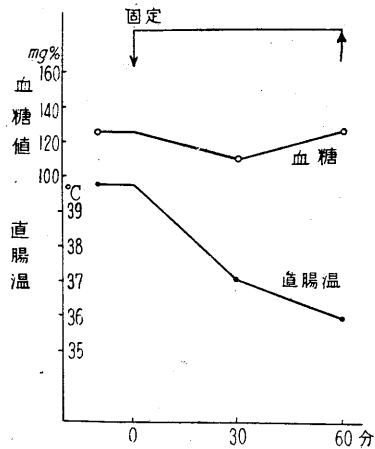


第2図 正常家兎背位固定時の直腸温並びに血糖

ある。第1図に於いては、直腸温は固定後直ちに下降を始めるが、下降は約1時間で停止し以後漸時回復の経過をとり、約4時間にして殆んど背位固定前の直腸温に復帰する。直腸温下降の最大は約 $1.5^{\circ}\text{C}$ である。本例に於いては血糖は直腸温下降後直ちに上昇を開始し、約3時間で最大に達し以後漸時低下するも、全経過に於いて固定前より高位に止った。次節に述べる如く、この過血糖出現は副腎の存在を前提とするものであり、Epinephrineの過血糖と解せられる。なお肉眼的観察による戦慄の出現並に強度は図に示す如くであり、直腸温下降が最低に達する以前にすでに強度に開始され直腸温回復経過に伴って減退するが、直腸温回復後と雖もなお存続する。第2図に於いては直腸温下降度は約 $2.5^{\circ}\text{C}$ に達し、かつまたその自然回復の傾向を示すも不完全で低体温のままに経過した。本例に於いては過血糖経過は約1時間後より消退し、略々もとに復帰した。戦慄開始は前例と同様であったが、その出現は間歇的であり、血糖の正常に復すると共にその間隔が著しく延長した。上記の代表的2例よりして背位固定後、直腸温下降の経過は血糖の消長と密なる関係を示し、あたかもEpinephrine持続分泌が直腸温自然回復に役立つかの感を与え、かつ又戦慄現象がこれ等と直接関連あるかに思われる。これ等の関係を明らかにすべく次節の実験を行った。

#### B. 副腎別出家兎背位固定時の直腸温変化

副腎別出家兎背位固定後の直腸温変化は第3図に示す如くであり、本例に於いては直腸温下



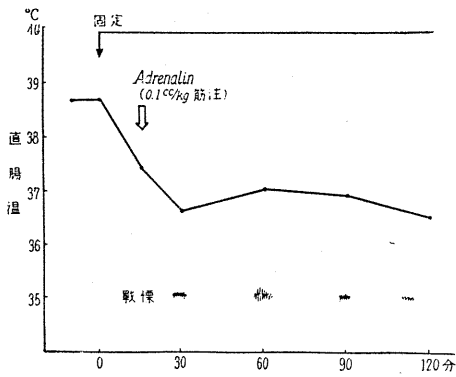
第3図

副腎別出家兎背位固定時の直腸温並びに血糖

降は急速かつ顕著にあらわれ、約1時間にして $4^{\circ}\text{C}$ に達せんとし、低体温致死経過を取らんとする為に背位固定を中止した。この様な直腸温下降に伴う諸現象を見るに、既述の正常家兎にみる如き過血糖現象はいささかも現われなかった。また正常家兎背位固定後30分前後よりみられた強烈な戦慄も全く現われず、重篤な低体温 $36^{\circ}\text{C}$ に達してはじめて多少の戦慄の開始をみた。即ち、副腎別出家兎に於いては直腸温下降に対する防禦機能、即ち戦慄の出現並びにその強度が著しく低減するのを認め、これが重篤な直腸温低下を来す由縁と解され得る。なおかつこの様な発熱機構の失調は過血糖現象の消失、即ちEpinephrine分泌欠損に基くかの感を与える。しかしながら副腎欠損に由来するこれ等体温保持機能の失調現象は副腎の髓質並びに皮質機能の廃絶に基くものとして検討されねばならない。よってこれを次節に於いて検討した。

#### C. 副腎別出家兎背位固定に際する Epinephrine 投与並びに Cortisone 前処置の影響

上述の如く過血糖出現と直腸温下降との間には密な関係のあることより、副腎別出家兎に於ける顕著な直腸温下降に対し先づEpinephrine分泌欠損を推定し、Epinephrine投与効果と直腸温経過並びに戦慄出現状況を観察した。特に戦慄の強度並びに経過に主眼を置き客観的表示の為筋電図撮影を行った。Epinephrine投与後



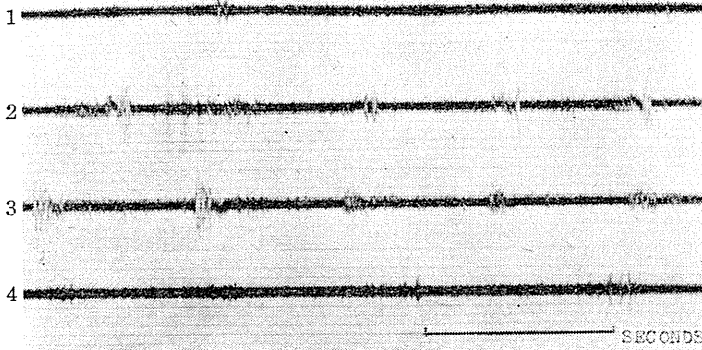
第4図

副腎別出家兔背位固定に際する Epinephrine 投与

は第4図に示す如く、戦慄の出現と共に直腸温下降は停止し、その回復をみるに至る。このような回復経過は Epinephrine なしではみられない。この際戦慄出現に対する Epinephrine 効果は第5図の筋電図撮影に示す如くである。同図Aは正常家兔背位固定後に於ける戦慄出現を示し、既述の如く固定後早期に強度の戦慄が出現し、同図Bは副腎別出家兔背位固定後の戦慄経過を示し、既述の如く殆んどその出現をみず、直腸温極度の低下によってはじめて戦慄が開始される。同図Cはこの様な戦慄出現遅延の副腎別出家兔に対する Epinephrine 投与の影響

を示し、Epinephrine 投与後すでに10分で軽度の戦慄があらわれ、30分後には極度に達し以後漸時減少する。

斯くして著者は副腎別出家兔に於ける Epinephrine 投与が戦慄出現を促進しその直腸温下降を防止するものと解する次第である。次に副腎別出家兔に於ける Cortisone 前処置であるが、実験前日並びに固定前3時間に2mg/kg 投与するも戦慄出現に対する影響は全くみられなかった。但し直腸温の危険限界を越えての過度な体温下降はみられなかった。このことに関しては別報に述べる事とし、本論文に於いては背位固定、即ち緩徐冷却実験に於ける副腎別出家兔の直腸温経過は主として髓質 Epinephrine 分泌欠損に基づくものと解され、Epinephrine 効果は戦慄出現を促進し発熱機構にあづかるものと考えられる。

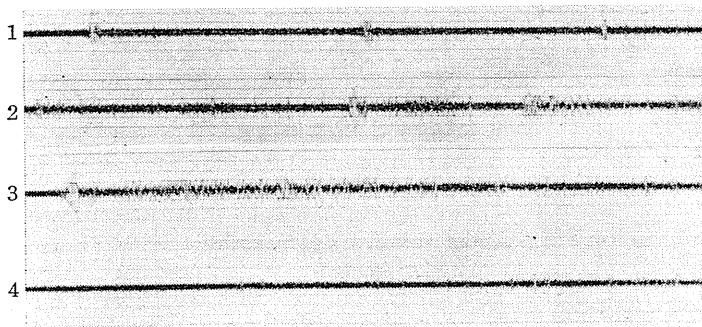


第5図A 正常家兔背位固定時の筋電図

固定後 1; 10分, 2; 30分, 3; 60分, 4; 120分。



第5図B 副腎別出家兔背位固定時の筋電図 固定後30分撮影



第5図C 副腎別出家兔背位固定に際し Epinephrine 投与せるもの

Epinephrine 注射後 1; 10分, 2; 15分, 3; 30分, 4; 40分。

IV. 考 察

著者は家兔の緩徐寒冷曝露

として背位固定を選び、その腹壁よりの放熱量増大に基く直腸温下降状況を観察し、家兎の寒冷曝露時の体温保持機能を検するに、副腎が極めて重要な役割を演ずる事を明かにし、かつそれが Epinephrine 分泌を介しての戦慄出現促進と解した。さて体温保持機能に於ける Epinephrine 分泌の役割を文献にみれば、Epinephrine が一般物質代謝を亢進し為に寒冷曝露時の戦慄出現を抑制すると言うのが Cannon<sup>7)</sup> 以来の一般見解である。しかしながら Cannon の実験に於いては寒冷曝露として一定量の冷水を胃ゾンデで注入し、唯だ肉眼的戦慄の出現を正常ならびに Epinephrine 分泌遮断猫と比較し、後者に戦慄著明であると言うに過ぎない。この際に於ける両者の直腸温下降度の測定も行われていないので、Epinephrine 分泌欠損時には正常に比し急速かつ顕著な直腸温の下降があらわれ、ために戦慄が著明となったとの可能性も考えられる。また Cannon 学説を裏書きするかにみえる Epinephrine による戦慄抑制を主張する Hall<sup>8)</sup> の報文を検討するに、Pentobarbital 麻酔下に於ける猫の急速冷却に際する Epinephrine 大量 (0.1mg/kg) 投与の効果が図示されている。Epinephrine (静脈注射) が戦慄機械曲線を阻止するかに見えるが、それは急速な血圧上昇ならびにそれに引続いて起る血圧低下を伴い、かつまた数分を出ざる観察に過ぎない。おそらく大量 Epinephrine 投与による反射性抑制と考えられ、生理的 Epinephrine 量での成績とは相反するものと考えられる。よって著者はこれ等の文献に反し、Epinephrine は寒冷曝露時の戦慄出現を促進しその体温上昇をはかるものであり、既述の戦慄出現経過からしてこれが単なる物質代謝亢進作用とは考え難いことを主張するものである。もとより戦慄は副腎欠損状態に於いても出現し得るが、その出現条件として極度の体温下降を必要とするものである。Epinephrine 分泌は斯かる重篤な低体温をまたずして戦慄の出現を促進し、体温回復をはかるものと解せられる。ここに帰納せられる結論は Epinephrine 皮下投与後にしばしば見られる悪寒戦慄の臨床

経験をも説明するものと考えられる。

## V. 総 括

1) 家兎背位固定後の直腸温下降は約 1 時間で最低に達し (約 1.5°C : 室温 15°C 前後) 以後漸次回復をみる。この現象は過血糖出現と密なる関係を有し、過血糖が早く消失する例に於いては直腸温自然回復も不完全である。

2) 副腎別出家兎に於いては過血糖の出現も、直腸温の自然回復もみられない。

3) 正常家兎の直腸温自然回復はそれに先だつて著明な戦慄を示し、副腎別出家兎に於いては体温の重篤なる下降をみてはじめて軽度の戦慄が出る。

4) 副腎別出家兎の体温下降時に Epinephrine を投与すれば戦慄は急速に現われ、それに伴い直腸温下降は防止される。Cortisone 投与は戦慄出現並びに直腸温回復に対し無効である。

5) 以上の事実により、著者は寒冷曝露時の副腎 Epinephrine 分泌は戦慄出現を促進し体温保持機能に役立つと解した。Epinephrine 分泌は一般物質代謝を亢進し、寒冷曝露時の戦慄出現を抑制するとの従来の見解 (Cannon) の正しからざる事を論じた。

本研究の完成は、恩師福田教授の御懇篤な御指導の賜であり、生涯を通じて先生に感謝申します。なお、種々御援助を戴いた教室員諸氏に、深甚なる謝意を表します。

## 文 献

- 1) Hartman, F. A., K. A. Brownell & A. A. Crosby (1931) The Relation of Cortin to the Maintenance of Body Temperature. *Am. J. Physiol.* 98, 674
- 2) 中川 孝 (1953) 下肢緊迫 Stress に対する耐性と副腎 *日本生理誌* 15, 552
- 3) Bormann, F., S. Brunnow, u. E. Savary (1923) Über den Unterschied in der Körpertemperatur beim männlichen und weiblichen Kaninchen und Über die Frage der Abhängigkeit der Körpertemperatur von den Geschlechtsdrüsen. *Skand. Arch. Physiol.* 44, 248
- 4) 長谷川弘・小沢 孝 (1953) 動物を固定することによる体温変化の原因について *日本生理誌* 15, 253
- 5) 井上 敏 (1954) 家兎固定時の体温低下に影響す

- る因子について 日本生理誌 16, 674
- 6) 第33回生理学会発表
- 7) Cannon, W. B., A. Querido, S. W. Briton, & E. M. Britz (1926) Studies on the conditions of activity in endocrine glands. XXI. The Role of Adrenal Secretion in the Chemical Control of Body Temperature. *Am. J. Physiol.* 79, 466
- 8) Hall, V. E., and P. B. Goldstone (1940) The Influence of Epinephrine on Shivering and on Metabolism in the Cold. *J. Pharmacol (Am.)* 68, 247

### Summary

It has been demonstrated that the lowered resistance of adrenalectomized rabbits to the cold is due to the absence of epinephrine secretion. Contrary to the view held by Cannon, epinephrine was found to increase the heat production by enhancing the shivering in the cold.

*(2nd. Department of Physiology, Chiba University School of Medicine)*

# チフスワクチン発熱と副腎 612.55:576.851.49):612.45

## Role of Adrenals in Typhoid-Vaccine-Fever

向 島 迪 (MUKOJIMA-Michi)\*

### I. 序 言

著者は前報に於いて冷却に対する体温保持機構に於ける副腎の役割を検討し、Epinephrine 分泌は戦慄出現を促進し、化学的調節に与る事を明らかにした。その際皮質の役割は明白ではなかった。ここに更に発熱機構に対する副腎の役割を検討すべく両側副腎剔出家兎に対するチフスワクチン発熱を試みた。これに関する従来の文献を見るに副腎剔出動物は発熱物質に対し耐性減弱し容易に死亡を来すか、或いは発熱度が著しく低下すると言われている。Grant<sup>1)</sup>は最近副腎剔出家兎に於けるチフスワクチン発熱現象を検討し、とくに従来研究者が行っていたチフスワクチン大量投与を批判した。氏等は副腎剔出家兎に DCA 少量を投与しその健康状態を維持せしめる際に於いては、副腎剔出後といえども正常と変りない発熱を示す事を報告し、Epinephrine 分泌欠損に基く代謝増加が行われないためか、特に戦慄が顕著に現われると結論している。この Epinephrine 分泌の意義に関する推論は上述の如く、著者の観察と全く相反するものである。果して何れが正当か戦慄出現に対しては Grant 等は肉眼的に観察したのに対し著者は筋電図をもって検討し、且つ副腎剔出後無処置経過の各時期に於いてチフスワクチン発熱が如何なる消長をとるかを検討した。従来の観察が剔出後短時日に行われていたため、特にこの様な検討を行った。

### II. 実験方法

副腎剔出は福田教授方法に従い術後管理に充分注意し、Grant の如く DCA を与えずとも充分健康を維持出来た。チフスワクチンは北里研究所製を用いた。なお、Epinephrine 持続効果

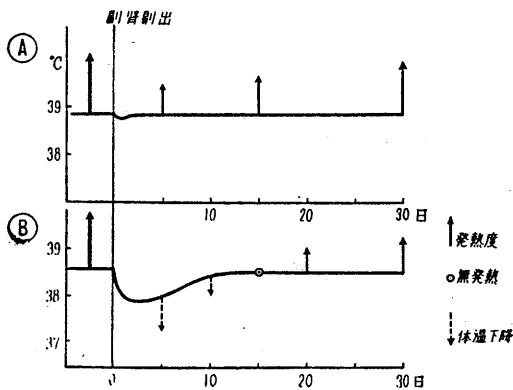
\* 千葉大学医学部第2生理学教室 (福田篤郎教授)

に対しては Park-Davis 製、油性アドレナリン (1cc 中 2mg. Ad. 含有). 筋電図撮影は板電極を用い家兎の背筋から誘導した。

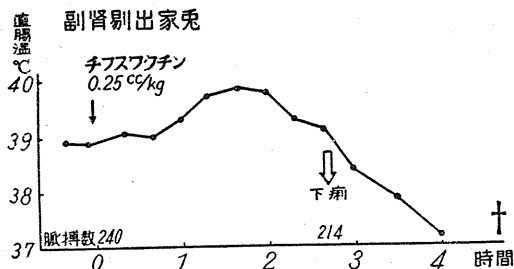
### III. 実験成績

#### A. 副腎剔出後の経過に於けるチフスワクチン発熱の消長

副腎剔出後の各時期にチフスワクチンの比較的大量 (0.25cc/kg) を投与した際の体温反応の消長は第1図に示す如くである。同図Aに於いては副腎剔出後の直腸温経過は極めて軽微で殆んど正常と変りなく、斯る例に於いては剔出後数日以内にチフスワクチンを与えても多少発熱度の減弱を見るが日数の経過と共に反応度上昇の傾向を示し、1カ月後に於いては略正常に復帰する。同図B例は副腎剔出手術の影響大なる為か術後直腸温下降を示し、低体温は約10日の経過をもって回復した。斯る際には剔出後早期のチフスワクチン投与は全く発熱を来さず、直腸温は逆に下降し、下痢などの症状を伴い無処置ではそのまま死亡する事が多い。斯る例に於いても術後1カ月経過し直腸温の略々正常に復帰する際には、再び発熱反応を見るのである。以上より発熱度は剔出後の基礎体温に支配され



第1図 副腎剔出家兎のチフスワクチン発熱反応



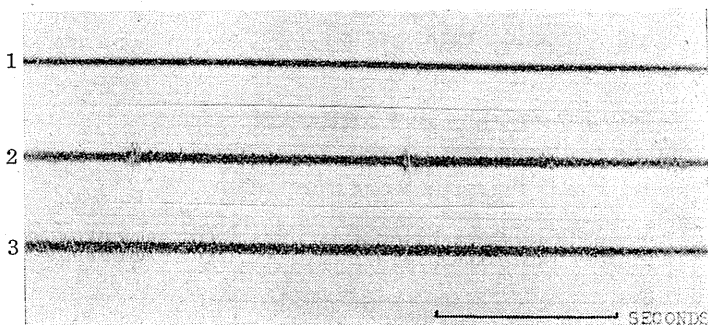
第2図 副腎別出家兎に対するチフスワクチン大量投与

るものの如くであり、体温保持機能健全なる限り発熱を示し得るものと言いうる。唯この際正常家兎と異なることは第2図に示す如く特に大量チフスワクチン投与に際しては発熱が最高に達してから(約2時間後)体温下降が急速に現われ、且つ強烈な下痢並びに脈搏数の多少の減少も伴い、致死的経過をとる例の存在することである。特にこの様な現象は別出後低体温が著明であった症例では直腸温が正常に復した後もかなり長期にわたって見られるものである。以上の事柄は従来の報告に見る所見の不一致を説明する。即ち別出の侵襲が軽微ならば発熱性は副腎なしでも維持されるが、初期に低体温を示す場合には発熱を示さず虚脱死を招来する。

