

日本生理學雜誌

JOURNAL OF THE PHYSIOLOGICAL SOCIETY OF JAPAN

原 著

上 田 五 雨：蛙皮膚の機械的刺激に対する閾値……………	363
伊 達 慶 宗：超遠心中枢神経組織の微細構造について (第1報)……………	369
島 澄夫・松葉三千夫：副腎皮質ステロイドホルモン産生能におよぼす放射線の影響に関する研究……………	377
池 上 英 雄：口唇部(ネコ)における mechanoreceptor の応答について……………	383

Originals

UEDA-Gou : On the threshold of mechanical stimuli for the frog skin ……………	363
DATE-Yoshimune : On the fine structure of ultracentrifuged central nervous tissue ……………	369
SHIMA-Sumio・MATSUBA-Michio : Effect of X-irradiation on adrenal function in rats ……………	377
IKEGAMI-Hideo : Response of the mechanoreceptors in the oral lip to mechanical stimuli from the mental nerve of the cat ……………	383

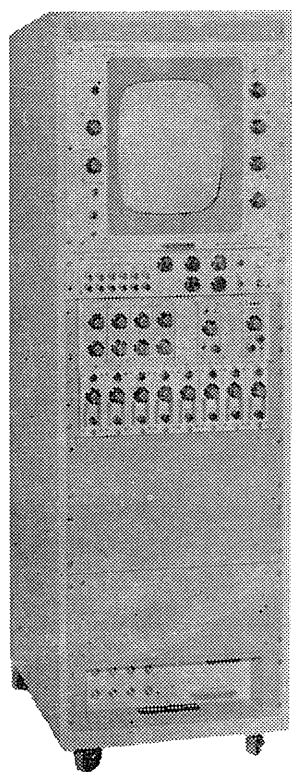
附：会 報

第40回日本生理学会評議員会……………	406
日本生理学会昭和37年度決算報告……………	407
The Japanese Journal of physiology 1962年度収支決算……………	408
新しく加えられた実習項目と改善の為に新設された設備 (10万円以上)……………	408
日本生理学会常任幹事……………	409
日本生理学会会則……………	410
我国の宇宙医学 (本林富士郎)……………	411
生理学における将来計画の提案 (山岸俊一・外)……………	412

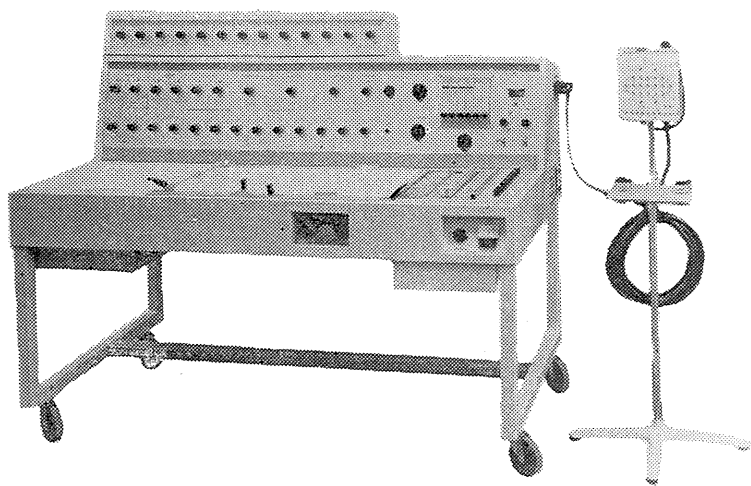
日 本 生 理 学 会

Physiological Society of Japan

〈三栄測器〉の**医用電子装置**



PG-801型



脳波計

(据置)専用・万能型

EG-130型 (13エレメント)

EG-900型 (9エレメント)

- トランジスタ化されたメインアンプ
- 好みのパターンを自由に選べる
- JIS規格をはるかにこえる性能
- 人間工学的に十分考慮されたデザイン
- 大巾に少なくなった消費電力
- 使いやすい電極接続函

ポリグラフ

血圧、心音、EEG、EKG、EMG、単位細胞電位のほか脈波、吸呼曲線、体温、酸素飽和度等多現象 (8エレメントまで) の記録、観察ができる測定装置です。

主要製造品目

脳波計	筋電計	光・電気・音刺激装置
脳波分析装置	ハートスコープ	インク書きオシログラフ・X-Yレコーダー
ポリグラフ	直流増幅器	電磁オシログラフ・六現象オシロスコープ
ニスタモグラフ	電気生理測定装置	オシロスコープ撮影装置



販売 **三栄測器商行株式会社**

東京都新宿区柏木1-95 TEL (371) 7117・8・8114・5

製造 **三栄測器株式会社**
三栄レコーダー製造株式会社

蛙皮膚の機械的刺激に対する閾値 612.795

On the threshold of mechanical stimuli for the frog skin

上 田 五 雨 (UEDA-Gou)*

Threshold of the frog skin mechanoreceptor was expressed by a % response curve which usually had S-shape, if we plot percentages of responses against stimulus intensities. When the dial of stimulator for mechanical stimuli is set around the value corresponding to 50% response, even a very slight variation of the change of excitability is distinguished from the difference in time series of percentage.

By the application of this method, the effects of 5 to 10 minutes of the rest of measurement procedure were studied, which showed consistently the recovery of excitability.

The effects of repetitive stimuli, changing the stimulus amplitude or frequency, were also obtained. In these cases, it was noticed that the greater the amount of stimuli, the slower was the recovery.

For the analysis of the distribution pattern of firings, theory of run was applied, which was proved to be a useful aid.

I. 緒 言

この研究の目的は、蛙皮の機械受容器 (mechanoreceptor) に対する機械的刺激の閾値の特性を、できるだけ正確に決定することである。そのためには、先ず受容部位は、できるだけ生理的な状態に保たれ、外的擾乱はなるべく少いか、或はあったとしても定常であることが望ましい。所が、実際測定する場合には、試行錯誤的に、種々の大きさのパルス (機械的衝撃) を与えなければならないので、測定のために惹起される外的な擾乱が、測定期間中を通じて常に一定であるとは決して言えない。ただしその際、測定用パルスの大きさを、順序よく系統的に変え乍ら、測定を続けると、閾値前後での反応の特性が極めてよく分り、又次に述べるように、測定パルスの強さを固定する方法に従うと、そのための外的擾乱は常に一定となるから、従来は見出し得なかったような微細な興奮性の時間的変動なども、極めて正確に求められることとなる。

II. 実験方法

実験には、蛙の腓腹部からとった皮膚神経標本が用いられた。神経末端、即ち受容部を単独に遊離することは不可能であるが、神経が皮膚から出た部分で単一神経線維に分離し、その部に電極をあてて活動電位を誘導し、末端部の興奮の指標とする。刺激用針の先端は極めて細く、実質的には単一受容部が刺激された際のみ、活動電位が認められる。針はロッシェル塩結晶の一端に固定され、結晶を電気的パルスで駆動させると、針先端には $0-30\mu$ の動きが誘発される。実験技術は、Catton¹⁾²⁾ の方法に従った。

III. 実験結果

A. %反応法

閾値を決定するには、それ以上の刺激では常に反応が起こる値の最小限と、それ以下の刺激では反応が決して起らぬ値の最上限を定めなければならない。所が、両者は精密にみれば一致しないので、それらの中間に、時には反応が起こり、時には脱落するような値が見出される。

図1 a) にしめされた如き例では、測定刺激

* 岐阜医科大学第1生理学教室
1st Dept. of Physiol., Gifu Med. School
[昭和38年5月11日受付]

(Th) が 2.7 をこえれば必ず反応が生起し、それより下で時々又は全く、反応は消失する。普通

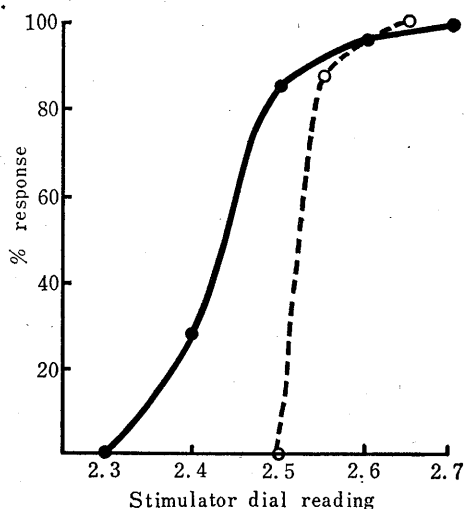


Fig. 1.

A relationship between % responses (ordinate) and stimulator dial reading (abscissa). Numerical figures cited here, such as 2, 3, 4, ..., correspond approximately to 3μ , 6μ , 9μ , ..., displacements of the stylus. Hence, each division of 0.1 has a difference of about 0.3μ . The absolute values of the displacement have less significance in this study.

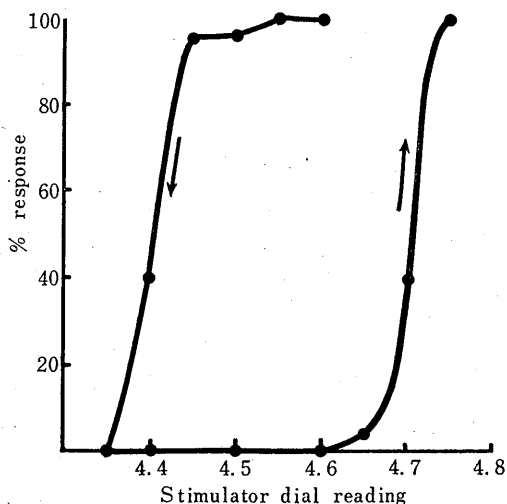


Fig. 2.

An example of the shift of the % response curve due to the difference of measurement procedure. Arrows indicate the direction to change the dial setting.

の測定法では、80%位の反応に対する Th の値が閾値とみなされる傾向がある。図 1 b) の如き例では、そのような判定に対しても、実用的には別に差支えはない。

一般に、反応%と刺激の強さの間の関係は S 字状となるので、上の如き例で

$Th \geq 2.7$: 閾上 (supraliminal)

$Th = 2.7 \sim 2.3$: 閾内 (intraliminal)

$Th \leq 2.3$: 閾下 (subliminal)

のように、測定刺激を区分すると、従来の考えになかった閾内の領域を考えなければならぬことになる。又、この S 字形から、その測定条件下での反応の特性が示されることにもなる。この S 状曲線の傾斜が急峻な時には、従来のように、閾値を 1 つの数値で代表させてもよいことになる。併しそうでない場合に、1 つの値で代表させるには、どれが妥当かを、個々の場合について検討しなければならない。

次に、刺激装置の出力側のダイヤル設定値を、高い方から低い方へ移し乍ら測定する方法と、逆に低い方から高い方へ移し乍ら測定する方法とを比較する。

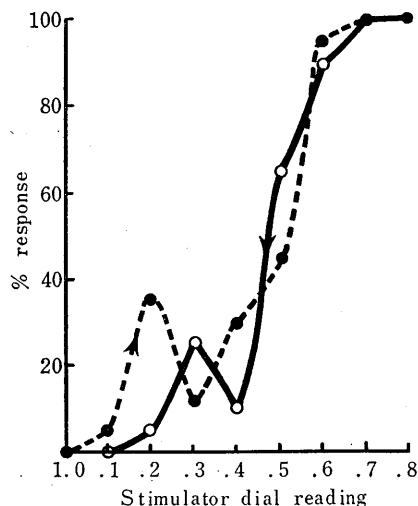


Fig. 3.

An irregular type of % response curve, which shows one dip respectively in each course. Dotted line is the case measured from low to high direction. Full line is the one measured in the reverse way.

