

日本生理學雜誌

JOURNAL OF THE PHYSIOLOGICAL SOCIETY OF JAPAN

第18巻 第8号

Vol. 18 No. 8

昭和31年8月1日発行

August 1956

綜 説

Norbert Wiener : Brain waves and the interferometer.....499

原 著

- 佐 川 喜 一：頭蓋腔内圧の実験的上昇による呼吸水準及び血圧の周期的動揺について
（続報）犬における実験.....508
- 倉 島 昭 示：蛙の背皮神経活動電流による皮膚触覚の研究（第1編）.....520
- 倉 島 昭 示：蛙の背皮神経活動電流による皮膚触覚の研究（第2編）.....527
- 中 山 達 夫：Donaggio 反応陽性物質としての血漿 Mucoprotein について
（其の1）尿 Mucoprotein との比較.....533
- 中 山 達 夫：Donaggio 反応陽性物質としての血漿 Mucoprotein について
（其の2）筋作業時における濃度.....537
- 祐 森 市 蔵：コロジウム膜の膜電位差に及ぼす諸物質の影響について.....541
- 高 橋 日 出 彦：人間に於ける唾液条件反射形成過程に就いて.....557
- 入 沢 宏・入 沢 彩・西本和夫：温度の変化によるカキ心搏動歩調取り部の検索について.....564
- 入 沢 宏・入 沢 彩・西本和夫：イタヤ貝心臓の局所加温による反応.....568
- 板 倉 一 民：生体内神経に麻酔薬を与えた場合の作用機転に就いての研究（第1報）冷
血動物を用いて.....571
- 板 倉 一 民：生体内神経に麻酔薬を与えた場合の作用機転に就いての研究（第2報）温
血動物を用いて.....582
- 千 葉 正 子：諸種痙攣物質の頸動脈並に椎骨動脈注射による中枢神経運動系の研究.....585
- 小 山 生 子：犬の両側レンズ状核切截手術による中枢運動系の変化について.....594
- 田 崎 敬：単一神経線維に於ける電流滑走距離に就いて.....605

地 方 小 学 会 報

第11回近畿生理学談話会（1）.....614

昭和30年度生理学論文表題集（2）.....619
会報（第33回日本生理学会評議員会、其他）.....623

日 本 生 理 學 會

Physiological Society of Japan

隔月刊雑誌 “創刊号”

9月20日発売

蛋白質 核酸 酵素

編集委員

赤堀四郎・安藤鋭郎・江上不二夫
舟橋三郎・水島三一郎・須田正己
田宮博・渡辺格・吉川春寿

B5判 総ページ 96頁 9ボタ組
22字 44行 2段組 定価 200円

通年予約1カ年6冊分 1,100円

△偶数月1日発行 前月20日発売△

本誌は第3号から買切制となります。

確実に入手するため、最寄書店に予約乞う。

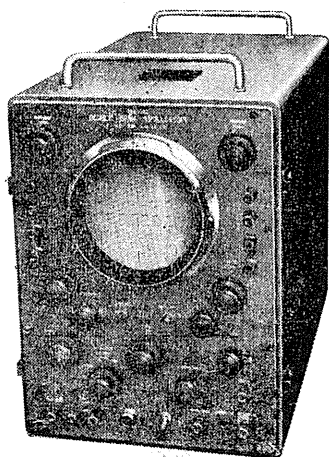
- 【総説】 内容紹介
蛋白質、核酸、酵素を中心とした生化学の最近の進歩を紹介しており、各部門に関するもの各8編ずつ計9編掲載す。
- 【連載講座】 主に実験に関するものを扱い、講述には実験条件を明示す。
- 【学会】 内外の主な学会・討論会の経過の概要、その年次の傾向、注目すべき発言等につき報告。
- 【研究所・研究者消息】
- 【話題】 国内・海外の話題・速報を掲載。
- 【随筆】 学者の伝記・老大家の研究回顧・若手研究者の生活随想等
- 【書評】
- 【アイディア】 実験技術に関する報告・紹介等。
- 【質疑応答・読者の声】

詳細
内容説明
送呈

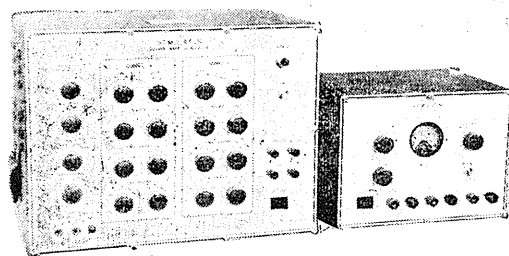
共立出版 株式会社

東京都神田局区内駿河台3・振替口座東京57035番

直流増巾 二現象オシロスコープ



二チャンネル 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（麻酔）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

綜 説

612.822.3+535.417

BRAIN WAVES AND THE INTERFEROMETER

By

Norbert WIENER

Professor of Mathematics, the Massachusetts Institute of Technology, Cambridge, Mass., U.S.A.

Read at the School of Medicine, University of Tokyo

(April 19, 1956)

The present talk is a discussion of a piece of research in which ideas from pure mathematics, physics, and physiology have converged into a single piece of research drawing from all three fields. Let me first say a word or two about the physiological phenomenon which is the topic of this research. For a long time it has been known that the human animal body is the locus of many different sorts of repetitive phenomenon. Everyone knows that the heart beat is a repetitive phenomenon spread out in time, and that the various characteristics of this phenomenon, such as those concerning its rate, its strength, and its regularity, are potent indices of the condition of the body and thus aids in diagnosis. Moreover, it has long been recognised that the movements of the digestive tube by which food is pushed along through the stomach and intestine by which excreta are rejected, have a definite, observable, and even measurable character.

The heart and the digestive tube are systems of muscles. The more or less periodic contraction of these muscles is a part of the general property of muscles which enables them to contract and to perform certain tasks of contraction with a certain degree of regularity. Walking, for example, is a phenomenon in which the voluntary muscles controlled by the will show a repeated regularity of behaviour not unlike that shown by the involuntary muscles of the digestive tube in peristalsis or by the very special muscle of the heart in its beat.

What is new within the last century is that similar repetitive action is characteristic not only of muscle action but of nerve action. Here the literature goes back to the observations of Galvani that the contraction of muscle is associated with electric phenomenon. Since then it has been thoroughly established that all muscle contraction and all nervous activity are accompanied by electrical potentials known as action potentials. These may be quite large as in the case of the electric organ of electric fishes, but they are generally so small that they demand the most delicate sensitive instruments for their observation and certainly for their measure.

It is interesting to notice how much this observation and this measure have been improved by developments along the line of electrical instrumentation. The earlier work in this field was done with the Einthoven string galvanometer. This was a very delicate

instrument for its time and was much lighter and more nimble than those instruments which came before it, but while it was light enough to give a clear indication of the small potentials generated by the nervous system, it was not light enough to follow all these very weak potentials in their extremely weak variations and oscillations.

The last thirty years has seen a tremendous change in our ability to observe very small voltage changes and to follow them rapidly. This has resulted from new techniques in electronics. On the one hand, we can make a very considerable potential and a very considerable current follow the course of a weak potential to be observed. This we do with amplifiers based on the electronic valve. On the other hand, in order to get a record of these fluctuations we no longer need to use such primitive tools as the inkwriter or the stylus marking a white line on soot-covered drum or strip of paper. Here we use in their place the cathode ray oscillograph, in which our stylus is the lightest one possible, a stream of electrons in a vacuum tube, and in which the paper on which we write is replaced by a fluorescent material set into the wall containing this vacuum. Of course, such a record is in the first instance fugitive in the extreme, but it may be photographed in such a way as to leave a permanent record.

Thus by modern instrumentation whether by ink writer or by vacuum tube oscillograph, we have no difficulty in obtaining records of action potential from the heart, from smooth muscle from voluntary muscle, from nerves, and from nervous organ such as the brain, the eye or the inner ear. These records represent the hand-writing of the organs in question. They can be expected to be of great use and they have been of great use, both in the study of the normal physiology of the living being and in pathology of the study of the derangements of this physiology.

When it became easy to take accurate electrical records of the activity of the brain, there were great expectations formed that we should have an important tool for the exploration of the functioning and the pathology of the nervous system. To a considerable extent these expectations were fulfilled. It was observed that the brain waves of epileptics tend to differ in a specific manner from those of normal people. Certain definite rhythms of brain waves were observed in normal subjects, and conspicuously among these a wave of something like nine or ten oscillations per second, the so-called alpha rhythm, clearly recognisable in many waking subjects with their eyes closed.

Electroencephalography or the study of the electrical phenomena of the brain has become a standard tool in the armory of the neurologist and the psychologist.

On the other hand, the great expectations made of electroencephalography as a key to unlock all the mysteries of the brain have not been fulfilled in the measure originally hoped. The records of the electroencephalograph are wavy lines which are generally so irregular that it is hard to get from them clear-cut constants. It takes a great deal of experience to read an electroencephalograph record and to compare this record with those which one has previously taken. Even with this experience it is hard for the electroencephalographer to state quantities taken from his curves which represent more than his informed say-so.

There has been indeed a good deal of steady progress made in the instrumentation of electroencephalography. Grey Walter has introduced an ingenious instrument for simultaneous reading of records from the different parts of the brain and their proper presentation in space and time. Nevertheless, it has seemed to me necessary in the interpretation of electroencephalograms to go back to first principles and to see how to read in a more general way records presented as a graph against a time variable.

One of the most powerful tools for the study of variables distributed in time is what is known as harmonic analysis. Here the phenomenon is broken into the sum of a finite, infinite, or even continuous set of simple oscillations of a definite form. All of us know how the prism breaks up light into its simple colored components, and now these components are quite closely the way these simple oscillations of which I have spoken appear to the eye.

In accordance with this, many of the spectrographs used to resolve light into its components employ prisms. However, the most sensitive and accurate spectrographs work on another principle. Perhaps the most refined of these spectrographs was that designed by the American physicist Michelson. In this instrument the light to be analysed is led at the angle of 45 degrees to a half-silvered glass plate which transmits half of the ray in the straight line along which the light has come to it, and reflects the rest of the light along another straight line perpendicular to the first. Both of these rays of light are reflected directly back from mirrors perpendicular to their course. And one of these mirrors can be moved to or fro perpendicular to its own plane by a set-screw of high accuracy. Thus both parts of the light come back to the half-silvered mirror and are reflected to one side there to interfere with each other. Apart from certain compensating elements, from apparatus to measure the displacement of the set screw, and from an observing telescope in which the light coming from the two possible paths is additively combined, this is absolutely all that there is to the Michelson interferometer, but this apparently elementary apparatus must be made with the most scrupulous accuracy and finish.

If light of one color is put into this instrument, the brilliancy of the light seen will depend on the position of the set screw. As this set screw is turned the observer will see a succession of lighter and darker bands through the telescope, and the rate at which these bands pass by as the screw is turned gives an accurate measure of the frequency or the color of the light. Thus the light is analysed by mixing with itself under a delay and then observing the intensity of the confined light which results.

The Michelson interferometer is in principle not confined to the study of light, but may be used for the analysis of any phenomenon distributed in time. It is merely necessary to take the original phenomenon and to divide it into two like parts, one of which is delayed with respect to the other. If the original phenomenon and the delayed phenomenon are combined by addition, the fluctuations of the combined phenomenon may be expressed in terms of the delay exactly as is the case with light in the Michelson interferometer.

We thus obtain from an original very irregular curve expressing the intensity of such a phenomenon as the brain wave in terms of the time, a new, much more regular curve

in which the average product of the delayed and undelayed intensity expressed in terms of the delay. This new curve will have a considerable resemblance to the original curve and will contain the same simple harmonic components, but these components will be modified in two ways. They will all be so placed that the maximum of each component occurs for delay zero and their amplitudes will be squared. The net result is to strengthen the strong components at the expense of the weak components and to regularise the curve to be analysed.

This operation on brain wave records is carried out with a special instrument designed for the purpose. Ordinary brain wave records are made with an ink writer, but an ink record on paper is down once for all, and is very hard to reproduce again as a function of time. For such reproduction something like a phonograph record is indicated, and in fact the methods used to reproduce brain wave records follow the pattern of the most modern sound reproduction apparatus.

It is well known that tape coated with a magnetic material such as iron oxide will retain magnetic impressions in such a way that they can be played back. Such magnetic tape recorders are now a household instrument. With the aid of methods which have been devised for the sake of the radio industry these tape recorders can give a very good reproduction of the time course of any phenomenon impressed upon them, and if the technique known as frequency modulation is used, the original phenomenon can be copied a great number of times and played back a great number of times with an insignificant loss of accuracy.

Now let the same phenomenon be recorded side by side on two tapes, one of which can be bodily shifted with respect to the other. Let them be played simultaneously and let the message from the two be multified into a single message. Let this numerical message be put through an apparatus which has the function of averaging it, and let this average be recorded on a piece of paper. Once this average has been recorded, let the displacement between the two tapes be changed and let a new average product be taken and recorded. In this way we can perform on our electroencephalograms the precise analogue of the operation performed on light by the interferometer.

We have carried this work out. It was clear from the analogue of the interferometer that we were applying an extraordinarily fine type of analysis to the waves of the brain. What was not clear is that the structure of the brain waves would be sufficiently regular and constant to show anything new and interesting as the result of an analysis of this type. It might have been that the fluctuations of brain potential were completely random and that our interferometer analysis would merely show this inexciting fact.

The methods of interferometer analysis belong to mathematics but the results belong to natural sciences and in the case of the brain to physiology. What we actually found is that the autocorrelation curves of the brain waves often do show a surprising degree of regularity (Fig 1). The alpha rhythm of a frequency of about ten per second is greatly accentuated and is much more persistent and regular than we had imagined. There are cases now in which we have found this rhythm to be indicated in our autocorrelation after

a delay of about 13 and 1/2 seconds, which is to say 135 oscillations. Moreover, at the end of this period the oscillations have by no means been damped out, and are still going strong. We have not yet made an interferometer with sufficient maximum lag to enable us to see the end of these oscillations, but it is quite possible that we have only explored a half or a third of their duration.

We have come to this result only after successive steps and our first apparatus was only made to take a lag of a second or so. Once we found the extraordinary regularity of our curves, we had nothing to do but to go ahead. As I have said, a new method by itself may give us merely negative results, but a new method which exhibits a fairly constant new and precise phenomenon imposes upon us the scientific duty of pursuing it to the limit of interpreting its meaning and of using it as a tool in further research.

We are already far enough along to be able to say the following things: alpha rhythm in the brain has a frequency which can at least sometimes be read to an accuracy of about three quarters of a percent, and which can probably be read to an accuracy of a quarter of a percent or better. This gives us a numerical quantity which represents part of the brain signature of an individual. This quantity is persistent over a matter of several minutes and appears to be repeated with a high degree of accuracy when the experiment is done over again months later. It is the previous lack of sharply estimable quantities belonging to the electroencephalograph signature which has disappointed so many of the investigators in the fields. Here I must admit that the work of Grey Walter has led to the study of another type of brain signature, less accurately quantitative than the one which I have given, but distributed over space and time.

The brain signature given by the correlogram is not confined to the single number which gives its accurate frequency. As you will see from my slides (Fig 1), the oscillations of the correlogram begin with large values for low displacements, and these values decrease in a more or less exponential way as the displacements increase. They do not, however, fall exponentially to zero, but rather reach a fairly definite long time level, as far as our apparatus has yet been able to go. Besides the frequency we can introduce as parameters several other quantities giving for example the rate of exponential fall-off, the ratio of the beginning level to the quasi permanent level, and so on (Fig 2, 3). The best way of obtaining the parameters of these correlograms will be by making a harmonic analysis of the correlogram itself and we are already interested in implementing this concept by proper apparatus.

So much for the individual correlogram. If we take simultaneous correlograms from different parts of the brain, and in particular if we also take cross-correlograms (in which we combine records from different parts of the brain into a single record), we can gather much more information. By a careful study of the relative phase of records from different parts of the brain we may be able to find which part is driving which under conditions of normal physiological activity. We have already a certain amount of evidence which tends to show that the two hemispheres of the brain are not absolutely synchronised, and this may throw a good deal of light on questions of handedness and of the stuttering of

people who have been induced to change their handedness during their education.

A study of brain correlograms is still in its youth. There is so much to do and it may prove to be so important that we dare not waste our efforts in too early an attack on specific problems. Before we can put an adequate interpretation on the difference between correlograms we must establish norms, and the establishment of these norms will require the repeated examination of a great range of subjects and the proper statistical recording and manipulation of the data obtained from these subjects. So far we are scarcely able to say more than the following:—individual records seem to classify themselves into three types. One of these is the long time oscillation type which I have already described (Fig. 1, 3, 5). In another the oscillations appear to die out for a second or so (Fig. 2, 6). In the third type the electrocorrelogram drops down without important oscillations (Fig. 4). These three types appear to be correlated with differences in the response of the individual to flicker, which can be used as a mode of driving the brain into a periodic activity. Flicker phenomenon by the way, can be studied with the aid of auto- and cross-correlograms involving not only brain activity, but the fluctuations of the sensory stimulus.

We need to do much further work to establish longtime permanency as to the general correlogram type and the specific correlogram constants. Once we have done this, we are in a position to enter upon a much more ambitious program, covering not only the normal but the pathological. What I give here merely indicates some of the directions along which such research can go.

It is well known that the epileptic seizures are characterised by gross modifications in the brain rhythm, and persons prone to epilepsy also show certain recognisable characteristics in their non-seizure patterns. Furthermore, an Indian encephalographer of Calcutta University (Dr. N. Das) has examined the electroencephalograms of Yogis during their trances and has found phenomena, which while not identical with those of any form of epilepsy are very suggestive of a relation between the two. All this work needs to be gone over with the tool of the correlogram.

Electroencephalograms have already been used for the detection and location of brain tumors. I am not aware that any instance as yet come up in which electrocorrelograms have been employed for this purpose. It seems a field in which such research is indicated. Perhaps similar work may be carried out in assessing other sorts of brain damage.

Perhaps something can be done with correlograms in the study of insanity. For this we need the study of correlograms from normal people, from insane people during their attacks of insanity and from these same people in periods of remission. All this work must be carried out not merely as an isolated entity but against the most careful classification of subjects by existing methods of psychiatric and neurological diagnosis. What the results will be we do not know, but it is almost unthinkable that a measure of measurement which seems to be capable of dividing individuals into a sharp classes will not be a potent tool of discriminating between the types to which normal individuals belong and those containing an excessive number of abnormal individuals. Here the notion of abnormality should be taken in a broad enough sense, not merely to include the insane

but also various sorts of neurotic individuals as well as those suffering from recognisable neural lesions such as Parkinsonism.

It is already known that certain drugs can simulate conditions of insanity such as schizophrenia. It is highly desirable to investigate these pseudo-schizophrenias from the standpoint of the correlogram. Thus the correlogram may be a valuable tool not merely in assaying these drugs, but in assaying a large range of stimulants, sedatives, and the like.

All this work will be a long time program and should be so organized as to get the

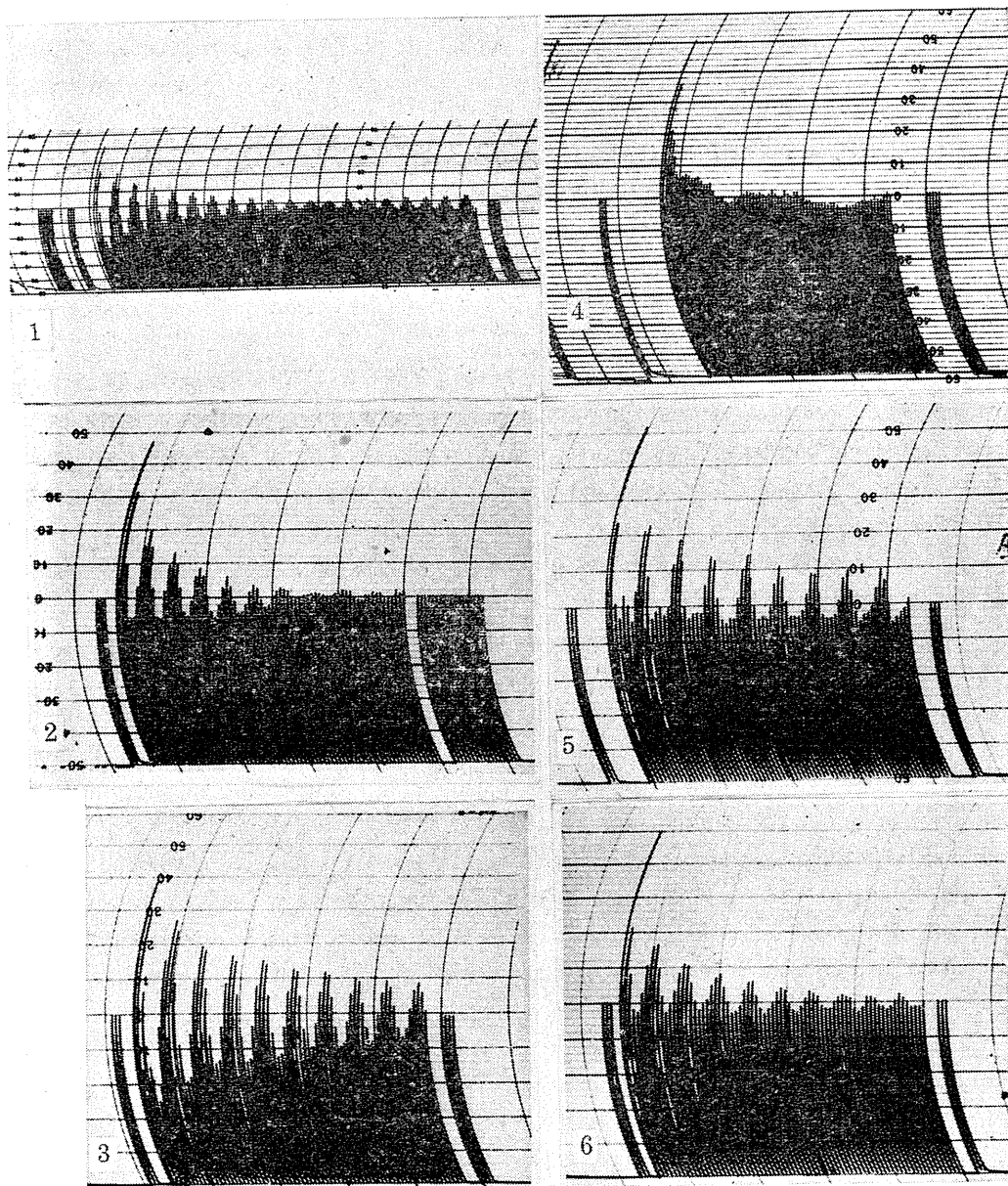


Fig 1. Normal Man H. H.

Fig 2. Normal Man D. B.

Fig 3. Normal Man M. G.

Fig 4. Normal Woman R. B.

Fig 5. Normal Woman M. B.

Fig 6. Normal Woman B. G.

maximum amount of information with the minimum of back tracking. The opinions which I am giving of the sort of organization desirable are my own and do not involve the assent of my collaborators, who may agree with me. It is necessary to bear the following things in mind.

Correlograms are made from records taken as ordinary electroencephalograms, but on magnetic tape instead of on paper. The modification of good existing instruments to give this extra record is easy and involves taking the message off at the stage of amplification before the final one. The apparatus used after this is a modification of the tape recorder used to record ordinary music or voices and should not be excessively expensive. Without knowing its cost I should estimate it as of the order of hundreds of dollars rather than thousands.

The apparatus used to work up these records into correlograms is relatively expensive and delicate at the present time. I should estimate its present cost as of the order of ten thousand dollars, although this may come considerably down when the apparatus is standardised in design. The specifications of this apparatus are available to the public in an Analog Correlator System for Brain Potentials (Barlow and Brown) Research Laboratory of Electronics, M. I. T.

In view of these considerations the appropriate way to use this apparatus is to have the magnetic tapes taken at various medical centres and to have the electrocorrelograms made at a single one central station or at a small number of central stations. The relations between the local medical centres and the big central station may be something like the following:—

1. The central station undertakes to work up correlograms from the tapes furnished by the local stations, and transmit them to the local stations, provided.
2. The local stations use acceptable standardised recording apparatus subject to the approval of the centre.
3. That they submit in each case a complete medical and psychiatric history of the patient to remain in the permanent files of the centre.
4. The centre will then furnish as complete an account of the classification and peculiar features of the correlogram as it is able to make and will offer such further comment of a diagnostic nature as the local agency may be willing to receive.

For this to be possible it is necessary not only that there be a good rapport between the local centre and the central organization, but that this rapport be implemented by a system of inspection and of forms, combined with sufficient contact to ensure that the cases are being reported to what will be as nearly as possible a standard terminology.

The centre of the central institution should be the library, in which autocorrelograms and excerpts from the original encephalograms should appear side by side with their medical docket. The whole value of the research project depends on the proper formation of the library and the proper statistical analysis of its contents. If this is well done I have no doubt whatever that the centre will become a valuable aid to neurological and psychiatric research. Probably also its work can be correlated with intelligence testing, testing for

fitness for particular occupations and other similar psychological research.

Of course, not all the work would be on human subjects. We have already done a considerable amount of work on the cat, both through the scalp and the bare brain. Our work indicates a less reliable rhythm than that which we seem to find in many human subject.

The application of the correlogram to the study of the nervous system is only one of its possible uses. The electrocardiogram which is to the heart what the electroencephalogram is to the brain needs a similar study. It is quite possible that this finer analysis of rhythm may reveal important early symptoms of cardiac disorder. Furthermore, the responses of muscle, as for example the contractions of the muscles of the uterus in childbirth. They lend themselves to a study of this sort. Similar studies may be made of body temperature, of blood sugar, and all the many time distributed factors in metabolism. How much we shall get out of these I do not know, but I shall be extremely surprised if the correlogram does not prove to be a valuable tool of physiological research.

本講演は Wiener 教授の来朝の機会に日本生理学会及び脳波学会の主催で行われたものである。

この内容につき具体的のことを知り度い読者は下記文献を参照されたい。

J. S. Barlow and Brown R. M. : An Analog Correlator System for Brain Potentials. Technical Report 300. July 14, 1955. Research Laboratory of Electronics, M. I. T.

原 著

頭蓋腔内圧の実験的上昇による呼吸水準 及び血圧の周期的動揺について (続報)

犬における実験 612.824.5:612.146:612.211

Further Study on Periodic Undulation of the Respiratory Level and
of the Blood Pressure Elicited by Experimental Elevation
of the Intracranial Pressure Experiment in Dogs.

佐 川 喜 一 (SAGAWA-Kiichi) *

I. 緒 言

先きに著者は、家兎において Ringer 氏液を蜘蛛膜下腔に圧入して体血圧の平均値前後に及ぶ実験的頭蓋腔内圧上昇を試みると、それだけの操作で殆んど毎常、血圧及び呼吸運動水準に周期的な波状動揺が惹起されることを報告した¹⁾。同様な操作によって現われる血圧波に関しては従来も各国の研究者によって報告されているが、実験動物としては犬を用いた場合が多く、成績についても著者が家兎において観察した所とはいろいろな点で相異がある様に思われる。例えば Hartman²⁾、若松³⁾、川副⁴⁾等の報告した血圧波は波形、周期、波高等の規則性に乏しくかつ出現頻度も低いようである。また催起操作に関して Guyton⁵⁾は動物(犬)にとって“critical”な程度の瀉血が必須の補助手段だったと述べているが、著者は家兎の場合こういう補助手段は全く必要としなかった。従ってこれらの差異が家兎と犬との体制の差に由来するのか、或いは実験手技の差に由来するのかを明らかにする必要があるし、若し体制の相異ということがはっきりすればそれが血圧波の発生機序解明の1つの手がかりともなう。また福田等^{6)~11)}、緒方等^{12)~14)}、高木等¹⁵⁾の報告してきた呼吸水準の周期的動揺という現象は従来すべて家兎において観察されているが、果して犬に

おいても同様の事象が出現するかどうかの点も併せて検討しておく必要がある。

以上の2つの要請から、家兎において行ったのと出来るだけ同様な方法によって実験を行い、呼吸運動と血圧に現われる諸変化のうち周期性をもった現象を中心に記録観察した結果、次に述べるような成績を得たので報告する次第である。

II. 方 法

実験動物としては体重8.3~15kgの雄犬全19頭を使用した。麻酔は25% Urethan 溶液の筋肉内注射(2~3g/kg)をした場合4例、2.5% Thiobal (Sodium thiopental) 溶液を静脈内に逐次分注(計20~30cc)した場合7例、両者を併用した場合8例の3種がある。

呼吸運動、体血圧、及び頭蓋腔内圧の描記法は家兎の場合と全く同じであるから前報¹⁾を参照されたい。

頭蓋腔内圧上昇の手段としては実験 No. 1, No. 2 の2例において前報同様の方式を試みたが、犬の場合は圧入した Ringer 氏液の静脈、リンパ系への吸収が余りに早く頭蓋腔内圧を一定に保つのが困難である事が判ったので、以後の17例では Ringer 氏液を入れた Marriott 瓶を天井に取りつけた滑車によって任意の高さに吊上げる事によって頭蓋腔内圧を 0~160mmHg の範囲の種々の値にほぼ恒常に保持し得た。

* 東京大学医学部衛生看護学科看護基礎医学第1講座

実験期間は昭和29年12月より昭和30年7月まで、その時々室温において実験し、厳寒時のみ電気保温固定台を用いた。

実験系列の詳細は成績の項で述べる。

Ⅲ. 成 績

A. 実験の次第及び液圧上昇につれて呼吸運動並びに血圧に現われる変化の概要

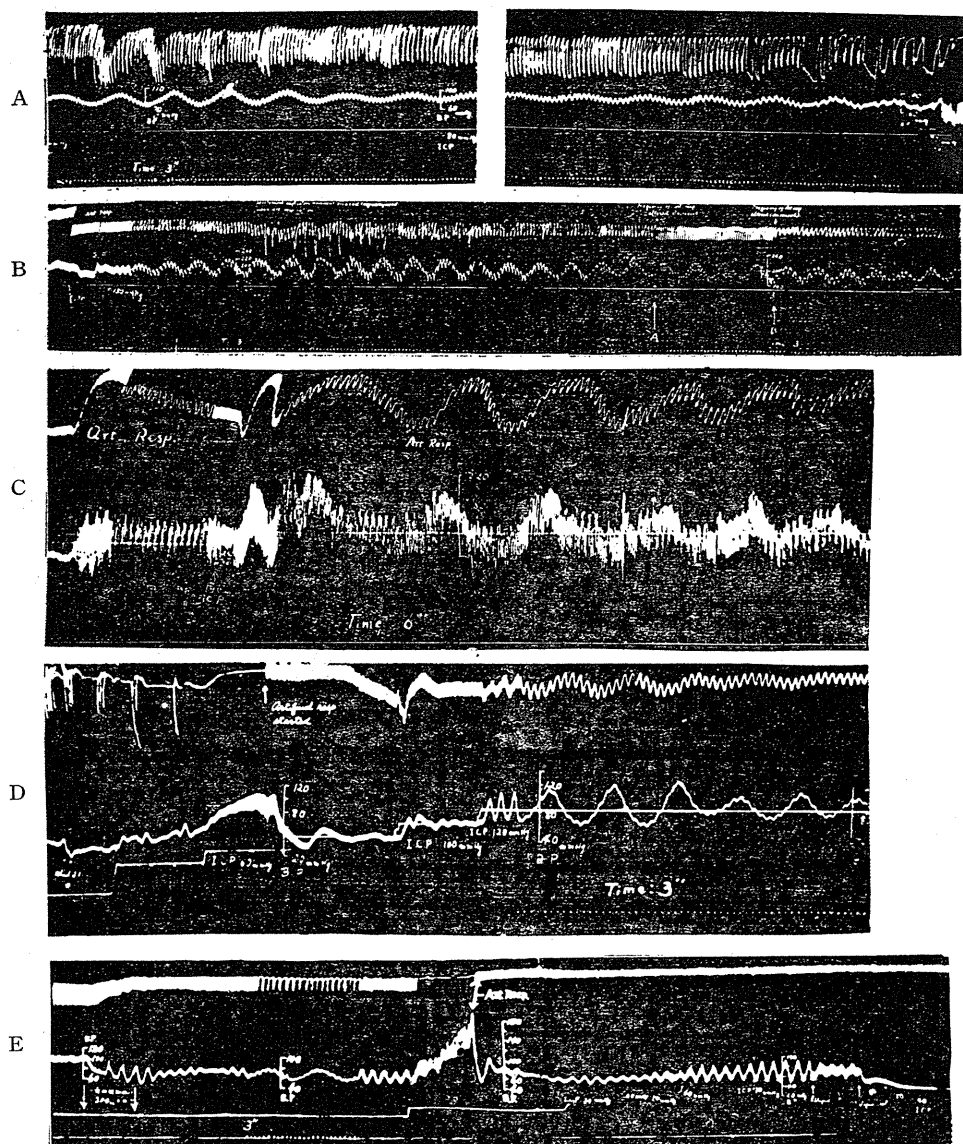
動物の呼吸運動水準並びに平均体血圧に持続的な周期性波状動揺が出現するという点に実験目標を置き、10~20mmHgの幅で蜘蛛膜下腔に送入する Ringer 氏液の圧（以下にこれを液圧と略称する）を上昇してゆく。第1回目の液圧上昇に当っては、多くの場合液圧値が平均体血圧値に近づくまでは呼吸運動にも体血圧にも著しい変化は認められない。併し時としては呼吸運動が促進されることもある（即ち潮汐運動の振幅や頻度が増大することもある）。また血圧が反応的上昇を示すこともあり、逆に少し下降する場合もある。同じく上昇するにしても階段状の液圧上昇に応じてやはり階段状に上昇する場合と、極めて緩慢に漸進的に上昇する場合とある。平均体血圧値を超えて尚も液圧を上昇すると多くの場合呼吸は著しく緩徐になり、一層の上昇によって呼吸位での呼吸停止が起る。そしてこの呼吸停止或いは甚だしい緩徐呼吸の発生と同時に著明な徐脈が起る。それは水銀マンメーターによる血圧曲線が急に大幅の1級変動を描き始めることで判る。こういう状態に長時間放置して観察を続けると、血圧は大きな1級変動を示しながらその上限は高度に上昇し、ついで心臓衰弱の徴（搏動の脱落や30~40/分程度の徐脈）を示し乍ら下降し、そのまま死に至る。時には併し緩徐な普通呼吸が再開することもあり、または2~5個の潮汐運動からなる呼吸期と全くの無呼吸期とが周期的に繰返す、いわゆる周期性呼吸¹⁶⁾ (periodic respiration) が見られることもある。兎に角目標とする呼吸水準や血圧の周期的な動揺が第1回目の液圧上昇によって現われたのは17頭中僅かに1頭 (No. 15) で、しかも之は予め呼吸運動水準にも血圧にも

周期的波状動揺が自発的に出沒していたのが、液圧上昇によって顕著化し、規則的になったという特殊な例であった。

従って呼吸停止が或る程度続くのを確かめてから (30秒~1分) 速やかに液圧を0mmHg附近まで下げて呼吸の再開、徐脈の消失を待った。こういうやり方の液圧上昇実験を第2回目以後数回繰返した結果、目標の持続的波状動揺が現われた例も17頭34回に及ぶ実験中1回 (No. 11の第3回目) に過ぎずかつその周期性は極めて不規則であった。第2回目以後は、時に血圧前後の値まで一挙に液圧を高めてみる試みを混えているが持続的周期性動揺が現われないという点には変りはない。尤も装置の関係上、液圧の上限は約160mmHgであったから、動物の体血圧が初めから高く (140~150mmHg) または反応的血圧上昇がいつまでも続く様な例では、必ずしも呼吸停止や高度の徐脈を呈するに至った訳ではない。

そこで次には液圧上昇により呼吸が停止した時、人工呼吸を実施して高度の徐脈の発生を防ぎながら一層液圧を上昇してみた。しかしこういう補助操作で呼吸水準や血圧に波状動揺を現わすに至った例は5頭6回の実験中1例もなかった。そこで波状動揺催起の他の補助手段として液圧上昇に先立ち両側洞神経切断を行ってみた。この方法によって血圧の波状動揺が催起された場合が8頭25回の実験中2頭4回において認められている (第1図A)。このうち、1頭3回においては呼吸水準は始め波状動揺を示したが次第に減衰し、後には呼吸潮汐運動の振幅の周期的変化に移行している。また洞神経切断と人工呼吸とを液圧上昇に併用することによって人工呼吸運動の水準と血圧とに持続的な波状動揺を現わす様になった場合が4頭5回中3頭4回において認められた (第1図B, C)。

さらに洞神経を切断してある動物の頸動脈から200cc前後の瀉血を行った後に人工呼吸を併用し乍ら液圧上昇を試みた場合が3頭3回あるが、かかる場合には全例で血圧及び呼吸水準の持続的動揺が認められた (第1図D, E)。



第1図

- A. 実験 No. 6: ♂, 9.5kg. 前半は第3回液圧上昇時, 後半は第5回液圧上昇時の記録. 液圧は80mmHg, 右端で90mmHgに上昇. 補助操作, SC.
- B. 実験 No. 18: ♂, 13kg. 第4回液圧上昇時の記録. 液圧150mmHgで血圧波が出現してからKymographの廻転速度を速めている. 補助操作, SC+AR.
- C. 実験 No. 17: ♂, 8.3kg. 第3回液圧上昇(140mmHg)時の記録. やはりKymographの廻転速度を2度変えている. 補助操作, SC+AR.
- D. 実験 No. 10: ♂, 10kg. 第9回液圧上昇(120mmHg)時の記録. 波状動揺出現後にKymographの廻転速度を速めている. 補助操作, SC+B+AR.
- E. 実験 No. 9: 13kg. 第7回液圧上昇(70mmHgまで)時の記録. 左端↓↓の間で約200cc瀉血により血圧波が出現している. 中央↑で人工呼吸開始. 右端↑↑で左, 右迷走神経切断. 補助操作, SC+B+AR.

第1~3図において上段は呼吸運動, 中段は平均体血圧(股動脈), 下段は液圧の記録. 補助操作の記号については第1表註参照.

以上の他に迷走神経切断をも催起補助手段として採用し、それら各種の操作をいろいろな組合せで併用してみた場合が9頭において計12回あるが、これらの場合には目標とする波状動揺は1例もみられていない。また液圧上昇によって波の出ている時に迷走神経を切断した1例においては、却って波状動揺が消失した(第1図E)。

断っておかねばならぬが、上述のすべての場合を通じて液圧上昇に際し2乃至数個の水準動揺が呼吸や血圧に催起され、それが減衰して平静な水準になって了う場合は非常に屢々認められた。

大体上に述べた様な次第の液圧上昇を17頭の犬において総計85回に亘って実施した。1個体について云えば2~9回で平均5回になる。また併用した補助催起操作の組合せ別の集計を作りそれと、呼吸水準、血圧の周期的波状動揺の出現頻度とを対照すると第1表の様になる。

これで見ると本実験範囲内での補助手段としては、洞神経切断犬において200cc前後瀉血を行った後人工呼吸を併用し乍ら液圧上昇を行った場合が発現率が最高で、洞神経切断と人工呼吸を併用した時が之につぐことになる。但し第1表の註記の如く瀉血のみによっても血圧波が出現した1例(第1図E)があるので、果して瀉血を以って補助手段と見做してよいかどうかには疑問がある。一方洞神経切断は、それだけで波状動揺が起った例は見られていないから、有効な補助手段と認めてよいであろう。上に述べた様な、液圧上昇に伴う血圧の反応的上昇(時に下降)、呼吸の緩徐化(時に頻数化)、停止及びこれに随伴する高度の徐脈等の現象が、呼吸水準や血圧の周期的動揺の発現とどの様な関係に

あるかを総括して簡単に述べることは甚だ難しい。これらの現象は各個体によっても、また同一個体でも液圧上昇の回を改めるたびに、異なった現われ方を示すからである。

B. 呼吸運動水準並びに血圧の周期的動揺の出現率及び性状について

今回の実験範囲内で得られた呼吸水準及び血圧の周期的動揺の諸性状をまとめて第2表に載せる。ここに血圧波として採用したのは規則正しい正弦波状の第3級動揺が6個以上反復して出続けた場合のみである(但しNo. 17第3回液圧上昇時の血圧波は第1図Cにみる如くやや不規則であり、No. 11第3回目のときの血圧波は相当に不規則で周期の判定に苦しむ程度であった)。

また呼吸水準波として採用したものは多少に拘わらず呼吸、吸息の両側に波状の周期的動揺が認められるものに限り、1側のみのものは採用しなかった。また第1図Aにみられる様に、始め明らかな水準動揺があって、後に周期的動揺が吸息側のみに限定された型に移行した例もいくつかあって、これらはここに算入した。

これらの周期性動揺はA項に述べた様にいろいろな補助操作の組合せによって現われたものであり、操作別の発現率は第1表にのせたが、仮りに全体を総括して出現率を計算すると、血圧波については17頭85回に亘る実験中9頭12回に出現しているから頭数では53%弱、回数では14%強となり、家兎の場合の頭数では100%、回数では72%という成績に比較して甚だ低いことになる。特に回数からみた発現率が低いということは、単に波状動揺を現わし難い個体が多い許りでなく、何回もの液圧上昇の後にやっと血圧波が現われるが、ついで死に至ったり或い

第1表 補助操作の種類と出現頻度との関係

補助操作	なし	AR	SC	SC+AR	VC	VC+AR	SC+VC	SC+VC+AR	SC+B	SC+B+AR	SC+B+AR+VC
実施回数	34	6	25	5	1	4	3	1	1	3	2
出現回数	2*	0	4	4**	0	0	0	0	0	3***	0
出現率(%)	5.4	0	160	80.0	0	0	0	0	0	100	0

(註) AR…人工呼吸。SC…洞神経切除。VC…迷走神経切断。B…瀉血。*2例とも血圧波のみ。**1例は呼吸水準波のみ。***2例は血圧波のみで、うち1例は瀉血により液圧上昇前から小さな血圧波が出現していたもの。

第2表 呼吸水準、血圧に現われた波状動揺の諸性状

実験 番号	第 回	目 液圧上昇	補助 催起操作*	ICP ₀ ** (mmHg)	BP _i *** (mmHg)	ICP ₀ - BP _i (mmHg)	呼吸水準波 周期 (秒)	波高** (mmHg)	血 圧 波 周期 (秒)	波 高 (mmHg)	波数	呼吸水準波と血圧波 との位相の対応関係
6	3	SC		80	70	10	43	±	43	20	11	{ 極大吸息位と血圧波上 昇脚の中腹部とが対応
	5	SC		80	65	15	48	±	48	13	7	{ 極大吸息位と血圧波頂 点の少し手前とが対応
	6	SC		80	45	35	45	+	45	14	6	{ 極大吸息位と血圧波頂 点とが対応
8	2	SC+AR		100	80	20	24	±				
9	7	SC+B+AR		70	70	0			42	15	6	
10	9	SC+B+AR		120	35	85	27	+	27	36	9	{ 極大吸息位と血圧波の 山頂とが対応
11	3			160	110	50			25	30	27	
13	8	SC+B+AR		40	50	-10			20	8	7	
15	1			160	120	40			21	7	14	
17	3	SC+AR		140	120	20	49	+	49	53	10	{ 極大吸息位と血圧波の 上昇脚中腹部とが対応
	4	SC+AR		80	35	45	22	+	22	12	9	{ 極大吸息位と血圧波の 頂点とが対応
18	4	SC+AR		150	120	30	25	+	25	28	37	{ 極大吸息位と血圧波の 頂点とが対応
19	4	SC		160	155	5	10	+	12	4	10	種々に変化する

(註) * 略字については第1表の註を参照. ** 血圧または呼吸水準に波状動揺を惹起するに至った液圧値.

*** その回の液圧上昇に先立って動物の示していた平均体血圧値. **** ±: 僅かに判る程度のもの.

+ : かなりはっきりわかるが水準変動の巾が呼吸の振巾の半分以下のもの. ++ : 同半分以上のもの.

+++ : 変動の巾が呼吸の振巾を上廻るもの.

は以後の液圧上昇の繰返しでは現われなかったりする例が多いことを示す. また家兎における成績と著しく相異している他の点として、波状動揺を現わすに有効な液圧値の幅が頗る狭いという事実がある. 例えばある家兎で 80mmHg の液圧で血圧波が出たとすると、以後150~160 mmHg に至るまでの階段状液圧上昇につれて血圧波はその周期、振幅を変じ乍ら出続ける場合が多かったが、犬の場合はせいぜい20mmHg 程度の液圧上昇に耐え得るのみで、なお一層上昇すると呼吸停止、徐脈、血圧下降が起り、1, 2 の例では逆に液圧を下降したのに血圧下降ついで死が継発している.

呼吸水準動揺の発現頻度については、犬の場合と家兎の場合の差は一層甚だしく、殊に自発性呼吸運動の水準が液圧上昇によって周期的動揺を示したのは僅かに2頭4回であった. 併し家兎の場合に認められた、予め不規則に乱れていた、或いは波状に動揺していた呼吸水準が中等度の液圧上昇によって一時却って平静になるという傾向は犬でも認められる. ただ、その後

さらに高い液圧によって波状動揺が現われることが少いのである. 一方人工呼吸運動の水準に波状動揺が現われた場合は4頭において5回を算えた.

第2表中血圧に波状動揺が出現したときの液圧値 ICP₀ をみると 40~160mmHg に互り、その平均値及び標準偏差を計算すると約 109±40mmHg である. また動物がその回の液圧上昇に先立って示していた平均体血圧値 BP_i との差をみると -10~85mmHg に互って変化し、その平均値及び標準偏差は約 27±24mmHg となる. 各個の例でこの ICP₀ 若しくは ICP₀-BP_i の値と、用いられた補助操作の種類との間に有意の相関があるうとは思われない. こういう面から、血圧の振動状態への移行条件の手がかりが掴めない点は家兎の場合と同様である.

呼吸水準波の周期と血圧波のそれとは大多数例で同一で、只1例 No. 19 の場合が明らかに異なっている. 両波の位相の対応関係は、呼吸水準の吸息側への極大偏位点と血圧波の頂点とが対応する場合と中腹部が対応する場合とがほ

第3表 犬と家兎の血圧波の周期, 波高, 催起液圧値等の比較

実験動物	周 期 (秒)		波 高 (mmHg)		ICP ₀ (mmHg)		ICP ₀ -BP _i (mmHg)		ICP ₀ /BP _i (mmHg)	
	変動範囲	M±σ	変動範囲	M±σ	M±σ	σ/M	M±σ	σ/M	M±σ	σ/M
犬	12~49	32±12	4~53	20±14	109±40	0.37	27±24	0.89	151±68	0.45
家兎	8~31	16.8±4.8	8~92	46.5±19.7	105±28	0.27	16±18	1.13	120±24	0.20

ば同数みられ, 1回の液圧上昇中に種々に変化する場合も1例 (No. 19) みられている. こういう両者の不定な関係は, 両者が常に必ずしも併行出現するわけではないという事実と共に, 家兎において得られた知見と一致している.

第3表に犬において得られた血圧波の周期及び波高の平均値を, 家兎の場合のそれらと比較して記載する. 之をみると犬の血圧波は家兎のそれに比して, より平たく長いことになる. 波形は概して規則正しい正弦波状であることが多く No. 11, No. 17 及び No. 19 の如く徐脈を呈している場合が不規則である. 家兎の場合の様な形の多様性とか, 波のある決まった相での徐脈の出現という様な事柄はみられなかった.

第3表にはなお家兎と犬とで得られた ICP₀, ICP₀-BP_i, ICP₀/BP_i の平均値 M, 標準偏差 σ, σ/M を記載しておいた. σ/M からみると, 家兎でも犬でも, ICP₀-BP_i より ICP₀/BP_i または ICP₀ の方が分散が小さく, 犬と家兎では家兎の方が一層小さい.

今回の実験で得られた犬の血圧波数が少ないので, その周期, 波高の最頻値は問題に出来ないが, 仮に血圧波の現われた全ての場合の各波の値を採って (家兎ではある液圧値の時の全血圧波の周期, 波高の平均値を採った) ヒストグラ

ムを造ってみた所, 周期は25~34秒を山とする正規分布型の散布を示し, 波高は25~34mmHg 及び 5~14mmHg を山とする二峰性の分布を示した. しかしこういう標本抽出法には明らかに問題があるのでヒストグラムは割愛した.

C. 自発的な呼吸水準動揺並びに第3級血圧動揺について

参考のために液圧上昇に先立って観察された自発性の呼吸水準動揺及び第3級血圧動揺について第4表に記載する. この場合自発性といっても, Aの方は第1回液圧上昇に先立って液圧上昇に必要な手術を既に施してある仰臥位固定の麻醉犬についてみられたものであり, Bは1回以上の液圧上昇及び前記の催起補助操作を施したものにおいてみられたものである. 注意すべきは自発性の呼吸水準波と血圧波とが併行出現している8例の中, 5例において両波の周期が一致していないことである. 両波の波高, 周期ともに液圧上昇時現われるものに比べて遙かに小さい. こういう自発的な動揺が液圧上昇につれて迎える変化は区々であって, No. 15では呼吸水準波は消失し血圧波は周期約25秒程度の規則正しい持続的血圧波に発展しているのにひきかえ, No. 18で第2回液圧上昇に先立って現われていた夫々周期を異にする呼吸水準波と血圧

第4表 自発性呼吸水準波及び血圧波の性状

A						B					
実験 番号	第 回目 液圧上昇	呼吸水準波		血 圧 波		実験 番号	第 回目 液圧上昇	呼吸水準波		血 圧 波	
		周 期 (秒)	波 高	周 期 (秒)	波 高 (mmHg)			周 期 (秒)	波 高	周 期 (秒)	波 高 (mmHg)
5	1	16~18	+			5	2	16	±		
7	1	15	±			6	5	34	±		
8	1	20	+			7	3	25	±		
13	1	11	+	15	10	14	2	25	±	25	4
14	1			25	5	15	2	15	±	25	5
15	1	12	+	11	7	15	3	25	±		
18	1	12	+	10	4	18	2	15	+	18	5
19	1	11	+	11	4	19	2~4	11	+	11	4
平均値		14		15	6			21		20	5

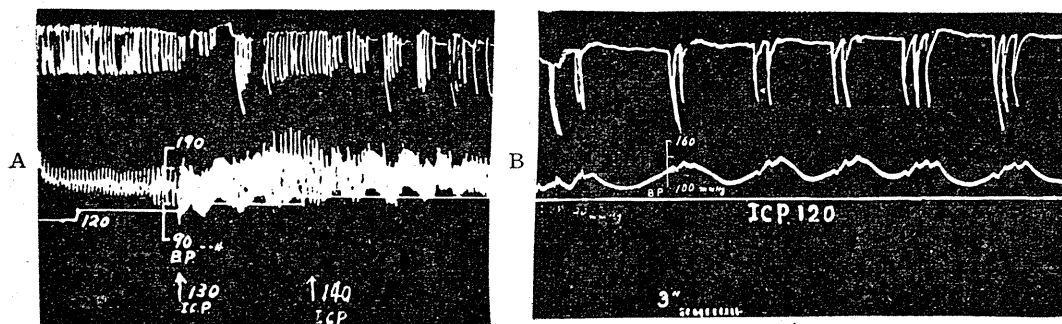
波とは、液圧上昇につれて呼吸水準波はその周期を減じ血圧波はその周期、波高を増大して夫々13秒、20秒の動揺に変じている。こういうものは果して実際に液圧上昇によるものか否かに疑問があるので第2表には載せなかった。その他の例では多くは液圧上昇によって消失するか或いは著しく不規則化して了っている。

D. いわゆる周期性呼吸について

A項において既に述べた如く、液圧上昇につれていわゆる周期性呼吸が現われ血圧にもそれに応じた変動が現われる場合がある。第2, 3図はその代表的1例として実験 No. 10 から採ったものである。こういう周期的現象は5頭10回の実験でみられたが、それらにつき前に述べた呼吸水準波及び血圧波と同じ諸点について計測した値を記載すると第5表のようになる。この血圧波は部分的には山頂部で2つ以上の第2級動

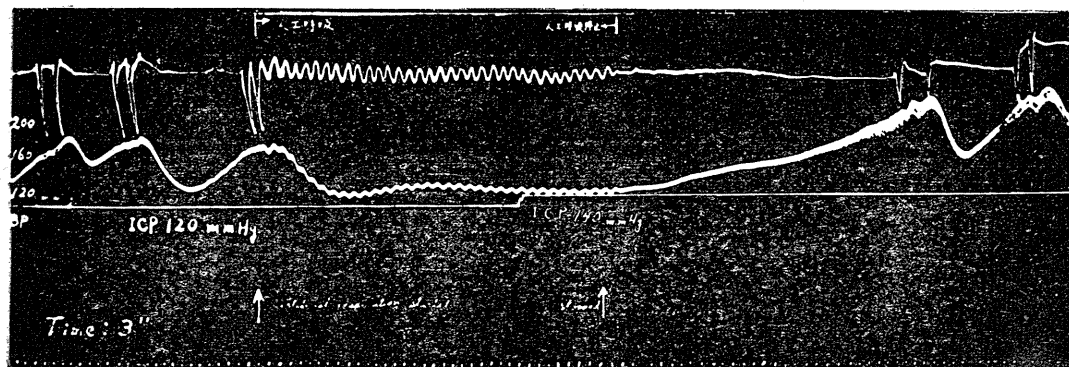
揺をのせているという点を取り上げれば第3級動揺とみなしうるが、同じ論理で残りの大部分(谷及び中腹部)は無呼吸部に対応するから次の呼吸期までは2級変動とみなすことも出来、簡単にいずれかに分類することは危険である。しかしこの場合の血圧波は少くとも本実験の目標たるB項に述べた血圧の第3級動揺とは次の一点で明らかに異なる。

第3図にみられる如く周期性呼吸に伴う血圧波は人工呼吸の実施によって直ちに消失してしまい、人工呼吸を中止すると暫時の遅れを以て、周期性呼吸が再開すると同時に現われる。然るにB項で述べた血圧波は第1図B～Eにみられる如く人工呼吸実施中にも現われ、而も第1図Bに見られる如く人工呼吸の頻度及び毎回の換気量を変えてもそれによって認めうべき影響を示さない。



第2図

A 実験 No. 10: ♂, 10kg. 第6回液圧上昇(140mmHgまで)時の記録. B は第7回液圧上昇(120mmHg)時の記録



第3図

第2図と同じく実験 No. 10 における第8回液圧上昇(120～140mmHg)時の記録。↑↑間で人工呼吸実施により血圧波が消失している。

第5表 周期性呼吸とそれに伴う血圧波の性状

実験 番号	第 回 目 液圧上昇	BP _i (mmHg)	ICP _{pr} (mmHg)	ICP _{pr} -BP _i (mmHg)	1 周期呼吸 中の呼吸数	周期 (秒)	随伴血圧波の 波高 (mmHg)	催起補助操作
5	1	70	80	10	2	20		SNC
5	2	75	60	-5	2	20		SNC
10	3	125	145	20	2~3	35	50	
10	4	90	145	55	2	34	26	
10	7	100	120	10	2~3	40	39	SNC
10	8	110	130	20	1~2	44	45	
13	2	145	140	-5	4~5	50	20	
14	1	115	160	45	3~4	66	62	
15	2	125	160	35	2	25	36	
15	3	120	80	-40	4~5	24	14	
平均値		107.5	122	14.5		36	36.5	

IV. 論 議

今回の実験によって、(i) 犬における実験的頭蓋腔内圧上昇が血圧の持続的第3級動揺を惹起する頻度は、方法が同一であるにも拘わらず家兎の場合に較べて遙かに低く、いろいろな補助手段を講ずると少し高まること、(ii) しかしかくして催起された呼吸水準波と血圧波との相互関係については、家兎の場合に見出されているいろいろな関係即ちいずれかの独立的な出現、同周期或いは異周期な両波の併行的出現、同周期の場合の両波の位相の対応が必ずしも一定でないこと、両波の消長の不一致等が見られる、などのことが確かめられた。

上に“方法が同一であるにも拘わらず”と述べたが、実はこの点にいささか問題がある。著者の用いた液圧上昇系の固有振動数及び容積弾性率は家兎の場合に用いた側圧負荷系のそれとほぼ一致するが、一方の犬の心搏数は遙かに少く(100~120/min), 殊に頭蓋腔内圧上昇によって徐脈が起った場合は毎分80乃至60にも達し、恰かも液圧記録用水銀マンメーターの固有振動数に非常に近づいている。従ってこの際の水銀柱の変位の増大が、脳の少くとも表面の血管内の1搏動毎の血流をより容易にする様に仿く可能性が考えられる¹⁷⁾。また既述の如く徐脈の甚だしい時には血圧波が出現し難いという事実も見られる。併し Marriott 瓶に繋る Ringer 氏液柱の固有振動数は水銀マンメーターのそれより相当大きく、その系の容積弾性率は非常に小

さいから、徐脈時に最低乃至平均血圧程度の液圧に抗して脈圧により果してどの程度血流が促進されるかは実測してみなければ判らない。第1図Cに示した例では毎分80程度の徐脈が起っているにも拘わらず、不規則乍ら大巾の第3級動揺が現われている。また液圧上昇時に呼吸停止と同時に発生する徐脈を人工呼吸によって解消せしめても、それによって血圧波が出現した例はない。つまりこのことは、徐脈が起っても脈圧による血流促進は起らないか、或いは血圧波発生が脳血流の周期性には余り密接に関係していないかの何れかと解さなければならない。何れにしても徐脈は犬における血圧波発生頻度の小さいことの直接的な原因とは考えられず、犬と家兎とで用いた同一の液圧上昇法は、脳循環に対してほぼ同一の意味をもっていると考えてよからう。結局呼吸停止や徐脈の発現する様な状態にある循環中枢は、ある不明な理由で周期的な興奮性の弛張に陥り難いという事実をそのまま認めておくより仕方がないと思われる。

さて犬においては、液圧上昇によって血圧波が出難く却って容易に徐脈や呼吸停止が起り易いという傾向は、犬の循環中枢自体の貧血に対する反応態度に由来するのか、或いは洞神経、迷走神経等を介して二次的に起る反射によるのかという問題は、両神経切断前後の成績を比較することによって検討出来るわけであるが、その為の資料としては今回の実験は適当でない。単に例数が少いばかりでなく、第2表で判る通りこれらの補助操作は概して実験の末期に行っ

ているから、それ迄の不定回数の液圧上昇実験繰返しの影響が他の影響と共に加わっているであろうし、さらに対照とすべき補助操作なしの繰返しの成績そのものが非常に不定であって、特別に考慮された実験計画による成績を充分検定してみた上でなければ神経切除後の成績との比較基準にするわけには行かないからである。こういう点の検討は別途の実験研究に抛らねばならない。併し極く大ざっぱに云って、洞神経切除という補助操作によって呼吸水準や血圧の周期的動揺が現われ易くなっているらしいことは第1表から窺われる。勿論洞神経切除後も呼吸停止や徐脈は依然として起るし、さらに人工呼吸の併用によって液圧上昇を続けたにも拘わらず遂に周期性動揺の見られなかった例も数多く存在する。迷走神経切断は洞神経の場合より例数も一層少なく、切断前の履歴も複雑であるから、第1表の結果から直ちに迷走神経の健存が呼吸水準や血圧の周期性動揺に必須な条件であると考えerわけにはゆかない。家兎における迷走神経切断実験の経験から云っても充分慎重でなければならないし、Guyton も犬において迷走神経切断後も液圧上昇による血圧波を証明している。

併し乍ら Guyton が見た液圧上昇時の血圧波が果して著者の問題としているものと全く同一機序に由来するか否かについては多少疑問がある。彼は先ず液圧を上昇した後に大量の瀉血を施して始めて血圧波を得ているが、文献中には大量出血はそれだけで屢々血圧の第3級動揺を惹起するという報告の記載があるので、著者は先ず予め相当量の瀉血を行った後に液圧上昇を行うことによってこの点の検討を試みた。結果は Guyton の所説が二重の意味で事実と反する事を示している。即ち (i) 瀉血は液圧上昇時の血圧波発現にとって必須の補助手段ではなく、(ii) 逆に瀉血のみによって周期、振幅の大きな持続的の第3級動揺が現われることがある (第1図E)。瀉血を実施した全例 (4頭6回) 中ただ1例にこの現象をみた。

瀉血による急速な失血は循環動力学的にも、

また生体内部環境の化学的な面でも重大な変化を惹起するであろうから、そういう異常状態にある循環中枢はその影響だけで周期的興奮に陥ることもあり、また更に液圧上昇が加わって脳に局在して起る循環障碍と相俟った時、周期性興奮水準動揺に陥ると考えることも出来る。兎に角、循環中枢に対して急速大量の出血が及ぼす影響をもっと細かく検討した上でなければ、瀉血のみで現われる血圧波と液圧上昇時の血圧波とを同定することは難しい。

之と関連して、液圧上昇時に見られる血圧波として諸家の報告しているいろいろな血圧動揺の異同についてはもう一言述べ必要がある。犬においては液圧上昇によって呼吸停止或いは緩徐な大呼吸が起り易く、前者には屢々、後者には必ず、著大な血圧動揺を伴う。かかるものを Traube-Hering の波として記載報告しているもの³⁾も見受けられるが、これは特殊な2級動揺であるから Traube のみた第3級動揺やここに問題とした第3級動揺と区別するために、福田¹⁸⁾等の主張する如く Hering-Frédéricq の波と呼ぶのが適当であろう。

またⅢ, D項に述べた周期性呼吸に伴う血圧波を以て液圧上昇時の血圧波とし Cushing のみた波と同定して了っている報告³⁾¹⁹⁾が少くないが、これも著者の問題としている第3級動揺とはその成立機転を異にするものであろう。既述の如く後者は呼吸頻度に周期性のない場合でも又人工呼吸下でも現われるのに比して、前者は人工呼吸の開始と共に消失する。即ち無呼吸期に血液の静脈性が増大し呼吸期に減少することが循環中枢の興奮性の弛張を誘発していると考えられる。勿論呼吸中枢からの興奮の波及も考えなければならない。しかしこの血圧波を2級変動とみなすか3級動揺とみなすかは先にも述べた様に簡単には決められないのである。またこれと、宮川や著者が家兎における実験で観た、血圧波と併行して現われる呼吸頻度の周期的変化が次第に極まって、いわゆる周期性呼吸を呈するに至った場合との区別も多分に問題である。両者の出現当初の呼吸運動との関係が

違う事から発生機序の相異を推定は出来るが、部分的な記録をみたのでは判定に苦しむ場合がある。第2図Aなどはその1例である。また人工呼吸の実施により消失するか否かによる判別も絶対的なものと考えるわけにはゆかない。たとえ発現当初の機序は異なっている、一旦血液の静脈性の顕著な周期的動揺を惹起する程度の周期性無呼吸が発生した後にこれを消失せしめる様な操作（即ち人工呼吸）を施した場合は、これによって血圧波の模様が大いに改まるかも知れない。従ってこれらの同定も今後一層の検証を要すると思われる。

呼吸水準動揺なる現象が家兎ばかりでなく、犬においてもみられ、さらにまた人工呼吸下にも観察されることが本実験によって明らかにされたが、以下に人工呼吸の場合を中心に呼吸水準の周期的動揺の発現機序を考察してみよう。

それには先ず著者の用いた人工呼吸法及び呼吸運動描記法を検討する必要がある。人工呼吸器はモーターとふいごから成る簡単なもので、モーターの廻転速度次第で任意の一定頻度を以て一定量の空気が動物の気管に向って送り込まれるが、気管カニューレには側管があってそこから空気が洩れるから実際に動物の肺中へ送入される空気の量は、胸腔の他動的拡張に対する抵抗と気管カニューレの側管における洩れの抵抗との相対的な関係で決まる訳である。洩れの抵抗は側管の口径を変えることによって任意の一定値に決められるから、結局吸息の際の胸腔の拡張度は胸腔のもつ弾性によって決まる。また呼息の際人工呼吸器は殆んど吸引力を及ぼさないから、呼息の原動力は吸息によって胸腔壁に生じた弾力で、呼気は側管から外界へ洩れ出し、一部はゴム管を通じてふいごの方へ逆戻りする。この様な装置でも数十分間は顕著な炭酸ガス蓄積の模様なく人工呼吸を続ける事が出来た。今述べた所では動物の呼吸潮汐運動系は全く休止状態にあると仮定しているが、人工呼吸時に之と同期した衝撃を横隔膜神経に証明するという報告²⁰⁾もあるから、こういう点の検証を行い得なかった本実験については、呼吸潮汐運

動に関係する筋、神経系の活動が人工呼吸時にも参与している可能性を考慮する必要がある。

次に著者の採った呼吸描記法で記録されるものは、毎回の呼息、吸息運動につれて上腹部が陥凹、膨隆するその垂直方向の運動成分であるから、描記された曲線の垂直軸上への投影の長さは上腹部の膨隆度、陥凹度の大小とは簡単な比例関係にあるであろうが呼吸量即ち胸腔の拡張度、収縮度との関係は仲々複雑であろう。描記されるものは1次元の変位であるが、これを惹起するものは胸腔の拡張収縮という3次元の変化であるから、後者の変動は前者の大きさの変化に比して遙かに大きいであろうことが想像される。次に上腹壁の運動を考えると、吸息に際しては横隔膜の下垂によって腹腔内圧が高まりまた胃、肝臓等が押下けられて上腹壁は受動的に膨出するが、同時に胸骨及び肋骨の下端が前上方に引き挙げられるから上腹部にはそれによる伸展挙上運動も加えられる。従って胸腔の拡張度が全体としては等しい場合でも、胸式呼吸であるか腹式呼吸であるかによって上腹壁の運動の模様は異なるであろう。なおまた腹筋の持つ伸展抵抗或いはいわゆる tonus の変動があればそれも影響するであろう。仮に人工呼吸時潮汐運動に関係する狭義の呼吸中枢からの神経支配が途絶しているとしても、Sherrington²¹⁾等の主張する骨格筋の緊張性反射に類する中枢からの神経支配は存続しているであろうから、若しそういう神経筋系の活動水準になんらかの変動が起れば胸腔の弾性も変化し、従ってまた上腹壁の膨隆運動にもそれに応じた変化を来すであろう。Orbeli²²⁾一派の唱える交感神経系による支配についても同じ考慮を要するし、また Riesser²³⁾の云う神経支配によらない筋の緊張度の変化が呼吸筋にも起るとすれば、それも上腹壁の膨隆度変化の要因となる可能性がある。上に述べたこれらの要因はすべて上腹壁の陥凹度についても同様に仿く可能性がある。従って得られた記録から逆にこれらのいろいろの可能性のいずれが実際に仿っていたかを識別する事は殆んど不可能であるが、少くとも膨隆度

や陥凹度に周期的な変化がみられる場合には、上述の諸要素のいずれかに周期的な動揺が起っていると考えて差支えなからう。そして血圧の波状動揺との密接な関連から推して、中枢における呼吸筋緊張度支配系の活動水準の周期的動揺を想定するのが妥当であろう。

上腹部懸吊法で記録される呼吸運動の水準に周期的な動揺が現われる場合については、併しなおもう1つ、呼吸筋とは無関係な脊椎彎曲度の周期的な動揺が原因となっている場合をも考えておかなければならない。即ち呼吸筋について上に想定した様ないろいろの意味のいわゆる tonus 変動が、背筋、傍脊椎筋群に周期的に起れば、脊椎の彎曲度殊に腰部の前彎度が周期的に変化してその垂直方向の運動成分が上腹部の膨隆度、陥凹度に加減される結果、同周期の呼吸水準動揺が記録されることになる。煤紙記録の上で、脊椎の彎曲度の変化に由来するこの様な見掛上の周期性呼吸水準動揺を、先に論じた周期的動揺から正しく鑑別するためには、呼吸運動のほかに垂直方向体動揺の同時記録が必要であるから、将来の検討に俟たねばならないと思われる。

V. 要 約

19頭の犬において頭蓋腔内圧の実験的上昇による呼吸水準並びに血圧の周期的動揺の催起を企て、先に報告した家兎における同様な実験の成績と比較検討した。その結果、

1. 周期性動揺の発現率は家兎の場合より遙かに低く、人工呼吸、洞神経切除、瀉血等の操作をいろいろな組合せで併用すると幾分出現し易くなる様に見える。この相異は両動物の体制の差に由来すると考えられ、従ってまた呼吸水準及び血圧の周期性動揺の発現機序も従来の説明では理解し切れない。

2. しかし現われた呼吸水準波及び血圧波については家兎の場合に得られたのと同様な所見が得られ、2つの場合の動揺は同一の機序に由来するものとして同定出来る。

3. 呼吸水準波は自発性呼吸時のみならず人工呼吸時にも現われることを明らかにし、その発現機序を論じた。

4. 犬の場合頭蓋腔内圧上昇によっていわゆる periodic respiration が起り易く、かつこれに著明な血圧波が随伴する。この様な周期的現象と本実験の目標たる呼吸水準及び血圧の周期的動揺との異同を論じた。

文 献

- 1) 佐川喜一 (1955) 日本生理誌 17, 402
- 2) Hartman, F. (1936) Zeit. Chir. 247, 242
- 3) 若松 齊 (1937) 福岡医大誌 30, 134
- 4) 川副正人 (1939) 医学研究 13, 3637
- 5) Guyton, A. C. (1952) Am. J. Physiol. 170, 601
- 6) 福田邦三・加藤 保 (1943) 日本生理誌 8, 540
- 7) 福田邦三・他 (1948) 日本生理誌 10, 258
- 8) 加藤 保・宮川 清 (1953) 日本生理誌 15, 学128
- 9) 津屋 旭 (1954) 日本医放射線誌 13, 595
- 10) 宮川 清 (1955) 日本生理誌 17, 383, 392
- 11) 宮川 清 (1955) 日本生理誌 17, 481
- 12) 緒方維弘 (1951) 日本生理誌 13, 学24
- 13) 山口秀麿 (1945) 満大生理論文集 1,
- 14) 田坂 巖 (1950) 日本生理誌 12, 304
- 15) 高木健太郎 (1944) 日本生理誌 9, 677
- 16) Fulton, J. F. (1955) Text Book of Physiol. P. 861, Saunders Co.
- 17) 宮川 清 (1955) 日本生理誌 17, 299
- 18) 福田邦三 (1949) 人体生理学 145 南山堂
- 19) Eyster, J. A. E. (1906) J. Exp. Med. 8, 565
- 20) Partridge, G. (1935) Canad. Med. Assoc. Journ. 33, 11. Best & Taylor, Physiological Basis of Medical Practice 16th Ed. P. 405 による
- 21) Liddell, E. G. T. and C. S. Sherrington (1924) Proc. Roy. Soc. 96B, 212
- 22) Orbeli, L. A. (1923) Journ. Petrograd Med. Instit. 6, 8. Fulton (1926) Muscular Contraction. etc. P. 411. Williams & Wilkins Co. Baltimore による
- 23) Riesser, O. (1927) Bethes Handb. d. norm. u. path. Physiol. VIII / I, 197

Summary

In 19 male dogs, step-wise elevation of the intracranial pressure (I. C. P.) up to 160mmHg was performed and the resulting changes of the systemic blood pressure as measured by mercury manometer and of the respiratory movement of the upper abdomen

were recorded kymographically.