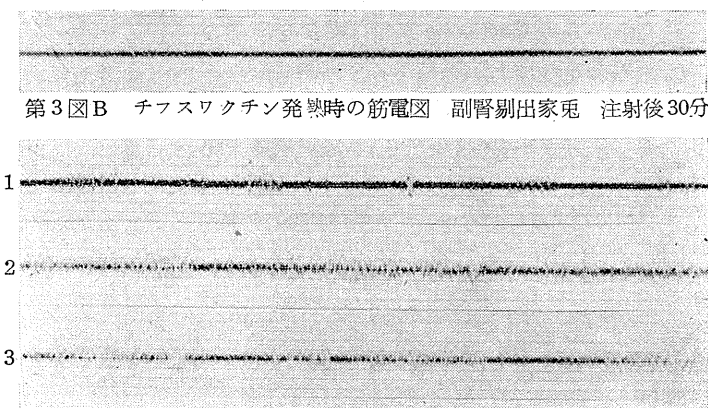
**B. チフスワクチン発熱に際する副腎髄質の役割**

従来チフスワクチン発熱に際しては交感神経副腎髄質系の活動により Epinephrine 分泌が行われ、それが物質代謝亢進作用を呈し発熱機序に参与するものと言われて来た。然し乍ら粗ワクチン大量投与ならばいざ知らず、通常見るべき Epinephrine 分泌増加が行われないことは血糖値が略々不変に當ることからも推定され得る。従って上述の如く副腎欠損時にも充分な発熱を示し得ることが理解出来る。さて Grant は副腎別出家兎に於いては Epinephrine 分泌欠損自

体に基く発熱減弱の代償として戦慄の出現することが多いと述べているが、著者の肉眼的観察に於いては斯る例は1例もなかった。よってこの事を確認すべく筋電図撮影を行うに第3図の如くである。同図Aは正常家兎の発熱に際するものでチフスワクチン (0.02cc/kg) 投与後30分ですでに軽微な筋繊維活動をみ、発熱度最高に達するに及びその度を増す。同図Bは副腎別出家兎に於けるもので戦慄は正常例に比して遙かに軽微である。この際に於ける発熱度が正常に比して低いのもそのためと解される。同図Cに見る如くこの際 Epinephrine 投与を行えば発熱度の増強とともに強烈な戦慄の開始を見るのである。チフスワクチン発熱に際しては見るべき Epinephrine 分泌増加は血糖消長の上に認められないのであるが、副腎髄質の存在は戦慄機序の発現を容易にするものと解せられる。この関係は特に副腎別出家兎後低体温期を示し発熱性の失

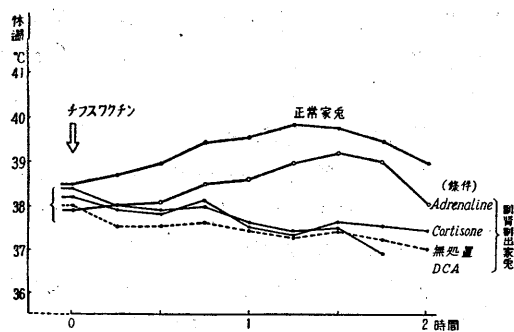


第3図A チフスワクチン発熱時の筋電図 正常家兎 注射後 1; 10分, 2; 30分, 3; 60分.



第3図B チフスワクチン発熱時の筋電図 副腎別出家兎 注射後30分

第5図C 同上家兎に Epinephrine 前処置したるもの 注射後 1; 30分, 2; 90分, 3; 120分.



第4図 副腎切除家兎の発熱性に対する各種前処置

われる症例に於いて観察せられる。即ち Epinephrine (油性) Cortisone, DCA をそれぞれ前日及びチフスワクチン (0.2cc/kg) 投与前3時間に前処置した影響を検討するに、結果は第4図に示す如くである。この際前処置自体が基礎体温に左程の影響を来さない様注意した。図に見る如く Epinephrine (油性) 前処置は基礎体温の尙低下せる状態に於いても尙かつチフスワクチン発熱性を回復せしめ得ることを知った。これに対し Cortisone, DCA は発熱性に対し全く効果がなかった。

### C. チフスワクチン発熱に際する皮質の役割

上述の如く副腎切除後の発熱性減弱は副腎髄質欠損に由来し、皮質はあたかも何等の役割を演じないかの感がある。然しながら著者は上述の低体温期を示す症例に好発するワクチン投与後の経過にみられる急性な直腸温下降及び下痢症状の発来は、特に皮質欠損に基くものではないかと思われる現象を観察し得た。即ち斯る場合にあらかじめ Cortisone 又は DCA を既述の如く前処置すれば上記現象はよく抑制せられる事を知った (第1表)。この際油性 Epinephrine は何等の効力を示さない。強い下痢現象は既述

第1表

下痢症状に対する Cortisone, DCA 及び Epinephrine の効果

	例数	下痢例
正常家兎	20	0
副腎切除家兎切除後 低体温を示す症例	21	17
同上 + Cortisone	4	0
同上 + DCA	2	0
同上 + Epinephrine	3	3

の如く脈搏減少を伴う事多く、迷走神経刺激に基く腸蠕動運動亢進と見るならば Cortisone, DCA の前処置はよくこれを抑制出来るものと解せられる。

## IV. 考 察

本実験に於いて特に注目すべきは、副腎切除家兎のチフスワクチン投与による戦慄の観察が Grant 等の報告と全く相反することである。Grant は副腎切除家兎では Epinephrine 性発熱の欠損する為か屢々戦慄出現をみるというも、それは9例中5例のみである。しかし斯る事柄は著者の何十例の観察に於いて1例もみなかったところである。また Grant 等は Hall 等が Epinephrine 注射は寒冷戦慄を抑制するとの報告を引用し、自らの観察を裏書せんとしているが、Hall の実験成績の判断が全く正しくないことは、既に指摘した通りであり、おそらく大量 Epinephrine 静注による反射的の一過性戦慄抑制と考えられる。Grant 等が何が故に5匹に強烈な戦慄を見たかと言うことに就いては充分な説明を下し得ないが、彼等の実験に於いては副腎切除後の健康維持のため DCA を投与し、かつ 0.9% 食塩水を飲料として与えているので、或いは食塩蓄積に起因するのではないかと想像される。つぎにチフスワクチン発熱機構に対する皮質の役割であるが、近時 ACTH、或いは Cortisone 投与は発熱物質の発熱に対し抑制的に働くことが明らかにされ<sup>2)</sup>、従ってこれをもってしてもそれが発熱機構に直接参与することは考え難い。著者の観察はこれを裏書し、唯それが低体温期をもち手術侵襲の過大であった家兎に、ワクチン投与後の経過に見られる強烈な下痢現象に対し、抑制効果を示した事は興味ある事実である。既述の如くそれが直接迷走神経反射の抑制を介してのものであるか、物質代謝改善による一般健康状態の維持にあづかったためかは直ちに判定出来ない。これに関しては今後更に検討されねばならぬ。最後に副腎切除後の寒冷耐性が約1カ月の経過に於いて漸時回復し<sup>3)</sup>、またチフスワクチン発熱の副腎切除後の

初期の低下も同様回復し得ることに關しては、寒冷乃至チフスワクチンに対する戦慄反応が副腎剔出による Epinephrine 分泌廃絶後、一時減弱するもやがて自から回復し得るものと解される。戦慄反応は常時は Epinephrine の体内存在乃至はその分泌増加によって増強されるものである。

## V. 結 論

1. 副腎剔出後のチフスワクチン発熱は、剔出術の侵襲が軽ければ、全経過に於いて殆んど変化なく維持される。

2. 術後低体温を示す症例は術後直ちにはその発熱性は失われるが、約1カ月後には回復する。初期の低体温期に於ける発熱性は油性 Epinephrine による髓質ホルモン供給でよく回復するが、Cortisone 或いは DCA 投与は無効である。

3. チフスワクチン発熱時には筋電図検索に

よれば正常家兎に於いてはよく戦慄が現われるが、副腎剔出後では軽微となる。Epinephrine 前処置は戦慄出現を増強し、発熱性を増強する。

4. 副腎皮質は発熱機構そのものには関係しないが、皮質ホルモンはチフスワクチン大量投与による副作用（下痢発作）を抑制する。

本研究の完成は、恩師福田教授の御懇篤な御指導の賜であり、生涯を通じて先生に感謝申します。なお、種々御援助を戴いた教室員諸氏に、深甚なる謝意を表します。

## 文 献

- 1) Grant, R. and J. D. Hirsch (1950) Pyrogen Fever in Rabbits: Effects of Adrenalectomy. *Am. J. Physiol.* 161, 528
- 2) Atkins, E., F. Allison, M. R. Smith and W. B. Wood (1955) Studies on the Antipyretic Action of Cortisone in Pyrogen-Induced Fever. *J. Exp. Med.* 101, 353
- 3) 中川 孝 (1953) 下肢緊迫 Stress に対する耐性と副腎 *日本生理誌* 15, 552

## Summary

Reduced fever reaction of an adrenalectomized rabbit to typhoid-vaccine was found to be due to the absence of epinephrine and not to that of corticoids. Epinephrine seems to be necessary for the preservation of fever mechanism in the course of recovery after adrenalectomy.

(2nd. Department of Physiology, Chiba University School of Medicine)

## 地方小学会報

### 第1回生理学中部談話会 (仮称)

### 第104回生理学東京談話会

時 昭和30年8月28日午前8時より

場所と当番 信州大学医学部生理学教室 和合卯太郎

#### 1. 木暮 敬 (群馬大第1生理)

##### 電気化学的興奮模型の実験から見た刺激閾

被刺激性形体に種々の刺激, 例えば機械的, 化学的, 電氣的刺激等を加えた際その刺激作用が弱ければ興奮が起らず強ければ興奮が起るがこの界に相当する刺激作用の強さが刺激閾で, この刺激閾を測定することは被刺激性形体の状態を知る一つの標準の如く考えられている. 然しながら刺激閾が種々の状態に変化するのは何故か, 刺激閾に関係する基礎的条件は何であるか等は殆んど不明の状態にある. よって余は先ず電気化学的興奮模型を用いて之等の事柄に就いて研究したので報告する.

興奮模型に刺激を加えて之を興奮させる際刺激作用は興奮性膜の全部が消失するまで持続する必要はなく興奮性膜の何割かが消失 (之を臨界点という) する点まで持続すれば其の後は刺激作用を中断しても自動的に興奮状態に移行するに至る. 従って刺激閾とは興奮性膜を臨界点の状態まで変化させるに足る強さの刺激作用であり決して被刺激部位に於て膜全体の消失を必要としない. 例えば44%の硝酸中では全体の膜の約30%が消失すればその部位に興奮が起り全体の膜が消失するに至る. 斯様に興奮模型に刺激が加れば被刺激過程が進行するがこの際刺激作用が回復力より大であれば興奮の方へ向い, 回復力の方が大であれば興奮は起らないことが見られる. 従って刺激閾を低くする要因には 1) 臨界点が低いこと, 2) 被刺激過程の進行が容易であること, 3) 被刺激過程が始から上昇した状態等がある事である. 斯如く模型に於て得られた刺激閾の性質を生体に於ける刺激閾に適用するならば, 生きが良い状態は悪い状態より刺激閾は大で, 回復直後は回復してしばらく後より大であり, 又アルカリ性溶液中の方が酸性溶液中より大であること等が考えられる. ここで特に注意しなければならないことは同一被刺激性形体に於て刺激閾が低い場合は回復力が小で興奮が

起る方向に変化が進行した状態 (膜電位減小) にあるという事である. 以上の関係は従来の概念とは一見逆で異様に考えられるが此の方面の研究に対し参考とすべき重要な問題であろう.

#### 2. 鈴木正夫・佐藤晴美 (千葉大第1生理)

##### 縮法則と通流電極作用について

著者等は Pflüger 縮法則の弱, 中, 強の各効果を来さしめる電流強度に対し, これと同方向または反方向に加えた, 通流第3作用がいかなる影響を与えるかを検討した.

刺激電流が上向, 下向の何れの場合でも, 通流電流がこれと同方向のときは, 弱効果閾は上り中効果閾は下り, 反方向のときは, 弱効果閾は下り中効果閾は上る. これ弱効果は陰極閉鎖刺激であり, 中効果は陽極開放刺激であるから, 同名あるいは反名の極通流がそれぞれの閾値を上るの如く変化せしめることは, 閉鎖および開放閾に対する従来の第3作用の所見より当然である. 然るに強効果閾はどの場合にも, 末梢電極の閉鎖あるいは開放閾と反方向の変化を示すのである.

強効果は末梢電極における, 刺激電流の KET (陰極電気緊張, 以下同様) の成生または AET の消失が, 上方から来る興奮の伝導を遮断することにより起るとされているが, その AET, KET の変化を一定の分極のそれと考えてそのみが強効果を起すとすれば, 第3作用の分極性における変化から, その閾値は末梢電極刺激閾と同方向の変化が考えられるが, 強効果を末梢電極下神経膜の刺激電流作用によるある block と考えれば, 第3作用の透過性における変化から考えて, 上述と反方向の変化が導かれるのである.

上に見た如くこの方向は反対であるから, 陰極第3作用は block としての強効果を容易にし, 陽極第3作用はそれを抑制すると考えるべきである. 著者等は鈴木の対充分類の両群から NaCl 等張液と KCl 濃溶液とを選び, 末梢電極部に作用さ

せてそれらが通流陰極、同陽極と共力ないし拮抗するに際しても、上記両閾値に相対立する影響を与えるのを立証した。

### 3. 竹中繁雄・岡田恒則 (岐阜医大生理)

#### 神経に及ぼす Formalin の作用

**緒論:** 神経に於ける交流の干渉効果 (竹中及び岡田: 日本生理誌 16, 256; 17, 111) と比較のために Formalin が神経に作用して生ずる支配筋の強縮電流を研究した。

**方法:** 実験材料にはヒキガエル (*Bufo vulgaris japonica*) の坐骨神経・腓腹筋標本を使用した。標本を刺激函に収め Ringer 液中に一定時間浸漬する。実験は神経の中央部に 0.35% Formalin-Ringer 液を作用させて、外側又は内側を銀線電極にて単一刺激した。筋の偽作電流は、筋の表面又は内部より誘導し、オシログラフに入れた。

**成績:** 1) Formalin 強縮の出現率は約 44% であった。

2) Formalin の神経に対する作用は大部分不可逆的である。然しその強縮の一部分は Ringer 液にて Formalin を洗去すれば、多少抑制し得る。

3) Formalin 強縮の放電間隔は順応現象に似た像を示す。

4) Formalin 強縮の放電振幅は漸増又は漸減の現象を示す。神経・筋連絡部に於ける促進が少なくとも一部の因子であろう。

5) Formalin 強縮の後期には神経・筋単位の所謂 Rotation of activity に似た間歇現象を見る。

6) Formalin 強縮の「遅れ」には通過性と反射性の差異が殆んどない。

7) Formalin 強縮は水温約 10°C にて最も起り易い。

8) Formalin 強縮は強縮にあずかる神経・筋単位の数の多少によって上記の像を呈する。

### 4. 石川玄知・内山孝一 (日大内山生理)

#### 心筋条片の Ringer 氏液 pool 法による活動電位の研究

私どもは先年来杉の隔絶箱を用いて、ヒキガエル、トノサマカエルの心筋条片の単相性活動電位の研究を行って来たが、私は隔絶法の如く条片の先端を隔絶板ではさんだり Lewis, 石崎等の如く一部を焼灼したりしないで単相性の活動電位を得

た。即ち田崎の髓鞘乾燥法より暗示を受け、厚さ 1mm のセルロイド板で縦 4cm, 横 3cm, 深さ 0.4cm の箱を 2 個作り、箱の一辺即ち条片をのせるところにうすい写真のフィルムを接着した。次にこの 2 個の箱のフィルムを接着した面を向い合わせにしてベークライト板に接着し一方のフィルム板と他方のフィルム板の距離を 1.5~2mm とし、一方のフィルム板には条片の先端を附着させやすいように V 字形の切り込みを作った。以下 V 字形の切り込みのない箱を a pool, 切り込みのある箱を b pool と呼ぶ。(1) 規則正しく搏動している洞房条片 (房の幅約 2~3mm 長さ約 6~12mm) の大部分を a pool 中に入れ、条片の先端の Ringer 氏液を濾紙で十分に吸いとり b pool の V 字形の切り込みに条片の先端を附着させ a, b 両 pool に約 0.5cc の Ringer 氏液を入れ両 pool の Ringer 液中に誘導電極を入れて活動電位を誘導すればほぼ不等辺三角形の活動電位 (電位 = 6~10mV, 持続時間 = 0.5~0.6秒, 16~18°C) が得られる。(2) 房条片が長い時には電極の位置にかかわらず房の電位のみが誘導されるが条片が短かく静脈洞が隔壁に近づくれば洞の電位も誘導される。即ち活動電位は隔絶空気壁上並びにこれに近い部分の活動電位が主に誘導されるものと考えられる。(3) 房の先端が少しでも b pool 中に出れば活動電位の頂点に spike が出る。又 pool 中に房筋を多く出せば spike は大きくなりついには spike の後に T 波を伴うようになる。(4) 房条片の先端を b pool 中に出してをきその部を麻酔すれば麻酔が深くなるに従つて房活動電位の spike が小さくなり房筋の麻酔部が収縮しなくなれば不等辺三角形の陰性単相波となる。

### 5. 渡辺宏助 (慶大生理)

#### Glycerol 筋に対する Ca, Mg の影響

所謂グリセロール筋は、形態学的には生筋によく似た構造を有する収縮蛋白系として、Szent-Györgyi 以来多くの研究があるが、最近所謂 Marsh-Bendall factor 其他、生筋から抽出した酵素能を有する蛋白分割が、収縮弛緩の筋因子として注目されている。又無機ピロリン酸も M-B factor 類似の作用を有することが判っているが、これ等の場合に、二価カチオン特に Ca, Mg の量的な関係とその結合状態が収縮弛緩を決定する因子となるのではないかと考えられるので、Chelating age-

ntとして知られているETA (Ethylen diamine tetraacetic acid), ピロ磷酸, Tripolyphosphate, oxalate, Citrate等を使用して, グリセロール筋の形態学的及び機械的な変化を観察し, 更に種々の処理をしたグリセロール筋のMg, Ca含量を測定した。

(1) 2mM ETAは, Mg, ATPの存在で著明な弛緩作用を示し, Caで再収縮を起すが, この現象は, M-B factorによって起るものと全く相似である。

(2) Oxalate, Citrateには全く弛緩作用がないのみならず, 形態学的にBandの変化を起し, 特にCitrate処理をしたグリセロール筋ではZ-Bandの消失が著明である。

(3) 4~8週以上50% Glycerolで抽出した筋線維では, Mgは1.23  $\mu\text{M/g. wet weight}$ , Caは0.03  $\mu\text{M/g. w. w.}$ の値が得られ, Bozler等の見解に反し, bound Mgの意義が特に注目されるべきと考える。

(4) 生筋内に含まれる所謂factorの作用も, 収縮弛緩の調節に関しては, その酵素能が第一義的な作用をするのではなく, 蛋白質にboundしたMg, Caとの物理化学的な相互反応が重要で, 即ちbound MgとETA或いはfactorがMg及びATPの存在の下で結合することが弛緩を起し, activeなCaがMgからfactor或いはETAを奪取して, bound Mgがactiveになることが収縮のtriggerとなるのではないかと考えられる。