その結果、S 状曲線がどう変化するかは、それぞれの実験例について異なり、予測はし難い。併し図 2 に示すように、S 曲線の位置がずれることもよくみられた。図 3 では両者の差は余り認められないが、何れの場合にも同じように、異常な経過がみられた。

B. 閾内設定法

閾内の一定点に測定刺激の強さを固定し、2 秒おきに連続的に測定パルスを与え乍ら

$$\frac{\text{反応数}}{\text{測定パルス数}} \times 100$$

を計算すると、反応%が求められる。従ってその増減から、極めて容易に、興奮性の変動を推定することが可能となる。即ち、興奮性が高まれば、反応のパーセントは増加すると考えられる。勿論、反応パーセントは、100% 以上、0% 以下とはなり得ないので、それ以上の変化がある際は、新しい設定値を選ばなければ、この方法での観察は続けられない。

1. 測定操作休止効果

受容器が刺激に反応した後、相対不応期は 100 msec 以上は続かないので、実用的には、測定パルスの間隔が 2 秒あれば、前の興奮の影響が、次のパルス刺激時迄は残らないと考えられている。所が、5-10 分間、測定操作を休止した後、再び前と全く同じ条件の測定刺激を与えることにすると、次に示すように、種々の経過を辿っていても、常に興奮性は高まり、疲労から回復していると解釈される如き様相を呈する。

2. 頻度固定、強度変化時の頻数刺激効果

1 分間、頻数刺激後の回復過程を

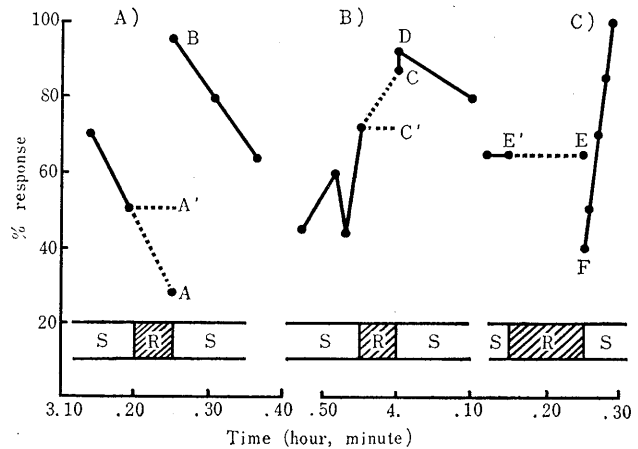


Fig. 4.

The effects of rest shown by the change of % response.

S: stimulation or measurement, R: rest

A) 5 minutes' rest. In this case, the spontaneous tendency of the change of excitability was the shift from high to low level. It is thus expected that % response would have been lowered to point A, if the stimulation were continued. Therefore, the degree of recovery of excitability is considered to be rather AB than A'B. This type of recovery was the most usual one. B is the % reached after the rest.

B) 5 minutes' rest. C, C' & D have the similar meaning as in A). C) 10 minutes' rest. E, E' & F have the similar meaning as in A). In this example, the initial responses show transiently the decreased excitability, but the final responses indicate the perfectly recovered state.

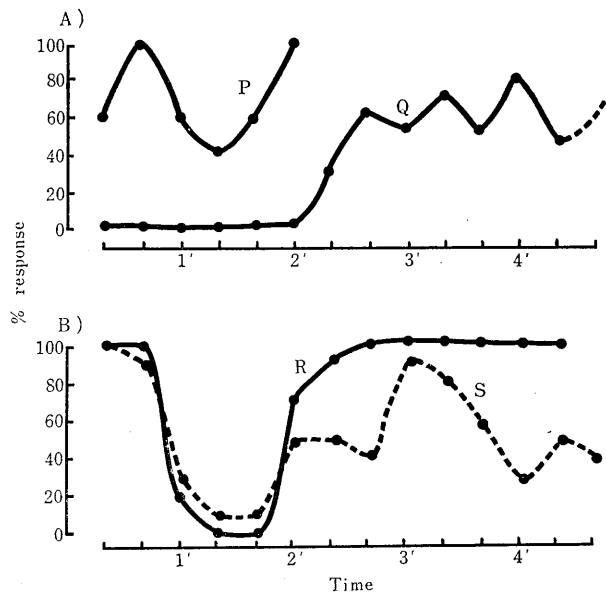


Fig. 5. After-effects of repetitive stimuli.

A) P: 4.5 57 c 1 m (7% above threshold)

Q: 5 57 c 1 m (20% above threshold)

B) R: 1.3 57 c 1 m (just threshold)

S: 1.5 57 c 1 m (15% above threshold)

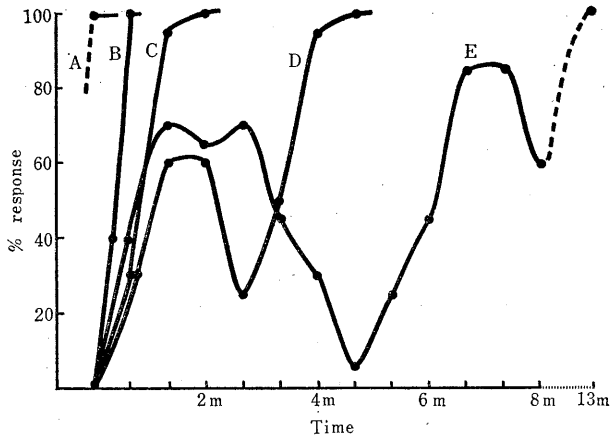


Fig. 6.

Frequency effect on the % response. Mechanical pulses, 4% above threshold, were applied for one minute, and the frequencies are as follows:

A : 14 cps, B : 30 cps, C : 57 cps, D : 70 cps, E : 100 cps

1. ○○○○○×○○×××××××○○○×

$$P_r \{u \leq 6\} = 0.019 < 0.05$$

2. ×○×××○○××××○×○○○○×○○

$$P_r \{u \leq 10\} = 0.414$$

3. ○○○○○××××× ○ Response

$$P_r = 0.008 < 0.01 \quad \times \text{ No Response}$$

4. ○○○×○○○○×

$$P_r = 0.167 > 0.1$$

Fig. 7.

In this figure, a symbol ○ means firing of the nerve and × means no response. The randomness of this series is tested by a theory of run. According to this theory, when the numbers of firing (n), no response (m), the numbers of runs of firing (Rn), and those of no response (Rm) are Known, probability

$$\Pr\{u \leq U\} = \sum_{u=2}^U \Pr(u)$$

is obtained by a table of Swed and Eisenhart³⁾. In this formula, $U = Rn + Rm$.

The value, if shown about the 1st example, is given as follows:

$$n=10, m=10, Rn=3, Rm=3, U=6$$

$$\Pr\{u \leq 6\} = 0.019 < 5\%$$

Therefore, the distribution is considered not to be random or accidental from the statistical point of view.

However, the distribution pattern of the 2nd example is said to be statistically random. The 3rd example is an extreme one arranged intentionally for the sake of explanation. The 4th is another example of random distribution.

みると、図5に示したように、刺激強度が僅かでも異なれば、回復の経過もそれに応じて異なることが、よく示されている。10回の測定パルスに対する反応数からパーセントを求めているので、20秒ごとに連続的に、興奮性がどう変るかが示されている。

3. 強度固定時の各種頻度刺激の効果

強度が固定されている際は、刺激量は刺激の頻度に比例する。1分間、各種頻度の刺激を与えると、頻度が大なる程、回復の過程はおくれている。

C. Non-parametric 検定法

2秒おきに刺激した際の反応生起の有無を、例えば50%反応について、時間的に配列してみると、多くは一見不規則に回答しているかの如く考えられる。この際、反応系列が、全く無作為であるか、それとも有意の配列であるかの判定は、極めて重要な問題である。今、仮に反応を○印、不反応を×印で示して、図4Cの例について記すと、その結果は図7、1の如くなる。

第1例では、図の説明にも示したように、無作為とみなした際の確率は極めて小さく、無作為の配列とは考えにくい。勿論、このような証明を行なう迄もなく、本例は10分間休息直後に、疲労より回復しつつある状態であり、寧ろ、この数学的証明を適用することの妥当性を立証しているとも考えられる。

第2例は、統計的には無作為とみなされる配列をとった例で、実際には、閾値の強さで、55 cps の刺激を1.5 分間与えた後、40秒おきの興奮性が、40%、30%、50%、100% の

如くなって、動揺し乍ら回復した例の50%反応の配列である。

Ⅳ. 考 察

閾内設定法を用いると、上例でしめたように、興奮性のいかなる微細変化も、連続的に記録し得る。始に、50%反応をおこすような測定パルスを用いると、その上下±50%の範囲にわたり、興奮性の変動を追うことができる。

勿論、大きく又ゆるやかな興奮性変動を求める為には、普通の閾値測定法でも一向差支えない。

反応の%は興奮性の指標であるが、その生起の様式の差により、同じ%でも異なる意味が附与される。例えば図 7, 3 は無作為的な配列とは考えにくいし、4 は無作為的なものとみなされる。

無作為でないものが、直ちに生理学的な意味と結びつくのではなく、その点は、総合的に多くの見地から判断しなければならない。又、何%以上の差が、興奮性の差として有意であるかを決定することは、極めて困難である。この点も亦、種々の点から総合的に判断せざるを得ない。

閾値変動の度合は、次のように、3種類に区別することができる。勿論、この分類は便宜的なものであり、生理学的な原因の他に、実験誤差の介入によるものも含まれている可能性はある。

第一は、定常状態で、閾値が安定し、その変動が殆どみられない場合であり、閾内設定法の実験には最も都合がよい。

第二は、閾値の推移 (Threshold shift) で、S 字曲線が全体として左右に移動するが、始と後の閾内領域の一部が重なる如き場合をいう。

第三は、閾値の跳躍 (Threshold jump) とでも名付くべき状態で、始と終の閾内領域に全く共通部分がなく、S 曲線がかなりずれている場合をいう。疲労の前後ではこの現象がおこるし、刺激用針の先端と皮膚受容部の間に、極めて僅かなすべりを生じて、この状態はおこり

得る。

なお、前述の S 字状の反応は、受容部位の電氣的刺激に際してもみられ、Pecher⁴⁾ もその点を認めている。

結局、既述のデータを総括すると、次のような解釈が考えられる。

- 1) 弱い活動状態→活動傾向の持続 (Fig. 2 左)
- 2) 強い活動状態→疲労 (Fig. 5, 6)
- 3) 休息状態→休息傾向の持続 (Fig. 2 右, Fig. 4, C の始め)
- 4) 十分な休息→回復 (Fig. 4, A, B, C の終り)

即ち、前の状態により、後の状態は種々の影響をうけていることが、上のように模式的に示される。特に 2) と 4) は、あわせ考えて、お互に矛盾しない所見である。

V. 結 論

蛙皮膚の機械受容器を機能的に単離し、0-30 μ , 数 msec の圧迫により刺激し、その閾値を測定した。

1) 閾値の特性は、%反応曲線を求めると、最も正確に決められる。この曲線は大体 S 字状だが、時には不規則な形をとることもある。

2) 50%反応をおこす強度に、ダイヤルを固定して、2 秒おきに反応の時間的経過をよむと、種々の効果を連続的に測定できることになる。

その結果、実用的に許容されている測定法自体も、多小は外的擾乱となっていることが分るし、又頻数刺激を与えると、刺激量の大きな程、疲労も大となることが、極めて明瞭に示されている。

3) 50%反応 (又は閾内領域の任意の反応) に、ランの理論を適用して、反応の生起様式の無作為性を検定すると、その生理学的意味づけに際し、極めて有力な補助手段となる。

本稿の要旨⁵⁾は、昭和38年4月、第40回日本生理学総会において発表した。稿を終るに当り、実験技術の指導及び助言をいただいた Catton 氏に、感謝の意を

表わします。

文 献

- 1) Catton, W. T. (1958) Some properties of frog skin mechanoreceptors. *J. Physiol.* **141**, 305-322
- 2) Catton, W. T. (1961) Threshold, recovery and fatigue of tactile receptors in frog skin. *J. Physiol.* **158**, 333-365
- 3) Swed, F. S. & Eisenhart, C. (1943) Tables for

testing randomness of grouping in a sequence of alternatives. *Am. Math. Statistics* **14**, 水野 坦・林知己夫・松下嘉米男・青山博次郎 (1954) 統計数値表の使い方 朝倉書店 東京 より引用

- 4) Pecher, C. (1939) La fluctuation d'excitabilité de la fibre nerveuse. *Arch. internat. physiol.* **49**, 129-152
- 5) 上田五雨 (1963) 機械的刺激に対する閾値 日本生理誌 **25**, 79-80

超遠心中枢神経組織の微細構造について (第1報) 612.822.5

On the fine structure of ultracentrifuged central nervous tissue

伊 達 慶 宗 (DATE-Yoshimune)*

Central nervous tissue of rabbit and rat were dissected into tissue blocks, transferred to a rotor of a preparative ultracentrifuge and spun at 145,000 g for 60 minutes. The components of ultracentrifuged cells are stratified, the layers appearing in the order of their increasing density in electron micrographs, as follows:

- a) Myelin layer in which lamellar structure of myelin sheath was almost preserved.
- b) Lipid layer.
- c) Microsomal layer composed of distorted membranes and free particles of endoplasmic reticulum.
- d) Mitochondrial and nerve ending layer, a relatively wide layer containing synaptic element.
- e) Nuclear layer.