On these records the incidence and characteristics of the undulatory change of either the respiratory level or the blood pressure were studied in comparison with the results obtained in rabbits (the previous report).

1. The typical change in the respiratory level and/or blood pressure oscillation were rarely produced by the intracranial pressure elevation alone. This low rate of incidence was slightly increased by adopting some auxiliary eliciting procedures such as artificial respiration, carotid sinus denervation, or large amount of bleeding, prior to the I. C. P. elevation. The evident difference of incidence rate between the rabbit and the dog must have derived from some different regulatory mechanisms of the respiratory level and the blood pressure between the two animals since the same experimental method was used in the two experiments.

2. The nature of the undulatory change in the respiratory level and/or blood pressure level and their interrelations in cases with both elicited was found to be approximately similar to those in rabbits, the underlying mechanisms of these undulatory states could be inferred as the same.

3. The undulatory change of the respiratory level was observed even when the natural respiration had been halted due to increased I. C. P. and artificial respiration had been employed. On the other hand, the so-called periodic breathing accompanied by evident blood pressure undulation was also seen during I. C. P. elevation, but this periodic breathing as well as blood pressure undulation disappeared as soon as artificial respiration was started.

*(Department of Basic Medicine, Division of Health Care and Nursing, Faculty
of Medicine, the University of Tokyo)*

蛙の背皮神経活動電流による皮膚触覚の研究 (第1編) 612.798:612.813

Studies on the Tactile Sense of Skin by mean of Action Current
of Frog's Cutaneous Dorsal Nerves. 1st Report

倉 島 昭 示 (KURASIMA-Syōzi)*

I. 緒 言

本教室に於ける骨格筋の筋電図学的研究及び眼振、動物の態度の観察から皮膚からの求心性衝撃のうち「なれはや」のものは反射的に促進的に、「なれおそ」のものは抑制的に作用するものであると報告されている¹⁾²⁾³⁾。

これら反射的促進および抑制現象の基礎をなすと考えられる皮膚受容器の触、圧に対する態度および皮膚求心性神経の支配分布区域の問題についてはこれまであまり顧みられていない。わたくしは主として蛙の背皮神経について、束のままの活動電流からこの問題を解明しようとした。

冷血及び温血動物の知覚神経及び皮膚内に於ける感覚受容器についての研究はこれまでいろいろとなされており、田崎⁴⁾は蟻の皮膚からの求心性線維に少く共5種ある事を述べ、Adrian等⁵⁾⁶⁾⁷⁾は蛙及猫を用いて触刺激では非常に速かに活動電流が出なくなるが、皮膚に断続的な空気流をあてると放電は消失しないことを述べている。また彼によれば皮膚からの求心性神経には以上のなれはやの線維の外になれおそのものも含まれており、前者は触刺激に、後者は圧刺激に應ずる。1本の皮膚神経の支配領域及び1本の神経線維の分布範囲についてはAdrian⁵⁾が調べている。

以上、従来の研究成果は足蹠からのものが多く、また単一線維を用いたものが多い。それだけに神経1本の成績は極めて精緻であるが、皮膚からの反射的作用を主体として考えるとき、束のままの性質及びその支配区域の分布状態が重要となって来るので、ここに改めてこの見地からの研究を企てた。

II. 実験方法

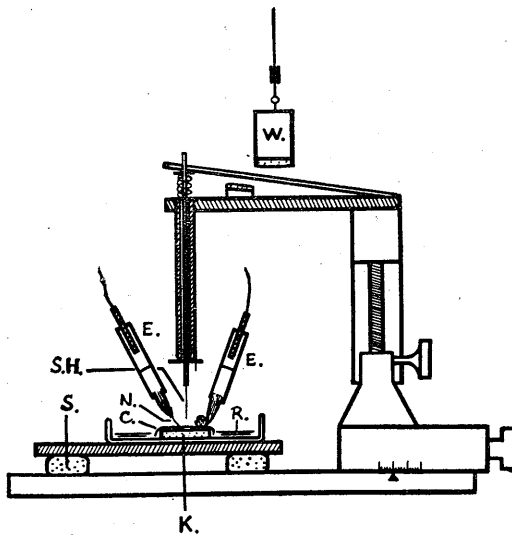
実験動物としては中等大のトノサマガエルを用いた。金網に入れて飼っていた蛙は皮膚が痛んでおり、また体も弱っているため、できるだけ実験の都度池から捕えて使用した。冬期、冬眠中の蛙を使用する場合には土の中から掘り出した蛙を20°~25°Cの室内及び温水中に3時間乃至半日以上置き、充分に活動性が出てから使用した。

わたくしは主として背皮神経-皮膚標本を用いた。蛙の背皮神経 (N. cutaneus dorsalis) は正中線から2~3mm離れた所に左右非対称に2~5mmの間隔で不規則に4~6本縦に並んでいる(第1図)。この中、同側の2~3本、或いは左右の2~3本、或いは必要に応じては両側全部の神経-皮膚標本を用いた。皮膚は常に背部全体を切りとり約2.5×3.0cm-の大きさで使用した。各背皮神経の筋層を貫いて出る部から皮膚までの長さは3~7mm位であるが、一般に頭部に近いものは太く短かく、尾部に近いも



第1図 背皮神経の位置、走向。

* 新潟大学医学部第1生理学教室



第2図

標本の設置，活動電流の誘導法および刺激装置.

E: 筆尖不分極電極. S.H.: 刺激毛. N: 背皮神經.
C: 背皮神經-皮膚標本. R: Ringer 液. K: コルク板.
S: スポンジ. W: 錘.

のは細く長い傾向がある.

標本から活動電流を導くにはつぎの方法によった(第2図)。シャーレ中に径3.5cmのコルク板(K)をパラフィンで固定したものに、蛙用の Ringer 液を入れて神経皮膚標本(C)を皮膚を裏返しにして直接コルク板にのせ、内面から刺激を与える簡単な予備実験の結果、触・圧刺激共に皮膚の表面から刺激したものと内面から刺激したものの間に差異を認ることができなかったので操作の簡単な内面からの刺激を用いたのである。

刺激としては馬尾毛 (S. H.) でつかか、軽い錘をのせる方法をとった。馬尾毛の切口はやや楕円形で、径 $0.22 \times 0.27 \text{ mm}$ 、長さ 3 cm のもの及び径 $0.18 \times 0.18 \text{ mm}$ 、長さ 3 cm 、錘は重さ 3.2 g 径 6 mm の円柱状の真鍮である。馬尾毛はマイクロマニプラトールの先に適当な方法で固定して、必要に応じてあるいは同一箇所を、あるいはまた最小 0.1 mm 間隔で異なる場所を刺激できるようにした。その圧す力は太い方では約 0.55 g 、細い方では約 $0.1 \sim 0.2 \text{ g}$ であった。この圧す力の値は、上皿天秤でバランスをとったときの値である。

発生した活動電流は筆尖不分極電極（第2図E）を介して R-C 結合増巾器に導き、場合に依りて Braun 管オシログラフ又は電磁オシログラフで観察、撮影した。電極の一方は不関電極とし、皮膚の内面においた。

実験は昭和30年2月から8月まで室温に於いて行った。厳寒の候に於いては Ringer 液を約 15°C に保温した。この方法によって標本は夏期に於いては 5~6 時間、冬期に於いては翌日まで充分実験に供することができた。

III. 實驗成績

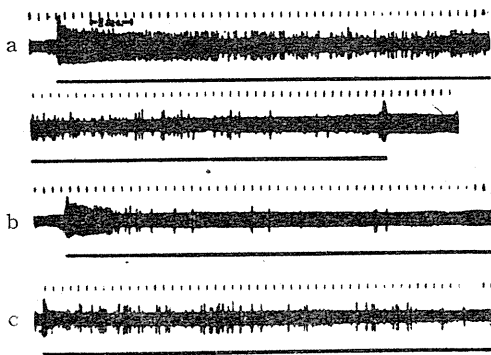
A. 標本の観察

神経皮膚標本の作製，固定後しばらくの間は
何等刺激を与えずとも自発的に毎秒0.3～7回
の間隔不規則の放電が起っていることがあるが，
30分～3時間位経過するとその放電は減少して
来て，5秒に1回位か，あるいは全く放電が起
らなくなる．まれには4時間以上経過しても放
電が殆んど減少しないこともある．

B. 放電のおこり方

自発的放電が消失してから、皮膚に毛を一定の圧で押し続けた場合、皮膚に毛がふれた瞬間非常に多数の放電が起るが、2~3秒後に急に減少して5~10秒後にゆるやかに減少する持続放電の状態が続く。その頻度は多くの場合5~20/秒位である(第3図a)。時にはふれた瞬間から1秒内外著明な放電増加が起り、その後急激に減少して刺激前の状態に戻ってしまい、上述の持続放電が殆んどみられない事もある(第3図b)。又時にはふれた瞬間の一過性放電が非常に短く、これに続いて一定持続放電に移行したり、または刺激前の状態に戻ったりすることもある(第3図c)。いずれの場合でも放電の大きさは30~80 μ Vのまちまちの大きさのものが入りまじっている。

一般に皮膚神経の出口近くの刺激の場合には、刺激直後の一過性の著明な放電増加の持続も、又その後の比較的持続の長い放電も長く、出口から2~3mm或いはそれ以上遠ざかるに従って、刺激時の著明な一過性放電増加の持続も



第3図

皮膚を一定圧で刺激したときの放電。黒線は刺激期間を示す。

aは刺激毛がふれた瞬間の多くの放電とその後に続くゆるやかに減少する持続放電の両方がみられる例。bはふれた瞬間の多くの放電のみで持続放電のない例。cは一過性の放電が少く持続放電の方が著明な例。

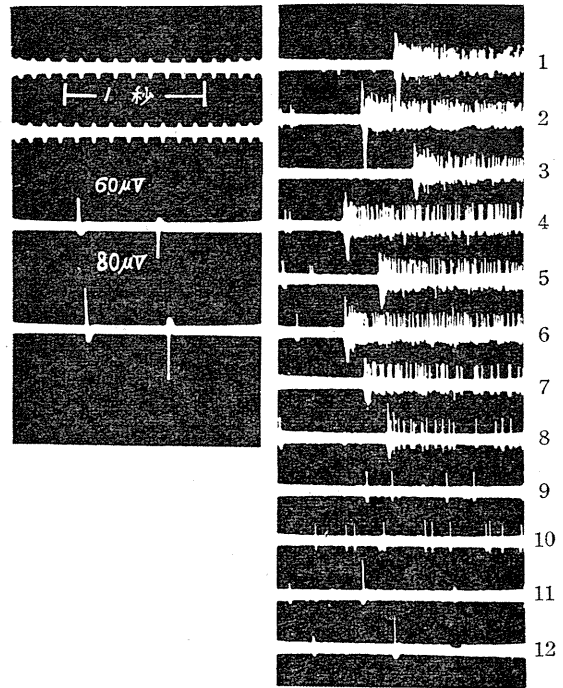
短くなり、また持続放電の頻度も持続時間も小さく、時には全くこの持続放電が起らぬことがある。

刺激毛を皮膚から離す時も、その瞬間極めて短時間、皮膚にふれた時と同様の一過性放電が起るが、1/5秒以内に刺激前の状態に復する。

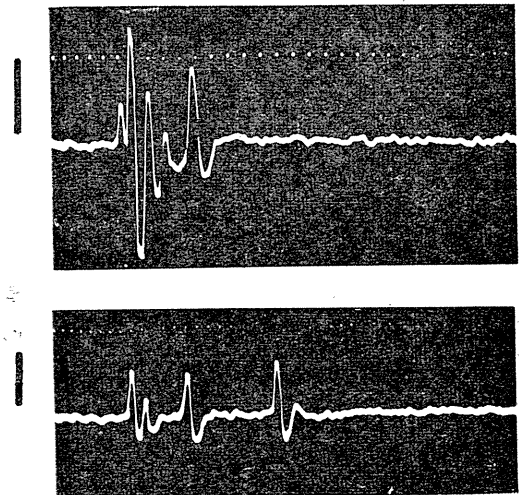
C. 刺激点の移動

前述の如く刺激点が皮膚神経の出口に近い程一過性の放電も、その後の持続的放電も強く、ここから離れる程弱く、遂には全く放電が起さない点に到着する(第4図)。刺激点を出口から遠ざける場合、通常持続放電の方がさきに消失し、一過性の方はこれと同時に消失する場合もあるが、これよりも遠点で消失する事が多い。神経出口の近くを刺激した時は離れた所を刺激したのにくらべ放電の数が多いのみでなく、箇々の放電も大きさの異ったものが多くまじっており、遠くなると異った電位のものが1~2種に限定される(第5図a)。

放電発現範囲は蛙の大きさや被験神経によって異なり、Adrian⁵⁾の述べているように極めて不規則な分布を示している。そして多くは上下の隣接皮膚神経が皮膚から出る部分をこえている。この放電発現範囲を半ば模型的に示すと第6図の如くなる。従って皮膚の一点を刺激す



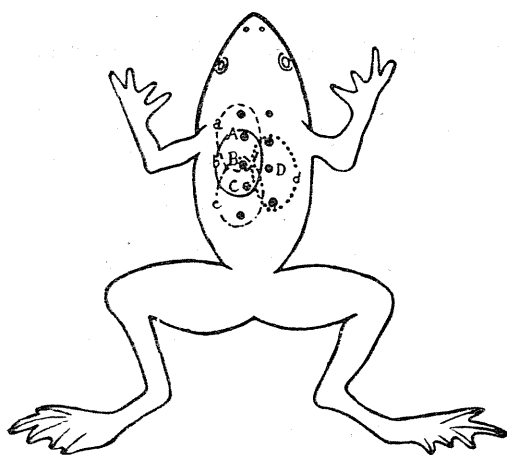
第4図 刺激点と放電との関係
数字は神経の出口からいろいろな距離の点を刺激したときの放電。左は時標及び較正。



第5図

説明本文。左の縦線は100μV。時標は1/900秒。

ると2本、場所によってはそれ以上の皮膚神経に興奮を起させ得るわけである。相隣る上下2本の神経を1本の電極につないで刺激場所を一方の神経から次第に他方に移しながら活動電流



第6図 1本の背皮神経の放電発現範囲
黒点 (A, B, C, D) は箇々の背皮神経 a, b, c, d にそれぞれ対応する背皮神経の放電発現範囲。

を記録すると (第5図b), 両者の間に1本だけから誘導した場合 (a) より多数の放電の見られる場所のあるのはこのためである。

右又は左の皮膚神経から正中線の方に向う放電発現範囲は正中線迄か、正中線をこえても1~1.5mm 位で反対側の皮膚神経の出口をこえることはない。

D. くりかえし刺激

15秒間一定圧刺激を加えて前述の一過性放電増加及び持続放電を見てのち、一旦刺激を中止し、ある時間の後再び同じ場所に同一の刺激を与えてみた。刺激休止時間が15秒以上の場合には第1刺激の時と同様の放電がおこるが (第7図), 約10秒の休止では第2刺激効果は弱く、7秒以下では第2刺激効果は殆んど現われない。しかるに刺激時間を短かくして2秒にすると、休止時間が2秒でも第2刺激に対して反応するが、この刺激と休止を交互にくりかえすと、次第に反応が弱くなっていく (第7図)。但し刺激の瞬間及び中止の瞬間の一過性効果のみは殆んど変りがない。

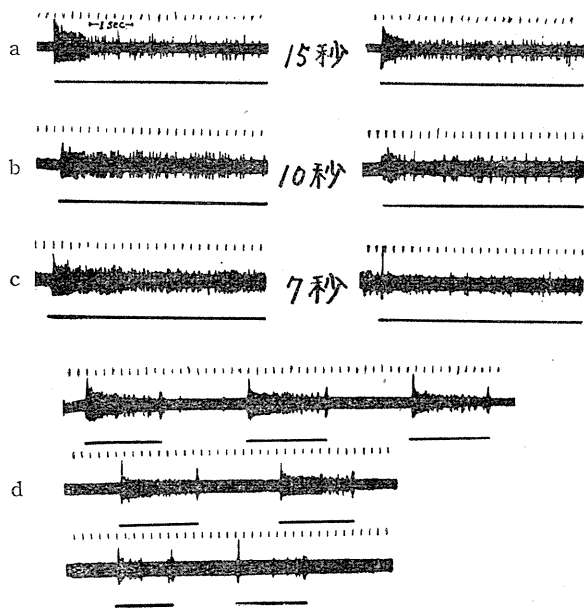
E. 神経支配分布の方向について

皮膚に種々なる大きさ及び方向の切創を入れて神経支配の分布及び走行状態に

ついて生理学的に調べて見た。まず皮膚神経の出口から2~5mmの所に小切創を加えると、その後約10秒から数分の間は放電が増加しているが、やがて次第に減少して切創を入れる前の状態に復する。

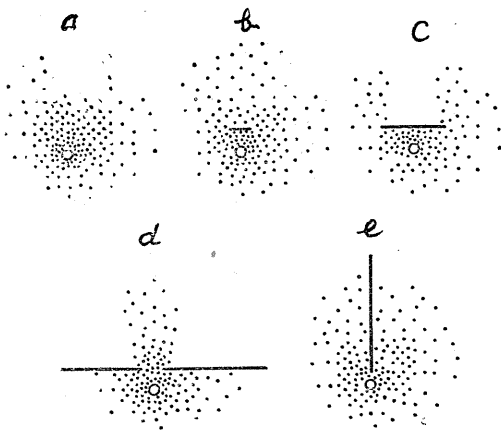
切創の周辺部の様子を知るために神経出口から切創迄の距離を2mmに定めていろいろな長さの切創を加え、刺激に対する放電の有無及びその強さの変化を調べてみた。その結果は第8図に示した通りで、aは何も切創を加えないときの放電発現範囲である。黒点の密な程度反応の起り方の強いことを示す。bの如く切創が短かければ反応の起る範囲は切創がないときとほぼ同様であるが、切創の向う側では反応の強さは弱いようである。創を次第に長くすると (c), その向う側の刺激には反応しない部分が出てくる。しかし切口の両端附近では反応する箇所が向う側に入り込んでいる。

切創の入れ方をdの如く両側から加え、中央に健全な部を残したときも同様に切創部の向う側に刺激に反応する点が入り込んでいる。eの



第7図

くりかえし刺激, a, b, cの左の図は第1の刺激効果。右の図は第2の刺激効果。間の数字は刺激休止時間。dは2秒間隔で7回くりかえし刺激した場合。



第8図 皮膚の切創による放電発現範囲の変化
○は神経束の皮膚からの出口、黒線は切創を示す。

如く切口の延長方向が神経出口に向うように切った場合、刺激に応ずる範囲は切創を入れる前と殆んど変りはない。ただし切口の附近では反応のおこり方が弱い、即ち放電数が少ないようである。

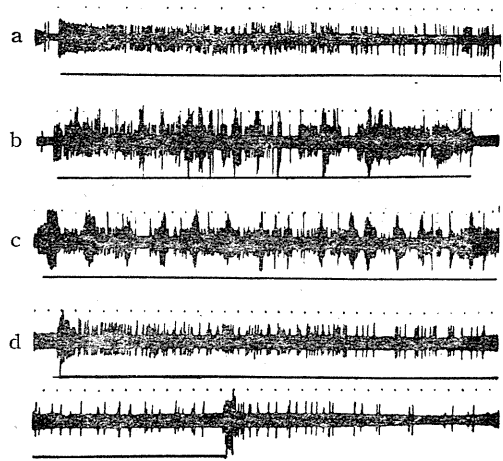
F. 単一神経線維への試み

1本の神経線維の支配領域について調べるため単一線維を出そうと試みた。1本乃至数本の線維からの活動電流は皮膚のいかなる場所をどのような方法で刺激しても放電を誘発することができなかった。これは操作の途中で神経が死んだか、遠心性の線維のみ残ったものと考え、神経束を線維と直角の方向に一部切断して細くしてみた。即ち線維の数を少くして活動電流を導いてみると、健全な場合より放電の電位が小さくなり、数本を残す程度迄線維の数を減少させた場合、如何にしても活動電流を得ることができず、1本乃至数本の皮膚知覚神経線維からの求心性衝撃は遂に得ることができなかった。

G. 刺激方法を色々かえた場合

1) 一定の圧で押した場合は既に記した如くなる。

2) 棒の先に刺激毛を固定して手で押えた時には一過性放電増加後、押している間中一定放電が持続し、放電の減少は著明でない。即ち持続的放電と雖も圧が一定であると「なれ」がおこって放電は減少するが、手で押した場合には圧が一定でないから「なれ」が生じないためで



第9図

刺激を色々かえた時の放電。aは手で馬尾毛を押しつけた場合。bは馬尾毛でこすった場合。cは脱脂綿でこすった場合。dは錘をのせた場合。黒線は何れも刺激している期間を示す。時標は1/5秒。

あろう (第9図a)。

3) 毛または脱脂綿で皮膚の上をこすった時には毛が動きはじめるとき非常に多くの、且つ大きな放電があり、動いている間中多数の放電が見られ、皮膚から毛を離せば直ちに放電もやむ (第9図b)。

4) 錘をのせた時には乗せている間中、1)、2)の場合程多くはないが、ほぼ一定した頻度で放電がおきているのみでなく、既述の如く取り去った後迄もしばらく放電が続いていることがある。放電電位の大きさは刺激毛の場合と同様にまちまちであった (第9図d)。

IV. 考 察

標本を作ってしばらく自発的に放電が出現しているのはその大きさが持続的放電の大きさとほぼ同様である所から見ると、切断或いはコルク板上に蛙皮を置いた刺激が暫らく有効に作用し、線維が興奮しているのではなからうか。第2編に述べるように冬眠蛙では、この自發放電は、たとえ実験前半日以上暖めた場合も出難かった。毛でふれた瞬間に一過性に多数の放電が見られるのは触刺激によって起るなれはや線維の興奮を示すものであり、その後しばらく続く

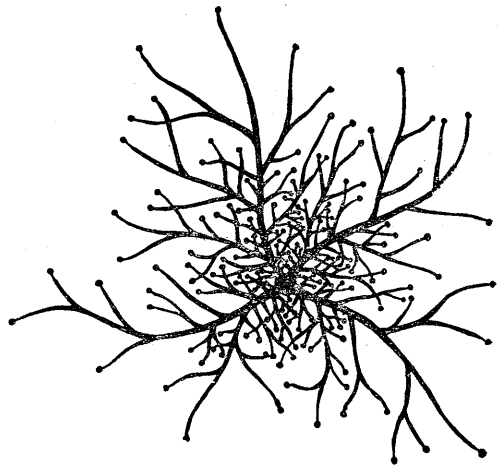
これより電位の小さい放電はなれおそ線維の興奮によるものと考えられる。即ちこの様な束線維の実験からも、2種の線維の存在が示唆される。然し単一線維にしないと確実な証拠が得られないので、それに努力したのであるが、成功しなかった。蛙の背皮神経で、単一に分離した成績はこれ迄にもない。田崎⁴⁾も蟄の皮膚神経の数本或いは数十本を用いている。蛙では、双眼顕微鏡で観察すると、膠質の鞘状のものに包まれ、その線維も綿の如く、坐骨神経などとは異なった形態を示しているのである。Adrian⁵⁾が軸索反射を用いて研究したのも恐らく分離が殆んど全く困難であったためではなかろうか。

第3図bの如く、持続放電が長く続かないことがあるのは、丁度刺激毛の先になれおその受容器が分布しておらず、なれはやのものだけが刺激されたためといえよう。これについては第2編でもう一度ふれることにする。

皮膚を押す毛の力を一定にせずにいるといつ迄も多数の放電が見られるのは、なれはやの受容器が常に刺激されているからと考えられる。

神経線維が興奮する際、太いものは大きな、細いものは小さな活動電流を出す⁸⁾ことが証明されているが、皮膚神経標本に於いても自発的あるいは刺激によって生じた放電に大小入りまじっているのは各々異なった線維によってもたらされたものと考えられよう。標本の観察中、同じ標本で異なる皮膚神経束によって放電の大きさの一般水準が異なり、大体に於いて頭部に近い、神経束の太く短いのは放電が小さく、尾部に近い、長く細い神経束では放電が大きいことが観察された。これは神経出口から電極までの距離の大小には関係ない。神経によってそれを構成する線維の太さの配分が異なることがその原因であろうか。三村⁹⁾は触刺激によって生ずる衝撃は圧刺激によるそれよりも大きいといっているが、同じ背部の皮膚にもその部によって支配する神経線維の分布に差異があり、触に対する受容器の多い部分と、圧に対する受容器の多い部分とあるのであろう。

神経の近くを刺激すると多数の放電が起り、



第10図 背皮神経の皮膚内走行

且つ大きさも色々であるのは多数の線維が衝撃を発していることを示し、離れた所では放電の数も少なく、大きさもほぼ一定になって来るのは活動する線維が少ないことを示しているといえよう。興奮している線維の数の多少は刺激を受ける受容器或いは神経線維の多寡を示すものと考えられるから、第10図の如く1本の皮膚神経について分布されている受容器は、神経に近い程多く、離れるに従って少なくなると考えていると信ずる。そのように考えれば、第3図に示したように神経から少しく離れた所では比較的明確に大きな一過性放電と小さな持続放電とが分離して来ことも説明出来よう。

第6図の如く1本の皮膚神経が支配する領域が隣りの神経の皮膚からの出口に迄及んでいるなら、皮膚全体としては受容器の分布は平均していることになる。1本の神経について充分な重なり合いがあると同様、単一線維についても重なり合いのあることはAdrian等⁴⁾が既に発表しているが、その成績は単一線維を用いて行ったものではないので単一線維を分離して精査しようとしたが遂にこれからの活動電流は得られなかった。神経束の場合に見られる放電は2箇以上の放電が同期して大きくなったものではないかと思われるが、線維の数が減少すると電位が小さくなり、1本乃至数本を残した場合放電が全く見られなくなったのは如何なる理由

に基づくものか不明である。

皮膚上の一点を暫く刺激した後、休止期間をおき、次にまた同じ場所を刺激したときには、休止及び各刺激時間の長短によって反応が異なってくる。全般的には休止が短かく、刺激時間が長い程次の刺激に対する反応が弱い、大きい一過性放電の一番最初のものは殆んど変化せず、小さな持続的のものが小さく、数が少なくなってくる。恐らく後者に関する神経線維の方がなれはおそく、回復もおそいではなからうか。この実験によって、機械的な刺激に対して少なくとも2種の線維が区別できる。

皮膚に切創を入れた場合、切創が小さければ刺激に対して反応の起らない部分が少く、大きい場合でも創の向う側に反応する点が入りこんでいる。それは皮膚内を走る神経の支配区域にも多少とも重なり合いがある為と考えられる。然しその重り合いはあまり深いものではない。第10図は双眼ルーペで見た太い皮膚内神経を基にして、これに以上の実験成績から想像される神経線維の走行をかきあらわしたものである。切創の方向が神経に向うように入れた場合、健全な場合に比べて反応する範囲があまりかわらないのは皮膚内に於いて、神経がほぼ放射状に走っているためといえよう。

V. 結 論

- 1) 蛙の背皮神経には機械的な軽微な刺激に

対して応ずるなれはや、なれおその2種の線維が含まれており、なれはやは触刺激に、なれおそは圧刺激に対応するものと考えられる。

2) 同側の箇々の背皮神経の支配領域は広い重なり合いがあり、隣りの神経の出口をこえていることが多い。また反対側とも正中線をこえて多少の重なり合いが認められる。

3) 触又は圧に対する受容器は1本の皮膚神経に於いてはその神経の出口附近に多く、離れると少い。

4) 皮膚内に於ける神経の走行は出口を中心としてほぼ放射状になっており、同一神経束に含まれる神経線維の分布にも多少の重なり合いがある。

文 献

- 1) 高木健太郎 (1952) 医学 13, 43-48
- 2) 高木健太郎 (1952) 医学 13, 159-164
- 3) 高木健太郎 (1954) 秋田県医会誌 6, 4-9
- 4) 田崎一二 (1944) 神経線維の生理学 230-234 河合商店
- 5) Adrian, E. D., Mc Keen Cattell, H. Hoagland (1931) J. Physiol. 72, 377-391
- 6) Adrian, E. D., Y. Zotterman (1926) J. Physiol. 61, 465-483
- 7) Adrian, E. D. (1928) The Basis of Sensation; Fulton: Textbook of Physiology による
- 8) 田崎一二 (1944) 神経線維の生理学 238-240 河合商店
- 9) 三村珪一 (1955) 脳と神経 7, 197-199

Summary

The tactile and pressure senses were studied by means of action current of frog's cutaneous nerves provoked by mechanical stimulation of skin.

Dorsal cutaneous nerve of frog includes two kind of fibers, rapidly adaptable and slowly adaptable, which respond to slight mechanical stimuli upon the skin.

Rapidly adaptable fibers might respond to the touch stimuli and slowly adaptable ones to the pressure stimuli.

The innervating areas of the nerves of one side overlaps broadly each other. Generally, the area of a nerve includes the root of the adjoining nerve. The overlapping between the nerves of different side is also observed but it is less extensive.

The touch and pressure receptor belonging to a nerve abounds around the root of the nerve.

The course of nerve fibers in the skin might be almost radial.

(Dept. of Physiol., Niigata Univ. School of Medicine)

蛙の背皮神経活動電流による皮膚触覚の研究 (第2編) 612.794:612.813

Studies on the Tactile Sense of Skin by means of Action Current
of Frog's Cutaneous Dorsal Nerves. 2nd Report

倉 島 昭 示 (KURASIMA-Syōzi)*

I. 緒 言

第1編¹⁾に於いては蛙の背皮神経の支配区域、皮膚に於ける神経線維の分布状態及び触・圧刺激に対する反応の様子をその活動電流から追及したが、本編では刺激の強さと反応との関係や、その潜時等について調べて見た。

II. 実験方法

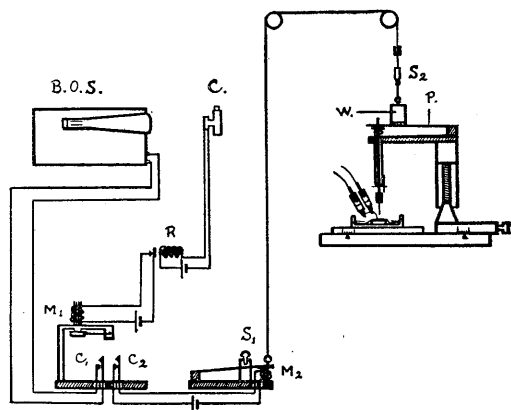
実験は主として昭和30年10月なかばから11月なかば迄の間に室温を 18°C 乃至 22°C にして行った。この期間には、蛙は冬眠しているものを使用したものが多く、予め蛙を3時間乃至半日暖めて、充分元気になったものを使用した。被験材料は前と同じく中等大のトノサマガエルの背皮神経-皮膚標本を用いた。

実験に用いた装置は、ほぼ第1編で用いたものと同様であるが、今回は専ら Braun 管オシログラフを用い、過渡的現象の追及に主力を注ぐ目的をもって、刺激装置を第1図の如く改良した。刺激毛は小、中、大の3種を用意し、これを装置の先端に取付け、必要に応じて交換して用いた。毛の太さ及び強さは、最小のものは直径 0.1mm、長さ 3cm、圧す力 0.01~0.02g の人の頭髮；中のものは 0.15mm、3cm、0.4~0.7g；大のものは 0.28mm、2.5cm、0.7~1.2g の馬尾毛である。ただし圧す力は何れも天秤でバランスを取らせた時の値である。

潜時の測定には刺激時点を知る必要があり、そのために毛を用いて刺激する代りに 1/4 注射針のマンドリンを使用し、これを 30~50 μ F の蓄電器を通じて接地し、マンドリンの先が皮膚に付いている Ringer 液にふれた瞬間が Braun 管上に現れるようにした。また振動による影響

を極力避けるため、刺激毛の固定してある棒に連なる板 (P) を圧す錘 (W) は常に板に密着させておき、板に当たった時の衝撃を避け、止めるには遮蔽室の外の床の上においた部分 (S) で錘の運動範囲を制限して、止る時の衝撃がミクロマニプラトールや増巾器の入力側に伝わらないようにした。一方増巾器はツルマキベネを途中に入れた糸によって天井から吊した。以上の配慮によって刺激時の振動の影響を殆んど完全に除くことができた。また刺激点の移動は標本の方で行うようにし、錘と板との位置的関係は常に一定にした。電極は筆尖不分極電極であるが、第1編と置き方をかえて、一方を不関電極とせず、増巾器の接地側に連なる電極を皮膚に近くして双極電極として用いた。

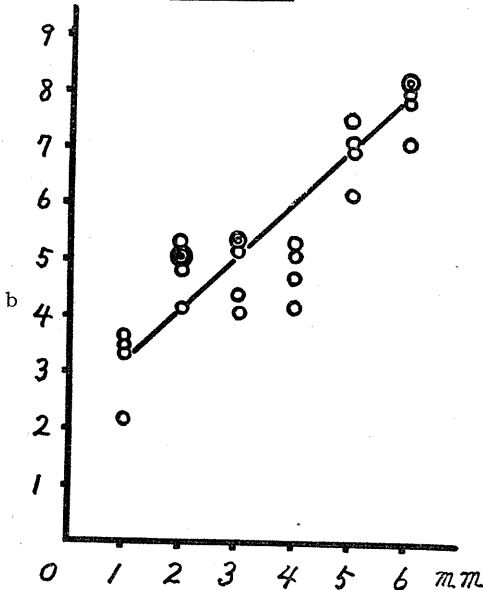
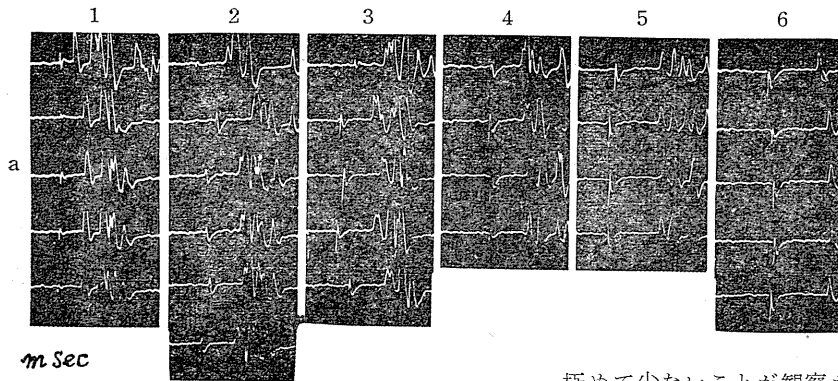
装置全体の作動機序は次の如くである。カメラのシャッターが開くと同期撮影用の接点が入り、リレー (R) の作用によってペンデル附属



第1図 実験装置

B. O. S. : Braun 管オシロスコープ。 C : カメラ。
R : リレー。 M₁ : ペンデル用電磁石。 M₂ : 刺激用の錘を引きつけている電磁石。 C₁ : Braun 管掃引用接点。 C₂ : 電磁石 M₂ の接点。 S₁ : 錘 W の運動を制限するネジ。 S₂ : 錘 W を吊す糸の長さを微細に調整するネジ。 P : 刺激毛を押す板。 W : 板 P を押す錘。

* 新潟大学医学部第1生理学教室



a): 刺激する場所をかえた場合の刺激から放電発現迄の時間。上の数字は神経出口から刺激点迄の距離(mm)。時標 1/900秒。

b): 横軸は神経出口と刺激点の距離。縦軸は刺激時点から放電発現迄の時間(msec)。

の電磁石 (M_1) の回路が開かれ、ペンデルが落ちて刺激装置の錘 (W) を引きつけていた電磁石 (M_2) の回路の接点 (C_2) と Braun 管掃引用の接点 (C_1) が次々に開かれる。ペンデルの2つの接点の間隔を適当に調節することによって Braun 管上の適当な箇所で刺激効果を撮影することができる。

Ⅲ. 実験成績

A. 自発放電の様子

第1編で述べたように、冬眠中の蛙を掘り出

して使った場合、標本を作る前に数時間以上温かいところに置いて後実験に供し、実験中の室温も同様であるに拘わらず、冬眠していなかった蛙にくらべ多くの場合、自発放電が

極めて少ないことが観察された。

B. 刺激を与えてから放電の発現するまでの時間

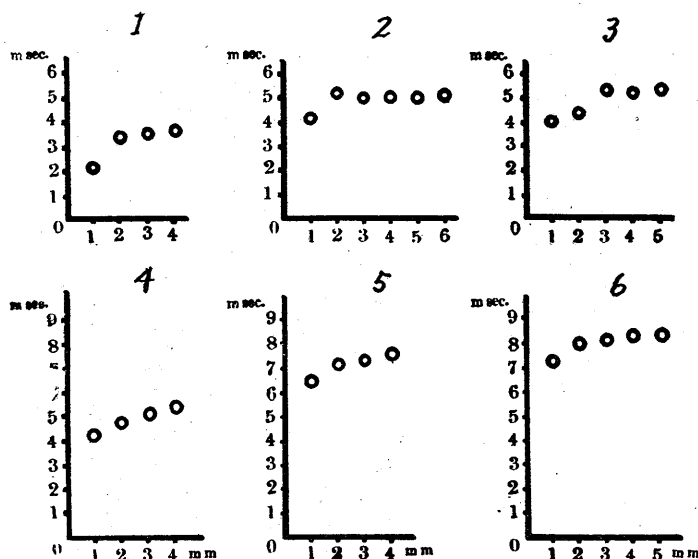
皮膚に刺激を与えてから放電の現われるまでの時間は、神経出口から刺激点までの距離によって異なる。神経出口から刺激点までの距離を1mm ずつ遠ざけながら、各距離で4~6 回ずつくりかえして同一点を刺激したのが第2図aである。図に於いて下向きのスパイクはマンドリンが皮膚上にある Ringer 液にふれた瞬間を示す。これから最初の放電が起り始めるまでの時間を縦軸に、神経出口から刺激点までの距離を横軸に表わしたのが第2図bである。

以上の図で知られるように、一般に刺激点が遠ざかるにつれて刺激してから放電が発現するまでの時間が長くなる傾向を示す。時には遠ざけた時にむしろ短くなることもあるが、更に遠ざけながら調べると全般的に次第に長くなっていくことが認められる。第2図bの箇々の点について見ると、1~2msec 程度のバラツキが認められるが、大体の傾向は直線的であるといっていよい。刺激点が5mm ちがうと4~5msec の差を認める。

同一距離で同一点を15秒間隔で4~6 回刺激した場合、概して第1回の刺激の時が放電のおこるまでの時間が最も短く、第2回以後は順次に長くなるが、数回後はほぼ一定になってくる(第3図)。

C. 刺激毛の強さと放電の起り方との関係

実験方法で述べた如く、小、中、大3種の刺激毛を用意し、これを交換して、各々軽くふれた場合及び毛が曲るまで突いた場合について刺



第3図

同一点をくりかえして刺激したときの潜時。各グラフの上の数字は神経出口から刺激点迄の距離。

激の強さと放電の様子との関係を調べて見た。

その結果は第4図に示す通りで、何れの場合でも最初に $100\mu V$ 以上の大きな放電があり、それに続いて $40\mu V$ 程度の小さな放電が見られるが時によっては小さな放電が欠け時によっては大きな放電が欠ける (第5図)。

刺激毛が太く、強くなると始めの大きな放電の数は増すが放電の大きさが増すことはない。刺激毛で軽くふれただけの場合と、毛が曲るまで突いた場合との差異は余り見られなかった。ただ中位の刺激毛で刺激した場合に、軽くふれた時の方が毛が曲るまで突いた時よりも、初めの大きな放電が数多く出ることがあった。

D. 刺激の強さと放電発現範囲との関係

前述の3種の刺激毛を使用して各刺激毛で刺激し、放電の起る範囲を調べて見たが、第6図の如く刺激の大小に拘らず放電の起る範囲は大差なく、太い強い毛で刺激したときの方が細い毛で刺激したときよりも $1\sim 2\text{mm}$ 遠点までも放電の起ることがあったにすぎない。

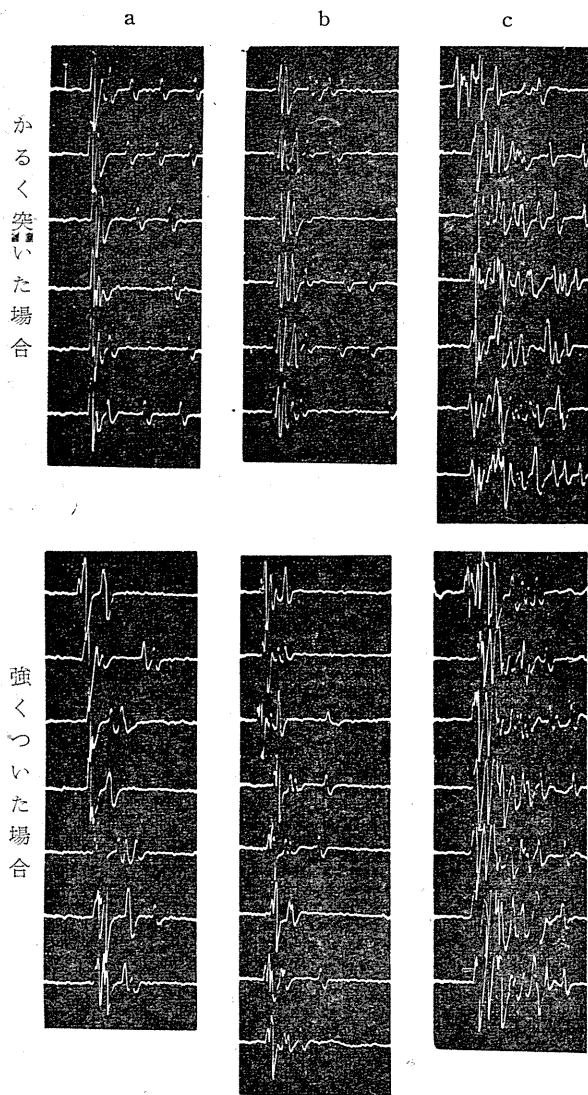
IV. 考察

冬眠していない蛙と冬眠中の蛙とでは自発放電の起き方が実験中の温度が同じでも異なる。

冬眠中の蛙では皮膚の感受性や神経の性質が夏元気に活動しているものとは異なった状態にあり、蛙を温めて運動性が恢復しても皮膚の受容器の感受性、あるいは神経線維の興奮性は急には戻らないのではなからうか。

刺激を与えた時に記録された刺激時点から放電発現までの時間は、刺激点を神経出口から遠ざけるほど長くなる。この時間はマンドリンが皮膚に附いている Ringer 液の層にふれてから皮膚に達するまでの時間、皮膚に刺激が加わってから神経終末が興奮するまでの時間および神経線維中を興奮が伝わって電極

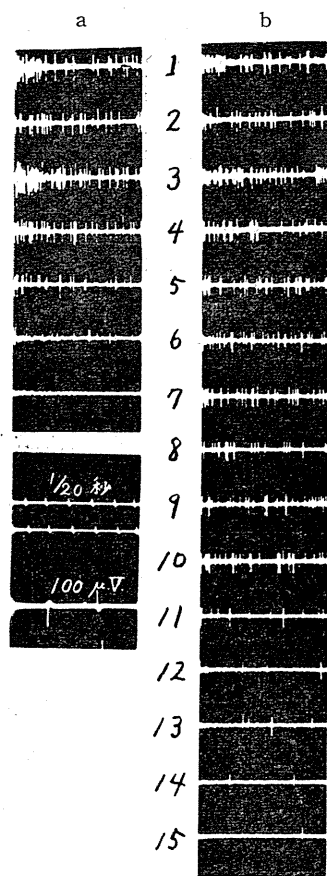
に達するまでの時間の和である。このうち前2者は一定と見ることができる。皮膚表面を潤している Ringer 液の層は殆んど湿らす程度であって、標本設置の傾斜によるその層の厚さの差がこの潜時の差を招来しているとは考えられない。又皮膚の凹凸による Ringer 液層の厚さの差も考えられるが、それならば第2図bの全体としての傾斜は理解出来ない。図の点がかなり分散しているのはあるいはこのためであろう。このように考えると、ここに見られる差は神経線維中を興奮の伝わる距離が長くなって刺激から放電発現までの時間が長くなったためとしか考えられない。距離と時間のおくれとは正確には正比例していないが、大体 5mm で $4\sim 5\text{msec}$ の差がある。これは毎秒 $1\sim 1.2\text{m}$ の伝導速度となり、田崎²⁾ が食用蛙の坐骨神経で測定した最も速度のおそい 4μ の線維 (毎秒 $5\sim 6\text{m}$) よりも更におそい。皮膚内の求心性線維の伝導速度は運動線維にくらべてはるかにおそいものである。Erlanger等³⁾ は細い神経線維の伝導速度がおそいことを述べている。また竹内、加納⁴⁾ は猫の皮膚神経では伝導の速さがこれと同一の太さの蔓の運動線維の値と同様であることを報告している。蛙の皮膚内の線維についても太さ



第4図 刺激毛の強さと放電のおこり方

aは人頭髪. bは細い馬尾毛. cは太い馬尾毛. 時標1/900秒.

と伝導度との関係が田崎²⁾の測定したものと同様であるとすれば、皮膚内で分岐している求心性線維が非常に細いものである事を思わせる。丸山³⁾は人の皮膚神経を瀬戸氏法で染色し、1本の神経線維が更にいくつかの極めて微細なる線維に分岐し、その太さは恐らく 1μ 程度であろうという。蛙皮に於いても、多分このような細い分岐が起っており、細網を形成していると考えることができよう。そのためその速度はそれだけ小さいものになっているのであろう。従



第5図

1本の神経(A)および相隣る2本の神経(A, B)から誘導した活動電流.

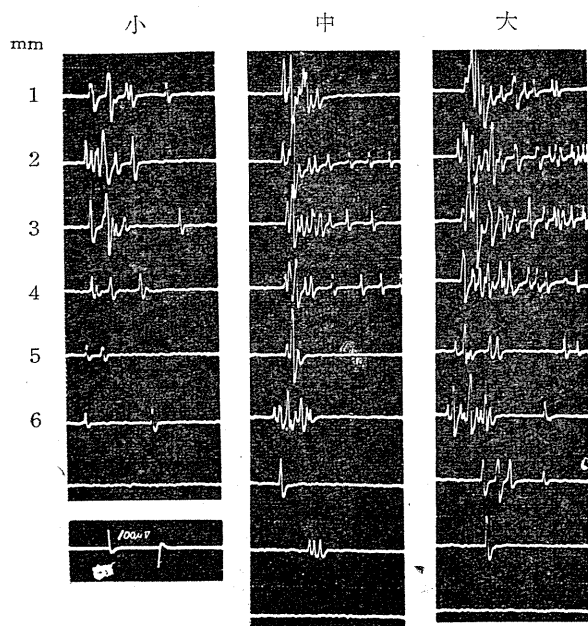
aはAの神経.

bはA, Bの神経を1本の電極につないだもの. 中央の数字はA神経からB神経に向って移動させた距離(mm).

6mmの所はB神経の出口に相当する.

来, 受容器に於いて費されると考えられていた潜時には、この分岐神経線維の伝導に費される時間が含まれていることを考慮する必要がある。

刺激点が遠ざかっているにもかかわらず、時間が短くなることのあるのは、前記の皮膚の凹凸によるものの外に、丁度その部に太い線維から直接分岐した線維の短い終末が分布していたということも考えられる。また急に時間が長くなることのあるのは、その刺激された終末から出た神経線維が細く、迂回して神経幹に入ら



第6図

刺激の強さと放電発現範囲。時標は1/900秒。左の数字は神経出口から刺激点迄の距離。

めと考えることもできる。同一箇所をくりかえし刺激した時に、最初の刺激では放電発現までの時間が長く、刺激をくりかえすにつれて次第に短くなっていくのは如何なる理由が不明であるが、終末のなれ、又は疲労と関係があるのかも知れない。刺激毛がふれると、まず120 μ V位の大きな放電が起り、次に小さな放電が続くが(第3図)、この大きな放電は刺激によるなれはやの線維によるものかも知れないし、多くの放電が加重して生じたものかも知れない。もし小放電が加重して生じたものならば、刺激毛を強くした場合、放電の大きさも増すと考えられるが、刺激毛を太く強くしても大放電の数は増すが、大きさは増さないで、触刺激によるなれはや線維の放電であると考えてよい。大放電に続く40 μ V前後の小さな放電は当然圧刺激によるものと思われる。神経出口からある距離だけ遠ざかったときに(第5, 6図)、あるとき大放電のみが著明に出て小放電が続かず、また他のときにはこれと反対の現象がみられるのは明らかに別箇の性質の線維がこれに関係しているこ

とを示している。そしてこのことは単一線維にすることは不可能であったが、距離を適当に遠ざけ、かつ適当な刺激点を選ぶことによって、このような線維の分離が可能であることを示している。

刺激効果の消失する距離が刺激の強弱に殆んど関係しないということは皮膚自体では分岐神経間に加重は存在しないことを予想せしめる。しかし刺激が強く、大きい場合には、皮膚に与える歪はその局部に止らず、広い部分を刺激することになるので、その範囲にある受容器が刺激されるようになり、そのため弱刺激よりも強刺激の方がやや遠くまで有効であるのである。

V. 結 論

1) 蛙の皮膚の触圧刺激によって生ずる求心性神経の放電は、刺激点が神経出口から遠ざかる程、刺激から放電発現までの時間が長くなり、大体5mmで4~5msecの差がある。これは1.0~1.5m/秒の伝導速度に相当する。

2) 上述の速度は皮膚内の神経線維を興奮が伝わる速度と考えられ、皮膚内の神経線維は数 μ 以下の極めて細いものに分岐しているであろうと想像される。

3) 刺激の初めに生ずる大きな放電は、触刺激によるもので、小さな放電が加重したものではない。

4) 触刺激によって興奮する神経線維と圧刺激によるそれとは別箇であり、刺激点を極めて小さくし、強さと位置を適当に選ぶことにより分離することが可能である。

5) 刺激の強さにより放電発現範囲にかわりはなく、分岐神経間に加重のないことを想像せしめる。

筆を擱くに臨み、終始一貫して多大な御指導を下された恩師高木教授に対し深く感謝の意を表します。また実験その他に、多くの好意と便宜を計って下された人々に対し改めて御礼申し上げます。

文 献

- 1) 倉島昭示 (1956) 蛙の背皮神経活動電流による皮膚触覚の研究 日本生理誌 18, 520
- 2) 田崎一二 (1944) 神経線維の生理学 237-244 河合商店
- 3) Erlanger, J., H. S. Gasser (1937) Electrical signs of nervous activity 16-28, Univ. of Pennsylvania Press, Philadelphia
- 4) 竹内・加納・田崎一二 (1944) 神経線維の生理学より引用
- 5) 丸山 勇 (未発表)

Summary

The reresponse of frog's cutaneous nerves to the mechanical stimuli was observed.

The time delay between mechanical stimuli on the skin and the revelation of nervous discharges becomes larger as the stimulating point of skin go far from the nerve inlet.

Five millimeters difference of distance shows the 4~5msec. difference of time delay.

This corresponds to 1.0~1.5m/sec. of conduction rate, which is considered as that of the intracutaneous sensible nerve fiber.

This suggests that the intracutaneous sensible nerve fiber is extremely fine and its diameter may be less than several microns.

At the outset of stimulation, the large discharges provoked by touch stimulus are observed.

It is possible to sepearate the nerve fibers which are excitable with touch stimuli and that excitable with pressure stimuli by the selection of strength and site of stimulation.

The extent of responsible area is not changed by various intensity of stimuli.