## 6. 伊藤 龍・祖父江梅子 (名大第2生理)

### 筋線維束内の興奮伝播

近年神経線維間の相互作用の問題が色々と論議される様になった。我々は塩縮BFTの各興奮が筋線維数本が同期して居る事実から筋線維束内では線維間に非絶縁性伝導が起り得る事を種々の方法によって確かめたので茲に概略を報告したい。

先ず裏の縫工筋を二重隔絶箱に入れ, A池にBiedermann氏液, B~C池にRingerを入れ, 両端のA, C池より誘導すると, BFTの各インプルスは2重2相性の偽作電流を得るが, 之等の棘の高さは殆ど等しい。然るに中央のB池のRingerに刺戟性物質の適量を混入すると第2, 第3, 第4相は第1相より大となる。之は同期する線維の数が第1の隔壁の出口より増加する事を示すものである。

B池内の筋の中央部を伸展しても同様の結果を得る。即ち伸展によっても被較性を増す。

隔壁を1枚にしてBFTを起す側の部を伸展すれば同期が増強して第1相第2相共に増大するが, 反対のRinger池内の部を伸展すると隔壁の出口に於て播導が起って第2相が増大す。

筋線維束を分離し, 尚之を適当に2分して, その1半Aの端と, 分岐点とから誘導し, 刺戟を他端Bより刺戟を加えると, 伸展しない場合は単相性となり, 伸展すれば2相性となってインプルスは幹で播導してB端に到る事を示す。

以上種々の方法で興奮性を上昇すれば簡単に播導が裏の筋束内で起る事が証明されたが, 之は下等動物の神経筋接合部の欠陥を補う事が考えられる。下等動物ではiterativeで促進現象が往々起るが, 伸展すると之の階段がなくなり直ちに極大に達しnon-iterativeとなる。之は端板部でなくとも起り得るから, 播導の持つ役割も注目し得るものと思う。

## 7. 伊藤文雄 (名大第2生理)

### 筋求心性単位に於ける興奮様式

先きに我々は裏縫工筋を単一の筋線維束に分離し, それを伸長すると単一の受容器からのdischargeを思わせる非常に規則正しい求心性インプルスが坐骨神経から誘導される事を発見し, 更に其の神経枝による各受容帯 (各筋線維束についての重複司配性) 及び脊髄後根へのrepresentationを報告した。而して神経を分離して求心性神経線維1本から誘導し, 筋線維束を伸展して行くと, その神経線維1本の支配下の筋線維束数を探索する事が出来る。大体8~10本の束を司配する。此等1本の神経によって司配されている数本の筋線維束を同時に伸長した時にも単純なリズムのインプルスが誘導される事もわかった。互いに別の求心性神経によって司配されている2本の筋線維束を同時に伸長すれば, 坐骨神経からのリズムは複雑になって来る為分離された全ての筋線維束について検べれば坐骨神経の縫工筋の枝に含まれる求心性線維の数がわかる。8~10本含まれている事がわかり, これは運動神経線維数の約1/3である。

さて1本の求心性線維で司配されている数ケの受容器が同時に興奮した場合に, その1本の神経にrythmicalなインプルスを送る様式及びその頻

度の調節機構を検べて見た。先ず単一の求心性線維によって司配されている筋線維束の内、各々1本ずつ伸長してその安定な頻度を測定し、次いで同じ負荷を2本の筋線維束に夫々同時に掛けて頻度を観察した。その結果、単純な安定頻度の和とならざるは限らず、potentiationの場合、又Occlusionの場合のある事がわかった。これ等は各々の頻度に関係して、頻度がある程度以上となるとOcclusionとなり、適当な頻度の時はpotentiationが起る。この限界は凡そ各々20 cycleであった。これらの事実は一方の負荷を急に除くと他方のdischargeも一時抑制される現象と共に1つの単位としての機能の特徴づけるものである。

#### 8. 志賀 博 (名大第2生理)

##### 塩刺激による端板帯の探索及び運動単位と筋線維束との関係

Biedermaun氏液に依る囊縫工筋の筋線維性収縮(BFT)の起始点は教室の伊藤の詳細な研究がある、その起始点は筋の骨盤端より1/6~1/8の部位である。Kuffler 1944はCa缺乏液中において起る反復性筋収縮は端板部に於て発生すると報告した。演者は日本産縫工筋に就て端板帯の位置を次の方法で探索した。囊縫工筋及其の司配神経を取り出し神経のperineuriumを剥脱し、神経に等張枸橼酸ナトリウムを作用せしめ筋に反復性筋収縮を惹起した。此の場合の筋仿作電位を杉氏隔絶法を用いて誘導し、Braun管上の仿作電位波型を観察し、16mm撮影機を用い、又Impulse direction analyserを用いて記録した。端板帯は剔出標本(筋長40mm)の骨盤端から21~23mm及び25~27mmの部位にあり、大部分の端板はこの帯に存在する事を認めた。即ち筋への神経の侵入部位の比較的近くで極く狭い2つの部位であるその各々の帯は神経の2つの分枝に依り司配されて居る。即ち此の筋はKatz, Kuffler等の二重神経司配説を追証した。筋線維束に就ては其神経幹、神経の各分枝、及び筋線維束直接刺激による仿作電位が略一致することから二重性司配を確めた。次に坐骨神経幹内に枸橼酸ソーダ液を注入し数十分に及ぶ反復筋収縮を起させ、双極電極を用いてその仿作電位の波型から端板帯を検し次で脊髄前根に枸橼酸曹達を作用せしめ縫工筋神経支配と脊髄分節との関係を見た。第二に塩奮に依る筋収縮の仿作電位を隔

絶法で得て同一の条件でBFT筋仿作電位と比較し、1つの筋線維束への直接又間接刺激による仿作電位とBFTの仿作電位を比較した。此等の動作電位の比及び囊縫工筋線維束が30本の筋線維から出来ていることからBFTの同期筋線維は5~6本であり、運動単位としては筋線維は約100本と考えられる。単一神経線維の刺激より得た筋仿作電位(motor unit voltage)と筋線維束より得た仿作電位(Fasciculus voltage)の比からも運動単位は筋線維束3本位から構成されていると推定される。

#### 9. 中馬一郎・鎌倉勝夫 (奈良医大生理)

##### 脳組織のphosphorylating activityとethylurethaneの作用

一般に麻酔剤が脳組織呼吸を抑制することはQuastel以来広く認められてきた事実であって、我々の教室でもethylurethane(U)について彼等の成績を追試確認している。この場合に呼吸に共軛したenergy transformation processはどのような変化を受けるであろうか。この問題を研究するいとぐちとして、脳組織のoxidative phosphorylation及びATPase活性とUの作用を検討した。

I. Oxidative phosphorylationとU. Uは0.04M以上の濃度でpyruvate\*, succinate, glutamate\*, glutamate, malate(\*はsparkerとしてFumarateを加えた)を基質としたoxidative phosphorylationを阻害するが、glutamateを除きoxidationとphosphorylationの阻害度はほぼ同程度であってP/Oもあまり変化しない。ただglutamateの場合のみや、顕著なuncoupling effectがみられ対照P/O 1.6が0.16MUにより1.0と減少した。これらの成績を2,4-dinitrophenol及びmalonateの作用と比較考察した。

II. ATPase活性とU. 脳組織にはCaによって賦活されるATPaseとMgによって賦活されるもの(Ca-, Mg-ATPase)とが存在することが証明されるが、両者共ATPの末端隣2ヶを遊離し、至適pHは前者は7.2-8.6、後者は7.6-8.0にある。Uは0.05M以上で両酵素共阻害するがCa-ATPの方をよけいに阻害する。阻害度はCa, Mgの濃度によっては殆んど変化しないが、時間と共に減少する傾向がみられる。又U濃度の対数と阻害度との間には直線関係があるが、或る濃度の点で屈曲

点が認められる。以上の成績をNaF, p-chloromercuric benzoate の作用と比較考察した。

#### 10. 竹田北照 (東京医歯大生理)

##### 微量電極法によるザリガニ巨大神経繊維よりの誘導に於る2-3の観察について

ザリガニ腹部神経節及びこれより出る3対の神経枝を切り出しパラフィン台上に固定、主として第Ⅲ腹部神経節上の側巨大神経繊維より3M KCl電極による細胞内誘導を行い、神経幹全体或は第Ⅰ-Ⅱ枝又は誘導電極より2mm以内の同一繊維内に置いた第Ⅱの3M KCl電極に矩形波通電を与えて刺激を行った。

結果 1) 側巨大神経に於て静止電位約75mV活動電位約80mVを示した。本実験は室温22°C以上のため冬季低温時より低い値を示した。

2) 神経幹全体に刺激を与えた時は約2msecの間隔を有する2つの連続した動作流が起り反復刺激により2番目の動作流が消失、其の部に小さな電位を残した。之は側巨大神経が各神経節に於て互に連絡を有するためと考えられる。

3) 第Ⅰ-Ⅱ枝に刺激を与えると約2.5msecの後に動作流が表れ繰返し刺激により動作流が消失しその所に緩かな電位変動を残した。之は神経節内に於てシナプスを介する為と思われる。

4) 神経幹全体に直流通電を行っても反復興奮は見られなかったが刺激部位の温度を急に上げる事により直流に対する反復興奮を起した。

5) 直流に代り約1msecの矩形波を与えても温度を上げた時は反復興奮を起した。此れは巨大神経以外が刺激された為ではないかと考えられた。

6) 此の為同一巨大神経内に刺激誘導2本の微量電極を置き実験を行った。中央巨大繊維に於ては刺激電圧の増加と共にlocal responseが、次で動作流更にその潜伏時の短縮が見られたが反復興奮は見られなかった。

7) 側巨大神経に於ても略同様で反復興奮は見られず、神経節部にある膜(Septum)を狭んで刺激誘導両極を置いたが中央巨大神経との差はなかった。誘導部位に麻酔剤、反復興奮を起させる薬物及びシナプスに作用する薬品を用いたがアルコールの他変化は見られなかった。

#### 11. 栖原六郎・高下弘夫・長田浩一・清水三忠・

風間 昭 (日大歯学生理)

##### 冷却による冷血動物運動神経伝導中断に対するAcetylcholineの影響

今回吾々はAcetylcholine (Ach 略) の囊摘出腓腹筋標本に於ける冷却による感応コイル最大刺激強度に依る神経伝導中断に対する影響に就いて実験を試みた。実験成績は10<sup>-3</sup>% Ach Ringer溶液のみの冷却温(-1.0~-3.0°C)に依る伝導中断時間に比較して明かに中断時間の延長(約10分)を見るに至った。又室温より同時冷却温即ち中断に至るまでの冷却温度もRinger側の中断時の温度をさらに冷却して、はじめて伝導中断現象を認るに至った。此の現象を他の薬物に就いて試みた所上述の如き中断時間の延長は認められず、A.T.P. Ringer溶液の如く逆に対照のRinger溶液りやや其の中断現象が早く生じたものも有った。此の結果、冷却温に対する際には微量のAchに神経の興奮伝導に於ける中断因子の防護作用或は保護作用としての働きを組織中で持つものであろうと言う考えに至った。

#### 12. 若林 勲・岩崎静子 (東大生理)

##### 神経・筋伝達の研究(続報)

二重刺激又は反復刺激を神経に加える時に見られる筋活動電位の促進現象は主として筋神経連絡点の増員現象であると解せられるが、カエルの縫工筋の骨盤端の筋線維を10数本乃至1本に間引いて坐骨神経に二重又は反復刺激を加えた時のその部の活動電位を導出すると増員現象が一層明らかに見られる。筋線維を15, 6本に間引いて実験して単なる増員現象では理解できない事実に遭遇したが、これはKufflerの見た縫工筋線維に運動神経の二重支配があることを考えれば容易に理解される。或は二重支配の事実に基づけば増員現象を示すものとも云える。

この増員現象は鳥類の腓腸筋で見られているが哺乳動物の骨格筋では証明されず、クラーレ中毒又は疲労に陥つた場合に認められると云われている。演者は反復刺激の頻度を細かく加減して追究すれば、シロネズミ・カイウサギ等の腓腸筋でも増員現象が認められること、頻度を少し増せば抑圧現象があらわれ、頻度をそれ以上上げると同大の電位が反復すること、動物を冷して直腸温が低

下するに至れば増員生起の頻度及びその範囲が違って冷血動物のそれに近づく傾向があり、冷却を中止すればそれが復元することを報告する。

### 13. 坂本嶋嶺 (順天堂大生理, 新大第2生理)

#### 蛙運動神経線維の適応に関する研究

蛙運動神経線維の Ranvier 絞輪部および絞輪間部+絞輪部に対する電圧 (v)-期間 (t) 関係から分極定数 (p) および適応指標 (日本生理誌17巻106頁) を定めると、絞輪部に対する p は絞輪間部+絞輪部に対する p よりも大きく、絞輪部に対する適応指標は絞輪間部+絞輪部に対するそれよりも小さい。λ<sub>v</sub> を v-t 関係に対する理論的基電圧、t<sub>H</sub> を主要利用時とするとき (被刺激性と興奮性, 生理学講座), 適応指標 = 基電圧/λ<sub>v</sub> - 1 = 1/φ (p√t<sub>H</sub>) - 1 すなわち p√t<sub>H</sub> が大きい程適応指標は小さく、適応が軽度にかかる。

次に刺激過程の閾に対する電圧 (v<sub>B</sub>)-期間 (t) 関係からその関係に対する理論的基電圧と t との関係を求め、種々の t に対応する理論的基電圧から、v<sub>B</sub> を測定した原理に従って、基電流を流した場合の、適応による刺激過程の閾の変化を適応が全く起らないときの、境界膜との距離 (Z) が 0 の場所における刺激効果を惹き起すイオンの濃度の変化 (Z=0 における c') の刺激過程の閾を 1.000 とし求めた。つまり刺激過程の閾と p<sup>2</sup>t との関係を定めたのである。また Z=0 における c' の、刺激過程の閾を 1.000 とすれば、種々の p<sup>2</sup>t に対応する、Z=0 における c' を、適応を消去した場合の、刺激過程の閾に関する電圧 (v\*)-期間 (t) 関係に対する理論的基電圧 (一定) を λ<sub>v</sub>\* として、基電圧を λ<sub>v</sub>\* にて除した値に φ (p√t) を乗じて求めることが出来る。かようにして得られる Z=0 における c' と p<sup>2</sup>t との関係を示す曲線の主要利用時 (p<sup>2</sup>t<sub>H</sub>) に対応する点において接線を引けば、その直線が刺激過程の閾の上昇すなわち適応を示すことになる。すなわち通電後短時間 (t<sub>0</sub>) の間は全く適応が起らないが、t<sub>0</sub> から刺激過程の閾は直線的に上昇し、p<sup>2</sup>t<sub>H</sub> において、Z=0 における c' の曲線に接する。また p<sup>2</sup>t<sub>H</sub> 以後相当に長い p<sup>2</sup>t の間、刺激過程の閾の曲線が Z=0 における c' の曲線に殆んど一致して平行に走ることも実験的に確かめられた。

### 14. 田中一郎・菊地鏡二 (東京女子医大生理)

#### 光受容器にみられる過期性興奮機構について

ガプトガニ光受容細胞内に直流通電を行った際の脱分極の大きさと発生する神経衝撃の頻度との関係について富田等<sup>1)</sup> が得た結果は、受容細胞の膜が脱分極されるとその大きさに相応して衝撃頻度は増加し、或る点迄過分極されると衝撃は消失することを示した。

受容細胞の膜に持続的な脱分極電流を与えることは視神経線維持末端に対しては外向き電流を与えることとなるわけで、ここに発生する衝撃の頻度と持続刺激の大きさは膜電位を目標として観察すると刺激が大きい程各衝撃の後におこる脱分極過程は早く進行して一定の点まで達し次の衝撃に移行するという関係にあり Hodgkin<sup>2)</sup> の結果と類似する様である。

そこで、やはり細胞内電極法により各衝撃後に閾値がどの様に回復するかをしらべてみると、相対不応期に相当して双曲線状に低下して次の衝撃の初まりには 0 となる。この衝撃頻度と興奮性の回復過程との関係からは Adrian<sup>3)</sup> の recovery-cycle 説と一致する様な成績が得られた。

#### 文 献

- 1) 富田恒男・他 (1955) 第32回日本生理学会にて発表
- 2) Hodgkin, A. L. (1948) J. physiol., 107, 165-181
- 3) Adrian, E. D. (1930) Proc. roy. soc. Biolog., 196

### 15. 藤森 勳・丸茂周二 (信州大生理)

#### 人体骨格筋の軽度疲労に対する Massage の効果について (第1報)

1. 人体骨格筋の軽度疲労について、その防止並びに恢復に対し、Massage の及ぼす影響を V/V<sub>r</sub> 法 (和合) に依って量的に研究した。従来の多くの研究は、Masaage を作業後に行っているが、本実験では作業前に施しているのが特徴である。

2. 被験者を寝台上に仰臥させ、大腿神経を通じて V 及び V<sub>r</sub> を測定した。疲労をおこすために、その下肢の足関節部に、5.02kg の重りをかけ、又は中指及び示指の 2 本で Mosso の作業計を引かせた。これ以外の部分には一切力を入れないように指示した。

3. 和合が興奮示標として、肉眼で認められる

下腿部の最小伸展運動を選んだのに対し、本研究では指掌で触知出来る同運動を目標とした。そして和合の成績同様に、疲労に依る  $V/V_r$  値の増加及び回復状態を、正しく量的に測定することができた。

4. 足関節部に重りをかけ、耐え得る限り支えさせた。この時間は平均 309 秒であったが、この下肢の大腿前側筋に軽度 3 分間の Massage を行った直後、同時間負荷すれば疲労はおこらなかった。又 Massage 後は耐え得る時間は平均 46% 延長した。反対側に Massage を施した時も、全く同様の結果を得た。即ち疲労部位以外に Massage を行っても、疲労部位の場合と同様、疲労防止並びに作業能の向上が認められた。

5. Mosso の作業計による疲労の際、安静にしている疲労のおこらない管の大腿直筋に、疲労が現れることは、和合同成績であったが、予めその上肢に Massage を施せば、 $V/V_r$  は正常値を示し疲労は現れない。又測定側の大腿前側筋に Massage を行っても同様である。

当然疲労を起こすべき作業の前に Massage を施せば、疲労は現れないと共に、Massage の部位は作業筋であっても、亦以外の筋であっても何れも軽度疲労の防止に役立つ。

#### 16. 阿久沢節男・内山孝一(日大内山生理)

##### 心搏動の正常伝導と逆伝導についての研究

ヒキガエル剔出心より、洞房漏斗-房腹側-房室漏斗条片を作製し、洞房漏斗に近い房の部分に切り込みを加えることにより発現する房室漏斗からの逆伝導を、mechanogram 及び活動電位によって追求した。また切り込みを加える代りに、洞房漏斗側を麻酔または麻痺させて同様の実験をおこなった。