The relationship between cell fractionation from homogenate and the ultracentrifugation *en bloc* was discussed.

1. 緒 論

中枢神経系における化学的伝達物質として Acetylcholine (Ach) をはじめ多くの物質が取り上げられ、その代謝、薬理が多方面で研究されて来たが、その生理的役割の本質的な解明には至っていない。一方 Swingbasket type の超遠心分離機と高分解能電子顕微鏡の普及で中枢神経細胞内顆粒の分画操作は近年漸く盛んになり Ach¹⁾, Choline acetylase²⁾ 等の細胞内分布を明らかにして来た。

吾々の研究室ではふるくから細胞内成分の分離について検討を重ねて来た³⁾ が中枢神経系における生理的活性を有する物質の細胞内分布について研究を進める⁴⁾ と共に、細胞内成分の分離方法についても系統的な検索を行っている⁵⁾。中枢神経系における細胞内成分の分離には他の臓器における分離方法に較べて、多くの困難な問題を含んでいる。これらの問題の解明は生理的活性物質の細胞内分布の研究に直接の基盤を

与え、ひいては化学的伝達物質の究明のみならず神経生理学における諸概念の形成に資すること大なるものがあると考えられる。

細胞内成分の分離には常に超遠心分離法が用いられるのであるから、遠心力場における中枢神経細胞の挙動を調べることは重要な意味があると思われるのであるが、筆者の知る限りにおいてこのような研究は殆んど行われていないようである。これは一つには中枢神経細胞内顆粒の検索に必要な電子顕微鏡像の分解能を得る方法が確立していなかったためと思われる。中枢神経組織は電子顕微鏡用試料作製時における固定、包埋操作により著しい損傷を受け検鏡に耐えなくなる場合がしばしば起る⁶⁾。この為生体内に固定液を注入する（脳に対しては脳室穿刺によって固定液を注入）ことにより半固定の状態でも目的の組織片を採取することが推奨されている¹¹⁾が、このような方法によっては超遠心力場における細胞内成分の挙動を知ることが出来ないことは論をまたない。最近、品川ら⁶⁾ は中枢神経系の固定包埋に適した操作を考案し、生体内固定法によらないで殆んど試料損傷を伴わない電顕像を得ている。従って品川らの方法を用いて、直接超遠心にかけて脳組織等の観察が

* 京都大学医学部第2生理学教室 (井上章教授)
2nd Dep. of Physiol., Faculty of Med. Kyoto Univ.
(Prof. A. Inouye)
〔昭和38年5月18日受付〕

可能になると思われる。このような観察により幾つかの興味ある知見を得たので報告する。

遠心力場における細胞の研究は Gurwitsch⁷⁾ 以来いくつかの報告^{8,9)} があるが、これらの多くはアメーバや無脊椎動物卵に関するもので高速の遠心機のない時代のものであり、しかも光学顕微鏡によるものである。にも拘らず初期の細胞分画の研究に多くの示唆を与えた。その後の研究手段の進歩は、超高速の遠心分離機と電子顕微鏡を日常的機器とした。細胞分画法も一般的な研究手段の一つとして、神経化学の領域においても広く用いられている。分画法によって得られる化学的知識と細胞の機能を結ぶためには電子顕微鏡による観察が必要であり、Schneider¹⁰⁾ が指摘しているように、遠心した細胞を対照として電子顕微鏡的研究を行う必要がある。神経組織に関するこのような研究として最近 Beams et al.¹¹⁾ の spinal ganglion の観察があらわれたが、ミエリン鞘等の挙動については全く知られていない。又彼等の観察は極めて高速度且つ短時間の遠心に関するもののみであるから、中枢神経組織の細胞内成分分離法の対照になり得ない。

Ⅱ. 実験材料及び方法

1. 試料

ラッテを断頭して手早く大腦を摘出し、氷冷した 0.25 *M* 蔗糖液に投入し、安全カミソリの刃を用いて最表層より約 1 mm³ 角の試料を採取した。脊髄は兎をウレタン麻酔下に腰髄を露出し、その約 1 cm 長を摘出し、上と同様に試料を採取した。

2. 遠心操作

試料は 0.1% OsO₄ を含む 2% の重クロム酸カリ 0.4 *M* 蔗糖液 (pH 7.4) に浮べ、i) 久保田製冷凍遠心機 KR-6L 型を用い 10,000 g 60分遠心、ii) 日立製分離用超遠心機 40 P 型を用いて 145,000 g 60分遠心した。

3. 固定、包埋

遠心した試料は固定液 (2% OsO₄, 2% 重クロム酸カリ, 0.25 *M* 蔗糖液, 1N KOH により

pH 7.4 に調製) 中で 4°C 20分間固定、定法によりアルコール上降系列により脱水、プロピレンオキシドとエポン混合液の等量混合物にて 3時間浸透、次でエポン混合液のみにて 37°C で12時間浸透後、局方 No. 00 ゼラチンカプセルにエポン混合液と共に分注し 55°C で24時間重合せしめた。エポン混合液は Epon 812, Epon 815 等量混合液 : 5 容, DDSA : 8 容, DMP-30 : 0.26 容を泡立たないように 5 分間よく攪拌したもの⁶⁾¹²⁾ を用いた。

4. 薄切、検鏡

包埋した試料は更に 55°C にて数日 after cure を行った後、日本電子製ミクロトーム JUM 5 型によりガラスナイフで超薄切片に薄切し、コロジオン膜を張った銅メッシュに載せ、日立製 Hu-11 型電子顕微鏡により検鏡した。尚スリット・メッシュは使用しなかったが、同一試料を連続薄切して層化した試料の各層の像が得られるようにした。

5. 対照

同じ実験動物から同様の方法で採取した試料を、i) 遠心用溶媒に遠心操作に要する時間と同一時間浸透した後、固定液で20分間固定、ii) 直ちに等張固定液に投じ 1% サポニン液数滴 (1/10 容) を加えて30分間固定、以後上述の如く包埋、検鏡した。

Ⅲ. 実験結果

1. 対照

緒論で述べたように中枢神経組織は電子顕微鏡用試料作製時における固定、包埋操作中に、試料損傷が極めて起り易く生理学上の目的での観察が困難とされて来た。そこで本稿の方法によるエポン包埋法⁶⁾ によってどの程度の試料損傷が起るかを確かめておく必要がある。Fig. 1 に摘出後直に固定した兎脊髄試料の電顕像をしめす。試料損傷の起り易いことで知られているミエリン鞘においても、層状構造は整然と保たれ、生体内固定法を用いた例¹³⁾ に較べて何ら遜色を認めない。遠心溶媒を浸透した対照群においても、脳、脊髄試料ともに全く試料損傷を認

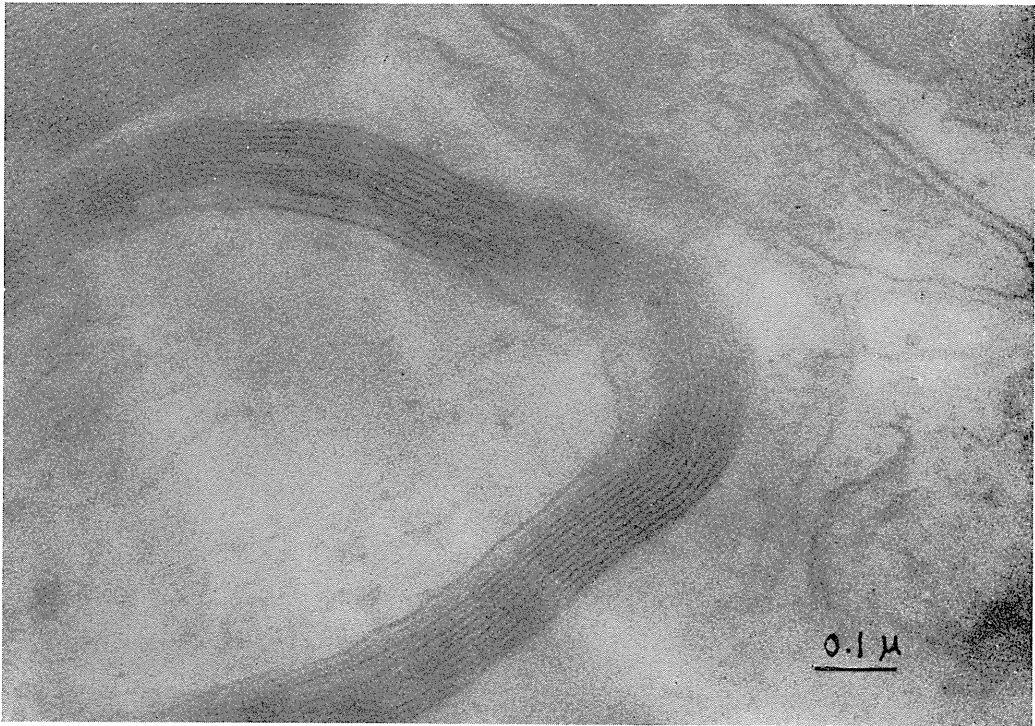


Fig. 1.

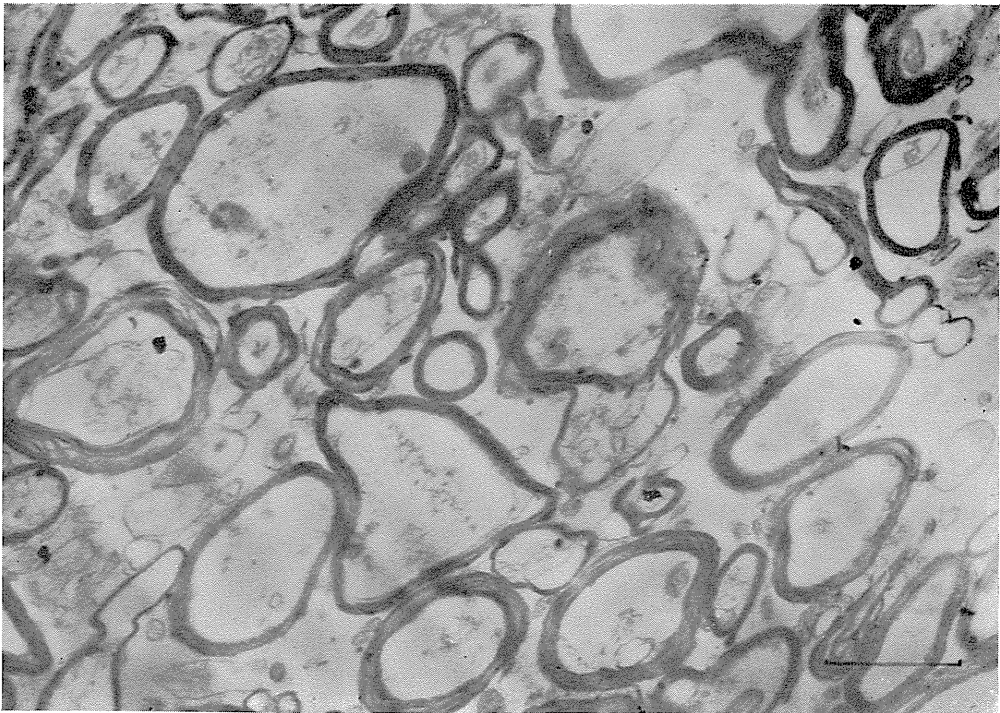


Fig. 2.