(Dept. of Physiol., Niigata Univ. School of Medicine)

Donaggio 反応陽性物質としての血漿 Mucoprotein について

(其の1) 尿 Mucoprotein との比較 612.124:612.466.68

Plasma Mucoprotein as the Donaggio Positive Substance. (Part 1)
Comparative Studies on the Plasma and Urinary Mucoprotein

中 山 達 夫 (NAKAYAMA-Tatsuo)*

I. は し が き

尿中に排泄される Donaggio 反応陽性物質(以下D物質)の本態については種々研究されているが、最近下川¹⁾はD物質の化学的性状について広汎な研究をした結果、D物質の本態が Mucoprotein (以下 MP) であることを証明した。さらに下川はD物質の性状が血漿 MP と非常に近似したものであると述べている。著者は血漿より分離した MP について其の性状を検討し、D物質のそれと比較した。その結果尿中のD物質が血漿 MP に起源を持つものであろうと推測し得る様な成績を得た。

II. 実 験 方 法

A. MP の分離: 供試した材料は馬、牛及び人間の血漿である。分離操作は Rimington²⁾ に做ったが、除蛋白濾液は水浴上に於いて 60°C で濃縮し、分離 MP は除湿器内で乾燥した。乾燥した血漿 MP は灰褐色を呈し、完全に乾燥すると水に完全には溶けない。

B. D物質の分離: 本田法³⁾を用いた。

C. 定性反応: 血漿 MP 及びD物質について蛋白呈色反応及び沈澱反応を実施し、両者の成績を比較した。実施した呈色反応及び沈澱反応は第1表に示す。この他熱やアルコール、エーテルに対する態度をも観察した。

D. 定量反応: 血漿 MP を 37°C に加温しながら水に溶解し、非溶解性物質を濾過により除く。この濾液は Donaggio 反応強陽性であった。この濾液即ち血漿 MP 水溶液について Donaggio 反応値 (以下D値) 1点当りの窒素 Tyrosine,

Hexose 及び Hexosamine 濃度を測定した。各測定法には Kjeldahl 法, Phenol 試薬法⁴⁾, Orcin 法⁵⁾, Acetylacetone 試薬法⁶⁾ 及び Donaggio 反応標準法⁷⁾を採用し、次の様に操作定量した。

Tyrosine 定量法: 試料 1ml に 1/5 飽和 Na_2CO_3 水溶液 5.5ml を加え、更に Phenol 試薬 1ml を添加して室温 (20°C) で 1 時間放置後、赤色フィルターを装着した光電光度計により比色定量した。検量曲線は Tyrosine 水溶液より得た。この法によれば少なくとも 12mg/dl までは吸光度と Tyrosin の濃度との関係は直線的である。

Hexose 定量法: 試料 1ml に 2% rocin 液 (14.3 N H_2SO_4 溶液) 1ml, さらに 14.3 N H_2SO_4 8ml を加え、80°C, 20 分間水浴上で加熱し、のち直ちに氷室内で冷却する。冷却後、緑色フィルターを装着した。光電光度計により比色定量した。検量曲線は Mannose 及び Galactose の等量水溶液より得た。この法によれば 20mg/dl までは濃度と吸光度の関係は直線的である。

Hexosamine 定量法: 試料 4ml に Acetylacetone 試薬 (1/2N Na_2CO_3 50ml に Acetylacetone 1ml を溶かしたもの) 2ml を加え、蒸発を防ぐために栓をして煮沸水浴中に 20 分間浸す。冷却後アルコール 5ml と Ehrlich 試薬 (アルコール 30ml と濃塩酸 30ml の混合液に p-Dimethylaminobenzaldehyde 0.8g を溶かしたもの) 2ml を加え 45 分間放置後アルコール 2ml を加えて緑色フィルターを装着した光電光度計により比色定量する。この法によれば 7mg/dl までは濃度と吸光度との関係は直線的である。検量曲線は塩酸 Glucosamine の水溶液より得た。血漿 MP や D 物質について本定量法を実施するには、あらかじめ塩酸を用いて加水分解し Hexosamine を遊

* 金沢大学医学部第1生理学教室

離しておかなければならない。その為には 1N 塩酸で還流冷却器を用いて3時間加熱すればよい。その後苛性ソーダで中和した試料を比色に供する。

Donaggio 反応標準法：光電光度計使用により精密化した改良法⁸⁾を用いた。この法によれば D 値 0.7 点以上の溶液ならば測定値の誤差は約10%である。

E. 等電点：著者が分離した血漿 MP はその溶液にエタノールを加えることにより更に分割し得る点からみても単一な物質とは考え得ないが、分離した MP 全体としての等電点を平木の法⁹⁾で測定した。血漿 MP を 1/20N 苛性ソーダに溶解し、濃度比が 30 : 3 : 1 になる様に3種の溶液を作る。その各に 1/20N 塩酸を滴下し乍らキンヒドロ電極を用いて pH を測定した。この時得られた3本の滴定曲線の交点に対応する pH 値が等電点である。

F. 吸収スペクトル：血漿 MP につき、Beckman 分光光度計を使用して吸収スペクトルを測定した。測定には 250~500m μ の波長範囲を選んだ。

Ⅲ. 実験成績及び考按

血漿 MP 及び D 物質について実施した定性反応では、第1表に示す様に、 α -Naphthoresorcinol 反応 (Uron 酸の反応) 以外は両物質の成績は全く一致している。 α -Naphthoresorcinol 反

第1表

定性反応		血漿 MP	D物質
呈色反応	Molisch 反応	+	+
	Millon 反応	+	+
	銀鏡反応	+	+
	Biuret 反応	+	+
	Ninhydrin 反応	+	+
	Xanthoprotein 反応	+	+
	PbS 反応	+	+
	Adamkiewitz 反応	+	+
	α -Naphthoresorcinol 反応	-	+
	0.6M 過塩素酸	-	-
沈澱反応	0.2M ズルフォサリチル酸	-	-
	10%, 5%, 2.5% トリクロル醋酸	-	-
	塩酸加隣タングステン酸	+	+
	硫酸アンモン飽和	+	+

第2表 D 値 1 点当りの濃度 (mg/dl)

	窒素	Tyrosine	Hexose	Hexosamine
馬血漿	0.68	0.13		
	0.82	0.16		
	0.85	0.10	0.96	
	0.76	0.14	1.23	
	0.85	0.14	0.70	
	0.86	0.15	1.00	
MP	0.72	0.13	0.54	0.38
	平均 0.79	0.13	0.88	0.38
牛血漿	0.84	0.14		
	0.82	0.16	0.91	
	0.43	0.17	0.52	
	0.68	0.14	0.59	
	0.70	0.15	0.32	
	0.70	0.16	0.55	
MP	0.81	0.18	0.54	0.31
	平均 0.71	0.15	0.57	0.31
入血漿	MP 0.56	0.15	0.60	
		0.58	0.14	0.36
D 物質	0.63	0.16	0.40	
	0.52	0.13	0.30	
	平均 0.57	0.14	0.35	
	* 0.54	0.15	0.24	0.42

* 下川が発衰した値¹⁾

応の成績が異っているのは恐らく分離 D 物質には尿中に排泄される Uron 酸が不純物として混入しているからであろう。この他耐熱性であること、アルコールより可逆的に沈澱すること及びエーテルに移行しないことも両者に共通している。

定量反応の成績は第2表に示す。D 値 1 点当りの濃度は窒素及び Tyrosine では両物質ともに等値を示すが、Hexose 濃度は D 物質に於いて著しく小さい。

MP 溶液を透析及びエタノール処置したものについて同様の定量操作を行うと第3表のようになる。No. 600 のセロファンを用いて透析し、透析後等量のエタノールで処置し、沈澱物の水浴液について再び定量操作を行ったものである。透析及びエタノール処置の前の値を イ), 後の値を ロ) の項に記してある。表に見られるように、上記の操作により Hexose 濃度が小さくなり D 物質の夫と近似してることがわかる。之らの成績は血漿 MP の含有する Hexose の不安定性を示すものであり、透析或いは D 物質分離の際、不安定な Hexose の一部が破壊さ

れるため、Orcin 法により少く定量されるものと考えられる。

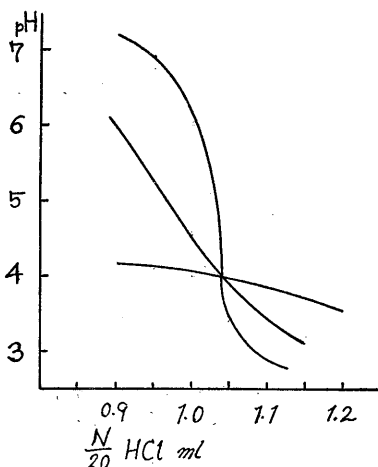
平木法で測定した等電点の成績の1例を第1図に示す。滴定曲線の交点に対応する pH 値 3.98 が等電点として得られる。材料の異なる馬血漿 MP 2 例について測定した値は 3.98 および

第3表

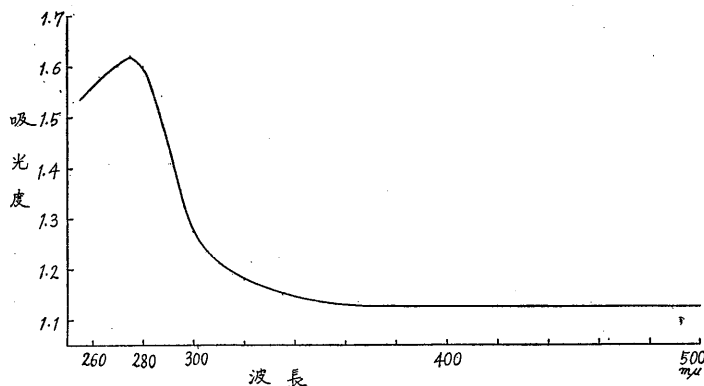
透析及びエタノール処置の前後に於ける D 値 1 点
当りの濃度 (mg/dl)

	窒素	Tyrosine	Hexose	Hexosamine	透 析
1 □	0.86	0.18	0.46		{10時間流 水透析
2 {イ	0.86	0.14	1.00		{2時間電
□	0.85	0.15	0.56		{気透析
3 {イ	0.48	0.17	0.52	0.31	{2時間電
□	0.52	0.15	0.37	0.46	{気透析
4 {イ	0.56	0.15	0.60		{4時間流
□	0.55	0.15	0.37	0.22	{水透析

1, 2: 馬血漿 MP. 3: 牛血漿 MP. 4: 人血漿 MP



第1図



第2図

4.06 であり、平均値は 4.02 であった。これは他の血漿蛋白質の等電点に比し可成り酸性の pH 領域にある。本田法により分離した D 物質の等電点は下川によれば 4.31 であり、著者が血漿 MP について測定した等電点と近似している。

分光光度計により測定した吸収スペクトルの1例を第2図に示す。測定に供したのは牛血漿 MP 1 例および人血漿 MP 2 例であるが、前者では 275mμ, 後者では 1 例が 275mμ, 1 例が 277mμ に於いて極大吸収を示した。下川が本田法により分離した尿 MP について測定した極大吸収波長は 286~287mμ である。

IV. む す び

血漿より MP を分離し、その化学的性状を検討し、尿中より分離した D 物質 (尿 MP) と比較した。得られた成績を要約すると次の通りである。

A) 蛋白の呈色反応および沈澱反応の成績は α-Naphthoresorcinol 反応以外は全く一致している。

B) 耐熱性であること及びアルコール、エーテルに対する態度が等しい。

C) D 値 1 点あたりの窒素, Tyrosine および Hexosamine 濃度は両者よく一致している。Hexose 濃度は血漿 MP に於いて高いが、これを精製すると D 物質と比較的よく一致した値となる。

D) 等電点は他の血漿蛋白質に比し可成り低く、両者近似した値である。

E) 吸収スペクトルに於いて極大吸収を示す波長は両者やや異なるが、これは精度の差異に因るものである。

以上の様な血漿 MP と D 物質の強い近似性より、尿中に排泄される D 物質は血漿中に在る一種の糖蛋白質、恐らく血漿 MP に起源を有するものと推測される。

(本論文の概要は既に速報¹⁰⁾した)。

御懇篤なる御指導並びに御校閲を賜った 斎藤教授に深謝します尿 MP の分離等に際し種々御援助, 御助言を頂いた下川末夫前講師, 本田良行講師に深謝します。

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) Rimington, C. (1940) Seromucoid and the bound carbohydrate of the serum proteins. Biochem. J. 34, 931
- 3) 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
- 4) Folin, O. and V. Ciocalten (1927) On the tyrosine and tryptophane determinations in proteins. J. Biol. Chem. 73, 627
- 5) Sørensen, M. and G. Haugaard (1933) Über die Anwendbarkeit der Orcinreaktion zur Bestimmung der Art und Menge von Kohlenhydratgruppen im Eiweissstoffen. Biochem. Zschr. 260, 247
- 6) Elson, L. A. and W. T. J. Morgan (1933) A colorimetric method for the determination of glucosamine and chondrosamine. Biochem. J. 27, 1824
- 7) 佐藤徳郎 (1949) Donaggio 反応標準法について 生体の科学 1, 37
- 8) 中山達夫 (1953) 光電光度計による Donaggio 反応標準法の精密化と簡易化とについて 総合医学 10, 255
- 9) Hiraki, M. (1932) The isoelectric point of glycocholic and α -alanine. J. Biochem. 15, 345
- 10) 中山達夫 (1953) 血漿 Mucoprotein に関する研究 I. Donaggio 反応陽性物質との比較 医学と生物学 29, 5

Summary

In our laboratory, Shimokawa previously found the Donaggio positive substance in urine to be a kind of mucoprotein. In the present study, in order to ascertain the origin of the urinary mucoprotein, comparison between the plasma and urinary mucoprotein was made with regard to their chemical and physicochemical properties.

Following results were obtained:

Both kinds of mucoprotein were equally positive to the following color as well as sedimentation tests; the Molish, Millon, biuret, ninhydrine, xanthoprotein, PbS, Adamkiewitz, silver mirror tests and the precipitation reactions with HCl-phosphotungstic acid and with saturated ammonium sulfate. But they yielded no precipitate by adding 0.6M perchloric acid, 0.2M sulfosalicylic acid or trichloroacetic acid. They were thermostable, insoluble in ether and reversibly precipitable with alcohol, and showed a good agreement with each other in the content of nitrogen, tyrosine and hexosamine, while the hexose content of urinary mucoprotein was somewhat lower as compared with that of plasma mucoprotein.

Plasma mucoprotein was found to have a spectroscopical absorption maximum at 276m μ and an isoelectric point at pH 4.0, while those of urinary mucoprotein were, according to Shimokawa, at 286m μ and pH 4.3 respectively.

Judging from these findings, urinary mucoprotein was presumed to originate from plasma mucoprotein.

(1st Department of Physiology, Faculty of Medicine, Kanazawa University)

Donaggio 反応陽性物質としての血漿 Mucoprotein について

(其の2) 筋作業時における濃度 612.124:612.766.2

Plasma Mucoprotein as the Donaggio Positive Substance. (Part 2)
Plasma Level of Mucoprotein during Muscular Exercise.

中 山 達 夫 (NAKAYAMA-Tatsuo)*

I. は し が き

尿中に排泄される Donaggio 反応陽性物質 (以下D物質) の本態及び此のD物質の排泄が筋作業時に増量する機転は従来多くの研究が行われたにも拘らず殆んど不明であったが、最近下川¹⁾はD物質が Mucoprotein (以下MP) であることを明らかにした。更に著者²⁾は血漿MPとD物質の化学的性状の比較により、D物質が血漿MPの一部が腎臓を通過して尿中に排泄されるものであらうと報告した。以上の様にD物質の本態については漸次明らかになっては来たが、此のD物質が筋作業の際に尿中に増量する機転については未だ確実なことは判っていない。著者は此の機転を明らかにする目的で本実験を行った。

即ち正常状態および塩化アンモン服用による Acidosis の状態に於ける筋作業時のD物質排泄量即ち Donaggio 反応値 (以下D値) と血漿MP濃度を測定して両者の関係を検討した。このようにして筋作業時のD物質排泄量増加の原因が「血液に」存るのか、或いは又「腎臓に」存るのかを知ろうとしたのである。

II. 実 験 方 法

A. 被検者および筋作業：被検者は研究室に勤務する健康男子を選んだ。筋作業には自転車 Ergometer を用い、之に種々の強度の負荷をかけ、毎分60回転の速度で規則正しく踏ませた。本研究に於いて選んだ筋作業条件は次の3種である。

1. 強度短時間作業：毎分 700~1130kg.m

程度の作業を 4~15 分間行う。

2. 軽度長時間作業：毎分 450kg.m 程度の作業を60分間行う。

3. Acidosis の状態における作業：塩化アンモン 5~15g を内服し、1時間半或いは3時間半後から 2, と同様の軽度長時間作業を行う。安静時及び筋作業時のD物質排泄が Acidosis により促進されることは下川³⁾により証明されている。

B. 血漿MP定量：Winzler⁴⁾に倣ったが、採血には稀酸カリを 0.5% の割に加え。又血漿 1ml を除蛋白剤 (過塩素酸) 9ml と混和し (過塩素酸の終末濃度は 0.9M), 毎分 3500 回転, 5 分間遠心沈澱して除蛋白するようにした。なおこの定量法の 2, 3 の操作について次に述べる予備実験を行い、その成績に基いて誤差導入の危険を可及的避けるよう努めた。MP 量はこれに含有されている Tyrosine の濃度を以て表わした。

C. D値測定：Donaggio 反応標準法の改良法⁵⁾を用いたが、本研究においては尿中蛋白を認める際には除蛋白操作の前及び後においてD値を測定した。下川¹⁾に依れば尿のD値とMP含有量は比例し、D値1点はMP 5mg/dl に相当する。

D. 尿 pH 測定：キンヒドロソ電極を使用した。

III. 予 備 実 験

血漿MP定量方法に関して次の様な予備実験を行った。予備実験に供試した血漿は山羊血漿及び人血漿である。

A. 除蛋白操作に於ける濾過と遠心の効果の

* 金沢大学医学部第1生理学教室

第1表

試料 (cc)	Tyrosine 濃度 mg/dl		
	濾	過	遠 心
山羊血漿	2.0	0.9	1.4
MP	1.0	1.2	1.6
人血漿	0.5	1.8	2.6
MP	0.5	1.4	4.0
人血漿	1.0	2.2	3.6
MP	1.0	2.1	3.2
人血漿	1.0	2.2	3.2
MP	0.5	3.6	5.4

血漿-除蛋白剤混合液の終末容量: 10cc

除蛋白剤 (過塩素酸) の終末濃度: 0.6M

比較: 血漿を 0.6M 過塩素酸で除蛋白する際, 血漿-過塩素酸混合液を 2 分し, 1 部を毎分3500回転, 5 分間遠心し, 他の 1 部を硬質濾紙 (東洋濾紙 No. 4 を使用) を用いて濾過し, 夫々の上清及び濾液中の MP-Tyrosine を定量した. 成績は第1表の様になり, 濾過では遠心に比して少く定量される.

B. 血漿-除蛋白剤混合比の影響: 除蛋白剤に加える血漿の量を色々に変え, 両者混合の後, 血漿-除蛋白剤混合液の終末容量及び除蛋白剤の終末濃度を等しくして各例の MP-Tyrosine 量を測定した. 成績は第2表に示す様に血漿量が少い程 MP は多く定量される.

C. 蛋白存在の影響: MP として本田法⁶⁾により尿より分離した D 物質を用い, その水溶液を 2 分し, 1 部に蛋白質として血漿を加え, 他の 1 部には対照として蒸留水を加え, 両者の MP-Tyrosine を定量して蛋白存在の影響をみた. 第3表に示す様に蛋白存在により MP は少く定量される.

以上のように, 濾過することにより, 又は血漿量を増したり或いは蛋白を加えることにより MP が少く定量されるということは, いずれも

第2表

試料 (cc)	2.0	1.0	0.5
山羊血漿	0.9	1.2	1.6
MPT	1.4	1.6	
人血漿	2.0	2.4	
MPT	1.9	2.5	3.5
人血漿	2.0	2.8	3.5
MPT		3.2	4.2

MPT: Mucoprotein-tyrosine 濃度 mg/dl

第3表

D 物質 水溶液(cc)	血漿 (cc)	水 (cc)	Tyrosine 濃度 mg/dl	再現率 %
山羊血漿	1	0	9	1.2
MP	0	1	9	1.5
人血漿	1	1	8	2.4
MP	1	1	8	2.5
人血漿	1	1	8	2.3
MP	1	0	9	2.0
人血漿	0	0.5	9.5	3.0
MP	1	0.5	8.5	4.4
人血漿	1	0.5	8.5	4.2

第4表

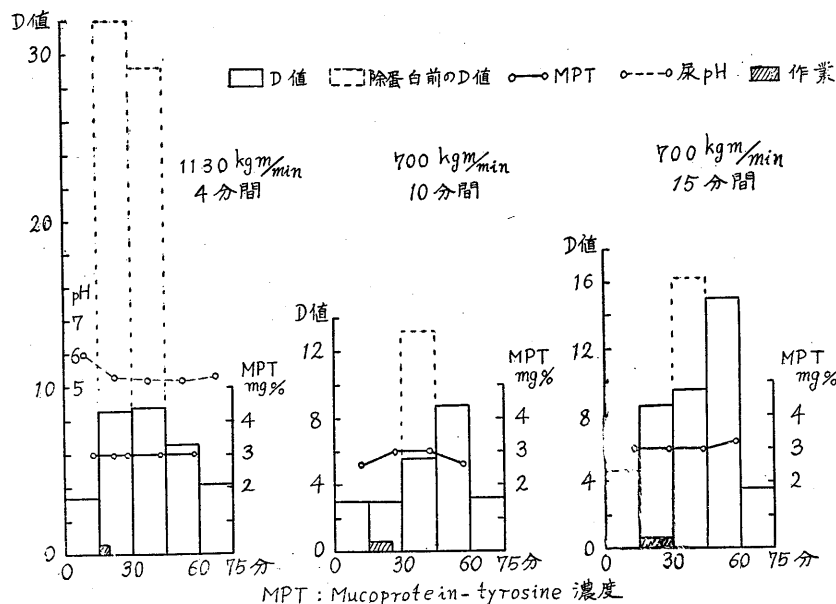
試料 (cc)	1.0	1.0	0.5
血漿	3.6	2.6	4.8
MPT	3.2	2.8	4.6
濃度 mg/dl	3.4	2.8	4.6
	3.6	2.6	5.2
	3.3	2.6	5.0
	3.3	2.6	5.2
	3.4		5.0
平均	3.40	2.66	4.95
標準偏差	0.14	0.09	0.22

蛋白と MP との Coprecipitation に因るものであろう. 従って本研究に於いては血漿 1ml と除蛋白剤 9ml を混和し, 毎分3500回転 5 分間遠心して除蛋白する様操作を規定し, これにより血漿 MP と血漿蛋白との Coprecipitation の影響を出来るだけ避ける様にした. いま同一血漿について除蛋白条件を上述の様に一定とし, MP を反復定量すると第4表の様な成績となる. 同一条件下で操作するならば誤差の少い定量法と云えよう.

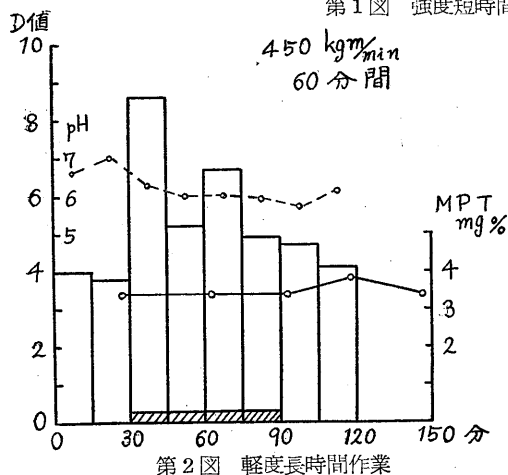
なお本研究に於いて尿中蛋白を認める際にはあらかじめ除蛋白したが, この際 D 物質と蛋白との Coprecipitation により可成りの量の D 物質が蛋白と共に除去されるため, 除蛋白後の D 値は本当の値よりかなり小さく測定されるものと考えられる. 従ってまた現在 D 値測定の際行われている尿蛋白除去操作は, 蛋白尿の D 値をかなり低めているものと推測される.

IV. 実験成績及び考按

前記3種の実験に於ける成績を第1~3 図に図示する. 何れの場合にも, 例外なく筋作業に



第1図 強度短時間作業

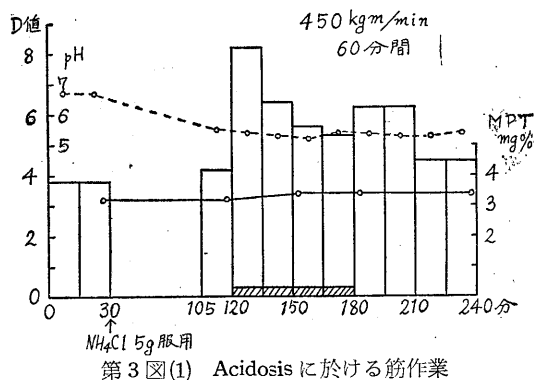


第2図 軽度長時間作業

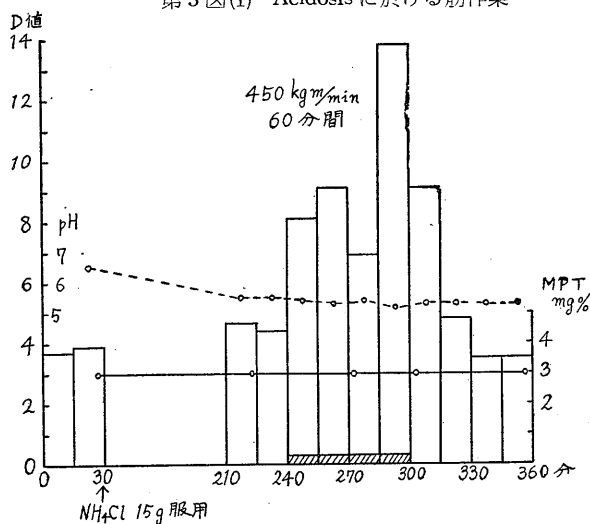
より尿D値は著明に増加するに対し、血漿MP濃度は殆んど変動せず、両者の間には平行関係は全く認められない。いうまでもなく血漿MPの定量法には今日なお正確な方法が無く著者の用いた方法も誤差を来す可能性は考えられるが、本研究では先に述べたようにMP定量の実験条件には特に留意して不定の誤差の導入を避けたつもりである。故に上述の実験所見はまず間違いなく、従って著者の選んだような筋作業では、D物質排泄量の増加は血漿

中のMP濃度の増加に基因するものではないと結論できよう。D物質は安静時でも少量づつ尿中に排泄されており、また作業時に尿D値が相当に高まるときには図示した様にしてしばしば蛋白尿を伴うものである。

これらのことを考え合わせると、作業時のD物質排泄量の増加の原因



第3図(1) Acidosisに於ける筋作業



第3図(2)

は血液にではなくして、腎臓の透過性の増大にあるものようである。即ち作業により腎臓の透過性が高まり、まず低分子の血漿MPがD物質として多量に尿中に現われ、さらに透過性が高まれば血漿蛋白もともに出現するものではないだろうか。腎臓の透過性昇進が濾過の昇進に因るか、或いは再呼吸の低下に因るかは更に今後の研究にまち度い。

V. む す び

筋作業時のD物質排泄量増加の機転を明らかにする目的で、2, 3の条件下に於ける筋作業時の血漿MP濃度及び尿のD値を測定して両者の関係を検討した。その結果、筋作業時のD物質排泄量増加が腎臓の透過性の昇進に因ると推測し得る成績を得た。

(本論文の概要は既に速報⁷⁾した)。

御懇篤なる御指導、並びに御校閲を賜った斎藤教授に深謝します。

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) 中山達夫 (1956) Donaggio 反応陽性物質としての血漿 Mucoprotein について (其1) 尿 Mucoprotein との比較 日本生理誌 18, 533
- 3) 下川末夫 (1953) 安静時及び筋作業の Donaggio 反応値に対する Acidosis 及び Alkalosis の影響 体力科学 3, 64
- 4) Winzier, R., A. Devor, J. Mehl, and I. Smith (1948) Studies on the mucoproteins of human plasma. J. Clin. Invest. 27, 609
- 5) 中山達夫 (1953) 光電光度計による Donaggio 反応標準法の精密化と簡易化について 総合医学 10, 255
- 6) 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
- 7) 中山達夫 (1953) 血漿 Mucoprotein に関する研究 II. 筋作業時における濃度 医学と生物学 29, 95

Summary

In the present study, we found that the level of plasma mucoprotein remained unchanged during and after muscular exercise while the excretion of urinary mucoprotein, the Donaggio positive substance, increased considerable.

Considering the close resemblance between plasma and urinary mucoprotein reported in the previous paper, the increased excretion of urinary mucoprotein was inferred to be due to a certain change in renal permeability caused by muscular exercise.

(1st Department of Physiology, Faculty of Medicine, Kanazawa University)

コロジウム膜の膜電位差に及ぼす

諸物質の影響について 612.013.6:612.014.423

On the Influence of Various Substances upon the Membrane
Potential of the Colloidium Membrane

祐 森 市 蔵 (YUMORI-Ichizo)*

I. 緒 言

われわれの教室に於いては過去30年に亘り、生命現象の物理化学的研究に努め、一方、基礎となる物理化学的諸事項の検討と、他方、生物に於ける物理化学的諸現象の追究とから、此処に物理化学的な一般生理学体系の樹立に努力を払って来た。

膜的形体が基本的生命現象に占める重要性は、興奮の基本的過程を形質膜の透過性に結びつけている事からも、よく諒承せられることであるが、われわれは生命の本質を諧調と混沌、平等と不平等とを止揚する向きに持って行こうとする考え方から、其の止揚の場として膜的形態を認め、膜生理学を以て一般生理学の脊梁たらしめんとする構想を描いている。之を一方、コロジウム膜など無生物膜の膜電位差的研究として展開し、他方赤血球などの、形質膜に関する物理化学像の捕捉と、剔出-、個体-、灌流-膜に分類している生物膜の、膜電位差的研究と相俟って、従来の知見を補遺し、学的体系の構成を目ざしている。

コロジウム膜の膜電位差的研究は、L. Michaelis及び藤田秋治に始まり、われわれの教室では谷田重三郎¹⁾、正木清²⁾、日野要³⁾、相沢正男⁴⁾、今井好直⁵⁾、高橋一二三⁶⁾、小川登⁷⁾などの諸氏により多数の業績が挙げられ、為すべき事は殆んど為し尽されたような感があるに拘らず、私が又此の方面の研究に手を染めたのは次の事由によるのである。すなわち、平田隆三⁸⁾、後藤亮一⁹⁾、加村弘幸¹⁰⁾、佐用純一¹¹⁾などの赤血球形質膜に関する研究から、赤血球形質膜は赤血球

浮遊液の諸条件により、容易く其の性状変化を來たし、変化した其の時、其の時の性状に応じて諸種の現象を発現することが、まざまざと把握されたため、コロジウム膜の膜電位差の研究にしても、今までのような定常的、静的な方面から、変化的、動的な方面を探ろうとしたからである。教室30年の歴史を顧みると、其の前半は静的な、其の後半は動的な、物の取扱いをしていて、今や静と動を止揚する立場に這入っているように思われる。

斯様な考え方から、私はコロジウム膜に種々の物質を、いわば一時的に作用させて、其の影響を検索しようとした。これには赤血球の履歴現象の研究のように、コロジウム膜を前処置、すなわち、予め与えられた溶液に浸漬することが、次に標準とする溶液に浸漬した場合の膜電位差に、如何に影響するかを調べる(前処置法)と共に、与えられた溶液に、特に含まれている物質を、初めから標準とする溶液に共存せしめた場合の影響を調べた(共存法)。すなわち私は前処置法と共存法とを併用して実験を進めた。前処置する物質としては、酸、塩基、塩類、アエリン色素、表面活性剤などを用いた。標準とする溶液とは、コロジウム膜(囊状コロジウム膜を意味するものとする)の内側には $\frac{N}{10}$ KCl 溶液、外側には $\frac{N}{100}$ KCl 溶液を設置することを意味する。此の時の膜電位差は標準膜電位差と言われて、 $\frac{N}{10}$ KCl 側が膜電池の陰極に、 $\frac{N}{100}$ KCl 側が陽極に当たっている。コロジウム膜としては、標準膜電位差 18mV を境とし、これ以下の群と、それ以上の群とに分けて、諸種の影響を対立的に検討することとした。コロジウム膜は理論上にも亦実際上にも 0.1983TmV

* 京都府立医科大学生理学(勝)教室

(T は絶対温度)が最大であるが、最小の 0mV より最高の $0.1983T\text{mV}$ に到る一連の膜を、間断なく作り得たのは、当教室に於いて始めて為し得たことであるが、実際かかる一連の標準膜電位差のコロジウム膜を得ることは、2~3千箇のコロジウム膜を、乾燥時間を加減して作った物から選り出して出来ることである。コロジウム膜の標準膜電位差と透過性との関係に就いては、日野要、内藤晋¹²⁾、安丸明正¹³⁾、などの研究があって、標準膜電位差の低い膜は透過性が大きく、粗なる性状を有する膜と考えられ、標準膜電位差の高い膜は透過性が小さく、密なる性状を有する膜と考えられる。私の行った実験は、コロジウム膜の膜電位差、殊に標準膜電位差に及ぼす諸物質の影響を、前処置法と共存法とにより $0\sim 40\text{mV}$ の種々の大いさの標準膜電位差を有するコロジウム膜を適当に用いて行ったものであって、其の結果、細胞に対する物質の内部作用、すなわち形質膜の内部に注入した場合の作用と、外部作用、すなわち形質膜の外から、換言すれば細胞を浸漬している周囲の溶液からの作用との相違に、彷彿たる現象をも把握することが出来た。以下順を追って研究の要旨を披瀝する。

II. 実験方法

1) コロジウム膜の製法

局方コロジウムを $1/3$ 容積に濃縮した液に、Malfitano の硝子棒を浸した後、これを空中に引きあげて、コロジウム液を充分滴下させたのち、計画的に定めた種々の時間乾燥させて、種々の大いさの標準膜電位差を有するコロジウム膜を作った。緒言にも述べた通り、単にコロジウム膜と記することにはするが、これは常に囊状コロジウム膜、すなわちコロジウム囊を意味する。製法の一般的事項は、谷田、正木、相沢などの論文に出ているから、此処には私の場合に必要事項を簡略に述べることにする。コロジウム膜を乾燥させて Malfitano の硝子棒から剝離した後、多くは 2~3 日室温に放置して、

出来るだけ酒精、エーテルを気散させる。其の後蒸留水中に浸して、日々蒸留水を更新しつつ 1 箇月以上貯えたのちに其の標準膜電位差を測定する。製作したコロジウム膜は、標準膜電位差の大いさにより、それを数種の群に分けて、群ごとに別々の硝子瓶に容れ、蒸留水中に貯える。私の実験には、常に新しいコロジウム膜を用い、一度前処置して実験に供したコロジウム膜は、これを再び用いることの無いように定めたのと、出来るだけ広い範囲の標準膜電位差を持った、各種のコロジウム膜を使用して、前処置の影響と標準膜電位差との関連を究めようとした為、非常に多数のコロジウム膜を要することになり、2,000 箇餘の種々の大いさの標準膜電位差を有する一連のコロジウム膜を実験に供したが、これでも未だ充分の材料を得たとは言えない感がある。

2) 膜電位差の測定装置

電氣的恒温装置を施した 18°C 水槽中に、膜電池を設置して、其の起電力を電位差計で測定する。膜電池の組立は次の通りである。

飽和 KCl 甘汞電極	飽和 KCl 溶液	膜内液を含む寒天橋	膜内液	コロジウム膜	膜外液	膜外液を含む寒天橋	飽和 KCl 溶液	飽和 KCl 甘汞電極
-------------	-----------	-----------	-----	--------	-----	-----------	-----------	-------------

即ち膜内液を容れた、コロジウム膜囊を、膜外液を容れたビーカー中に浸し、膜内液及び膜外液には、それぞれ膜内液及び膜外液を含む寒天橋の一端を浸し、其の他端を飽和 KCl 溶液中に浸す。此の飽和 KCl 溶液には飽和 KCl 甘汞電極の嘴管が連絡される。電位差計には島津製作所製 S 型電位差計を、示零器には $2.6 \times 10^{-9}\text{A}$ の感度を有する Leeds & Northrup 社製 L 型電流計を用いた。膜電池の起電力から、膜内液並びに膜外液と飽和 KCl 溶液との間の拡散電位差を差し引くと、膜電位差が得られる。私の実験では膜内液には常に $\frac{N}{10}$ KCl 溶液、膜外液には $\frac{N}{100}$ KCl 溶液を用いたから、斯かる拡散電位差は無視し得る程度である。従って膜電池の起電力を以って、直ちにコロジウム膜の膜電位差と置くことが出来る。膜電池の起電力並びに膜電位差は、膜外液が陽極側に当たる時を + とし、それが陰極側に当たる時を - と定める。

3) 標準膜電位差の測定

実験に供したコロジウム膜の標準膜電位差は、既に膜を分類貯蔵する時に予め測定されているが、貯蔵中に多少の数値の動揺は免れないから、各実験に当っては其の初めに、各コロジウム膜の標準膜電位差を、15分間隔で60分間測定する。標準膜電位差の測定値は、60分の経過中には余り変化を来たさないのであるが、45分以上経過すると、殊に一定した数値に到達するから、私は60分目の数値を以て、それぞれの

差の測定の場合にも、先きの場合と同様に、60分間に互り15分間隔で測定して、其の時間的経過を考慮に入れつつ、60分目の数値を前処置後の標準膜電位差として採用する。

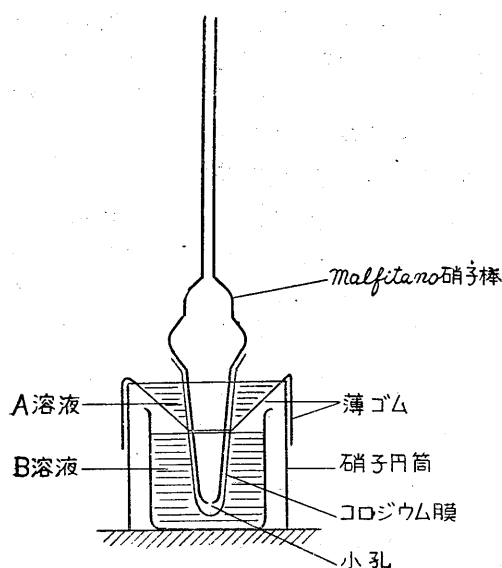
4) 前処置影響の検出方法

前処置法では、先ず実験に用いるコロジウム膜の標準膜電位差 E を前述の通り測定する。其の60分目の数値を E_{60} とする。 E_{60} を得た後膜を蒸留水で洗ってから前処置に移る。私の行った前処置を次のように分類する。



コロジウム膜の標準膜電位差の数値と定めた。しかし斯様に60分静置後の標準膜電位差を以て、各コロジウム膜を特徴づける数値とするのなら、15分間隔で標準膜電位差を逐時的に測定をする必要はなく、60分目の数値だけを求むればよいように考えられるかも知れないが、敢てそのように逐時的に測定を行うのは、当該コロジウム膜で標準膜電位差が、時間的に余り変化しなかったとの確証を得んがためである。例えばコロジウム膜に小裂隙のあるような場合には、標準膜電位差が時間的に著しく変化するから、標準膜電位差の逐時的測定から、膜の不適當なことを看破し、斯かる膜を除外し得るからである。従って60分静置後の標準膜電位差を採用するのではあるが、それ迄の時間的経過を精査する必要がある。以上のように、各実験当初に標準膜電位差を測定し、其の後に、其のコロジウム膜に種々の前処置を施し、再び標準膜電位差を測定して、前処置の標準膜電位差に及ぼす影響を検するのである。此の後の標準膜電位

上に掲げた記号のうち $|\sim|$ は標準膜電位差の測定を意味し、 E は前処置前のそれを、 E' , E'' , E''' は前処置後のそれを意味する。前述の通りいずれも60分間、15分の間隔で測定し、各時間(分)の数値を E_{60} , E'_{60} などで表わす。すなわち文字の右下の数字は測定し始めてからの時間(分)数である。 $|\frac{A}{60}|$ $|\frac{B}{60}|$ などは、 A なる溶液、 B なる溶液などに浸漬することを意味し、内面浸漬では膜の内面を、外面浸漬では膜の外面を、それぞれ A , B などの溶液に浸漬する。すなわち内面浸漬では浸漬液を膜内面に、蒸留水を膜外面に接触させるように装置し、外面浸漬では蒸留水を膜内面に、浸漬液を膜外面に接触させるように装置する。接触浸漬の時間的持続は、いずれの場合も30分である。但し表面活性剤の場合には1昼夜浸漬した。 E の測定が終了後、並びに前処置としての浸漬が終了後など、次の操作段階に移るに当っては、其のコロジウム膜を蒸留水で洗滌する。外面二段浸漬により、 A 及び B なる溶液を膜の外面の上



第1図

段と下段にそれぞれ接触浸漬させるのには第1図のような装置を用いた。

即ち、実験すべきコロジウム膜に蒸留水を入れたものに、尖端に小孔を有する Malfitano の硝子棒を挿入密着させ、これを小孔をあけたる薄ゴム膜を半ば貫通させ、ゴムバンドで固定する。薄ゴム膜の周縁はガラス円筒の上縁に固定する。薄ゴム膜の上部にはA溶液を入れ、その儘コロジウム膜の下半部をB溶液に挿入して、A、B両溶液の混合せざることを確めて後、30分静置する。この際A、B両溶液に接触するコロジウム膜部分の境界線が常にほぼ同様の位置になるように注意して行うのである。

5) 影響を検した物質

- (1) 0.1% Eosin
- (2) 0.1% Congorot
- (3) 0.1% Krystallviolett
- (4) 0.1% Neutralrot
- (5) $\frac{N}{100}$ HCl
- (6) $\frac{N}{100}$ NaOH
- (7) 1.0% CaCl₂
- (8) 1.0% FeCl₃
- (9) $\frac{N}{10}$ AlCl₃
- (10) 1.0% 黄血塩

- (11) 1.0% 赤血塩
- (12) 1.0% 明礬
- (13) 1.0% タンニン酸
- (14) 0.1% ニツサンカチオンBB
- (15) 0.1% Tergitol Penetrant 4

II. 実験成績

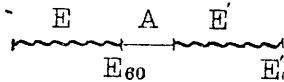
コロジウム膜に諸物質を作用させるに当り、予めコロジウム膜を諸物質の溶液に浸漬させてから、此の影響がコロジウム膜の標準膜電位差に如何に現われるかを検べた場合（前処置法）と、被検物質を、標準膜電池を構成しているコロジウム膜の内外両液に加えて、之により標準膜電位差が如何に変化するかを検べた場合（共存法）とがある。実験成績を此の2つの場合に分け、前処置法に拠った場合には、IIの4)で述べた種々の方法に準拠して実験成績を分類記述する。いずれの場合においても、諸物質を作用させる迄の、単なる標準膜電位差の60分目の数値 E_{60} と、諸物質を作用させた後の標準膜電位差の60分目の数値 E'_{60} を比較した。作用させる回数が2回又は3回になると E''_{60} 及び E'''_{60} が得られる。各実験成績には E_{60} 及び $E'_{60}-E_{60}$ 実験によっては更に $E''_{60}-E_{60}$ 及び $E'''_{60}-E_{60}$ を記入した。なお実験成績には、結果を E_{60} の大きい順に配列して、諸物質の影響と、標準膜電位差との関連が掴まれ易いように努めた。全般の成績を通覧すると、 E_{60} の 18mV に一線を画して、コロジウム膜をこれ以上のものと、これ以下のものとに分けてみると、諸物質のコロジウム膜々電位差に及ぼす影響と、標準膜電位差との間の関係がよく認められるようである。記述を簡略にするため、標準膜電位差が 18mV 以上のコロジウム膜を単に、**高い膜**、それが 18mV 以下の膜を単に、**低い膜**と名づけることにする。表では高い膜には>、低い膜には<、の記号を用いている。諸物質の影響により、標準膜電位差が 1.5mV 以上、上昇する場合を**上昇(+)**、1.5mV 以上、下降する場合を**下降(-)**、1.4mV 以内の上昇下降は**変化が認め難いもの(±)**として、これを高い膜と低い膜とに分けて

集計した。

A. 前処置法による実験の成績

1. 内面浸漬

(1) 内面単一浸漬



コロジウム膜の内面のみに30分間、Aなる溶液を作用させた場合であって、Aとしては0.1% Eosin, 0.1% Congorot, 0.1% Krystallviolett, 0.1% Neutralrot, $\frac{N}{100}$ HCl, $\frac{N}{100}$ NaOH, 1.0% CaCl_2 , 1.0% FeCl_3 , $\frac{N}{10}$ AlCl_3 , 1.0% 黄血塩, 1.0% 赤血塩, 1.0% 明礬, 1.0% タンニン酸, 0.1% ニッサンカチオンBB, 0.1% Tergital Penetrant 4 を用いた。E₆₀ 及び E'₆₀-E₆₀ を第1表の1~15として掲げた。

E'₆₀-E₆₀ について先にも述べた、上昇(+), 下降(-), 変化が認められぬ(±)の3つの部類に諸物質の影響を集計したのが第2表である。

此の表には実験の結果低い膜と、高い膜とに分けて整理したが、いずれかが1例だけしか無い場合には、此の表には其の結果を載せなかった。低い膜について、Congorot, HCl, NaOH, CaCl_2 , AlCl_3 , 黄血塩, 赤血塩, 明礬, Tergital Penetrant 4 では影響は認められないが、Eosin, タンニン酸では上昇し、Krystallviolett, Neutralrot FeCl_3 , ニッサンカチオンBBでは下降する。高い膜についてはタンニン酸では変化が認められないが、 FeCl_3 で上昇し、Eosin, Krystallviolett では下降する。Krystallviolett では低い膜でも、高い膜でも共に下降するが、Eosin では低い膜で上昇し、高い膜で下降する。たま FeCl_3 では低い膜で下降し、高い膜で上昇する。タンニン酸では低い膜で上昇し、高い膜では影響が認められぬ。低い膜で下降を来す物質に共通な事柄は、それらの物質が正膠質(セミコロイドを含む)に属する事であり、上昇を来す物質に共通な事柄は、それらの物質が負膠質に属することであり、低い膜では微孔の内径は大きく、其の内壁に正膠質または負膠質が吸着せられると、其の微孔は正膠質の吸着では、コロジウム

膜としての本来の陰性膜から、陽性膜の方に変化するため、下降を来し、負膠質の吸着では

オ1表の1 (0.1% Eosin)

膜番号	E ₆₀	E' ₆₀ -E ₆₀
A-3	2.7	2.5
2017	3.4	4.5
128	5.7	2.0
2018	7.3	2.5
5	7.6	3.5
A-2	7.8	3.0
20	9.4	0.5
A-5	10.0	2.0
A-7	10.8	3.0
117	10.4	1.0
171	11.7	1.5
A-6	11.9	1.0
A-1	12.0	1.5
138	14.5	3.0
A-9	16.5	2.5
2016	17.5	1.5
184	21.5	8.0
174	24.7	5.0
A-15	26.8	4.0
A-16	29.2	2.5
A-17	29.7	-2.0
A-18	31.0	-4.0
A-19	32.6	-9.0
163	34.5	-7.0
107	36.0	-9.0
153	36.5	-9.0
118	36.7	-8.0

オ1表の2 (0.1% Congorot)

膜番号	E ₆₀	E' ₆₀ -E ₆₀
A-10	0.5	1.0
A-11	1.5	1.5
A-12	8.0	1.0
A-13	8.5	0.5
A-14	8.8	3.0
A-20	9.0	0
A-21	9.5	0
A-22	9.6	1.5
A-23	10.0	0.5
A-26	10.2	0.5
2019	10.5	0
2020	10.9	0
2021	12.5	0
2028	17.5	4.5

オ1表の3 (0.1% Krystallviolett)

膜番号	E ₆₀	E' ₆₀ -E ₆₀
146	0.5	-19.0
173	1.0	-2.5
126	6.5	-3.5
90	7.0	-2.0
A-60	7.4	-7.5
A-25	8.0	-2.5
A-52	9.1	-16.0
A-310	9.2	-4.0
A-64	9.5	-3.0
84	9.7	-3.0
A-26	9.9	-2.8
A-31	10.0	-3.5
A-27	10.1	-3.0
A-50	10.4	-1.5
A-29	10.4	-2.0
A-28	10.5	-8.0
172	10.5	-4.0
125	10.7	-2.5
86	11.0	-2.0
92	12.0	-2.0
140	12.0	-6.5
134	12.5	-1.0
251	12.7	0
177	14.0	0
261	16.5	-3.0
257	21.0	-2.1
115	21.5	-2.5
A-36	24.0	-1.0
A-37	29.0	-6.0
A-38	29.5	-5.5
A-39	30.0	-5.0
A-32	30.3	-2.0
3102	30.5	-2.0
A-34	31.0	-6.0
A-35	32.1	-6.0
A-33	32.5	-4.0
A-77	32.8	-2.0
A-157	35.0	-5.0
A-123	35.5	-3.0
A-94	41.0	-6.0

オ1表の4 (0.1% Neutralrot)

膜番号	E ₆₀	E' ₆₀ -E ₆₀
3079	8.0	-2.0
A-49	8.5	0
A-50	9.0	-1.8
3057	9.2	-1.4
3050	9.5	-1.5
3084	10.2	-1.0
3109	11.3	-3.5
3101	11.5	-2.0
A-41	12.0	-2.0
3118	12.5	-1.0
A-42	16.5	-3.9

オ1表の5 ($\frac{N}{100}$ HCl)

膜番号	E ₆₀	E' ₆₀ -E ₆₀
A-122	2.5	0.4
A-113	10.3	-2.3

オ1表の6 ($\frac{N}{100}$ NaOH)

膜番号	E ₆₀	E' ₆₀ -E ₆₀
A-85	3.5	5.4
A-135	7.3	2.5
A-87	9.0	0.5
A-119	9.6	1.0
A-293	10.5	0.5
A-296	14.1	0.5

オ1表の7 (1.0% CaCl_2)

膜番号	E ₆₀	E' ₆₀ -E ₆₀
3047	4.5	0
3095	8.2	1.0
3085	10.0	2.5
3090	10.7	0
3014	11.0	-0.5

オ1表の8 (1.0% FeCl_3)

膜番号	E ₆₀	E' ₆₀ -E ₆₀
2038	9.0	-10.5
2039	9.0	-9.5
2040	9.5	-8.5
2041	9.5	-13.5
132	9.6	-4.5
1015	10.0	-9.0
1016	10.4	-8.0
1017	11.5	-4.0
1018	11.5	-2.0
109	11.8	-5.3
183	14.2	-3.0
A-47	28.3	3.0
A-43	29.0	4.0
A-13	31.6	4.0
A-17	32.5	3.0

オ1表の9 ($\frac{N}{10}$ AlCl_3)

膜番号	E ₆₀	E' ₆₀ -E ₆₀
166	0.5	6.0
A-40	9.0	0.3
3113	9.5	-0.5
3091	9.5	-11.5
191	10.0	0.8
3083	11.5	-1.2
A-23	20.4	-14.7

オ1表の10 (1.0% 黄血塩)

膜番号	E ₆₀	E' ₆₀ -E ₆₀
3096	10.0	0
3056	11.3	0
3040	12.5	0.5
3093	14.1	0
3088	16.0	0

才1表の11 (1.0% 赤血塩) 才1表の14 (0.1% ニツサンカチオン BB)

膜番号	E_{60}	$E'_{60}-E_{60}$
A-48	8.5	2.5
A-44	10.0	1.0
A-45	12.3	0
A-110	15.5	0
A-46	17.4	0

膜番号	E_{60}	$E'_{60}-E_{60}$
C-63	5.8	-11.7
C-76	7.9	-8.1
C-77	7.9	-8.5
C-78	12.5	-7.0
C-53	12.6	-7.2

才1表の12 (1.0% 明礬)

膜番号	E_{60}	$E'_{60}-E_{60}$
A-29	10.5	1.5
2030	11.2	0
2031	16.0	0
2032	20.7	-7.0

才1表の15 (0.1% Tergitol Penetrant 4)

膜番号	E_{60}	$E'_{60}-E_{60}$
C-40	6.4	1.4
C-59	8.5	2.8
C-82	11.1	1.2
C-50	11.5	2.1
C-102	13.7	1.3

才1表の13 (1.0% タンニン酸)

膜番号	E_{60}	$E'_{60}-E_{60}$
2033	9.0	7.0
2030	9.3	8.0
2031	10.0	7.5
2032	12.5	7.5
2034	32.0	1.5
B-2	33.5	1.0
B-5	35.0	0

才 2 表

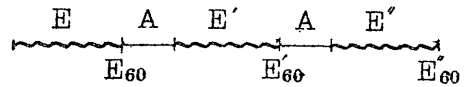
前処理液	標準膜電位差 > 10mV	全数	+	-	±	過半数
0.1% Eosin	<	16	13	0	3	+
	>	11	4	7	0	-
0.1% Congorot	<	14	4	0	10	±
0.1% Krystallviolett	<	25	0	25	0	-
	>	15	0	15	0	-
0.1% Neutralrot	<	11	0	7	4	-
N 100 HCl	<	2	0	1	1	±
N 100 NaOH	<	6	2	0	4	±
1.0% CaCl ₂	<	5	1	0	4	±
1.0% FeCl ₃	<	11	0	11	0	-
	>	4	4	0	0	+
N 10 AlCl ₃	<	6	1	1	4	±
1.0% 黄血塩	<	5	0	0	5	±
1.0% 赤血塩	<	5	1	0	4	±
1.0% 明礬	<	3	0	0	3	±
1.0% タンニン酸	<	4	4	0	0	+
	>	3	0	0	3	±
0.1% ニツサンカチオン BB	<	5	0	5	0	-
0.1% Tergitol Penetrant 4	<	5	2	0	3	±

本来の陰性膜としての性質を増強するため、斯かる結果を来したものと考えられる。高い膜で Krystallviolett で下降するのは、低い膜におけると同様に説明されるが、Eosin で下降し、FeCl₃ で上昇し、低い膜に於けるそれぞれの物質の影響とは反対方向の影響の現われるのは、内径が或る程度小なる微孔では、KCl がコロジウム膜で惹き起しているような膜電位差が、Eosin や FeCl₃ 自体によっても惹き起される為

かと考えられる。これに就いては教室の他の研究者の成績と併せて考えたい。今の処、万木良平¹⁴⁾の墓の骨格筋の膜電位差に及ぼすアエリン色素の影響に、斯かる色素自体による膜効果が認められていることを挙げるに止めておく。

(2) 内面重複浸漬

(a) 同種液非連続浸漬



E_{60} を得た後、A として 0.1% Eosin 並びに 0.1% Krystallviolett を用いて 30 分浸漬し、次いで E'_{60} を求め、これを繰り返して 2 回又は 3 回行った実験である。 E_{60} , $E'_{60}-E_{60}$, $E''_{60}-E_{60}$ 並びに $E'''_{60}-E_{60}$ を一括して第 3 表に掲げた。

浸漬物質によるコロジウム膜々電位差の昇降分布を第 4 表に示した。低い膜は Eosin に於ける 1 例しかないから、分布表には高い膜の成績のみを集計した。

此の結果、高い膜では Krystallviolett に於いて下降するのみならず、Eosin に於いても下降することが一層確められた。なお浸漬を繰り返して行ってみても、1 回の浸漬と余り効果が変わらないこと、換言すれば 1 回の浸漬で、コロジウム膜への影響は充分に受け入れられていることがよく諒解せられた。

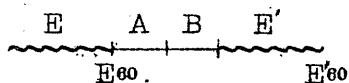
才 3 表

浸漬液	膜番号	E_{60}	$E_{60}-E_{60}$	$E'_{60}-E_{60}$	$E''_{60}-E_{60}$
0.1% Eosin	B-6	14.0	3.0	3.0	-3.0
	B-14	21.0	8.0	8.0	7.0
	B-9	24.0	5.0	5.0	5.0
	B-13	29.0	-2.0	-3.0	-5.0
	B-46	31.0	-4.0	-4.0	-4.0
	B-39	32.0	-9.0	-9.0	
	B-53	34.0	-7.0	-7.0	
	B-67	34.0	-9.0	-9.0	
	B-49	34.0	-8.0	-9.5	
	B-52	34.0	-9.0	-10.0	
0.1% Krystallviolett	B-81	24.0	-1.0	0	-1.0
	B-34	29.0	-6.0	-10.0	
	B-42	29.0	-5.5	-8.0	
	B-63	30.0	-2.0	-2.0	-3.0
	B-51	30.0	-2.0	-2.0	-2.0
	B-38	30.0	-5.0	-7.0	
	B-26	31.0	-6.0	-11.0	
	B-28	35.0	-3.0	-4.0	-5.0
	B-35	35.5	-5.0	-7.5	
	B-37	41.0	-6.0	-6.0	-9.0

才 4 表

浸漬液	全数	+	-	±	過半数
0.1% Eosin	9	2	7	0	-
0.1% Krystallviolett	10	0	9	1	-

(b) 異種液連続浸漬



オ 5 表 の 1

I 浸漬液	II 浸漬液	膜番号	E_{60}	$E'_{60}-E_{60}$
0.1% Eosin	0.1% Krystallviolett	178	0.5	11.0
		101	7.5	1.5
		91	8.5	0.5
		79	9.0	0
		A-12	9.0	4.5
		A-50	10.5	0.5
		A-54	11.0	0
		A-42	11.0	1.0
	1.0% FeCl ₃	247	4.5	-1.0
		106	8.5	-6.5
		255	12.0	-1.5
		295	16.2	-3.6
		312	18.2	-4.5
		319	22.3	-17.5
		162	23.0	-2.0
	N ₁₀ AlCl ₃	335	9.0	-9.0
		314	18.9	-11.2
	1.0% タンニン酸	263	19.0	3.0
		254	0.8	10.5
		251	6.5	10.5
		128	11.5	5.5
0.1% Congo rot	0.1% Eosin	172	8.0	2.5
		169	9.0	2.5
		89	10.0	27.0
		8	13.0	0
	0.1% Krystallviolett	A-30	10.0	-5.5
		A-68	10.3	3.6
		A-34	10.3	-1.3
		A-55	10.5	-1.5
		A-53	12.0	-4.0
		A-82	7.4	-7.6
0.1% Krystallviolett	0.1% Eosin	A-127	9.8	-2.3
		A-156	10.0	-0.3
		A-150	10.2	-3.7
		A-160	10.5	-4.7
	0.1% Congo rot	A-83	8.0	-3.5
		A-151	9.0	-3.5
		A-5	9.0	-4.0
		A-116	10.0	-13.5
		A-78	12.0	-3.3
	1.0% FeCl ₃	277	3.0	-12.0
		256	5.8	-2.8
		253	9.5	-2.4
		262	10.4	-4.3
		143	16.5	-8.8
	N ₁₀ AlCl ₃	363	2.0	-7.0
		345	11.0	-6.8
		348	15.0	-11.2
		316	26.2	-2.5
1.0% CaCl ₂	1.0% タンニン酸	3	7.0	4.5
		93	7.0	5.0
		121	8.0	6.0
		97	9.0	26.5
	0.1% Congo rot	3080	14.6	-1.0
		3017	15.6	0.2
	0.1% Neutralrot	X-2	16.6	0
		161	7.6	-6.0
	0.1% Krystallviolett	3016	10.4	-1.3
		186	15.4	-1.5
1.0% FeCl ₃	0.1% Eosin	80	9.5	-2.0
		6	16.3	-5.2
		161	19.3	-1.8
		3060	10.0	-6.8
	0.1% Congo rot	X-3	15.0	-6.0
		3082	15.5	-4.5
		3074	16.0	-4.0
		3055	21.5	-9.5
		X-4	22.5	-6.5
	0.1% Krystallviolett	147	1.0	-4.0
		112	8.5	-9.0
		103	9.5	-7.5
		158	10.0	-4.5
		152	11.0	-3.5

オ 5 表 の 2

I 浸漬液	II 浸漬液	膜番号	E_{60}	$E'_{60}-E_{60}$
1.0% FeCl ₃	0.1% Neutralrot	1628	7.9	-6.3
		3018	9.0	-6.4
		3001	10.4	-7.3
		174	10.9	-7.0
		3039	11.2	-4.1
		3035	11.5	-9.7
	N ₁₀ AlCl ₃	310	6.7	-8.2
		309	7.0	-4.2
		356	9.0	-8.5
		357	11.5	-2.8
	1.0% タンニン酸	279	4.0	-15.5
		273	11.0	6.0
		254	11.5	8.5
		265	12.5	8.5
		139	15.0	3.0
N ₁₀ AlCl ₃	0.1% Eosin	303	6.6	-4.9
		302	6.6	-10.6
		304	6.7	-13.3
		300	9.1	-16.7
	0.1% Congo rot	318	21.2	-10.1
		A-15	10.0	-13.0
		A-17	11.0	-13.0
		A-24	12.0	-10.0
	0.1% Krystallviolett	A-20	12.0	-13.0
		342	8.0	-12.5
		362	9.5	-9.5
		355	10.5	-0.5
	0.1% Neutralrot	337	14.0	-11.0
		331	14.5	-7.5
	1.0% FeCl ₃	A-40	8.0	-4.0
		A-43	8.0	-7.0
		1020	9.0	-2.0
		1019	9.0	-3.0
1.0% 黄血塩	0.1% Congo rot	A-66	12.0	-2.0
		1021	12.0	-3.0
		A-59	12.6	-13.6
		305	11.0	-10.1
	0.1% Krystallviolett	364	12.0	-12.0
		352	13.0	-10.5
		336A	15.0	-12.5
		336B	19.0	-11.5
	1.0% タンニン酸	306	6.2	5.1
		307	10.1	5.7
1.0% 明礬	0.1% Congo rot	3046	6.2	0.9
		3037	9.6	0.8
		198	10.9	2.5
	0.1% Neutralrot	3027	4.3	-1.4
		3036	4.9	-0.6
		3021	11.6	-1.0
		3002	11.7	-3.0
	0.1% Krystallviolett	3072	11.8	-2.1
		3089	6.9	4.3
1.0% タンニン酸	0.1% Congo rot	X-1	11.4	-6.9
		159	14.4	-5.5
		3003	17.4	3.0
		3006	24.4	2.0
	0.1% Neutralrot	3048	10.4	-1.3
		96	6.7	6.8
		155	8.8	4.2
		120	9.1	6.1
	0.1% Eosin	130	11.0	4.5
		165	19.2	6.8
1.0% Congo rot	0.1% Congo rot	A-33	9.0	10.0
		A-14	9.5	7.0
		A-38	11.5	4.5
		A-2	12.5	3.5
	0.1% Krystallviolett	A-52	12.5	9.0
		A-4	13.5	10.0
		100	7.0	10.5
		131	8.0	7.0
	0.1% Neutralrot	111	8.2	12.8
		149	11.0	15.0
		95	12.2	11.3
		137	14.0	3.5
	1.0% FeCl ₃	A-7	3.0	4.0
		A-16	9.8	5.7
		A-48	10.5	2.7
		A-18	10.5	4.2
N ₁₀ AlCl ₃	0.1% Neutralrot	A-11	10.8	19.7
		308	5.6	8.5
		284	11.0	4.5
		253	12.0	-1.0
	1.0% FeCl ₃	256	12.5	-0.5
		255	15.5	-1.5
	N ₁₀ AlCl ₃	301	6.7	-11.7
		343	7.5	7.5
	1.0% タンニン酸	317	16.5	7.5

コロジウム膜の標準電位差を測定し、其の60分値 E_{60} を得た後、Ⅰ浸漬液Aに30分、次いでⅡ浸漬液Bに30分浸漬して、其の後標準膜電位差 E' を測定し E'_{60} を求めた。Aとしては9種の物質を用い、1種のAに対して、1~6種のBを用いた。第5表に E_{60} 、 E'_{60} 、 $E_{60} - E'_{60}$ を示した。

此の表の数値に基き、低い膜と、高い膜とに分けて、昇降分布表を作ったのが第6表である。

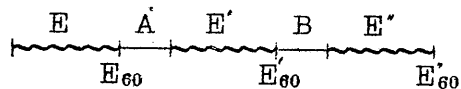
これらの結果を、内面同種液単一浸漬(第2表)の結果と比較すると次のような通則が認め

第 6 表

前 処 理		標準膜電位差 $> 18\text{mV}$	全数	+	-	±	過半数
Ⅰ 浸 漬 液	Ⅱ 浸 漬 液	電位差					
0.1% Eosin	0.1% Krystallviolett	<	8	3	0	5	±
	1.0% FeCl_3	<	4	0	2	2	-
	$\frac{N}{10}$ AlCl_3	>	3	0	3	0	-
	1.0% タンニン酸	<	4	4	0	0	+
0.1% Congorot	0.1% Eosin	<	4	3	0	1	+
	0.1% Krystallviolett	<	5	1	2	2	-
0.1% Krystallviolett	0.1% Eosin	<	5	0	4	1	-
	0.1% Congorot	<	5	0	5	0	-
	1.0% FeCl_3	<	5	0	5	0	-
	$\frac{N}{10}$ AlCl_3	<	3	0	3	0	-
1.0% CaCl_2	0.1% タンニン酸	<	4	4	0	0	+
	0.1% Congorot	<	3	0	0	3	±
1.0% FeCl_3	0.1% Neutralrot	<	3	0	2	1	-
	0.1% Eosin	<	2	0	2	0	-
	0.1% Congorot	<	4	0	4	0	-
	0.1% Krystallviolett	<	2	0	2	0	-
	0.1% Neutralrot	<	5	0	5	0	-
	$\frac{N}{10}$ AlCl_3	<	6	0	6	0	-
$\frac{N}{10}$ AlCl_3	1.0% タンニン酸	<	4	0	4	0	-
	0.1% Eosin	<	5	4	1	0	+
	0.1% Congorot	<	4	0	4	0	-
	0.1% Krystallviolett	<	4	0	4	0	-
	0.1% Neutralrot	<	7	0	7	0	-
1.0% 黄血塩	1.0% FeCl_3	<	4	0	4	0	-
	1.0% タンニン酸	<	2	2	0	0	+
	0.1% Congorot	<	3	1	0	2	±
1.0% 明 礬	0.1% Neutralrot	<	5	0	2	3	±
	0.1% Congorot	<	3	1	2	0	-
1.0% タンニン酸	0.1% Eosin	<	2	2	0	0	+
	0.1% Congorot	<	4	4	0	0	+
	0.1% Krystallviolett	<	6	6	0	0	+
	0.1% Neutralrot	<	6	6	0	0	+
	1.0% FeCl_3	<	5	5	0	0	+
	$\frac{N}{10}$ AlCl_3	<	5	2	1	2	+
	0.1% Eosin	<	3	2	1	0	+
	0.1% Congorot	<	3	2	1	0	+

られる。即ち内面単一浸漬で上昇を来たした2つの物質をA及びBとして用いると、其の結果は常に上昇を来している。これは低い膜における、Eosin(A)-タンニン酸(B)、タンニン酸(A)-Eosin(B)に見られる。同様の事は内面単一浸漬で下降を来たした2つの物質の場合にも見られる。例えば低い膜における、Krystallviolett(A)- FeCl_3 (B)、 FeCl_3 (A)-Krystallviolett(B)、 FeCl_3 (A)-Neutralrot(B)に見られる。内面単一浸漬で上昇を来たす物質(A)と下降を来たす物質(B)との組合せでは、低い膜におけるタンニン酸(A)-Krystallviolett(B)、タンニン酸(A)-Neutralrot(B)のように、上昇の結果を来たし、Aの影響が優越する。内面単一浸漬で下降を来たす物質(A)と上昇を来たす物質(B)との組合せでは、低い膜におけるKrystallviolett(A)-Eosin(B)、 FeCl_3 (A)-Eosin(B)のように、又高い膜におけるEosin(A)- FeCl_3 (B)のように、重複浸漬の結果、下降を来たしてAの影響の優越する場合もあるが、低い膜における FeCl_3 (A)-タンニン酸(B)のように、重複浸漬の結果、上昇を来たしてBの影響が優越する場合もあるから、一概にAの影響がBの影響に優越するとは言えない。此処に物質の特種な化学的性質が関係するようであって、タンニン酸の影響は他の物質の影響に優越する場合が多い。今井次郎¹⁵⁾は広い意味のタンニンに包含せられる柿渋について、其の毒作用、膨化抑制能、カタラーゼ反応抑制能を研究し、柿渋の被吸着性の重視さるべき事を指摘したが、私の実験におけるタンニン酸の作用も、斯かる特種な被吸着性に帰すべきものと思われる。

(c) 異種液非連続浸漬



AすなわちⅠ浸漬液には、0.1% Eosin, 0.1% Congorot, 0.1% Krystallviolett, 並びに 0.1% Neutralrot を用い、BすなわちⅡ浸漬液にも、これらの溶液の何れかを適当な2種を選んで上の模型式のように実験した。A及びBの浸漬時間はそれぞれ30分であって、標準膜電位差E、

E' , E'' の測定はそれぞれ 60 分継続して行った。コロジウム膜はすべて低い膜を用いた。此の結果得た E_{60} , $E'_{60}-E_{60}$, $E''_{60}-E'_{60}$, $E'_{60}-E_{60}$ の数値を第 7 表に掲げた。

また $E'_{60}-E_{60}$, $E''_{60}-E'_{60}$ 及び $E'_{60}-E_{60}$ の昇降分布を第 8 表に掲げた。

第 8 表において、A の処置のみによる結果である $E'_{60}-E_{60}$ を見ると、内面単一浸漬の場合と同様の結果、即ち第 2 表における + (上昇) のものは、+ 又は ± (昇降著しからぬもの) となり、- (下降) のものは - または ± となっている。従って此の実験によって、先の単一浸漬の実験結果が、もう一度確かめられた事になる。 $E'_{60}-E'_{60}$ には B の処置の影響が現われることになるが、実際上にも B の単一浸漬で + のものでは、+ 又は ±、- のものは - 又は ± となっている。従って重複浸漬の場合、膜電位差への影響