(1)房に切り込みをいれて、その幅を 3~1mm にすると一時的 block が起る。房の幅 1mm で起っている時には、切りこみ部を境として正常伝導と逆伝導が観られる。block から回復する時には正常伝導だけとなる。(2)しかしこの正常伝導が房室漏斗を刺激して、逆伝導を起すこともあり、Minnes の謂う循環伝導が成立する。(3)房の切り込み部を線維数十本程度にすると、この block は長く続き、或は block に陥入ったままのことがある。この時循環伝導は観られないが、逆伝導は観

られる。洞房漏斗と房とを完全に切り放した時は、房に房室漏斗からの逆伝導が観られる。(4)更に房室漏斗を房より切り放すと、房は自動収縮を示さない。したがって、正常伝導は洞房漏斗が支配し、逆伝導は房室漏斗が支配して、房自身には自動性はない。(5)正常伝導と逆伝導を比較してみると、リズム及び収縮持続時間は前者が速く、活動電位の高さも前者が高いが、持続時は後者が長い。(6)プール法で活動電位を誘導すると、正常伝導の波形は多相性又は 2 相性の上向きの陰性波であるが、房の一部に切り込みを加えるに従って、その波形は簡単となり、線維数十本では房に block を起して、陰性单相波となる。(7)逆伝導の波形は、下向きの陽性波を呈する。循環伝導のそれは、先ず陰性 spike に続いて陽性 spike を呈し、両 spike 間の間程は常に一定である。(8)麻酔または麻痺実験に於ても、略同様の結果が得られた。

#### 17. 朝比奈一男・山中みよ子・北原藤子(東邦大生理)

##### 呼吸中枢の Tonus に就ての考察

家兎迷走神経切断中枢端の電気刺激に対して呼吸は抑制又は停止するのであるが、刺激頻度が小さな時には吸息位で、頻度の大きな時には呼息位で停止することは原則的に認められている。停止の水準は刺激頻度に応じて正常呼吸での吸息位、呼息位を超えることがあるから、適當の頻度によって正常呼吸の水準で呼吸を停止させることが出来る。従って正常吸息位停止と呼息位停止を起す両頻度の刺激を交互に与えると、それに従って正常呼吸の振巾を人為的に起させ得るのである。即ち呼吸運動の大きさを刺激頻度によって数的に表わすことが出来るのである。

仮りに吸息中枢と呼息中枢とを拮抗的な対等のものと考えれば、上述の刺激頻度は両中枢の Tonus を示すものと考えられる。

この Tonus は家兎を麻酔した場合、その深さによって変動する。また頻度切替の場合に、高頻度刺激を断続すると、やはり正常の呼吸振巾を起すのであるが、低頻度刺激を断続すると全く不規則な抑制された呼吸型が現われる。即ちこの現象は正常呼吸が吸息中枢 Tonus の優位の上に営まれていること、換言すれば呼息が activ に、吸息が passiv に行われているとの推定の 1 つの根拠

になろう。

他に 2, 3 の実験的根拠を挙げ上の推定を根拠付けることが出来る。

人では一般に吸息が *activ* 呼息が *passiv* に行われているが、例外的に逆の関係を持つと思われる場合もある。

#### 18. 丹野楯彦 (横浜医大生理)

##### 赤血球膜の透過性について (I)

前回の東京談話会に於て赤血球の抵抗値 (半溶血値) の変動は、赤血球内部に含まれる滲透圧的に作用する ion 数に関係する事を報告した。従って半溶血値の変動を測定する事によって赤血球内部の ion 数の変動を間接的に測定する事が可能である。

然るに赤血球内部の K-ion は次の如き場合は失われる事が証明されている。即、赤血球を純粋な等張の蔗糖溶液中に浸すとき赤血球膜の透過性が増進して K-ion は赤血球以外に透過する。然るに赤血球内に蔗糖分子は透過しない。従って上の理論を確めるために、赤血球を等張の蔗糖溶液中に一定時間浸した後、低張食塩水中で半溶血値の変化から理論的に K-ion の透過量を測定した値と蔗糖溶液中に漏出した K-ion の量を焰光分析により定量した結果とを比較して上の半溶血から赤血球内の ion 数の変動を測定する方法は可成正確に直接測定した結果と一致する事が認められ簡単な上の方法によって代用し得られる事を確めた。

#### 19. 有村 章・高木良雄 (名大第 1 生理)

##### Bargeton, Krumm-Heller 氏装置によるラット酸素消費測定及びその季節的変動について

ラットの酸素消費量を Bargeton, Krumm-Heller 氏の装置に若干の改良を加えたものを使用し、冬と夏に測定した。この装置は閉鎖循環式であって大気圧の下で装置内のガスを membrane pump により循環させ、動物が排出した CO<sub>2</sub> を Soda lime で吸収し、消費された酸素の容積を volumetric に直接測定するものである。ラットは測定前 4 週以上所謂 thermal neutrality 29.5°C の環境下に飼育し基礎代謝が低い level で一定になって始めて実験に供した。測定時装置全体は 29.5°C の恒温槽に沈めて気温の変化による影響を除外した。動物を入れる呼吸室は容量約 2 l のガラス管、装置内の

全容積は 2.7 l であって、内部のガスは 1 分間 1~1.5 l の速度で循環する。装置内のガスの容積が 0.3cc 変化すると manometer に 1mm の差を生ずるので此の程度の容積の変化は測定し得る。ラットを装置に入れてから 30 分~1 時間経てラットが静かになった時 3 分間ずつ連続 4 回の測定値の差が 0.4cc 以内である時、之を基礎代謝時の酸素消費量とした。ラットを 24 時間以上絶食させた時の R.Q. は 0.72 に近くなるので、この時の O<sub>2</sub>/l に相当する熱量を 4.702 kcal とし代謝値を kcal/rq.m./24hrs で現わした。体表面積は  $S = 0.091 \times W^{0.75}$  (W: ラットの体重 kg) より求めた。冬期 (1 月) の基礎代謝は平均 732.3 ± 3.6 kcal で夏期 (6 月) は平均 700.1 ± 3.3 kcal であった。冬期夏期共、ラットは 29.5°C に 2 ヶ月以上 adapt させたもので、一定温度の環境下で飼育したにも拘らずこの様に季節的差異が現れるのは環境温度の変化以外に何らかの季節的変動を与える factor の存在を想定しなければならない。尙之等ラットを 10 日間 10°C 前後の寒冷に曝露した時の基礎代謝は冬期 802.1 kcal、夏期 742.2 kcal であった。

#### 20. 上野 喬 (名大第 1 生理)

##### 後葉ホルモンの唾液線組織像に及ぼす影響

シロネズミにピツイタン (帝国臓器より特に贈与を受けた Vasopressin 分劃を主とするもの) を 1 日体重 100g 当り 100mu 宛 2 週間連続注射した所、耳下腺、顎下腺に腺房の縮小、腺細胞の縮小、細胞核の濃縮を認め、線条管においても細胞の高さの減ずるのみをみた。

#### 21. 森 貞次 (日本医大生理)

##### 血沈に関する研究 微量測定法の検討

血沈に関する微量測定法は種々有るが、高さと同様に内径を変えているので Westergren 氏法と一定の関係が認められないと云われている。そこで Westergren 氏法に従って入血を使いこの研究を行った。実験方法は、速さの異なる血液を作る為に Gelatin の濃度を変えて Hämatcrit を揃えた場合と同一血漿で Hämatcrit を変えた場合に就いて (1) 高さと同様に血沈、(2) 内径と血沈の関係を調べた結果次の如き実験成績を得た。

高さに関しては、200mm, 150mm, 100mm, 50mm, 25mm を使った結果、1 時間値に就いては

(i)遅い血液では差は無いが、(ii)中等度に速い血液では高さが低くなるにつれて速さが遅くなり、(iii)非常に速い血液では高さの關係に似て来る。24時間値に就いては、(iv)速い血液なら Hämatrit に代用出来ると思われる。長期観察の場合は(v)速い血液では3日目位で終末値を示すが(vi)遅い血液では1週間位掛かる、(vii)臨牀的には48時間値を以て Hämatrit に代用出来ると思われる。最終値に就いては同一血液ならば、(viii)高さが低くなるにつれて血柱の高さに対する割合は短かくなっている。この關係は  $Y = X^{A+B} \times \frac{D}{C}$  で換算出来る。Y ; 血柱高 X ; 高さ A ;  $-1.051 \log Ht$  B ; 3.142 C ;  $6.95 \times 10^6$  D ;  $Ht^{3.421}$

内径に関しては、使用した管径 0.5mm から 5.5mm 迄の中では、1.0mm 以下の不均等な沈降を示すもの他は、(i)細管程促進する、(ii)2.5mm と 3.5mm の間は比較的差が小さく、(iii)1.0mm と 2.0mm の間は比較的差が大きい。そして總体的には、(iv)遅い血液は長時間後に僅かに差が出る程度で、(v)速い血液程短時間に然も大きな差が出て来る。そして最終的には1.0mm以下の細管は1.5mm管径の示す値より遅くなる事が多い。

以上から高さを変える事は可能であるから不均等な沈降を示す細管は実用に供し得ない事を考慮に入れて管径を揃えたならば Weotergren 氏法に換算し得る微量測定法は行い得る。

## 22. 伊藤秀三郎 (東京歯大生理)

### 唾液腺ホルモンと自律神経系との關係について

共同研究者井口は自律神経緊張状態をピロカルピン唾液分泌曲線様相から判定し得られると又飯田並びに加藤は唾液の作用に細網系の機能を亢進させるものと報告しているので唾液腺ホルモン Parotin は自律神経系との間に何等かの關係が存在するものと推定し其点をば家兎を用い急性的又は慢性的な方法によって追究した (実験担当者小見, 斎藤(義)). 扱て唾液分泌曲線様相が急峻型を示した時は交感神経緊張症を緩徐型を示した時には副交感神経緊張症を動物が示すと考えるのである。急性的方法の場合として Parotin 1回投与による分泌曲線様相の変化を観察した所、投与前動物が自律神経のいずれの緊張状態に於ても交感神経緊張の状態になる事を示した。此場合投与手技による影響を吟味する目的で対照として

NaCl の場合を行ったが投与前の分泌曲線様相と余り変わらないことを認め前述の様相変化の確實さを認めた。次に唾液量の事であるが Parotin 投与によって交感神経緊張状態の時には減量、副交感神経緊張状態の時には増量する事を認めた。更に慢性的方法の場合として Parotin を長期間毎日連続投与を行ったが1回投与の時と同じく何れも交感神経緊張状態になり唾液量は増量する事を認めた。更に慢性的方法の場合として Parotin を長期間毎日連続投与を行ったが1回投与の時と同じく何れも交感神経緊張状態になり唾液量は増量する事を認めた。

従って Parotin は交感神経亢進性物質であると思考した。此点を証明付ける報告として血清 Ca 量の低下、R.E.S. 機能の亢進、血液凝固促進及びコリンアセチラーゼの活性強化等のものがある。尙是等の事実から上述の事も当然であると解釈した。

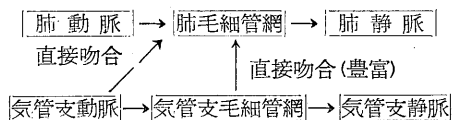
## 23. 小川義雄・鈴木義郎・山田泰雄・彌宜田屋正之 (横浜市大体育医学)

### 微細脈管の組織生理

末梢循環調節機構として、動静脈吻合が問題にされるが、動静脈間の直接吻合路はどの様な経過で存在するか判然としない場合が多い。私共は温調節に際し、常にとり上げられる人皮膚に於ける動静脈吻合を追究して次の様な結果を得た。

1. 動静脈間の直接吻合は極めて稀か、或は認めにくい場合が多い。
2. 細小動静脈又は毛細動静脈間には直接吻合する短絡路が認められる。
3. 皮膚に於ては乳頭下層に於て、主に毛細動静脈間の吻合が豊富であり、末梢循環調節の主役を演ずるものの様である。

肺動静脈と気管支動静脈相互の間の連絡が肺循環に際して論ぜられるが、健常猫の肺の灌流実験では次の様な経過を取るものと考えられる。



## 24. 小川義雄・幡谷 健・倉俣英夫・渡辺一頼 (横浜市大体育医学)

### 組織修復時の微細脈管

組織修復時に新生される微細脈管の新生機軸、發育経過を成熟家兎の耳翼にセルロイド窓を装置し、顕微鏡下に生体或は灌流標本として観察した所次の如き結果を得た。

実験に際しその全経過の観察を概略すると、滲出期、血流路形成期、血管形成期、新生血管完成期、に分けることが出来、滲出期はセルロイド窓装着直後より3日位の過程で、溝（セルロイド窓に作ったもの）は始めは血球及び滲出液で満たされているが、2~3日にしてこれに一定方向の流れが認められるようになる。

血流路形成期はセルロイド窓装着後3日から10日前後の経過で、溝には赤血球層が出来、母床側小血管より派生した毛細管がこれと連絡する。

血管形成期はセルロイド窓装着後2週間前後で溝の血球層に棍棒状溶血部が出現、時日の経過と共にこの溶血部はこれに接する微細血管に吸収され、次で血管は拡張してくる。

新生血管完成期は血管形成期につづき大体2週間の経過で新生血管は乳頭様を呈して派生、且相互に吻合して緻密な毛細管網となる。

乳頭様血管の新生にあたっては、その先端に赤血球層の存在する程新生が著しいようである。

### 25. 福田篤郎・永持和一（千大第2生理）

#### 犬副腎不全の本態に関する研究

副腎不全時の血液濃縮に対しアドレナリンが如何なる影響を与えるかを副腎剔出後数日を経過し、血液濃縮の他食慾減退、軽度の直腸温下降等の不全症状の出現した犬について検討した。

アドレナリン（1000倍液0.1cc）皮下投与はよく赤血球数或は血清蛋白の上昇を抑制することを知った。即ちこの様な変化にみる血液濃縮は一般にいわれる食塩の腎臓よりの喪失に基く脱水のためのみとは考えられず、毛細血管を介しての血液水分の体内脱出が主役をなすと考えられる。然しながらアドレナリン効果は一時的であり、再び赤血球数の増加を見、アドレナリン投与を反復すれば次第にその効果の消失することを知った。DCA或はCortisoneの投与はアドレナリン効果を再現せしめ、血液濃縮所見を改善する。

次に、副腎剔出後の尿中Naの排泄平衡を見るに、Na負平衡大なる例では尿中NH<sub>3</sub>排泄増加し、

顕著でない例ではNH<sub>3</sub>排泄増加も見られないことを知った。此様な相違が、恐らくNH<sub>3</sub>排泄増加にみる体内酸生成の相違で説明され得ると仮定すれば、食塩喪失はAcidosisの結果としても解され得る。何れにしても、Na負平衡は不全時の必発現象とは考え難くそれが著明でない場合でも血液濃縮はみられることを知った。

### 26. 福田篤郎・岡田忠雄（千大第2生理）

#### 実験的腎性高血圧発生機序について

実験的腎性高血圧発生機序に関してはRenin-Hypertensin学説が行われているが、種々の反証があげられ現在尙混沌としている状態である。当教室酒匂は家兎の実験的腎性高血圧では血中昇圧物質の持続的増量は認められず、アドレナリン過敏性が中枢性に招来されることを明らかにした。ここに於て著者等は腎性高血圧機序を再検討する意味で、正常並びにPage高血圧家兎について各種の臨牀検査並びに粗レニンに対する反応の検討を行った。

高血圧家兎に特有と思われる変化としては残余窒素の軽度の増量、A/G比の低下、血液凝固時間の短縮、フィブリノーゲンの増量及び纖維素溶解現象の出現をみた。

尙高血圧家兎に於ては粗レニン静注による血圧上昇度には変りがないが、その回復経過が著しく短縮される。又粗レニンを正常並びに高血圧家兎血漿と混ぜ37°Cに16~19時間放置し、これを正常家兎に静注するに後者に於ては上昇した血圧の回復経過が著しく短縮することを知った。

以上の実験より蛋白分解酵素的因子の関与することを考察した。

### 27. 森下敬一・斎藤貞男（東京医大病院生理） 城所進・田中己三男（東京歯大生理）

#### Chlorophyll誘導体の血液組成因子に及ぼす影響に就いて（第4報）血液水分に関する検索

Chlorophyll誘導体（Ch.D.と略）による利尿効果は実験的にも、又臨牀的にも屢々観察される処であるが未だその機作追究が試みられていない。其処で著者等は血液水分の変動を通じて此の問題を解明すべく若干の検索を行い次の結果を得た。

まず水分及食塩摂取量を一定にした患者を対称にCh.D.の数日間に亘る連続投与を行った。その

結果尿量の増加と共にNa, Cl, 及K等電解質の排出増加を認め然して循環血液量の増加と細胞外液量の減少をみた。又此の場合腎血流量の増加とそして、より高度なる糸球体濾過量の増多が観察され、斯くてCh.D. は生体に於ける細胞外液量を血管区内に誘導し糸球体濾過能を昂進せしめる事によって利尿効果を発来せしめるものと考えられた。

既に森下等によってCh.D. は心搏出量及末梢血管灌流量を増加せしめると報告されているが細胞外液量の減少及循環血液量の増多と共に所謂循環器系の機能的改善がその利尿促進機序の役割を果していると考えられる。

偕て家兎を用いCh.D. の1回静注による血液水分の変動をみるに大約90分後より著明に増加し、2乃至3時間を要して漸時復元する。此の水分増加のピークに略一致して血清蛋白質量の増加がみられ、又血清Cl及K量の増加、Ht値の減少が招来される。此の事実は血清蛋白増加が膠滲圧的に細胞外液を血管区内に誘導している可能性を示唆すると共に他方血球内水分及電解質の血球外への放出を促した結果と思惟される。此の点に就いてはin vitroの検索でCh.D. が血球内水分を血球外に放出せしめる事を実証した。又是に類似した作用は、蟻の剔出心臓及後肢血管灌流液中のCl量をCh.D. が急激に増多せしめる現象にも見出される。何れにせよCh.D. は赤血球及その他の一般細胞に対して一定限度の脱水作用を有するものと思惟され、然してそれが生理的範疇を越えて細胞内に多量に含有される場合、特に顕著であるかの如く観察される。斯様にCh.D. の利尿効果発現機序の第二点は赤血球その他の細胞に対する直接作用にあり細胞内水分及電解質を放出せしめる事にある。

又、水分及電解質代謝に緊要なる地置を占める肝機能はB.S.P. 試験及Prothrombin能を指標とするとき著しく昂進するが是も利尿効果の招来に有意に関与するものと思われる。

更にCh.D. による好酸球の減少、拡散因子抑制作用、そしてAdrenalineによるそれとは相異なる過血糖反応型を分析する事によって脳下垂体副腎皮質系の関与が想定され、その二次的影響によって血液水分の有意なる変動が惹起されるものと思惟された。

28. 幸塚嘉一・山田美知子・松田富美・内藤博江  
民野和子 (関西医大生理)

#### 交感神経の生理学原論的研究

I. Neuro. effector junctionに於ける興奮傳導に就て〔血管に為す交感神経(efferent)作用に就て〕(其の2, d)

II. 吳学説(spinalparasympathicus)批判  
Neuro. muscular junction-neuroeffector junctionに於ける興奮傳導に関する新研究用仮説(幸塚1951, 1953)の立場より(其の2, d)