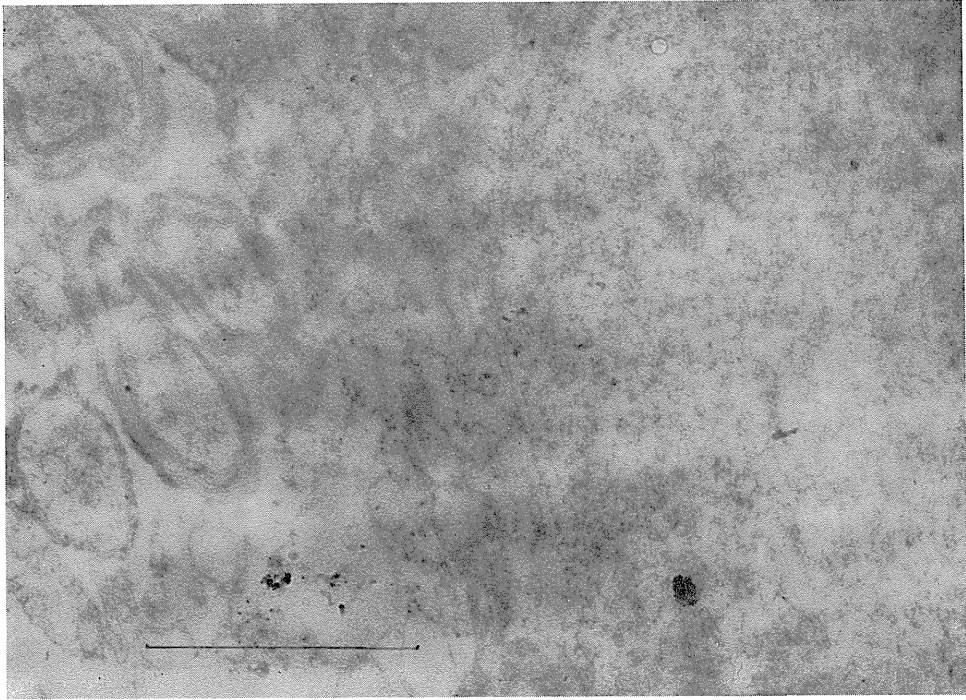


Fig. 3.

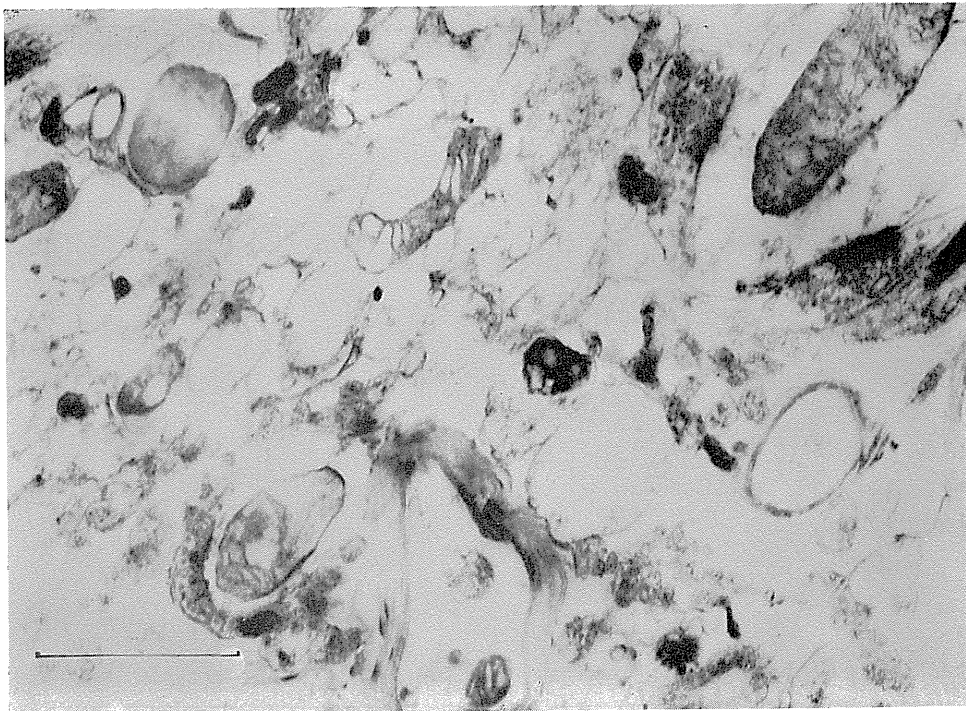


Fig. 4.

めなかった。

ただし固定、脱水操作を経て 4°C 以下の低温で行うことが必要で、 37°C に5分間さらした場合にはミエリン鞘にかなりの程度の解裂がみられた¹⁴⁾。遠心試料における変形はすべて遠心操作に基くものと推論できる。

2. 遠心試料

観察結果として、細胞内成分の分離が起るばかりでなく細胞の相対的位置にも変化が起り、そのため組織が層化することが見出された。又遠心作用によって微細構造には可成の変形が起り特に核において著しい。求心側から遠心側にかけて、ミエリン鞘層、ミクロソーム層、ミトコンドリア及び神経終末層、核層、の各層を認めた。

a. ミエリン鞘層

最求心側即ち最も比重の小さい部分には常にミエリン鞘の密集を認めた。 10^4 g 60分遠心試料では殆んど intact なミエリン層状構造をみると、種々の程度に変形した軸索を内包する。軸索中にはアキソンフィラメント及びミトコンドリアを認める (Fig. 2)。 $1.45 \times 10^5\text{ g}$ 、60分遠心試料ではミエリン鞘の解離がみられ、軸索の変形が著しく殆んど内容を認めないものが多い。

b. Lipid 層

ミエリン鞘層に混在して、或は更に求心側に不定形の less dense に一様に集る塊状物質と、分離せる膜様構造の混る層をみとめる場合がある。Lipid 及び破壊した膜が求心側に集った部分と考えられる。

c. ミクロソーム層

ミエリン鞘層に接する遠心側に $200\text{ \AA}$ 以下の直径をもつ微細顆粒とその凝集物より或る薄い層をみとめる (Fig. 3)。超薄切片を 2% uranyl acetate 溶液で染色するとこの層が濃染するので RNA を含んだリボ核蛋白粒子 (ribosome) より成ると考えられる。超遠心分離法においてミクロソーム分画に free particle が含まれていることが明らかにされており¹⁵⁾ 分離型の ribosome とグロブリンを主成分とする^{5c)}。本層は主としてこの free particle に相当するものであろう。こ

のような顆粒が膜の断片に付着した像も同様に認められる。恐らく粗面小胞体の離断によって生じたものと考えられる。

d. ミトコンドリア及び神経終末層

ミエリン鞘層と共に最も層化の明瞭な層であり、ミトコンドリア、神経終末——恐らく軸索末端、樹状突起及びグリア突起から成り、シナップス部を含む——と少数のミエリン鞘から成る (Fig. 4)。神経終末には直径 $300\text{--}600\text{ \AA}$ の vesicle を含むものがみられ、遠心分離法において vesicle がミトコンドリア分画に落ちることをよく説明する。本層は遠心力の大きさによる差が少く、 10^4 g 、60分、 $1.45 \times 10^5\text{ g}$ 、60分いずれの遠心でも殆んど同じ像を与える。

e. 核 層

最遠心側に現れるが、細胞内成分の中では最も変形が著しく $1.45 \times 10^5\text{ g}$ 、60分の遠心では殆んど原形を認めなかった。 10^4 g 、60分遠心の例でも種々の程度の変形が認められ、変形のしかたはフォルマリン固定によってひき起される試料損傷¹⁶⁾ に似ている。核は密集せず核の周辺に

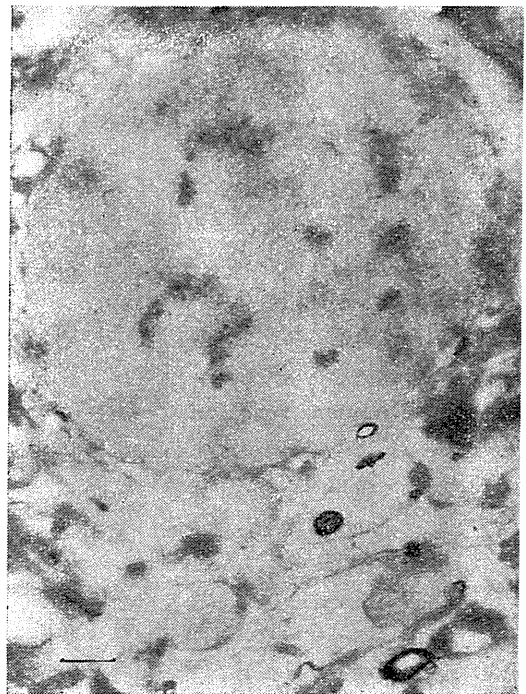
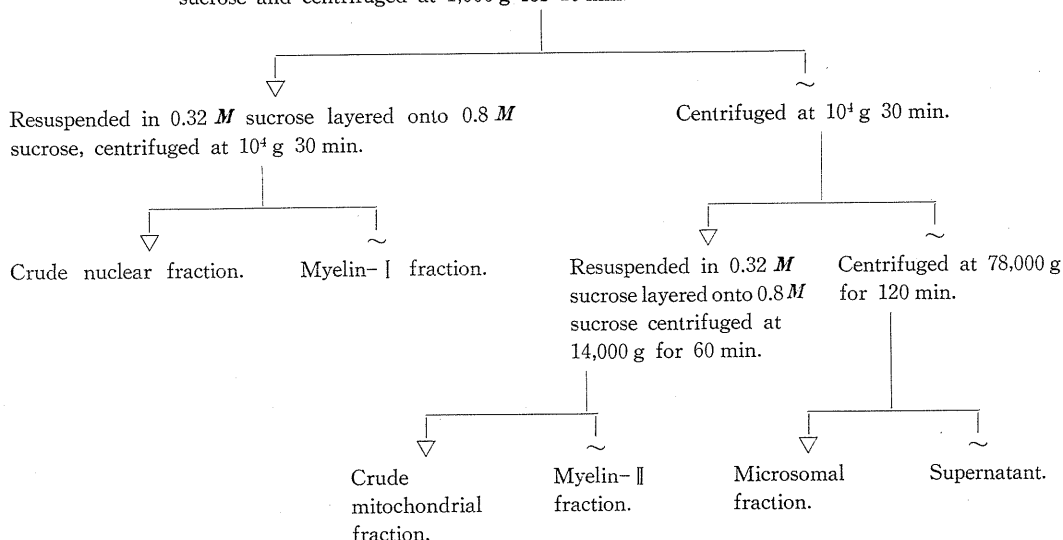


Fig. 5.

Table 1.

Brain homogenate in 9 volume of 0.25 *M* sucrose, superposed onto 0.32 *M* sucrose and centrifuged at 1,000 *g* for 10 min.



においても試料損傷が著しく小胞体様の構造を認める場合もあるが確認出来なかった (Fig. 5).

f. 血管及び血球

最遠心側に少数の細血管像とその中に含まれる血球, 主として赤血球, を認めたが離散的に点在し明確な層をなしていない. 但し核層以外の層中に混在することはない.