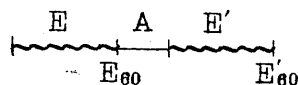
表 8

I 浸漬液	II 浸漬液	$E_{60} - E_{60}$				$E'_{60} - E'_{60}$				$E''_{60} - E''_{60}$			
		全数	+	-	±	全数	+	-	±	全数	+	-	±
0.1% Eosin	0.1% Krystallviolett	5	2	0	3	5	0	5	0	5	0	5	0
	0.1% Neutralrot	4	4	0	0	4	0	1	3	4	1	0	3
0.1% Congorot	0.1% Krystallviolett	5	2	0	3	5	0	5	0	5	1	3	1
	0.1% Neutralrot	4	0	0	4	4	0	0	4	4	0	0	4
0.1% Krystallviolett	0.1% Eosin	5	0	4	1	5	5	0	0	5	0	1	4
	0.1% Congorot	6	0	6	0	6	2	0	4	6	0	4	2
0.1% Neutralrot	0.1% Eosin	5	0	1	4	5	5	0	0	5	1	0	4
	0.1% Congorot	4	0	3	1	4	2	0	2	4	0	0	4

は、単に初めの A (I 浸漬液) によってのみ決って仕舞うものではなく、次の B (II 浸漬液) の影響も附け加わって来ることが、此の結果から明瞭に認められる。A と B との作用した結果において、A の作用が優れて現われるか、B の作用が優れて現われるかは、 $E'_{60}-E_{60}$ から知られるのであって、Eosin (A)-Krystallviolett (B), Congorot (A)-Krystallviolett (B), Neutralrot (A)-Congorot (B) では、B が A に優越しているが、Congorot (A)-Neutralrot (B), Krystallviolett (A)-Congorot (B) では A が B に優越している。すなわち最初に処置した I 浸漬液 (A) が、II 浸漬液 (B) に優越するとは限らない。A だと B だとを問わず Krystallviolett, 次いで Congorot は其の他の色素に優越している場合が多い。

2 外面浸漬

(1) 外面単一浸漬



コロジウム膜に作用させようとする物質の溶液 A に 30 分 (= ツサンカチオン BB 及び Tergitol Penetrant 4 では 24 時間) コロジウム膜を浸漬する前後に、60 分づつ標準膜電位差及び E' を測定した実験である。A としては、0.1% Eosin, 0.1% Congorot, 0.1% Krystallviolett, 0.1% Neutralrot, 1.0% FeCl_3 , 1.0% タンニン酸, 0.1% ツサンカチオン BB, 0.1% Tergitol Penetrant 4 を用いた。 E_{60} 及び $E'_{60}-E_{60}$ を第 9 表の 1~8 として掲げた。

表 7

I 浸漬液	II 浸漬液	膜番号	E_{60}	$E_{60}-E_{60}$	$E'_{60}-E'_{60}$	$E'_{60}-E_{60}$
0.1% Eosin	0.1% Krystallviolett	2004	9.5	0.5	-2.0	-1.5
		2005	11.0	1.5	-6.0	-4.5
		2006	11.0	1.0	-3.0	-2.0
		2013	11.5	1.0	-6.0	-5.0
	0.1% Neutralrot	2042	2.5	2.5	0	2.5
		2043	5.5	2.0	-1.0	1.0
0.1% Congorot	0.1% Krystallviolett	2044	10.3	2.0	-1.0	1.0
		2045	17.5	1.5	-2.0	-0.5
		2034	8.0	0.5	-6.0	-5.5
		2035	8.6	3.0	-1.5	1.5
	0.1% Neutralrot	2036	9.2	0	-5.5	-5.5
		2037	9.5	1.5	-3.0	-1.5
		2007	10.3	0.5	-1.5	-1.0
		2008	8.0	1.0	-0.5	0.5
	0.1% Eosin	2012	9.5	0	-0.5	-0.5
		2010	9.8	0.5	-1.0	-0.5
0.1% Krystallviolett	0.1% Eosin	2009	11.4	0	-0.5	-0.5
		2105	7.0	-6.5	4.0	-2.5
		2109	7.5	-2.0	3.0	1.0
		2103	10.3	-2.5	3.5	1.0
	0.1% Congorot	2114	10.7	-2.0	1.5	-0.5
		2113	12.5	-1.0	1.5	0.5
		2116	8.0	-2.5	0	-2.5
		2102	9.5	-3.0	0.5	-2.5
	0.1% Eosin	2111	10.2	-8.0	2.0	-6.0
		2110	10.6	-1.5	0.5	-1.0
0.1% Neutralrot	0.1% Eosin	2121	11.5	-2.0	1.5	-0.5
		2122	12.0	-2.0	-0.5	-2.5
	0.1% Congorot	2120	7.5	0	2.5	2.5
		2115	10.0	-1.0	1.5	0.5
		2118	12.3	-0.5	1.5	1.0
		2129	12.5	-1.0	1.5	0.5
	0.1% Eosin	2126	12.8	-2.0	1.5	-0.5
		2125	8.1	-2.0	2.0	0
0.1% Neutralrot	0.1% Congorot	2123	9.5	-1.5	0.5	-1.0
		2128	11.4	-2.0	1.5	-0.5
		2127	13.0	-1.0	0	-1.0

オ9表の1 (0.1% Eosin)

膜番号	E_{60}	$E'_{60}-E_{60}$
363	9.2	5.0
321	9.5	3.5
310	12.0	6.0
415	14.5	14.0
453	23.0	3.0
515	24.6	15.0
309	28.1	12.5
306	29.0	5.5
304	29.5	8.0
449	30.0	7.5
381	31.0	16.0
370	31.0	16.0
298	32.0	15.0
505	33.0	13.0
318	33.5	5.0
409	34.0	1.5
414	34.0	0.5
421	35.0	3.0
392	36.0	13.0

オ9表の4 (0.1% Neutralrot)

膜番号	E_{60}	$E'_{60}-E_{60}$
403	1.0	-2.2
406	2.5	-2.6
408	14.0	8.8
411	16.0	9.0
2103	20.0	-4.0

オ9表の5 (1.0% FeCl₃)

膜番号	E_{60}	$E'_{60}-E_{60}$
331	7.0	-5.4
329	10.0	-4.7
330	11.5	-7.0
325	27.0	-2.0
327	30.0	-3.0
336	31.0	-1.0
339	34.0	-2.0

オ9表の6 (1.0% タンニン酸)

膜番号	E_{60}	$E'_{60}-E_{60}$
410	7.5	2.7
445	9.0	3.0
419	9.0	2.5
429	10.5	0.5
413	11.0	3.0
422	12.5	1.0
2110	30.0	0
2101	31.0	-2.0
2108	33.0	-1.0

オ9表の2 (0.1% Congorot)

膜番号	E_{60}	$E'_{60}-E_{60}$
402	9.5	4.0
405	15.0	5.0
426	17.0	0
2105	24.0	1.0
2109	28.0	1.0

オ9表の7 (0.1% ニツサンカチオン BB)

膜番号	E_{60}	$E'_{60}-E_{60}$
C-72	2.7	-7.8
C-97	12.5	-14.2
C-117	12.7	-4.3
C-175	13.6	-21.2
C-60	16.0	-13.8
1181	40.0	13.0
C-139	42.0	12.0

オ9表の3 (0.1% Krystallviolett)

膜番号	E_{60}	$E'_{60}-E_{60}$
371	9.0	-13.0
379	10.0	-14.2
375	11.5	-8.0
382	16.0	6.0
388	19.5	5.0
383	23.6	10.0
376	24.0	-11.0
384	26.0	13.0
369	28.0	12.0
364	28.0	-8.0
350	30.0	-18.5
356	30.5	-4.5
385	30.5	-6.0
372	31.0	12.5
380	31.0	16.0
374	32.0	-7.0

オ9表の8 (0.1% Tergitol Penetrant 4)

膜番号	E_{60}	$E'_{60}-E_{60}$
C-67	5.2	2.0
C-58	8.2	2.1
C-63	6.6	2.4
C-81	12.0	0
C-112	12.3	3.0

昇し, FeCl₃ では内面単一浸漬で上昇したのに, 外面単一浸漬では下降している。即ちAなる物質を, 膜の外から作用させた場合と, 膜の内から作用させた場合によって, 膜電位差に現われる効果が逆になって来る。J. Spek は原生動物の Opalina の外から CaCl₂ を作用させても, 細胞に変化を起さないが, 微細手術によって内から作用させると原形質に凝固を来す事から, 塩類の細胞作用を, 外部作用 Aussenwirkung と内部作用 Innenwirkung とに分け, 形質膜を

オ 10 表

前処置浸漬液	標準膜電位差 > 16mV	全数	+	-	±	過半数
0.1% Eosin	<	4	4	0	0	+
	>	15	14	0	1	+
0.1% Congorot	<	3	2	1	0	+
	>	2	0	2	0	-
0.1% Krystallviolett	<	4	1	3	0	-
	>	12	6	6	0	半
0.1% Neutralrot	<	4	2	2	0	半
	>	4	0	3	1	-
1.0% FeCl ₃	<	3	0	3	0	-
	>	4	0	3	1	-
1.0% タンニン酸	<	6	4	0	2	+
	>	3	0	0	3	±
0.1% ニツサンカチオンBB	<	5	0	5	0	-
0.1% Tergitol Penetrant 4	<	5	4	0	1	+

オ 11 表

浸漬液	膜番号	E_{60}	$E'_{60}-E_{60}$	$E''_{60}-E_{60}$	$E'''_{60}-E_{60}$
0.1% Eosin	B-11	14.0	14.0	17.0	20.0
	B-15	23.0	3.0	3.5	
	B-19	24.0	13.0	14.0	
	B-30	28.5	12.5	11.5	
	B-54	29.0	8.0	10.0	
	B-17	30.0	7.5	9.0	
	B-20	31.0	16.0	21.0	
	B-21	31.0	16.0	19.0	
	B-22	32.0	15.0	17.0	
	B-23	33.0	13.0	18.0	
0.1% Krystallviolett	B-27	33.0	5.0	2.5	2.0
	B-29	36.0	13.0	15.0	
	B-40	16.0	6.0	9.0	
	B-41	19.0	5.0	18.5	
	B-44	23.0	10.0	15.0	
	B-57	24.0	-11.0	-4.0	
	B-58	28.0	-8.0	-1.0	
	B-24	30.0	-6.0	1.0	
	B-25	30.0	-4.5	1.0	
	B-55	30.5	-18.5	-15.5	
	B-56	32.0	-7.0	-1.0	

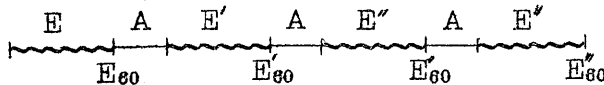
オ 12 表

浸漬液	全数	+	-	±	過半数
0.1% Eosin	11	11	0	0	+
0.1% Krystallviolett	8	2	2	4	±

つぎに第10表には, $E'_{60}-E_{60}$ についての, 膜電位差昇降分布を表示した。此の表で過半数の欄に半なる記号を用いたのは, 1.5mV 以上の上昇(+)と下降(-)とが半数ずつ現われたことを意味する。±は昇降が 1.5mV 以内のものを意味している。此の結果, 低い膜と高い膜とでともに下降する FeCl₃, とともに上昇する Eosin の如きものと, 低い膜で上昇し高い膜で下降する Congorot の如きものとがある。今の外面単一浸漬と先の内面単一浸漬とを比較すると, 低い膜では, Eosin 及びタンニン酸ではともに上昇し, Krystallviolett, FeCl₃ 及びニツサンカチオン BB では共に下降している。此の場合には A なる物質を, 膜の外から作用させても, 亦膜の内から作用させても同じ効果が膜電位差の上に現われる。然るに高い膜では, Eosin では内面単一浸漬で下降したのに, 外面単一浸漬では上

透過する塩類では両作用は相等しく現われるが、形質膜を透過しない塩類では両作用の相異なる場合の起り得ることを指摘している。私の今得た実験成績は Spek の Opalina における実験に対する、模型実験の様な意義をも持っている。即ちコロジウム膜の膜電位差に対して、膜の外から作用させても、亦膜の内から作用させても、透過性の大である低い膜では同じ効果が現われるが、透過性の小なる高い膜では、其の物質を膜の外から作用させるのと、膜の内から作用させるのとによって効果が違って現われることが見つかったのである。

(2) 外面重複浸漬（同種液非連続浸漬）



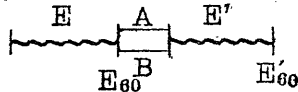
A なる浸漬液として、0.1% Eosin 並びに 0.1% Krystallviolett を用いて、之等がコロジウム膜の外面に作用した場合に、標準膜電位差が如何に変化されるかを調べた。E₆₀、E'₆₀-E₆₀、E''₆₀-E₆₀ 及び E'''₆₀-E₆₀ を第11表に掲げた。

また E''₆₀-E₆₀ について、膜電位差の昇降分布表を作って第12表に示した。本実験に用いた膜は Eosin では12箇、Krystallviolett では9箇であって、そのうち低い膜は Eosin の場合にも、亦 Krystallviolett の場合にも1箇づつであったから、昇降分布表を作るに当っては、これらの1箇を除外して、残りの高い膜、すなわち Eosin の場合には11箇、Krystallviolett の場合には8箇について集計した。

其の結果は、Eosin では外面単一浸漬の場合と同様に + (上昇)、Krystallviolett では外面単一浸漬の場合には、全数12のうち、+が6、-が6であって、半と言う結果になったが、今の重複浸漬では全数8のうち、+が2、-が2、± (著変なし) が4となり、過半数を±として表わしたが、変化の傾向は外面単一浸漬と外面重複浸漬（同種液非連続浸漬）と懸隔のある様には見られない。E''₆₀-E₆₀ と E'₆₀-E₆₀ とを比較して、Eosin では E''₆₀-E₆₀ が E'₆₀-E₆₀ より大きい場合が多く、Krystallviolett では上昇するときには

E''₆₀-E₆₀ は E'₆₀-E₆₀ より大きい、下降する時には、下降の程度は E'₆₀-E₆₀ の方が E''₆₀-E₆₀ より大きい。即ち第1回の処置で著しく下降し、第2回の処置の後、多少上昇する傾がある。

(3) 外面二段浸漬（異種液同時二段浸漬）



コロジウム膜の外面の上半には A（上段浸漬液）を、下半には B（下段浸漬液）を同時に、30分作用させて、此の前後に標準膜電位差 E 及び E' を測定した実験である。用いた浸漬液は、

0.1% Eosin, 0.1% Krystallviolett,

1.0% FeCl₃, 1.0% タンニン酸であって、

Eosin (A)-Krystallviolett (B),

Krystallviolett (A)-Eosin (B), FeCl₃ (A)-タンニン酸(B), タンニン酸(A)-FeCl₃ (B) の組合せで実験した。コロジウム膜は総て低い膜である。その結果の E₆₀ 及び E'₆₀-E₆₀ を第13表に掲げる。

又膜電位差の昇降分布表を第14表に掲げる。

4つの組合せのうち FeCl₃ (A)-タンニン酸(B) では、B の外面単一浸漬と同じ結果になっている

表 13

上段浸漬液	下段浸漬液	膜番号	E ₆₀	E' ₆₀ -E ₆₀
0.1% Eosin	0.1% Krystallviolett	1013	7.3	1.9
		1009	7.4	1.8
		1014	8.2	2.6
		1008	9.1	3.1
		1012	9.6	0.6
		1011	14.0	1.0
0.1% Krystallviolett	0.1% Eosin	2050	6.0	-3.5
		2054	7.5	-3.5
		2051	7.5	-15.4
		2053	8.3	-10.9
		2055	8.5	-7.6
		2047	10.0	-7.5
1.0% FeCl ₃	1.0% タンニン酸	2049	10.2	-11.0
		2046	12.5	-24.0
		1005	1.2	1.0
		1004	8.0	3.0
1.0% タンニン酸	1.0% FeCl ₃	1006	8.5	2.5
		1007	11.0	7.5
		1002	8.0	8.0
		1003	8.5	2.5
		1001	10.0	1.5

表 14

上段浸漬液	下段浸漬液	全数	+	-	±	過半数
0.1% Eosin	0.1% Krystallviolett	6	4	0	2	+
0.1% Krystallviolett	0.1% Eosin	8	0	8	0	-
1.0% FeCl ₃	1.0% タンニン酸	4	3	0	1	+
1.0% タンニン酸	1.0% FeCl ₃	3	3	0	0	+

るが、他の3つの場合には、いずれもAの外面単一浸漬と同じ結果が現われている。これは今井好直⁵⁾の見出した様にコロジウム膜の上段部分、すなわち囊状になっている其の出口に近い半部は、下段部分すなわち囊の盲端に近い半部よりも、粗なる微孔が多く分布している。これは私の追試した成績からも明らかであって、コロジウム膜を、出口の方より次第に切り縮めて、その度に標準膜電位差を測定すると、第15表に掲げた如く、次第に標準膜電位差が高くなって行くことが認められる。

この表の囊長というのは、コロジウム膜囊の長さであって、液高というのは、コロジウム膜の内側へ入れる $\frac{N}{10}$ KCl の高さである。斯様にしてコロジウム囊状膜の、上段部分には粗なる微孔が多いから、作用物質を摂受する能力も強く、従って此の部分の受けた影響が、下段部分に優越して効果の現われる場合が多い。唯タンニン酸では、内面浸漬の異種液連続浸漬の場合に述べたように、物質その物としてコロジウム膜に及ぼす影響が強いため、下段に用いても、上段に用いても共に FeCl_3 の作用に優越する。

B. 共存法による実験の成績

まず標準膜電位差Eを60分に亘って測定し、次いでコロジウム膜の内液及び外液が次の(i)~(iii)なる3通りの組成を有する膜電池について膜電位差E'を測定した。

(i) 内液 $\frac{N}{10}$ KCl+0.001% Krystallviolett

外液 $\frac{N}{100}$ KCl+0.001% Krystallviolett

(ii) 内液 $\frac{N}{10}$ KCl+0.001% Krystallviolett

オ 16 表

膜電池	膜番号	E_{60}	$E_{60}-E_{60}$
(i)	C-147	10.0	-10.1
	C-130	10.5	-9.3
	C-104	14.7	-12.5
	C-167	15.0	-12.5
(ii)	C-150	12.4	-1.2
	C-148	15.8	-3.8
	C-139	16.2	-4.5
	C-129	18.6	-8.0
	C-145	21.0	-8.1
(iii)	C-134	15.0	-4.8
	C-105	16.2	-7.2
	C-95	16.6	-35.8
	C-96	17.5	-27.1
	C-171	18.0	-4.1

オ 17 表

膜電池	膜番号	標準膜電位差 E		同液膜電位差	
		E	e	e'	e''
(i)	C-162	11.4	-1.2	-1.1	-1.2
	C-133	13.0	-0.7	-0.8	-0.7
	C-119	13.2	2.5	4.1	0.2
	C-118	14.0	-0.6	0.4	-1.2
	C-132	14.8	0.8	0.9	0.1
(ii)	C-92	14.9	0.1	-1.0	-0.3
	C-86	15.8	0.4	-0.3	0
	C-89	17.7	-0.4	-0.8	-0.6
	C-94	20.0	-0.4	-0.8	-0.5
	C-91	20.4	-0.4	-0.9	-0.8
(iii)	C-169	10.4	1.0	-0.8	-0.9
	C-146	11.7	0.8	0.2	-0.3
	C-113	13.4	0	0.2	-0.6
	C-141	13.8	0.6	0.6	0.3
	C-103	19.0	0.4	-0.7	-0.4

外液 $\frac{N}{100}$ KCl

(iii) 内液 $\frac{N}{10}$ KCl

外液 $\frac{N}{100}$ KCl+0.001% Krystallviolett

測定の結果を第16表に掲げる。

すなわち Krystallviolett を、標準膜電池の内液に加えても、外液に加えても、また内外両液に加えても、標準膜電位差は下降する。この実験に用いたコロジウム膜の大多数は低い膜であるが、少数には高い膜も含まれている。しかも全体を通じて同様の結果が得られることは、Krystallviolett を共存法により作用させた場合の

膜電位差の変化は、内外両面に通じている粗大な微孔に対する、Krystallviolett の影響が優越しているからである。そして斯かる Krystallviolett 吸着粗大微孔では、陰性膜から陽性膜に転じているため、此の微孔における KCl の特殊微孔拡散電位差が、対照の

オ 15 表

(単位 mV)

膜番号	囊長 (7.5cm) 液高 (6.5cm)				囊長 (6.0cm) 液高 (5.0cm)				囊長 (5.0cm) 液高 (3.5cm)				囊長 (3.5cm) 液高 (2.0cm)			
	30'	45'	60'	平均	30'	45'	60'	平均	30'	45'	60'	平均	30'	45'	60'	平均
1	13.7	13.8	13.8	13.77	14.0	14.4	14.4	14.27	14.7	14.7	14.7	14.7	16.0	16.4	16.0	16.13
2	8.6	9.4	9.8	9.27	9.8	9.9	10.3	10.0	11.1	11.1	11.2	11.13	12.7	12.5	12.7	12.63
3	10.2	10.8	11.3	10.77	13.5	13.2	13.3	13.33	15.1	15.0	15.2	15.1	15.2	15.2	15.2	15.2
4	8.0	8.6	9.3	8.63	11.3	11.4	11.3	11.33	13.4	13.4	13.4	13.4	13.7	13.7	13.7	13.7
5	13.3	13.4	13.5	13.4	13.5	13.6	13.6	13.57	14.4	14.1	14.4	14.3	14.7	14.7	14.7	14.7

Krystallviolett の吸着されていないコロジウム膜の微孔における, KCl の特殊微孔拡散電位差と逆方向になるから標準膜電位差が下降するのである。

次にコロジウム膜の内液も外液もともに $\frac{N}{10}$ KCl とした場合, すなわち同液膜電位差に関して次の3通りの膜電池について膜電位差を測定した。

- (i) 内液 $\frac{N}{10}$ KCl + 0.001% Krystallviolett
外液 $\frac{N}{10}$ KCl + 0.001% Krystallviolett
- (ii) 内液 $\frac{N}{10}$ KCl + 0.001% Krystallviolett
外液 $\frac{N}{10}$ KCl
- (iii) 内液 $\frac{N}{10}$ KCl
外液 $\frac{N}{10}$ KCl + 0.001% Krystallviolett

此の場合には, 先ず標準膜電位差 E を測定し, 次いで同液膜電位差, すなわち内液も外液も, 共に $\frac{N}{10}$ KCl とした場合の膜電位差 e を測定し, 次いで上掲の (i) (ii) (iii) の様式に従い, Krystallviolett を加えた場合の膜電位差 e を測定し, 其の次には再び KCl のみの, すなわち Krystallviolett を含まない同液膜電位差 e' を測定した。測定の結果を第17表に掲げる。

第17表から判るように, 同液膜電位差の形式では, 膜電位差の数値は Krystallviolett を作用させる前も, 亦作用させた後も, 多くは 1mV 以下であって, Krystallviolett 共存の結果としての顕著な変化は認められない。第16表から判る様に, これを標準膜電位差の形式で検するならば, 著しい変化が認められるのであるから, Krystallviolett の影響で変化を現わす膜電位差は, KCl の濃度の相違に基いて発現する電位差に包含さるべき性質のものであって, コロジウム膜微孔における普通の, 或いは特殊の拡散電位差がこれに該当するものと思われられる。

IV. 考 案

コロジウム膜に或る物質を作用させた場合に, 其の標準膜電位差の上昇 (+), 下降 (-)

と物質の作用する面がコロジウム膜の内面であるか外面であるか, コロジウム膜が低い膜であるか高い膜であるかによって次の第18表の示す組合せが出来る。

実験の結果, 低い膜と高い膜, 内面作用と外面作用との成績が整っていて, 其の昇降が過半数の判定で+, 一と判然としているのは Eosin と FeCl_3 とであって, Eosin では第18表の b と e, FeCl_3 では c と h に分類される結果が出ている。それゆえ先ず此の2つの代表的な場合について考案を進めるのが追究の捷徑であると思われる。而も Eosin では負荷電の粒子が作用的であり, FeCl_3 では小林富士夫の報告にもある通り正荷電の粒子が作用的であって, 互に対蹠的な関係を持っていて好都合である。

ひるがえってコロジウム膜における膜電位の発現機構については, 先ず L. Michaelis, 藤田などにより唱えられて来た。微孔における KCl の特殊拡散電位差(i)を考えねばならぬ。また今井などによるコロジウム膜の膜微孔の大きさの分布に対する考え方から自由拡散電位差をも考

オ 18 表

作用面	低い膜	高い膜	分類
内 面	+	+	a
	+	-	b
	-	+	c
	-	-	d
外 面	+	+	e
	+	-	f
	-	+	g
	-	-	h

オ 19 表

作用面	作用物質	(ii) 作用物質の自由拡散電位差	(iii) 作用物質吸着微孔におけるKClの特殊拡散電位差	(iv) 作用物質の配向的吸着による電位差
内 面	XCl	-	-	+
	NaY	+	+	-
外 面	XCl	+	-	-
	NaY	-	+	+

オ 20 表

作用物質	作用面	低い膜 (iii) 優勢	高い膜 (iv) 優勢	オ18表の分類
XCl	内 面	-	+	c
	外 面	-	-	h
NaY	内 面	+	-	b
	外 面	+	+	e

えねばならぬ。処でKClの自由拡散電位差は無視さるべき程度であるから、作用物質それ自身の自由拡散電位差 (ii) を此処に考えることにする。作用物質をXClとNaYとし、Xは正荷電を有し、Yは負荷電を有し、それぞれCl及びNaに対して移動速度は小なるものと考えて置く。また作用物質が或る大いさの微孔に吸着せられ、NaYについては膜微孔の陰性膜としての強度を増しXClでは膜微孔の更電を来たして陽性膜の性質を持つようになり、其の結果此の作用物質吸着微孔におけるKClの特殊拡散電位差 (iii) は、NaYでは本来の、すなわち作用物質の影響を受けていない微孔におけるKClの特殊拡散電位差を増強することになり、XClではそれを減弱せしめ遂には逆方向に転ずることになる。(ii), (iii) は内面から外面に通じている程の大いさの微孔に起るものと考えられる。従ってこれらは低い膜に起り (ii) では内面作用と外面作用により電位差の方向が逆になるが、(iii) では内面作用と外面作用とにより電位差の方向に変わりはない。またこれらの電位差の他、万木などの実験からも考えられたことであるが、作用物質が膜に配向的に吸着して電気二重層を形成し、これに由来する膜電位差 (iv) の付け加わることが考えられる。此の二重層における電位差の方向は実験事実を徴し、X並びにYがコロジウム膜実質に向うものと看做される。これは高い膜で起り、内面作用と外面作用とで方向は互に逆になる。以上の結果を総合すると、低い膜では (ii) と (iii) が優越し、高い膜では (iv) が優越する。(ii) 乃至 (iv) の要因によって本来コロジウム膜に発現する膜電位差が上昇するか (+), 下降するか (-) を、内面作用と外面作用とに分けて考えて表示すると第19表のようになる。

処で作用物質の濃度から考えて、(iii) は (ii) に優越するから、結局次の第20表のようになる。

即ち第18表の分類でcとhに属したFeCl₃はXClに、bとeに属したEosinはNaYに該当しよく事実合している。KrystallviolettがXClに属し、実験上低い膜は此の関係があてはまり、高い膜の内面作用で一になるのはKrystallviolett

では高い膜でも (iii) が (iv) に優越するものと考えられる。またタンニン酸で低い膜が内面並びに外面作用で+になることも此の表に包含せられる。

V. 総 括

諸物質の溶液にコロジウム膜を短時間作用させることによって、コロジウム膜の標準膜電位差が如何に変化するかを調べて、此の実験事実から膜電位差の成立条件並びに発現機構を追究した。

コロジウム膜には標準膜電位差 ($\frac{N}{10}$ KCl 溶液と $\frac{N}{100}$ KCl 溶液を膜で隔てた時の膜電位差) が0~40mVの膜(囊状膜)を用いた。実験の結果に徴し、18mVより標準膜電位差の低い膜と高い膜とに区別し、これを単に低い膜、高い膜と呼称することにした。低い膜は透過性が大きく、粗大なものが多いと看做されるが、高い膜は透過性が小さく、膜微孔は微小なものが多いと看做され、これにより諸物質によるコロジウム膜電位差の被影響性が相違する。

諸物質をコロジウム膜に作用させるには、コロジウム膜を諸物質の溶液に概して30分間浸漬して、此の浸漬前後の標準膜電位差の相違から、諸物質の影響を調べた場合に(これを前処置法と名づけている)と、諸物質を標準膜電池または同液膜電池の、内液外液、または内外液に加えて、それらの膜電位差を測って諸物質の影響を調べた場合(これを共存法と名づけている)とがある。前処置法はつぎのように分類される。

- | | | |
|---|---|--------------|
| $\left\{ \begin{array}{l} 1 \text{ 内面浸漬} \\ 2 \text{ 外面浸漬} \end{array} \right.$ | $\left\{ \begin{array}{l} (1) \text{ 内面単一浸漬} \\ (2) \text{ 内面重複浸漬} \end{array} \right.$ | (a) 同種液非連続浸漬 |
| | | (b) 異種液連続浸漬 |
| $\left\{ \begin{array}{l} (1) \text{ 外面単一浸漬} \\ (2) \text{ 外面重複浸漬} \\ (3) \text{ 外面二段浸漬} \end{array} \right.$ | $\left\{ \begin{array}{l} (1) \text{ 外面単一浸漬} \\ (2) \text{ 外面重複浸漬} \end{array} \right.$ | (c) 異種液非連続浸漬 |
| | | — 同種液非連続浸漬 |
| | | — 異種液同時二段浸漬 |

影響を検した諸物質には、0.1% Eosin, 0.1% Congorot, 0.1% Krystallviolett, 0.1% Neutralrot, $\frac{N}{100}$ HCl, $\frac{N}{100}$ NaOH, 1.0% CaCl₂, 1.0% FeCl₃,

$\frac{N}{10}$ AlCl_3 , 1.0% 黄血塩, 1.0% 赤血塩, 1.0% 明礬, 1.0% タンニン酸, 0.1% ニッサンカチオンBB, 0.1% Tergitol Penetrant 4 がある。

諸物質の影響により、標準膜電位差が1.5mV以上、上昇する時を、上昇(+), 1.5mV以上、下降する時を、下降(-), 1.4mV以内の上昇、下降を变化が認めがたい(±)ものとして区別して実験結果を判定した。

内面単一浸漬に於いて、低い膜で下降を来す物質は正膠質に属し、上昇を来す物質は負膠質に属している。内面同種液重複浸漬では1回の浸漬でコロジウム膜への影響は充分受け入れていることがわかる。内面異種液連続浸漬では、内面単一浸漬で上昇を来した2つの物質では常に上昇し、下降を来した2つの物質でも常に下降する。又、内面単一浸漬で上昇を来す物質と、下降を来す物質の組合せでは、その影響はまちまちで、此处に物質の特殊な化学的性質が関係する。内面異種液非連続浸漬では、最初に作用させた浸漬液によってのみ決って仕舞うものでなく、其の次に作用させた浸漬液の影響も附加加わることが明瞭である。外面単一浸漬では、低い膜では内面より作用させた場合と、外面より作用させた場合とは効果が同じであるが、高い膜では効果が反対に現われる場合もあって、此处に細胞に対する塩類作用における、内部作用と外部作用との模型を見出すことが出来た。外面二段浸漬では、上段部分には粗なる微孔が多くて、作用物質を摂受する力も強く、従って上段部分に受けた影響は下段部分より優越して現われる。

負荷電の Eosin と、正荷電の FeCl_3 とは対蹠的な結果を表わし、Eosin は低い膜では、これをコロジウム膜の内面から作用させても、外面から作用させても、膜電位差の上昇を来すが、高い膜では内面作用では膜電位差は下降し、外面作用では膜電位差は上昇する。 FeCl_3 は低い膜では内面作用でも外面作用でも膜電位差の下降を来すが、高い膜では内面作用では膜電位差は上昇し、外面作用では膜電位差は下降する。

諸物質を作用させない、単なるコロジウム膜での膜電位差は、膜微孔で陰イオンの輸率が減少した結果生起する特殊な拡散電位差として今迄取扱われて来た。又コロジウム膜に陽荷電の膠質又は半膠質を作用させると、微孔壁にこれらの物質が吸着せられて壁の更電が起り、此の結果単なるコロジウム膜とは反対に、陽イオンの輸率が微孔中で減少し、為に単なるコロジウム膜は陰性膜として作用するが、正膠質吸着コロジウム膜は陽性膜として作用するものと考えられて来た。更に今井好直、相沢正男などの膜微孔の分布に関する攻究から、正膠質の作用を受けたコロジウム膜の陰性度が減少し、標準膜電位差の下降すること、並びに負膠質の作用を受けたコロジウム膜の陰性度が増加し、標準膜電位差の上昇することが意義づけられた。ところで膠質の吸着せられるのは粗大な微孔であるから、これは低い膜で起る現象であって、私の実験の低い膜における結果は斯かる機構によって説明せられる。処で高い膜における実験については、これと対蹠的な結果が現われることを私は確め得た。そこで私は高い膜、すなわち膜微孔が或る程度小さくなった場合には、斯かる小微孔に正膠質または負膠質は配向的に吸着せられ、膠状イオンがコロジウム膜の実質に、対立イオンが其の反対側、すなわち外に向うように吸着せられ、此の結果成立する電気二重層の電位差が膜電位差に加わって来ることを推論した。すなわち私は斯かる電位差を設定し、これを従来の学説に付け加えることにより、コロジウム膜への諸物質の影響を、全般に互り、低い膜と高い膜、内面作用と外面作用とを通じて説明する途を拓いた。

文 献

- 1) 谷田重三郎 (1930) 完全乾燥コロジウム膜の膜電位差の研究 (第1~4報) 京府医大誌 4, 1105
- 2) 正木 清 (1930) 膜電位差に対する二価三元電解質の態度に就いて (前、後編) 京府医大誌 5, 18
- 3) 日野 要 (1931) コロジウム膜の標準膜電位差と塩酸透過性との関係に就いて 京府医大誌 5, 1885
- 4) 相沢正男 (1931) 色素溶液に対するコロジウム膜の膜電位差に就いて 京府医大誌 5, 1613

- 5) 今井好直 (1933) 膜の微孔分布に関する研究 京府医大誌 8, 829
- 6) 高橋一二三 (1952) 完全乾燥 Kollodium 膜の透過性並びに膜電位差に及ぼす alcohol の影響に就いて 52, 152
- 7) 小川 登 : Kollodium 膜の膜電位差及び透過性に及ぼす表面活性物質の影響について (未発表)
- 8) 平田隆三 (1934) 塩酸及び苛性曹達の溶血作用に就いて 解剖雑誌 7, 395
- 9) 後藤亮一 (1939) Formalin による溶血現象に関する知見補遺 京府医大誌 27, 132
- 10) 加村弘幸 : 溶血の履歴現象に就いて (未発表)
- 11) 作用純一 : Glycerin 溶血に於ける赤血球の履歴現象に就いて (未発表)
- 12) 日野 要・内藤 晋 (1932) 標準膜電位差 30mV 以下のコロジウム膜の塩酸透過性に就いて 京府医大誌 6, 271
- (1931) 完全乾燥コロジウム膜透過性に就いて 京府医大誌 5, 1994
- 13) 安丸明正 (1932) 標準膜電位差 25mV なるコロジウム膜に於ける塩化加里透過性に就いて 京府医大誌 6, 229
- 14) 万木良平 (1952) 墓縫工筋の負傷電位差 日本生理誌 14, 136
- 15) 今井次郎 : 柿渋の生物理化学的研究, 殊にその被吸着性について (京府医大誌近刊号に掲載予定)

Summary

The potential of the collodium membrane means the potential difference between the inside (A) and the outside solution (B) of a collodium membrane sack; and, when (A) is N/10 KCl and (B) is N/100 KCl, the membrane potential is called the characteristic concentration potential (Co. P.), and the collodium membranes are assorted according to the height of those potentials.

With the collodium membranes ranging between 0mV and 40mV, the inside (α) and the outside (β) of the membrane are soaked in the solutions of various substances for 30 minutes, and the changes of Co. P. after soaking are measured.

The substances employed are as follows; 0.1% eosin, 0.1% cango red, 0.1% crystal violet, 0.1% neutral red, N/100 HCl, N/100 NaOH, 1.0% CaCl₂, 1.0% FeCl₃, N/10 AlCl₃, 1.0% potassium ferrocyanide, 1.0% potassium ferricyanide, 1.0% Alum, 1.0% tannic acid, 0.1% Nissan cation BB and 0.1% tergitol penetrant 4.

As a result of the above mentioned experiment, the membrane of lower Co. P. shows an equal effect between α and β , while that of higher Co. P. reveals a different effect between them.

(Department of Physiology, Kyoto Pref. Med. University)

人間に於ける唾液条件反射形成過程に就いて 612.833.81:612.313.3

The Process of the Formation of the Salivary Conditioned Reflex in Man

高橋 日出彦 (TAKAHASHI-Hidehiko)*

犬、その他の動物に於ける唾液条件反射に就いては、多くの報告がある。併し、人間、特に成人の唾液条件反射の研究は、資料に乏しく、然もその結果は必ずしも一致していない。

人間に於ける唾液条件反射研究の嚆矢をなすのは、Krasnogorski⁴⁾の子供に於ける研究であった。その後、Lashly⁵⁾は、人間に唾液条件反射を形成せんとして失敗に終った。成人に於いても、唾液条件反射の形成が可能な事が明らかになったのは、比較的最近の事である¹⁾。吾が国に於いては、古武³⁾の研究があるが、彼によると、成人の唾液条件反射形成は可能ではあったが、仲々困難なものであった。以上の研究者間の成績の不一致、形成の困難な理由等は、尙不明のままに留まっている。

著者は、成人に於ける唾液条件反射の形成過程を明らかにし、犬の場合との相異性、従って人間の大脳皮質の機能的特質の一端を明らかにしようとして、以下の実験を行った。

I. 方 法

19才から30才の成人男女を、被実験者として用いた。条件刺激としては、音刺激（メトロノーム、ベル、ブザー、可聴周波発信器）、光刺激（電燈）を用いた。無条件刺激には、醤油、酒石酸（M/8溶液）、カルピス等を使用した。

反射効果は、右側耳下腺開口部に人唾管を附着せしめ、これを水-空気伝導的に連結したmanometerによって測定した。manometerの精度は、実験の初期には1cc-約125mm、後期には約116mmのものであった。

被実験者は、実験箱内の安楽椅子に腰をかけ、実験者と隔離された。条件刺激が与えられ

ると直ちに、その前方につるされた輸液管をくわえるか、又はside table上に予め置かれた無条件刺激を入れた小容器を口にもって行く事にきめられた。こうして、何れの場合にも、条件刺激開始後5秒内に無条件刺激が与えられた。実験は早朝もしくは夕方、研究室の静寂な時間に行った。

人間の場合には、耳下腺から味覚刺激を与えないときにも絶えず少量の唾液分泌が認められる²⁾。このため、条件反射の潜時の測定及び条件反射量の測定には、この静時の唾液分泌による誤差の入る事をまぬがれない。従って、条件反射の潜時としては、耳下腺唾液分泌の急に増加する時間をとるべく、その反射量としては、刺激の与えられた時間を含む一定時間内の分泌量と、その時間内の静時の唾液分泌量との差額を問題にしなければならない。

静時の唾液分泌量には動揺があり、ある時間に於ける量を予測することは不可能であるが、その動揺範囲をこえて遙かに多量の反射量が認められる時には、充分に安全に条件刺激の効果の判定ができる。以下のべる被実験者に就いては、条件反射形成実験にさき立ち、その静時の耳下腺唾液分泌量を詳細に測定しておいた。

II. 実 験 結 果

1. 人間に於ける唾液条件反射形成過程の大様

実験所与を要約すると、人間にも一般に40~50回の強化で明らかに条件反射が形成された。以前に条件反射形成実験に使用された経験のあるものでは、数回の強化で条件反射が形成された例もあった。処が、さらに強化を続けて行くと、この一旦形成されかけた条件反射は、却って減弱し、消失して行く。

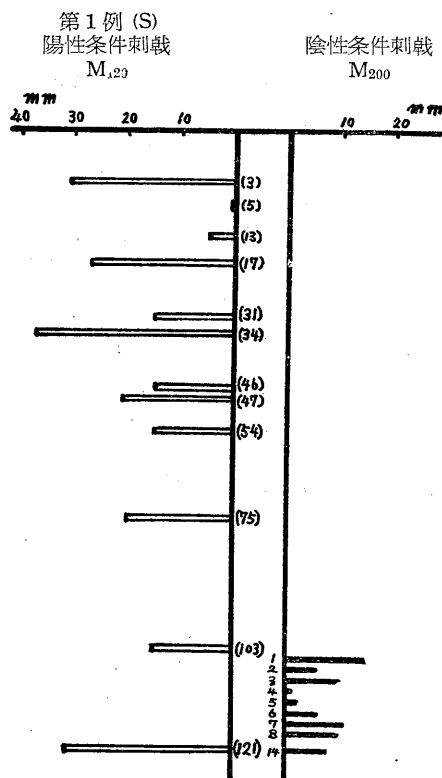
更に強化を続けて行くと、前よりも遙かに長

* 旧慶応義塾大学医学部生理学教室
現東京医科大学生理学教室

期間の強化後、再び条件反射の形成が認められるようになる。併し、この時期に入ると間もなく、刺激間の耳下腺唾液分泌量の動揺が劇しくなり、条件反射形成実験前の耳下腺の静時唾液分泌量の最高値及びそれを遙かに超える唾液の分泌が始終生ずるようになる。この刺激間の唾液分泌の増大と条件反射量の弱さ、及び動揺のため、この時期の実験成績は、全く混沌とした有様を示す。

この時期は、かなり長時間に亘るが、やがて刺激間の唾液分泌の増大が消失する傾向を認めるようになる。この傾向は、実験系列に陰性条件刺激を加えて、分化実験を行う事により強められ、条件反射の確立、分化の形成が認められるようになる。

第1図は、人間に於ける唾液条件反射の形成過程を示す1例である。図は実験の全相を示している。この例は、陽性条件刺激としてはメ



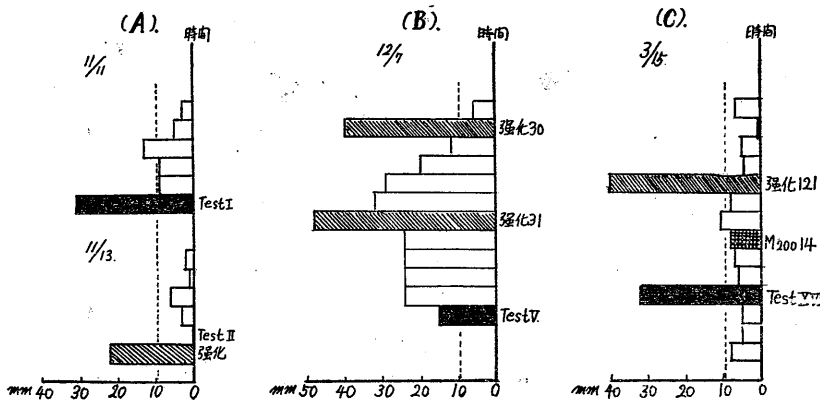
第1図 人間に於ける条件反射形成過程
実験期間(1948年11月11日~1949年3月15日) 括弧内の数字は強化回数。

ロノーム 120回/毎分 で条件反射の形成を行った。実験の終期に陰性刺激としてメトロノーム 200回/毎分 が加えられた。無条件刺激には、2cc の醤油が与えられ、3 分後水洗により除かれた。条件刺激は5 秒先行して与え、無条件刺激と3 分間結合した。強化回数は一実験日4 回、分化実験では、一実験2 系列であった。条件反射効果の測定は、第1 回、第2 回の両回は、1 分間条件刺激のみを与えて、その唾液分泌を測定、直ちに無条件刺激で強化した。その後は、すべて、条件刺激を3 分間与え、その唾液分泌を測定、これには強化を伴わなかった。尚、この例は以前酸条件反射の実験に数カ月使用された経験のあるものであった。

3 回の強化後、31mm の条件反射効果が認められたが、翌々日には条件反射は全く消失、13 回の強化後にも条件反射効果は認められなかった。17 回の強化後、やっと陽性条件反射の再現を見た。処が、21 回の強化頃から、刺激間の唾液分泌に変化が認められ、形成実験前には、静時の唾液分泌量が39 回の測定で、平均 9.7mm (3 分間)、標準偏差 5.4mm で、最低 0~最高 24 mm (2 回のみ) であったのが、この最高値又はそれ以上の唾液分泌が続くようになった。時には刺激間の唾液分泌の低い日もあったが、こう云う日には、突発的に分泌量の増大が生じ、また低いレベルにもどると云う風な現象が見られた。この間、条件反射の強度はむしろ次第に弱まって行くが、少くとも増大は見られなかった。この例では、次第にこの刺激間唾液分泌の増大は消失の傾向を示し、次第に正常又は正常よりもむしろ少い日が続いてきた。そして、分化実験に入ると、刺激間の唾液分泌は、実験前の正常値に安定、14 回の分化形成実験後、分化が認められた。第2 図に、形成実験の経過に伴う刺激間の唾液分泌の変化を示す。

2. 条件反射形成途中に於ける強化中絶の条件反射形成に対する影響

人間に於いては、条件反射が一時的にはかなり容易に形成されるにかかわらず、それが保持されずに、強化にかかわらず、減弱して行く機



第2図 条件反射形成過程の諸相に於ける刺激間静時唾液分泌の変化

被実験者—第1例(S). 縦軸—時間(毎3分). 横軸—唾液分泌量(mm). A.—初期. B.—中期. C.—確立期. …—実験開始以前の静時唾液分泌量(3分間)の算術平均値.

序を知るべく下記の実験を試みた.

この例(T)は、2倍に希釈したカルピス20ccを無条件刺激として、ベルを陽性条件刺激とした。強化回数は、一実験日4回で、毎日強化を行った。条件反射効果は、同量の水を飲まして測定した。室温15~20°Cでは、水による唾液分泌はない。

この例では、40回の強化後、ベルは32mmの条件反射効果を示した。そこで直ちに強化実験を中止した。10日後、再びベルの条件反射効果を検べて見ると、全く消失していた。そこで、強化実験を再開した。中断後の強化回数81回後に、やっと陽性条件反射が再現した。然も、第1回目に要した強化回数の2倍も要して形成された条件反射の強度は、その後の長期の強化の後も、中断前のレベルには達する事ができなかった。そこで、刺激間唾液分泌に著明な変化の現われない中に、ブザーを陰性刺激として、実験系列に加えた。すると、中断前の陽性条件反射効果と同等又はそれ以上の強度にまで回復するに至った。

ここで、再び実験を中断した。今度は22日後に再開、陽性条件反射は完全に消失していた。17回の強化後再形成されたが、30回の強化後もなお以前のレベルに達しなかった。そこで、また陰性条件刺激ブザーで分化を行った。すると間もなく以前よりも遙かに強い陽性条件反射になった。

そこで、今度は2カ月間実験を中断した。今度は、処が、陽性条件刺激のみを、12回強化しただけで、以前のレベルの強度の陽性効果が得られた。以上の成績は第1表に総括した。

また、興味を引かれた現象として

は、第1回中断後音刺激で分化の形成を行っている時、光刺激(電燈40W)による陽性条件反射形成を実験系列に組み入れた処、既存の条件反射がある時には、今度は極めて容易に(12回の強化のみで)光刺激による条件反射の形成を認めた。以上の実験に就いては第3図を参照され度い。

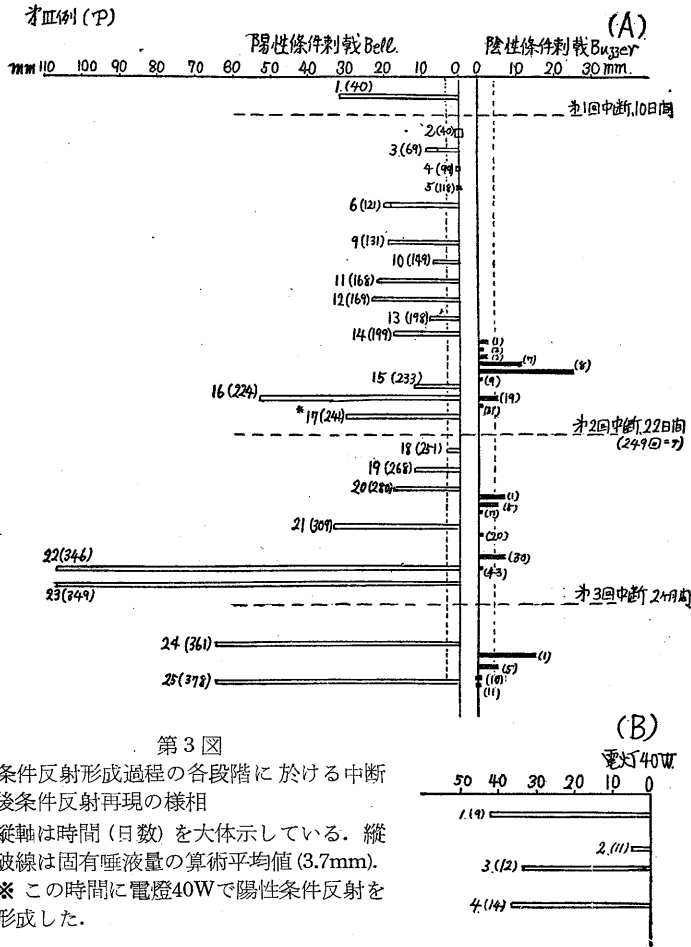
3. 陽性条件刺激によって生ずる制止過程に就いて

前述の中断実験を行った例(T)に於いて、条件反射形成の進行するにつれて、条件反射の様式が変る事に気がついた。即ち、条件反射形成の初期には、陽性条件刺激(ベル)による唾液分泌は、刺激が実際に与えられた相(30秒)よりも遅れた時期に最高値に達し、その唾液分泌は極めて長時に亘った。然るに、条件反射が確立した時期になると、ベルによる条件反射効果としての唾液分泌総量には殆んど変化はないが、分泌様式は全く変り、陽性条件刺激(ベル)の与えられている相に分泌が集中してきた。

脊髓反射に用いられた Sherrington 流の用語で云うと、条件反射形成初期には、反射単位の

第1表
中断の条件反射形成に要する強化回数に対する影響

	条件反射形成に 要する強化回数	中断期間 (日)
第1期	40回	0
第2期	81回	10
第3期	17回	22
第4期	12回	60



第3図

条件反射形成過程の各段階に於ける中断後条件反射再現の様相
縦軸は時間(日数)を大体示している。縦破線は固有唾液量の算術平均値(3.7mm)。
※ この時間に電燈40Wで陽性条件反射を形成した。

遅参(recruitment), 及び後反応(After discharge)が著明で, 確立期には反射単一の同期化が促進され, 後反応は殆んど消失する傾向を示す。こう云う現象は, 新たに光刺激(電燈40W)による陽性条件反射の形成を実験系列に組み入れた処, 光条件反射の確立過程に於いても全く同様に認められた(第4図)。

以上の現象の解明のため, 同一例(T)に於いて, ベル(陽性)とブザー(陰性), 電燈40W(陽性)と電燈100W(陰性)の分化を形成し, 陽性条件反射の強度がほぼ一定し, 同期化は尙さまたげられている時期につぎの如き実験を行った。即ち, 陽性条件刺激とともに, 種々の持続で陰性刺激を与え, 唾液分泌の変化を観察した。勿論, 陰性刺激自体では, 唾液分泌はな

った。その結果は下記の如くであった(第5図)。

(i), 後反応(After discharge)の著明な時期は陽, 陰両刺激を殆んど同時に, 同じ持続(30秒)で与えると, 唾液分泌の総量は陽性条件刺激のみ与えた時の唾液分泌総量と殆んど同じであるが, 著明な同期化現象が認められ, 後反応の消失が生じた(第5図a)。

(ii), 陽性刺激の作用相にもかなりの程度の唾液分泌が見られる時期では, 同上の操作によって生ずる変化は複雑になった。即ち, 刺激作用相の唾液分泌の開始は, 多少早められ(潜時の短縮), 分泌量も増すが, 全体としての唾液分泌量は, 陽性刺激単独の時より, 陽性刺激作用相に見られる分泌量と同程度の減少を示した(第5図b)。

(iii), そこで, この時期に, 同時に与える陰性刺激の持続を充分短く(約8秒)すると, 又著明な同期現象と, 更に反射量全

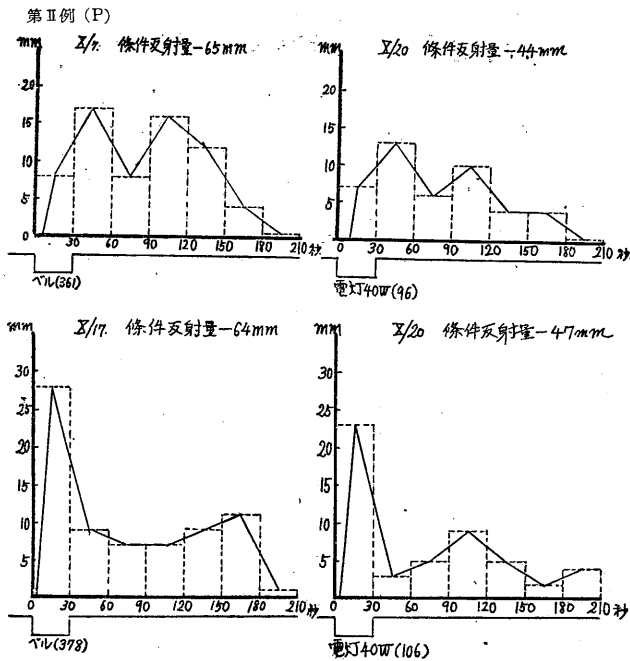
量の著しい増大が見られた(第5図c)。

尙, 無関刺激である可聴周波発信器の高音部G音を, 陽性刺激と10秒同伴させると, 極めて強い制止が生じた。

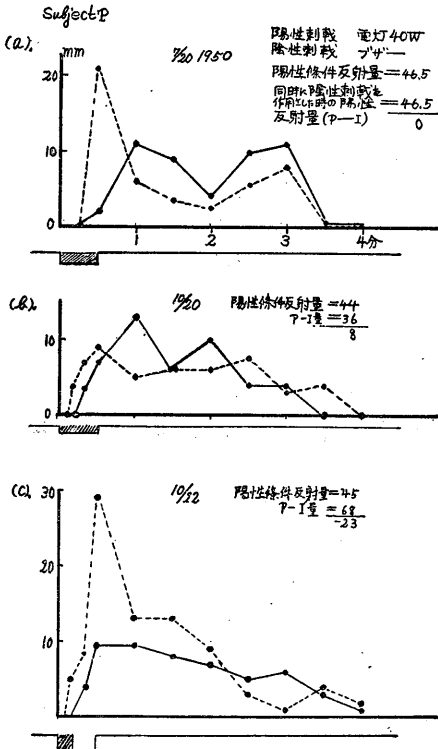
4. 条件反射形成初期に於ける条件反射の過度的形成と消失に就いて

人間に於いては条件反射は一度は容易に形成されるが, 不安定で間もなく強化を続けるにもかかわらず減弱, 消失するので, この過程を少しく追究した。

例T_Mには2倍に稀釈したカルピス20ccを無条件刺激とし, 高音部G音(持続1分)を条件刺激として条件反射の形成を試みた。強化回数は一実験日4回で, 条件反射効果は同量の水を飲まして測定した。

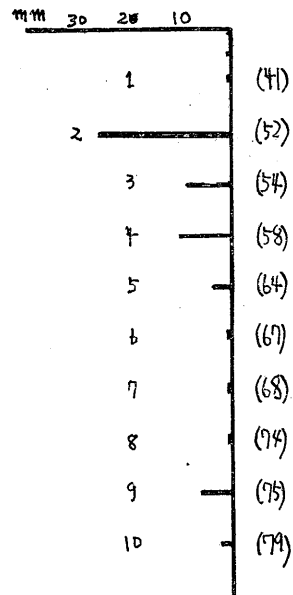


第4図 条件反射形成過程に伴う反射様式の変化
縦軸…唾液分泌量(毎30秒). 横軸…時間(秒).



第5図 同時に与えられた陰性刺激による条件反射の反射様式の変化
縦軸, 横軸は第4図と同じ. 〳…陰性刺激を与えた時間

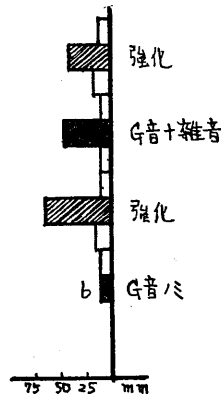
第Ⅱ例 (Pom)



第6図

陽性条件刺激により生ずる制止過程の消長 数字テスト回数

Subject Tom 7/g 1950



第7図

陽性条件刺激により生ずる制止過程の脱制止現象
□…静時唾液量
〳…無条件反射量
■…条件反射量
時間間隔…各3分, 条件刺激は1分間与えられる.

条件反射が消失した時, G音と共に雑音を与えた. すると著明な唾液分泌があり, 所謂脱制止が認められた(第7図).

この例では, 52回の強化で条件反射の形成が認められた. そこで毎日4回の強化のうち, 大体第3回目を条件反射効果の測定に当てて, 条件反射の減弱する過程を追跡した. 陽性条件反射は数日ならずして消失した. この消失過程を明瞭にするため第6図には test 直前の3分間の唾液分泌をさし引いた量を一応条件反射量として示した(第6図).

Ⅲ. 考察並びに総括

5例と云う少数に就いての実験なので、これで得られた成績を直ちに Pavlov 学派の得た犬に関する実験成績と比較するのは無理がある。併し、著者の得た実験成績は、Finesinger や古武が、人間で得た成績と大様に於いて一致した。

人間に於いて条件反射が形成困難なのは、たしかに一度形成された条件反射が保持されない事と、その後に見られる刺激間唾液分泌の増加のためである。このうち、刺激間唾液分泌に就いては Finesinger、古武も観察し、それぞれ自説を述べているが、著者には又異った見解をもつに至った多少の成績もあるが、この論文ではこの問題にふれず、主として前者の問題を論ずる事にする。

一度形成されかかった条件反射が保持されないのは、消失した時に脱制止が見られる事、形成初期に強化を中断すると以前よりも遙かに長期の強化を要して再現する点から見て、実際に制止過程が発生又は強まってくるためと思われる。この制止過程の発生原因としては、(1) 心理的原因 (test によるだまされたと云う感情) (2) 実験室に入って実験をうける事に対する嫌悪、(3) 陽性条件刺激に伴う制止過程等が考えられる。このうち、(1) に就いては中断実験が否定してくれる。(2) に就いては多少疑問が残るかも知れないが、中断実験の成績と分化実験の成績 (分化を行う事によりこの制止過程がのぞかれる) が否定的根拠になる。

陽性条件刺激が皮質点に興奮過程と制止過程の両者を不可分離的に発生することは、犬に於ける条件反射学に於いて詳細に観察されている事実である⁶⁾⁷⁾。しかし、犬の場合には、陽性刺激によって生ずる制止過程は、興奮過程に比して微弱で、特に消去、延滞等の操作によって初めて検出されるものである。人間の大脳皮質では、陽性刺激による制止過程の発生が強く、これが長く残るものと思われる。そして、この制止過程は条件反射形成の初期には残ると云う

だけでなく、中断実験成績の示すごとく強まってしまうのである。このことは、却って、人間に於いて単純、素朴にやたらなことで条件反射の形成されることを防いでいるとも云えるわけである。

犬に於いて Pavlov は陽性刺激により興奮、制止両過程が同一皮質点に生ずると考えたのであるが、この両者の関係に就いては明瞭な実験を行わず、それぞれ異った皮質点に興奮又は制止過程をむしろ単独に発生させ、誘導と云う現象を明らかにしたのであった。従って、条件反射形成の過程はむしろ秘密のままに残されていたとも云えるだろう。

著者は、陽性条件刺激が強い制止過程を発生してくる人間の大脳皮質で、むしろ同一皮質点に於ける両過程の関係を明確にしようと思うのである。それはともかく、人間の条件反射形成過程を見るに、形成初期には、遅参後反応の如き、long circuit reflex または internuncial neurons を多数介在する反射の特徴を示す現象が誇張されて観察された。然も、条件反射の形成が進むにつれて後反応が消失し、その分だけ同期して刺激相に興奮が生ずるようになった。以上の現象は、形成初期には、陽性条件刺激によって強い制止過程が発生していて、これが興奮過程に転化するにかなり長い時間を要するため後反応として表われていたものが、強化によって次第にこの転化に要する時間が少なくなったとしか考えられない。同期化の生じる時期の反射強度が等しく、而も後反応がその分だけ減少しているのであるから。

以上の見解は、陰性刺激を同時に与えることで、同期化が総反射量に変化を与えずに生じると云う成績で更に支持された。然も、これは一種の誘導現象であるから、条件反射の形成とは、少くとも人間の場合、一般に無関刺激がもっている皮質点に制止過程を生ずると云う性質にもとずき、この制止過程を強化 (無条件反射の結合) によって、興奮過程に誘導する操作、同一皮質点で生ずるので、自己誘導する操作と云えるのではなからうか。

以上の実験は、敗戦直後の数年間に行なわれた部分が大部分である。この実験の被実験者として協力してくれた当時慶大医学部学生であった本橋、伴野、両君及び著者の妻に対して深い感謝を述べる。又この実験の大部分は慶大医学部生理学教室に於いて行なわれ、加藤元一、林謙両教授にはさぞ御迷惑をおかけした事と慚愧に堪えない。両教授を始めとして塚田、その他の当時の同僚諸君に深謝する次第である。

文 献

- 1) Finesinger, J. E. & G. F. Sutherland (1939) The salivary conditioned reflex in man. *Trans. Am. Neurol. Ass.*, 65, 50-51
- 2) 早川領三 (1948) 人間に於ける耳下腺固有唾液量に就いて 条件反射 第13輯
- 3) 古武弥正 (1950) 人間に就いて条件反応研究の十箇年 脳研究 6, 135-160
- 4) Krasnogorski, N. I. a) Über die Bedingungsreflexe im Kinderalter. *Jb. Kinderheilkunde*, (1909) 63, 1-24 b) Weitere Fortschritte in der Methodik der Erforschung der unbedingten und bedingten Speichelreflexe., *Jb. Kinderheilkunde*, (1929) 122, 127-131
- 5) Lashley, K. S. a) The human salivary reflex and its use in psychology, *Psychol. Rev.* (1916) 23, 446-464 b) Reflex secretion of human parotid gland. *J. Exp. Psychol.* (1916) 1, 461-493
- 6) Pavlov, I. P. (1926) 条件反射学 (林謙訳1937) 東京
- 7) 須田 勇 (1942) 制止過程の発生に関する考察 条件反射 4, 389-396

Summary

The author tried to form the salivary conditioned reflex in five individuals and obtained the following results.

1. The salivary conditioned reflex was formed considerably easily in men. But, this formation was transient and the once formed reflex soon decreased and disappeared, although the reinforcement was continued. After the reinforcement of much longer period, the conditioned reflex reappeared. But, almost at the same time with the reappearance of the reflex, the secretion of saliva between stimuli became to increase markedly. This secretion of saliva between stimuli decreased with the differentiation. Thus, the salivary conditioned reflex was established.

2. When the reinforcement was interrupted in the beginning phase of the formation, the reinforcement of much longer period than before the interruption was demanded to reform the reflex. But, after the establishment, the number of reinforcement to be demanded to reform the reflex became much fewer than before the interruption.

3. During the beginning phase, the recuitment and the after discharge that are known to be characteristic of the long circuit reflex were marked. But, after the establishment, the after discharge reduced and the synchronization of reflex discharges became prominent.