1) i) 私達が新学説“脊髓後根交感神経学説”を建設せしは、1955年であり、それによりて下肢筋血管及び腹筋血管のVasodilator via post. rootを証明し、而して吳学説(spinalparasympathicus)を批判した(京都に於ける総会、金大に於ける談話会)。上肢筋血管に就て同様の事を論及せんとするのが第一の目的なり。ii) “脊髓後根交感神経学説”が正しいならば、すべて血管は“脊髓前根交感神経”(Langley)及び“脊髓後根交感神経”(幸塚)から支配されているのではなきや。果して然りとするならば是を仮に“血管の交感神経性二重支配法則”と称するならば、それは上肢筋血管に妥当するのではなきやを検せんとするのが第二の目的なり。

2) 実験方法 frog及びbullfrog “Both root ramus static gracilis experiment”(1953, 血流あり, エーテル麻醉下)の原理に準じて一側のspinal ganglion III, IVをnicotine methodにて刺戟し、顕微鏡下マイクロメーターにて、同側のm. flex. digit. comm.の血管の直径を測定し、他側の同一場所の血管と比較す。次いで同側のsympathetic ganglion I, III, IVについてspinalganglionの時と同一操作にて実験をなした。

3) 実験成績及び考察 i) spinalganglionに関して; 刺戟側の血管は、刺戟後一定の時間を経て、明に拡張した。対称側に比して。次いで一定の時間を経て、元の直径に帰った。ii) sympathetic ganglionに関して; 刺戟側の血管は刺戟後一定の時間を経て、明に縮小した。対称側に比して。而して一定の時間を経て元の直径に帰った。iii) i), ii)の際の作用機序は? 新研究用仮説(1951, 1953)のemission theoryにより“sympathicus(efferent)によるinhibitory state”及び“sympathicus(efferent)によるexcitatory state”(九州

に於ける総会、和歌山及び高槻に於ける談話会)にて、上記実験成績は一義的に説明されるのではないかと思われる。iv) i)の実験成績は呉学説(spinalparasympathicus)にては説明困難なり。

4) 結論 i) 上肢筋血管の後根を通る Vasodilator の直接証明がなつた。而してその nature は

“脊髄後根交感神経”なり。ii) i)が正しいとするならば、呉学説(spinalparasympathicus)は上肢筋血管の Vasodilator に考えられない。iii) 上肢筋血管に就て“血管の交感神経性二重支配法則”を検証し得た。

### 第105回生理学東京談話会

時 昭和30年10月13日(木)午後1時より

所と当番 東京大学医学部生理学教室 若林 勲

1. 幸塚嘉一・山田美知子・松田富美・内藤博江  
民野和子(関西医大生理)

#### 交感神経の生理学原論的研究

I. Neuro. effector junction に於ける興奮傳導に就て[血管に爲す交感神経(efferent)作用に就て](其の2, e)

II. 呉学説(Spinalparasympathicus)批判  
Neuro. muscular junction-neuro. effector junction に於ける興奮傳導に関する新研究用仮説(幸塚1951, 1953)の立場より(其の2, e)

1) i) 先に私達は脊髄後根交感神経が骨格筋血管の vasodilator via post. root なる事を実証した。それが正しいとすれば呉学説(spinalparasympathicus)はその際考え難き事は既述の如し。ii) 脊髄後根交感神経(幸塚)と脊髄前根交感神経(Langley)の functional relation 如何? を探求して、骨格筋にて新学説“血管の交感神経性二重支配法則”を検証し得た(信州に於ける談話会)。  
ii) が abdominal viscera の血管にも妥当するのではなきやを検せんとするのが夫々本研究の第一目的及び第二目的なり。

2) 方法及び実験成績 既述の方法に拠つた。  
i) spinalganglion に関して; 刺戟後一定時間を経て血管は明かに拡張した。ii) splanchnic nerves に関して; 刺戟後一定時間を経て血管は明かに縮小した。i) ii) は共に一定時間を経て元の直径に歸つた。iii) i) ii) の作用機転は? 夫は私達の新研究用仮説の emission theory にて一義的に説明されるのではないかと思われる。

3) 結論 i) abdominal viscera の血管の vasodilator via post. root の直接証明がなつた。而してその nature は脊髄後根交感神経なり。ii) i) が正しいとすれば、その際呉学説は考え難い。iii) abdominal viscera の血管に就ても“血管の交感神

経性二重支配法則”は成立すると思われる。

2. 鎌倉勝夫(奈良医大生理)

エチールウレタンの生物学的作用、特に代謝相  
互作用に就いて

少量「ウ」投与が白鼠の低圧耐性を著明に高める事実から出発して「ウ」作用の呼吸性機序を研究している。0.5g/kgの皮注は白鼠の体温を約1°C、O<sub>2</sub>-消費及びCO<sub>2</sub>-呼出を20~30%上昇させるが、この「ウ」効果は副腎を摘出しては変わらない。又白鼠の脳、肝、腎均等液の基質(葡萄糖、乳酸、グルタミン酸、フマル酸、林檎酸)酸化は、「ウ」(10<sup>-3</sup>M)前処置により10~20%増大した。是等の成績から少量「ウ」の代謝促進作用は細胞性のものと解釈される。他方、麻酔量又は高濃度の「ウ」は in vivo, in vitro に拘らず代謝を抑制すると云われているが、そう簡単ではない。1.0g/kgの「ウ」投与は体温を約1°C、ガス代謝は約30%低下させるが、後者のみは実験後半に約1/3回復した。しかし、この回復は副腎摘出により消失する。「ウ」(0.16M)は in vitro で O<sub>2</sub>-消費を約30%抑制するが、嫌気性酸化(Thunberg法)には影響しない。機序の詳細は今後の研究によるとして、以上の成績から「ウ」は用量の大小により代謝相反性に作用すると云うことが出来る。

3. 西丸和義(広大生理)

脈管生理における2, 3の実験

4. 銭場武彦・三島久人(広島大生理)

膀胱-大腸促進反射に就て

無麻酔犬或はオーロパン・ソーダ麻酔犬を用い、膀胱壁を compression 或は distension した際の、下部大腸の運動の変化を追及した。大腸の運動は

膀胱壁の刺激により促進される場合と、初め抑制され後、促進される場合とがある。腰大腸神経及び下腹神経切断後は、大腸抑制を見る事がない。両側骨盤神経切断後は大腸促進は生じないが、一側骨盤神経が無傷であれば促進は起った。従って促進反射の遠心路及び求心路も共に骨盤神経である。之は骨盤神経の中枢端の電気刺激によっても確かめられた。骨盤神経の脊髓内反射経路を追及して見るに、求心路は後根を経て脊髓に入り、遠心路は前根より出る。しかも同側性にも対側性にも興奮は伝わり、且同節性にも異節性にも伝わる。第1, 2, 3 仙髄が関係があり、殊に第2 仙髄の作用が最も著明である。

#### 5. 笠原電喜 (日本医大生理)

##### 室温 Tyrode 氏液中に於ける家兎の剔出小腸管運動の研究

福原氏法に準じた実験装置で、室温 Tyrode 氏液中に家兎の剔出小腸管を投じ、酸素供給をせず其の運動を観察描記した。

I) 基礎的実験 腸運動の時間的变化は、初期には殆んど運動が無く、60分内外経過すると活潑な運動を示すようになり 2~3 時間安定した状態を持続する(後述の加圧実験は此の時期に行う)。更に経過すると腸運動は漸次減退の傾向を示し、実験開始後 7~9 時間で腸運動は停止する。

一定時間(剔出後6時間内外) 4°C 氷室に保存した腸片でも殆んど同様な運動経過を示す。尙これに酸素を供給すると腸運動の持続時間を更に延長せしめ得る(10~12時間持続する)。

II) 腸内圧と小腸運動 低い腸内圧(9mmH<sub>2</sub>O)でも蠕動があり、腸内容積の変動も僅か乍ら認められる。腸内圧を高めるにつれて比例的に蠕動及び内容の変動は著明となり更に加圧すると内容の変動も小となり蠕動も不明瞭となる。腸内容積の変動は十二指腸・空腸では20mmH<sub>2</sub>O、回腸では25mmH<sub>2</sub>Oで最大値を示す。ここに於て限界圧の如きものは認められない。

III) 逆蠕動発現に関しての知見 剔出腸管の尾側が特に拡張された状態にあるとき逆蠕動若しくは逆分節運動を認めた。即ち、連結ガラス管の口径が大なるとき、連結法が悪く腸管内壁とガラス管外壁との間隙がポケット状になったとき、腸管の尾側に気泡、腸残渣物の停滞したとき等である。

#### 6. 入沢 宏・入沢 彩 (広大生理)

##### 2, 3 無脊椎動物心臓の歩調取り部に就て

甲殻類シャコ心臓より仿作流を富田の低抵抗電極により記録すると、振動的な仿作電位に棘電位が重なって誘導される。更にメチレン青ロンガリット法により正中神経の生体染色を施すと、各節心門約0.7mm下に単一の神経細胞が各々染色されるが、第6節のものが最も大きく、この各神経細胞の部から誘導される表面電位は陰性の振れを示し、而も第6節のもので最も大きかった。次に昆虫類のクマ蟬心臓について同様な実験を行ったが、電気的に陰性を示す部位が、第2節及び第7節にあり、心中央部に電極を置くと両端よりの仿作電位の干渉がみられた。両節のコカイン麻酔及び冷却等により、健側に歩調取り部が変るのがみられた更に細胞内電極を筋繊維に沿って挿入する事により、単相性の波形を得たが従来此種の心筋より誘導される複雑な振動電流は心筋自体より発するものでないという可能性を知った。

#### 7. 加藤 守・伊藤文雄 (名大生理)

##### 線維性収縮活動単位インプルス頻度の分析

Biedermann 氏液により起る裏縫工筋BFT頻度を隔絶法と隔絶内誘導法を用いて分析した。裏BFT 頻度はその季節の水温で最高値を示しそれ以上に高めるとかえって頻度は少くなり且つ群化が起きて来る。然しながら個々の活動単位につき考察すると適温以上になると全体の頻度は少なくなっておるが単位については非常に頻度の多いものがあらわれて来る。即ち適温以上になると個々の活動単位は興奮性を高めるが活動しておる単位数はかえって少くなると思われる。

伸展のBFT頻度の影響については負荷値に応じ頻度は増すのであるが、活動単位の放電間隔は全体の頻度の増加率と大体同じ率で間隔が狭くなっており伸展により活動単位の興奮性は増すが活動単位数は余り変らない。

電気緊張及びpHのBFT頻度の影響についてはこれと同じ様な結果を得た。

#### 8. 島田久八郎 (新潟大生理)

##### 骨筋の化学受容器について

蛙の腓腹筋坐骨神経標本を用い、筋に枸橼酸ソーダを作用させ、神経線維より枸橼酸性衝撃を記

録し次の結果を得た。

1. 枸橼酸ソーダは神経線維にも直接刺激になるが、その時の衝撃数は筋のついている場合の約1/4である。

2. 枸橼酸性衝撃は筋の機械的变化や、筋の伸縮とは同期しない。

3. 蓆酸ソーダ、枸橼酸ソーダ、硫酸ソーダを作用させた時の衝撃数はCa固定能の強さとは同一順序にならない。

4. 枸橼酸性の衝撃はMIAやNaCNにより、伸展性衝撃よりも著明に減少する。

5. 伸展受容器にも連ならず、運動神経線維でもないもので、筋の枸橼酸刺激に応じて衝撃を出す線維がある。

以上のことから骨格筋の化学受容器について考察した。

#### 9. 高橋 恵 (東大生理)

##### 蛙骨格筋線維のLocal-Responseに関する研究

摘出蛙縫工筋内側面の単一線維に細孔電極を当て、Wagner橋の一辺に入れて橋の平衡状態で刺激し、電極下の電位変動を検した。

(1)筋の Ohm 抵抗は電極の当たり方に著しく左右され (大体100-400k $\Omega$ )、漏洩電流の抵抗が支配的であった。実験は主として200k $\Omega$ 前後で行った。(2)逆 (分極) 起電力は抵抗の一定範囲では電流と直線関係を示すが、抵抗の増加に伴い、殊に300k $\Omega$ 以上では著しく大となった。これは主として筋線維表層に密着している物質によって起るものと判断した。(3)刺激電流は(1)(2)等から平衡状態の電流に、逆起電力による電流が、閉塞時は同方

向に加わり、開放時はそれだけの逆向き電流が加わることとなる。(4)陽極電流 (細孔内陽性) 刺激では、基流の10倍以上の強流でも、逆起電力が認められるだけで、筋線維に興奮は起らず、“positive swing (Rosenblueth 1952)” も認められなかった。(5)陰極電流では、ある強さ以上では、逆起電力に Local-Response (L. R.) が単相性陰性電位として加わり、更にある強さ以上では、その経過中から棘電位が起ることが認められた。同様なことが傾斜上昇流刺激でも認められた。(6)(3)に述べた刺激電流で起るL.R.は、十分発達したものでは、1例を除いて、上昇、凸峰、下降の三期を有する比較的ゆるやかな電位変動で、下降期のあとは逆起電力の曲線に一致し、二峰以上を生ずることはなかった。(7)L.R.は基流の約80%ではじめて起り閾値があるのであるが、その確定は困難であった。(8)L.R.は電流と共に増大するが、基流に近づけばその増加は殊に著しくなる。(9)L.R.は基流以上の刺激でも電流と共に増加し続け、棘電位がL.R.の一定電位で起ることは認められなかった (棘電位の起りが早くなるだけ)。(10)L.R.の“secondary rising (Hodgkin 1938) は小棘電位と云うべきもので、これが見られる場合は(9)が一層明瞭であった。(11)L.R.の経過中刺激電流を断つと、L.R.は一般に著しく減少し、消失する。閾値に近い刺激の場合は然し、減少し方が少く、電流開放後もL.R.が比較的良好に保たれる。(12)“miniature spike (Hodgkin and Rushton 1946)” は棘電位と云うべきもので、(11)の事実がこれと深い関係を有するものと判断された。

#### 第106回生理学東京談話会

時 昭和30年11月26日 (土) 午後1時より

所と当番 日本医科大学生理学教室 戸塚武彦

##### 1. 倉沢和秀 (千葉大第2生理)

##### 家兎一酸化炭素吸入時のアドレナリン分泌並びに血管拡張反応について

CO中毒の本態が主として低酸素血症であることは古来の定説であって、CO吸入時にみられる著明な過血糖も、血液酸素不足によるアドレナリン分泌と解せられている。しかしながら家兎に於ける酸素欠乏実験に関する諸文献を通覧するに、過血糖出現の程度は研究者により著しく異なり、

高度に出現するというものがあり、また殆んどその出現をみないというものもある。一方CO吸入に於ては、毎常著明な過血糖をみる事が報告されており、ここに演者は、CO吸入時の過血糖出現が果して低酸素血症によるアドレナリン分泌によるものか、或いはCOそれ自体が強烈なアドレナリン分泌を起すものかを解明せんと試みた。即ちCO吸入時並びに窒素混合空気吸入時の、血糖及び血中血管収縮性物質の変動を比較検討した。

なお家兎 CO 吸入時には耳殻血管の著明な拡張をきたすことを観察したが、これに対し窒素混合空気吸入に際してはかかる現象がみられ難いので、恐らくは CO 独自の作用によるものと考えてその機序を追求した次第である。実験により得られた結論は次の通りである。

1. 家兎 CO 吸入時にみられるアドレナリン分泌及びそれに由来する過血糖は、同程度の酸化ヘモグロビン缺乏を招来すべき窒素混合空気吸入の場合に比し、遙かに顕著である。即ち CO 吸入自体が強烈なアドレナリン分泌をきたすことを知った。

2. かかるアドレナリン分泌はイミダリンによって著明に抑制されるが、重曹、ルミナル、アトロピン前処置によっては殆んど影響を受けない。

3. CO吸入時には、窒素混合空気吸入時にみられぬ顕著な耳殻血管拡張、並びに軟髄膜血管拡張をみる。これはアドレナリン分泌とは別個に CO 吸入の独自作用として出現し、イミダリンによって抑制される。

## 2. 皇山一平 (東大生理)

### Hemodynamics における回路網論的方法について—血圧減衰時定数の概念とその応用—

Hemodynamics においても流体力学的方法と並んで電気回路との相似性から理論を展開する回路網論的研究が若干発表されている。然し演者の知る限りでは電磁気学の比較的ありふれた式の直輸入的なものが多く、どの点が同様に扱え、どの点は相似外であるかの検討は不十分で、甚しい誤をおかしている例すら見る。

演者は数年来回路網論の立場から循環系の基本的問題—殊に基礎的なものでありながら常識的に処置されていたもの—を検討して来た。今回はその中のいわゆる分布常数回路網論的解析をすすめた結果の中最も簡単であり実用的であると考えられるものについて述べる。心臓から血液の駆出が行われなくなると血圧は一見指数函数的に減衰して行くことはふるくから知られている。これが何によって定まり、その条件が数式的にいかにかに簡単化され得るかを検討した。その結果循環系の総インピーダンスや共振周波数等においては到底不可能な簡単な RC 並列等価回路によって、減衰をあらわす時定数が規定されることを知った。而もその条件は実測値としての  $\delta$  (0.2~2秒)、血管の

長さ  $l$ 、脈波伝播速度  $a$  の間に  $\frac{l}{\delta a} \approx 0$  という殆んどすべての場合生体において成立する関係の他は余り無理でない若干の条件を仮定すればよいものであった。

この一般的な概念を用いれば一見複雑に見える生体の力学的現象から必要な力学的数値を不難に計算できるのではなからうか。その 1 例として搏出量の力学的測定にこれを応用したところ比較的簡単な然し一般的な計算式を得た。この式に色々な条件を加えて簡略化すると従来別の理論的根拠—然し多分に独断的と思われる—から導かれていた Broemser 及び Ranke, Wetterer, Wezler 及び Böger 等の計算式に到達することを知った。そして演者の式からはこれらに比べ更に正しい値が計算できるかの実測結果を得た。

## 3. 島本多喜雄・小西藤治・山崎博男・井上道郎 (東京医歯大臨床生理)

### 蝸牛内リンパ置換の聴領野の脳波及び音-誘発電位に及ぼす影響

前庭機と K-ion の関係に就ては既に発表した。今回は蝸牛内リンパの置換に依て Auditory Receiving Area (聴領野) の脳波及び音-誘発電位が如何に変化するかに就て述べる。ネムブタール麻酔モルモットの頭蓋骨の一部を除去し軟脳膜上に直径約 0.5mm の銀円板電極をおき Click による誘発電位を記録して聴領野を決定し以後その部の脳波の変化を観察した。蝸牛内リンパの置換には蝸牛殻の第一及び第四廻転の Scala media に小孔をあけそこより種々の溶液を通過せしめた。