IV. 遠心分離による分画法との比較

脳細胞内成分の分離を目的とする遠心分画法には目的に応じて種々の方法があるが, 吾々⁵⁾は電顕的検索の結果, 次の diagram に示す方法が適していることを見出した (Table 1).

遠心脳組織における層化と, 遠心分離法による各分画との比較を行ってみる.

1. Crude nuclear fraction

この分画から核を精製するには更に高濃度の蔗糖液に対して重層遠心をくりかえせばよい. この分画には intact な核と, 多少変形せる核, 少量の debris と血球を含む. cell debris の大部分は myelin- I fraction に落ちる. 遠心組織における. 核層で核の変形が著しいことは細胞体の変形による影響と考えられる. 血球の混在は何れの場合にも著しくない.

2. Myelin- I and - II fraction

ミエリン鞘は種々の分画に混在するが大部分はこの二つの分画に回収される. crude fraction を精製して行けばミエリンは常に比重の軽い部分に分離される. ミエリン鞘は遠心力の大きさによらず比重差によって分離されるがこれは遠心組織における層化の結果とよく一致している.

3. Crude mitochondria fraction

この分画にはミトコンドリアと神経終末を含んでいる. これは遠心組織におけるミトコンドリアおよび神経終末層と極めてよく一致する. 又この分画から細分画によって vesicle 分画が得られる¹⁾²⁾が, 直径 300-600 Å 程度の micro-vesicle がミトコンドリアと同じ分画に入る事は一見奇異に思われるのであるが, micro-vesicle を含む神経終末がミトコンドリアと同じ層に現われることから理解できる.

4. Microsome fraction

いわゆるミクロソームは小胞体即ちニッスル小体の変形によって生ずることはよく知られているが本稿の結果によってこれを確めることは出来なかった. この分画には前述のごとく free particle を含んでいるが, 遠心組織においても

ミクロソーム層として観察されるので homogenation による人工産物でないことが確かめられる。即ち脳の“microsome”には本来、膜性のものと顆粒性のものが混在している。

V. 考 察

遠心組織においてもミエリン層の構造は比較的良好に保たれている。ミエリン鞘も最も試料損傷が起り易い場所である⁶⁾から本稿で用いた固定、包埋法は適当と判定できる。従来用いられて来たメタクリル包埋法では試料損傷が著しいばかりでなく、電子顕微鏡で検鏡中に電子線照射によってメタクリル樹脂の昇華が起り、その為膜構造に変形を起す場合がある¹⁷⁾。膜構造の多い脳組織にはメタクリル包埋法は不適であろう。

本実験で観察された変形は一応すべて遠心操作によるものと見做すことが出来る。最も著しい事は細胞体そのものが強く変形して殆んど原形をたどり得ないことで Beamsら¹¹⁾の ganglion での観察と全く異なる点である。これは中枢神経系にあっては、細胞の形態保持力が弱くむしろ常に変形しており、細胞相互の位置も変化し易いことによると考えられる。このため、核、小胞体(ニッスル小体)の如き細胞体と密接な関係にある細胞内成分の確認が困難であった。特に高遠心力に於ける核の所在は全く判定不可能であった。これに反しミエリン鞘、神経終末の如き特殊な構造は極めて容易に確認され、遠心力の大きさにかかわりなく、きれいな層化を示した。

遠心力下では細胞の変形と細胞相互位置の変化によって層化が起り、組織全体として数層に層化する。この層は細胞内構造と1対1に対応するものではないが前節での考察にみるように homogenate からの遠心分画との対応づけが可能であり、遠心分画法における各分画の分離の基礎を与えることができる。

特にミトコンドリアと神経終末が同じ層に入ることは遠心分画法において粗ミトコンドリア分画から神経終末分画及び vesicle 分画が回収

されることをうらずける。吾々^{5a)}は先にこの神経終末分画に OsO_4 に濃染する dense ending と、淡染する less dense ending の2型の神経終末が存在することを見出し、前者が non-cholinergic ending に、後者が cholinergic ending に対応することを確めた¹⁸⁾。組織切片ではこのような2型の差は見出されていないようであるが、本稿における遠心組織でも観察されなかった。これは組織ブロックに於いては OsO_4 の浸透が充分行われなため染色の差が明瞭とならないため差が見られないと考えられる。これに対し homogenate では OsO_4 による染色性の差が明瞭にあらわれ、オスミウム親和性の non-cholinergic ending が濃染すると思われる。即ち遠心力による変形による人工産物として dense ending が生じたのではないことが本稿の実験から確かめられる。

VI. 結 論

1. 中枢神経組織を超遠心力場において前固定した後、定法により固定、エポン包埋して電子顕微鏡で検索した。
2. 対照群において試料損傷のないことを確めた。
3. 組織は遠心力場において層化する。
4. ミエリン鞘はきれいな層を形成する。
5. ミトコンドリア、神経終末は同一の層内に見出される。
6. 核、小胞体は変形が著しい。特に前者は高速遠心において顕著である。
7. 各層は遠心分画法における分画に対応づけられる。
8. 遠心分画法の基礎について考察を加えた。

終始御指導を賜った恩師井上章教授、ならびに御助言を賜った田代裕助教授、実験に協力された品川嘉也講師に深謝いたします。

文 献

- 1) Whittaker, V. P. (1959) Biochem. J. **72**, 694
- 2) Hebb, C. O. & Whittaker, V. P. (1958) J. Physiol. **142**, 187

- 3) a) 田代 裕・小倉光夫 (1957) 細胞化学シンポジウム **5**, 17
 b) 田代 裕・佐藤 章・品川嘉也 (1957) 細胞化学シンポジウム **6**, 121, (1957) 科学 **27**
- 4) 片岡喜由・品川嘉也・品川純子・今泉正臣・榊村純生・矢原庄司 (1961) 神経研究の進歩 **6**, 521
- 5) a) 井上 章・品川嘉也・伊達慶宗; 神経研究の進歩 (印刷中)
 b) Shinagawa, Y., Kataoka, K. & Date, Y. ; J. Electronmicroscopy (in press)
 c) 井上 章・品川嘉也・榊村純生・入交昭彦・伊達慶宗 (1962) 日本生理誌 **24**, (6) 第39回日本生理学総会
- 6) Shinagawa, Y. & Y. Uchida (1961) J. Electron-microscopy **10**, 86
- 7) Gurwitsch, A. (1904) Verhandl. Anat. Ges. **18**, 146 (文献11より引用)
- 8) Harvey, E. B. (1932) Biol. Bull. **62**, 155
- 9) Heilbrunn, L. V. (1926) J. Exp. Zool. **43**, 313
- 10) Schneider, W. C. (1959) Advances Enzymol. **21**, 1
- 11) Beams, H. W., Tahmisian, T. N., Anderson, E. & Devine, R. (1960) J. biophys. biochem. Cytol., **8**, 793
- 12) Shinagawa, Y., Yahara, S. & Uchida, Y. (1962) J. Electronmicroscopy **11**, 133
- 13) a) Palay, S. L. & Palade, G. E. (1955) J. Biophys. Biochem. Cytol. **1**, 69
 b) Bunge, R. P., Bunge, M. B. & Ris, H. (1960) ibid. **7**, 685
- 14) 井上 章・品川嘉也・伊達慶宗 (1962) 日本生理誌 **24**, 625 第27回近畿生理学談話会
- 15) Hanzon, V. & Taschi, G. (1960) Exp. Cell Res. **21**, 332
- 16) 内田貞夫・白谷光平・品川嘉也 (1961) J. Electron-microscopy **10**, 271
- 17) Shinagawa, Y. & Date, Y. (1961) J. Electron-microscopy **10**, 269
- 18) Inouye, A., Kataoka, K. & Shinagawa, Y. ; Biochem. Biophys. Acta (in press)

副腎皮質ステロイドホルモン産生能におよぼす

放射線の影響に関する研究 612.453:612.014.482

Effects of X-irradiation on adrenal function in rats

島 澄 夫・松 葉 三 千 夫

(SHIMA-Sumio・MATSUBA-Michio)*

The early effects of X-irradiation on the weight, ascorbic acid, and cholesterol content of the adrenals have been reported by many workers. Most of them shows that acute radiation syndrome has much in common with the response to non-specific stresses accompanying adrenal stimulation.

On the contrary this paper indicates that the corticosteroid content of the blood collecting by direct cannulation into adrenal vein of the rat decreases in 30 minutes or so after whole body or local (adrenal only exposed) X-irradiation in doses 800-2000 r. In the case of local irradiation, it is very interesting that the adrenal of unirradiated side maintains the same corticosteroid secretion as that of intact normal and sham operated rat in spite of drastic decrease in irradiated side.

Administration of ACTH to the irradiated rat did not raise the corticosterone secretion to the normal level.

In the rat stressed by immobilization steroid secretion is also decreased by whole body or local X-irradiation, even in each case of exposure to adrenal only, exposure to head only and exposure to whole body with shielding adrenal region.

From these results an observation will be reasonably made that X-radiation has two modes of its action to animals, that is, might produce (1) systemic suppression, presumably related with hypothalamus-pituitary axis and (2) local inactivation of adrenal function itself.

緒 言

放射線の副腎皮質機能におよぼす影響については、従来から多くの報告があり、X線照射による、副腎重量の増大¹⁾²⁾、副腎コレステロール、或はアスコルビン酸の減少³⁾⁴⁾⁵⁾⁶⁾⁷⁾、ならびに、尿中 17 KS 排泄の増加など、所謂ストレス効果として、副腎皮質機能亢進の傾向が認められている。しかし、これらの実験は、いずれも副腎皮質機能を間接的な方法で検討したものであり、この機能の本質である副腎皮質ホルモンの産生分泌それ自体について、直接に把握し

たものとは考え難い。特に、コレステロール、アスコルビン酸の変動については、それが、副腎皮質ホルモンの産生、或は放出に、直接関係した指標として、認め得るかについては、多くの疑問が持たれている⁹⁾¹⁰⁾¹¹⁾。

著者らは、この点について、当研究所で累代飼育しているウイスター系雄ラットを用い、Bush¹²⁾らの方法に準じ、副腎静脈血を直接採取し、副腎皮質ホルモン分泌の状態を検討した。また、放射線の照射条件についても、従来の実験は、いづれも、全身照射を行っており、その影響が副腎それ自体のものか、或は、二次的な、全身的効果の表現によるものか、不明な点が多い。著者らは、この点について、更に、究明を加えるべく、X線照射下のラット副腎が、照射条件、とくに、照射部位、線量、照射後の経過時間の諸条件下で、各々、如何なる反応を示すかについて、検討し、さらに、下垂体

* 放射線医学総合研究所、生理研究室
Physiology Laboratory, National Institute of Radiological Sciences.