4. The mechanism of the precess of the formation of the conditioned reflex in human beings was discussed.

(*Department of Physiology, Tokgo Medical College*)

温度の変化によるカキ心搏動歩調取り部の検索について 612.172:612.014.43

Reaction of Oyster Heart to the Local Changes of Temperature

入 沢 宏・入 沢 彩・西 本 和 夫

(IRISAWA-Hiroshi・IRISAWA-Aya・NISHIMOTO-Kazuo)*

心搏の歩調取りに就いての研究は、無脊椎動物では、Carlson³⁾、Heimbecker⁶⁾、Prosser¹²⁾等のカブト蟹に於ける研究以外は極めてすくない。軟体動物では比較的研究があるが²⁾、その歩調取り部の検索は充分とは云えない。一般に心搏の歩調取りは心筋の全体に亘って存在すると¹²⁾云われ、その収縮は局所的である事も完全な事もあると云う¹²⁾⁸⁾。然し、一方では心房尖端に刺激発生部を考える者¹³⁾、又は房室境界部の結節様構造に之を求める者¹⁾があつて一致して居ない。自分等は先にカキの心筋で歩調取り部を決定しようとして機械的刺激¹⁰⁾又は結紮実験¹¹⁾等を行つて来たが、その何れもが一義的に心搏動の歩調取り部を決定する事が出来なかった。然し常に房室隔壁又は心室中隔部の刺激により搏動数増加を認め之等の部が、心筋の他部より優位にある事を示した¹⁰⁾。

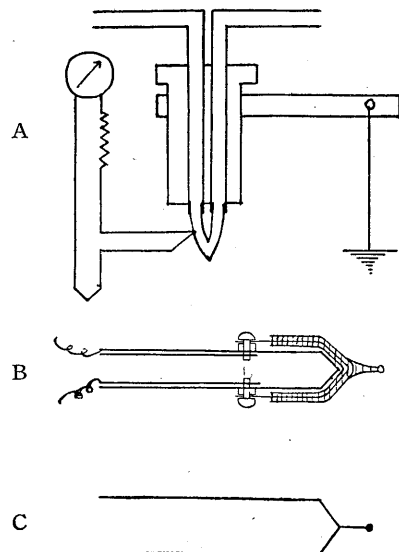
心筋の自働能の歩調取り部を決定する方法として、局所的に温度を変化させる方法は、Gaskell⁷⁾以来多くの研究者によって用いられて来た⁷⁾。然し無脊椎動物心臓に就ては Garrey⁴⁾がカブト蟹心神経節に用いた以外、これをみない。本報告では、この方法によってカキ心臓に歩調取り部が認められるか否かに就いて実験を行ったものである。

I. 実験方法

温度変化の方法としては、始めは温水を灌流する方法に依つた。すなわち第1図に示す通り径2mmのビニール管中を温水を通し、管の尖端に1/2注射針を鋭角に曲げたものを Duco Cement で接着し、その中を温水が通じる様にした。然しこの方法では加温部が4平方ミリの

広範囲に亘つたので、底面積が約0.5平方ミリになる様に工夫したものが第2法で第1図Bに示すものである。即ち口径1mmの硝子管中に60W半田鍍のニクロム線約3.0cmを通じ、之をループ状に曲げる。而して、このループの尖端に同質の硝子管を接合させて、其の尖端を小火炎上にて約2mm延ばしたものである。而して組織の損傷を防ぐため、尖端は僅かにまるめておく。ニクロム線の両端は銅線に接続させ之を2V蓄電池に連結させた。

冷却実験はブリキを円錐形にして、その尖端に径0.5mmの銅線を固定し、ブリキ筒中に氷と寒剤とを入れた。これを模図的に第1図Cに



第1図 局所加温装置

Aはビニール管の尖端に1/2注射針を屈曲させたものを接続する。之を注射筒の一部に固定する。屈曲注射針の尖端は熱電対で測温する。Bは細硝子管を屈曲させ、その中にニクロム線を通す。硝子管の尖端を更に延ばして尖端の面積が少となる様にする。之をプラスチック棒に固定す。Cは冷却棒でブリキ製。内容に氷と寒剤を入れる。

* 広島大学医学部生理学教室

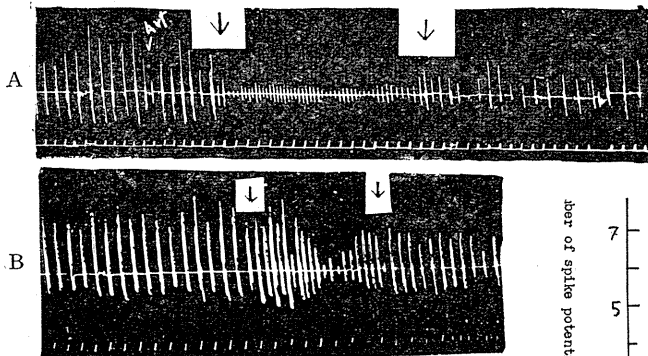
示した。

冷熱とも、装置の尖端は銅コンスタンタン単線結合による熱電対で温度の測定を行った。使用検した流計は横河製 MLA (2×10^{-7} amp, 6 sec) であった。

搏動数の変化を観察するには、前報に記したと同様の方法³⁾で、心収縮に一致して認められる棘電位を増幅してキモグラヒオン上に畠山の煤紙電流計を用いて描記させた。尙、同様の実験を蛙心臓に就いても行い比較対照する事とした。材料はマガキ (*Ostrea laperousei*)、蛙 (*Rana nigromacurata*) で1954年9月に行った実験である。

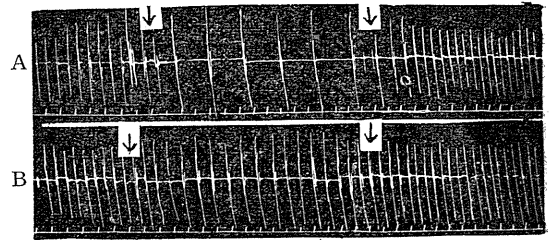
II. 実験結果

1) 局所加温の場合 加温棒の尖端を心室に置き、心室尖端より誘導すると、加温の結果は常に心室に搏動数増加をみとめ、之と一致して描記面の棘電位頻度が増加した。第2図A Bに示す通りである。刺激部位を変えて心室の大動脈寄りを刺激すると心、室の中心部又は房室境界部寄りを刺激した場合より増加率が僅少である。又心房を刺激した場合も心房の偽作電位の発現頻度が増加するが、房室境界部を刺激した場合には常に心房心室に共通する頻度の増加を示した。心房又は心室の刺激により増加した房又は室のペースは殆んどの場合房より室へ又は



第2図 局所加温による心活動電位数の増加

A: 心室の房室境界寄りの部分の局所加温。棘電位数は増加し、その大きさは減少して周期的変動をおこしているのがわかる。B: 心室中隔部の刺激。A Bとも矢印の間を加温した。



第3図 局所の冷却による心活動電位数の減少

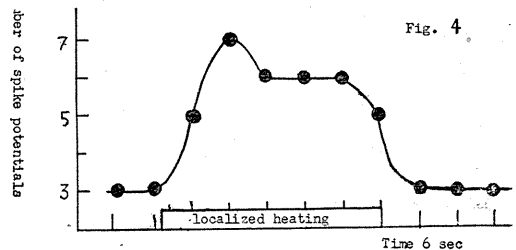
A: 房室中隔部の刺激。B房中央部の刺激。A Bとも矢印の間を加温した。第2, 3図とも上の曲線は心搏動に一致する棘電位。下の曲線は時間(3秒)を示す。

室より房へと伝導するが2, 3の例外では房のペースが室に伝わらない事もあった。然し房室境界部の刺激は常に両方向に反応を起させた。

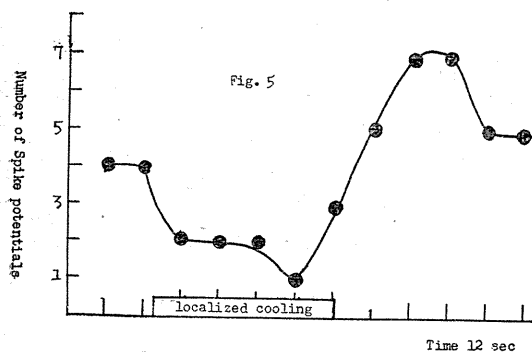
2) 局所冷却の場合 冷却棒の尖端を心筋の各部におくと第3図Aに示す通りで心室の中央部、房室境界部の刺激は著明な棘電位発現頻度を減ぜしめるが、心房の尖端及びその中央部の冷却では前者の様に著明な変化がみとめられない(第3図B参照)。

3) 加温及び冷却による棘電位頻度の時間的経過 第4図は加温による棘電位数の変化を時間を追って追求したもので、刺激後約3秒の潜伏期をおいた後、頻度の増加即ち心搏数増加を認め刺激期間中増加したペースで搏動を続けている。而して刺激後約10乃至15秒間効果が残りに正常に回復する。活動電位の大きさは刺激と共に正常の1/3乃至1/4に減少する例と、大きさが全く変化しない例とがある。減少する例では通例棘電位発現頻度の増加が大で、後者では少ない。

冷却の場合をみると刺激直後に棘電位の間隔が著明に延長するが、之



第4図 局所加温の時間的経過 縦軸は棘電位数。横軸は時間(6秒)。矩形の中で刺激をしている。

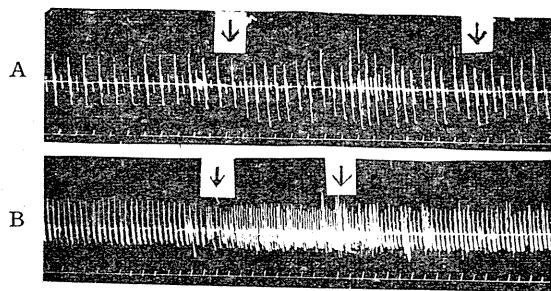


第5図 局所冷却の時間的経過

縦軸は棘電位数。横軸は時間(12秒)。矩形の中で刺激をしている。

にもやはり約3秒の潜時が認められ、次いで徐々に棘電位の頻度が減少してゆくのが認められる。従って刺激期間中絶えず同じペースで搏動していない。更に刺激を取去ると対照時より搏動が促進するのが認められる。第5図にその例を示した。

4) 蛙に於ける実験 以上の事実を蛙心の場合と比較する目的で、Engelman氏懸垂を施した蛙で追試した。その結果は第6図に示す通りで、成績に記載のある通り、心室心房の刺激によっては心搏数に変化を認めないが、静脈洞の刺激によっては著明な心搏数の増加を示した事は記録した活動電位の棘電位発現頻度増加から明らかである(第6図A)。又これは冷却に就いても同様であった。更に本実験で認めた事は静脈洞の各部によって棘電位数の増減に量的な差が認められる事で、腹側の心臓では洞房漏斗の



第6図 カエル静脈洞の局所加温による心活動電位の変化 A: 静脈洞を加温して心室より誘導。B: Stanius結紮を行い静脈洞のみの標本として、その一部を加温し他部より誘導する。A Bとも矢印の間を加温刺激する。上曲線は心搏動に一致する棘電位を示す。下曲線は時間(3秒)。

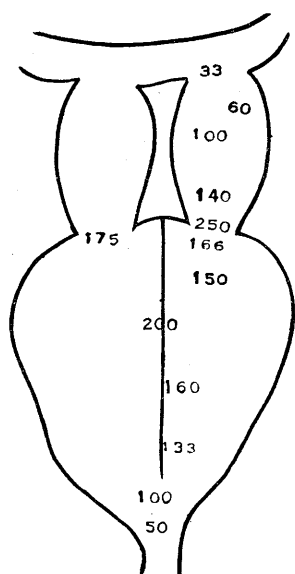
部に他より優位な部が認められた。又刺激によつては約10秒の潜時において棘電位数が増加する部と、約3秒の潜時で反応する場所とが認められた。即ち静脈洞の各部で局所温の増減に対する応答が僅かづつ異なる事が理解される。然し、Stanius氏結紮を施して房室を除外した静脈洞では、殆んど潜伏期なしに搏動が増加した。之は第6図Bに示した。

Ⅲ. 考 察

カキ心臓は長径約1.5cm(心室1cm, 心房0.5cm)で心室の最大幅は3mm程度の細長な型をもっている。今この心臓に実験方法の項で述べた様な刺激棒先端をあてて加温すると、一部の加温が全体に拡がり局所刺激の効果は失われるのではないかと考えられる。其処で表面温度を測定してみると、房室境界に加温棒先端をおき加温すると、環境海水温9°Cの時に加温部は20°C、之より2mm離れた心室部は15.5°C、更に之より3mm離れた心室中央の部は14°C、心尖端は9°Cで環境温に等しかった。この様な事実から、以上の方法では純粋な局所加温を行っていないことは明らかであるが、尖端より約2mm離れた大動脈部の加温では心搏数にほとんど変化が認められない。又蛙では心臓の表面積が可成り小さいに拘らず、静脈洞より僅にはずれた心房を刺激すると、この心搏増加が認められない等の事実から、上述の実験に於いても刺激が可成り局在して与えられたと考える事が許されると思う。

扱て実験1に示した結果より、刺激前と刺激中との心搏数の差の百分率を刺激部位に書き込んで図示してみると第7図の通りで、カキ心では恰も房室の殆んど全域が蛙の静脈洞のように歩調取り部となりうることを示している。

此の事は、実験4に示す蛙の結果とは全く異なることを示している。蛙に於いては大動脈球房・室・等の各部の刺激によつては搏動に全く変化がみとめられないが、静脈洞を刺激すると常に搏動数増加が認められ、しかも



第7図 カキ心臓模型図

図中の数字は、その部の局所刺激により増加した搏動数の増加率を示す。房室境界、室中隔の部に著明な増加を示す部が存在する。

静脈洞中にもさらに刺激に対して優位な部が局在することを知った。この結果はさらに次報⁹⁾で検討する。

扱て、カキ心は全体がこの様に歩調取り部となりうると考えられるが、その中でも特に房室境界部及び心室中央部が刺激に対し優位な態度を示している事は、歩調取り部が局在する考えを中ば肯定するが、上述の結果及び前報¹¹⁾の結果からは、その部に絶対的な優位を認め難く、歩調取り部が彌散的に存在すると云う考えをも

中ば肯定するものである。

IV. 結 語

カキ心筋に局所的温度差を与えて、その反応を検した所、心筋の殆んど全部の場所で蛙静脈洞に於ける反応と類似の反応が認められた。

文 献

- 1) 安藤義夫 (1952) カキ心臓に於ける結節に就いて 広島医学 5, 12
- 2) Arvanitaki, A. (1938) Etude experimentale sur le myocarde d'Helix. proprietes rythmiques de la matiere vivante. Paris Hermann & C, Editeurs, Paris.
- 3) Carlson, A. (1909) Ergebn. Physiol. 8, 371-462
- 4) Garrey, W.E. (1930) The pace maker of the cardiac ganglion of Limulus polyphemus. Am. J. Physiol. 93-94, 178
- 5) Gaskell, W. H., (1882) Phil. Trans. (London) 993. cited from C. H. Best and N. B. Tayler's The physiological basis of medical practice. 195
- 6) Heimbecker, P. (1936) The potential analysis of a pacemaker mechanism in Limulus polyphemus. Am. J. Physiol. 117, 686
- 7) 福原 武 (1950) 生理学実習 南山堂
- 8) 入沢 宏・入沢 彩・西本和夫；カキ心筋の局所収縮 (広島医学に投稿中)
- 9) 入沢 宏・入沢 彩・西本和夫；カエルガマ等の歩調取り部検索 (未発表)
- 10) 西本和夫 (1955) 機械的刺激によるカキ心臓収縮数の変化 日本生理誌 17, 275
- 11) 西本和夫 (1955) カキ心臓に於ける結紮実験 日本生理誌 17, 502
- 12) Prosser, L. (1952) Comparative animal physiology 547. W. B. Saunders Comp.
- 13) 高槻俊一 (1949) 牡蠣 技報堂 69

Summary

To determine the location of pace-maker of the oyster heart was planned, by the method of changing the local temperature. It was found that, as a results of the experiment 1 and 2, almost every places of the heart muscle reacts to these changes. However, among them, auriculo-ventricular septum and the ventricular septum are the both dominant places than any other places.

Authors also recognized the older view in the frog's heart that the sinus venosus is the pace-maker. However among the sinus venosus the reaction to the stimulation is not equal in every places.

(Department of Physiology, School of Medicine Hiroshima University)

イタヤ貝心臓の局所加温による反応 612.172:612.014.43

Localizid heating of the Pecten Heart.

入 沢 宏・入 沢 彩・西 本 和 夫

(IRISAWA-Hiroshi・IRISAWA-Aya・NISHIMOTO-Kazuo) *

私達は先にカキの心臓に於いて局所の温度を変化した場合の心搏動の変化を追求し、心筋の何ずれの部を加温しても一様な変化、即ち心搏の増加が見られたのである。しかし、カキの心臓はその長径1.5cmに足らず、巾はその約1/4に過ぎないので局所効果が充分でないという嫌いがあるので、更にカキ心より大きい心臓を持つイタヤ貝に就いて同様の実験を行ったので、ここに報告する次第である。イタヤ貝 (*Pecten (NOTOVOLA)*

irquertus Sowerby) は心臓長径は約2.5cmに及び之はカキ心臓の約2乃至4倍で観察に便利であった。

I. 実験方法

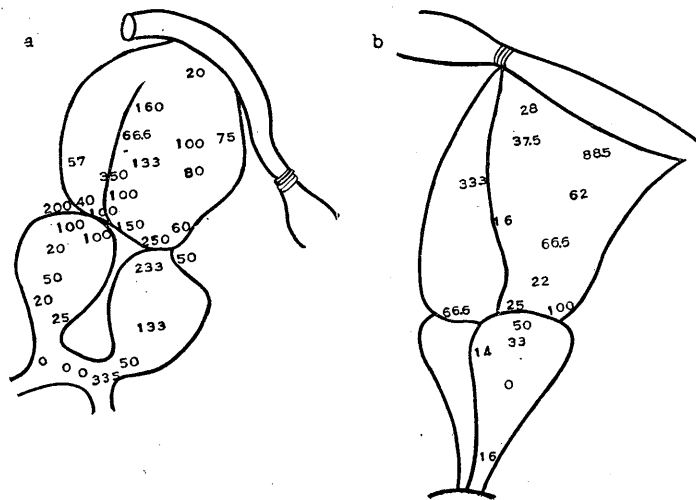
温度刺激の方法および心活動の描記は前報¹⁾と全く同様であるが、温度刺激装置の尖端は約0.5mm平方で心表面積に比べて極めて少にして充分局所効果を得られるものと考えた。

イタヤ貝は採集後、海水中に飼育し用に応じて之を取出し使用した。

II. 実験結果

1) 加温による心搏動数の変化

上述の加温棒により、心臓表面の任意の場所を局所的に温め、加熱前と加熱中との心搏動数の変化の増加百分率を第1図a bに示すが、之に明らかな如く心臓の如何なる部位の局所的加温によっても著明な搏動数の増加が見られた。



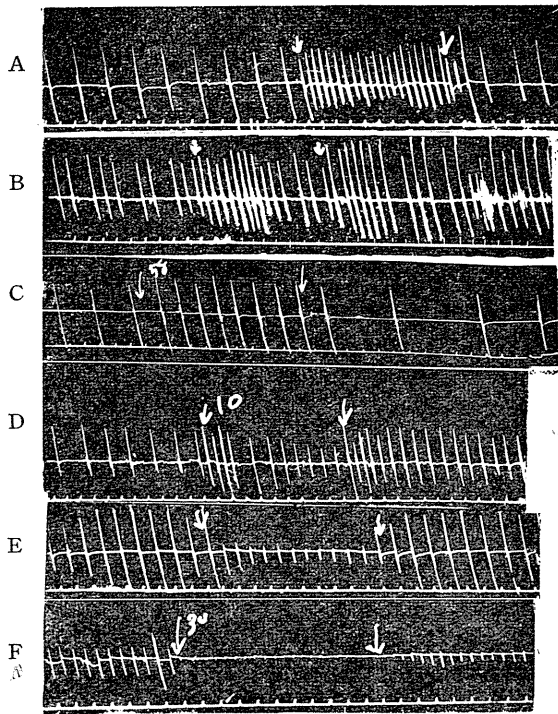
第1図

図中の数字はその部の加温による心搏の増加率を示したもので、房室境界部が他部に比べ、その効果が大きい事が明らかであって、大動静脈出入口部ではそれが著明でない事が分った。

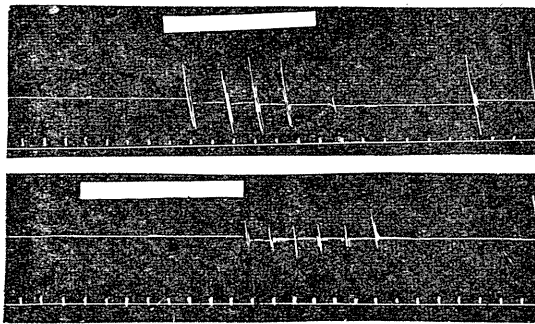
2) 反応過程の観察

搏動数の変化率は上述の如く、場所による差異は余り著明でないが、温度刺激に対する反応過程は一樣でなく第2図に示す如く数種類の反応様式に分つ事が出来た。即ちAは温刺激と同時に心搏動に一致する刺電位の頻度が増加し、刺激中継続して刺激停止と同時に刺激前の搏動頻度に戻るものである。多くの例では刺激停止後も暫らく刺電位の頻度増加が続いて後元に戻る傾向が見られた。次にBは刺激の開始および停止直後にのみ一過性の刺電位の増加が起るもの、Cは刺激停止後、頻度の減少した例、Dは刺激停止後も可なりの間頻度増加が続いているものを示している。更にE、Fは、心搏に伴う刺電位の頻度には変化を齎さないが刺電位の大きさを変えた例である。

* 広島大学医学部生理学教室



第2図



第3図

3) 心搏停止後の刺激効果

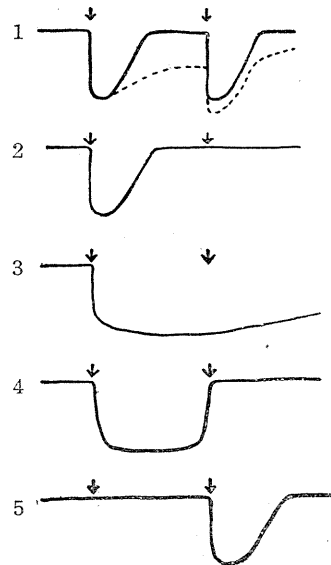
心搏が全く停止し棘電位の認められなくなった後に心臓各部を刺激すると、第3図に示す如く刺激開始より終了まで即ち刺激持続中のみ心搏動が起り棘電位も現われるもの、或いは刺激中は反応を示さず刺激停止直後より一過性の反応を示す例とが認められた。

Ⅲ. 考 察

1) 上述の実験からイタヤ貝心に於いても局

所加温の心搏数に及ぼす効果はカキ心に於ける成績と殆んど一致したと言うことが出来る。即ち、加温刺激による心搏数の増加は其の刺激部位には関係なく、何処でも一様の効果を得ることが分った。尚加温棒の尖端を中心とした温度効果は前報に記載した如く刺激点を中心として約数mmに及ぶものであって、大動脈への刺激が心搏数に影響を与えないことから、充分局所的であると考えてもよいであろう。この成績から見るとこの種の動物では歩調取り部と言った特殊な部位が存在しないのか、或いは加温法では検索不可能なのであるかと考えられるわけである²⁾³⁾⁴⁾。然し房室境界部が他部よりは敏感に反応する傾向はカキの場合と同様に現われているので、此の部に何か刺激発生源として優位を与えられないだろうかと思える次第である。

2) さらに実験2により認められたことは、この種の心臓筋の温度刺激に対する反応が、刺激の強さ又は刺激持続時間とは並行せず、刺激中にも拘らず反応の減少を示すもの、或いは刺激停止後に反って効果の現われる例などがあり、第4図に模式的に反応様式を示した。



第4図

この反応様式は恰も受容器に見られる on, off, on-off 効果と同様な傾向と大変興味深く感じた次第である。

IV. 結 語

1) イタヤ貝 (*Pecten (NOTOVOLA) laqueatus* Sowerby) の心臓に就いて局所加温による反応を検索した結果、心臓各部が温度刺激に著明に反応して、蛙心に見られる如き特定の刺激発生部位は認められない。

2) 反応様式は刺激と同時に搏動が増加し、刺激中継続し刺激後に効果を残さない一般型の他に、恰も受容器の反応型式 on-off 効果と類

文 献

- 1) 入沢 宏・入沢 彩・西本和夫 (1955) 温度の変化によるカキ心搏動歩調取り部の検索について 日本生理誌 18, 564
- 2) 西本和夫 (1954) 局所加温刺激のカツムリ心臓搏動数に及ぼす影響について 広島医学 8, 原著 III, 365
- 3) Dubuissou, M. (1930) Arch. Intern. Physiol. 32, 416-422 L'etat actuel de nos connaissances sur le rôle de la distension du muscles cardiaque, dans l'activité du coeur chez les invertébrés.
- 4) Prosser, L. (1955) Private communication; see also Krijgsman, F. J. & G. A. Divaris 1955. Biol. Rev 30, 1-39

Summary

Localized heating of the heart of a pecten caused the increment of the frequency of cardiac action potentials. As previously described (1), a small heater was used for the stimulation rod.

Fig. 1a and b, indicate the relation between the increment rate and the place of the localized stimulation. It was shown that, almost every part of the cardiac muscle developed the tachycardia, but the stimulation of atrio-ventricular septum caused far more remarkable increase than anywhere.

Fig. 2 (a-f) indicate the various processes of the increased frequency of the myocardiac action potentials. It is very interesting to find the curve like the on-off effect of the receptor response, such as in Fig. 2 b.

(Department of Physiology, School of Medicine Hiroshima University)

生体内神経に麻酔薬を与えた場合の作用機転に

就いての研究 612.816.7:615.781:597.82

(第1報) 冷血動物を用いて

Studies on the Action of Narcotic for the Nerve in the Living Body.
Report 1. (Using the Cold-Blood Animal)

板倉 一 民 (ITAKURA-Kazuomi)*

I. 緒 言

我々が臨床的に痛覚除去の目的で麻酔薬を使用する場合には神経の走行を考慮し乍ら生体に注射し其の麻酔効果をみるものであるが、神経麻酔の基礎的実験では、普通摘出神経筋を使用し前者に麻酔薬を与えその麻酔部位より中枢側を刺戟し、支配筋の攣縮か末梢側の神経より誘導した偽作電流を指標に選び、麻酔効果を判定する。さて著者は生体内に於ける神経の麻酔効果も其の類推で説明し得られるかどうか疑問を抱き、特長性を見出だそうと神経の一部分を一旦露出し麻酔薬を与えて再覆し(準生体)一方生体その儘にて麻酔薬を与え、夫々の場合を摘出神経での場合と比較し神経麻酔の発現及び消退の性質を支配筋の攣縮を指標として吟味した所いささか所見を得たのでここに報告する。

II. 実験方法

1. 実験動物

雌雄を考慮しない体重100~350gの墓を使用した。

2. 実験装置並びに其の手法

a. 遠心性神経に対する麻酔実験 準生体並びに生体の場合

準生体の場合の神経筋露出方法は第1図に示す如く固定板に墓を腹位に固定し、脊椎骨と恥骨との間の背部を切開し、坐骨神経を露出しここに刺戟電極を置き、次に梨子状筋を提挙し其の筋下を走る坐骨神経に麻酔薬を浸漬させ再び梨子状筋並びに皮膚を整復した。生体の場合の

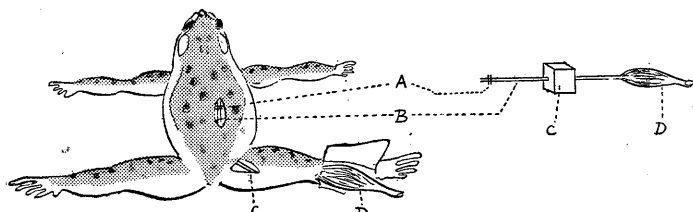
刺戟部位は前者と同様で、麻酔はTuberculin用注射器で1/4皮下用針を用い梨子状筋下を走る坐骨神経に向い麻酔薬を注射した。尙麻酔効果の判定にはいずれの場合にも末梢側の腓腹筋の攣縮を観察する事にし、肉眼的観察を容易ならしめるためAchilles腱を切断した。

次に神経筋摘出の場合は法の如く作製し前項の刺戟電極に相当する部分を第1図に示す如く刺戟部位とし、梨子状筋によって蔽われた部分に相当する部分を麻酔箱に挿入し前2項の場合と同じ条件になる様に注意した。著者が使用した麻酔薬はNovocain(塩酸Procain), Cocaine或いはUrethaneでRinger液に溶かしたものをを用い、電気刺戟にはPorter型感應電気器を使用した。斯して単一極大刺戟(捲軸距離11cm, 傾斜角度60°)を30秒毎に与え連続的に筋の攣縮有無を観察し、筋攣縮消失までの時間即ち麻酔時間を求めその1分経過した時1分間Ringer液にて麻酔部位を洗滌し、其の後前記同様単一極大刺戟を連続的に与え、筋攣縮の発現するまでの時間即ち恢復時間を測定した。さてここでの麻酔時間とは麻酔薬が与えられ神経全繊維が浸漬されその支配を受ける腓腹筋が部分的収縮さえ現わさなくなるまでの時間で、恢復時間とは逆に洗滌後筋に部分的収縮が起るまでの時間である。

b. 求心性刺戟に対する麻酔実験 準生体の場合

此の実験には反射を利用した。即ち墓の頭部を方型骨の尾端を結ぶ線で切り落し、脊髓墓とし、麻酔部位は前項準生体の場合と同様に梨子状筋を提挙し同部位を走る坐骨神経を麻酔薬で

* 衆議院齒科生理学研究(所長 大久保信一)



第1図 生体内露出神経及び摘出神経麻酔部位

A: 刺戟部位. B: 坐骨神経. C: 梨子状筋部(麻酔部位). D: 腓腹筋

浸漬させ、梨子状筋及び皮膚は整復する事にした。次で大腿部坐骨神経のなるべく腓腹筋に近い部分を露出しここに刺戟電極を置き刺戟の末梢側へ伝導する事を防ぐ意味でその末梢側の一部を強く結紮した。併て麻酔効果判定の指標には反対側の露出された腓腹筋の攣縮を選んだが、この場合も Achilles 腱を切断し肉眼的観察を容易ならしめた。

次に摘出神経の場合には脊髄墓とする事は同様で、両側の腓腹筋と坐骨神経を脊髄よりの起始部まで露出して生体より遊離し、一侧の坐骨神経の梨子状筋にて蔽われた部分を麻酔箱に挿入する様にした。刺戟電極はそれより末梢側に置き麻酔効果は刺戟に依る対側の筋収縮の発現有無で観察した。尙この場合も衝撃の遠心性波及を防ぐため刺戟電極より遠心性部の神経を強く結紮した。刺戟には前項と同じく Porter 型感応電気器を使用し、麻酔効果は反射現象を利用するため刺戟種類は2秒間の強直性刺戟で30秒毎に与える事にした。

Ⅲ. 実験成績

1. 遠心性神経に対する麻酔実験

a. 準生体及び摘出神経の場合

i) 麻酔薬として Novocain を使用した場合

準生体並びに摘出神経を用いてその麻酔並びに恢復時間を測定したところ第1表の如くになった。

第1表で判る如く、Novocain での麻酔時間及び恢復時間は、個体差に依る影響のため麻酔薬濃度と麻酔及び恢復時間との間には一定の傾向が認めにくい、準生体と摘出神経

との間に於いては、いずれも前者の方が短いことであって換言すれば準生体神経の場合には麻酔され易く且つ恢復され易いことである。

ii) 麻酔薬として Cocaine を使用した場合

麻酔の効果をより有効にするため Novocain の替りに Cocaine を使用し吟味した所第2表の如き結果を得た。

第2表で判ることは、Cocaine に於いても Novocain の場合と全く同様である。

iii) 麻酔薬として Urethane を使用した場合

各種麻酔薬について吟味する意味でつぎに Urethane を使用し実験を試みた所第3表の如き結果を得た。

第1表 Novocain を用いた場合の麻酔並びに恢復時間

麻酔薬濃度(%)	状態	測定事項	麻酔時間		恢復時間	
			準生体	標本	準生体	標本
1	{		100(11.5)	161(18.5)	100(8.0)	269(21.5)
			100(7.5)	240(18.0)	100(11.0)	218(24.0)
			100(8.0)	213(17.0)	100(10.0)	250(25.0)
2	{		100(9.0)	167(15.0)	100(4.0)	950(38.0)
			100(6.5)	139(9.0)	100(19.0)	142(26.0)
			100(6.5)	185(12.0)	100(12.5)	248(31.5)
4	{		100(2.5)	160(4.0)	100(18.0)	133(24.0)
			100(5.0)	420(21.0)	100(19.5)	300(60.0)
			100(3.0)	200(6.0)	100(18.5)	164(30.5)

註: 括弧内数字は絶対値(分). 括弧外数字は準生体の場合を100とした比率.

第2表 Cocain を用いた場合の麻酔並びに恢復時間

麻酔薬濃度(%)	状態	測定事項	麻酔時間		恢復時間	
			準生体	標本	準生体	標本
2	{		100(11.0)	127(14.0)	100(13.0)	546(71.0)
			100(10.0)	190(19.0)	100(13.0)	261(34.0)
			100(7.0)	242(17.0)	100(13.0)	307(40.0)
4	{		100(8.0)	213(17.0)	100(28.0)	132(37.0)
			100(12.0)	246(29.5)	100(50.0)	240(120.0)
			100(8.0)	243(19.5)	100(20.0)	425(85.0)
8	{		100(6.5)	125(7.5)	100(51.0)	206 $\frac{100}{150}$ (100 $\frac{100}{150}$)
			100(3.0)	300(9.0)	100(26.0)	600 $\frac{100}{150}$ (150 $\frac{100}{150}$)
			100(6.0)	158(9.5)	100(28.0)	252(72.5)

註: 括弧内数字は絶対値(分). 括弧外数字は準生体の場合を100とした比率.

第3表 Urethane を用いた場合の麻酔並びに恢復時間

麻酔薬濃度(%)	状態	測定事項 麻酔時間		恢復時間	
		準生体	標本	準生体	標本
5	{	100(7.0)	157(11.0)	100(5.0)	240(12.0)
		100(3.0)	300(9.0)	100(9.0)	122(11.0)
		100(8.0)	136(11.0)	100(4.0)	200(8.0)
		100(6.0)	200(12.0)	100(5.0)	120(6.0)
		100(7.0)	142(10.0)	100(4.0)	275(11.0)
10	{	100(5.0)	260(13.0)	100(6.0)	250(15.0)
		100(5.5)	127(7.0)	100(3.5)	171(9.5)
		100(5.0)	200(10.0)	100(5.5)	200(11.0)
20	{	100(3.0)	100(3.0)	100(10.0)	210(21.0)
		100(4.0)	112(4.5)	100(10.5)	600 ^{以上} (60 ^{以上})
		100(3.0)	116(3.5)	100(6.0)	233(14.0)

註：括弧内数字は絶対値(分)。括弧外数字は準生体の場合を100とした比率。

第4表 生体内に麻酔薬を注入した場合

麻酔薬濃度(%)	状態	測定事項 麻酔時間		恢復時間	
		生体	標本	生体	標本
2	{	100(8.0)	125(10.0)	100(30.0)	200(60.0)
		100(5.0)	260(13.0)	100(55.0)	118(65.0)
4	{	100(11.0)	168(18.5)	100(23.0)	198(44.5)
		100(9.0)	115(10.5)	100(38.0)	170(64.5)
		100(9.0)	115(10.5)	100(43.0)	152(65.5)

註：括弧内数字は絶対値。括弧外数字は生体の場合を100とした比率。麻酔薬 Novocain。

第3表で判る如く、Urethane に於いても前2者と同様であった。

b. 生体内及び摘出神経の場合

準生体の場合には皮膚及び梨子状筋を切開し麻酔薬を与えてから整復するのであるが斯かる処置をほどこす事なく神経麻酔効果を得る事が臨床例に匹敵するので Tuberculin 用注射器を用い、大腿部に於いて梨子状筋下の坐骨神経に向って麻酔薬 (Novocain 0.2cc) を注入し前項同様麻酔並びに恢復時間を測定した。尙比較の意味で摘出神経の場合も合せ行った所第4表に示す如き結果を得た。

第4表に示す如くこの場合にも、生体内神経と摘出神経との間に於いては前者の方がより麻酔され易く覚め易い事が判った。

2. 求心性神経に対する麻酔実験

実験方法で述べた如き手段を用い準生体並びに摘出神経の両場合に於ける麻酔並びに恢復時間を測定した所第5表の如くになった。

第5表

麻酔部位より遠心部に刺戟電極を置いた場合

麻酔薬濃度(%)	状態	測定事項 麻酔時間(分)		恢復時間(分)	
		準生体	標本	準生体	標本
2	{	3.5	4.0	21.0	40.0
		3.5	13.5	20.0	37.0
4	{	5.0	29.0	22.0	120.0
		3.0	25.0	19.0	120.0
8	{	1.5	10.0	37.5	61.0
		2.0	24.0	40.0	120.0

註：麻酔薬 Novocain

第5表で示されている如く、求心性神経即ち知覚神経に対しても、準生体と摘出神経との間に於いて前者の方が麻酔並びに恢復時間の短い事が判った。

斯くて麻酔並びに恢復時間は実験1に於いて準生体の場合が、2に於いて生体の場合が短い事を認めた。

3. 吟味実験

以上の実験から麻酔並びに恢復時間は摘出神経の場合が最長であると逆に考えられるので準生体と摘出の場合に就いて種々な条件を加味し考究する事にした。

a. 麻酔時間

i) 摘出神経の左右側を考えた時

同一個体の左右の摘出神経に就いて実験を行ったので麻酔時間に左右側による差が有るのではないかと考え測定したところ第6表の如き結果を得た。

第6表で示された如く、同一個体の摘出神経では麻酔時間の左右側での差は認めにくい。

ii) 血清を考えた時

前項にて摘出神経の左右側の比較は同一個体であれば麻酔時間に大差を生じない事が示され

第6表 左右摘出神経の麻酔時間の比較

麻酔薬濃度(%)	状態	測定事項 麻酔時間(分)	
		左	右
2	{	10.5	10.0
		7.5	7.5
		8.0	8.5
		6.5	6.5
		8.0	7.5
		8.0	8.0

註：麻酔薬 Novocain

第7表 麻酔薬を血清に溶解した場合(摘出神経)

麻酔薬 濃度(%)	状態	測定 事項	
		麻酔時間	
		Ringer	血清
2	{	100 (10.0)	60 (6.0)
		100 (11.0)	45 (5.0)
		100 (12.0)	54 (6.5)
4	{	100 (7.0)	64 (4.5)
		100 (18.5)	30 (5.5)
		100 (8.5)	58 (5.0)

註：括弧内数字は絶対値(分)。括弧外数字は Ringer 溶液の場合を 100 とした比率。Ringer の場合を右側坐骨神経。血清加 Ringer の場合を左側坐骨神経を使用した。麻酔薬 Novocain。

たので一側の摘出神経には血清 Ringer 液で麻酔薬を溶かしたものを、反対側には Ringer 溶液のみで麻酔薬を溶かしたものをを用い麻酔時間の比較を行った所第7表の如くになった。

第7表に示された如く、血清 Ringer 液にて溶解した麻酔薬を用いた場合の方が麻酔時間の非常なる短縮が認められた。

そこで準生体の場合に Ringer 液のみで麻酔薬を溶解したものをを用い、摘出神経には血清加 Ringer 液に麻酔薬を溶解したものをを用い理論的に同じ状態にした両者の麻酔時間の差を吟味した所第8表の如くになった。

第8表で判る事は摘出神経に与える麻酔薬を血清加 Ringer 液に溶解したものにすると準生体の場合に於ける麻酔時間に近づき得る事である。そこで麻酔時間の短縮を促す一因子は体液の添加であると考えられるが併せてその成分より麻酔薬の pH の問題が考えられなければならない。即ち長尾は麻酔薬特に Novocain の神経幹に対する作用に於いては溶解液の pH がその効

第8表

麻酔薬を血清に溶解した場合(準生体の場合)

麻酔薬 濃度(%)	状態	測定 事項	
		麻酔時間	
		準生体	標本
2	{	100 (7.0)	107 (7.5)
		100 (8.0)	100 (8.0)
		100 (6.5)	100 (6.5)
4	{	100 (5.0)	90 (4.5)
		100 (4.5)	100 (4.5)
		100 (5.0)	100 (5.0)

註：括弧内数字は絶対値(分)。括弧外数字は準生体の場合を 100 とした比率。麻酔薬 Novocain

第9表 麻酔部位を変化した時の麻酔時間の比較

麻酔薬 濃度(%)	部位	測定 事項		
		麻酔時間		
		梨子状筋部	中間部	附着部
2	{	100(12.5)	104(13.0)	
		100(8.0)	106(8.5)	
		100(13.5)	107(14.5)	
		100(17.5)		77(13.5)
		100(12.0)		83(10.0)
		100(12.5)		85(11.0)

註：括弧内数字は絶対値(分)。括弧外数字は梨子状筋部の場合を 100 とした比率。麻酔薬 Novocain。

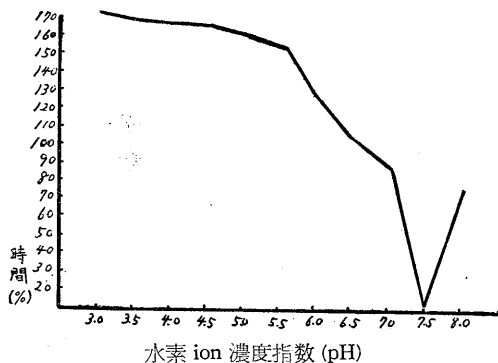
果、即ち麻酔時間を左右すると述べている。そこでこれを再び吟味する意味から次に麻酔薬の pH を変化せしめた場合を行った。

iii) 麻酔薬の pH を考えた時

此の実験を行うに当り摘出神経の麻酔部位による麻酔時間の相異の存在を吟味した。即ち梨子状筋に蔽われている部分、腓腹筋附着部に近い部分、及びその中間部分の3ヶ所にて測定した。其の結果は第9表の如くである。

第9表で示された点は同一神経幹でも部位により麻酔時間には僅か乍ら差が存在する事であって著者は麻酔部位を中央部に決めた。尙麻酔薬の pH による相異を吟味する意味で同一個体の摘出神経の一側神経での麻酔薬の pH は 7.0 とし他側の方を任意の pH の麻酔薬を与えることにし、両者の麻酔時間を比較した。この場合 pH 7.0 の麻酔時間を基準とし対側のものを百分率で求めた。其の結果は第2図の如くである。

第2図で判る事は麻酔薬の pH は其の麻酔時間を著しく変えることで即ち pH 6.5 以下に於



第2図

麻酔薬 Novocain の pH 変化による麻酔時間の比較

いては非常に長く、pH 7.0 より 7.5 では急速に短縮され pH 8.0 以上になると再び長くなる。この事から考えると麻酔薬が体液にふれる事に依り pH が 7.0 以上になりその麻酔速度が早められたものと考えられる。

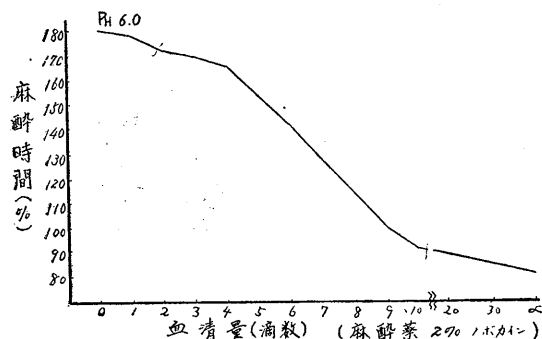
iv) 麻酔薬に加える血清量を変化した時
そこで再び ii) 項と同じ実験を試みたのであるが、此の度は麻酔薬に加える血清量を色々に変え麻酔時間の差を測った。先ず Novocain を Ringer にて 2% に溶解せしめた場合の pH を測定したところ pH 6.6 であった。そこで同一個体の摘出神経の一侧での麻酔薬は pH 7.0 に補正したものを与え、他側には作製せる pH 6.0 の Novocain Ringer 溶液 1cc につき 2% Novocain 血清を 1 滴づつ加え変化させたものを与えることにし両者の麻酔時間を比較した。即ち pH 7.0 の麻酔時間を基準とし対側のものを百分率で求めた所その結果は第 3 図の如くである。

第 3 図で判る事は血清を滴加する程麻酔時間は短縮され、1cc の Novocain Ringer 溶液に加える Novocain 血清量 9 滴が pH 7.0 の Novocain Ringer 溶液の値と同じである。そこで pH 6.0 Novocain Ringer 溶液 1cc に対して 9 滴の割に Novocain 血清を加えた液の pH を測定した所 pH 7.0 を示した。斯くて生体内に於ける麻酔薬の pH の為す役割を証明することが出来た。

b. 恢復時間

i) 血清を考えた時

麻酔時間に就いては血清加 Ringer 液で麻酔薬を溶した場合の麻酔時間が最短であることを述べた。そこで恢復時間でも血清が何等かの役



第 3 図 血清量を変化した場合の麻酔時間

第10表 血清加 Ringer 液で洗滌した場合

麻酔薬 濃度(%)	測定 事項	恢復時間	
		Ringer	血清加Ringer
2	洗滌液	100 (24.0)	105 (26.0)
		100 (32.0)	140 (45.0)
		100 (15.0)	162 (18.0)
		100 (25.0)	106 (26.5)
		100 (48.0)	125 (60.0)

註：括弧内数字は絶対値(分)。括弧外数字は Ringer の場合を 100 とした比率。麻酔薬 Novocain.

割を果すものではないかと、摘出神経を用い麻酔後洗滌する際の洗滌液及び洗滌後の麻酔箱中浸漬液を左右神経一侧は血清加 Ringer 液、他側は単なる Ringer 液を用いた場合とを比較して恢復時間を求めたところ、第10表の如くになった。

第10表で判ることは麻酔後洗滌する際洗滌液を血清加 Ringer 液にした場合恢復時間に於いては反って長くなった。即ち麻酔時間には関係のある体液の混入と云う事も恢復時間には何等関係のないものと考えた。

ii) 血流を考えた時

そこで生体内神経に対しては血流の影響が有るのではないかと考え、準生体内露出神経について一侧は大動脈を結紮し血液循環を止め、対側はかかる処置をしない状態で麻酔並びに恢復時間を測定した。第11表は其の結果である。

第11表で判る様に、血流は麻酔時間には左程の影響を与えないが、恢復時間には大いに関係し、停止した方が非常に延長する事を認めた。

iii) 血管自体を考えた時

前項で判る様に血流が恢復時間に影響を与えるので麻酔薬の血管自体に対する作用を吟味する事にした。実験方法は後肢灌流法を利用したのであるが著者特有な点のみを指摘すると次の如くである。

即ち腹部大動静脈に Cannula を挿入する事及び腎並びに膀胱部位の血管結紮は法の如くであるが、血管に対する外部からの麻酔薬の影響を観察するため大腿部の皮膚を切除し同部を露出せしめ、或いは後肢皮膚の全剥奪状態にして、著者考案の麻酔槽にその部分を浸漬し麻酔槽中に各種濃度の麻

第11表 血流を停止させた時の麻酔並びに恢復時間

麻酔薬濃度(%)	状態	麻酔時間		恢復時間	
		準生体 (血流そのまま)	大動脈結紮	準生体 (血流そのまま)	大動脈結紮
2	{	100 (5.5)	109 (6.0)	100 (24.0)	145 (34.5)
		100 (8.0)	94 (7.5)	100 (23.5)	245 (58)
		100 (4.0)	87 (3.5)	100 (9.0)	427 (38.5)
4	{	100 (3.0)	116 (3.5)	100 (40.0)	160 (64.0)
		100 (4.0)	100 (4.0)	100 (12.0)	329 (39.5)
		100 (4.5)	111 (5.0)	100 (25.0)	194 (48.5)

註：括弧内数字は絶対値(分)。括弧外数字は準生体の場合を100とした比率。麻酔薬 Novocain.

酔薬を与えRinger液にて灌流を行った。又血管内部よりの影響を見るためには法の如く灌流液中に麻酔薬を加えて行った。尚灌流液は一定の高さ40cmに保持したイルリガトールより供給する事にし、常に一定圧で灌流する様に努めた。

イ. 血管外よりの作用

後肢灌流であるので1分毎の滴下数を測定し指標にしたが、灌流は何時もイルリガトール内には200cc保ち得る様に毎分毎に補給した。麻酔薬の影響を判定する為の基準として灌流開始後10及び20分経過した時の1分間の滴下数を開始時の百分率として算定した。

先ず大腿部(局所)に於ける血管被検部位をRinger液に浸漬して滴下数を測りRinger液を麻酔液に置き替え同様な滴下数を測り、両者の滴数比を求めた所第12表の如き結果を得た。

第12表で明らかな事は、各濃度の麻酔薬に於いてもRinger液の場合より滴数比が増加している傾向である。即ち血管が麻酔薬によって拡張的に作用されたと考える。

そこで次に前項での外部よりの麻酔薬の作用

第12表 麻酔薬を血管外部より作用した場合(局所皮膚除去)

麻酔薬濃度(%)	浴槽液	測定事項 経過測定時	滴数比			
			10分後		20分後	
			Ringer	Novocain	Ringer	Novocain
2	{		109.7	138.4	118.0	140.3
			153.0	297.0	181.0	306.0
4	{		110.3	141.1	128.3	142.7
			117.8	138.0	117.8	117.8
8	{		97.9	150.6	83.0	174.2
			103.9	107.9	109.1	110.2
16			214.0	253.0	228.0	228.0

註：灌流開始時の滴数を100とする。麻酔薬 Novocain.

部位が局所的であるので広範囲にするため後肢皮膚全剥奪の場合に就いて同様な実験を試みた所第13表の如くになった。

第13表で明らかな事は後肢皮膚全剥奪に於いても完く同様に局所の場合と同じく血管拡張が観られる。

ロ. 血管内部よりの作用

外部より血管に麻酔薬を作用

させた場合血管が拡張的になるので此処では灌流液中に麻酔薬を添加し、内部から血管に麻酔薬を作用させることにした。此の場合イルリガトールにある灌流液が300から100cc迄になる間に於ける1分毎の滴数を記録し前項同様灌流開始時の10及び20分後の滴数比の結果をまとめると第14表の如くである。

第14表で明らかな如く、この場合も矢張り麻酔薬を血管壁に作用することによって滴数比の増加が見られている。此の事は麻酔薬により血管が拡張したことで、麻酔薬は血管に対し外部からでも内部からでも拡張的に働くものであることが判った。即ち血管拡張に伴い血流大となりこれにより麻酔薬の排除作用が大となると考えられる。

4. 模型実験

a. 準生体の場合

i) 生体より準生体内露出神経麻酔部位を隔離した時(狭範囲)

上述の実験を総合すると生体内神経の方が摘

出神経より麻酔され易いのは体液により麻酔薬のpHが変り麻酔効果の最大である弱アルカリ性に近づく事であり、又醒め易いのは麻酔薬の血管拡張即ち血液循環の影響である。そこで此の項では逆に生体に於ける露出神経の麻酔部位をParaffin waxで作られた麻酔箱で隔離し、摘出神経と全く同様な状態にし実

第13表 麻酔薬を血管外部より作用した場合 (後肢皮膚全剥奪)

麻酔薬 濃度(%)	浴槽液	測定事項			
		滴 数		比	
		10分後	20分後	10分後	20分後
		Ringer	Novocain	Ringer	Novocain
2		92.0	125.5	101.6	200.0
4		80.5	139.1	79.3	142.0
8		126.5	142.1	112.4	126.5
16		110.0	141.0	112.0	143.0

註：灌流開始時の滴数を100とする。麻酔薬 Novocain.

第14表 麻酔薬を血管内部より作用した場合

麻酔薬 濃度(%)	灌流液	測定事項			
		滴 数		比	
		10分後	20分後	10分後	20分後
		Ringer	Novocain	Ringer	Novocain
2		114.1	165.0	115.8	153.8
		121.5	145.8	198.3	211.2

註：灌流開始時の滴数を100とする。麻酔薬 Novocain.

第15表 麻酔部位を生体より隔離せる場合

麻酔薬 濃度(%)	状態	麻 酔 時 間		恢 復 時 間	
		準生体	摘 出	準生体	摘 出
		測定事項	測定事項	測定事項	測定事項
1	{	100 (13.5)	100 (13.5)	100 (85.0)	32 (27.0)
		100 (12.5)	95 (12.0)	100 (71.0)	42 (30.0)
		100 (7.0)	107 (7.5)	103 (38.0)	79 (30.3)
		100 (13.0)	83 (10.5)	100 (50.0)	98 (49.0)
		100 (4.5)	187 (8.0)	100 (67.0)	40 (27.0)
2	{	100 (6.5)	100 (6.5)	100 (100.0)	31 (31.0)
		100 (8.0)	125 (10.0)	100 (112.0)	45 (51.0)
		100 (8.5)	124 (10.5)	100 (130.0)	58 (75.0)
		100 (8.0)	162 (13.0)	100 (108.0)	32 (35.0)
		100 (4.0)	186 (8.5)	100 (63.0)	71 (45.0)
		100 (3.5)	186 (6.0)	100 (90.0)	77 (70.0)
		100 (6.5)	184 (12.0)	100 (67.0)	119 (80.0)
		100 (5.0)	169 (8.0)	100 (90.0)	60 (54.0)
		100 (7.0)	135 (9.5)	100 (64.0)	81 (52.0)
		100 (5.5)	227 (12.5)	100 (59.0)	101 (60.0)
4	{	100 (4.5)	255 (11.5)	100 (61.0)	155 (105.0)
		100 (5.0)	170 (8.5)	100 (66.0)	89 (59.0)
		100 (12.0)	146 (17.5)	100 (100)	57 (57.0)
		100 (3.0)	300 (15.0)	100 (98.0)	47 (46.0)
		100 (3.5)	186 (6.5)	100 (100)	80 (80.0)
		100 (8.5)	146 (12.0)	100 (69.0)	82 (57.0)
		100 (11.0)	232 (15.5)	100 (59.0)	62 (37.0)

註：括弧内数字は絶対値(分)。括弧外数字は準生体の場合を100とした比率。麻酔薬 Novocain.

験を試みた。此の場合でも効果の判定には従来と同様腓腹筋の攣縮を選んだ。偕て隔離する手技を述べると、梨子状筋にて蔽われている部の坐骨神経下に Paraffin wax 製の舟型麻酔箱を挿入し生体と隔離し、また箱の両端を Vaseline

で止め麻酔液の漏出入を防止した。摘出神経の場合には使用前 Ringer 液中に保存するので同条件にてする為麻酔箱中の神経は一度 Ringer 液にて洗滌し体液を洗い流し、実験を行う事にした。尙対象としての摘出神経の場合は既述の如くで、得られた結果は第15表の如くである。

第15表を説明すると、生体内露出神経でも隔離すれば当然摘出神経と同様の状態となり麻酔並びに恢復時間共に遅延されるものと予期したが、後者の方のみで前者の方は低濃度の場合にはさて置いて生体融離神経の場合の方が摘出神経よりやはり時間が短くなっている。

ii) 生体より準生体内露出神経麻酔部位を隔離した時 (広範囲)

前項では隔離する神経が狭範囲であるので実験誤差を生じ易いので広範囲に神経を露出することとし梨子状筋のみならずそれより遠心部の組織をも出来るだけ損傷を与えぬよう切開し、露出し得られた神経を麻酔箱に挿入する事にした。その結果を示すと第16表の如くである。

第16表で判る事は神経を広範囲に露出しても摘出神経の麻酔時間より短い事である。

iii) 刺戟部位の近心部位を結紮した時

刺戟部位の近心部は摘出神経

の場合には切断され脊髄と無関係であるのに生体内神経の場合には連絡し刺戟する事に依って反射か他の因子が存在する恐れがあるので、表題の如き処置を行い両者の条件を一致させて行った結果第17表の如くになった。

第16表 麻酔部位を長距離露出せる場合

麻酔薬 濃度(%)	測定 事項	麻 酔 時 間	
		準 生 体	摘 出
2		100 (10.0)	130 (13.0)
		100 (7.5)	200 (15.0)
		100 (9.0)	122 (11.0)
		100 (13.0)	111 (14.5)
		100 (10.5)	175 (18.5)
		100 (9.5)	145 (13.5)

註：括弧内数字は絶対値(分)。括弧外数字は準生体の場合を100とした比率。麻酔薬 Novocain.

第17表 刺戟部位近心部神経を結紮した場合

麻酔薬 濃度(%)	測定 事項	麻 酔 時 間	
		準 生 体	摘 出
2		100 (10.0)	130 (13.0)
		100 (6.5)	107 (7.0)
		100 (7.5)	166 (12.5)
		100 (5.5)	236 (13.0)
		100 (4.5)	177 (8.0)
		100 (10.0)	165 (16.5)

註：括弧内数字は絶対値(分)。括弧外数字は準生体の場合を100とした比率。麻酔薬 Novocain.

第17表で判る事も準生体隔離神経の方がやはり麻酔時間が短く、従って刺戟部位より近心部を結紮する事は麻酔効果に対し何等影響を与えない事を経験した。

b. 摘出神経の場合

i) 緊張を考えた時

生体隔離神経に於いて神経露出部を麻酔箱に挿入する際多少の張力を与えるのでその影響が麻酔効果に及ぶのではないかと、摘出神経を用い麻酔箱により与えられる張力とほぼ同程度の張力を与え麻酔時間を測定した。第18表は其の結果である。

第18表 摘出神経に張力を与えた場合

麻酔薬 濃度(%)	測定 事項	麻 酔 時 間	
		緊 張	普 通
2		100 (6.5)	115 (7.5)
		100 (6.0)	116 (7.0)
		100 (9.0)	105 (9.5)
		100 (31.0)	86 (27.0)
		100 (20.0)	70 (14.0)
		100 (7.0)	214 (15.0)
		100 (12.5)	101 (13.0)

註：括弧内数字は絶対値(分)。括弧外数字は緊張した場合を100とした比率。麻酔薬 Novocain.

第19表 Ringer 液の影響を考えた時

麻酔薬 濃度(%)	測定 事項	麻 酔 時 間	
		準 生 体	摘 出
1		100 (5.0)	80 (4.0)
		100 (6.5)	100 (6.5)
2		100 (4.0)	112 (4.5)
		100 (4.5)	111 (5.0)
4		100 (3.5)	90 (3.0)
		100 (3.5)	100 (3.5)

註：括弧内数字は絶対値(分)。括弧外数字は準生体の場合を100とした比率。麻酔薬 Novocain.

摘出神経の場合：標本は Ringer 液に浸漬せず。

第18表で判ることは麻酔箱に依って与えられる張力の程度では神経への麻酔効果に何等相異をもたらさないことである。

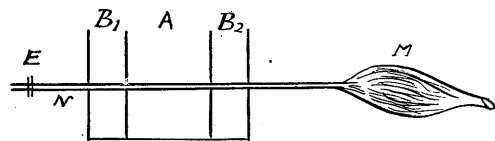
ii) Ringer 液の影響を考えた時

摘出神経を用いての実験の場合使用時まで Ringer 液に標本を浸漬させるのでその影響が麻酔時間に現われるのではないかと、摘出すると同時に麻酔箱に入れ実験を行った。第19表はその結果である。

第19表で判る事は Ringer に浸漬させない摘出神経を用いた場合には準生体の立場で行った場合と同程度の結果が示され、この事は血液が体液が神経に附着する事により麻酔が早められると云う考えを強調している。

iii) 二重麻酔箱を用いた時

前項でも触れた如く体液が神経麻酔時間を短縮させるのであるが、次の様な方法によって其の点を更に吟味した。即ち著者は第4図の如き二重麻酔箱を作製し B₁ 及び B₂ には血清を A には麻酔液を入れ、勿論神経が隔壁を横切る部分は Vaseline 液の移動を防止した。然して先ず A 部を Ringer 液で洗滌し、後麻酔液を注入して麻酔時間を測定した。なお対象とし B₁ 及び B₂ に Ringer 液のみを置き同様麻酔時間を測定



第4図 二重麻酔箱

A：麻酔箱。B₁ 及び B₂：血清箱。E：刺戟電極。
N：坐骨神経。M：腓腹筋。

第20表 二重麻酔箱を使用した時

麻酔薬 濃度(%)	測定 事項	麻酔時間	
		血 清	Ringer
2	状態	100 (10.0)	115 (11.5)
		100 (5.0)	270 (13.5)
		100 (4.0)	200 (8.0)
		100 (7.0)	128 (10.0)
		100 (4.0)	250 (10.0)
		100 (7.0)	128 (10.0)
		100 (6.5)	154 (10.0)
		100 (9.0)	127 (11.5)
		100 (5.0)	190 (9.5)

註：括弧内数字は絶対値(分)。括弧外数字は血清の場合を100とした比率。麻酔薬 Novocain。

し両者の結果を纏めると第20表の如くである。

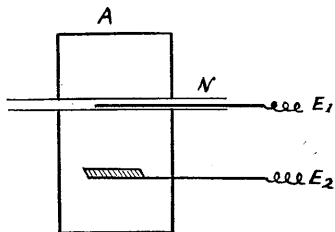
第20表で判るように麻酔箱の外側に血清を置いた場合の方が麻酔時間が短縮され、体液の存在価値を見事に示している。

iv) 神経の透過性を考えた時

麻酔効果の差異は神経結締組織鞘の透過性にもよるものではないかと結締組織鞘の電気抵抗という事に注目し第5図の如き被検箱を作製した。

即ち E_1 は白金線で被検体即ち神経幹Nに挿入して一極となし、 E_2 は白金板で他方極となし、被検箱Aの両極として Wheatstone bridge を利用して直流電気抵抗値を測定し其の透過性を求めた。併て実験手順を述べると先ず被検箱Aを生体内露出神経に麻酔箱を挿入した如く挿入し、同神経幹遠心切断端内に E_1 を挿入し電気抵抗値を計り、ついで同神経の両部を切断し生体より分離し再び電気抵抗値を測定した。尙被検箱中には Ringer 液を介在させた。その結果を示すと第21表の如くである。

第21表で判る事は生体内神経の方が摘出神経に比し電気抵抗値が少々高く透過性が悪いと考



第5図 被検箱

A: 被検箱。N: 神経幹。E₁: 白金線電極。E₂: 白金板電極

第21表 神経幹の抵抗値

切 断 前	切 断 後	差
13.5	13.9	0.4
14.0	14.1	0.1
16.5	16.7	0.2
16.6	16.9	0.3
17.1	17.4	0.3
18.3	18.3	0
18.3	18.3	0
18.7	19.0	0.3
19.3	19.4	0.1

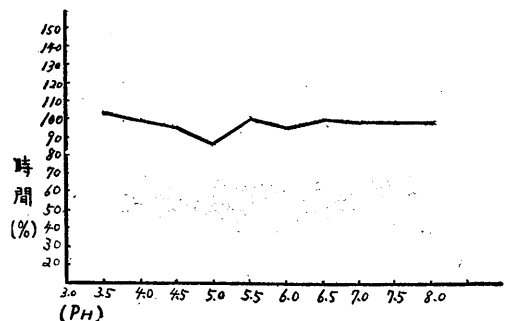
註：数字は Sliduc 移動の読み (mm)。

えられるけれど麻酔時間を短縮させるには影響が無いものと思つた。

v) 麻酔薬として Alcohol を用いた時

麻酔効果は pH の影響即ち麻酔液に対する体液の介在であることが明瞭になったので pH に麻酔効果が左右され無いと思われる麻酔薬 Alcohol を用い行う事にした。そこで Alcohol 麻酔の場合は果して pH を変化しても麻酔時間に影響が無いのか吟味する意味で緩衝液を用い pH 値を種々に変え、摘出神経を用いて麻酔時間を測定したところ第6図の如くになった。この場合も一側摘出神経は pH 7.0 の Alcohol の Ringer 溶液を用い麻酔時間を測り基準とし、それに対し任意 pH による麻酔時間を百分率で求め判定する事にした。

第6図に示されていることはその pH が変わってもその麻酔時間には大きな変動がないことであつて著者の目的に Alcohol が適することを認めた。そこで Alcohol を用い準生体内露出神経と摘出神経について麻酔効果を測定した所第22表の如き結果を得た。



第6図 pH の異なる Alcohol による麻酔時間

第22表 Alcohol を用いた場合の麻酔時間

麻酔薬 濃度(%)	状態	測定 事項	
		麻酔時間	摘出時間
20	{	100 (6.0)	108 (6.5)
		100 (6.5)	85 (5.5)
		100 (6.0)	91 (5.5)
		100 (5.5)	100 (5.5)
		100 (6.0)	91 (5.5)
10	{	100 (16.5)	88 (14.5)
		100 (17.5)	94 (16.5)
		100 (15.5)	112 (16.0)

註：括弧内数字は絶対値(分)。括弧外数字は準生体の場合を100とした比率。

第22表で判ることは麻酔薬として Alcohol を用いると両者の麻酔時間にあまり差異が認められず、前述のごとき麻酔時間短縮の成績は麻酔が pH の変動によって強く左右される麻酔薬 (Novocain 等) を使用したことに基づくのでそれは pH の影響即ち体液の存否の影響であると確言する事が出来る。

IV. 総 括

臨床時に於ける麻酔薬の使用はこれを生体に注入する事により神経を伝導する衝激を中断しその目的を達するのであるが、その麻酔効果を調べる基礎実験は何時も摘出神経を利用し条件が大いに異なるのである。そこで生体内の場合と摘出神経に於ける場合と何等かの相異があるのではないかと考え、前述の如き準生体的立場並びに摘出した立場の神経を対象として生体に於ける麻酔並びに恢復時間を検討した。その結果として遠心性神経でも求心性神経でも、生体内神経の方が摘出神経に比し麻酔し易く又恢復し易いことが判った。先ず麻酔時間について言えば、長尾等は麻酔薬は pH の変動により強く左

右され、最大効果を得るためには pH 7.4 が良いと言っており著者の結果もほぼ同様な点に到達している。即ち麻酔薬を生体内に用いることにより体液の存在が pH をかくの如き数値に近づかしめる。換言すれば生体内に於いて麻酔し易いことは、pH の影響即ち体液の存在の影響であると云える。この事は pH にて麻酔効果の左右されない Alcohol を用いた実験により見事に証明された。

恢復され易いのは麻酔薬による血管壁の拡張と血流の存在即ち血流による排除作用が原因であると思われる。

V. 結 論

1. 麻酔薬 (Novocain, Cocaine 及び Urethane 使用) を生体内神経に与えた場合は摘出神経に与えた場合に比し、麻酔時間及び恢復時間はいずれも短い。

2. 上記の事項は遠心性並びに求心性神経いずれに就いても言える。

3) 生体内神経の麻酔時間の早い事は体液の存在が、麻酔薬を麻酔効果の最もすぐれた pH 7.5 に近づかしめる為である。

4) 生体内神経の恢復時間の早い事は血液循環に依る排除作用の為である。

以上の事から生体内神経の麻酔は摘出神経に於けるより合目的であると思われる。

文 献

- 1) 加藤元一 (1954) 生理学 上巻 P.5-10, 98, 179-186, 259-274
- 2) 長尾喜景 (1952) 歯科学報 52, 11-16
- 3) 杉靖三郎 (1955年版) 最新麻酔学 第5章
- 4) 貫文三郎 (1955年版) 最新麻酔学 第11章
- 5) 石丸熊照 (昭和18年) 日本生理誌 8, 384

Summary

When one uses the narcotics in the clinic one observes the narcotic action by the injection of narcotics in the living body. But at the fundamental experiment one does the experiment of narcotism by the extractive nerve. Seeing the difference between the above two conditions the author experimented on the narcotic time and recovery time of the nerve in the living body or extractive nerve, using the cold blooded toad, by the novocaine,

cocaine and urethane as the narcotics. By any narcotic narcotism and recovery of the nerve in the living body is more easy than that of the extractive nerve. The author recognized that fact at centrifugal or centripetal nerve and inquired into the reasons of it.