片側蝸牛殻に小孔をあけると反対側の脳波は直後しばらく優勢となるが漸次之は恢復する。ついで 0.17~0.3 Mol KCl により蝸牛内リンパを置換すると同側の脳波は平坦となり反対側のそれは優勢となり多くの棘波をみるようになる。この際生理的食塩水にて K-ion の濃度をもとえもどすと左右差は消失する。逆に最初より生理的食塩水にて置換すると同側の脳波活動は活潑となる。つぎに片側の蝸牛殻破壊後健側の蝸牛内リンパを 0.17~0.3 Mol KCl で置換すると殊に反対側の誘発電位は明らかに増強され、生理的食塩水で置換すると反対側の誘発電位は抑制されるが、同側のそれはやや増強される傾向がみられる。又 1 側の蝸牛殻破壊により最初反対側の脳波は優勢となるが暫時にし

て逆に破壊側の脳波より低電位となる。この際健側内リンパを生理的食塩水にて置換するとこの左右差が消失する事実もみられた。

以上の実験成績より蝸牛内リンパのK-ionが聴視野の脳波活動及び音-誘発電位に大なる影響を及ぼしていることが知られた。

#### 4. 城山 浩・新井今朝雄 (群大第1生理)

##### 後根線維の形と機能に関する模型的研究

後根から脊髄に入る知覚に関する求心性Neuronは脊髄神経節に細胞を持っているが神経線維からの側路が細胞と連絡している様な形をしている。求心性のImpulseが常にこの側路から入って神経細胞を興奮させるか否か等に就いても尙充分明らかでない点もあるが中枢に於けるNeuronの形と機能の間には密接な関係があるものと推定されるので余等はこの求心性Neuronの形と興奮伝導に就いての模型実験を行った。

実験方法は硝酸の中に鉄線及び鉄球からなる核を浸した電気化学的興奮伝導模型を用いたのであるが、この際神経線維に相当する鉄線の核の中央部に短い側路(約1cm)を設け側路の末端に鉄球(直径1.5~2cm)を附着させて哺乳類等に於ける後根の求心性Neuronに類似した形のもの(A型)と鉄線の核の中央部に鉄球を貫通したもの即ち球形の神経細胞の両側から神経線維が出ているNeuronに似た形(B型)のものと2種の核を作り之等の核を用いた場合に於ける興奮伝導の状況を観察した。

実験の結果はA型の核の場合には鉄線の核の一端を刺激して興奮波が側路の附近まで到達する場合には殆んどこれを通過して他端まで到達し側路の附近で止ることはない。此の場合球部は興奮することが多いが場合によっては興奮しないことも見られた。然るにB型の核の場合には核の一端に生じた興奮波が中央の球部の附近まで到達しても多くの場合にここで止まり球部を越えて他端迄到達するのは数回に1回位の割合であった。

以上の実験成績から見るに求心性神経線維の末端に起った興奮波を脊髄まで伝えるには、上述のA型の如き形のNeuronが適当であろうことが知られる。即ち人間其の他の求心性の後根Neuronはかかる機能を果たすためには最も適した形をしているものと考えられる事が出来る。

併し魚類の或るものに於てはB型核に類似したNeuronがあるが未発達のためか又は神経節に中枢としての機能を行わせるためか何れかであろう。中枢としての機能はこの形ではじめて可能になるであろうと思われる。A型のものではImpulseはすべて神経節を通過するであろうから中枢としての役割は全く果し得ない事になるものと考えなければならぬ。

#### 5. 武藤和雄 (群大第1生理)

##### 電気化学的興奮模型を用いての陽極開放刺激に関する研究

筋・神経等に電流を通じた際、電流の閉鎖に際しては陰極から開放に際しては陽極から興奮が起り、極興奮の法則として古くから知られているが、その機序特に陽極開放刺激に関しては殆んど不明である。最近、松本、石田等は電気化学的興奮模型に於て陽極開放刺激は短絡抵抗が小であるときのみ有効であると報告したが、余は電気化学的興奮模型を用いて更にこれらの機序を解明せんとして実験を行ったので報告する。

##### 1) 油の薄膜を用いての実験

鉄の核の表面に油の薄膜を作り、硝酸中に浸し、核が陰極又は陽極となるようにして通電すると電流の方向に拘らず膜は消失して興奮が起ると同様な変化が起る。

##### 2) 硝酸中に浸した鉄の核に就いての実験

鉄線の核を硝酸中に浸漬し、核に膜を作り刺激方向の電流を作用させれば膜は消失し興奮する。この際、Impedanceの減少が起る。刺激方向と逆方向の電流では、通電中興奮は起らないがImpedanceの減少は起る。即ち膜は或程度消失している状態になる。

3) 膜がなくても電位差がなければ伝導する興奮は起らぬ事を示す実験。

硝酸中に鉄の核の先に炭素棒を連結し浸漬しても膜のある鉄と炭素とは大体等電位なので、鉄の核に興奮は起らない。

4) 電位の高い部からは興奮が起る事を示す実験

鉄の核の先に炭素棒を接続した方を陰極とし、一方の電極を陽極となるようにして、鉄の表面に膜をつくり、炭素棒の部分だけに通電し電流開放と同時に別の硝酸中に全体を浸漬すると鉄の核は

興奮し、膜は消失する。

これらの事柄から

- 1) 陽通電で膜は消失するがその部の電位が低いので伝播する興奮は起らない。
- 2) 陽通電で回復力が増強し膜がこわれても、電位の低い中に膜が回復すれば興奮は起らないという結果が得られた。

6. 富田恒男・田沢美彌・山中妙子 (東京女子医大生理)

#### 同心微小電極による網膜内活働電位の研究

従来吾々の教室では微小電極を網膜に刺入し、その各深さから活働電位を誘導記録、その結果から ERG 中の PⅡ, PⅢ の発生層として両極細胞層が主役を演じていることを結論した。然るにその後 Svætichin 等は類似の方法により同一問題を研究し、その結果 PⅡ, PⅢ が専ら視細胞層に由来するという吾々とは全く異った結論に到達した。更に Noell は数種薬物の ERG に及ぼす影響とその網膜の組織学的所見とから、PⅡ, PⅢ の発生に視細胞層及び両極細胞層の両者の関与を結論した。

吾々は外径 10 $\mu$  前後の微小電極内に外径 1 $\mu$  以下の超微小電極を装置し、しかもこの内部極が外部極に対して微動し得る如き同心微小電極を試作、之を用いて従来の諸成績を再検討した。即ち同心電極の外部極を網膜の硝子体側或は視細胞側表面に一致させた後、内部極を微動させて網膜内の色々の深さに刺入、内外両極間の光照射に伴う電位変化を第一増幅器を通して記録した。又別の無関電極を同心電極を当てる網膜面と反対側におき、外部極—無関電極間の電位変化を第 2 の増幅器を通して同時記録した。

本法により a-波、b-波、d-波共に同心電極の内部極が両極細胞層を通過する間に最大の振幅変化を示すことを認め得た。このことは PⅡ, PⅢ 共にその主たる発生層が両極細胞層にあるという吾々の従来の結論と一致するものである。但し方法の精度からみて ERG に対する視細胞層の幾らかの関与を否定することはできなかった。

#### 7. 高橋 恵 (東大生理)

##### 蛙骨筋線維の Local-Response に関する研究 (続き)

前報と同様な方法により、1~3msec 程度の電流刺激によって被刺激部位に起る Local-Response (L.R.) 及び棘電位 (S.P.) をしらべた。(1)L.R. はある強さ以上の一定刺激電流に対しては一定通電時間以上で始めて起り、時間と共に大となる。通電時間一定では一定電流以上で起り、電流と共に大となる。(2) 閾値に近い電流では 30mV 程度の L.R. が認められ、時間の短縮 (電流増加) と共に閾電流による L.R. は大となる。但し、これには miniature spike が含まれている様であるが、両者の境界は不明である。(3) 逆起電力の大きさは閉鎖時は刺激電流の大きさと直線関係を示すが、開放時は見掛け上 L.R. の状態によって異り、L.R. が小である範囲では閉鎖時とほぼ等しいが、L.R. が大となると閉鎖時よりも著しく大となる。これは主として L.R. に S.P. (miniature spike) が加重され、それが刺激電流開放後も増加し続けるためと考えられる。(4) L.R. も一般に電流開放後 0.1msec 程度は通電中とほぼ同様に維持される様であるが、その後急速に減小消失する。刺激時間が短縮されるほど、また L.R. の発達が小さい程この効果は著しい。(5) 刺激の強さが閾値に近づき L.R. が大いに発達すると、この効果は小となり、電流開放後も比較的大きな電位 (residual L.R.) が比較的長時間維持される様になり、閾刺激による伝導する S.P. はこの様な大きな residual L.R. の経過から起る。S.P. の伝導とはこの条件が必要の様で、これがなければ S.P. は被刺激局所の miniature spike で終る様である。

刺激時間を更に短縮して 0.1msec としても結果には殆ど質的な差異が認められなかった。短時間刺激におけるこの所見は Hodgkin 等が見落しているところの様で、彼等の実験事実と理論との齟齬をよく説明し得るものと考えられる。

#### 8. 戸塚武彦 (日本医大生理)

##### 2 beam vectorcardiograph の供覧

#### 第107回生理学東京談話会

時 昭和30年12月20日 (火) 午後1時より

所と当番 昭和医科大学生理学教室 井上清恒

1. 牧野 博 (日本医大生理)

諸種薬物による心電図の変化

日常観察されている心電図は多種多様であるが、いずれもその前後の経過に関しては推測するのみで本態というものは十分に解明し得ない。そこで種々の薬品によって正常な動物が次第に死に追いつめられて行く経過を作り出して忠実にその変化を心電図により追求して興味深いいろいろの変化を記録した。

実験は成熟家兎及び犬を用いた。それぞれウレタン及びラボナールで麻酔をして正常心電図であることを確かめてから第2誘導を採用して各種薬品を適用した。用いた薬品は犬に対してウワバニン、家兎に対してウワバニン、ベラトリン、アドレナリン、ノルアドレナリン、アセチルコリン静注及びアンモニアガス呼吸である。

実験結果は別表の如くであるが、本実験により薬物適用によりR.R間隔延長、次いで期外収縮出現し之が次第に増加して相対的に正常のパターンを抹殺し最後に連続して室粗動に変わって行った経過は共通した特徴であった。而して犬に於けるウワバニンの実験例で明らかな通り、期外収縮連発の形の室粗動がプロカインアミドで即時停止したこと、及び家兎のアンモニアの実験で期外収縮が連発して正常パターンと入れ替らなかったため室粗動に発展しなかった事は、期外収縮の基本的な形をこの実験で見られた室粗動に比べてみると相関して、室粗動は期外収縮の連発であると考えて良いと思われる。

その他ベラトリン、アセチルコリン、アドレナリン、ノルアドレナリン等で房粗動の合併、又ノルアドレナリンの実験でR.T.の増高及びTの二相波が見られた事及びアセチルコリン、アドレナリン、ノルアドレナリンの実験で驚くべき呼吸速度の亢進からその呼吸変動の曲線が室粗動の如き状況を示し、その基線の上に正常パターンが乗っている状況が見られた事を附言する。

適用1薬品	適用方法	動物	生じた変化			
			R	期	室	房
Uabanin	静注	犬	+	+	+	-
Uabanin	静注	兎	+	+	+	-

(室粗動プロカインアミドで止まる)

Veratrin	静注	兎	+	+	+	+
Acetylcholin	静注	兎	+	+	+	+
Adrenalin	静注	兎	+	+	+	+
Nor-adrenalin	静注	兎	+	+	+	+
Ammonia Gas	吸入	兎	+	-	-	-

(死亡寸前に単相曲線となる)  
(上室性頻拍出現)  
(2:1ブロック R.T増高, Tの二相化)  
(R.T増高. 期外収縮連発しない. 室粗動出現せず)

2. 平尾武久 (群大生理)

雑音としての脳波 (I)

筆者は脳波の解析に関してその Fourier 解析が必要だと思われたので並列T型の濾波回路を負帰還してその分析器を作った。

分析は2~5, 8~11, 13~18, 20~40, 40~70, 100~, c.p.sの帯域周波数分析であり、その分析時間は大体0.3sec位であり、分析のおくれもそれと同じ位である。

Out put は40 c.p.s以下のはペン画で、それ以上は電磁オシロの振動子となっている。

【質問】伊藤弘多加 (東京教育大)

1. 雑音という表現は電気工学音響学的な用語の使い方から少しはずれているのではなからうか。亦発表の内容からしても雑音という表現が適切でない様に思える。
2. E.E.G.の何cpsという場合の表現内容。
3. 平尾氏の作られたE.E.G. Analyzerの分析時間。
4. 同分析記録に於ける波形についての疑問点。

【答】平尾武久

- 1) 電気工学、物理学的な用語の使用法として少しもはずれていないと思う。本川、佐藤氏の統計的な脳波の取扱いの基礎になるものは全く雑音としての取扱いである。くわしくはその時の唯一の支持者増山氏にきかれない。
- 2) 質問内容不明
- 3)  $\delta$  (0.5sec)  $\alpha$  (0.3sec)  $\beta$  (0.2sec) A (0.1sec以下) B (0.05sec以下) 位です。
- 4) 質問内容不明

3. 本間三郎・大倉諄男 (千大第1生理)

人体における脊髄反射活動に関する研究

人体神経、筋のi-t曲線を正確に測定すると組織によってそれぞれ違ったi-t関係をとる。時値に

よって *i-t* 曲線の形を表現してみると、求心性神経線維（張反射に関係するもの）、筋、運動神経線維、神経筋接続点の順に時値は小である。*i-t* 曲線がこのように相異すれば、もし単一刺激の刺激期間を適当にすれば、組織を1つだけ刺激できるであろう。単一刺激の期間の数 msec であると求心性線維が刺激され易く、期間を 1msec 以下に短くすると遠心性（運動）神経のみ刺激することができた。J. Poillard (Pflügers Arch. 260, 448, 1955) もこの点は指摘している。人体の各組織の時値から、人体刺激において選択的の刺激が可能である。

上述の求心性線維の *i-t* 曲線は脛骨神経を刺激して腓腹筋の活動電位を導出することで求められたものである。活動電位は M, H 波と呼ばれる2つの波をみるが、H 波が反射してきたものである。反射活動をみるときは中枢の影響が様々に加わる。実験状態を恒常にすることは困難である。反復刺激によって Braun 管上に活動電位を連続観察できれば、種々の影響の混入を監視できる。尚反復刺激の方法はゆっくりの反復を必要とし、また刺激期間は msec の次序の短いものでなければならない。刺激期間短かくとも反復の周期が高いときには回復過程の次常期（ともすれば過常期にも）に刺激が繰返されることになるし、一方反復の周期がゆっくりしても刺激期間が長くなると個々の刺激において accommodation が起きてくる。刺激期間が短く、反復をゆっくりせしめれば、反射活動を常に恒常に出現せしめ、変化を容易に見分けることができる。

反復刺激が可能になったので、その研究を進めて、反復の周期を 5c/s まで高めた。1c/s から 5c/s と高まると強度の閾値は高まる。

下肢両側脛骨神経の刺激点を反復刺激で正確に決定した後、一側の活動電位を記録しながら、対側の刺激も加えると両刺激の刺激間隔のある時点で、反射の抑制がみられた。

#### 4. 竹中繁雄（岐阜医大生理）

##### 交流干渉作用に依って発生する衝撃群について

方法：1. 材料。ヒキガエル (*Bufo vulgaris*) の坐骨神経又は坐骨神経腓腹筋・標本を使用した。

2. 方法。神経の中枢端に近く、交流電圏を設け、全神経から衝撃群を誘導する。又別に筋から針電極を使用して E.M.G. を描記する。

成績：使用した交流は 80 $\sim$ 、60 $\sim$ 、40 $\sim$ 、30 $\sim$ 、20 $\sim$ 及び 15 $\sim$ 、であったが主として 60 $\sim$  に就て実験した成績を述べると、

1) 60 $\sim$  交流の初縮縮閾値以下であるが、この閾値に近い交流電圧を作用させておけば、第 2 スパイクから最後のスパイクまでの期間は約 300 msec であった。

2) 交流圏の電圧を上昇させて衝撃群のスパイクの発生を検したり、E. M. G. を参照して、全神経の衝撃群は構成せる神経線維の衝撃列の合成であって、

3) 繊維の衝撃列の持続時間には短かいものと、長いものがある。

4) 交流圏の電圧を上昇させれば、短い衝撃列も段々長くなる。

5) 短い衝撃列も長い衝撃列も最初は同時に発生する。衝撃群の後期は従って比較的長い衝撃列のみから合成されている。

#### 5. 佐野豊美・小野 勝・島本多喜雄（東京医歯大臨床生理）

##### 超毛細管電極法による心電図の近接効果の検討

尖端外径 0.5 $\mu$  以下のガラス製超毛細管電極を *in situ* の亀の最表層心筋細胞に刺入し、以って得られた膜活動電位の昇相の勾配最も急峻な部分と、心臓のこれと殆ど同じ部分より得られた直接単極誘導心電図及び第 2 の超毛細管電極を細胞外に置くことに依って得られる所謂 surface electrocardiogram の intrinsic deflection とを比較し、導子への興奮到達時点は intrinsic deflection のどの点に相当するかを検討した。結果は従来信ぜられていた様な R の頂きとか S の谷とかいう intrinsic deflection 内の一定点を必ずしもそれと見做し得ず、心臓の部分により intrinsic deflection 内の色々な点が興奮到達時点たり得ることを知った。又 surface electrocardiogram は膜活動電位の単なる 2 次微分の形をとるとは見做し得ず、略々同じ場所より得られた直接単極誘導心電図に寧ろ類似し、部位による多様性を示すことを知った。我々の得た結果は intrinsic deflection の時間幅が無視し得ない場合には心臓興奮伝播過程の追求には従来一般に行われた直接単極誘導法が適当でないことを示すものである。

## 昭和30年度生理学論文表題集 (4)

(日本生理誌に掲載の論文も含む)

### 労働科学研究所

- 1) 石井雄二 (1955. 1) 労働者の体格体力に関する研究 (第3報) 山林労働者の体格測定成績 労働科学 31, 26-31
- 2) 大島正光 (1955. 2) 生体負担度について 労働科学 31, 49-58
- 3) 大島正光 (1955. 4) 労働合理化論 新労務叢書 VI 1-285
- 4) 沼尻幸吉・他 (1955. 4) 各産業界の労働量の分布について 労働科学 31, 236
- 5) 関口芳夫 (1955. 4) 筋的労働の強さの研究 (第2報) 労働科学 31, 238
- 6) 大島正道・他 (1955. 4) 作業姿勢 労働の科学 10, 189-247
- 7) 沼尻幸吉 (1955. 5) 金属鉱山坑内労働のエネルギー代謝について 労働科学 31, 324-328
- 8) 大島正光 (1955. 6) 実効率曲線についての考察 労働科学 31, 398-402
- 9) Oshima, M. et al. (1955. 9) The curve of the depth of sleep. Reports of The Institute for Science of Labour. No. 48, 1-4
- 10) Oshima, M. et al. (1955. 9) Studies on the sleep. (Part 4.) Daily variations in the responses to the stress test. Reports of The Institute for Science of Labour. No. 48, 10-13
- 11) Morioka, M. (1955. 9) Temporary hearing loss following exposure to loud tones. Reports of The Institute for Science of Labour. No. 48, 19-24
- 12) Numajiri, K. (1955. 9) Energy consumption of industrial workers in Japan. Reports of The Institute for Science of Labour. No. 48, 5-9
- 13) 大島正光 (1955. 9) 視覚生理心理学から見た機械設計の諸問題 —文献の紹介— 労働科学研究所資料 72号 1-27
- 14) 大島正光・狩野広之 (1955. 10) 労働と年齢 Aging の諸問題 労働科学叢書 VIII 1-184
- 15) 大島正光・他 (1955. 11) 騒音の睡眠に及ぼす影響について 労働科学 31, 719-726
- 16) 沼尻幸吉 (1955. 11) 労働の強さと適正作業量—その測定の方法— 労働科学叢書 VII 1-235
- 17) 森岡三生・他 (1955. 12) 音響曝露による聴力の変化について (第3報) 聴力消失と音の大きさの知覚 労働科学 31, 814-818