〔昭和38年5月20日受付〕

(本論文の一部は、昭和38年日本内分泌学会 東部 部会・2月例会ならびに、昭和38年第40回日本生理学会総会に発表した。

機能との相互関係をも絡ませて、その副腎皮質機能を検索した。

実 験 方 法

実験動物は、ウイスター系雄ラッテ、体重 250-350 g を用い、副腎静脈血の採取は、Bush¹²⁾らの方法に準じた。すなわち、ネムブタール麻酔後30分経過したラッテ¹³⁾を開腹し、左側腎静脈を、下大静脈流入部、および、腎臓の近位部で結紮し、ポリエチレン・カテーテル (P・E・10・Intprmedic) を、副腎静脈との吻合部まで挿入し、結紮固定する。ヘパリン・Na (タケダ製薬、5000 IU/5 ml) を右大腿静脈より、0.2 ml/100 g 体重の割で注入し、カテーテルより滴下する静脈血を、氷冷下の目盛付尖底試験管に採集した。採血は、15分、および、1時間間隔で行ない、採血途上において、失血量と等量の 0.9% 生理的食塩水を静脈内に注射した。

コルチコイドの定量は、Blue Tetrazolium 呈色¹⁴⁾、および、螢光反応¹⁵⁾によった。すなわち、1時間採集血を5倍量の蒸留水で希釈し、全血のまま、Ethyl Acetateで抽出、アルカリ、水で洗滌の後、Methyl-Ethyl-Keton:水 (5:1) および、Bush B 5¹⁶⁾ System で、夫々1回づつ Paperchromatography にかけ、Blue Tetrazolium (Sigma) で発色せしめ、530 m μ で測定した。螢光反応は、15分採集血から、Plasma 0.2 ml を採り、クロロホルム抽出の後、アルカリ、水で洗滌する。反応は、H₂S₄O : 50% Ethanol, 2.4 : 1 Vol., で行い、Farrand's Spectro fluorometer (励起波長 370 m μ , 螢光波長 540 m μ) で測定した。なお、本法の回収試験は、Blue Tetrazolium 法で、77.5-116.5%, 螢光法で 66.2-84.5% のコルチコステロン回収率を得た。

X線照射は 250 kV, 20 mA, Cu 0.5 mm + Al 0.5 mm, FSD 40 cm で、全身照射では、88 r/min で、Total 500 (5分40秒)-2000 r (25分)、局部照射では、135 r/min で 8×8 cm Tube を用い、Total 800 r (6分)-2000 r (15分25秒) で行った。局部照射は¹⁷⁾、一側副腎のみ、および頭部のみの照射であり、副腎照射は、該当副腎

を、開創器をもって、露呈せしめ、他の体部分には厚さ 4 mm の鉛板で遮蔽し、頭部照射も、同様、頭部以外の体部を Shield し、被曝させたものである。また、両側副腎部位を、鉛のベルトで Shield して、副腎以外の体部を照射したグループもつくった。

また、X線効果と、所謂、Non-specific stress とを、比較するために、拘束ストレスを加えたラッテについても、その副腎皮質機能を検討した。すなわち、ラッテの四肢を、30分間拘束固定し、爾後、1時間後に、ネムブタール麻酔下において、副腎静脈血を採取、血中濃度を測定した。

実 験 結 果

全身照射の影響；雄ラッテを無麻酔のまま、プラスチック製照射用 Cage に入れ、Total 500, 800, 1000 および 2000 r の全身照射を行った。照射後1時間では、Table 1 にしめす如く、コルチコイド分泌濃度は、1000 r 以上で顕著な減少をしめした。更に、照射後、12, 24, 48, 72時間の、各々のコルチコイド分泌量を追求したところ、照射後24-48時間で、一時的な分泌機能の修復傾向が認められ、とくに 2000 r 照射後24時間では、機能亢進の Pattern が得られた。照射後72時間では、食思不振、下痢、体重の著減など、衰弱が著るしく、全身的な機能減退が認められた。

また、反応時間を更に短縮し、15分間隔で採血し、Plasma 中のコルチコイド・レベルを螢光反応で検討した (Fig. 1)。Total 2000 r 照射後、15分では、254.6 $\pm$ 72.7 μ g/dl Plasma で、照射前の 280.6 $\pm$ 61.1 μ g/dl Plasma および、無処置対照群、229.2-310.6 μ g/dl Plasma (平均値) と差異は認められないが、照射後30-45分で、血中レベルにかなりな変動が認められるようになり (173.5 $\pm$ 89.7 μ g/dl Plasma, 185.3 $\pm$ 96.4 μ g/dl Plasma), 1時間後には、明らかなホルモンの減少が認められた (122.4 $\pm$ 49.6 μ g/dl Plasma)。この分泌能減退は、時間の経過と共に、さらに顕著となり、照射後2時間では、正常値の約

1/3 に達した ($79.1 \pm 27.8 \mu\text{g/dl}$ Plasma).

局部照射の影響；照射はすべて、左側副腎に行った。また、Sham operation のグループは、照射に相当する時間だけ、副腎を露呈せしめ、爾後、試験群、対照群と同様、副腎静脈血を採取定量した。照射後1時間において、Total dose 500 r では殆んど影響はなく、1000 r 以上の照射で、血中濃度の減少傾向がみとめられた (Table 2)。しかるに、800 r の線量では、 $21.19 \pm 4.34 \mu\text{g/ml}$ Blood ($165.3 \pm 93.6 \mu\text{g/kg/hr}$) と対照群、および、Sham ope. 群に比べて、血中濃度の増加が得られた。照射後、24-48 時間では、全身照射の場合と同様、機能の回復が得られた。

以上の如く、副腎の局部照射によって、副腎静脈血のコルチコイド・レベルが低下することが認められたが、これが、被曝副腎それ自体の局所的影響によるものか、或は、照射の全身的影響によるものか、否かについて検討した。すなわち、右側の副腎を照射 (線量 Total 800 および 2000r) し、次に、左側、すなわち、非照射側の副腎から、採血を行い、血中コルチコイド含量を測定した。結果は、

Table 3 に示される如く、非照射側には、分泌状態に殆んど影響がなく、局部照射における変化は、照射副腎自体の、局所的反応と推察することが出来た。

ストレスの影響；拘束1時間後において、副腎静脈血のコルチコイド・レベルが著しく増加し、24時間後には、1時減少し、48時間後

Table 1.

Effects of X-irradiation on corticosteroid secretions by rat adrenals.

Treatment		Time after irradiation (Hours)	No. of rats	Vol. of* Blood ml/hr	Corticosterone**	
					Concentration $\mu\text{g/ml}$	Flow rate $\mu\text{g/kg/hr}$
Whole Body Irrad.	500 r	1	4	2.7	7.39 $\pm$ 0.59	62.5 $\pm$ 12.3
	800 r	1	7	2.6	7.68 $\pm$ 0.73	63.1 $\pm$ 17.1
	1000 r	1	7	2.2	6.21 $\pm$ 2.11	43.9 $\pm$ 9.1
	2000 r	1	6	2.4	4.94 $\pm$ 1.83	40.9 $\pm$ 17.7
Control			22	2.6	12.46 $\pm$ 3.97	82.7 $\pm$ 32.3
Whole Body Irrad.	800 r	12	6	2.3	8.76 $\pm$ 1.85	56.9 $\pm$ 11.5
	800 r	24	5	2.7	4.93 $\pm$ 0.77	43.7 $\pm$ 11.1
	1000 r	24	6	2.5	7.02 $\pm$ 1.67	57.7 $\pm$ 28.8
	2000 r	24	6	2.8	17.11 $\pm$ 1.69	140.9 $\pm$ 23.3
Control			7	2.7	10.24 $\pm$ 2.50	91.8 $\pm$ 27.6
Whole Body Irrad.	1000 r	48	6	2.1	12.21 $\pm$ 4.98	84.9 $\pm$ 44.3
	2000 r	48	6	2.0	10.73 $\pm$ 3.03	86.6 $\pm$ 37.1
	1000 r	72	7	1.7	4.99 $\pm$ 1.97	31.0 $\pm$ 17.8
	2000 r	72	2	1.1	3.85	19.3
				1.3	3.64	18.9

* mean ** mean $\pm$ standard deviation

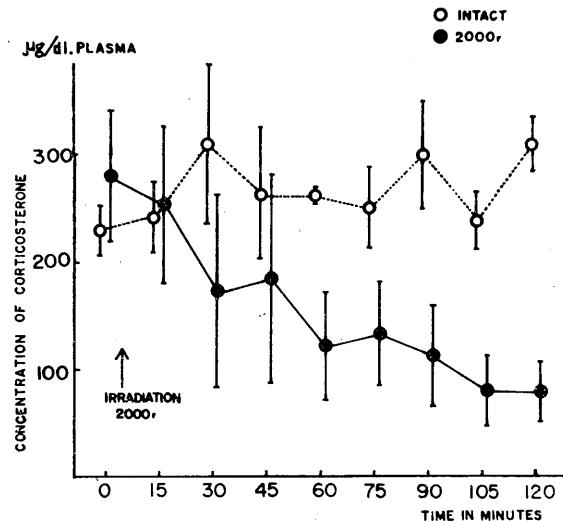


Fig. 1.

Corticoid levels in rat adrenal venous plasma after whole body X-irradiation.

5-7 rats were used.

に、正常値にまで回復すること¹⁸⁾は、Table 4 においても明らかである。しかるに、ストレスを加え、直ちにX線を照射したものについては、ストレスによる血中濃度の上昇はおろか、反対に、顕著な機能低下を示すに至った (Table 4)。これは、全身照射 (Total 1000 r)、局部照射 (Total 1000 r) の場合は勿論、副腎部のみを

Table 2.

Effects of local X-irradiation on corticosteroid secretions by rat adrenals (Left Adrenal Exposed).

Treatment		Time after irrad. (Hours)	No. of rats	Vol. of* blood ml/hr	Corticosterone**	
					Concentra- tion $\mu\text{g/ml}$	Flow rate $\mu\text{g/kg/hr}$
Local Irrad.	500 r	1	6	2.5	9.25 $\pm$ 2.01	74.6 $\pm$ 24.3
	800 r	1	7	2.4	21.19 $\pm$ 4.34	165.3 $\pm$ 93.6
	1000 r	1	5	3.6	5.44 $\pm$ 1.93	61.8 $\pm$ 36.7
	2000 r	1	7	3.3	5.65 $\pm$ 1.09	63.7 $\pm$ 34.9
Control			22	2.6	12.64 $\pm$ 3.97	82.7 $\pm$ 32.3
Local Irrad.	800 r	12	6	2.3	11.06 $\pm$ 2.61	71.6 $\pm$ 13.6
	1000 r	12	8	2.3	5.56 $\pm$ 1.00	42.2 $\pm$ 8.3
	800 r	24	2	3.3	7.44	81.0
				2.4	8.23	55.3
	1000 r	24	8	2.6	6.36 $\pm$ 1.99	55.6 $\pm$ 22.3
	2000 r	24	6	3.1	11.15 $\pm$ 4.71	104.6 $\pm$ 32.4
	1000 r	48	7	2.2	8.81 $\pm$ 1.33	61.2 $\pm$ 19.4
	2000 r	48	5	2.5	9.93 $\pm$ 3.16	74.5 $\pm$ 22.1
	1000 r	72	2	1.9	3.68	19.6
				1.6	3.59	18.9
	2000 r	72	2	2.1	5.71	34.8
				3.4	7.60	65.6
Sham Ope	1	6	3.4	9.35 $\pm$ 1.81	106.6 $\pm$ 43.3	
Sham Ope	12	5	2.2	10.81 $\pm$ 2.9	71.5 $\pm$ 34.9	
Sham Ope	24	5	3.5	10.26 $\pm$ 1.49	47.2 $\pm$ 9.5	
Intact		7	2.7	9.11 $\pm$ 2.33	79.6 $\pm$ 46.5	

* mean ** mean $\pm$ standard deviation

Table 3.

Corticosteroid secretions by unirradiated adrenals of rats, after local irradiation (Right Adrenal Exposed).

Treatment		Time after irradiation (Hours)	No. of rats	Vol. of blood ml/hr	Corticosterone**	
					Concentration $\mu\text{g/ml}$	Flow rate $\mu\text{g/kg/hr}$
(Unexposed Side)	800 r	1	6	1.8	8.53 $\pm$ 1.23	68.2 $\pm$ 20.4
	2000 r	1	7	2.1	14.37 $\pm$ 2.53	94.9 $\pm$ 31.8
	2000 r	24	2	3.8	7.43	81.9
				3.2	9.14	90.7
Sham Ope.		1	11	2.5	10.01 $\pm$ 2.47	90.7 $\pm$ 41.8

* mean ** mean $\pm$ standard deviation

Table 4.

Effects of X-irradiation on corticosteroid secretions by adrenals of stressed rats.