Considering the narcotic time at first the author recognized the differences between the nerve in the living body and the extractive nerve are caused by the existence of body fluid in the circumference, the small tension by the narcotic chamber, the non-soak by the Ringer's solution before the experiment at the former.

From the above judgment the author recognized that the existence of body fluid is the maximal factor and that the pH of narcotics is changed by the body fluid and proved that fact by the experiment of the addition of serum into the narcotics or of the alcohol whose narcotic effect is not changed by the pH of solution.

The author then considered the recovery time and recognized the main factor of the difference is caused by the existence of blood circulation, and proved that fact by the experiment of stop of blood circulation at the nerve in the living body and of action of narcotics for the vein by the method of perfusion in the hind legs and the author obtained the results as follows:

1. The narcotic time and recovery time of the nerve in the living body by the narcotics (novocaine, cocaine and urethan) is shorter than those of the extractive nerve, and the above fact existed at the centrifugal nerve or centripetal nerve.

2. The easiness of narcotism at the nerve in the living body is caused by the fact that the body fluid changes the pH of narcotics into the optimal pH 7.5 for the narcotic effect.

3. The easiness of recovery at the nerve in the living body is caused by the removal action of the blood circulation.

(The Physiological Institute in the Dental Clinic at the House of Representatives)

生体内神経に麻酔薬を与えた場合の作用機転に

就いての研究 612.816.7:615.781:599.325

(第2報) 温血動物を用いて

Studies on the Action of Narcotic for the Nerve in the Living Body.

Report 2. (Using the Warm-Blood Animal)

板倉 一 民 (ITAKURA-Kazuomi)*

I. 序 言

著者は臨床的立場に於いては麻酔効果を得るため何時も生体内に麻酔薬を注入し、神経の衝撃伝導の中断を計るが、基礎的立場に於いては、摘出神経に麻酔薬を与え麻酔効果即ち神経の衝撃伝導の中断を計るのであるが、果してこの両者に差があるかどうか第1報にて述べた如く、冷血動物を用い実験を試みた所、生体内の神経は摘出せる神経より麻酔され易く又恢復され易い事を認めたのであるが、此处では温血動物についても同様な成績が得られるであろうか吟味した所聊か知見を得たので報告する。

II. 実験方法

実験動物には体重2~3kg 雌雄を考えない家兎を用い、前準備として体重1kgにつき1gの割の Urethane Ringer 溶液を家兎に注射し睡眠させ、固定台に腹位に固定した。生体内神経と隔離神経とは同一個体の左右側のものを用いた。先ず生体内神経について云えば、大腿皮膚の切開を行い、大腿二頭筋の脛側と大腿内転筋との間を開き同部を走る坐骨神経を露出し、近心部に刺戟電極を置き遠心部に麻酔薬 (Novocain) を綿花に充分しめして与え其後筋及び切開せる皮膚を動脈クレンメにて整復した。又生体隔離神経の方は、生体内の場合と同様坐骨神経を露出し、之を周囲組織よりセルロイド板にて隔離し、矢張り近心部に刺戟電極を置き遠心部には Paraffin wax で作った麻酔箱に依って麻酔薬 (Novocain) を与えた。尙麻酔効果判定の指標として坐骨神経支配筋である腓腹筋の筋

電図、同筋の攣縮を用いた。即ち筋電図の場合は同心針電極を腓腹筋に刺し誘導電極となし、直結増幅器を介して Braun 管 oscillograph にて動作電流の撮影観察を行った。此の場合の刺戟は solated out put stimulator に依って duration 0.05msec の矩形波電流を用いた。

攣縮の場合は両側腓腹筋の Achilles 腱を切斷し、切斷端より糸線を介し、横杆に直結し、筋の攣縮を塗煤せるキモグラフィンに両側同じに記録出来るように装置し観察を試みた。

以上は遠心性神経の場合であるが求心性の神経をも試みた。即ちこの場合手術法は前法の如くであるが、麻酔部位より遠心に刺戟電極を置き近心部より白金電極により誘導せる偽作流を Braun 管上に観察し麻酔効果の判定とした。

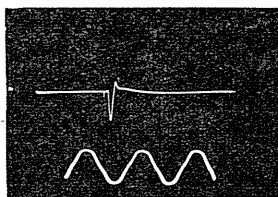
III. 実験成績

1. 遠心性神経の場合

a. 筋電図を指標とした場合

生体内および隔離神経に対し各濃度の麻酔薬 (Novocain) を与えその麻酔並びに恢復時間を筋電図を指標として測定した。即ち第1図の如き末梢支配筋である腓腹筋の筋電図は麻酔薬を与えることにより漸次消滅し、洗滌後漸次再現する。斯くして麻酔薬を神経に与えた後、支配筋の偽作流が全く消滅する迄の時間を麻酔時間

とし、麻酔部位を Ringer 液にて洗滌後わずかでも偽作流が再現するまでの時間を恢復時間とした。



第1図

time 50~

* 衆議院齒科生理学研究部 (所長 大久保信一)

第1表

温血動物神経に麻酔薬 (Novocain) を与えた場合の麻酔及び恢復時間

麻酔薬 濃度(%)	測定 事項 状態	麻酔時間		恢復時間	
		生	体 隔 離	生	体 隔 離
2	{	100 (9)	200 (18)	100 (27)	230 (62)
		100 (11)	327 (36)	100 (35)	254 (89)
4	{	100 (6)	400 (24)	100 (31)	290 (90)
		100 (6)	317 (19)	100 (27)	322 (87)
8	{	100(4.5)	356 (16)	100 (56)	241 (135)
		100 (5)	360 (18)	100 (63)	171 (108)

括弧外数字は生体 100 とせる百分率。括弧内数字は麻酔及び恢復時間の実測値(分)。

第2表 攣縮を指標とした場合

麻酔薬 濃度(%)	測定 事項 状態	麻酔時間		恢復時間	
		生	体 隔 離	生	体 隔 離
2	{	100 (9)	222 (21)	100 (35)	188 (66)
		100 (10)	190 (19)	100 (29)	251 (73)
4	{	100 (6)	333 (20)	100 (37)	266 (80)
		100(5.5)	327 (18)	100 (41)	208 (85)
8	{	100(4.5)	377 (17)	100 (57)	202 (115)
		100 (5)	300 (15)	100 (61)	205 (125)

括弧外数字は生体 100 とせる百分率。括弧内数字は実測値(分)。
麻酔薬 Novocain.

以上の如くにして、生体内及び隔離神経の時間の変化を求めた所第1表の如くである。

第1表を通覧すると何れの場合に於いても生体内神経の方が隔離神経より麻酔され易く又恢復され易いことが認められる。

b. 攣縮を指標とした場合

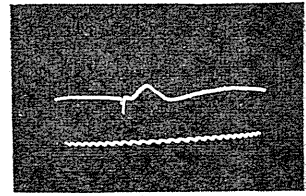
実験方法で述べたように装置し、腓腹筋の攣縮が全く消滅する迄を麻酔時間とし、洗滌後少しでも攣縮が始まる迄を恢復時間とし左右側神経に就いて生体内及び隔離の場合を比較すると第2表の如くである。

第2表で判ることはやはり生体内神経の方が

第3表 求心性神経の場合

麻酔薬 濃度(%)	測定 事項 状態	麻酔時間		恢復時間	
		生	体 隔 離	生	体 隔 離
2	{	100 (11)	173 (19)	100 (29)	228 (66)
		100 (10)	250 (25)	100 (34)	221 (75)
4	{	100 (6)	400 (24)	100 (32)	284 (91)
		100 (5)	400 (20)	100 (35)	270 (95)
8	{	100 (5)	340 (17)	100 (59)	237 (140)
		100(4.5)	422 (19)	100 (62)	164 (102)

括弧外数字は生体 100 とせる百分率。括弧内数字は麻酔及び恢復時間の実測値(分)。麻酔薬 Novocain.



第2図 time 1000~

隔離神経よりも麻酔され易く又恢復され易いことである。

2. 求心性神経の場合

今迄は遠心性の神経について実験を試みて来たが麻酔の実際の使用目的から求心性の神経についても同様試みた。即ち前述実験方法で述べた如き方法で行ったのであるが、先ず誘導された神経の偽作電流を oscillograph で観察すると第2図の如くである。しかして麻酔薬を与えてこの偽作流が完全に消滅するまでを麻酔時間、洗滌後再び現われ

るまでを恢復時間とし左右側について、生体内と隔離神経について比較すると第3表の如くである。

IV. 総括及び結論

第1報にて冷血動物莖について生体内神経と摘出神経についての麻酔時間及び恢復時間の差をあらゆる面より検討し、生体内神経の方が摘出神経より麻酔され易く又恢復され易いことを述べたが、温血動物家兎の坐骨神経を用い、生体内神経と生体より隔離せる状態の神経とでの麻酔効果を測定しても麻酔並に恢復時間はいずれも前者の状態の方が短時間であることが判った。然もこのことは求心性神経にも遠心性神経にも云える。

斯くて生体内神経に麻酔薬を与えたとき麻酔され易く恢復し易いということは、冷血動物と全く同様温血動物に於いても言えることが判った。

終りに臨み、御校閲を賜った慶応義塾大学医学部生理加藤元一教授に深謝し、御指導御鞭撻を頂いた所長大久保信一博士、並びに東京歯科大学生理伊藤秀三郎教授に鳴謝し、尚御助言を賜った東京女子医科大学生理富田恒男教授、東京歯科大学生理福本博講師並びに早稲田大学理工学部電気工学科杉本芳郎氏に対し、感謝する。

文 献

- 1) 加藤元一 (昭和29年) 生理学 上巻 P. 282
- 2) 時実利彦・吉井直三郎 (昭和27年) 筋電図の臨床 P. 15-37
- 3) 時実利彦・吉井直三郎 (昭和29年) 筋電図その臨床的応用 P. 1-18

Summary

The author does usually the injection of narcotics in the living body for the narcotic effect from the clinical standpoint and from the fundamental standpoint plans the stop of impulse conduction in nerve for the judgment of narcotic effect of narcotics on the extractive nerve. The author experiment by the cold blood animal, that is the toad, from all standpoints as Report 1 at the following fact. "The narcotism and recovery at the nerve in the living body is more easy than that at the extractive nerve".

And then the author investigated whether same result is obtained or not by the warm-blooded rabbit?

In this case the author selected the sciatic nerve and isolated the naked nerve from the body at wide range with paraffin wax and compared the difference between the isolated nerve and the nerve in the living body. At the centrifugal nerve the author selected the electromyogram or twitch curve of m. gastrocnemius which is innervated by that nerve, as the indicator, and at the centripetal nerve the author selected the action current of nerve, as the indicator.

And then the author recognized that at the centrifugal nerve or centripetal nerve the narcotism or recovery of the nerve in the living body is more easy than that of the isolated nerve.

(The Physiological Institute in the Dental Clinic at the House of Representatives)

諸種痙攣物質の頸動脈並に椎骨動脈注射による

中枢神経運動系の研究 612.822:612.014.46

Studies on the Three Types of Convulsive Movement, Induced by Injection of Various Convulsant Substances into the Carotid and Vertebral Arteries

千葉正子 (CHIBA-Masako)*

I. 緒言

大脳皮質及び線状体、視牀、中脳等の灰白質に直接に少量の物質を与えることによって中枢神経運動系の研究が出来ること、之等の灰白質の中には電気的刺戟に応じ難かったために従来運動系節細胞が存在することに就いて生理学的の確証がなかったものも、斯くの如く化学的刺戟には鋭敏に応ずることが発見せられて以来、nicotine, strychnine, picrotoxin, cardiazol, glutamin 酸 Na, asparagine 酸 Na, 枸橼酸 Na 等、物質の種類及び投与部位に応じて動物に間代性痙攣 (KK) 交代性痙攣 (LK) 等を分離して起させ、其の発現の機制及び径路に就いて多くの実験成績がもたらされた。此れ等の化学的刺戟の中、nicotine 其の他の alkaloid および cardiazol 等は静脈注射によってもまた其の量によって複雑な運動現象を起させるものであるが、glutamine 酸 Na, asparagine 酸 Na, 枸橼酸 Na 等の如き物質は静脈注射によっては何等の運動現象も生じない。それは1つに中枢神経運動系の一定の節細胞に特異的な作用を表わす有効濃度が高いことを必要とするのであろう。此の考えが若しも正しいならば、頸動脈又は椎骨動脈に之等物質の一定量を極めて早い速度で投与することによって運動系節細胞を刺戟することが出来るであろう。

そこで私は血流を介する脳髓諸部の略同時的な化学的刺戟方法として種々の化学物質の総頸動脈または椎骨動脈注射を利用し、且つそれに脳髓諸部の離断、剔除による省略法を使用して

強縮性痙攣 (TK)、間代性痙攣及び交代性痙攣の3種の痙攣につき其の発現の様相を観察したが、其の様式に一定の規則性のあることを認めたので其の結果に就き報告する。

II. 実験方法

実験は合計50匹の犬につき全部無麻酔の急性実験として行った。先ず総頸動脈は2%procaineの局所麻酔により両側を露出し、又椎骨動脈はorthpan sodaの静脈麻酔(体重1kg当り50mg)で後頭頸部の筋塊を除去し、第一頸椎(Atlas)と第二頸椎(Epistropheus)との間で両側を露出した。之等動脈への注射は適宜左右交互に行った。投与した物質はcardiazol, strychnine, eserine, atropin, acetylcholine, glutamine 酸 Na, asparagine 酸 Na, 枸橼酸 Na, cyan-Na及び高張の食塩、塩化加里、塩化安門、葡萄糖等の各溶液で、注射は出来る丈急速度にし、注射液量により多少の差はあるが凡て5秒以内、大抵1~2秒で行う。斯様な速度の範囲で上記物質の夫々につき各種の痙攣を起すに足る濃度と量を選んだが、注射液量是用いた濃度では5cc以下で、大抵2cc前後とする事が出来た。

脳髓諸部の離断及び剔除手術は従来我が教室で用いられている方法に従い¹⁾²⁾、視牀動物、中脳動物および其れ等に小脳剔除を追加した動物、延髄動物等を用いた。特に延髄動物では小脳下脚の下縁部で水平断を行い、前庭核破壊による四肢弛緩は生ずるが呼吸は保たれている状態で実験を行った。

動物は頭部を固定した背位又は腹位として四肢の緊縛を弛め、その運動が妨げられぬようにして観察し、各種痙攣の潜時は注射開始より数

* 元慶応義塾大学医学部生理学教室
現東京医科大学生理学教室

えて其の出現迄の時間として記載する。離断及び剔除手術の実験例に於いては実験終了後に脳髓を取り出し 10% formalin で固定して手術の成否を肉眼的に確めた。

Ⅲ. 実験結果

1. 諸種化学物質の総頸動脈又は椎骨動脈注射による痙攣とその発現様式

cardiazol, strychnine, glutamine 酸 Na, asparagine 酸 Na 及び枸橼酸 Na では、第 1 表に示すように、3 種の痙攣が互に略々等しい閾量で容易に起ったので、その発現様式を比較し相互の関係を知るに都合よかった。

即ち之等の物質の注射による痙攣は、一般に TK→KK→LK の順序で起って居り、それは特に cardiazol, glutamine 酸 Na 及び asparagine 酸 Na に於いて明瞭であった。また物質により外少の程度の差はあるが、3 種の痙攣中 TK の閾量は他の 2 種の痙攣に比し低い傾が認められた。併し又 3 種の痙攣は必しも常に全部揃って起るとは限らず、互に分離して現われる場合もあり、更に其の発現順序も例えば strychnine, 枸橼酸 Na, acetylcholine 等に於ける如く、屢々前記の一般的傾向から逆れて前後の順序が互に入れ換った場合 (KK→TK, LK→TK, TK→LK→KK 等) があつた。痙攣の潜時に就いては、此れ等の物質のいずれに於いても TK は大抵 2 秒位、KK は数秒位、LK は十数秒乃至数十秒で、夫々一定範囲内の値を示した。ただ acetylcholine だけは KK が起り難く、たまたま起った場合も其の潜時は可なり長く 3 分位であ

つた。

何れにしても此れ等の事実は、3 種の痙攣が互に他と影響し合うことはあつても、その発現機制は夫々独立したものであることを示すと共に頭部通電や cardiazol 注射による shock 療法の場合に典型的な形でおこる痙攣発現の一定順序 (TK→KK→LK) は其れ等の至適刺激に対する各種痙攣の潜時の差によるものであると解される。

次に eserine, acetylcholine, cyan-Na 並びに高張の無機塩類および葡萄糖溶液では前記の諸物質と異なり、3 種の痙攣の起り方がまちまちで、各物質による痙攣発現の様式を一括表示し難いため、以下各物質別々にその主要な特徴を記載する。

salicyl 酸 eserine (8 例, 10 回注射)

i) 注射量：体重 1kg 当り 0.2~0.6mg の場合が多かったが、2.5mg 及び 5mg の例が各 1 回あつた。

ii) 運動現象：全例に於いて注射直後は全く平静で、この点注射直後に必ず激しい暴れと唸りを伴った acetylcholine の場合との対比が著しい。

a) TK は一般に項背部及び四肢の伸筋強縮として現われ対側が特に著明である。潜時は注射量の大小に応じて十数秒から 2 分位の間にあり、対側前肢の伸筋強縮に初って次第に他の肢に及ぶことが多い。併し発現及び波及が緩慢であること、注射後長く伸筋硬直が残ること等のために硬直 (rigidity) との区別が困難である。時として上半身の伸筋強縮と共に後肢の持続的な屈筋強縮の起る場合があり、後肢を屈して臀を丸め、尾を内股に丸め込んだ特有の屈曲位を取ることがあつた。これは TK と云うよりも姿勢の変化として数十分に亘って維持された。

b) KK は一般に起り難く、起つたのは 10 回の注射例中 1 回だけであつたが、それは典型的な形であつたので次に其の全経過を記す。

犬. 8. 15kg. eserine 注射を行う約 1 時間前に 0.1%

第 1 表 無処置動物に於ける諸種化学物質の頸動脈注射による痙攣の種類及び発現の順序

注 射 物 質	注射閾量 (体重 1kg 当)	注射回数	痙攣発現の度合			痙攣発現の順序	
			TK	KK	LK	TK→KK→LK	其 他 の 順 序
cardiazol (10%)	10~20mg	9	9/9*	8/9	6/9	8/9*	(-)
	椎骨動脈 3mg	4	4/4	4/4	3/4	4/4	(-)
strychnine (0.1%)	0.3mg	2	2/2	2/2	1/2	1/2	KK→TK→KK→LK(1/2)*
glutamine 酸 Na (2mol)	0.25~0.5mM	14	12/14	10/14	7/14	11/14	(-)
asparagine 酸 Na (2mol)	0.22~0.56mM	10	10/10	6/10	4/10	7/10	(-)
枸橼酸 Na (1mol)	0.14mM	4	4/4	3/4	3/4	1/4	KK→TK→KK→LK(2/4)
acetylcholine	2~10mg	7	7/7	1/7	4/7	1/7	TK→LK→KK (1/7)
							LK→TK (2/7)

* 分数は分母が同じ実験の総回数、分子はその中で標示痙攣又はそれ等の標示発現順序が起った回数を表わす。

adrenaline 2cc を右側頸動脈より注射し、何等の運動現象も認められなかったものである。之れに salicyl 酸 eserine 8mg/2.5cc/1" (体重 1kg 当り 0.6mg) を右側頸動脈から注射すると、注射開始より15秒目に耳に振顫現われ、次いで呼吸深く且つ速くなると共に左後肢に rhythm の速い KK が始り、40秒目に KK は全肢に波及して典型的な痙攣となった。2分目にも KK は継続しながら同時に全肢に伸筋強縮が加わった。3分目より KK は衰え初め、rhythm 緩徐に、振幅大となってやがて止んだ。次いで咀嚼運動現われ相当時間続いた。KK の終わった後伸筋強直が全肢に出た。

c) LK は10回の注射例中1回も起らなかった。

iii) 反射亢進：腱反射、特に膝蓋腱反射亢進は全例に著明に認められ、注射後1時間位続く。又四肢、殊に後肢の皮膚に触れると、上記特有な後肢の屈筋反射が起るが、而も此の際後肢の伸筋には他動的抵抗が認められる。

塩化 acetylcholine (5例, 7回注射)

第1表からも予想される様に、動物及び注射量による反応の相違が著しく、結果を概括し難い点があるので次に代表例として1例につき記載する。

犬。♀。10kg. acetylcholine 注射を行う30分前および15分前の2回にわたり体重 1kg 当り合計 0.5mg の eserine を右側総頸動脈より注射し、前記した eserine に特有の強縮姿勢及び反射亢進の状態にあった。これに塩化 acetylcholine 50mg/1.5cc/1" (体重 1kg 当り 5mg) を右側頸動脈から注射したところ、

直 後 暴れ激しく、其の間呼吸数は減少した。

30秒目 暴れから LK に移り、それは最初左側に著明であったが次第に全肢に波及した。

50秒目 LK 中絶して asparagine 酸 Na の注射の或る例に見られたと同様な特有の強縮姿勢 (opisthotonus) 及び両前肢伸展、両後肢は股関節で屈し、膝及び足関節で伸展し、尾は拳上) に移り、その状態を数秒続けた後、再び LK 現われ、10秒続いて LK 終る。それと共に上記の強縮姿勢再現す。

1分30秒目 此の時、上記の強縮姿勢くずれると共に呼吸数は1分3回に減じ、呼吸位での無呼吸状態が介在する。

4分目 呼吸及び心搏動停止の下に死亡。

硫酸 atropine (2例)

注射量によって反応が違い、体重 1kg 当り 1.2mg では四肢の弛緩が起るだけで運動現象は認められぬが、1kg 当り 1.5mg 位になると四肢の伸筋強直が一側性に現われて来て、動物は放置してあればおとなしく眠っているが、皮膚刺激に対し過敏で、四肢に一寸触れただけで啼き暴れて後肢の屈筋反射と共に LK が頓挫的に起り、再び静って眠り勝ちとなり、何回でも此れを繰返す事が出来る。追加注射により全量 2.0~2.5mg (体重 1kg 当り) になると全肢に伸筋強直が現われると共に、啼き叫びを伴って LK がひとりでに起り、30分位も続いた。1.5mg から 2.0mg の間の注射量では眠りを伴う LK 停止の相と目覚めと啼き叫びを伴う LK

発現の相とが数秒の間隔で規則的に交代したのは、特徴的であった。此れ等の反応は注射後 2~3 分目から徐々に現われ、5分目から10分目頃にかけて著明となった。KK は1回も起らなかった。

NaCN (1例, 3回注射)

1% 液体重 1kg 当り 2mg の注射により強迫性呼吸と全身、四肢の伸筋強直が持続したが、其の間主として前肢に LK が反復出現して1時間に及んだ。KK は全経過中、反復注射によっても1回も起らなかった。

高張の葡萄糖及び無機塩類溶液 (各2例)

4mol の葡萄糖液 3cc の注射では直後に短時間の暴れ (強い不規則な自発的の運動) が起った他は硬直や痙攣等の現象は認められなかったが、4mol の NaCl、2mol 及び 4mol の NH_4Cl 並びに等張、2mol 及び 4mol の KCl 溶液の各々 3cc 位の注射では何れも 2~3 秒から30秒位の潜時で、項背部及び四肢の伸筋強縮が起り、注射量が少い場合には其の対側性が明瞭に認められた。特に NaCl の場合はその後伸筋強直が残る、数分乃至数十分に亘って去脳硬直様の姿勢を維持した。KK は 4mol NaCl と 4mol KCl の各1例に於いてのみ十数秒と数秒の潜時で、TK に引き続き振顫様の rhythm 速きものが 2~3 秒続いただけであった。LK はこれに反し起り易く、4mol NaCl では2例とも 4mol NH_4Cl では2例中1例に於いて全肢の典型的な形で起った。それは NH_4Cl の場合には潜時10秒、持続12秒で速かに経過したが、NaCl では数分乃至30分の潜時の後はじめて現われ、1分位の休止期を以て20秒前後の持続で1時間以上に亘り十数回反復して起った。斯様に同じく 4mol の高張ではあるが、NaCl、KCl、 NH_4Cl では葡萄糖に見られぬ痙攣が起り得る。

以上の物質の注射例を通覧すると、各種の痙攣の起り方には物質による夫々の特徴があつて、acetylcholine 及び 4mol 食塩水では KK は起り難いが LK は起り易く、eserine では KK は起り難いと共に LK も全く起らず、atropine 及び NaCN では KK は1度も起らぬが LK は容易に起ると云った結果であつた。此のことは前記の如く3種の痙攣の発現機制が互に独立したものであることを考慮すれば容易に理解し得ると共に、脳髓諸部に対する複合的的刺激法とも云うべき総頸動脈注射によっても注射物質の種類及び量に応じて3種の痙攣が分割され得ることを示している。

2. 視床動物、中脳動物および延髄動物に於ける cardiazol の総頸動脈又は椎骨動脈注射による各種痙攣の発現様式

此の場合の注射物質としては最も典型的な形で3種の痙攣を生ずる cardiazol を用いた。

第2表

視牀、中脳、延髄各動物に於ける10%cardiazolの頸動脈又は椎骨動脈注射による痙攣の種類

標 本	注射箇所	注射回数	痙攣発現の変合			痙攣持続時間(平均値)	
			TK	KK	LK	KK	LK
無処置動物 (対照)	頸動脈	9	9/9*	8/9	6/9	1分40秒	46秒
	椎骨動脈	4	4/4	4/4	3/4	1分10秒	56秒
視牀動物	頸動脈	10	8/10	6/10	7/10	25秒	3分45秒
中脳動物	頸動脈	5	4/5	3/5	5/5	1分20秒	4分30秒
延髄動物	頸動脈	4	1/4	0/4	0/4	—	—
	椎骨動脈	5	1/5	0/5	0/5	—	—

* 分数は分母が実験の総回数、分子は其の中で標本痙攣の起った回数を表わす。

その実験結果は第2表に一括表示した。

第2表の示す様に、視牀動物及び中脳動物のcardiazol 総頸動脈注射では3種の痙攣の何れもが起ったが、無処置動物の場合に比しKKは減弱し、LKは増強する傾向が認められた。此のことはcardiazolの刺激によって起るKK及びLKの発動と継続に関係のある神経核が中脳断位以下にも猶存在すること及び其の場合大脳の存在はKKに関しては促進的影響を及しているが、LKに関しては抑制的影響が強いことを示している。

延髄動物のcardiazol 椎骨動脈注射では、対

照としての無処置動物で椎骨動脈注射が総頸動脈注射の閾量の1/3の量で3種の痙攣全部を完全な形で起すのに対し、KKもLKもともに全く起らず、TKのみ時として認められたに過ぎなかった。此のことはcardiazolの刺激によってKKおよびLKを発動し得る核が前庭神経核より下方の延髄部分には存在しないことを示している。

猶、延髄動物に於けるcardiazol注射の1例に於いて、延髄断位の離断不十分でその右側縁が僅かに残り、手術後左側前後肢は完全に弛緩したのに右側前後肢には去脳硬直が出現した場合があった。之に10%cardiazolを体重1kg当り40mg右側総頸動脈より注射したところ全肢のKKが起って1分20秒続いた。TKは認め難く、LKはKKが終って15秒後に右側後肢にのみそれらしいものが一寸現われて直ぐ止んだ。此の偶然の事実はKKの径路が延髄下半部の側縁に於いて両側性に保たれている事を示唆し、中邑³⁾の実験成績と一致している。

第3表 10%cardiazol 頸動脈注射による各種痙攣の発現に対する小脳剔除の影響

犬 実験 番号	標 本	小脳 剔除	注射量 (体重1kg当) (mg)	痙 攣 発 現 様 式			
				発現の有無及び順序	持 続 (秒)		LK の 特 徴
					KK	LK	
41	無処置動物	前	30	TK→KK→LK (+) (+) (+)	70	30	全肢に典型的
		後	40	TK→KK→LK (+) (+) (±)	120*	5	注射側の対側前後肢の不規則な間代運動
42	無処置動物	前	16	TK→KK→LK (+) (+) (+)	68	53	全肢に典型的
		後	20	TK→KK→LK→KK (+) (+) (±) (+)	105*	2	LKは発動しかけて直ちにKKに抑えられ頓挫す
52	視 牀 動 物	前	20	TK→LK, KK(-) (+) (±)	0	40	全肢に典型的で激しい
		後	30	TK→KK→LK→KK (+) (+) (-) (+)	300 (断続的)	5	全肢にあるが緩徐で弱く、頓挫的
34	中 脳 動 物	前	20	TK→KK→LK→KK→LK (+) (+) (+) (+) (+)	113	70	全肢に典型的
		後	30	KK→TK, LK(-) (+) (+)	135	0	
39	中 脳 動 物	前	20	KK→LK, TK(-) (+) (+) (+)	9	75	全肢に典型的
		後	30	KK→LK→TK (+) (-) (+)	8	37	注射側の対側後肢にLK様 rhythmの間代運動

* 小脳剔除後に於けるKKの増強は注射量の増加にもよると思われる。

3. cardiazol の総頸動脈注射による各種痙攣に対する小脳剔除の影響

前記した様に諸種化学物質の頸動脈注射によるLKの発現準備状態に於いては、四肢及び首の筋の固有反射刺激又は迷路性刺激が反射性にLKを誘発したり抑止したりすることが見られたので、無処置動物4匹、視牀動物2匹及び中脳動物2匹に就きその小脳剔除の前後に於いてcardiazolの総頸動脈注射を行った。剔除後の注射は手術終了後15分乃至30分経て行い、且つ各種痙攣に対するcardiazolの閾値が手術後上昇することを考慮して注射量を増加した。

その実験結果は第3表に一括した5例の代表例の示す如くである。

即ち小脳剔除前には無処置動物、視牀動物及び中脳動物共に3種の痙攣が略定型的に且つ通常の順序で発現し、殊に視牀中脳動物ではLKの発現が促進される傾向にあったが、剔除後にはTKとKKとは其の潜時及び持続等剔除前と大差なき発現様式を示したにも拘らず、LKだけは全例とも明らかに減弱した。例えば無処置動物では2例は全くLK起らず、他の2例では不完全な頓挫型として短時間現われただけであり、視牀動物では2例中1回だけ全肢のLKが頓挫的に数秒見られたに過ぎず、中脳動物では2例3回の注射例中、1回はLK全く起らず、他の2回に於いてもKK終了後単肢にLK様rhythmで間代性の屈伸運動が起った場合と四肢に左右交互性のない不規則な間代性の屈伸運動が短時間認められた場合とがあっただけである。

IV. 総括的考察

以上の実験結果を考察するにあたり、総頸動脈から注射された物質が脳髓のどの領域に分布されるものであるかをあらかじめ知って置く必要がある。犬の脳血管分布に関する諸家の解剖学的⁴⁾及び生理学的⁶⁾研究を通覧すると、犬では脳血管の吻合形成が他の哺乳動物に比し著しく発達して居り、内外頸動脈の分岐部より末梢に於いて外頸動脈から分枝する後頭動脈(A. occipitalis)と眼動脈(A. ophthalmica)の

二枝の中前者は第1頸椎(Atlas)の周辺で椎骨動脈との間に豊富な吻合環を形成し、後者は内眼動脈(A. ophthalmica interna)を吻合枝として内頸動脈とWillis環より近心部で連絡している。斯様な解剖学的副行路が正常状態では機能的にどの程度に仿っているかは主として局所の水力学的条件によって規定されるものと思われる。例えば内頸動脈又は椎骨動脈の閉塞によって吻合部より末梢の領域の血管内圧や抵抗が減ずれば、総頸動脈からの血液は外頸動脈を経て前記した2様の吻合を介し、閉された動脈の支配領域に流入する事はBouckaert & Heymansの実験⁷⁾からも想像出来る。しかし無処置の場合、総頸動脈からの注射物質がより多く注射側の前脳領域に達する事は、人間ではangiogramによる証明⁸⁾があり、猿及び兎に就いてはDFPの総頸動脈注射に関するHimwich⁹⁾¹⁰⁾¹¹⁾等の実験結果が示唆している。犬にも同様な傾向のあることは、私の実験例に於いて高張無機塩類、acetylcholine, asparagine 酸Na等の総頸動脈注射の場合、注射量が全身性の反応を起すに足らぬ時はTK又はLKが屢々注射側と反対側の肢に現われたことによって想像される。但し上記の様に吻合形成の特に発達した犬では急速注射による加圧のために、一側総頸動脈からの注射物質の幾分かが対側の前脳領域及び基底動脈(A. basilaris)の支配する中脳以下の領域にも運ばれる可能性が多いと思ってよいであろう。従って総頸動脈注射によって化学物質を与える時は、脳髓諸部は多少の差はあれ略同時に化学的刺激を受けることになると考えてよい。

斯様に複合した刺激条件に於いて、諸種化学物質に対する痙攣の発現様式が種々の変改を受けて複雑した様相を呈しながらも物質の種類による一定の特徴が保たれていると共に、3種の痙攣が互に独立した発現機制として捉えられ得ることは興味がある。

脳髓諸部の同時的刺激と云う点で頸動脈注射による化学的刺激は頭部通電の電氣的刺激に或る程度匹敵するが、後者とちがってTK, KK, LKの3つの発現機制に対する物質の選択的作

用が認められ、注射物質の種類と量に応じて3種の痙攣を分割し得る点で意味がある。

1) 第1に指摘すべきは大脳皮質運動領ではKKを選択的に生ぜしめるとせられたstrychnine, cardiazol, glutamine 酸 Na 等が頸動脈注射によってKKのみならずTKもLKも同じく容易に起して来ると言う点である。

asparagine 酸 Na に就いては、明らかに皮質に於いても2molではTK及びKKを、1mol又はそれ以下ではTKのみを起すことは判っている¹²⁾。此の意味ではglutamine 酸 Naの頸動脈注射ではKKは皮質に於いてTKは視床又は中脳に於いてと言う様に発現の部位を異にするかも知れない。部位を異にした相互の影響は他の報告(天野、未発表)にも現われている。のみならずglutamine 酸 Naは小脳皮質からは自律現象(例えば瞳孔散大¹³⁾)を生ぜしめること、更に大脳皮質帯回からは0.5mol以下で胃腸運動に対する影響を、1.5mol以上となってKKを起すことも見られているので(小野、未発表)、本来は一般に化学的刺戟に対しても各運動系節細胞が閾値を異にして発動するものであろう。

2) そこで頸動脈注射による化学的刺戟の場合、3種の痙攣の発現が夫々独立した機制に基づいているとして、其の際継起する各種痙攣相互の関係及び夫々の発現に関係のある諸条件に就いて次に2, 3の事実に触れたい。

(i) TKは屈伸一様でなかったが(それは動物の固定の際の姿勢が一定でなかった事とも関係があるかも知れない)、特に伸筋強縮がどの物質の場合にも最も容易に、他の2種の痙攣に先んじて起った事は本来其の発現機制が生理学的に他の運動現象の前提乃至背景たるべく組立てられているのによるのではないであろうか。

(ii) TKとKKの関係では、一般にTKの潜時及び閾量はKKより小なる為、その発現の様子はcardiazol, glutamine 酸 Na, asparagine 酸 Na 及び4mol食塩水等に於けるようにTKがKKに僅かに先行して起り、TKの持続中にKKが起って両者相伴うか、又は枸橼酸 Na 及びeserineの或る場合に見られた様に、KKが

先ず起り、其の継続中にTKが現われて加わると云った如くであった。即ち両者は其の潜時の差によって互に発現が相前後して起るが、他を排し合うことはなく共存し得るものである。

(iii) TKとLKの関係は、例えば前記したacetylcholineの例で見られた如く、LKの継続中にTKが起って来た場合には、後者の発現中は前者が中絶され、夫々の完全な発現のためには両者は同時に共存し難く、互に他を排して起っている。

(iv) KKとLKとの関係に就いては、一方から他方へ移行する場合は多く、且つ其の移行期に両者の混在することはあるが、両者が明瞭に同伴して続いた例はなかった。そして先行するKKの持続時間が長ければ長い程、後に続くLKの潜時が押し延ばされる傾向が認められ、KKが数分に互って反復して続く場合にはLKは終りに出現しなかった。即ちKKとLKは互に共存し難く、他を排して発現し、KKの継続中はLKの出現が抑えられているものと思われる。

(v) TKと伸筋硬直の区別は発現中は困難であるが、伸筋硬直とKKとの関係を辿ると、cardiazol注射の数例に於いて屈筋強縮のままの姿勢でKKが続き、其の止んだ時も伸筋硬直の認められなかった場合は、はっきりKKの発現中硬直はなかったと云い得るし、KKが止んだ後やがて徐々に出現し、次第に増強した場合にはそれがTKではなくて硬直であることが云える。他方、注射前明かな硬直を示した状態のまま注射によってKKが発現する場合、または注射により随伴する伸筋強縮の状態でKKが起り、その終わった後にも伸筋硬直が長く残る場合等がある。従ってKKは伸筋硬直の存否とは無関係に発現し得るものであることがわかる。

伸筋硬直とLKとの関係に就いては、例えば高張食塩水又はatropineの注射例で、四肢に明らかな硬直のある状態でLKが容易に自発的または反射性に現われ、而も先ず四肢又は全身の伸筋強縮が著明に出現すると思う間もなく其れに直ぐ続いてLKが起って来ると言う現象が見

られたが、それが硬直であるとの断定は出来ない。但し伸筋緊張の増加と LK の発動との間には何等かの関連があることは想像される。

之に反して KK 又は LK が激しく続いて終わった時、其の発現前又は発現中に存在した伸筋緊張が消失して代りに全肢の著しい弛緩が現われる場合があり、殊に注射前既に硬直の見られた動物にあっては此の弛緩に続いて再び強い伸筋緊張が後肢から始めて前肢に及んで行く過程が見られた。このことはそれが明らかに硬直であったと云い得ると共に、KK 又は LK の終わった時、硬直に対する制止が発生していた証拠である。此れ等のことから KK 又は LK と硬直の発生又は制止との間に或る関連のあることは指摘出来る。

(vi) LK の発現に就いては、既に KK と相拮抗することを指摘したが、その他に延髄錐体切新犬では極めて起り易いことから¹⁴⁾錐体路系が制止していること、小脳性歩行運動もあることから¹⁵⁾ LK に対しては特に小脳も意味を有することも指摘されている。私の実験では第2表及び第3表に示す様に cardiazol 頸動脈注射による LK は視牀動物、中脳動物では起り易くなること及び小脳の存在する方が起り易いことだけは云える。

(vii) atropine の注射例に於いて先ず弛緩が起る事実は、atropine が acetylcholine による KK を抑制する作用のある事も報告⁹⁾¹⁰⁾¹⁶⁾されているが、皮質若くは間、中脳等の骨骼筋緊張系に作用するものと思われる。そして atropine の注射量の増加と共に伸筋硬直が次第に全肢に波及することは抑制系の麻痺を意味するものではなからうか。

又 cyan-Na、高張食塩水の例でも明らかな硬直を伴うことは同じ抑制系が多少共遮断されたことを示唆している。殊に cyanogen に就いては、nicotine による皮質性 KK が cyan-加里の皮質注射によって抑制されると云う伊藤¹⁷⁾の実験成績とも関連するであろう。又錐体路系からの解放現象によって LK の発現の準備状態が生ずる現象¹⁴⁾とも関連しているであろう。

(viii) 斯様な LK 準備状態に於いて諸種の外来刺激によって LK が反射性に誘発される諸事実は其の回路を想定する上で参考となる。外来刺激としては四肢の他動的屈伸又は首の他動的廻転による固有反射刺激、皮膚の触覚又は傷害刺激、尿道粘膜等の内臓刺激が有効であった。殊に四肢の他動的屈伸は枸橼酸 Na、cyan-Na、atropine、高張食塩水及び cardiazol 等の注射例でも最も有効であることが認められた。皮膚刺激に就いては枸橼酸 Na の注射例で外陰部皮膚の傷害刺激が有効であり、而もそれは LK の起る肢とは反対側の皮膚にのみ限り、同側の皮膚では全く無効の場合があった。内臓刺激と思われるものは、高張食塩水の注射例に於いて頸動脈及び其の附近をいじることや尿道に catheter を挿入することにより明らかに LK が誘発された場合である。

以上の事実は四肢や首の筋に由来する固有反射刺激及び首の廻転に由来する迷路刺激の流入所である小脳が LK の発動又は継続にとって重要な役を演じていることを想わせると共に、皮膚の傷害刺激及び内臓刺激等の流入所でもある視牀が LK の回路に含まれていることを示唆している。上記した枸橼酸 Na の例のみならず、atropine の例に於ける皮膚触覚刺激の場合が視牀の興奮状態をはっきり示していると思われる。恐らく小脳は、視牀又は中脳の準位以下に於いても、其の遠心路によって LK の回路に影響を及すものであろう。猶、LK の発動に関して興味あるのは前記枸橼酸 Na の例に於いて、頭部の他動的廻転に応じて伸筋緊張の増強した側の前後肢に LK が起ると同時に反対側の筋弛緩を来たした前後肢ではそれ迄あった LK が直ちに抑止される現象の見られたことである。又 atropine 注射の例で首の後屈と共に伸筋緊張のたかまった両前肢に LK が誘発されて継続し、次いで首の前屈により両前肢が弛緩すると共に LK が直ちに抑止される現象も見られた。

V. 要 約

無麻酔犬の急性実験に於いて無処置、視牀、

中脳の各動物並に其等を小脳剔除した動物及び延髄動物に就き諸種物質の頸動脈又は椎骨動脈注射を行って3種の型の痙攣の発現様式を観察し、次の結果を得た。

1) 無処置動物では TK は使用した物質の殆んど凡てにより起り、其の閾量は他の2種の痙攣に比し低かった。3種の痙攣の凡てを起し得た物質は cardiazol, strychnine, sod. glutamate sod. asparate, sod. citrate, acetylcholine, 高張食塩水で、其の発現順序は一般に TK→KK→LK の順であったが、必ずしもそうでない場合もあった。此れ等の物質の中、cardiazol と glutamine 酸 Na では3種の痙攣の閾量が互に接近していたが、asparagine 酸 Na, acetylcholine 高張無機塩類溶液では TK の閾量は他の2種の痙攣に比し明らかに低かった。各種の痙攣の起り方は物質によって夫々特徴があり、例えば acetylcholine 及び高張食塩水では KK は起り難いが LK は起り易く εserine では KK は起り難く、且つ LK は全く起らず、atropine 及び cyan-Na では KK は1度も起らなかったが LK は起り易いと云った如くである。

又以上の物質の注射例を通じて3種の痙攣が夫々一定範囲内の潜時をもって互に独立に起り得ることが認められた。

2) 視牀動物及び中脳動物の cardiazol 総頸動脈注射では、3種の痙攣は何れも起ったが、無処置動物の場合に比べて KK は減弱し LK は増強する傾向が見られた。

3) 対照の無処置動物で椎骨動脈から cardiazol を注射した場合には総頸動脈注射閾量の1/3の量で3種の痙攣の凡てを完全な形で起し得たが、延髄動物での椎骨動脈注射では TK は時に認められたが KK 及び LK は全く起らなかった。

4) 無処置動物、視牀及び中脳動物の cardiazol 総頸動脈注射による各種痙攣の中 LK だけは小脳剔除後其の発現が減弱した。

5) 3種の痙攣の相互の関係及び、特に LK

の発現に関係のある諸条件に就いて考察した。

終りに臨み、加藤教授の御鞭撻と林教授の御指導並びに御校閲に対し深謝する。

文 献

- 1) 中邑 勇 (1943) 皮質性歩行様運動に就いて 条件反射 7, 11-22
- 2) 渡辺武之助 (1943) 小脳性癲癇痙攣と其の経路 条件反射 9/10, 49-72
- 3) 中邑 勇 (1943) 皮質性癲癇痙攣に関する錐体外路系に就いて 条件反射 6, 11-31
- 4) Ellenberger, W. u. H. Baum (1891) Anatomie des Hundes. Berlin.
- 5) Ljubomudroff, A. P. (1930) Über die Entwicklung der kollateralen Bahnen nach unterbindung der Aa. carotides u. Aa. vertebrales am Halse des Hundes. Z. J. Anat. u. Entwickl. 91, 452
- 6) Heymans, C. (1950) Survival and revival of nervous tissues after arrest of circulation. Physiol. Rev. 30, 375
- 7) Bouckaert, J. J. and C. Heymans (1936) On the reflex regulation of the cerebral blood flow and the cerebral vaso-motor tone. J. Physiol. 84, 367
- 8) 松田幸次郎 (1950) 脳の循環 生理学講座 8, II, 119
- 9) Essig, C. F. et al. (1950) An experimental analysis of biochemically induced circling behavior. J. Neurophysiol. 12, 269
- 10) Freedman, A. M. et al. (1949) Experimental production of electrical major convulsive patterns. Am. J. Physiol. 156, 117
- 11) Freedman, A. M. and H. E. Himwich (1949) DFP: Site of injection and variation in response. Am. J. Physiol. 156, 125
- 12) 松丸 忍 (1944) Glutamin 酸 Na 及び Asparagin 酸 Na の皮質運動領野並びに脊髄前角に対する作用 条件反射 11/12, 19-28
- 13) 須田 勇・阿部歌子・内山寿恵・水野節子 (1944) 小脳に関する実験 (I). 小脳の化学的刺戟による瞳孔、血圧、呼吸の変化 条件反射 11/12, 49
- 14) 小田 満 (1952) 皮質性歩行運動に対する錐体路系及び錐体外路系の関係 日本生理誌 14, 64
- 15) 清水 孝: 反射性交代性痙攣に対する小脳の働きについて (未発表)
- 16) Robinson, F. and R. A. Hughes (1951) Effects of adenine compounds on electrocortical activity. J. Neurophysiol. 14, 387
- 17) 伊藤国男 (1942) 皮質性癲癇痙攣の強靱さに就いて 条件反射 5, 47

Summary

The patterns of tonic-, clonic convulsive and locomotive movements induced by intra-

carotid and intra-vertebral injections of various convulsive substances were studied in unanaesthetized dogs which were intact, thalamic or mid-brain animals, with or without extirpation of the cerebellum, as well as medulla animals. The following results were obtained.

1) In intact animals tonic convulsion was induced by most of all the chemicals used, and at the lowest concentration among the three types of convulsion.

All types of convulsion could be induced by cardiazol, strychnine, sodium glutamate, sodium aspartate, sodium citrate, acetylcholine and hypertonic NaCl solution and the sequence of appearance was generally, but not always in the following order: tonic→clonic→locomotive.

Among these substances cardiazol and sodium glutamate have nearly the same thresholds for three types of convulsion, but those of acetylcholine and sodium aspartate and hypertonic NaCl solution for the tonic convulsion were lower than that for the two other types.

The occurrence of three types of convulsion was characteristic for various substances. For example, by acetylcholine and hypertonic NaCl solution it was easier to induce locomotive movement but difficult to produce clonic convulsion, whereas eserine could not induce locomotive movement at all but rarely evoke clonic convulsion. On the other hand atropin and NaCN induced always locomotive movement but not clonic convulsion at all.

Further, it was noted that by these agents three types of convulsion could be induced independently with one another, having each latency of definite ranges.

2) In the thalamic and mid-brain animals the intracarotid injection of cardiazol induced all three types of convulsion but comparing with intact animals the reduced clonic convulsion and augmented locomotive movement were generally observed.

3) In control intact animals the intra-vertebral injection of cardiazol induced all three types of convulsion in full development in lower doses (about 1/3) than the carotid arterial route, whereas in medulla animals the same injection could evoke neither clonic convulsion nor locomotive movement and only the tonic one was observed rarely in reduced form.

4) Of three types of convulsion evoked by intracarotid injection of cardiazol in intact, thalamic and mid-brain animals only the locomotive movement was reduced after the extirpation of cerebellum.

5) The relations between the three types of convulsive movement and especially the conditions concerning the occurrence of locomotive movement were discussed.

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

犬の両側レンズ状核切除手術による中枢運動系の変化について 612.822.6

The Acute and Chronic Results in Motor Behavior After the Complete Extirpation of both Lenticular Nuclei in Dogs.

小 山 生 子 (KOYAMA-Ikuko)*

I. 総 論

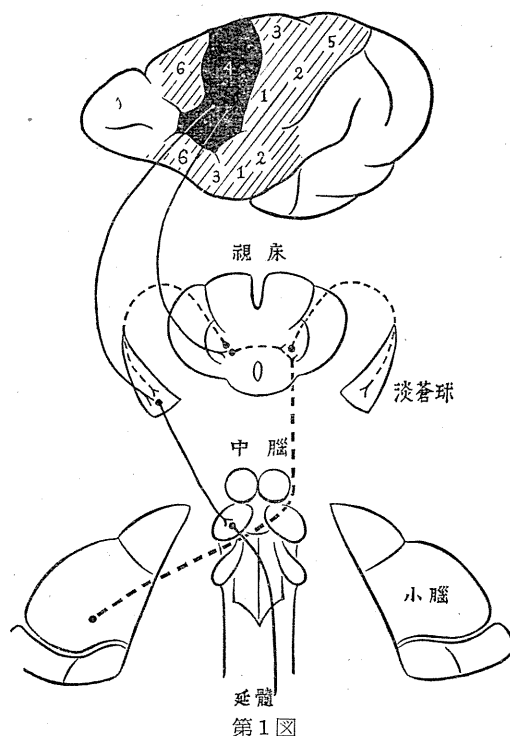
猿及び犬の中枢神経内灰白質を刺戟して、間代性痙攣が生ずる部位は須田¹⁾その他の研究によって次の5つの部位に限られることがわかった。即ち、1. 大脳皮質運動領及びその前後の部位、2. 視牀、3. レンズ状核、4. 小脳皮質、5. 中脳腹半である。之等の諸部位はいずれも定まった連絡を有し、第1図の様に皮質性間代性痙攣の中枢系路を形成しているのである。

皮質性間代性痙攣は所謂実験的癲癇痙攣と同じもので、恐らく人間に於いても癲癇痙攣の経路は略同じものであらうと想像せられていたが、小沢及びその学派はこの理論にもとづき猿及び犬より得た斯の如き経路が人間に於いても亦、1対1に対応しているとするならば、中脳黒質を切截すれば完全に癲癇痙攣を起らなくさせることが出来る筈である。この考えから小沢は、人間の Jackson 癲癇症及び真正癲癇症の患者の癲癇痙攣を手術的に治癒せしめる為には、中脳黒質を切截し黒質より下る神経径路を遮断すれば癲癇発作を消失せしめる事が出来ると考え、2, 3の症例を手術してみたが、手術が困難且つ生命の危険あるのみならず、一側切截によつては癲癇痙攣をうばい得た例はなかった。そこで1歩譲ってレンズ状核下端を切截すれば理論上中脳を除くそれより上断位の4つの部位より起る癲癇痙攣をうばい得ると考え、多数例に於いて之を施行し、その5年間の観察を1952年の外科学総会に於いて発表した²⁾。その結果は完全に治癒したもの36%、不完全ながら発作を甚しく減少した例も治癒に数えれば57%の治癒率を示した。従来 Foester の手術と云われたものは大脳皮質第6領野を剔出する方式である

がその治癒率は小沢のみならず殆んど全世界の脳外科学会の報告を総合しても6~7%の値を示すのみであった時の現状からは実に圧倒的な成績と云わざるを得ない。その学会に招かれて林はその成績を批判して次の様に述べている³⁾。

1. 小沢教授の手術は、皮質刺戟によるchronaxieの検査から、りかんしていると推定せられる1例のレンズ状核を切截し、之の様な驚くべき治療率を得ている。若し第1図に示す様な両側視牀の結合を考慮して、両側レンズ状核を切截せられたならば恐らく90%以上の成績をあげ得ると期待出来る。

2. 小沢教授の成績から見ると人間の Jackson 癲癇症及び真正癲癇症の大発作に於ける痙攣発動の径路は、実に猿及び犬の間代性痙攣の径路



* 慶応義塾大学医学部生理学教室

と、まず1対1に対応するという推定が根拠を得たことになるのは生理学者として喜ばしい。

3. 尙一層驚くべき事実がある。それは小沢教授の症例に確実に現われているのは癲癇患者の痙攣発作が之の手術によってなくなっているばかりでなく、意識喪失も同時になくなっている。云い換えれば、癲癇症の二大症状が完全に治癒し、全く癲癇症が全癒したと云える。生理学的の見地から見るとレンズ状核が意識喪失のために何等かの役割をおびると見なければならぬ。即ち意識の問題に関して重要な手がかりを剔抉した今世紀に於ける最も注目すべき報告と云わざるを得ない。

私は犬について、レンズ状核切截手術がただに間代性痙攣の径路を断つのみならず、その他の運動に対し、又は姿勢の維持に対し如何なる生理学的の意義を有するかを実験的に研究し、この種の手術が骨格筋の動力学的並びに静力学的の現象に如何なる影響を与えるかを検索しようとして本研究を志した。

動力学的 (Myodynamics) とは、主として骨格筋の運動に関する機能を意味するものであって、静力学的 (Myostatics) と称したのは、姿勢の維持または姿勢反射に対する骨格筋の機能を意味する。これの二大機能に関するレンズ状核の機能は、錐体外路系生理学についてけだし重要な諸問題に触れざるを得ぬものと考えられる。

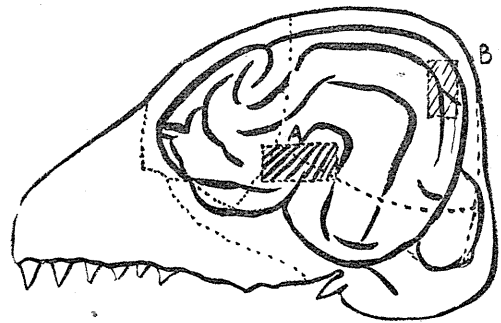
Ⅱ. 実験方法

1) レンズ状核切截手術について

レンズ状核切截手術には側頭部からメスを入れて切截する第1法と、後頭部からメスを入れる第2法とがある。これについては一部報告してあるが、その重要な点は次の如くである⁴⁾。

第1法

動物は成犬を用いた。オウロパン曹達で(体重1kg 当り 0.05g を静脈注射により投与) 麻酔を行う。オウロパン曹達は動物の一般状態が悪い場合又は考えられる症状のないもの

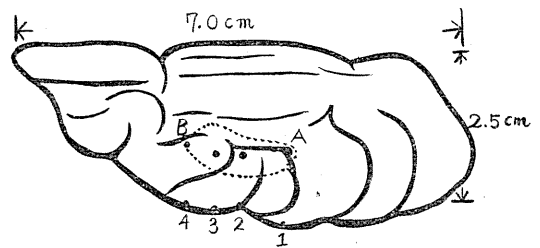
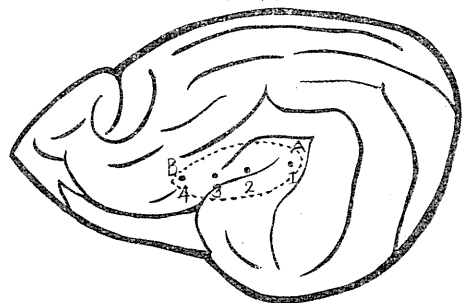


第2図

にとってもしばしば呼吸麻痺を来す恐れが多いので、投与の際、きわめて寛やかに静注し、呼吸の数と型を観察しながら呼吸停止の来ないように注意をした。

動物は腹位に固定して、頭部の毛を充分にかり取り、正中切開を加え、頭皮を左右に開き、側頭筋をラスパトリウムで左右に搔落す。充分に下部まで骨面を露出したら第2図の様に骨鑿で側頭骨の一部を取り、窓Aを作る。この時、骨内面に硬脳膜が癒着していることがあるので眼科用のトラコーマ用ピンセットを硬膜と骨との間に入れ充分に剥離してから骨鉗子でかみとる。骨からの出血は、パラフィンと黄蠟を混合

側面図



背面図

第3図

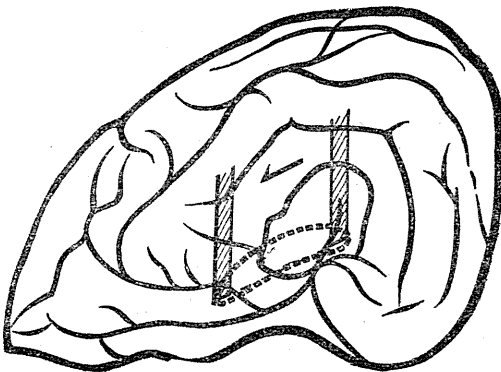
したものゝ骨断面にすりつけて止血した。骨の下硬膜があらわれたら十字切開を行い、上下左右に反転する。この露出面はSylvii氏溝を含む領野で、ここからメスを挿入するのである。その為にあらかじめ脳表面にレンズ状核側面投影図をえがくと第3図のようになる。

数字1. 2. 3. 4. は、核の中央の各点で表面からの深さはA B 1.8cm, 1) 1.2cm, 2) 1.1cm, 3) 1.2cm, 4) 1.0cmであった。そこで巾0.6~0.7cmの薄い銀板製の先端を舟型にして両刃をつけ長さ15~18cmのメスに先端より1.2cmの部に印をつけて少々下方に向けて第4図の様にメスを挿入し1.2cmの印の所まで進め、次いで前方に約1.4~1.6cm進め、そのままメスを取去るか、又はメスの始め挿入した部まで戻してから取り去る。メスを動かす時には決して余分の力を入れたりせず、静かに脳実質の抵抗を感じながら操作する。

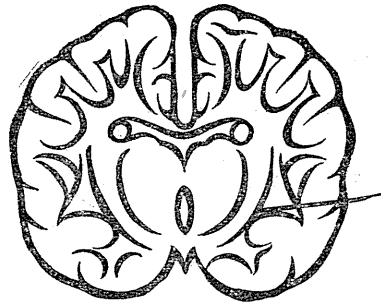
之は、表面から脳実質内に入り込んでいる血管を切斷する恐れを避ける意味で重要である。また最初メスを挿入する時あらかじめ軟膜に切開をいれて置く。軟膜の抵抗は意外に大でその余り、余分の力によりメスが深部まで滑り込んだり、または脳表面がおさえられて実際の距離より深く入ったり或いは浅く入ったりすることを避けなければならない。この方法で切截すると、第5図のようにレンズ状核は上下二分されるのである。

第2法

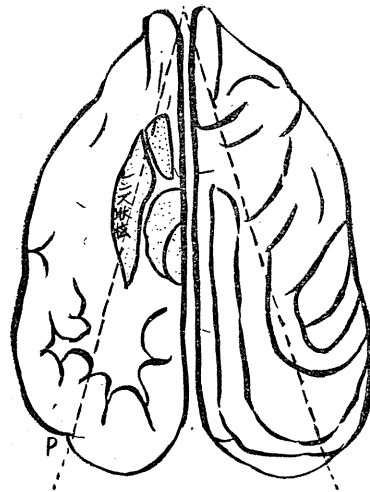
骨面を露出する迄はすべて第1法と同じであ



第4図



第5図

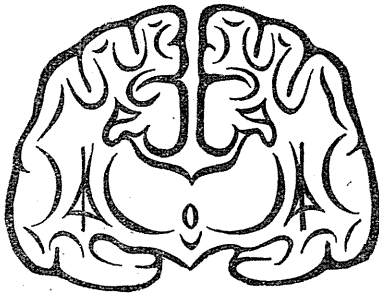


第6図

る。後頭部を左右露出して(第2図B) Sulcus ent lateralis が後頭極と交わっている部で、後頭静脈がその部で著明に存在するからそれを手懸りとして、その部と眉間とを結ぶとその一線上にレンズ状核が前後に存する。

第6図のP点からレンズ状核前端迄4.2~4.5cmであるから、巾0.8cm内外のメスを縦にして挿入し、4.5cmの印の所迄進めたら、腹面に弧をえがく様にメスを手元に引き切截を完了する。この時、メスの挿入角度をきめる事が少々困難であるが、2, 3例行えば大抵確實に角度がきまる。この方法で切截を行うと第7図の様にレンズ状核はほぼ全長に亘って内外の二部に分たれる事になる。

この方法が第1法に比較して有利な点は脳表面の損傷が少ないので(即ちメスの巾だけ)血管を傷つける事がないことと、方向を間違えて内



実線（レンズ状核内の）が切截部

第7図

側の内胞を傷つけたにしろ繊維の走向に平行して、メスが入るので、比較的重症な運動系の障害を来さなかった事である。

Ⅲ. 予 備 実 験

第1. 急性実験に依ってレンズ状核が果して間代性痙攣を起し得るかと言う問題について、刺戟実験を試みた。特に間代性痙攣については、林は顔面に現われる間代性痙攣と他の四肢に現われる間代性痙攣とは若干その径路を異にしている事を報告しているし⁵⁾、人間の癲癇症についても顔面のみにあられる癲癇と軀間四肢に現われる癲癇痙攣とは、臨床的にも区別し得るであろうと予言しているが、それは若し、レンズ状核が一方にのみ関係があるとすれば、すべての癲癇に対する立言となる。そこで諸種物質をレンズ状核に注入して間代性痙攣（略してKK）の発現について実験を行った。

1) Cardiazol 痙攣の場合

実験1

動物は成犬を用いた。

体重9.6kg, 麻酔を行う（チクロパンソーダ体重1kg当り0.05g 静注にて投与す）。

Cardiazal は、八州製薬の粉末0.1gを1mlの蒸留水に溶かしたものを用いた。

11月22日

2時55分；右側レンズ状核に上記10% Cardiazol 0.01mlを注入する。

3時30分；同側に更に0.005mlを追加注入す。

3時50分；3時50分迄様子を見たが、間代性痙攣の発現がないので、左側レンズ状核に0.005ml注入す。

3時56分；両側後肢に歩行様痙攣（LK）が現われる。

3時57分；LKは徐々に静かになって止み、次に

間代性痙攣（KK）が全身性に現われる。

4時10分；KKはゆるやかになり、LKが著明に現われる。

4時15分；LK止む。

実験後殺して10%フォルマリン溶液にて、固定して Hematoxilin Ecsin 染色により組織検索を行った。尙肉眼的にも観察した。肉眼の所見によると額面断に於いて左側はレンズ状核全長に亙る注入のあとが認められ、右側はレンズ状核の比較的広範な破壊が認められた。

第2例 12月13日 7.8kg. ♂. 麻酔（チクロパン）

2時24分；左側レンズ状核に10% Cardiazol 0.01ml注入する。呼吸数14/30秒。KKなし。

3時20分；右側レンズ状核に Cardiazol 0.05ml注入。注入を始めて2秒後に顔面、上肢更に下肢に及ぶKKが始り30秒で止む

3時30分；左側レンズ状核に Cardiazol 0.01ml注入。注入後直ちに全身性KKが始まり30秒間持続して止む。

2) Na-citrate 痙攣の場合

第3例 12月6日 8.7kg ♀. チクロパン麻酔

12時30分；左側レンズ状核に2mol Na-citrate 0.01ml注入する。

12時37分；右前肢及び右後肢に Tremor 発現す。Anisocorie 左5mm, 右8.5mm。

12時49分；左上肢に限って一定のリズムある痙攣が発現する。KKの様であるが同時に来ないのでKKとは云えない。更に瞳孔は左5.5mm, 右9.0mmに散大して来る。

12時50分；後肢に LK が起る。

12時57分；後肢に LK, 前肢に KK が発現する。

1時4分；後肢にはLKとKKとが交代して起り、前肢には同時にKKが認められる。流涎液はない。顔面も正常でTremor等の運動はない。

1時58分；LKとKKとが此の時間まで続く。

2時15分；LK, KKが止む。

2時20分；LKが始まる。

2時40分；LK止む。同時にKKが始まる。或る時間間隔を置いてKKが起り、最後には止む。

第4例 12月5日 9.5kg. ♀. チクロパン麻酔

2時37分55秒；右側レンズ状核に1/2mol Na-citrate 0.01mlを注入。

2時40分；右側顔面、鼻の周囲にこまかい筋収縮が起る。呼吸数9/60秒。

- 2時43分；左後肢に Tremor が始まり、左側顔面に少々著明に KK が見られる。
 3時2分；左側レンズ状核に Na-citrate 0.01ml 注入。上肢に KK 起る。
 3時3分；KK 止む。

3) Acetylcholin 高濃度を用いた場合

- 第5例 9.0kg. ♂. チクロパン麻酔
 11時51分；右側レンズ状核に 10% Acetylcholin 0.01ml 注入。呼吸が緩かになり 4/60 秒。人工呼吸を行う。軽い KK が全身性に起り、5秒間持続して止む。

4) Na-glutamate 痙攣の場合

- 第6例
 3時10分；左側レンズ状核に 2mol/l-Na-glutamate 0.1ml 注入。潜時なく顔面両肩に KK が起る。
 3時29分；右側レンズ状核に同量注入。全身性痙攣が起る。Nystagmus がある。
 3時33分；軀幹、四肢の痙攣止む。
 3時37分；顔面の痙攣も止む。
 3時44分；四肢に TK, KK が起り、すぐ止む。
 3時46分；軀幹、顔面に KK が再び起る。
 5時5分 迄約5分間隔に KK が全身性に起り、最後に呼吸数 110/60 秒となり KK は止んで死ぬ。

5) Picrotoxin 痙攣の場合

- 第7例 3月11日
 5時17分；右側レンズ状核に 1mol Picrotoxin 0.1 ml 注入。
 5時18分30秒；KK が顔面より始まり徐々に全身に及ぶ。非常に強く唸る。Nystagmus あり。
 5時30分；全身性 KK 止む。顔面には残る。
 5時34分；再び四肢軀幹の KK が始まる。

以上の実験でレンズ状核は単側化学的刺戟によって顔面及び四肢の KK を起すことが確かめられた。

第2. レンズ状核切截後の急性電氣的刺戟

次にレンズ状核を切截して電氣的刺戟による間代性痙攣の有無と、その閾値の変化について急性観察を行うと次の様になる。

レンズ状切截は、上記の第1及び第2法を用いて行い、更に左右運動領野を露出する。

電氣的刺戟は感應電流器（インダクトリウム第2捲軸 20,000, 1次回路電源 D.C. 2~6V）を

用い、頻度は電磁音叉を第1輪道に挿入することによって毎秒100回の刺戟を白金双極電極（極間2mm）を介して皮質運動領に与えた（刺戟強度は捲軸距離であらわす）。

A. 完全に KK が消失した例

第21例 1952. 9. 24 7.5kg. ♀.