### 金沢大学医学部第1生理学教室

- 1) 下川末夫・萩野 修・菓子井幸則 (1955. 1) 筋作業時に於ける Donaggio 反応陽性物質の排泄と腎機能 血液 pH 及び蛋白尿との関係について 日本生理誌 17, 1

- 2) 斎藤幸一郎・本田良行 (1955. 3) 微量ガラス電極による血液 pH とその温度係数の測定 日新医学 42, 167
- 3) 本田良行 (1955. 8) 硝子電極による循環動脈血の pH 測定 生体の科学 7, 43
- 4) 中山達夫 (1955. 7) 保存血の Glycolysis と溶血について 十全医誌 57, 1191
- 5) 中山達夫 (1955. 8) 血液の Acid change と Glycolysis 十全医誌 57, 1389
- 6) 野村 博 (1955. 11) 馬血液カタラーゼの結晶法 十全医誌 57, 2017
- 7) 野村 博 (1955. 11) 血液カタラーゼの不能仿化に関する研究 I カタラーゼの不能仿化に影響を及ぼす諸要因について 十全医誌 57, 2020
- 8) 野村 博 (1955. 11) 血液カタラーゼの不能仿化に関する研究 II 不能仿化の防止と再能仿化について 十全医誌 57, 2035

### 名古屋大学医学部第2生理学教室

- 1) Fumio Ito (1955. 3) Electromyographical studies on the fibrillary twitchings elicited by Biederman's solution. Jap. J. Physiol. 5, 58
- 2) Fumio Ito, Hiroshi Siga, Umeko Sobue (1955. 10) Fibrillary twitchings represented by recurrent discharges from muscle ending. Nagoya J. Med. Science 18, 177

### 名古屋大学環境医学研究所

- 1) 萩野御太郎 (1955. 3) 調節作用の緊張及び弛緩時間の一新測定法について 環境医学研究所年報 VI, 47
- 2) 豊嶋英雄・御手洗玄洋・大谷晃一・矢ヶ崎嘉朗 (1955. 3) 光刺激及び網膜電気刺激時の脳誘発波の考察 環境医学研究所年報 VI, 89
- 3) 御手洗玄洋・矢ヶ崎嘉朗 (1953. 3) 網膜の receptor potential 環境医学研究所年報 VI, 94
- 4) 御手洗玄洋 (1955. 6) Cortical response to photic stimulation Part I, Part II. The Tohoku Journal of Experimental Medicine. 62, 261
- 5) 萩野御太郎 (1955. 7) 動いている物の見え方の研究 日眼会誌 59, 743
- 6) 御手洗玄洋・矢ヶ崎嘉朗 (1955. 7) 膜電位より見たる光受容器の明暗順応 日眼会誌 59, 868
- 7) 鈴木昭弘 (1955. 8) 身体環境条件が視機能に及ぼす影響に関する研究 (第11報) 光反応時による色感覚の研究 日眼会誌 59, 247

### 名古屋市立大学医学部生理学教室

- 1) 新田初雄・外2名 (1955. 1) Studies on the body

odor. (Part 2) Adsorption experiments in vitro on odoriferous substances with ion exchange resins. Nagoya Medical Journal 3, 47

- 2) 猪飼公郎・野田佳男 (1955. 2) 体臭に関する研究補遺 名古屋市大医学誌 5, 146
- 3) 安藤精華 (1955. 2) 家兎耳下腺より抽出せる特殊含窒素物質 (第1報) トリクロル醋酸可溶, アルコール沈澱性窒素物質 名古屋市大医学誌 5, 149

#### 岐阜県立大学医学部生理学教室

- 1) 竹中繁雄 (1955. 9) 交流の干渉閾値と周波数との関係について 岐阜医大紀要 3, 87-93
- 2) 竹中繁雄 (1955. 12) The sequence of impulses evoked by the coupling effect of an alternating current in nerve. 岐阜医大紀要 3, 178-184
- 3) 竹中繁雄・岡田恒則 (1955. 12) The existence of the reflective coupling effect of alternating currents in nerve. 岐阜医大紀要 3, 167-171
- 4) 岡田恒則 (1955. 9) 神経に及ぼす Formalin の作用 (筋電図的研究) 岐阜医大紀要 3, 94-107

#### 京都大学医学部第1生理学教室

- 1) Araki, T., T. Otani (1955. 9) Response of single motoneurons to direct stimulation in toad's spinal cord. J. Neurophysiol. 18, 472-485

#### 京都大学医学部第2生理学教室

- 1) 加藤幹夫 (1955. 1) 半導体Material GermaniumのTransistorized と其の医学的応用 耳鼻咽喉臨床 47, 1035
- 2) 加藤幹夫 (1955. 1) 超音波刺激の聴覚に及ぼす影響 自律神経誌 3, 19
- 3) 万井正人 (1955. 2) 家兎脚リンパ採取法の一考案 体力科学 4, 151
- 4) 万井正人 (1955. 2) 筋運動による家兎末梢リンパ中乳酸量の消長 体力科学 4, 153
- 5) 万井正人 (1955. 4) Elektronen und phasenkontrastmikroskopisches Studium der Hämolyse. Acta Sch. Med. Univ. Kioto. 32, 186
- 6) 万井正人 (1955. 4) 家兎脳波の直接誘導法の改良 自律神経誌 4, 16
- 7) 加藤幹夫 (1955. 5) 超音波刺激の難聴治愈能 耳鼻咽喉臨床 48, 323
- 8) 加藤幹夫 (1955. 5) 嚥舌の遺伝機構 耳鼻咽喉臨床 48, 329
- 9) 加藤幹夫 (1955. 6) 超音波刺激の笹川氏腹部仮説の妥当性 耳鼻咽喉臨床 48, 385
- 10) 加藤幹夫 (1955. 6) 超音波刺激の臨床的応用方法 耳鼻咽喉臨床 48, 391
- 11) 曾我美勝・田代裕 (1955. 6) ベーパークロマトグラフィーに就て I Front の上昇 生物々理化学 2, 58
- 12) 山根彦二 (1955. 8) 核酸の Turnover に就いて 日本生理誌 17, 540
- 13) 山根彦二 (1955. 8) 核酸の電気泳動的考察及び核

酸と無機磷の結合 日本生理誌 17, 544

- 14) 山根彦二 (1955. 8) Nucleic acid と Serum albumine の Interaction 日本生理誌 17, 549
- 15) 山根彦二 (1955. 8) Nucleic acid と Ovalbumine の Interaction. 日本生理誌 17, 555
- 16) 鍋島泰 (1955. 8) 神経細胞の形態と機能 電子顕微鏡 4, 86
- 17) 曾我美勝・桃谷好英・井上康夫 (1955. 11) 新しい蛋白質分割法 化学 10, 45
- 18) 田代裕 (1955. 12) 細胞顆粒の界面に関する研究 I 細胞顆粒の界面電位について 生物々理化学 2, 34

#### 京都府立医科大学第1生理学教室

- 1) 小森敏夫 (1955. 1) Cl-space の生理的変動に関する研究 (第1報) 日本生理誌 17, 55
- 2) 吉村寿人 (1955. 2) 低栄養 栄養学 (朝倉書店出版) 455-479
- 3) 吉村寿人 (1955. 3) 労働時の蛋白代謝と蛋白必要量 栄養と食糧 8, 199
- 4) Yoshimura, H. (1955. 3) Studies on the acid-base balance of saliva. Federation Proceedings. 14, 167
- 5) 大柴進 (1955. 3) 基礎代謝を支配する生理的条件に関する研究 (第2報) 日本生理誌 17, 210
- 6) 宇佐美駿一 (1955. 4) 農村青年の栄養実態調査に就いて 栄養と食糧 8, 9

#### 京都府立医科大学第2生理学教室

- 1) 岩田賢次 (1955) 灌流-卵管血管-膜電位差の研究 日本生理誌 17, 82
- 2) 石東嘉男 (1955) Toluidinblau の Metachromasie における分子的機構について 生化学 27, 35
- 3) 石東嘉男 (1955) ヌクレイン酸ソーダにおける Metachromasie と電導度並びに粘度との関係 京府医大誌 57, 264
- 4) 石東嘉男 (1955) Toluidinblau の Metachromasie に対する中性塩類の影響 京府医大誌 57, 269
- 5) 石東嘉男 (1955) Thionin 及び Methylenblau の Metachromasie における Langmuir 式の適用について 京府医大誌 57, 276
- 6) 石東嘉男・北中英夫・松山慎一・宮崎亨・万木良平 (1955) Planaria の生活持続と塩類作用 京府医大誌 57, 316
- 7) 石東嘉男・山田博三 (1955) 血清濃度変化に伴う屈折率並びに比重の消長に就て 京府医大誌 57, 581
- 8) 山田博三 (1955) 蛋白質溶液の凝析による塩素濃度変化並びに凝析物容積について 生化学 27, 305
- 9) 山田博三 (1955) 卵白の Tiselius 電気泳動図形に及ぼす pH の影響について 京府医大誌 57, 585
- 10) 滝本恒雄 (1955) Brovarin 投与による諸臓器臭素量の消長について 生化学 27, 104
- 11) 相原軍一 (1955) エーテル・炭末反応について 生化学 27, 223
- 12) 立花清市 (1955) エーテル・メニクス反応の研

- 究 京府医大誌 58, 619
- 13) 立花清市・相原軍一・老川賢良・北村行彦 (1955) 脳脊髄液のエーテル・メニスクス反応について 京府医大誌 57, 307
  - 14) 北村行彦・今西義晃・相原軍一・立花清市 (1955) 血漿のエーテル・メニスクス反応と高田氏反応などとの関係について 京府医大誌 57, 309
  - 15) 中島 亨・立花清市・相原軍一・今西義晃 (1955) 妊婦の血漿及び尿のエーテル・メニスクス反応について 京府医大誌 57, 313
  - 16) 堀井泰弼 (1955) 灌流-下肢血管-膜電位差に及ぼす灌流圧力の影響について 京府医大誌 57, 449
  - 17) 堀井泰弼 (1955) 灌流-肝血管-膜電位差に及ぼす灌流圧力の影響について 京府医大誌 57, 453
  - 18) 堀井泰弼 (1955) 蕁肝灌流液中のアミノ酸の消長 京府医大誌 57, 457
  - 19) 堀井泰弼・鈴木能和 (1955) 灌流-腓腹筋血管-膜電位差に及ぼすK-塩の影響について 京府医大誌 57, 461
  - 20) 鈴木能和・老川賢良・堀井泰弼 (1955) 拡散電位差の実験的研究 (第8報) 0.65% NaCl と諸種薬物含有 0.65% NaCl との間の拡散電位差 京府医大誌 57, 468
  - 21) 藺 民也 (1955) 各種アニリン色素のPbイオン結合について 京府医大誌 57, 588
  - 22) 田村道夫 (1955) メタクロマジーに於ける溶液の吸光曲線の推移について 神戸医大紀要 6, 1825
  - 23) Funaki, H. (1955) Contributions on the shapes of red blood corpuscles. Jap. J. Physiol. 5, 81
  - 24) Funaki, H. (1955) Thermal Analysis of Blood Catalase Reaction. Jap. J. Physiol. 5, 183
  - 25) Funaki, H. (1955) On the Retarded Stage (the so-called Induced Inactivation) of Catalytic Reaction. J. Kyoto Pref. med. Univ. 58, 651
  - 26) Funaki, H. (1955) On the Initial Stage of the Catalytic Decomposition of Hydrogen Peroxide. J. Kyoto Pref. med. Univ. 58, 890
  - 27) Funaki, H. (1955) On the Spontaneous Deactivation of Hemolysate Catalase and the Phenomena involved. J. Kyoto Pref. med. Univ. 58, No. 6
  - 28) 舟木 広 (1955) 血液カタラーゼ反応の熱解析 (塩類の影響 I) 日本生理誌 17, 664
  - 29) 舟木 広 (1955) 塩類溶液中における膨潤 (溶解) 熱 (I) 日本生理誌 17, 733
  - 30) 舟木 広 (1955) 組織粉末の膨潤 (溶解) 熱 日本生理誌 17, 741
  - 31) 舟木 広 (1955) 洗滌溶血カタラーゼの濃度とカタラーゼの活性度, ならびに過酸化水素接触分解反応における稀釈失活について 京府医大誌 58, 883
  - 32) 舟木 広 (1955) 血液カタラーゼ反応に及ぼす抗生物質の影響 (予報) 京府医大誌 58, 6号
  - 33) 舟木 広 (1955) フグ毒の研究殊に接触反応に及ぼす影響とその中毒予防への応用 (第1報) 京府医大誌 58, 629
  - 34) 舟木 広 (1955) Brovarin 分解反応の熱解析 (I. 反応型式と反応熱について) 京府医大誌 58, 6号
  - 35) 小門峯子 (1955) 塩類溶液中における膨潤 (溶解) 熱 (II) 京府医大誌 57, 233
  - 36) 小門峯子・今井次郎・原島久宣 (1955) Pt-Pd ゾルによる過酸化水素接触分解反応に及ぼす塩化物の影響 京府医大誌 57, 255
  - 37) 原島久宣 (1955) 溶血カタラーゼ反応の熱解析的研究殊に界面活性剤の影響に就いて 京府医大誌 57, 217
  - 38) 原島久宣 (1955) 血球浮游液による過酸化水素接触分解反応に及ぼすNaCN, KCNの影響 京府医大誌 57, 208
  - 39) 中島二郎・原島久宣・今井次郎 (1955) Paptal(Pt-Pd ゾル) の濃度並びにPt ゾル, Pd ゾル混合比と過酸化水素分解能 京府医大誌 57, 251
  - 40) 遠藤治郎・今井次郎・原島久宣 (1955) 濃厚塩類溶液中における膨化熱 京府医大誌 57, 247
- ### 大阪大学医学部第1生理学教室
- 1) 久保秀雄・山野俊雄・山辺 茂・岩坪源洋・他5名 (1955. 4) 作用物質と蛋白との結合に見られる一般型式について 日本生理誌 17, 118
  - 2) 山辺 茂・下阪国雄・他3名 (1955. 4) 金属イオンとアミノ酸との結合に関する分光分析的研究 分光研究 3, 27
  - 3) 一文字浅治 (1955. 7) 金属イオンとアミノ酸との結合に関する研究 阪大医学誌 7, 385
  - 4) 浜口保幸 (1955. 9) ストレプトマイシンとリボ核酸との結合について 阪大医学誌 7, 685
  - 5) 川島長利・尾辻 徹 (1955. 9) 熱電対による結氷点の測定 阪大医学誌 7, 699
  - 6) 原田 弥 (1955. 3) 水晶体のSH-基の測定 東京女医大誌 25, 110
  - 7) 原田 弥 (1955. 3) 水晶体による血清蛋白分割の変動について 東京女医大誌 25, 102
  - 8) 原田 弥・飯塚啓子・古江利津 (1955. 3) アンペロメトリーによるビタミンB<sub>1</sub>の硫黄定量法 東京女医大誌 25, 33
  - 9) 天野英敏 (1955. 9) Aldolaseの活性とその阻害について 阪大医学誌 7, 675
  - 10) 久保秀雄 (1955. 6) 酸化還元電位的共鳴について 生体の科学 6, 244
  - 11) Kubo, H., T. Kobayashi, et T. Wada (1955. 12) La combinaison de colorants azoiques et des protéines. Med. J. Osaka Univ. 6, 575
- ### 大阪大学医学部第2生理学教室
- 1) 小笠原今男 (1955. 1) 血圧の第3動揺(1)迷走神経の影響 日本生理誌 17, 16-21
  - 2) 橋野昇一・小笠原今男・斎藤一郎 (1955. 4) 電気痙攣と脊髄機能 日本生理誌 17, 271-274
  - 3) 吉井直三郎・子安義彦・岡崎欣一・長谷川義治・村田 進・前田清晴・八木正和・近藤竜輔 (1955. 6) 低体温の臨床生理学 中外医薬 8, 381-384
  - 4) 井上 敏 (1955. 7) 脳温度に関する研究(第3篇) 脳

血流と脳温度に就いて 日本生理誌 17, 451-454

- 5) 井上 敏 (1955.7) 脳温度に関する研究 (第4篇) 脳温の補正並びに痙攣, 麻酔等の場合の脳温変化について 日本生理誌 17, 455-461
- 6) 堀内冷・東田昭二・小笠原今男 (1955.8) 電気麻酔中の横隔膜筋電図 日本生理誌 17, 528-534
- 7) 井上 敏 (1955.8) 脳温度に関する研究 (第1編) 脳温と直腸温, 並びに頸動脈血温との関係, 及び脳温分布に就いて 阪大医誌 7, 427-432
- 8) 井上 敏 (1955.8) 脳温度に対する研究 (第2編) 脳の温度環境と脳温との関係について 阪大医誌 7, 433-436
- 9) 竹谷政男 (1955.11) 呼吸機構に関する研究 (その3) 電撃痙攣前後の呼吸型と横隔膜筋電図との関係について 日本生理誌 17, 711-725
- 10) 斎藤一郎 (1955.12) 筋の同調放電に就いて (1) 同調放電の特徴 日本生理誌 17, 810-815
- 11) 堀内 冷・東田昭二・斎藤一郎 (1955.12) 電気痙攣後の呼吸中枢の興奮単位 日本生理誌 17, 816-819
- 12) 堀内 冷・東田昭二・岡本智量 (1955.12) アンモニア気管内吸入による呼吸反射と脳幹網様系 日本生理誌 17, 820-824
- 13) 井上 敏・岡本智量 (1955.9) 脳血管結紮と脳血流並びに脳温変化について 阪大医誌 7, 611-615
- 14) 井上 敏・岡本智量 (1955.9) 高温環境に於ける家兎緊縛時の直腸温低下に影響する2,3の因子について 阪大医誌 7, 617-622
- 15) 井上 敏・前野重喜 (1955.9) 麻酔と脳温度 阪大医誌 7, 647-649
- 16) 井上 敏・森田 保 (1955.9) 痙攣と脳温度 阪大医誌 7, 651-653
- 17) 吉井直三郎 (1955) 条件反射方法論 中枢神経系研究の方法誌 (金芳堂) 71-103
- 18) Yoshii, N., K. Horiuchi, S. Higashida & I. Saito (1955) The excitability of the respiratory centers after electric convulsion. *Folia Psychiat. Neurol. Jap.* 8, 312-319
- 19) Yoshii, N., K. Horiuchi, S. Higashida and C. Okamoto (1955) Respiratory reflex by intratracheal inhalation of ammonia gas and the brain stem reticular system. *Folia Psychiat. Neurol. Jap.* 8, 303-311
- 20) Yoshii, N., & S. Hashino (1955.3) Electromyographic studies on the electric convulsion in rabbits. *Med. J. of Osaka Univ.* 6, 329-341
- 21) Yoshii, N., K. Horiuchi, S. Higashida and I. Ogasawara (1955.3) Electromyographic study on respiratory patterns during electronarcosis. *Med. J. of Osaka Univ.* 6, 317-328
- 22) Yoshii, N., Y. Koyasu, K. Okazaki and Y. Hasegawa (1955) Effects of hypothermia on the electrical activity of the brain, especially on the thalamo-cortical circuits. *Folia Psychiat. Neurol. Jap.* 9, 121-134