Treatment	Time after irradiation (Hours)	No. of rats	Vol. of blood <i>ml/hr</i>	Corticosterone**		
				Concentration $\mu\text{g/ml}$	Flow rate $\mu\text{g/kg/hr}$	
Stressed (Immobilization)	1	7	1.9	21.46±1.86	131.03±62.9	
	24	8	2.5	5.44±1.06	43.9 ±10.2	
	48	6	2.6	10.48±1.37	91.4 ±24.1	
immobilized (Adrenal Shielded)	Control	22	2.6	12.46±3.97	82.7 ±32.3	
	Whole 1000 r	1	6	5.19±1.38	48.8±22.8	
	Local 1000 r	1	5	5.57±1.01	31.2± 7.1	
	Whole 2000 r	1	6	4.79±0.10	42.9±12.7	
	Head 2000 r (Body Shielded)	1	5	5.0	5.34±1.98	89.9±32.1

* mean ** mean $\pm$ standard deviation

Shield して照射した場合、頭部のみを照射した場合にも、血中濃度の減少が認められた。

頭部照射の場合、Cannulation による流血量が平均 5 ml/hr と、他の場合に比べて、2 倍以上の流量をしめしていた。これは、Cannulation の操作上の問題か、或は、神経支配機構の異常によるものか、現在の段階では、全く不明である。

ACTH の影響；X線照射ラットの ACTH 投与に対する反応を検索した。X線照射 (Total 2000 r) 後、1 時間にわたり、採血し、その後 ACTH (オルガノン, ACTH 第一, 1 IU/100 g 体重) を後大腿静脈に注入し、さらに 1 時間にわたって、採血、血中コルチコイドを定量した。対照群では、ACTH による機能亢進が認められたが、照射群では、正常レベルへの回復傾向が認められるものの、有意な反応とは言い難く、ACTH に対する反応性は、全身および局所照射、いづれにおいても、著るしく劣っていた (Table 5)。

考 察

致死量に近い X線照射の、所謂、ストレス効果については、緒論にも述べたように、従来から多くの報告がある。Bawers¹⁹⁾らは犬において、French²⁰⁾らは、猿を用いて、全身照射後、末梢血中の 17 OHCS の増加を認めている。しかるに、本実験においては、Total 1000 r 以上の全身照射、局所照射、いづれにおいても、顕著な、コルチコイ

ド・レベルの減少をしめしている。これが、動物種間の相違によるものか、否かは全く不明である。

しかし、一方、放射線の照射が、コルチコイド産生、或は、分泌に抑制効果をもたらすと云う報告もあり、Ungar²¹⁾らは、牛の副腎灌流実験において、 γ 線の照射が、Compound F ならびにBの産生を極度に抑制することを認めており、Grodsebskiiら²²⁾も、ラッテにおいて、副腎静脈血中のコルチコイドが、X線照射後、1時間で減少することを報告している。

著者らの行った、副腎のみの局部照射が、Total 1000 r 以上において、機能抑制の効果を示し、しかも、その効果が、照射副腎のみに局在することは、Table 3 にも明らかであるが、ここで、とくに興味深いことは 800 r の局部照射についてである。800 r の局部照射では、顕著な血中レベルの上昇から、局在的な機能亢進が推測され、ある量のエネルギーを受けることによって、組織中の Enzyme system 機能が亢進し、1時的な刺激効果を示すことが想像される。しかも、全身照射では、こうした効果はみとめられず、むしろ、抑制傾向をしめしている (Table 1)。これは、頭部照射、或は、副腎部以外の体照射の結果などと考え合わせ (Table 4)、全身的な抑制の表現として、理解することが出来る。

本実験の Blue Tetrazolium 反応と、螢光反応との比較において、コルチコステロン相当の測定値に、かなりの差異がみとめられ、Plasma を用いた螢光反応定量が、全血を用いた Blue Tetrazolium 反応よりも、低値を示しているのは、測定法の相違によるものか、或は、他の人為的操作に原因するものか、今後の検討に待ちたいと思う。しかし、いずれにしても、X線照射によって、短時間のうちに、顕著な副腎皮質機能の低下が認められ、しかも、これは、Eon-

Table 5.

Adrenocortical secretions of X-irradiated rats after ACTH injections.

Treatment	Time after irradi. (Hours)	No. of rats	Vol. of* blood ml/hr	Corticosterone**	
				Concentration $\mu\text{g/ml}$	Flow rate $\mu\text{g/kg/hr}$
Whole Body Irrad. (2000 r)	—	1	1.9	4.85 $\pm$ 2.25	29.3 $\pm$ 2.36
ACTH	2	4	1.8	6.45 $\pm$ 2.14	41.1 $\pm$ 9.5
Local Irrad. (2000 r)	—	1	1.7	5.16 $\pm$ 0.76	31.9 $\pm$ 4.0
ACTH	2	6	1.3	7.04 $\pm$ 1.24	39.6 $\pm$ 3.8
Control	—	1	2.0	8.73 $\pm$ 0.84	64.2 $\pm$ 11.3
ACTH	2	6	1.7	13.51 $\pm$ 1.38	114.8 $\pm$ 9.2

ACTH-Injection; 1 IU/100g Body Weight, i. v.

* mean

** mean $\pm$ standard deviation

specific stress による機能亢進が、完全に抑制されることから、明白な事実と認められる。一方、著者らの行った、Invitroの実験²³⁾においても、副腎組織中のコルチコイド産生能が、ACTH 投与においても、大量のX線照射によって減退することが得られている。ACTH に対する反応について、Grodsebskiiら²²⁾は、X線照射によって低下した副腎皮質機能が、ACTH 投与によって、正常の場合と同様、機能亢進を示したと云うこと、および照射副腎の、Progesterone との Incubation において、コルチコイド産生が得られることから、X線は、下垂体系への抑制をもたらす、副腎皮質の Enzyme system の Inactivationは認められないと結論している。本実験において、照射後2時間目に、ACTH を投与したが、血中レベルの上昇傾向が、僅かに認められるものの、亢進はおろか、正常レベルへの有意な回復すら得られなかった。これは、実験条件とくに ACTH の投与量、反応時間など、色々な問題があり、一致した結果を得ることが困難であるとも考えられる。いづれにせよ、著者らの行った実験では、外因性の ACTH による機能亢進は認められず、このことから、X線の副腎レベルでの抑制が推察された。

このX線の抑制機序について、これら一連の実験データのみから、結論することは、危惧に走るおそれがあるが、Lethal doseのX線作用

には、大別して、2つの系路があると云うことが想像出来る。即ち、所謂、全身的な Systemic action として、副腎以外の部位、恐らくは、神経上位中枢-間脳下垂体系への抑制作用を有すること、他の一つは、所謂、直達的な、Local action として、副腎それ自体のレベルにおいても、抑制作用を有すると云うことである。なお、著者らは、更に、下垂体の ACTH、血中の ACTH 濃度について、現在、検索を進めており、これらの結果によって、近い将来、放射線的作用機序が、更に、はっきりと、究明されることを期待している。

要 約

副腎皮質機能におよぼす、X線の影響について、ウイスター系雄ラットの副腎静脈血中の、コルチコイド濃度の変動をもって検討した。

1) X線照射 (Total 1000-2000 r) によって、極めて短時間のうちに、顕著な副腎皮質機能の低下をしめし、副腎静脈血中のコルチコイド濃度は、正常ラットの 1/2 以下に減少した。この現象は、全身照射、局部照射 (副腎部および頭部) いずれの場合にも認められた。しかも、副腎のみの局部照射において、同一個体の非照射側の副腎機能には、正常と殆んど、差異は認められなかった。

2) ストレスによる機能亢進は、X線の全身照射、および局部照射によって、明らかに、抑制された。

3) ACTH 投与は、全身および局部照射後の機能減退を、完全に修復せしめることは出来なかった。

以上のことから、本実験に関する限り、X線は、従来の報告に認められるような、単なるストレスではなく、むしろ、副腎皮質機能に顕著な抑制をもたらすことが明らかになった。さらに、これらX線の抑制的作用機序には、2つの系路が考察され、所謂、全身的な Systemic action として、神経上位中枢-間脳下垂体系への影響、もう一つは、直達的な Local action として、副

腎レベルにおいて、抑制作用を有すると云うことである。

文 献

- 1) Leblond, C. P. and Segal, G. (1943) Am. J. Roentgenol. **47**, 302
- 2) Nims, L. F. and Sutton, E. (1954) Am. J. Physiol. **177**, 51
- 3) Patt, H. M., Swift, M. N., Tyree, E. B and John, E. S. (1947) Am. J. Physiol. **150**, 480
- 4) Venters, K. D. and Painter, E. E. (1951) Fed. Proc. **10**, 141
- 5) Wexler, B. C. Penchary, R. and Thomas, S. F. (1952) Proc. Soc. Exper. Biol. & Med. **79**, 183
- 6) Hochman, A. & Bloch-Frankenthal, L. (1953) Brit. J. Radiol. **26**, 599
- 7) Bacq, Z. M. and Fiscer, P. (1957) Rad. Res. **7**, 365
- 8) Brayer, F. T., Glasser, S. R. and Duffy, B. J. Jr. (1954) Science **120**, 112
- 9) Zarrow, M. X. and Buldiner, J. T. (1952) Endocrinol. **50**, 555
- 10) Slusher, M. A. and Roberts, S. (1960) Endocrinol. **67**, 688
- 11) 三宅 (有)・糸賀 (鋭) (1963) 内分泌誌 **38**, 1086
- 12) Bush, I. E. (1953) J. Endocrinol. **9**, 95
- 13) Beigelman, P. M., Slusher, M. A., Slater, G. G. and Roberts, S. (1956) Proc. Soc. Exper. Biol. & Med. **93**, 608
- 14) Novacynsky, W., Goldner, M. and Genest, J. (1955) J. Lab. Clin. Med. **45**, 318
- 15) Zenker, N. and Bernstein, E. D. (1958) J. Bio. Chem. **231**, 695
- 16) Bush, I. E. (1952) Biochem. J. **50**, 370
- 17) Mandle, A. M. and Zuckerman, S. (1956) J. Endocrinol. **13**, 243
- 18) Knigge, K. M., Penrod, C. and Schindler, W. J. (1959) Am. J. Physiol. **196**, 579
- 19) Bawers, J. Z., Nelson, D. H., Bay, R. and Samuels, L. T. (1952) J. Clin. Endocrinol. & Metab. **12**, 921
- 20) French, A. B., Migeon, C. J., Samuels, L. T. and Duffy, J. Z. (1955) Am. J. Physiol. **182**, 469
- 21) Ungar, F., Rosenfelt, G., Dorfman, R. I. and Pincus (1955) Endocrinol. **56**, 30
- 22) Grodsebskii, D. E., and Ivanako, T. I. (1962) Excerpta Medica. Intern. Congr. No. 51 (Milan, Italy)
- 23) 松葉 (三)・矢後 (長)・小林 (森)・森崎 (益) (1962) 日本生理誌 **24**, (6) 第39回日本生理学会総会講演要旨

口唇部(ネコ)における **mechanoreceptor** の応答について 612.014.31:612.31

Responses of the mechanoreceptors in the oral lip to mechanical stimuli from the mental nerve of the cat

池 上 英 雄 (IKEGAMI-Hideo)*

The oral lip, one of the mucocutaneous regions, is recognized as the most sensitive region to the external stimuli. In the present study, the physiological properties of the mechanoreceptors in the lip of the cat had been studied by recording sensory nerve impulses from the dissected single unit of the mental nerve or the mental nerve with various mechanical stimuli to the lip.

Following results were obtained.

1) According to the duration of the sensory discharge under the pressure stimulation, the discharge types of the mechanoreceptors in the lip (hairy skin, mucocutaneous skin, mucous membrane) were classified as slow-adapting unit, intermediate type and fast-adapting unit.

2) Frequencies of discharges during the first second in slow-adapting unit and intermediate type showed linear relationship to the logarithm of the magnitude of the pressure stimulation on the range between 2 and 10 g.