術前；歩行正常、「お手」をする。四肢の運動及び KK の閾値は次表の如くである。

12時50分；左側皮質刺戟。コイル間距離 140mm 後肢単運動あり。120mm KK（強烈ではない）。

13時10分；両側レンズ核を第2法により切截。約15分間経過を見る。手術による特異運動およびその他自律系に変化を認めない。

術後；左側皮質刺戟

	KK	右後肢単運動
コイル間刺戟 120	(-)	(+)
110	(-)	(+)
100	(-)	(+)
90	(-)	(+)
80	(-)	(+)
50	(-)	(+)
0	(-)	(+)

腱反射は左右共存在、時々後肢に歩行様運動あり

第22例 1952. 9. 22 6.0kg. ♂. オウロパンソーダ 5ml 静注麻酔。

術前；右運動領刺戟

コイル間距離 単運動 140mm, KK 90mm. KK はコイル間距離 90mm で5秒間の刺戟で生じたが、此の稍高い閾値は麻酔が非常に深かつた為と考えられる。

両側レンズ状核を第2法により切截。

術後；単運動閾値 140mm 術前と変化なし。KK は両側皮質で刺戟を最大にしても生じなかった。

第23例 1952. 10. 7. 14.2kg ♀. オウロパン麻酔術前；単運動閾値 140mm. KK 閾値 130mm.

両側レンズ状核を第2法により切截。

術後；単運動閾値 140mm. KK 110mm 15sec(-)
 ↓
 50mm 15sec(-)

B. KK の閾値が上昇した例

第7例 1952. 5. 8 6kg. ♂. 無麻酔

術前；KK 閾値 150mm.

両側レンズ状核を第1法により切截。

術後；KK 閾値 90mm（全肢に波及）

第18例 1952. 6. 9 9kg. ♂. 無麻酔
術 前; KK 閾値 150mm (左上下肢のみ)
レンズ状核を第2法により切截.
術 後; KK 閾値 110mm (KK 様運動). 100mm (全身性著明)

上記の様にレンズ状核切截後KKの閾値が軸距離 150mm から 110mm 或いは 90mm と云う様に上昇した例である。

C. その他の例

術後直ちに閾値の下ったものがただ1例あった。又KK閾値に変化のなかった例、即ち術前及び術後にKK閾値に変化がないか、あっても非常に僅かである例が少数ながら認められた。

第3. 電気凝固の皮質性癲癇痙攣の症例

次に数例に於いて、レンズ状核に鉄針を挿入し、直流 1.5~2.8mA を30秒間流して凝固を行った。此の場合銀板をアースとして頸筋或は頸部皮下にとりつけた。

第1例 1952. 12. 27 9kg. ♂. 無麻酔
1時0分; 開頭.
左運動領刺戟 KK 閾値 150mm 5秒.
右運動領刺戟 KK 閾値 150mm
左半球剔出. 右運動領刺戟 KK 閾値 150mm
右レンズ状核2カ所電気凝固 (3mA, 30sec)
右運動領刺戟 KK 閾値 150mm (不変)

第2例 1953. 2. 18 10.9kg. ♀. 無麻酔
2時20分; 開頭, 運動領を multistimulator で刺戟し, 単運動とKKが起るのを確認.
2時49分; 両側レンズ状核前方核を電氣的に破壊 (Gyr. sylvaticus medius) で表面に直角に 1.2cm 刺入)
右側皮質刺戟に対し単運動及びKK共に非常に閾値が上昇した (注意したにも拘らず皮質が乾いた為と思われる) 左側皮質刺戟に対しては術前の刺戟強度で単運動KKともに出現した。

第3例 1953. 2. 21 10kg. ♂. 無麻酔
2時00分; 両側皮質を multistimulator で刺戟し, KKの起るのを確認.
2時4分; 右側レンズ状核前頭部を電流 7mA, 60秒通電して破壊.
2時10分; 右側皮質刺戟に対し単運動はあるが, KKは起し得ない. 併し左側皮質刺戟に対する反応も一定しないで, インダクトリウムに代え, 6V, 100cycle, 5sec 持続の刺戟を与えてKK閾値を見る.
2時25分; 左側レンズ状核に60秒通電.

2時30分; 左皮質刺戟, 単運動閾値 130mm. KK 閾値 130mm.

2時35分; 右側レンズ状核の場所を換えて通電.
2時40分; 右皮質刺戟, 単運動閾値 130mm. KK 100mm で(-)

2時45分; 左側レンズ状核に再び通電.

2時50分; 左皮質刺戟, 単運動閾値 130mm. KK 閾値 130mm (肩と上肢のみ)

上記の如く直流通電によって核破壊を行った場合にはKKの消失は仲々来たりし難く、数回場所を変えて辛うじてKKを止め得た。1回の破壊部位が非常に小さいために、1度の破壊では到底KKを止め得ないものと思われる。

又、上記例のうちで比較的前方破壊の場合には広範囲に破壊しなくてもKKの出現を止め得るらしい成績がある。併しその通電による破壊部位と、KKの消失との間の関係を明かにする所迄この実験では行ななかったが、あとの実験例をみればその関係について推論的に断定することが出来る。

以上の結果によれば一側レンズ状核の刺戟によって、顔面、頭部にも軀幹、四肢にも共に間代性痙攣が起る事が確実である。云いかえれば皮質性間代性痙攣の系路は顔面に関するものも軀幹四肢に関するものもレンズ状核を経由する事は確実である。

第2に斯くの如くであるから両側レンズ状核を切截する手術が確実に成功した時は、皮質性癲癇痙攣は顔面頭部の痙攣も四肢軀幹の痙攣と共に之を消失せしめる事が出来る事は上記実験結果に示した通りである。

IV. レンズ状核切截手術後の慢性観察

レンズ状核切截手術によって、皮質性癲癇痙攣のみならず、およそレンズ状核より上断位より発生する癲癇痙攣は之を消失せしめ得ることは、上記の研究によって明らかとなったが、之の手術が果して動物のその後の生命或いは生活行動に関して重篤なる症状を起すであろうか。小沢教授の人間の完全治療例では概括的に調査してあるのみで、生理学的に正確なる調査がしてないので、少々常人と異なるという結論

を得ているに過ぎない。

しかし実験動物については、ちゅうちよなくあらゆる検査が出来るのであるから次にあげる様な標示を慢性実験によって検する事にした。

1. 直立及び直立姿勢の変化

これは大部分反射であるが、一部に皮質性機能が加わっている現象である。

2. 歩行及び歩行姿勢の変化

3. 踏み立ち反射

Fulton によって研究せられ Bard によって、この反射が大脳皮質運動領に反射中枢を置いていることが証明されている⁶⁾。そこで私は、a. Contact placing reaction 接触踏み立ち反射 (c と略す) b. Chin placing reaction 顎踏み立ち反射 (ch. と略す) c. Visual reaction 視覚反射 (v と略す) について観察した。

4. 躍り立ち反射 hopping reaction

之も Fulton 及び Bard の反射である⁷⁾。

5. 踏み立ち反射及び躍り立ち反射に伴なう過不及現象 (dismetria) の存否。

6. 行動

一般に behavior (ver halten) と称されているが Fulton 及びその学派は之を Confasional behavior 或いは plastic behavior 或いは displaxia, hypomotility と呼んでいるが此れ等をおのおの区別することは不可能で、私は行動変化という意味で Confasional behavior だけに注目する事にした。そこで術前に持っていた習慣、例えば“おて”“おすはり”など又は食物に対する行動、又は人間に対する恐怖、或いは他の犬に対する態度について、及び排便についての習慣、或いはその他犬らしからぬ動作、顔つき等について観察した。

第1表は全例24に対して、手術後皮質性間代性痙攣があったかどうかという結果と、之を60～90日観察した後殺し、手術部位を精査して、レンズ状核の破壊された程度を調べ之を皮質性間代性痙攣の有無と比較した表である。破壊部位の指示は前、中、後、内、外とに分けて、左右レンズ状核と称したのは被殻・蒼球のことで、通常尾状核と被殻とを合せて線状体 (Corpus

第1表

レンズ状核切截と(破壊部位)、皮質性間代性痙攣について

No.	レンズ状核破壊部	皮質性間代性痙攣の有無又は閾値の変化	No.	レンズ状核破壊部	皮質性間代性痙攣の有無又は閾値の変化
1		無(間代性痙攣なし)	12		閾上昇
2		有(変化なし)	13		〃
3		閾下降	14		〃
4		閾上昇	15		無
5		〃	16		〃
6		有	17		〃
7		〃	18		〃
8		閾上昇	20		〃
9		有	23		〃
10		閾上昇	24		〃
11		〃			

striatum) と名付け、被殻・蒼球を合せてレンズ状核 (Nucleus lenticularis) と呼ぶ呼び方にならったのである。林・須田等の研究によりほぼ蒼球が皮質性間代性痙攣の大脳半球最終の共通核であるから、これが完全に切断されてあれば、皮質刺激によって、間代性痙攣が起らぬ筈である。此の考えから第1表を整理してみると、両レンズ状核が完全に破壊されている場合は勿論KKはない。然るに No. 17, No. 18 の2例を見ると両レンズ状核が完全に切れてなくても外側中後部が切れているものはKKがない。この事から見るとレンズ状核全般に亘ってKK交代核が存するのでなく、主としてレンズ状核中後部に存在する事が明らかとなった。

此の論文の最終の目的はKKのなくなった例に於いて、術後3カ月に亘る運動現象の研究にあるが、それは第2表に示す通りである。

参考の為、第3表としてKK交代核の一部のみ破壊された例についても慢性観察を総括して示してある。

第2表

皮質性間代性痙攣のなくなった例における運動反射の変化について

No.	破壊部 左 前 右	1) 歩行 2) 歩行姿勢	姿 勢 反 射								1) 行 動 2) 直立姿勢	摂食行動
			左				右					
			V	C	Ch	H	V	C	Ch	H		
15		1) 正 常 2) 正 常	20	20	20	1	7	7	7	1	1) 緩 慢 2) 正 常	稍 緩 慢
16		1) 正 常 2) 正 常	4	7	7	2	4	2	7	2	1) 緩 慢 2) 正 常	〃
17		1) 正 常 2) 右側に傾	∞	∞	∞	7	7	7	7	7	1) 正 常 2) 右側に傾	〃
18		1) 右側に傾 2) 左側に傾	正常	正常	正常	正常	8	8	∞	7	1) 緩 慢 2) 左側に傾	〃
19		1) 時々こころ	?	?	?	?	?	?	?	?	1) 緩 慢 2) 正 常	食事のため 術後3日死亡
20		1) 正 常 2) 正 常	∞	∞	4	∞	∞	∞	4	∞	1) 靜 止 2) 正 常	不 活 潑
21		1) 正 常 2) 正 常	6	6	6	6	6	6	6	6	1) 緩 慢 2) 正 常	摂食の際 左回転する
22		1) 異常痙攣 術後3日(正常) 2) 異 常	∞	∞	∞	1	∞	∞	∞	1	1) 緩 慢 2) 直 立 に い	迴転運動 摂食はがらぬ
23		1) 不 可 能 術後3日(正常) 2) 正 常									1) 緩 慢 2) 正 常	摂食しない (全くの様 様々)
24		1) 正 常 2) 正 常	正常	正常	正常	正常	8	8	13	7	1) 緩 慢 2) 正 常	

数字は反射の消失期間を示す。∞は死ぬまでつづいた。
手術の爲死亡した例は、No.19とNo.23は共に術後3日死亡。

註

注 数字は反射の消失期間を示す。∞は死ぬまでつづいた。
手術の鳥死亡した4例は、No.19とNo.23は共に術後3日死す。

第2表を見れば先ず第1に歩行はいずれの例も術後後台より解き離し、そのまま静止せしめ麻酔のさめるのを待ち、自然の立ち上りを見ると、全例で翌日にはすでに直立して居り、歩行が可能となった。その様子は始めは不活潑であって、自発的歩行はしにくかった。但し直立姿勢及び歩行姿勢に関してはその behavior には特異な注目すべき変化がない。摂食運動は不活潑であるが、正常の摂食行動を起せば後は全く異常なく行動を続ける (研究室では残飯を与えているが不活潑と書いたのは残飯を自発的に食べようとしないので、牛乳を与えたが、それについては正常と異ならない)。この不活潑な状態は術後1週間で正常となり、おそくも10日を経過すれば正常となる。歩行については、かつて工藤が短横断で去脳硬直を起した犬を数日飼う事を得たが、これも摂食、歩行は不活潑となるだけで充分出来る事を報告している⁸⁾。但し此の場合は、歩行の始めに当って propulsation

があり、又歩行しているのを遠隔刺激で止めようとすると、その止まる時に post pulsation がある事を特長とするが、レンズ状核破壊犬に於いてその様な現象はいささかも現われない。姿勢反射については表に示す様に、或るものでは4日、7日等の日数を経てあらわれて来るが、対側外側破壊例18例では、その方がはじめから正常で、後部破壊の対側が7~8日を過ぎるまで姿勢反射をあらわさないものがあつた。いずれも皮質性間代性痙攣は起らないのであるから、KK 交代性は破壊されているにもかかわらず、反射に関する支配核が部分的破壊を受けた例とみられる。

第3表に示したのは参考の為、目的を遂げなかった例であるが、従って、レンズ状核の左右切断部位が異なるのみならず、その異なる程度もいろいろの Variety がある事になった。その内特に注目すべきは No.13 と No.14 で左レンズ状核外側のみを切断してあるが、その例では主して同側姿勢反射が全く正常であつた。歩行については特に注目すべき異常があつたという点は、屢々巡回運動 (circling movement) がみられ、特に摂食運動を起す場合に目立っていることである。又は名を呼んで近づく歩行の最初に巡回運動が出る。そもそも巡回運動の例は、大脳皮質のブロードマン第8~第9領野を刺激する場合に、反方性巡回 adverse circling をおこし、これを剔除した例では同方性巡回 homolateral circling が起る事、一側側頭回剔除犬で同方性巡回、更に又一側の迷路破壊犬では頭部の同方傾斜姿勢を常に保つが歩行に当って、しばしば同方性巡回を示す。それらの例に於ける巡回運動はその程度に於いてはるかに著明で、レンズ状核不同破壊による巡回運動はその様なものに比較してはるかに弱い。

以上を総括すると両側レンズ状核破壊で、直立、歩行姿勢反射、行動等は手術後一定期間以

第3表

レンズ状核に於けるKK交代核不完全破壊例の運動、姿勢反射の変化について

No.	破壊部 左前後 右	皮膚性 間代性 痙攣	歩 行 (回復日数)	姿 勢 反 射 (回 復 日 数)								自 発 性 運 動	摂 食 行 動
				左				右					
				V	C	Ch	H	V	C	Ch	H		
1	◀▶	ナシ	7	∞	∞	∞	42	70	70	70	42	11	稍緩慢
2	◀▶	アリ	正 常									6	
3	◀▶	間下降	迴転運動	正常	正常	正常	正常	20	20	34	正常	23	正 常
4	◀▶	と上昇	と 28	12	14	10	正常	35	17	14	正常	12	と
5	◀▶	と	正 常										稍緩慢
6	◀▶	アリ	と										と
7	◀▶	アリ											正 常
8	◀▶	間上昇	正 常	5	5	5	3	5	5	5	3	16	と
9	◀▶	アリ	迴転運動										
10	◀▶	間上昇	蹠踏 6	23	11	23	2	23	11	23	1	不活潑	緩 慢
11	◀▶	と											
12	◀▶	と	正 常	∞	∞	∞	8	∞	∞	∞	8	9	緩 慢
13	◀▶	と	と	正常	正常	正常	正常	正常	5	5	正常	活 潑	正 常
14	◀▶	と	不完全	∞	と	と	と	と	と	4	4	4	不活潑

No.14は、左前肢まげ、肢背を地面につける動作をする。

姿勢反射 { 頸路立ち反射 --- H
蹠路立ち反射 --- Ch
接蹠路立ち反射 --- V
視覚蹠立ち反射 --- V

内(稍々3週以内)に正常にもどり、外見上何等の異常も示さない事が確実である。むしろ歩行、姿勢反射に異常を示すとすれば、KK交代核を完全に破壊したかどうかという事でなく、左右レンズ状核が不同破壊を受けた場合に著しい。或いは元にもどるとしても長期間(数倍の)の日数を要すると結論せざるを得ない。

V. 総 括 的 考 察

本研究の重要な帰結は、結論の条項としては、はっきり書いてあるので、ここでは理論的考察を主として述べよう。

Willson 以来⁹⁾ レンズ状核は“震顫麻痺”の出現部位であると論ぜられている事によって、この核が中枢運動系に属する核であること、特に骨格筋緊張又は運動に重大なる神経支配を持つと考えられており、従って、人体に於いて之の核を切除するとか、切截するとか或いは電氣的に焼灼した手術は、かって行われなかったため、その核の働きが今迄神祕の幕に閉ざされていた。然るに林・須田等の研究により將に此の核が間代性痙攣核である事が確認されて以来、

此の核を剔除する手術が人体について行われる様になり、犬でも猿でも人間でも間代性痙攣に対する積極的な働きがあるということは、今や全く確実となった。従ってその核を切截又は剔除し、或いは昇汞の一定量で破壊するという手術が恐れなく行われる様になり¹⁰⁾、手術的癲癇治療の有力なる方法として今や確立せられたと云って過言ではあるまい。のみならず楢林は震顫麻痺の治療に此の核の電氣的焼灼を試みて、生命その他にその操作が重篤なる障害をもたらさない事を報告している。但し楢林の報告によれば、数カ月の間震顫麻痺は治癒するが、其の後に再び振顫が起って来るとい

うことから見れば、間代性痙攣の外には骨格筋緊張に対する働きは余り持たぬもののように見える¹⁰⁾。然らば一体此のレンズ状核なるものは生理学的には如何なる働きを持っているのであろうか。実験生理学的には此の他の唯一つの指摘があるのみである。それは馬島が工藤の短横断方法に依って、去脳硬直を起さしめた犬で、一側レンズ状核を電氣的に刺戟すると去脳硬直が直ちになくなり、十数秒間硬直なく続き、やがて再び戻るといふ働きがあり、また短横断硬直犬では、両側レンズ状核剔除が去脳硬直を起させ易いという指摘である。短横断去脳硬直については、工藤が皮質全領野を刺戟して何等かの変化が起ることにつき否定的結果を得ているが、小脳刺戟により同じく短横断去脳硬直が低下することを見ている¹²⁾¹³⁾。これ等の実験から考えると、反射性硬直に対してレンズ状核はかえってこれを抑制する働きがあることは確かである。此のように、生理学的の研究によっても此の核はきわめてわずかの積極的意味が見出されているのみである。私の上記のような両側完全切断犬の慢性観察によっても、運動系も緊張

系も数週間後にはその変化がなくなってもとに戻るといふ結果から見ると、生理学的働きに関するさして特筆する現象のないことが肯定出来る。最も間代性痙攣というが如き激烈なる運動現象の起源になっているということだけは除外してである。Magoun は Schrrington の去脳硬直の現象も含むものとして脳幹の骨格筋の作用について線状体を抑制的と総括しているが¹⁴⁾此のことも肯けるが、Magoun は間代性痙攣に関する此の働きを知ってはおりぬ。従って、従来その核の働きが尾状核と共に同一視せられて論じられていた傾きは否定出来ない。振顫麻痺がその良い例であるが、私の上記のアンバランスの両側レンズ状核剔除例から見ると、運動系神経支配に対して此の核のアンバランスの破壊が或いは大いに意味があるであろう。ただに之の核だけの双互アンバランスばかりでなく、この事から当然考えられる事は、レンズ状核と皮質の一定部位、レンズ状核と視床との一定部位、レンズ状核と対側尾状核とのアンバランス、レンズ状核と小脳の一定部位というように、いくつかのアンバランスの組合せによって、運動系も緊張系も何等かの変化を受けるであろう事は想像出来る。今迄私共の教室に於いて、間代性痙攣、咀嚼運動、歩行様運動或いは種々なる硬直等を研究して来たうちに、何等かの手がかかりも得られていないのはアテトーゼ、chorea等の運動であるが、之等の運動の起源は上記の私のレンズ状核アンバランス剔除から見ると、中枢運動核の種々なる拮抗系の左右のアンバランスという考え方で将来解釈の道が見出されるのではなからうか。此の問題は運動系生理学にとって全く新しい考え方であると思われる。

VI. 結 論

1. 左右レンズ状核の全剔除を試みた犬では皮質運動領より、電気的刺戟でも化学的刺戟でも間代性痙攣は起らない。此の事を確めてから、その様な犬を感染なく数カ月に亘って生かす事が出来る。

2. 上記急性実験の犬について、精細な観察

をすれば、両レンズ状核完全剔除によって、顔面、頭部の間代性痙攣も四肢軀幹の間代性痙攣も共に起らぬ。

3. 故意に、或いは偶然に両レンズ状核がアンバランスに不完全剔除をした例では、皮質性間代性痙攣は殆んどすべての例に於いて起る。ただし痙攣閾値の変化が起きた例も少なからずある。

4. 両レンズ状核完全剔除或いは皮質性間代性痙攣の起らぬ様に剔除した例を慢性実験に訴えて観察すると、術後数日は直立歩行、摂食が不活潑であるが、殊更とりあげるべき異常行動は見られない。又踏立ち反射及び躍り立ち反射の如き姿勢反射は1乃至3週間で完全にもとに戻る。自発運動が稍々緩慢の印象を与えるが、これも1カ月〜2カ月以内に殆んど気づかなくなる。

5. 故意又は偶然に、左右レンズ状核がアンバランスに剔除された犬を慢性実験に訴えて見ると、直立、歩行についてほぼ正常であるが、食事を与えて摂食運動を起す時に旋廻運動を起すものがある。

姿勢反射は或るものは正常であり、或るものはすこぶる不完全で、やがては元に戻るが、それ迄に長時間即ち完全剔除例の倍近い日数を要する。

6. 上記の結果を総合すると、皮質性間代性痙攣の問題を除けば両レンズ状核完全破壊も、アンバランス破壊も、直立、歩行、行動姿勢等に重篤なる障害を与えるものではない。又姿勢反射も回復するに時日を要するが元にもどる。云いかえれば両レンズ状核の完全破壊は、運動、姿勢、筋緊張、行動等に対して日常生活を妨げる様な障害をおこすものではない。少くとも犬では。

7. 上記の研究をもととして、中枢運動系支配に対して2, 3の意見を述べてある。

最後に摺筆に当り、加藤元一教授の御鞭撻と、林謙教授の御指導並びに御校閥に対し心から御礼申します。又、実験に際し御助言を賜った神戸医科大学の須田勇教授に深く感謝の意を表します。

文 献

- 1) 須田 勇 (1942) 皮質性間代性痙攣に於ける皮質下連鎖 条件反射 1, 第4輯
- 2) 小沢凱夫 (1952) 大阪に於ける日本外科学総会で発表
- 3) 林 輝 (1952) 大阪に於ける日本外科学総会で発表
- 4) 小山生子・前野時弘・西願幹雄・出浦滋之 (1952) 犬に於けるレンズ状核切截手術について 第7回脳神経外科学会で発表
- 5) Hayaschi, T. (1953) The efferent pathway of epileptic seizures for the face following cortical stimulation differs from that for limbs. Jap. J. Physiol. 3, 4号
- 6) Bard, P. (1934) Studies on the cerebral cortex. Localized control of placing and hopping reactions in the cat and their normal management by small cortical remnants. Arch. Neural. Psychiat. Chicago. 30, 40-74
- 7) Bard, P. and C. M. Brooks (1934) Localized cortical of some postural reactions in the cat and rat together with evidence that small cortical remnants may function normally. Res. Publ. Ass. nerv. ment. Dis. 13, 107-57
- 8) 工藤達之 (1951) 短横断硬直犬の観察 脳と神経 3, 5号
- 9) Willson, S. A. (1914) An experimental research into the anatomy and physiology of the corpus striatum. Brain 36, 427-92
- 10) 高島義頭 (1954) レンズ状核破壊に関する実験的研究 (その1) (その2) 阪大医誌 6, 5号, 6号
- 11) 橋本博太郎 (1954) Parkinson 症候群に対する定位的沃蒼球手術について 精神神経誌 56, 9号
- 12) 工藤達之 (1952) 去脳硬直及びその諸現象の機制について 脳神経領域 5, 第1号
- 13) 工藤達之・名和 精・佐藤佐与; 中脳短横断による去脳硬直 (日本生理学雑誌に掲載の予定)
- 14) Magoun, H. W. and Rhines, Ruth. (1946) Inhibitory mechanism in bulbar reticular formation. J. Neurophysiology. 9, 165-71

Summary

From experiments on dogs and monkeys, in which a chemical stimulation was applied to the cortical or the subcortical motor nuclei, Hayashi (1952) established the levels and paths for clonic convulsion as shown in the figure (see Fig. 1 in this paper). According to his scheme the neurons of the four levels converge into the globus pallidus of both sides, so that the convulsion would not be produced from the above four levels, when the lower boundary of globus pallidus was severed.

The author severed the both sides nuclei of globus pallidus and tried to determine the followings.

1) In dogs which lived two to six months after the operation without any infection, when its motor cortex was stimulated, the clonic convulsion except tonic one could not be produced.

2) When the extirpation was incomplete or it was conducted in unbalance in both nuclei, the stimulation of the motor cortex produced clonic convulsion as well as tonic one.

3) When the nuclei were completely extirpated the dog could not stand or walk till after several days of the operation, and food-taking was very inactive but he showed not any special motor behavior. After two or three weeks he regained the standing, the walking and the placing reflex as well as the hopping reflex and other postural reflexes.

4) With other observations included, the author reached to the conclusion that the complete extirpation of bothside nuclei of globus pallidus did not give any risk to animal's life, behavior and posture. It would be presumably slightly harmful in case of extirpation than in case of irritation or incomplete destruction in these nuclei.

(Dept. of Physiol. School of Med. Keio-gijuku Univ. Tokyo, Japan)

単一神経線維に於ける電流滑走距離に就いて 612.816.3

Studies on the Distance of the Current Spread at the Single Nerve Fiber

田 崎 敬 (TAZAKI-Takashi)*

I. 緒 言

電流滑走の存在が如何に生理学に於いて重要であるかは、Max Verworn²¹⁾の減衰伝導学説の根本的な一誤謬が電流滑走無視より生じたことからでも明らかである。

扱て、1908年に Gildemeister¹⁾ が、1913年に Keith Lucas¹⁸⁾が電流滑走防止法なるものを提唱したが、牧¹⁴⁾、三浦¹⁵⁾¹⁶⁾によってその誤りであることが立証された。その後林²⁾は筋攣縮時の潜刺激時を利用する電流滑走距離測定に成功し、林、足立³⁾は筋重畳攣縮を起す最小間隔を指標として電流滑走距離を測定し得ることを報告した。又加藤¹⁰⁾¹¹⁾は電流滑走を内部滑走と外部滑走とに分け、三浦¹⁶⁾及び玉村²²⁾は外部滑走の方は無視出来る程度に僅かで、重要なのは内部滑走であると主張し、その他坂口¹⁷⁾¹⁸⁾¹⁹⁾²⁰⁾、久崎⁵⁾⁶⁾及び金井⁹⁾等は諸条件下に於ける多数の研究を報告している。然し乍ら何れも神経幹を用いたもののみである。扱てその後井手⁷⁾は単一神経線維を用いた実験に於いて Ranvier 氏絞輪が電流滑走距離に密接な関係のあることを推論し、従来の実験方法では之を明らかにすることは不可能であると指摘している。

そこで著者は電流滑走の本態を明らかにすべく、神経幹並びに剔出単一神経線維を用いて潜刺激時の変化を陰極線 Oscillograph に導き、詳細に電流滑走距離を測定した処興味ある新事実を発見し得たので茲に報告する。

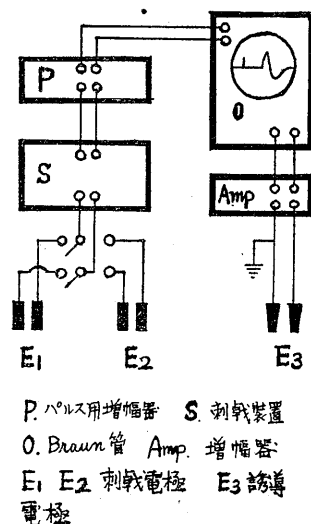
II. 実験方法

蟻の坐骨神経腓腹筋標本を用い、神経幹の場合も、清水²¹⁾の方法に従って注意深く分離剔出した単一運動神経線維の場合も、何れも1時間以上新鮮な Ringer 氏液中に静置したものを実

験に供した。刺激としては 0.05msec の持続時間を有する矩形流 (日本光電製刺激装置使用) 及び Porter 型感應コイルによる単一下向開放感應電流を用い、感應電流の強度は巻軸距離を 90mm に一定して一次側に挿入した可変抵抗によって加減し、一次回路の開放には Helmholtz 式振子を使用した。

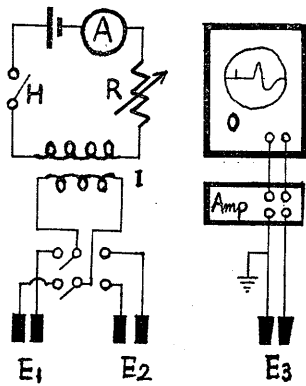
電極としては白金電極 (距離 2mm) か Zn-ZnSO₄-寒天 Ringer 型不分極電極を用い、興奮伝導によって生じた伝作流を四段抵抗容量増幅器にて増幅し、陰極線 Oscillograph に誘導して撮影記録した (第1, 第2図参照)。尚電流滑走距離を求めるための潜刺激時の計測には更にそれを引伸し写真上に於いて行った。実験に際しては温度及び湿度を一定にするように努め、実験装置の絶縁状態には特に充分の考慮を払った。

今、初極大刺激値 (神経幹の場合) 或いは閾値 (単一神経線維の場合) に於ける潜刺激時を T、それより強い刺激を与えた場合の潜刺激時を T'、その温度に於ける伝導速度を V とすれば



第1図 矩形流刺激

* 東京歯科大学生理学教室 (伊藤秀三郎教授)



A 電流計 R 可変抵抗 I 感心コイル H. Helmholtz 式振子
O. Braun 管 Amp. 増幅器
E₁ E₂ 刺激電極 E₃ 誘導電極

第2図 感応電流刺激

電流滑走距離 Dcs は、加藤の¹²⁾電流滑走距離測定式に従い、

$$Dcs = V(T - T')$$

で表わされる。この場合の伝導速度 V は神経幹の 2 点 A 及び B に同一強度の刺激を与え、各々の潜伏刺激時 t 及び t' を求めれば、

$$V = \frac{AB}{t - t'}$$

なる式より算出することが出来る。(但し AB とは 2 点間の距離を表わしている)。

扱て著者の実験内容を分類すると、

A. 矩形流刺激

1. 神経幹を用いた場合 (第1実験)
2. 単一神経線維を用いた場合 (第2実験)

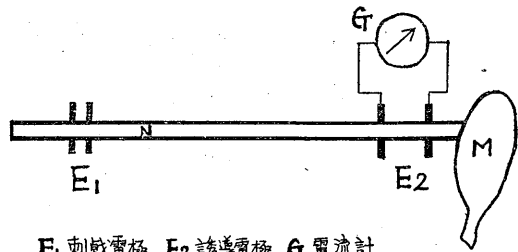
B. 感応電流刺激

1. 神経幹を用いた場合 (第3実験)
2. 単一神経線維を用いた場合 (第4実験)

であってその実験方法を詳細に述べると次の如くである。

第1実験 刺激、誘導共に白金電極を用い、神経幹標本の近心部に 0.05msec の持続時間を有する矩形流刺激を与え、両電極間の神経幹は全く空中にある様に装置し、誘導は遠心部にて行った (第3図参照)。

刺激電圧は初極大刺激値より 32V までの範囲であって、刺激順序は初極大刺激値から次第に



E₁ 刺激電極 E₂ 誘導電極 G 電流計
N 神経幹 M 筋

第3図 神経幹を用いた場合

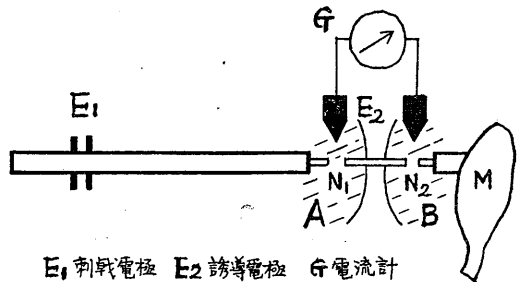
電圧を強めた場合と逆に 32V から初極大刺激値まで電圧を弱めた場合の各々に就いて実験を行った。

第2実験 田崎の髓鞘乾燥法²³⁾に従って 2 枚の硝子板上に空気で絶縁された 2 つの Ringer 氏液 Pool A, B を作り、これに剔出単一神経線維筋標本の髓鞘被覆部を橋渡してこれ等 2 つの Pool に各々 1 個の Zn-ZnSO₄-寒天 Ringer 型不分極電極を置いて誘導し、近心側神経幹は成る可く長く空中に浮かせ、白金電極にて 0.05msec 持続の矩形流刺激を与えた (第4図参照)。

刺激電圧は神経幹を用いた第1実験と同様に閾値から 32V 迄の範囲である。

第3実験 第1実験の場合と同様、刺激、誘導共に白金電極を用い、神経幹標本の近心部に初極大刺激値より 2A (一次側回路) 迄の範囲の下行開放感応電流刺激を行い、その末梢部より誘導した (第3図参照)。

第4実験 第2実験と同様に単一神経線維を用い、感応コイルによって閾値より 2A (一次側回路) 迄の範囲の下行開放感応電流を与え実験を行った (第4図参照)。



E₁ 刺激電極 E₂ 誘導電極 G 電流計
N₁, N₂ 2 氏絞輪 A, B pool M 筋

第4図 単一神経線維を用いた場合

第1表

矩形流刺戟, 神経幹標本を用いた場合の電流滑走

刺戟順序	刺戟電圧 (V)	測定項目	潜刺戟時 (msec)	潜刺戟時の差 (msec)	電流滑走距離 (mm)
電さ 圧せ をた 上場 昇合	1.1 (初極大刺戟値)		1.58	0.00	0.00
	2.0		1.53	0.05	1.31
	4.0		1.50	0.08	2.10
	8.0		1.44	0.14	3.67
	16.0		1.40	0.18	4.71
電さ 圧せ をた 下場 降合	32.0		1.37	0.21	5.50
	32.0		1.37	0.23	6.02
	16.0		1.43	0.17	4.45
	8.0		1.45	0.15	3.93
	4.0		1.50	0.10	2.62
	2.0		1.55	0.05	1.31
	1.1 (初極大刺戟値)		1.60	0.00	0.00

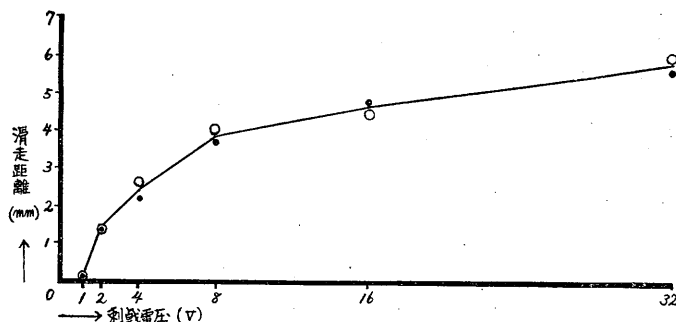
室温 16°C. 伝導速度 26.19mm/msec.

Ⅲ. 実験成績

第1実験 (矩形流刺戟, 神経幹標本)

本実験は林等の行った筋攣縮を指標とせる場合及び絨線電流計⁴⁾を用いた場合と, 著者の如く陰極線 Oscillograph を使用し測定した場合との成績を比較検討する目的で行った. 実験36例について同様の成績を得たが, その1例を示すと第1表及び第5図の通りである.

今説明すると, 1V 前後に於いて初極大刺戟値に達し 32V にては 6mm 内外の電流滑走距離を示している. 扱て, この場合刺戟電圧を次第に強くして行った場合も, その逆に弱めて行った場合も共に初極大刺戟たる刺戟電圧は常に略々一致した値 (約 1V) を示し, 2, 4, 8, 16 及び 32V の各刺戟時の電流滑走距離は両者殆んど同一の値を得た. また第5図の曲線で解る様に



第5図 矩形流刺戟・神経幹標本を用いた場合の電流滑走
(●印 電圧を上昇させた場合. ○印 電圧を下降させた場合)

第2表

矩形流刺戟, 単一神経線維標本を用いた場合の電流滑走

刺戟電圧 (V) \ 測定項目	潜刺戟時 (msec)	潜刺戟時の差 (msec)	電流滑走距離 (mm)
1.7 (閾値)	2.52	0.00	0.00
1.9	2.52	0.00	0.00
2.0	2.52	0.00	0.00
2.1	2.52	0.00	0.00
2.3	2.41	0.11	2.35
2.5	2.41	0.11	2.35
2.7	2.41	0.11	2.35
3.2	2.42	0.10	2.14
3.7	2.42	0.10	2.14
4.0	2.41	0.11	2.35
5.0	2.41	0.11	2.35
6.0	2.30	0.22	4.70
7.0	2.31	0.21	4.49
8.0	2.30	0.22	4.70
10.0	2.32	0.20	4.27
12.0	2.31	0.21	4.49
14.0	2.20	0.32	6.84
16.0	2.20	0.32	6.84
18.0	2.21	0.31	6.62
20.0	2.19	0.33	7.05
22.0	2.21	0.31	6.62
24.0	2.20	0.32	6.84
26.0	2.19	0.33	7.05
28.0	2.20	0.32	6.84
30.0	2.19	0.33	7.05
32.0	2.19	0.33	7.05

室温 16°C. 神経線維の直径 13.71 μ .

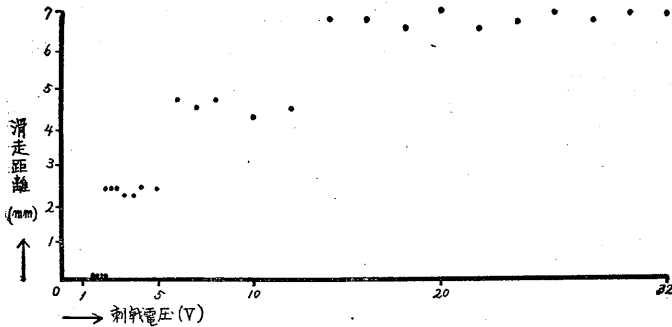
伝導速度 21.36mm/msec.

刺戟の強さと電流滑走距離とは比例して増加しない. 即ち, 刺戟電圧が高まるに従って滑走距離の増加の割合は小となることが認められる.

第2実験 (矩形流刺戟, 単一神経線維標本)

此の場合も多数の実験例に於いて殆んど一致した成績を得たので, その中の1例を挙げると第2表及び第6図の如くである.

単一神経線維を用いた場合の閾値は神経幹を用いた実験に於ける初極大刺戟値の如き一致した値 (約 1V) は当然見られないが, 著者は直径 12~15 μ の比較的太い運動神経線維を選んで実験に供したので, その閾値は



第6図 矩形流刺激・単一神経線維標本を用いた場合の電流滑走

1~2Vの範囲であった。

第2表を見ると、1.7~2.1Vの間は潜刺激時の変化は認められず、2.3Vに至って急に0.11msecの潜刺激時の短縮が見られる。順次刺激電圧を高めて行くと、5Vまで0.10~0.11msecの短縮が続き、6Vに於いて又急に0.22msecの潜刺激時短縮状態を呈している。つまり、横軸に刺激電圧(V)、縦軸に滑走距離(mm)を取れば、第6図の如く不連続性の階段状が認められる。

刺激電圧の上昇と滑走距離増加との関係は神経幹に於ける実験(第5図)の場合と同様に刺激電圧が高まるに従って滑走距離の増加率は減少することを認めた。

第3実験(感応電流刺激, 神経幹標本)

第1, 第2実験に於いて矩形流刺激を用いたので、第3及び第4実験に於いては感応電流刺激を使用し両者の成績を比較検討した。先人の報告に於いては殆んど感応電流刺激を使用しているので著者の実験に於いても第3及び第4実験の成績が重要なものと考えた。

感応電流刺激を用いるに先立って刺激電流(一次側回路)強度の範囲を決定する目的で刺激電流(一次側回路)の上昇と、それに伴って増加する二次側電圧との関係を実験的に検討した処、一次側電流が2Aを超えると二次側電圧の上昇は極めて不確実になったので、著者は初極大刺激乃至2Aの範囲を刺激として使用

した。多数の実験例に於いて略々同様な成績を得たので其の代表的なもの1例を示すと第3表及び第7図の如くである。

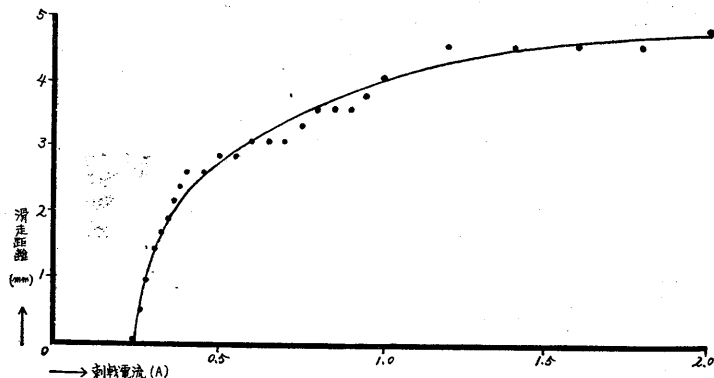
第3表によれば刺激電流(一次側回路)0.24Aにて初極大刺激に達し、それより2Aの範囲に於いては0.47~4.75mmの電流滑走距離が認められる。この事は殆んど総べての実験例に於

第3表

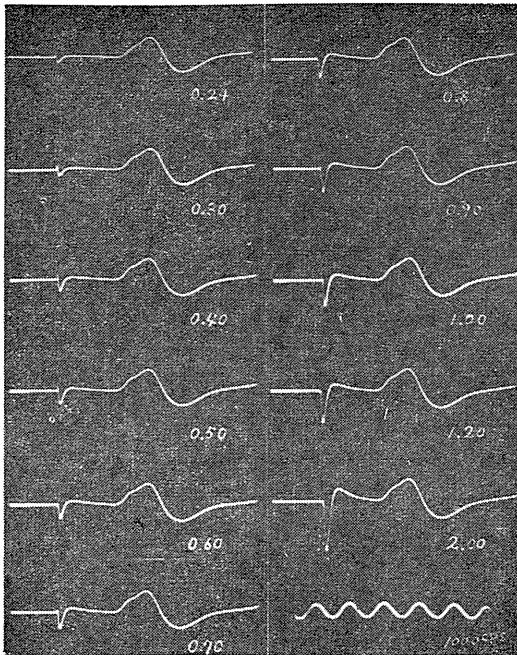
感応電流刺激, 神経幹標本を用いた場合の電流滑走

刺激電流(A) \ 測定項目	潜刺激時(msec)	潜刺激時の差(msec)	電流滑走距離(mm)
0.24(初極大刺激値)	1.77	0.00	0.00
0.26	1.75	0.02	0.47
0.28	1.73	0.04	0.95
0.30	1.71	0.06	1.42
0.32	1.70	0.07	1.67
0.34	1.69	0.08	1.90
0.36	1.68	0.09	2.14
0.38	1.67	0.10	2.37
0.40	1.66	0.11	2.61
0.45	1.66	0.11	2.61
0.50	1.65	0.12	2.85
0.55	1.65	0.12	2.85
0.60	1.64	0.13	3.08
0.65	1.64	0.13	3.08
0.70	1.64	0.13	3.08
0.75	1.63	0.14	3.32
0.80	1.62	0.15	3.53
0.85	1.62	0.15	3.56
0.90	1.62	0.15	3.56
0.95	1.61	0.16	3.80
1.00	1.60	0.17	4.03
1.20	1.58	0.19	4.51
1.40	1.58	0.19	4.51
1.60	1.58	0.19	4.51
1.80	1.53	0.19	4.51
2.00	1.57	0.20	4.75

室温 16°C. 伝導速度 23.73mm/msec.



第7図 感応電流刺激・神経幹標本を用いた場合の電流滑走



第8図 感応電流刺激 神経標本を用いた場合の偽作流数字は刺激電流(A)を示す。

いても、前述せる如く同様な値であって、2Aに於ける滑走距離は最低3.60mm、最高5.5mmであった。第7図の滑走距離曲線は矩形流刺激(第1実験)の場合と略々同様である。

単一神経線維を用いた場合(第2実験)は完全な不連続性の階段状を呈するが、本実験の如く神経幹を用いた場合には僅に階段状形成の傾向が認められるに過ぎないことが注目される。第8図は第3表に示した実験例の偽作流記録写真である。

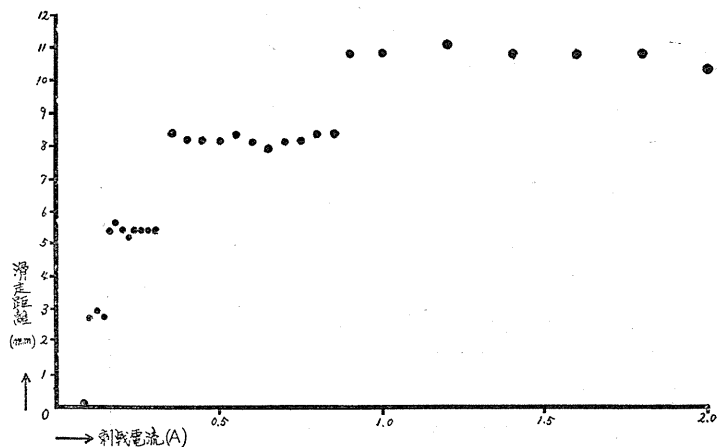
第4実験(感応電流刺激, 単一神経線維標本)
単一神経線維標本を用いて矩形流刺激を行った場合(第2実験), 電流滑走距離は刺激電圧の上昇に伴う不連続性の階段状曲線を呈する成績を得たが、著者は更に感応電流刺激を用いてその成績の一層確実なることを立証せんとした。十数例の実験例に於いて全く同一の傾向と略々同様な数値

第4表

感応電流刺激, 単一神経線維標本を用いた場合の電流滑走

刺激電流(A) \ 測定項目	潜刺激時(msec)	潜刺激時の差(msec)	電流滑走距離(mm)
0.08(閾値)	3.22	0.00	0.00
0.10	3.12	0.10	2.70
0.12	3.11	0.11	2.97
0.14	3.12	0.10	2.70
0.16	3.02	0.20	5.40
0.18	3.01	0.21	5.67
0.20	3.02	0.20	5.40
0.22	3.03	0.19	5.13
0.24	3.02	0.20	5.40
0.26	3.02	0.20	5.40
0.28	3.02	0.20	5.40
0.30	3.02	0.20	5.40
0.35	2.91	0.31	8.37
0.40	2.92	0.30	8.10
0.45	2.92	0.30	8.10
0.50	2.92	0.30	8.10
0.55	2.91	0.31	8.37
0.60	2.92	0.30	8.10
0.65	2.93	0.29	7.83
0.70	2.92	0.30	8.10
0.75	2.92	0.30	8.10
0.80	2.91	0.31	8.37
0.85	2.91	0.31	8.37
0.90	2.82	0.40	10.80
0.95	2.83	0.39	10.53
1.00	2.82	0.40	10.80
1.20	2.81	0.41	11.07
1.40	2.82	0.40	10.80
1.60	2.82	0.40	10.80
1.80	2.82	0.40	10.80
2.00	2.83	0.39	10.53

室温 16°C. 神経線維の直径 14.40 μ .
伝導速度 27.00mm/msec.



第9図 感応電流刺激・単一神経線維標本を用いた場合の電流滑走

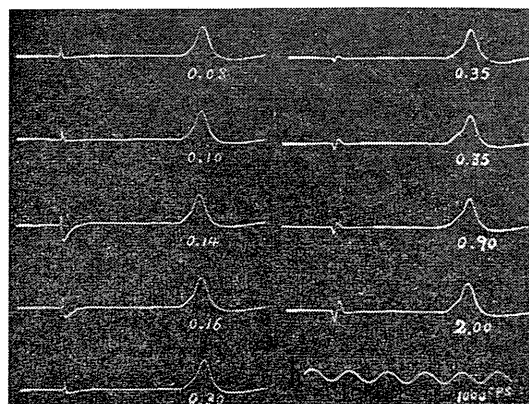
を得たので第4表及び第9図として代表的な1例を掲げ説明を加えて見る。

先ず閾値の決定であるが、直径 14μ 前後の運動神経線維を用いた場合閾刺激電流（一次側回路）の強度は $0.07\sim 0.16A$ であった。第4表に示した実験例に於いては $0.08A$ にて閾値に達し、刺激電流（一次側回路）を $0.10A$ に上昇させると $0.10msec$ の潜刺激時の短縮が現われ、更に刺激電流を強めても潜刺激時の短縮は見られず、 $0.16A$ に至って更に $0.10msec$ の短縮が見られる。同様な経過により $0.35A$ 及び $0.90A$ に於いて飛躍的に $0.10msec$ 内外の潜刺激時の短縮が起っている。これをこの神経線維の興奮伝導速度から電流滑走距離を算出すると 0.10 、 0.16 、 0.35 及び $0.90A$ の刺激強度の時に4回にわたって $2.7mm$ 前後の電流滑走距離の変化が現われ、その中間に於いては刺激電流の強度をいくら変化させても滑走距離が変らないことを認める。尚1回に飛躍する滑走距離はその神経線維の2個のRanvier氏紋輪間距離に一致していることが解る。

次に神経幹を用いた第3実験と単一神経線維を用いた本実験との電流滑走距離を比較すると、第3実験に於いては初極大刺激値の5倍($1.2A$)の時に $4.51mm$ 、本実験に於いては閾値の5倍($0.4A$)にて $8.10mm$ の滑走距離を示している。

尚刺激強度が高まるに従って電流滑走距離の増加等が減少の傾向を示すことは第1乃至第3実験の成績と同様である。

第10図は第4表に掲げた実験例に於ける偽作流の記録写真である。



第10図

感応電流刺激，単一神経線維標本を用いた場合の偽作流
数字は刺激電流(A)を示す。

Oscillographによって偽作流を記録し、更にこれを拡大して潜刺激時を測定する方法を用いて $0.01msec$ の潜刺激時の差を正確に測定することが出来た。実験の正確を期する目的で、同一強度の刺激を反復行いその都度潜刺激時を測定したところ、第5表の如く常に殆んど一定の値を示し、 $2.7535\pm 0.0057msec$ の結果を得た。このことにより刺激強度が一定の時には常に同一の点より興奮が発足するものであることを確認した。

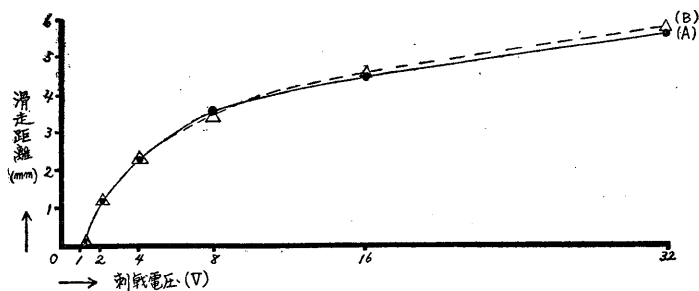
第5表 同一強度刺激による潜刺激時の変化
(単一神経線維，感応電流刺激)

例 数	潜刺激時 (msec)
1	2.76
2	2.76
3	2.75
4	2.75
5	2.76
6	2.76
7	2.75
8	2.75
9	2.75
10	2.75
11	2.75
12	2.74
13	2.75
14	2.75
15	2.75
16	2.76
17	2.76
18	2.76
19	2.75
20	2.76

IV. 総括並びに考察

神経線維に於いて興奮が2紋輪間(約 $2mm$)を通過するに要する時間は約 $0.1msec$ であり、従って興奮伝導を指標として電流滑走距離を測定する方法の際には少くとも $0.1msec$ 以下の潜刺激時の短縮を正確に計測出来なければ、電流滑走の様相を詳細に論ずる事は不可能である。

著者は従来の実験装置に改良を加え、陰極線

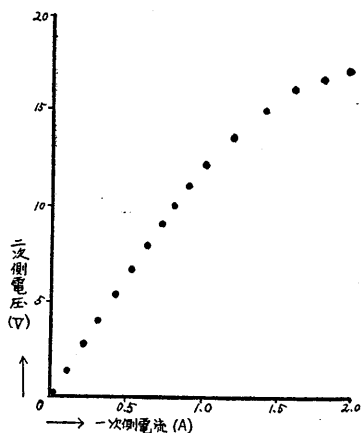


第11図 矩形流刺激、神経幹標本に於ける電流滑走距離の平均値曲線(A)及び実験式曲線(B)

先ず神経幹を用いた実験(第1, 第3実験)に於いて、刺激電流の強さに対する電流滑走距離増加の割合を見ると第5図の如き曲線を得るが、之は先に著者等⁸⁾の「生体に於ける電流の振り方」に於いて得た実験式 $Y=a(\log X-b)$ [Y : 電流滑走距離. X : 刺激強度. a, b : 係数]と殆んど一致した曲線である。今第1実験に於ける36例の平均値から得た曲線と実験式よりの曲線を示せば第11図の通りである。

このことは感応電流刺激を用いた第7図の曲線に於いても刺激電流(一次側回路)1Aまでは同様のことが言えるが、1A以上の強さになると多少滑走距離増加の割合は減少傾向が現われ、従って実験式曲線に一致しなくなる。この原因に就いて著者は第12図に示す如く一次側電流と二次側電圧との関係を求める実験を行い、その理由を追究した。

即ち刺激電流(一次側回路)を0より順次高めて行くと1Aまでは電流の上昇に伴って電圧



第12図 二次側電圧・一次側電流曲線

は直線的に上昇するが、1A以上になると僅かに電圧増加率が減少していることがわかる。尙2A以上にてはBraun管に現われる電圧の波形が不確実になるために、著者は成績の確実を期する目的から実験に際しては2A以下の刺激電流(一次側回路)を使用することにきめた。

又、第1実験に於いて、電圧を上昇させた場合とその逆に下降させた場合の成績が略々一致している点から、著者の実験に於いては実験中の経過時間、刺激頻度、乾燥度或いは分極等の影響を考慮する必要がないことを確認した。

第2及び第4実験の成績で電流滑走距離曲線が不連続性の階段状を呈することから、単一神経線維において、刺激電流の強度が丁度閾値に達したときに興奮は刺激部位又はそれに最も近いRanvier氏絞輪 N_1 から発足し、次第に電流強度を上昇させると神経内に於ける電流の振りの範囲は順次拡大されるが、尙依然として興奮は N_1 より発足している(N_2 に対しては閾下)。尙電流を強めて行き、次の絞輪 N_2 に於ける滑走電流の強度が閾値に達した時興奮は急に N_2 から発足するのであって、 N_1 と N_2 の途中から興奮が発足することは全くないことを示している。このことは一階段が、興奮が2絞輪間の距離約2mmを通過するに要する時間(約0.1mm)に一致している点からも裏付けられる。従って有髓神経線維に於ける興奮はRanvier氏絞輪間を跳躍伝導するものであるという理論を再確認するものである。

この階段状は単一神経線維の場合のみならず、神経幹を用いた実験の成績(第7図)にも若干その傾向が認められる。之は滑走距離の測定に当って偽作流の立上りを指標とした関係から伝導速度の最も早い線維に於ける階段状を示すものと思考される。

著者は主として感応電流刺激を行ったが、電流滑走の様相は矩形流(0.05msec)を与えた場

合も全く差異が認められなかった。

次に神経幹を用いた場合（第1，第3実験）と単一神経線維の場合（第2，第4実験）との成績に於いて，各々の初極大刺激値及び閾値の一定倍の刺激強度に於ける電流滑走距離を比較すると後者の場合の方が大である成績を得た。この事は著者が単一神経線維を用いた場合比較的閾値の低い線維を選んで実験に供したので，神経幹を用いた場合の初極大刺激値に於いてはその中の閾値の低い線維にとっては既に閾値以上に達し興奮していることによるものと解釈される。

尙全実験を通じて電流滑走距離は，矩形流刺激の場合32Vにて最高7.09mm，感應電流刺激にては2A（一次側回路）にて最高13.25mmの値であって，過去に於ける林等の報告した値よりも極めて僅少な成績を得た。扱て著者の用いた刺激電流（一次側回路）2Aの強さを検討するため，筋攣縮を指標にして超極大刺激値を求めた処，第13図の如く10A前後で超極大刺激に達することを知り従って著者は極めて弱い範囲の電流即ち2Aを最高として実験を行ったことになった。

しかし乍ら第11図に示した様に電流滑走距離増加曲線から判断して，超極大刺激に相当する10Aの電流を用いても林等の如き大なる滑走距離には至らないことが想像される。この様に滑走距離の少いことは，実験装置の改良によって絶縁を完全にしたこと及び正確に潜刺激時を測

定出来る方法を用いたことに最大の原因があるもの思考する。

V. 結 論

1. 興奮伝導によって生ずる偽作流を陰極線 Oscillograph に導き記録撮影し，更に拡大写真上にて潜刺激時を測定する方法により0.01msecの潜刺激時の短縮を正確に計測し，正確に電流滑走距離を測定することが出来る。

2. 著者の使用した刺激電流の強度範囲内に於いては，神経幹標本に於ける電流滑走距離増加曲線は $Y=a(\log X-b)$ [Y: 滑走距離, X: 刺激強度, a, b: 係数] の実験式曲線に略々一致し，僅かに階段状形成の傾向が認められる。

3. 単一神経線維に於いて刺激電流の強度を徐々に大とする時，電流滑走距離はその神経線維の Ranvier 氏絞輪間距離に一致した幅を以て階段状に不連続性である。従って有髓神経線維に於ける興奮は Ranvier 氏絞輪間を跳躍伝導するものであることを再確認した。

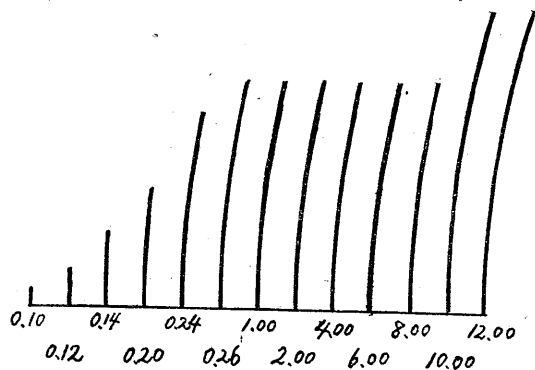
4. 単一神経線維に於いて刺激電流（一次側回路）2Aの時，電流滑走距離は最大13.25mmであった。

（本論文の要旨は昭和31年1月28日第108回生理学東京談話会に於いて口演発表した）

擱筆するに臨み，御懇篤なる御鞭撻と御校閲の労を忝くした，慶応義塾大学医学部加藤元一教授に衷心より感謝の意を捧げ，終始御指導並びに御校閲を賜った教室主任伊藤秀三郎教授，及び福本博講師に深く感謝の意を表し，絶えず実験に際して御助力下さった早稲田大学電気工学科杉本芳郎氏に深謝する。

文 献

- 1) Gildemeister, M. (1908) Über Interferenzen zwischen zwei schwachen Reizen. Pflügers Archiv f. d. ges. Physiologie. 124, 447
- 2) 林 麟 (1927) 電流滑走距離測定法，神経刺激電流の滑走に就いて（其の1）慶応医学 7, 541
- 3) 林 麟・足立公雄 (1927) 電流滑走測定別法 慶応医学 7, 911
- 4) 林 麟・坂口弘次郎 (1927) 電流滑走距離測定第3法 医学中央雑誌 25, 925
- 5) 久崎 章 (1931) 電流滑走研究補遺 (1) 慶応医学 11, 2241
- 6) 久崎 章 (1932) 電流滑走研究補遺 (2) 慶応医学 12, 1



数字は刺激電流値を示す(単位: 縦軸cm, 横軸A)

第13図 刺激強度と筋攣縮高

- 7) 井手頼之 (1940) ラ氏括約輪の生理学的研究其の3 電流滑走の本態に就いて 慶応医学 20, 169
- 8) 伊藤秀三郎・田崎 敬・斎藤義夫・杉本芳郎; 生体に於ける電流の拡がり方 早稲田電気工学会誌 31
- 9) 金井一久 (1934) 電流滑走距離と測定装置絶縁の程度との関係 慶応医学 14, 909
- 10) Kato, G. (1924) The theory of decrementless conduction in narcotised region of nerve. 96
- 11) Kato, G. (1926) The further studies on decrementless conduction. 53
- 12) 加藤元一 (1954) 生理学 上巻 291
- 13) Keith Lucas (1913) Electrodes for preventing current-spread in the stimulation of nerve. Journal of Physiology 46, 33
- 14) 牧 亮吉 (1924) 神経麻醉部位に於ける興奮伝導に就いて (其の4) (麻醉部位に於ける神経の興奮性を論ず) 慶応医学 4, 245
- 15) 三浦岱栄 (1928) リュウカス特製電極の電流滑走に就いて 電流滑走に関する新知見 (第1報) 慶応医学 8, 461
- 16) 三浦岱栄 (1928) 従来の電流滑走測定法を批判す, 電流滑走に関する新知見 (第2報) 慶応医学 8, 467
- 17) 坂口弘次郎 (1930) 上行感応電流の電流滑走の就いて 慶応医学 10, 1353
- 18) 坂口弘次郎 (1930) 強直刺激の電流滑走に就いて 慶応医学 10, 1451
- 19) 坂口弘次郎 (1930) 三導子電極による電流滑走に就いて 慶応医学 10, 1475
- 20) 坂口弘次郎 (1930) 不分極電導子による電流滑走に就いて 慶応医学 10, 1533
- 21) 清水忠夫 (1931) 剔出単一神経線維, 単一筋線維標本の製作法 慶応医学 11, 1903
- 22) 王村英昭 (1929) 神経に於ける電流滑走の二様式に就いて 慶応医学 9, 1333
- 23) 田崎一二 (1944) 神経線維の生理学 河合書店
- 24) Max Verworin (1949) Erregung und Lähmung.