### 大阪大学歯学部口腔生理学教室

- 1) 岸 欣一 (1955.5) 震顫機構の生理学的研究 I. 麻酔により生じた震顫とその筋電図 日本生理誌 17, 353

### 大阪大学医学部第3解剖学教室

- 1) 新谷五郎 (1955.1) 自律中枢に及ぼす電気刺戟の頻度と電圧に関する研究 (その2) 交感帯低頻度刺戟時に現われる血圧下降の機序 阪大医誌 7, 1
- 2) 新谷五郎 (1955.1) 自律中枢に及ぼす電気刺戟の頻度と電圧に関する研究 (その3) b-交感帯低頻度刺戟が両側副腎摘出時の血圧に及ぼす影響 阪大医誌 7, 11
- 3) 新谷五郎・栗谷種一 (1955.1) 自律中枢に及ぼす電気刺戟の頻度と電圧に関する研究 (その4) b-交感帯低頻度刺戟が血糖に及ぼす影響 阪大医誌 7, 139
- 4) 新谷五郎・平原竜雄・三崎要一 (1955.1) 自律中枢に及ぼす電気刺戟の頻度と電圧に関する研究 (その5) b-交感帯低頻度刺戟が胃運動曲線並びに腎容積に及ぼす影響 阪大医誌 7, 147
- 5) Arizono, H., M. Ichikawa (1955.3) Histochemical studies on the changes of calcium and alkaline phosphatase in experimental dental and bone fluorosis of rats. *Med. J. Osaka Univ.* 6, 205
- 6) 平原竜雄 (1955.3) 自律中枢の電気刺戟による腎容積及び排尿の変化について (その3) 下垂体摘出の影響 阪大医誌 7, 177
- 7) 平原竜雄・栗谷種一 (1955.3) 自律中枢の電気刺戟による腎容積及び排尿の変化について (その4) 副腎摘出の影響 阪大医誌 7, 187
- 8) 平原竜雄・新谷五郎・中村忠雄 (1955.3) 自律中枢の電気刺戟による腎容積及び排尿の変化について (その5) 甲状腺摘出の影響 阪大医誌 7, 193
- 9) 栗谷種一 (1955.3) 自律中枢の隣島細胞に及ぼす影響に就いて 阪大医誌 7, 217
- 10) 黒津敏行 (1955.4) 自律中枢とホルモン 総合臨床 4, 497
- 11) 岡田正雄 (1955.6) 自律中枢の電気刺戟の下垂体後葉に及ぼす影響について 日組録 8, 517
- 12) 岡田正雄 (1955.6) 蛙の視床下部神経分泌細胞と第3脳室との関係について 日組録 8, 538
- 13) 岡田正雄 (1955.6) 家兎の下垂体前葉に認められる神経分泌顆粒について 日組録 8, 545
- 14) 伴 忠康 (1955.7) 中枢神経研究の方法について (その1) 日本臨床 13, 874
- 15) Kurotsu, T., A. Ito, T. Tane, T. Ban (1955.8) Influence of hypothalamus upon the histamine metabolism in normal or adrenalectomized rabbits. *Med. J. Osaka Univ.* 6, 347
- 16) Okada, M., T. Ban, T. Kurotsu (1955.8) Relation of the neurosecretory system to the third ventricle and the anterior pituitary gland. *Med. J. Osaka Univ.* 6, 359

- 17) Kurotsu, T., H. Masai, Y. Misaki, T. Ban (1955. 8) Microscopical changes of the kidney by the hypothalamic stimulation in adrenalectomized rabbits. Med. J. Osaka. Univ. 6, 373
- 18) 岡田正雄 (1955. 10) 交連下器官の分泌路について 日組録 9, 199
- 19) 黒津敏行 (1955. 11) 神経分泌について 日本医事新報 1647号, 3

#### 大阪市立大学医学部生理学教室

- 1) 古河太郎 (1955. 4) 脊髄前根電位に対する温度の影響 阪市大医誌 4, 135
- 2) 古河太郎 (1955. 7) 脊髄前根及び後根電位に対する Tetra-ethylammonium bromide の作用 阪市大医誌 4, 293
- 3) 古河太郎 (1955. 10) 脊髄前根電位と脊髄電位との関係に就いて 阪市大医誌 4, 408
- 4) 藤下成周 (1955. 10) 暮心臓に対する Lactoflavin 及び F. M. N. の光学的作用に就いて 阪市大医誌 4, 424
- 5) 榎本 巖 (1955. 10) 白血球の分離法に関する研究 (第1報) 簡便な白血球分離法 阪市大医誌 4, 435
- 6) Furukawa, T. and I. Hanawa (1955. 12) Effects of some common cations on electroretinogram of the toad. Jap. J. Physiol. 5, 289
- 7) Hanawa, I., E. Kimura, and Y. Hosoya (1955. 12) The respiration of the isolated outersegments of rods. Jap. J. Physiol. 5, 322

#### 大阪医科大学生理学教室

- 1) 中西政周 (1955. 10) 器官2種神経司配説の提唱 日本生理誌 17, 629
- 2) 井上康夫 (1955. 10) 新しい蛋白質分割法 化学 11, 45
- 曾我美勝 \* (京都大学医学部生理学教室)  
桃谷好英 \*\* (京都大学理学部植物学教室)

#### 大阪歯科大学生理学教室

- 1) 覚道幸男・鋏形 勝・木村二郎・岡田弘也・豊田祐幸 (1955. 9) 邦人唾液のアミノ酸組成について (その1) 耳下腺唾液 歯科医学 18, 146
- 2) 木村二郎 (1955. 9) 歯髓の生理学的研究 (第1編) 歯髓のアミノ酸組成について 歯科医学 18, 134
- 3) 覚道幸男 (1955. 12) 唾液の生理学的研究 (第3編) 唾液蛋白質の消化についての実験的研究 歯科医学 18, 209
- 4) 鋏形 勝 (1955. 12) 歯肉の生理学的研究 (第1編) 歯肉の毛細管壁の抵抗性に就て 歯科医学 18, 219
- 5) 覚道幸男・鋏形 勝・木村二郎・岡田弘也・豊田祐幸・厚味庄平 (1955. 12) 唾液中のアミノ酸およびアンモニヤ量について 歯科医学 18, 327

#### 大阪府立大学教育学部生物学教室

- 1) Takagi, S., M. Tagawa (1955. 6) Predominance of right-handed spirals in human eccrine sweat

ducts. Jap. J. Physiol. 5, 122-130

#### 三重県立大学医学部生理学教室

- 1) 勝田 穰・村上長雄・丹羽得三・戸谷真澄・平岡馨 (1955) 学童の循環系を中心とした体力医学的研究 体力科学 4, 91-107

#### 奈良医科大学生理学教室

- 1) 紀川弥衛・日高靖彦・上田幸一郎 (1955. 1) エチルウレタン水溶液の安定性について 奈良医学誌 5, 136
- 2) Kamakura, K., W. Kaijo, A. Morikawa (1955. 3) Effects of subnarcotic doses of ethylurethane on resistance to severe anoxia in rats. Jap. J. Physiol. 5, 16
- 3) 中馬一郎・森川 昭 (1955. 6) 脳組織の oxidative phosphorylation と ethylurethane の作用 奈良医学誌 6, 23
- 4) 海城 済・島山陽一・志野 禎 (1955. 6) 白鼠の頸動脈反射に関する研究-補遺 奈良医学誌 6, 39
- 5) 中馬一郎・辻井 主・他2名 (1955. 9) 脳組織の Adenosinétriphosphatase 活性と ethylurethane の作用 奈良医学誌 6, 67

#### 和歌山医科大学生理学教室

- 1) 松下 宏・三木国典 (1954. 2) 大腸菌フェージの熱不活性化について 和歌山医学 4, 163-165
- 2) 三木国典 (1955. 8) 溶原菌のフェージ誘発並びにその増殖に関する研究. (I) 紫外線照射後に於ける溶原性大腸菌 K<sub>12</sub>(λ) 株の残存菌について 和歌山医学 6, 203-209
- 3) 得津太郎 (1955) Desoxyribo 核酸に於ける Anthrone 反応 和歌山医学 6, 437-442

#### 神戸医科大学第1生理学教室

- 1) Kawakami, M. (1955. 3) Training effect and electro-mysogram I. Spatial distribution of spike potentials. Jap. J. Physiology 5, 1
- 2) Kawakami, M., K. Oku (1955. 3) Gaseous exchange in hat bath. Kobe J. Med. Sciences 2, 17
- 3) Kawakami, M. (1955. 12) Electro-myographic study of sexual and ther hormon on skeletal muscles. Jap. J. Physiology 5, 251

#### 鳥取大学医学部第1生理学教室

##### (東京歯科大学生理学教室を含む)

- 1) 秋山欣男 (1955. 5) Strychnine による単一神経線維の反復興奮について 日本生理誌 17, 283-291
- 2) 篠原健一 (1955. 5) 神経線維の興奮伝導に於ける髓鞘被覆部の役割 日本生理誌 17, 310-317
- 3) 大野喜市 (1955. 9) Ca<sup>++</sup> 除去に依る神経線維の自発性反復興奮について 日本生理誌 17, 569-575
- 4) 長田 昇・吉岡 登・渡辺正義・渡辺敏雄 (1955. 1) 咬合位の一測定法 歯科学報 55, 33-35

- 5) 大多和彦一 (1955. 9) 鈎 (Clasp Rest) の歯牙に及ぼす影響について (第1報) 主応力線について (Lines of principal stress) (その1) 55, 1-6
- 6) 渡辺孝夫 (1955. 10) 金属インレー窩洞の光弾性実験による静力学的考察(その1) 歯科学報 55, 6-11
- 7) 大多和彦一 (1955. 10) 鈎 (Clasp Rest) の歯牙に及ぼす影響について. 第1報主応力線について (Lines of principal stress) (完) 歯科学報 55, 25-32
- 8) 大多和彦一 (1955. 1) 鈎 (Clasp Rest) の歯牙に及ぼす影響について. 周辺応力分布について 歯科学報 55, 1-7

#### 鳥取大学医学部第2生理学教室

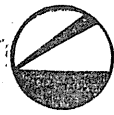
- 1) Koike, A. (1955) On the pupillary change of the opposite eye caused by the stimulation of one side oculomotor nerve. Yonago Acta medica 1, 187

#### 岡山大学医学部第1生理学教室

- 1) 岡田勝喜 (1954. 10) 細胞膜透過性に及ぼす高圧の影響 (第1編) 筋肉負傷流について 岡山医学会誌 66, 10号別冊
- 2) 岡田勝喜 (1954. 10) 細胞膜透過性に及ぼす高圧の影響 (第2編) 上皮流に就いて 岡山医学会誌 66, 10号別冊
- 3) 岡田勝喜 (1954. 10) 細胞膜透過性に及ぼす高圧の影響 (第3編) 塩流に就いて 岡山医学会誌 66, 10号別冊
- 4) 岡田勝喜 (1954. 10) 細胞膜透過性に及ぼす高圧の影響 (第4編) 電導度に就いて 岡山医学会誌 66, 10号別冊
- 5) 岡田勝喜 (1954. 10) 細胞膜透過性に及ぼす高圧の影響 (第5編) 原形質分離に就いて 岡山医学会誌 66, 10号別冊
- 6) 岡田勝喜 (1954. 10) 高圧に関する生理学的補遺-水溶液の pH に就いて (その1) Brillant cresyl blue による植物細胞生体染色 岡山医学会誌 66, 10号別冊
- 7) 岡田勝喜 (1954. 10) 高圧に関する生理学的補遺-水溶液の pH に就いて (その2) Neutral red に依る植物細胞生体染色 岡山医学会誌 66, 10号別冊
- 8) 岡田勝喜 (1954. 10) 燻煙紙固定法に就いて 岡山医学会誌 66, 11号別冊
- 9) 長尾暁一 (1955. 3) 興奮伝播性と圧効果 (第1編) 筋肉収縮の伝播性と圧効果に就いて (其の1) 岡山医学会誌 67, 3号
- 10) 長尾暁一 (1955. 3) 興奮伝播性と圧効果 (第2編) 筋肉収縮の伝播性と圧効果に就いて (其の2) 岡山医学会誌 67, 3号
- 11) 長尾暁一 (1955. 3) 興奮伝播性と圧効果 (第3編) 全筋平等刺戟と興奮性 岡山医学会誌 67, 3号
- 12) 長尾暁一 (1955. 3) 興奮伝播性と圧効果 (第4編) 蛙口蓋粘膜の線毛運動並びに粘液分泌に及ぼす影響 岡山医学会誌 67, 3号
- 13) 長尾暁一 (1955. 3) 骨筋節を頻回浸した Ringer 氏液の筋肉興奮性に及ぼす作用 岡山医学誌 67, 4  
\* 岡田勝喜氏の論文の発行年度は1954年ですが、印刷が遅れて昨年未発行になり、1954年度の業績集に漏れた為にここに記載しましたものである。

#### 岡山大学医学部陣内外科教室

- 1) 奥村修三・沼本満夫 (1955. 7) 癲癇の脳波 脳と神経 7, 339
- 2) 山谷 備 (1955. 2) 骨格筋の機能的分化と収縮の調節に関する筋電図学的研究 岡山医学会誌 67, 429
- 3) 中西格一 (1955. 2) 大脳皮質運動中枢の交錯性配列に関する研究 岡山医学会誌 67, 505
- 4) 井上 広 (1955. 2) 腸間膜癱瘓症の筋電図学的研究 (1 及び 2) 岡山医学会誌 67, 591, 603
- 5) 佐藤 治 (1955. 2) 脳含水量よりみたる血液ガス及び予備アルカリの所謂脳腫脹に及ぼす影響に関する実験的研究 (1 及び 2) 岡山医学会誌 67, 561, 579



Rinnor

# 画期的な性能を誇る

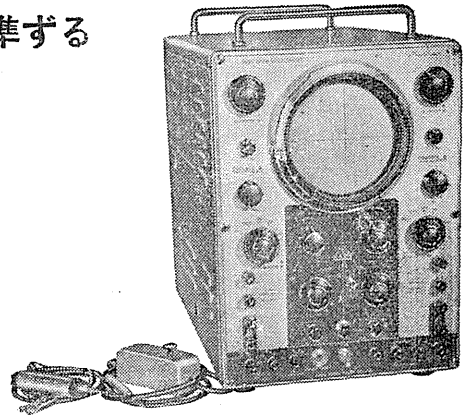
## 複合電子銃方式

# 二現象オシロスコープ

米国製 Dumont Type 322 に準ずる

画期的製品

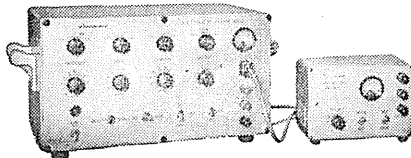
- 直流平衡増巾器自蔵（三段）
- X軸—200 kc 迄平坦
- Y軸—500 kc 迄平坦
- 掃引周期：0.2~30,000 CPS
- 偏向感度：Dc 1 mv/1 mm
- 輝度変調可能（Z軸）



## 電子管刺戟装置

出刀絶縁方式

- (特長)
1. 出力納線回路 (Isolating Unit) が本体と分離され被刺戟体への誘導が殆どない。
  2. 感度治療器としても優秀な矩形波による感電治療器として使用出来る。
  3. 矩形波の振巾を自由に変調する事が出来る。
  4. 各諸元が直読出来る。



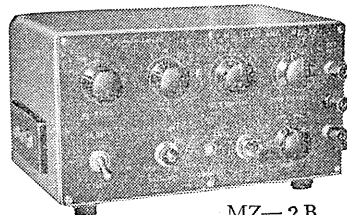
MSE-2

—説明書・カタログ送呈—

## 微細電極増幅器

特長及び性能

1. 入力格子電流が極めて少い ( $5 \times 10^{-12}A$ )
2. 入力インピーダンスが高い (100MΩ以上)
3. 波形の歪が少い
4. 入力電極に単位信号を重畳出来る
5. 入力電極抵抗格子電流測定可能
6. 電圧感度：本装置は当社製VC-5直結三段と組合せて使用
7. 微少信号の測定が出来る



MZ-2B

(注意) 本器は当社製二現象オシロスコープ（直結三段増巾器付）と組合せて使用する様設計されて居ます。

# 日本光電工業株式会社

東京都新宿区西落合2丁目514番地 TEL. (95) 2709 6156

昭和三十一年九月二十日印刷

精神科領域  
 に広い応用  
 分野をもつ

# 脳幹性催眠剤

国民医薬品集アモバルピタル。他のバルピツール酸系剤とは侵襲部位を異にするため 特異な心的効果をもっている。また近時クロルプロマジンなどの併用によつて その応用分野はさらに拡大されようとしている。

不眠症 憂鬱症 神経衰弱症 ヒステリー 持続睡眠療法 精神病者の意志疏通性喚起 精神分析 精神的苦痛・不安・緊張の除去に。

国民医薬品集  
 アモバルピタル

イソミタル注射液

## イソミタル

末=5g, 25g, 100g, 500g。錠=(0.1g) 10錠, 50錠。

## イソミタルソーダ

注=(0.25g) 5A。(0.5g) 5A (各注射液用蒸溜水付)。



京都市中京区壬生 日本新薬株式会社 東京・大阪・京都・札幌・富山・福岡

GIS 14

編集兼  
 発行人

戸塚武彦  
 東京都文京区本富士町  
 東京大学医学部生理学教室内

印刷所

山形鶴岡市馬場町甲三

中村作右衛門  
 鶴岡印刷株式会社

発行所

日本生理学会  
 東京都文京区本富士町  
 東京大学医学部生理学教室内

定価  
 振替東京八六四三〇  
 郵便式百三〇円

# 主要製品



Banyu

バイシリン  
 ペニシリン  
 ネオエーラミザール  
 コーデオン  
 ハイドロコートン  
 オートオスライシン

(持続性二基ペニシリン)  
 (各種ペニシリン製剤)  
 (砒素駆梅剤)  
 (米国メルク社製コーデゾン)  
 (米国メルク社製ハイドロコーデゾン)  
 (抗糸状菌性抗生物質)

(結核治療抗生物質)  
 (ペニシリン・ストレプトマイシン合剤)  
 (肝臓強化メチオニン製剤)  
 (局所麻酔剤)  
 (持続性局所麻酔剤)  
 (強力駆虫薬)

シドオストマイシン  
 マイシリン  
 強バンチオニン  
 バンカイニン  
 ロンカイニン  
 パンパラジ