Summary

In order to make clear the cause of the current spread the author measured the distance of the current spread at the nerve trunk or single nerve fiber of the toad under the stimulation of the descending rectangular or induction current by the photographic record of the cathode-ray oscillograph to which the action current provoked by the conduction of the excitation leads and by the measuring method of the latent period in the enlarged photograph and the author obtained the results as follows:

1) By the method that enabled the author to measure with accuracy the shortening of the 0.01 ms of the latent period, the author measured the distance of the current spread with accuracy.

2) In the range of the strength of the stimulative current used by the author the increasing curve of the current spread at the nerve trunk coincide with the experimental curve $Y=a(\log X-b)$ [Y : the distance of the current spread. X : the strength of the stimulation. a, b : the coefficient] and shows the tendency of taking the form of a staircase.

3) If the strength of the stimulative current at the single nerve fiber increases step by step the distance of the current spread increases discontinuously in the form of a staircase with an internodal distance of two Ranvier's nodes. And so the author recognized exactly that the excitation at the medullated nerve fiber jumps between two Ranvier's node in regard to the conduction.

4) When the stimulative current (primary coil) at the single nerve fiber is 2.0 A the distance of the current spread is the maximal value 13.25mm.

(Department of Physiology, Tokyo Dental College)

地方小学会報

第11回近畿生理学談話会

時 昭和30年7月3日(日)午前8時30分より

所と当番 国立山中病院講堂 齋藤幸一郎

1. 岩波真佐夫(京都府立医大生理)

食質変化による体液酸塩基平衡

食質変化による体液酸塩基調節の機序については、古くは Sherman, Van Slyke 等により研究されているが、著者は酸性アルカリ性の両極端に偏向せる食餌及びその中間の中性食を摂取する事によって、体液酸塩基平衡の変化とその生理的意義及びそれに対する腎臓調節の様相を追究した。よって著者は酸性食(酸価 6.5, 61.1mMの酸過剰), アルカリ食(アルカリ価 6.5, 91.0mMのアルカリ過剰), 中性食(酸価 1.3, 16.3mMの酸過剰), の3種の食餌を健康な体重 60kg 前後の被験者3名に各々12日間宛摂取せしめ血液及び尿の酸塩基平衡の変化を求めた。但し此等の食餌は各々養価 2500 kcal, 蛋白質 80g の一定値に固定し且つビタミンの補給を行って栄養障害の発現を防止した。

その成績を見るに、食餌の酸性度の偏向は最も顕著に尿の酸塩基平衡に影響し、酸性食期にはpH低下、滴定酸度上昇して酸根過剰の尿を排泄し、且つ alkaline reserve 節約の為尿中には HCO_3^- イオンが極度に減少するに反しアルカリ食期には腎臓は HCO_3^- イオンの大量排除によって体液中の過剰アルカリ排泄に努め pH は上昇する。その結果として血液 pH は 7.3~7.4 にてその変化は正常平均値を中心としたより 0.1 以内に維持されるが、只血清 alkaline reserve が酸性食期には低下し、(60 Vol%以下) アルカリ食期には上昇(70 Vol%以上)して血液 pH に対して緩衝作用を発揮している。以上の結果から見て食餌の酸価、アルカリ価に可及的大なる偏向を与えても腎臓の酸塩基排泄の調節と血液の緩衝作用によって著明な acidosis, alkalosis は出現せず、潜在性の metabolic type の acidosis, alkalosis の像が認められた。

更に尿性状に於いて UreaN/TotalN の比が酸性食期に低下(80%以下), アルカリ食期に上昇(90%以上)するのが認められるが、これは酸性食期はアルカリ食期に比し酸性尿の為尿中 NH_3 が著明に増加し、且つ尿酸、クレアチニン共稍々増加

している為、それに相当するだけの UreaN の形成が減少した為と考えられる。

又食質変化による生理的影響として血液性状の変化が見られる。その著明なものは自律神経機能と白血球性状との関係である。即ち酸性食期には中性嗜好性白血球の比較増加が表われ、アルカリ食期にはエオジン嗜好白血球及びリンパ球の比較増加が見られた。之を原島小川氏の血液性状と自律神経緊張状態の判定総合法により算定すれば酸性食期(即ち acidosis)の場合には交感神経緊張状態に傾き、アルカリ食期(alkalosis)の場合には副交感神経緊張状態を示すという結果を得た。

食餌の酸価、アルカリ価がその人の一般状態に影響することは、古くより想像されていた事であるが此処に之が実験的に証明された訳である。併し此処に用いた食餌は極端な例であるから日常の食生活に於てこれがその個人の生理的機能にどの程度の著明な影響をもたらすかは疑問である。

2. 古志谷淳三・岩波真佐夫・大柴 進・山田敏男(京都府立医大生理)

水分塩分代謝の季節変動

教室員四名を毎月一定時教室に宿泊せしめその早朝空腹時血液比重;ヘマトクリット;血清Na, Cl; K 濃度;循環血液量, 身体全水分量(T. B. W.)細胞外液量(E.C.F)を同時に測定し、又一方2, 5, 9, 11月の四季に一定食質(水分摂取は自由)の下に約1週間水分塩分出納を調べ、又血清A.D. H.を測定した。その結果血液鉍質成分の季節変動は吉村の成績と一致し、血液水分量は夏期に高く冬期に低く、全循環血流量推移と平行する。又血清Na; Cl; K: 濃度は夏期に低く冬期に高く、T. B.W. 及び E.C.F は夏期に多く冬に少ない。この事より血液水分の季節変動も身体水分保有量の変化に伴ったものと思われる。又血清塩分濃度の変化も一部は血清水分の変動により説明されるが、これだけでは完全な説明ではなく、よって全細胞外液中塩分保有量の変化を見ると Na; Cl: 保有

量は夏期に上昇し冬期に減少しKは逆の傾向を示しておる。又水分代謝量は夏期に高く、この夏期に増加する原因は気温上昇による体温調節機能の変化により、水分利用の高まるため、身体水分保有量の増加は水分代謝量の増加に具える準備状態と思われる。又血清 A. O. H. が夏期に高いから恐らく内分泌系の機能馴化現象が現れて身体水分保有量の変化を来したものであろう。又体内塩分保有量にも季節変動を認め、これも1つの馴化現象と見られるがこれには Mineral corticoid が暗示される。

3. 尾松芳男 (神戸医大産業医学)

妊娠、産後の基礎代謝変動と新生児のガス代謝

1. 健康、妊婦3名の妊娠2ヶ月から分娩迄の基礎代謝 (以後 BM と記す) 測定の結果は、妊娠前標準値に比し 2~3 ヶ月に一様に低下し (最高 10%) 次いで妊娠前レベルに回復し 5 ヶ月から亢進し 8~9 ヶ月に最高 (25%強) を示し 10 ヶ月には稍々下降して約 20% 亢進状態で分娩に至った。尚 40 週目の BM 量をその時の母体と胎児の体表面積の和で除した体表 m^2 当りの値は、妊娠前の夫とよく一致する。又体重単位の比較では 6~9 ヶ月の間に 8~10 % の亢進を示している。以上の結果を考察すると初期の BM 低下は悪阻による摂取熱量の減少と偽作減退が大きな因と思われる。そして悪阻の強かった者程低下が大きかった。次に BM 量亢進は胎児部分が母体全体に比して充分大となる前から起り且胎児発育が益々旺盛である 10 ヶ月に却って亢進度が稍々下降を示す結果を得た事から妊婦 BM の亢進は勿論胎児の存在により起るものであるが、胎児の発育に基いて起ると見るよりも、胎児の発育の為予め BM を高め分娩が近付くと分娩に続発する一時的な身体の危険状態と哺育の為の労作過重に対処する為今迄高めていた BM を極力抑えんとする母体側の順応現象と考える。産後は 2 週間で妊娠前レベルに復し 3 ヶ月目に稍々亢進を示すが体重当りでは亢進を示さなかった。

2. 新生児の空腹安静時代謝量は生後数時間内はそれ以後の値に比し異常に低い。しかし体重当りでは此の低い値が大人の BM 量に略々等しく以後の値は大人 BM 量より遙かに高く 2 ヶ月すると 2 倍となり尚日と共に増大した。測定中ため息や

背伸び偽作が 1 回入っても直に空腹安静値を非常に高め啼泣時には 250 % 以上を示す。乳児のガス代謝測定時は此の点に留意すべきである。

3. 妊娠中期以後著明な蛋白蓄積を認めた。産後は 3 週後からやはり窒素出納は positive となるのを認めた。

4. 川上正澄・高野秀勝 (神戸医大第 1 生理)

骨格筋緊張に及ぼすホルモンの影響

筋電図法によって、人体の腹筋、球海綿体筋、会陰横筋の筋緊張に対し性 Hormon その他脚下垂体後葉、甲状腺 Hormon などの作用について調べた。その結果を要約すると

1. 正常婦人では球海綿体筋、会陰横筋は月経時及び月経後 1~2 日に於てはこれらの筋活動電流は月経中間期に比し減弱する。

2. Progesterone, Chorionic gonadotrophin は腹筋、会陰横筋ともにその筋緊張を減弱せしめ Serum Gonadotrophin Vosopussin Cortison, 唾液排出液物質、甲状腺 Hormon などは筋緊張を増強せしめる。然るに Oxytocin に於いては腹筋の筋活動電流を増強せしめ、会陰横筋に対してその筋緊張を減弱せしめる。adrenalin desoxycorticosterone などは殆んど変化は認められなかった。

3. ルミナル、イソミタルなどの睡眠薬は男女の性別によって腸筋の筋緊張の減弱に差異がある。即ちルミナルは男性では極量 2 倍でも変化は認められないのに反し女性では極量までの量で減弱した。然し estradiol, testosterone を投与して観察すると投与しない場合よりはその減弱は軽度であった。これらのことより睡眠剤に於いて男性に比し、女性に強く作用するのはこれらの Hormon に関係あることが分った。

4. Progesterone の作用部位が中枢であるか末梢であるかを脊髓猫を用いて調べたところ脊髓以下にもその作用部位のあることが分った。

5. 福田茂樹・越久公雄 (神戸医大生理)

筋的訓練効果に関する呼吸ガス並に筋電図の研究

精神分裂病患者の常同姿勢又は強硬姿勢のガス代謝を測定し、之等の姿勢を正常者が取った時と比較し、更に之等を訓練した場合の経過につきガス代謝を測定し、筋電図法により筋の働きを追求

した。

常同姿勢又は強硬姿勢の示すガス代謝は非常に低く、例によっては安静時の酸素需要量（以下 $O_2 \text{ req}$ と略す）より低い場合は極めて低い値で定常状態に入っている場合がある。

10分間の右上肢側方拳上労作の $O_2 \text{ req}$ は強硬姿勢の場合は毎分 25~40cc であるが正常人6名の平均値は 170~230cc であった。

急性発病患者で療法により病状が軽快するにつれて $O_2 \text{ req}$ は増加し、患者に労作を意識させる様になると $O_2 \text{ req}$ は倍加する。

この労作を正常人に訓練すると増減し乍ら漸時代謝値は下り、100日間で毎分 $O_2 \text{ req}$ は70cc前後となった。又この労作時 M. supra spinam の神経筋単位の放電間隔の Interval diagram を作って見ると患者では極めて変動少なく30分労作でも変化は少ない。正常人では極めて変動が大きい。而し訓練すると変動は小さくなる。

肘関節の負荷反復屈伸運動の訓練でも30日間で約40%に下った。中腰姿勢、膝関節の負荷反復屈伸運動の訓練は上肢の場合より更に強い作業時間の延長と、 $O_2 \text{ req}$ の減少を示し、中止後も長く訓練効果が残る事を認めた。例えば中腰姿勢で $O_2 \text{ req}$ は20日間で50%に、30日間で35%に下り、減少経過は非常に順調であった。この下肢の訓練者の M. Satorius の運動単位の放電間隔の τ -S 関係を求めると非訓練者に比べ、K. T. 両曲線は明らかに分離し、 τ 線上に密な分布を認めた。

以上より訓練効果成立の機構は筋に対する中枢神経系の支配様式が Cortical なものから Subcortical 又は Spinal なものに移って行く事が大きな因子となっていると考える。

6. 斎藤一郎 (阪大第2生理)

筋の同調放電

1) その特徴

犬及び家兎の下肢筋より誘導した double spikes pattern が、1つの NMU の2回引続き放電したもの (double discharge) が或は相異なる2つの NMU の継時的放電によるものであるかを検討した。即ちその放電間隔と動揺度出現状況及び2同心電極2本を用いた同時誘導、記録等から分析した結果、この double spikes pattern は相異なる2つの NMU の同調したものであると確認した理

由及びその pattern の特徴を挙げ、同時にそれに類する double spikes との鑑別方法等を述べる。

7. 本間三郎・藤岡玄治 (千大第1生理)

人体神経、筋の閾値に関する研究、反復刺激について

人体における神経及び筋を電気刺激して、その閾値を求める際には、皮膚分極を平衡せしめた状態で行わねばならぬところから、先に Balancing Network Method を提唱した。

直角脈波の反復刺激を神経、筋に与える実験であるが、以後の刺激波形はすべて平衡せしめてある。反復刺激においてまず問題となることは直角脈波の期間と次の脈波までの休止期間との関係である。脈波を約130, 250, 500msec に反復する装置を作り、しかも脈波の期間を0.1~300msecまで自由に調整できるようにした。まず130msecの間隔で脈波の期間を0.5msec から漸次長くし、脈波の期間とある期間における筋最小攣縮をおこす強度との関係を求めた。脈波の期間が0.5msec 以後刺激閾値は低くなる。しかし期間が20msec 以上になると再び閾値は上昇してくる。脈波の間隔が250, 500msec と長くなっても同様の関係を示す。唯20msec 以上の脈波期間の刺激では脈波の間隔が長い方が閾値は低い。即ち間隔が500msec のときは脈波の期間が30msec としたときに他の130及び250msec の間隔のものより低い閾値である。という事である。どの間隔においても期間が長く(20msec より) となると閾値の高まることは順応によるものと考えられる。その高まりは間隔がより長い方がゆるやかであることは脈波の休止期における次常期の位置に左右されると考える。Hill の理論に依って傾き要素を算出すると休止期の長い(間隔500msec の場合) 場合は次常期の充分回復したことを示している。

一方脈波の期間の短いとき、即ち20msec 以内のときは、勿論 Hill の理論式には一致するが通例の i-t 関係が得られ、時値が測定される。しかもこの時値は間隔が違った際も殆んど同じであって、i-t 曲線は全く重さなった状態である。反復刺激によって時値を正確に測定できるということは、人体刺激の際は反復刺激が示標の判定を簡便にならしめるので進歩した方法といえるであろう。

8. 後藤 徹・下村彌彦 (京大第1生理)

ミミズの巨大神経線維の活動電位

或る種の下等動物の逃避反応に与る巨大神経線維は、幾多の学者の注目せるように、種々の点から興味ある対象と考えられる。我々はフツウミミズの巨大神経線維に就いて、細胞内電極法により2, 3の知見を得たので報告する。

双眼顕微鏡下で、微小電極 (抵抗5~20MΩ) をミミズの腹髄背面より刺入してゆくと、先ず表面を掩う筋層の静止膜電位と考えられる10~20mVの負電位を見、次いで巨大神経線維に入ると、多くは30~60mVの静止膜電位が現われ、腹髄の頭側或いは尾側刺激により Overshoot を示すスパイク電位 (10~100mV) が得られる。伝導に方向性は認められない。時には単一刺激で反復興奮を起すこともある。スパイク電位の持続は1.0~1.5msec (22~25°C) で、これに10mVの大きさを持つ6~8 msecの陰性後電位が続き、更に其後に僅かの陽性後電位が続く。陽性後電位は頻回刺激後でもさほど大きくならない。

頻回刺激には内側巨大神経線維で400~450 c. p. s. 外側巨大神経線維では330~380 c. p. s. (23~26°C) 迄1:1の反応を示す。

電極刺入により線維に傷害があると思われる場合には、伝導遅延の為と考えられるスパイク電位の所謂峰岐れを見る。この際大小2つの山が現われるが、隣接せる Segment に各々1本づつの電極を挿入して実験した結果、大きな山は観察 Segment のスパイク電位、小さな山は、これに隣合った Segment の活動電位が電気緊張的に誘導されたものと解せられる。

9. 幸塚嘉一・山田美智子・松田富美・内藤博江・井家美智子・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* に於ける興奮伝導について [血管に爲す交感神経 (efferent) 作用について] (其の2, C)

II. 吳学説 (*Spinalparasympathicus*) 批判

Neuro-muscular junction-neuro-effector junction に於ける興奮伝導に関する新研究用仮説 (幸塚1951, 1953) の立場より (其の2, C)

1) 私達が“新しい交感神経 (efferent)”を発見したのは1954年であり、1955年に“脊髄後根交

感神経学説” (幸塚) —是に対して Langley の交感神経を仮に“脊髄前根交感神経”と命名したい—の建設に至った。その function の1つとして、Stricker の問題提挙以来の *Vasodilator via post. root* の直接証明が成った。

それが正しいとすれば、*Vasodilator via post. root* に関して、英国学派 Bayliss の *antidromic fibre*, 日本の吳学説 (*Spinalparasympathicus*) は揺ぐ筈。その理由次の如し。

(但し Bayliss の *antidromic fibre* については既に論求した (京都に於ける学会))

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) の原理に従って一側の *spinal ganglion V~VII* をニコチン法にて刺激し、顕微鏡下マイクロメーターにて同側の *m. obliq. int. abd.* の血管の直径を測定し、他側の同一場所の血管と比較す。

3) 実験成績及び考察 i) 刺激側の血管は刺激後一定の時間を経て明かに拡張した。対照側に比して。而して一定の時間を経て元の直径に帰った。ii) 別に *Gracilis* の実験に於いて、*adrenalectomised frog* にては、その際 *R. comm VII, IX* を *glycerine* にて刺激すると、他側に比して、*Vasodilation* した。iii) i), ii) の *vasodilation* の作用機序は？

夫は既述の如く新研究用仮説 (幸塚1951, 1953) に於いて *wave theory* に (i) *chemical* & (ii) *non-chemical emission theory* に (iii) *chemical* & (iv) *non-chemical* の4 cases が得られるが、その中 *emission theory* の (iii) *chemical* にて上記実験成績を一義的に説明されるのではないかと思われる。iv) 反して吳学説 (*Spinalparasympathicus*) にては説明困難なり。v) i) と同一成績を上肢筋に於いても得た。

4) 結論 i) 腹筋血管の後根を通る血管拡張神経の直接証明が成った。而してその nature は“脊髄後根交感神経”なり。即ち“脊髄後根交感神経”の検証をなし得たと思われる。ii) i) が正しいとするならば吳氏“脊髄副交感神経”は、腹筋の血管の *Vasodilator* と考えられない。

10. 高比良英輔・出浦滋之 (神戸医大第2生理)

末梢刺激による小脳誘発電位に対する化学物質の影響

大脳皮質に作用させると痙攣を起す種々の化学物質があるが、この様な化学物質が細胞体のどの部分に効いているのかと云うことを明らかにするためにこの実験を行った。

実験には犬を用い両側大脳半球をオウロパンソーダ又はラボナール麻酔の下で丁寧に切断し除脳した。小脳は前方より露出し、直ちに犬の体温に温めた流動パラフィンでこれを覆い冷却、乾燥を防いだ。

刺戟には Braun 管に同期された感應電撃を用いこれを犬の浅在性橈骨神経に与えた。

誘導には 100 μ の銀線単極電極を用いその上にフューズを着けこれが容易に皮質表面に固定できるようにし、更にこれをベーク板で頭骨に固定して呼吸等の動揺を防いだ。

化学物質は濾紙 3mm 平方に滲ませて表層に貼布するか又は静注した。

クルメンの一部から毎常緩かな陽性の山に続いて鋭く高い陽性の山、続いて小さな陰性の山の誘発電位が得られる。

ストリキニン、ピクロトキシンでは陽性の2つの山には変化がなく最後の陰性の山が著明に増大する。ニコチン、イソニコチン酸ヒドラジッド、カルヂェゾールでは主に鋭く高い陽性の山が遅れて現われる様になる。グルタミン酸ソーダ、アスパラギン酸ソーダでは鋭く高い陽性の山が小さくなって来る。

我々は鋭く高い陽性の山は Purkinje 細胞体の発火、続く陰性はその樹枝状突起の興奮と考えているので、ストリキニン系は樹枝状突起に促進的にカルヂェゾール系は Purkinje 細胞体の発火の同期を悪くし、又アミノ酸系もその誘発電位の型から全体を抑制し Purkinje 細胞の同期を悪くするものと考えている。

これらは全て中枢神経系での有機的な均衡を破る

様に仿きこれが痙攣というものに関係するのではないかと考える。

11. 須田 勇・高比良英輔・天野友直 (神戸医大第2生理)

小脳 Purkinje 細胞の発火様式

中脳犬の小脳 culmen に 0.1mm の銀線表面電極と抵抗 20~40meg Ω の毛細管超微小電極を置き、後者を 50~60 μ /sec の速度で刺入しながら毎秒2回の割合で表在性橈骨神経に持続 1msec の矩形単一電撃を与え、両電極により誘導された誘発電位を Braun 管により同時記録を行った。

表面電極による誘発電位は小さな陽性変動(a)と尖った大きな陽性変動(p)に続く割に緩かで大きさの一定しない陰性変動(d)とから構成されている。刺入超微小電極によれば p に相当しては、表層で陽性、深層で陰性に反転する持続 2~3msec のスパイクが得られる。このことから p は非対象の構造を持つ Purkinje 細胞体の発火であることが考えられる。d に相当する超微小電極誘発電位は表層では小さい陽性変動に続く、割に大きな陰性変動、更に緩かな陽性へと反転する三相性変動か、その繰り返しによる一見緩かな陰性変動とも見える電位変動である。この電位変動は深層では立上りが急で緩に戻る陽性変動となる。前者は樹枝状突起を伝導する1ないし数個の神経衝撃であり、後者は樹枝状突起基部が樹枝状突起を末梢へ伝導してゆく神経衝撃による電位変動のわきぐちとなったものと考えれば理解出来る。

以上の実験事実により、小脳 Purkinje 細胞は末梢求心系に与えた順向単一電撃により、先ず細胞体に発火が起り、そのあとで興奮は樹枝状突起を末梢へと伝導してゆくものであることが考えられる。

(以下は次号に掲載の予定)

昭和30年度生理学論文表題集 (2)

(日本生理誌に掲載の論文も含む)

東京大学医学部生理学教室 (第1講座)

- 1) 真中肆郎 (1955. 1) 機能的体質検査法への寄与 第2報 健康男女日本人の体位血圧反射の逐日的観察 民族衛生 21, 85-89
- 2) 福田邦三・関口 浩・関口喜久 (1955. 1) 日本の農山村に於ける配偶決定の要因について 民族衛生 21, 120-131
- 3) 真中肆郎 (1955. 3) 機能的体質検査法への寄与 第3報 妊婦並びに褥婦の体位血圧反射に就いて 民族衛生 21, 146-167
- 4) 福田邦三・外6名 (1955. 3) 長野県上伊那郡 東部住民の血液型について 民族衛生 21, 178-181
- 5) 猪飼道夫 (1955. 4) 健康人における体肢の交叉性反射 日本生理誌 17, 253-262
- 6) 猪飼道夫 (1955. 5) 動作に先行する抑制機構 日本生理誌 17, 292-298
- 7) 宮川 清 (1955. 5) 兎の脳循環の人為的制御の方法 日本生理誌 17, 299-309
- 8) 宮川 清 (1955. 6) 脳の血流制御により引き起される血圧第3級動揺並びに呼吸様式の周期性変動について (第1報) 日本生理誌 17, 383-391
- 9) 宮川 清 (1955. 6) 同上 (第2報) 日本生理誌 17, 392-401
- 10) 佐川喜一 (1955. 6) 頭蓋腔内圧の実験的上昇による呼吸水準及び血圧の周期的動揺に就いて 日本生理誌 17, 402-415
- 11) 佐川喜一 (1955. 9) 2, 3の操作によつて呼吸水準並びに血圧に催起される周期的波状動揺の異同に就いて 日本生理誌 17, 576-586
- 12) 真中肆郎 (1955. 9) 手術前循環機能検査法としての体位血圧反射の価値 民族衛生 22, 72-80
- 13) 福田邦三・関口 浩 (1955. 9) 農山村の通婚圏について 民族衛生 22, 81-87
- 14) 福田邦三・山内美子 (1955. 9) 桃太郎童話を通じて見た日本児童の精神的発達について (1) 民族衛生 22, 88-94
- 15) 長島長節・上田五雨 (1955. 11) 寒冷血管反応 体育学研究 9号 608-615
- 16) 岡田三郎・石河利寛 (1955. 11) 高校生並びに高校ハンドボール選手の方向及び距離見積り能力について 体育学研究 9号 584-589
- 17) 石河利寛・広田公一 (1955. 11) 息こらえに関する研究(3) 息こらえの反復施行 体育学研究 9号616-621
- 18) 猪飼道夫・石河利寛・山川純子・古畑 宏 (1955. 11) 息こらえに関する研究(4) 心電図と心臓の位置 体育学研究 9号 622-630
- 1) 内蘭耕二 (1955. 1) 医学の研究室で必要な電子管回路(2) 呼吸と循環 3, 39
- 2) 内蘭耕二 (1955. 2) 医学の研究室で必要な電子管回路 呼吸と循環 3, 99
- 3) 池田和夫 (1955. 3) 昆虫筋における微小電位変動について (抄) 日本生理誌 17, 115
- 4) 内蘭耕二 (1955. 3) 興奮性の波長とその他2, 3の生理学的定数との関係 (抄) 日本生理誌 17, 145
- 5) 竹内 昭・岩崎静子 (1955. 3) 神経筋伝達における促進現象について (I報) (抄) 日本生理誌 17, 111
- 6) 附田 恵 (1955. 3) 色覚の漸増および漸減の経過について (抄) 日本生理誌 17, 165
- 7) 附田 恵 (1955. 3) 色覚における光融合の閾値と明るさの識別閾値との関係 (抄) 日本生理誌 17, 165
- 8) 池田和夫 (1955. 4) 昆虫間接翅筋の高速度活動と微小電位変動 生体の科学 6, 227
- 9) 時実利彦 (1955. 5) 人間の骨格筋の機能分化 (I) 科学 25, 229
- 10) 時実利彦 (1955. 6) 人間の骨格筋の機能分化 (II) 科学 25, 291
- 11) 時実利彦 (1955. 7) 体性運動系の活動機序の解析方法としての筋電図 科学文献抄 (岩波) 29, 10
- 12) 島津 浩・川村 浩・秋山 勲 (1955. 10) Motor Unitの分布に関する研究 (抄) 第8回筋電図学会総会抄録集 9
- 13) 島津 浩 (1955. 10) 筋電図におけるK.T曲線の意義 (抄) 第8回筋電図学会総会抄録集 16
- 14) 若林 勲・竹内 昭 (1955. 11) E. p. p.と筋の伸長効果(抄) 昭和30年度文部省総合研究報告集録 194
- 15) 若林 勲・阪本捷房・渡部昭三 (1955. 11) 皮膚分極観測測定装置 (抄) 文部省総合研究 M.E. 班抄録 364
- 16) 若林 勲・中西孝雄 (1955. 11) 電子管変則刺激装置 文部省総合研究 M. E. 班抄録 365
- 17) 内蘭耕二 (1955. 12) 細胞内電極法 総合医学 12, 1069
- 18) 清原迪夫 (1955. 12) 運動試験による運動失調症の研究 生体の科学 7, 152

東京大学医学部公衆衛生学教室

- 1) 額田 繁 (1955) Hauttemperatur und Leistungsfähigkeit in Extremitäten bei dynamischer Arbeit. Internat. Z. angew. physiol. einsch. Arbeitphysiol. 16, S. 61
- 2) 額田 繁 (1955) Hauttemperatur und Leistungsfähigkeit in Extremitäten bei statischer Haltarbeit. Internat. Z. angew. physiol. einsch. Arbeitphysiol. 16, S. 74

東京大学医学部生理学教室 (第2講座)

- 3) 額田 榮 (1955) Die Muskelleistungsfähigkeit bei reaktiver Hyperämie der Muskeln. Internat. Z. angew. physiol. einschl. Arbeitphysiol. 16, S. 81
- 4) 松岡脩吉・西川瀨八・脇阪一郎・他 (1955. 1) Eosin好性白血球に関する研究 第6報 循環Eosin好性白血球の減少機序 日新医学 42, 57
- 5) 松岡脩吉・西川瀨八・脇阪一郎・他 (1955. 3) Eosin 好性白血球に関する研究 第2報 日本人の循環Eosin好性白血球の正常値とその生理的変動 日本衛生学雑誌 9, 219
- 6) 田中恒男 (1955. 3) 某工場従業員の視力に関する統計 日本公衆衛生誌 3, 2

慶応義塾大学医学部生理学教室

- 1) 臼井保哉 (1955. 2) 雑音中からの純音と矩形波音との弁別聴能の比較研究 慶応医学 32, 73
- 2) 臼井保哉 (1955. 3) 弁別聴能と内耳機能に就いて 慶応医学 32, 121
- 3) 岡本彰祐 (1955. 3) 生筋の収縮とエネルギー転換 生物科学 1号 1
- 4) 臼井保哉・賀川裕夫 (1955. 4) 打診音の分析的 研究 慶応医学 4号 176
- 5) Genkichi Takagaki (1955. 4) Ammonia formation and glutamic acid in brain tissue. J. Biochem 42, 131-139
- 6) Tsukada, Y. and G. Takagaki (1955. 5) Effect of potassium ions on brain slices. Nature 175, 725-726
- 7) 岡本彰祐 (1955. 5) ミオシン磷酸回路とmechanochemistry 生物科学 2号
- 8) 富田恒男・臼井保哉・賀川裕夫 (1955. 5) 打診音弁別に関する聴覚生理学的考察 慶応医学 32, 212
- 9) 林 譚 (1955. 9) 脳髄の機能代謝とグルタミン代謝 医学のあゆみ 別集Ⅳ 2 1
- 10) 林 浩平 (1955. 12) 筋原線維の ATP 短縮の抑制因子の研究 日本生理誌 17, 790

日本大学医学部内山生理学教室

- 1) 足立敏男 (1955. 4) 心筋活動電位の隔絶法による研究 (第10報) 特に心筋活動電位及び間程に対するBaイオン効果 日大医学誌 14, 539
- 2) 山秋四郎 (1955. 4) 同上 (第11報) 特に心筋活動電位に対する麻酔作用 日大医学誌 14, 552
- 3) 上林弘之 (1955. 4) 同上 (第12報) 特に心筋活動電位に対するSrイオン濃度効果 日大医学誌 14, 568
- 4) 上林弘之 (1955. 4) 心搏動に対するBa, Sr, Al イオン効果の研究 日大医学誌 14, 590
- 5) 米田 弘 (1955. 4) 心臓の洞房ピンセット型条片の活動電位の分離と合成についての研究 日大医学誌 14, 528
- 6) 田辺潤一 (1955. 5) 心筋の短距離誘導法による活動電位の研究 日大医学誌 14, 637
- 7) 北川 明 (1955. 6) 心臓内の正常伝導と逆伝導に

対するKイオン作用 日大医学誌 14, 791

- 8) 沖倉昌彰 (1955. 6) 心筋条片の各部搏動に対するCa及びKイオン増量作用 日大医学誌 14, 805
- 9) 小室勝男 (1955. 6) 心臓の刺激伝導系の搏動に対するadrenalineの濃度効果 日大医学誌 14, 813
- 10) 小室勝男 (1955. 7) 心臓の刺激伝導系の搏動に対するNaイオン作用 日大医学誌 14, 923

日本大学医学部生理学教室 (森研究室)

- 1) 杉山義雄 (1955. 1) 貧血時に於ける赤血球の P^{32} 摂取について動物実験, 臨床的研究 日大医学誌 14, 28, 39
- 2) 斎藤 稔・他2名 (1955. 1) S^{35} 含有 Penicillin G Procaine 塩の合成 日大医学誌 14, 44
- 3) 森 茂男 (1955. 2) 放射性同位元素 P^{32} による生物学的研究 (その1) 家兎に注射された P^{32} の吸収に関する研究 特にGeiger müller 計数間による体外からの検索について 日大医学誌 14, 23
- 4) 森 茂男 (1955. 4) 同上 (その2) P^{32} 摂取家兎赤血球のカタフォレーゼの知見補遺 日大医学誌 14, 1
- 5) 藤川 進 (1955. 3) 肝磷脂質と P^{32} に関する研究 日大医学誌 14, 28
- 6) 中沢 靖 (1955. 3) 人工放射性同位元素磷による歯と骨の磷代謝の実験的研究 日大医学誌 14, 12
- 7) 遠藤英三郎 (1955. 7) 吉田肉腫細胞に及ぼす放射性ナトリウム Na^{24} の作用について 日大医学誌 14, 12
- 8) 佐々木愿吉 (1955. 3) P^{32} の生体への吸収に関する研究 第1報 唾液腺よりの P^{32} の吸収 第2報 遊離腸管よりの吸収について 日大医学誌 14, 1, 8
- 9) 佐々木愿吉・他2名 (1955. 4) P^{32} の生体への吸収に関する研究 第3報 腸よりの吸収について 日大医学誌 14, 15
- 10) 絹川酒良 (1955. 9) 中性子の生物学的作用に関する研究 (第2報) 吉田肉腫細胞に及ぼす中性子の作用について 日大医学誌 14, 37
- 11) 唐橋 剛 (1955. 8) 中性子の生物学的作用に関する研究 (第3報) 吉田肉腫細胞の核酸磷の P^{32} 代謝に及ぼす照射の影響について (第4報) DNA水溶液に及ぼす中性子照射の影響 日大医学誌 14, 1
- 12) 永野 晃・他3名 (1955. 11) 運動時並びに安静時に於ける磷代謝と焦性葡萄糖の消長及び之とビタミンB₁との関係 日大医学誌 14, 66
- 13) 河合正三 (1955. 12) P^{32} と Ca^{45} を用いて行った血液凝固機序の研究 日大医学誌 14, 12
- 14) 永野 晃 (1955. 10) 放射性物質による汚染の除去に関する研究 日大医学誌 14, 15
- 15) 藤多克己 (1955. 12) 吉田肉腫に対する P^{32} の作用 日大医学誌 14, 1
- 16) 森 昭胤・西原金次 (1955. 4) Calcium⁴⁵の骨沈着に及ぼすHistidine, Glycine及びTaurineの影響について 生化学 27, 211

日本大学歯学部生理学教室

- 1) 林 譚・山田満雄・高下弘夫・菊地栄三郎・清水

- 秀忠 (1955) アセチルコリンは筋や神経では何をなしているのか 日本生理誌 17, 117
- 2) 栖原六郎・根本英男・永井甲子四郎・大内広志・長田浩一・清水之忠 (1955) 運動神経線維に対する化学的刺戟について 日本生理誌 17, 117
- 3) 栖原六郎・滝川富雄・高木弘夫・大内広志 (1955) 人間純粋唾液中の無機イオン量に就いて 日本口腔学誌 4, 3号
- 4) 栖原六郎・高下弘夫・大内広志・滝川富雄 (1955) 人唾液分泌時の脳波に就いて 日本口腔学誌 4, 3号
- 5) 高下弘夫・栖原六郎 (1955) 各種刺戟による唾液分泌時の脳波について 日大歯学会誌 29, 2号

東邦大学医学部生理学教室

- 1) 朝比奈一男・北原藤子・山中みよ子 (1955.1) 心臓電流の内分泌腺に及ぼす影響について 日本生理誌 17, 10
- 2) 北原藤子 (1955.2) 異物に対する皮下結合組織の反応について 東邦医学誌 2, 33
- 3) 山中みよ子・北原藤子・秋葉敏子 (1955.3) 家兎の呼吸血圧に及ぼす坐骨神経刺戟の影響について 東邦医学誌 2, 24
- 4) 朝比奈一夫・山中みよ子・北原藤子 (1955.9) 迷走神経中枢端刺戟の呼吸への影響 (I) 初期効果について 日本生理誌 17, 593
同 上 (1955.9) (II) 継続的反応について 日本生理誌 17, 598
同 上 (1955.9) (III) 週期性呼吸について 日本生理誌 17, 601
同 上 (1955.9) (IV) 刺戟中断後の反応について 日本生理誌 17, 603
- 5) 朝比奈一男・松井良友・舩松 洋 (1955.9) 過度の運動による白鼠実験神経症 日本生理誌 17, 587
- 6) 戸塚 保 (1955.11) 尿素及び尿酸の動物膜透過性に関する研究 (I) 東邦医学誌 2, 5
- 7) 秋葉敏子 (1955.11) 過度の運動の白鼠の各臓器に与える影響 (I) 性周期に及ぼす影響 東邦医学誌 2, 12
- 8) 秋葉敏子 (1955.11) 過度の運動が白鼠の各組織に与える影響 (II) 血液像に及ぼす影響 東邦医学誌 2, 18
- 9) 朝比奈一男・松井良友 (1955.12) 我国有能者の分布について 週刊医学通信 10, 462

順天堂大学医学部生理学教室

- 1) 真島英信 (1955.1) 墓に於ける骨格筋の反射性緊張と皮膚反射 順天堂医誌 1, 15
- 2) 石田絢子 (1955.1) 核伝導体模型に於ける分極電圧の生成消失並びに勾配について 生体の科学 6, 135
- 3) 石田絢子 (1955.6) 分極電圧生成に対する温度並びに電解質溶液の振動の影響について 生体の科学 6, 281
- 4) 真島英信 (1955.7) 張力描記法について-筋肉の張

力描記を中心として- 順天堂医誌 1, 152

- 5) Mashima, H. (1955.9) On the initial shortening of a single muscle fiber. Jap. J. Physiol. 5, 231

東京慈恵会医科大学生理学教室 (名取研究室)

- 1) Natori, R. (1955.3) Repeated Contraction and Conductive Contraction observed in isolated myofibrils. The Tokyo Jikeikai School of Medicine 2, 1-5
- 2) Yasaki, Y., R. Natori (1955.3) Studies on the Skeletal muscle by fluoromicroscopy (1) The relation between Contractility of muscle fiber and its fluorescence by acridine orange and aluminum morine. The Tokyo Jikeikai School of Medicine 2, 60-68
- 3) 名取礼二・酒井敏夫 (1955.6) 栄養状態の判定に関する研究 厚生科学研究報告書 31-41
- 4) 檜崎嗣郎 (1955.1) 水晶体の粘弾性(1) 水晶体の負荷-圧平曲線及び水晶囊の負荷-伸展曲線について 慈医誌 69, 1199-1206
- 5) 松本 正 (1955.4) グリセリン筋の生物物理学的研究 (II) 水収縮について 慈医誌 70, 124-127
- 6) 松本 正 (1955.4) グリセリン筋の生物物理学的研究 (III) 粘弾性について 慈医誌 70, 128-132
- 7) 桑川 延 (1955.5) グリセリン処理筋の物理化学的性質について 慈医誌 70, 243-249
- 8) 野間伊豫 (1955.5) 水収縮に及ぼすpHの影響について 慈医誌 70, 250-255
- 9) 作田 桓 (1955.6) 動物膜の水透過に関する研究 (20) 生ガマの皮膚, 水透過に関する一価陰イオン順列とpHの影響 慈医誌 70, 312-314
- 10) 増田 允・足立英夫・篠崎宣雄・堀 賢治 (1955.8) 移動視標による反応時の分析 (1) 体力科学 5, 79-81
- 11) 伊藤利男 (1955.8) 反応時運動系の研究(1) 体力科学 5, 82-86
- 12) 堀 賢治 (1955.8) 呼吸の週期的興奮の変動について 体力科学 5, 87-95
- 13) 堀 賢治 (1955.8) 脳電図に於ける刺激と興奮の時間的相関 体力科学 5, 96-99
- 14) 堀 賢治・足立英夫・篠崎宣雄・三上鉄弥 (1955.8) 移動光点による反応時の分析 体力科学 5, 100-103
- 15) 檜崎嗣郎 (1955.8) 毛様筋及びチン氏帯と水晶体の粘弾性の関係について(1) 慈医誌 70, 659-663
- 16) 檜崎嗣郎 (1955.8) 毛様筋及びチン氏帯と水晶体の粘弾性の関係について(2) 慈医誌 70, 664-668
- 17) 酒井敏夫・有馬郁也・桑川 延・宮沢 清 (1955.9) Pyrophosphate の水硬直筋に及ぼす影響について 慈医誌 70, 770-775
- 18) 野間伊豫 (1955.9) 水収縮筋重量変化に及ぼすpHの影響について 慈医誌 70, 776-782
- 19) 野間伊豫 (1955.9) 水収縮筋の粘弾性に及ぼすpHの影響について 慈医誌 70, 783-786

- 20) 桑川 延 (1955. 9) 沃度醋酸の水収縮に及ぼす影響 慈医誌 70, 787-790
- 21) 畔柳 繁 (1955. 10) 線膨張係数からみた筋膜の粘弾構造について 慈医誌 70, 998-1002
- 22) 畔柳 繁 (1955. 10) 大脳皮質興奮系に於ける動的機構の分析(1) 慈医誌 70, 1003-1007
- 23) 作田 桓 (1955. 10) KCl 処理筋による骨骼筋の収縮能の変化について(1) 慈医誌 70, 1008-1011
- 24) 作田 桓 (1955. 10) KCl 処理筋による骨骼筋の収縮能の変化について 慈医誌 70, 1012-1014
- 25) 三上鉄弥 (1955. 10) 筋活動電流を指標とする反応時分析 慈医誌 70, 1146-1153
- 26) 三上鉄弥 (1955. 10) 大脳皮質興奮に関する抑制過程について 慈医誌 70, 1139-1145
- 27) 畔柳 繁 (1955. 10) 大脳皮質興奮系に於ける動的機構の分析(2) 慈医誌 70, 1154-1158
- 28) 伊藤利男 (1955. 12) 筋活動電流よりみた運動潜時の検討 慈医誌 70, 1404-1407
- 29) 宮沢 清 (1955. 12) 脱塩経過と筋興奮性の消長について 慈医誌 70, 1460-1464
- 30) 内野欽司・宮沢 清・山田昌徳 (1955. 12) 上腕周測定法の検討及び某工作機械製作工場従業員の上腕周に就いて(1) 体力科学 5, 105-108
- 31) 内野欽司・森久保敏治・口羽正雄 (1955. 12) 上腕周測定法の検討並びに小学児童の上腕周に就いて(2) 体力科学 5, 109-112
- 32) 増田 允・五十島長太郎・篠崎宣雄・伊藤利男 (1955. 12) 筋力の実際の測定法(1) 体力科学 5, 129-135
- 33) 土井正夫 (1955. 12) 反応時と運動速度 (1) 体力科学 5, 136-141
- 34) 土井正夫 (1955. 12) 反応時と運動速度 (2) 体力科学 5, 142-145
- 35) 土井正夫・森田秀俊・伊藤利男 (1955. 12) 反応時と運動速度(3) 体力科学 5, 146-149

東京慈恵会医科大学生理学教室 (杉本研究室)

- 1) 貴家益男 (1955. 2) Epinephrine 及び Neo-Synesine-Kowa の糖代謝 血圧及び脈搏に及ぼす影響について 慈医誌 69, 1195
- 2) 坪井 実・河村守男・佐々木 脩・五十嵐 寛・中原圭相・井上礼子 (1955. 1) 甲状腺機能亢進症の基礎代謝に関する研究 総合医学 12, 55
- 3) 中野昭一・鈴木 佐・秋本秀夫・前原文彦 (1955. 2) Insulin の初期血糖上昇作用について ホルモンと臨床 3, 195
- 4) 近新五郎・他 9 名 (1955. 2) 電気泳動法による血清蛋白分層測定誤差に関する研究 生物物理化学 2, 140
- 5) Duer, S. Y. (1955. 6) Dicumarol の血清蛋白分層に及ぼす影響について 生物物理化学 2, 242
- 6) 近新五郎 (1955. 6) 日本人血漿蛋白分層の正常値とその生理的変動 生物物理化学 2, 199
- 7) 阿部正和・中野昭一・秋本秀夫・鈴木 佐 (1955. 9) HGF (Glucagon) の生理作用に関する研究 (第3報) ホルモンと臨床 3, 989
- 8) 杉本良一・阿部正和 (1955. 10) 血漿蛋白質の生理的変動 最新医学 10, 2144
- 9) 阿部正和 (1955. 11) 膵臓内分泌の進歩 -Glucagon に関する諸問題- 最新医学 10, 2310

日本医科大学生理学教室

- 1) 本吉幸也 (1955. 3) 常温 Ringer 液で灌流した家兎心臓の研究 (第2報) 日本生理誌 17, 182
- 2) 戸塚武彦 (1955. 3) 房室 block の ECG の説明 日本生理誌 17, 185
- 3) 加藤 漸 (1955. 3) 胸部誘導に於ける QRS の地図について (第2報) 日本生理誌 17, 186
- 4) 下田武司 (1955. 3) 溶血に関する研究 日本生理誌 17, 194
- 5) 戸塚武彦・日高暎二 (1955. 6) 哺乳動物の心室筋線維束の走行について 日本生理誌 17, 444
- 6) 本吉幸也 (1955. 9) 常温 Ringer 液で灌流した家兎心臓の研究 (第1報) 日本生理誌 17, 623
- 7) 戸塚武彦 (1955. 10) Starling の心臓の法則 日医大誌 22, 845
- 8) 戸塚武彦・柳田憲助 (1955) 発生に伴う心電図の変化 (I) 蝌蚪の心電図 29年度文部省総合研究報告集録 (医学及び薬学編) 128

報 告

第 33 回 日 本 生 理 学 会 評 議 員 会

昭和31年5月22日岡山市天満屋5階食堂において、林香苗当番幹事の司会によって評議員会を開催し、下記の報告の承認並びに協議事項の決定をした。

報 告

1. 庶務・会計報告 (福田幹事)
2. 日本生理学雑誌編集報告 (戸塚幹事)
3. 欧文生理学雑誌編集・会計報告 (久野委員)
4. 生理学用語委員会報告 (戸塚委員長)
5. 生理学大学教授候補者推薦委員会報告 (福田委員長)
6. 第20回 (1956年) 国際生理学会派遣代表者候補者推薦に関する報告 (福田委員)
7. 生理学連合に関する報告 (久野委員長)

1) 第20回国際生理学会 (Brussels) へ生理科学連合から代表派遣 (国費) は久野寧君 (生理)、荻生規矩夫君 (薬理) の両君となった。なお本学会へ出席の予定である日本人会員中さしあたり6名を派遣代表とするよう申請することとした。

2) 例年の生理科学連合講演をなるべく日本生理学雑誌へ印刷発表するよう連合の連絡委員会で希望があった。

協議事項

1. 次の諸氏を新たに評議員に委嘱した。
第30回評議員会で決定された方式に従い、予め教授候補者推薦委員会に提出されていた被推薦者につき協議の上、同委員から次の諸氏を新たに評議員に委嘱する事を評議員会に勧告した。評議員会ではその様に決定された。

新評議員 17名 (A B C順)

荒木辰之助君	京都大学医学部生理
千葉正子君	東京医科大学生理
榎並仁君	群馬大学内分秘研究所
藤野和宏君	札幌医科大学生理
橋村三郎君	九州大学医学部生理

広田猛夫君	京都大学医学部生理
井川幸雄君	東京慈恵会医科大学生理
覚道幸男君	大阪歯科大学生理
陣内伝之助君	岡山大学医学部生理
川端五郎君	山口医科大学生理
河田真雄君	鹿児島大学医学部生理
岡田勝喜君	鳥取大学医学部生理
沖田実君	関東学院大学体育医学
新海一義君	名古屋大学医学部生理
鈴木幸夫君	徳島大学医学部生理
田北周平君	徳島大学医学部外科
鳥居鎮雄君	東邦大学医学部生理

2. 生理学大学教授候補者推薦委員の半数改選の件

30年度における委員会としての活動が少なかったため本年度は半数改選を行わず、委員は更に1ヶ年留任に決定した。

3. 国際十進法分類生理学 (612) の改訂の件
戸塚幹事から改訂案を作っては如何との提案が承認され、改訂案の作製についての委員会の構成及び委員の選考は林香苗君、戸塚武彦君の両君に一任することに決定した。

4. 第15回 (1959年) 日本医学会第3分科 (生理学) 分科会長の件

日本医学会から本年度中に分科会長の決定された旨依頼があり、よって第3分科会長に日本医科大学教授戸塚武彦君を委嘱致すことに決定した。

5. 第6回生理科学連合会へ日本生理学会からの講演者の推薦の件

第6回は本年11月上旬、東京慈恵会医科大学 (会長永山教授) に於いて開催されることとなった。よって本会は大阪市立大学教授細谷雄二君に講演依頼を決定した。

6. 日本医学会評議員会の日本生理学会からの評議員交代の件

本会からの日本医学会評議員坂本嶋嶺君の辞任申出により、後任の評議員は戸塚武彦君にお願い致すことに決定した。

7. 昭和32年度第34回日本生理学会の開催地及び当番幹事委嘱の件

開催地 神戸市

当番幹事 { 神戸医科大学 正路倫之助君
神戸医科大学教授 古沢一夫君
神戸医科大学教授 須田勇君

8. 第21回 (1959年) 国際生理学会を日本招致に関する件

久野委員長から国際生理学会招致準備調査委員会経過報告に引続いて経費の収支予算の説明があり、多数の評議員から活潑なる質疑応答あり熱心に検討された。採決に関し議長の提案にしたがい投票によることとし全投票数の3分の2以上が可とした場合には招致之に満たない場合は招致しないこととして投票を行った。投票の結果は、投票総数124票、可とするもの56票、否とするもの68票、よって第21回国際生理学会を日本へ招致することは見合せることとなった。 以上

日本生理学会昭和30年度決算報告

(自昭和30年1月1日 至昭和30年12月31日)

収 入		支 出	
昭和29年度から繰越高	89,012.	昭和30年度支出	1,792,132.
昭和30年度収入	2,129,983.	(内訳) 発送料及通信費	158,168.
(内訳) 会 費	1,174,050.	人 件 費	320,000.
購 読 料	104,570.	会 合 費	32,709.
分 誌 分 冊 売	2,850.	交 通 費	8,440.
広 告 掲 載 料	37,000.	備 品 費	0.
論 文 掲 載 料	709,850.	編 集 費	21,000.
預 金 利 子	1,663.	綜 説 原 稿 費	6,000.
助成金及奨励金	100,000.	印 刷 費	1,148,210.
合 計	2,218,995.	雑 費	71,605.
		其 他 支 出	26,000.
		(中国学術視察団馮博士へ研究器具贈呈)	
		昭和31年度へ繰越高	426,863.
		合 計	2,218,995.

会 員 移 動 (昭和31年8月10日まで)

入 会			
荒 川 久 雄	群馬大学医学部第1生理学教室	高 橋 文 典	群馬大学医学部第1生理学教室
石 原 英 雄	同 上	能 勢 玲 作	同 上
岩 谷 忠 夫	同 上	野 町 俊 弥	同 上
柿 沼 俊 助	同 上	福 田 栄	同 上
唐木田 良 成	同 上	松 岡 輝 生	同 上
川 田 昇	同 上	亀 山 博	日本医科大学生理学教室
佐 藤 秀	同 上	真 銅 恒 一	京都府立医科大学第2生理学教室
		岡 崎 恒 彰	北海道大学医学部第2生理学教室

柘 植 秀 臣 法政大学生物生理学研究室
 青 木 義 久 日本大学歯学部生理学教室
 伊 東 裕 光 同 上
 今 井 貞 男 同 上
 大 城 勲 同 上
 越 川 君 子 同 上
 小 高 薫 同 上
 島 田 昌 夫 同 上
 中 城 基 裕 同 上
 難 波 寿 夫 同 上
 野 田 泰 邦 同 上
 淵 健 次 郎 同 上
 益 山 純 夫 同 上
 丸 山 忠 男 同 上
 三 井 重 宝 同 上
 河 島 和 彦 和歌山医科大学外科学教室
 竹 林 弘 同 上
 沢 崎 坦 東京大学農学部家畜労役生理学教室
 中 原 敏 九州歯科大学生理学教室
 川 村 浩 東京大学医学部生理学教室
 室 屋 博 東京都中央区八重洲6の1 台糖
 登 坂 恒 夫 東京女子医科大学生理学教室
 奥 野 重 樹 徳島大学医学部第1生理学教室
 臼 谷 三 郎 徳島大学医学部第2生理学教室
 藤 川 秀 雄 同 上
 大 庭 博 千葉大学医学部第1生理学教室
 青 柳 幸 男 千葉大学医学部第2生理学教室
 天 野 茂 同 上
 阿 部 和 雄 同 上
 楠 方 文 世 同 上
 中 沢 隆 一 同 上
 中 沢 正 雄 同 上
 堀 内 仲 同 上
 堀 越 俊 男 同 上
 長谷川 利 治 東京慈恵医科大学生理名取研究室
 松 本 康 同 上
 村 上 哲 英 岡山大学医学部第1生理学教室
 三 木 福治郎 同 上
 青 山 辰 夫 京都大学医学部第2生理学教室
 麻 田 保 英 同 上
 松 本 修 一 同 上
 楠 瀬 一 郎 大阪大学医学部第1外科教室
 白 井 忠 義 同 上
 麻 尾 健 一 広島大学医学部生理学教室

伊 藤 光 彰 広島大学医学部生理学教室
 松 本 菊 雄 同 上
 吉 岡 修一郎 久米大学医学部脳神経科教室
 今 井 英 夫 大阪学芸大学保健研究室
 加 藤 寛 昭和医科大学生理
 本 山 耕 平 横浜市立大学体育医学
 村 田 泰 男 広島大学医学部生理
 大 桶 修 義 京都大学医学部第2生理
 滝 野 憲 昭 大阪市都島区御幸町2の606
 足 立 勲 岡山大学医学部第2生理
 成 田 稔 国立療養所多摩全生園

転 居 ・ 転 任

後 藤 昌 義 鹿児島大学医学部第2生理学教室
 (前九大)
 大 賀 浩 札幌市北三条西21丁目 (前東大)
 土 肥 要 名古屋市千種区覚王山通5の43
 千種保健所 (前東保健所)
 河 野 通 徳 東京都大田区仲六郷3の3 六郷
 中央病院 (前山梨)
 新 美 良 純 東京都練馬区南町4-32 (前東京
 都文京区)
 津 屋 旭 横浜市立大学病院放射線科教室
 重 松 保 彦 宇部市西岐波字大沢 (前山口医大)
 空 閑 秀 邦 長門市仙崎町杉山医院 (前山口医
 大)
 松 田 太 郎 京都市下京区七条通間之町東8
 (前府立医大)
 沼 尻 幸 吉 川崎市宿河原2008の4 (前横浜市)
 太 田 盛 一 秋田県鹿角郡柴平村 (前弘大)
 森 宣 雄 東京都世田谷区北沢4の469の2
 桃井荘 (前)
 下 村 弥 彦 京都市伏見区両替町13の183 (前
 京大)
 丹 羽 信 善 横浜市港北区日吉本町1795 (前東
 京都)
 長 田 博 之 大阪市西成区天下茶屋2の17 (前
 阪大)
 丸 橋 寿 郎 熊本大学医学部第2生理学教室
 西 田 力 京都市上京区土手町九太町下る西
 浦方 (前京都市東山区)
 倉 品 治 平 新潟県西蒲原郡内野町 (前新大)
 倉 島 昭 示 新潟市営所通一番町 (前新大)
 遠 藤 三 郎 新潟市四ッ谷町教員保健所 (前新
 大)

退 会

白 井 忠 臣 (千大), 大 村 昌 也 (阪大)
 堀 井 泰 弼 (京都), 田 中 襄 二 (久米大)
 長 谷 川 清 (福岡), 天 津 伊 和 雄 (島根)

本会評議員丹野楠彦君昭和31年6月10日に逝去せ
 られました。謹んで哀悼の意を表します。

本会評議員緒方大象君昭和31年7月20日に逝去せ
 られました。謹んで哀悼の意を表します。

日本生理学会々費昭和31年度 (1,000円) 未納の方は御払込みを御願ひ致します。

本誌の綜説へ掲載致しました **ウイナー博士講演** (31年4月19日 東京大学医学部講堂に於いて講演) の別刷を御希望の向きは日本生理学会へ御申込み下さい。実費で頒布致します。(1部送料共~~20円~~ 30円)。

正 誤 表

	誤	正
306頁 左下16	孔 a' をあけ, b の残像を a' の	孔 b' をあけ, b の残像を b' の
306頁 右上 9	0.39秒	0.19秒
380頁 5	北 村 昭	北 村 照
382頁 左 16	Inducsorium	Inductorium
383頁 第2図	○○開始	刺激開始
385頁 左下より2	U/Ur	V/Vr



Nikko

画期的な性能を誇る

複合電子銃方式

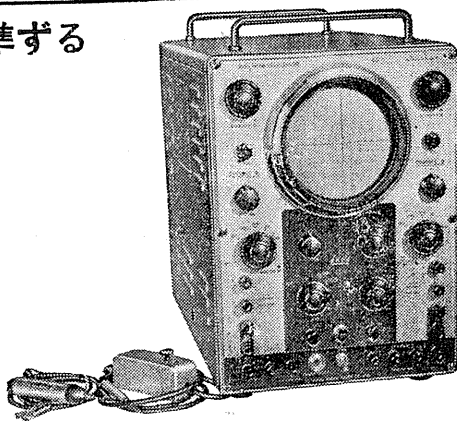


二現象オシロスコープ

米国製 Dumont Type 322 に準ずる

画期的製品

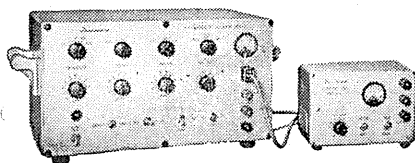
- 直流平衡増巾器自蔵（三段）
- X軸—200 kc 迄平坦
Y軸—500 kc 迄平坦
- 掃引周期：0.2～30,000 CPS
- 偏向感度：Dc 1 mv/1 mm
- 輝度変調可能（Z軸）



電子管刺戟装置

出力絶縁方式

- (特長)
1. 出力絶縁回路 (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度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。



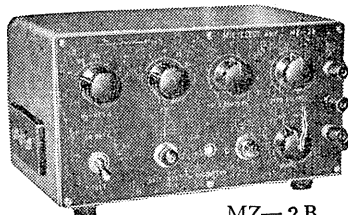
MSE-2

—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. 微小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

昭和三十一年七月二十日印刷

編集
 集人

東京都文京区本富士町
 東京大学医学部生理学教室
 戸塚 武彦

印刷
 所

山形縣鶴岡市馬場町甲三
 中村作右衛門
 鶴岡印刷株式会社

発行
 所

東京都文京区本富士町
 東京大学医学部生理学教室
 日本生理学会

定振
 替 東京八六四三〇
 価 二 百 円

基礎麻酔及び誘導麻酔に

成分 5.5イソアミル エチル パルピツール酸ナトリウム 水に容易に溶解する
作用 前麻酔、基礎麻酔、誘導麻酔には麻酔量の節約、患者の術前の不安を除去
 痛覚域の引上げ、反射刺激性の減少、麻酔の円滑な導入、術中の興奮発生の
 防止、麻酔剤の副作用の緩和術後の疼痛の除去に優れた効果を発現します
用法用量 患者の容態、症候、年齢、神経系の状態等の個人的反応によつて決定されま
 す 通常薬効の鋭敏性を必要とする場合は静脈内に、持続効果を望む場合、
 或いは不安、興奮、拒絶症状が強く 静脈注射が困難なときは筋肉内注射が
 適当です
 ☆基礎、誘導麻酔には0.3~0.8g静注 ☆手術前後の不安・苦痛除去には0.5g

0.25g (注射用蒸溜水
 2.5cc添付) 各5管入
 0.5g (注射用蒸溜水
 5.0cc添付) 各5管入

イソミタルゾーダ

GIS 9

京都市中京區壬生下壽町38 日本新薬株式会社 札幌・東京・大阪・富山

主要製品



バイシリン
ペニシリン
本オエーラセザール
コートン
ハイドロコートン
オーレオスライシン

(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トゾン)
 (米国メルク社製ハイドロコートゾン)
 (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)

シドロストレストマイシン
マイシリン
強バンチオニン
バンカイニン
ロニカイニン
パンパラゾー

東京都中央区日本橋本町2-7 萬有製薬株式会社 大阪・岡崎・札幌・福岡