3) The receptive field of the single unit varied considerably from preparation to preparation. The shorter the adaptation time, the larger the receptive field (slow-adapting unit, $5 \times 5 \sim 18 \times 13 \text{ mm}^2$: intermediate type, $2 \times 7 \sim 12 \times 8 \text{ mm}^2$: fast-adapting unit, $2 \times 2 \sim 3 \times 3 \text{ mm}^2$), and the sensitive points were found in the fields.

4) Fast-adapting unit had lower threshold than slow-adapting unit in the various parts of the lip. At the points of the lip the order of the thresholds of fast- and slow-adapting unit had always been : inner part < outer part on the mucocutaneous skin < hairy skin of the outer lip.

5) The excitability during subthreshold stimulus had been tested with short mechanical stimulus. In three units the excitabilities returned to normal in conditions of different time courses.

6) Recovery states of three units were different and only in fast-adapting unit was similar to recovery state of the single nerve fiber.

7) Response times of three units showed the tendency of shortening as the adaptation time of the unit was small.

8) Fast-adapting unit with lower threshold had a higher maximal frequency than slow-adapting unit with the higher threshold. Moreover, the units in the mucocutaneous skin were more sensitive to higher limit of vibratory stimulus than one in hairy skin.

9) The properties of fast- and slow-adapting unit in the cat at the period of deciduous tooth were the same as in adult cat.

10) Mechanoreceptors in the lip were also discharged by indirect vibratory stimulus with heavy strength to the mandibular body.

11) These results suggested that the lip has a special properties of function as well as histological viewpoints.

* 東京歯科大学生理学教室 (伊藤秀三郎教授)

Dept. of Physiol., Tokyo Dental College

* 衆議院歯科附属生理学研究所 (大久保信一博士)

Laboratory of Physiol., Dental Clinic, House of Representatives

[昭和38年7月1日受付]

Ⅰ. 緒 言

従来, mucocutaneous region に所属する lip, oral cavity, prepuce, clitoris, glans, penis, vulva, perianal region および conjunctiva は一般上皮

と比較し構造及び機能的な面において特殊性を持つと考えられている¹⁾。

Mucocutaneous region における各部の構造、とくに神経終末については多くの実験者により検討され多くの業績をみるが¹⁾²⁾³⁾、機能面での検索は極めて少ない。

そこで、著者は mucocutaneous region 中より、特に口唇を選び、当部における mechanoreceptor の興奮性について、電気生理学的に検討しようと試みた。

口唇部は消化器官の粘膜上皮が有毛性外皮に移行する部であり、有毛性外皮、移行部(外帯、内帯)および粘膜部の3部よりなり、組織的には上記した mucocutaneous region の各器官と類似し、かつ共通した特殊神経終末(mucocutaneous end-organ, genital corpuscle, Krause's end-bulb, monobular Meissner's corpuscle¹⁾、陰部神経末²⁾)も見出され、感覚の特に鋭敏な部であるといわれている。更に当部における知覚神経についてその概要を述べると、その発達は乳頭の発達と比例的関係をもち、乳頭発達最良の移行部内帯より順次外帯および粘膜部の順であるといわれている。口唇各部における神経終末の特徴は、外皮部においては知覚線維は大部分毛髪に関係して、その特殊終末帯に終り、残りの一小部分だけが真皮乳頭内に進むといわれている。従って主な終末は毛髪と関係し叢状終末、鋸歯状ないし柵状終末及び特殊型に区分される。移行部外帯では乳頭は外皮部から内帯部方に向って徐々にその大きさを増し、且つ概ね規則正しく配列し、内帯部近くになると乳頭の大きさは上皮と共に急に増大し、その配列も不規則になる。この乳頭内に知覚終末の形成をみ、微細線維、中等大線維をもつ分岐性終末、細い線維或いは中等大線維の非被膜性糸毬小体と前二者の混合型であらわされる。内帯においては乳頭の発達は良好で終末様式は複雑となり多くは太い神経線維をもった糸毬終末からなる。粘膜部においては乳頭は狭小となり知覚線維も小量となり、主として単純性糸毬小体、次いで分岐性終末と前者との混合型がみられ、固

有層には陰部神経小体がみられる²⁾。

以上の如く口唇各部における知覚終末は形態的に特徴を有するわけであるが、更に機能面においてもその特殊性が認められるものであるか否かを検討することが本実験の目的であった。

そこで、著者はネコの下顎口唇(ヒトの口唇で観察された特殊終末, mucocutaneous end-organ, を所有する)を対象とし、各部における mechanoreceptor の応答を、オトガイ神経を分離して single unit の状態で記録し、各 receptor の特殊性を検討し、続いて口唇各部の部位的差異をも比較考察した。

本実験は mechanoreceptor の生理学的諸性状を明らかにすると共に、組織的に特殊な部位と見做される mucocutaneous region における知覚について、その被刺激性を明らかにするという两点において意味をもつものとする。

Ⅱ. 実験方法

実験動物には体重 2-4 kg のオヤネコと、年齢的差違の検討を行う目的から体重 600-700 g のコネコの下唇を使用した。麻醉法、動物固定法、下歯槽神経の露出法、機械的刺激の負荷方法および応答の誘導法は略々鈴木⁴⁾の記述した方法と同様である。以下その大要を述べる。麻醉にはチクロパン・ナトリウム 0.5 g を蒸留水 5 cc に溶解させ、当液 2-5 cc を臀筋中に注射した。実験は出来るだけ浅麻醉の状態において行い、支障を生じた時には追加麻醉を行った。

扱て以上の麻醉量および麻醉法は数時間の実験を維持し続けるのみに対し十分なる麻醉効果があった。麻醉後、ネコを固定台に背位に固定し、先ず気管切開を行い、カニューレを挿入した。気管切開によるカニューレの挿入は必ずしも必要ではないが、口腔内に貯溜する粘液ないし唾液の吸引による窒息を防止することが出来、かつ気管内に分泌される粘液をも除去出来るという点に便利さがあった。

顎の固定は第1図Bに示した。固定輪を上顎にかませ、かつ手術反対側下顎骨は紐にて固定輪に固定し、下顎骨の運動を完全に停止せし

めた。続いて顎下部皮膚を正中線にそって切開し、実験側皮膚を剥離して下顎下縁を正中部より下顎角まで露出した。口唇部は出来るだけ下顎骨体部より剥離する事を少くし、下歯槽神経及びオトガイ神経を摘出するに充分である面積のみにとどめた。下顎骨内における下歯槽神経の走行は第1図Aに示した。下歯槽神経は臼歯部において細枝を当部に分岐した後、2つのオトガイ孔より大小2本のオトガイ神経を口唇及び下顎口腔前庭部粘膜および歯肉に送り、他はBの矢印でしめす部にて前歯歯根膜、歯髓、唇側歯肉に分布する神経枝となる。下歯槽神経中よりオトガイ神経を分離することは走行状態が単純であるために比較的容易ではあるが分離の際、動脈を損傷させ出血することのないよう注意した。露出した下歯槽神経は最後臼歯部にて切断し、臼歯部における細枝を除去しつつオトガイ孔部まで分離し、ここでオトガイ神経以外の神経枝を神経幹より除去すると、露出した神経幹はすべて下顎口唇および前庭部粘膜等を支配するオトガイ神経のみとなるわけである。

骨の除去は尖端の巾経5mm程の骨ノミを用い、神経枝の分離および single unit の選出には尖端の鋭いピンセットを使用した。

第1図Bはオトガイ神経の走行状態をしめしたもので、実験時においては口唇を正中線部において切断することなく、かつ出来るだけ骨体部より剥離しない状態にてオトガイ神経を摘出した。実験室の温度は30-32°Cの状態が保持出来るように保温調節した。

口唇部 mechanoreceptor に対する圧力の負荷は lever を用い、lever の尖端にこれと直角に尖端直径0.3mmの刺激棒を接続させ、lever の中央部に既知量の錘を与えることによって任意時間一定圧力を負荷させた。

力学的には既知量の1/2が刺激棒により目的部に与えられるはずであるが、実験結果の記録は lever 中央部に負荷した質量をもってしめた。圧力の負荷経過時間は lever の動きによって直流回路を断続させ、そのフレの期間をもってしめた。

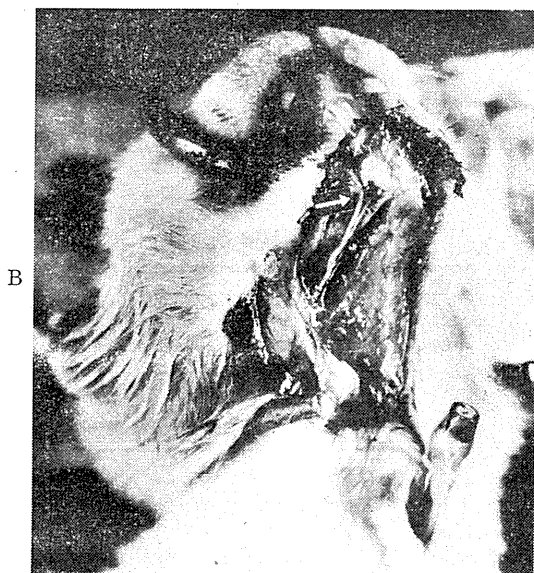
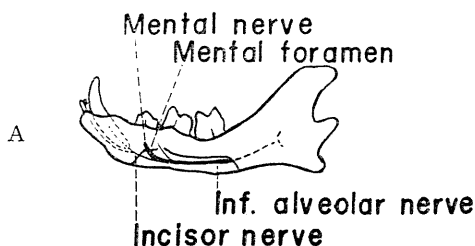


Fig. 1.

Upper : Schematic figure illustrating the inferior alveolar nerve in the lower jaw of cat. Lower : Operation field. Arrow mark points the mental nerve.

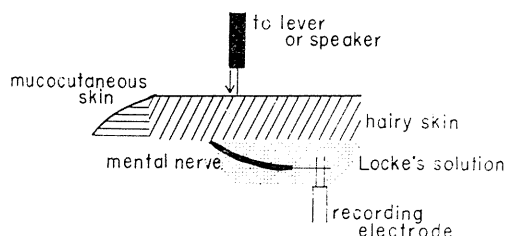


Fig. 2.

Stimulating bar and recording electrode arrangements.

Short duration の mechanical stimulus は日本光電製・電子管刺激装置 (ELECTRONIC STIMULATOR MSE-2) より 0.2 msec の duration をもった各種強度の pulse を電力増巾

して dynamic speaker (再生周波数帯域 30-15000 cps) に与え、これによって生じる cone の運動は、その中央部に接続された刺激棒により衝撃として与えられるようになっている。Short duration による mechanical stimulation を文中 touch stimulation とよぶことにした。Vibratory stimulus は同様各種頻度の繰返し pulse を dynamic speaker に負荷することにより、また mechanical conditioning stimulus および test stimulus は電子管刺激装置 2 台を使用し、各種

強度および各種 interval の 2 ケの pulse を speaker に負荷することにより容易に衝撃を与えることが出来た。

口唇各部における mechanoreceptor の mechanical stimulus にたいする応答は第 2 図に示す方法により、オトガイ神経を分離し総べて single unit の状態で記録した。

Single unit の分離は recording electrode Ag-AgCl 電極上に露出した神経束をのせ、口唇部に mechanical stimulus を与え oscilloscope を眺

めながら single unit まです分離するという方法をとった。分離された single unit の応答は増巾器を介し日本光電製 oscilloscope (DUAL BEAM OSCILLOSCOPE VC-5) に誘導した。記録は主として continuous recording を行い、かつ必要に応じて single sweep による記録も行った。

露出したオトガイ神経は点にて示した Locke's solution の pool 中に浸潤させた。実験中、時折、電極上の nerve fibre も浸潤させることにより乾燥等による損傷を防止することが出来た。

Ⅲ. 実験結果

A. 口唇各部における mechanoreceptor の分類

Receptor の興奮にかんする電気生理学的検討は receptor より直接その変化を誘導し検討することが望ましいのであるが、口唇中より単一の receptor

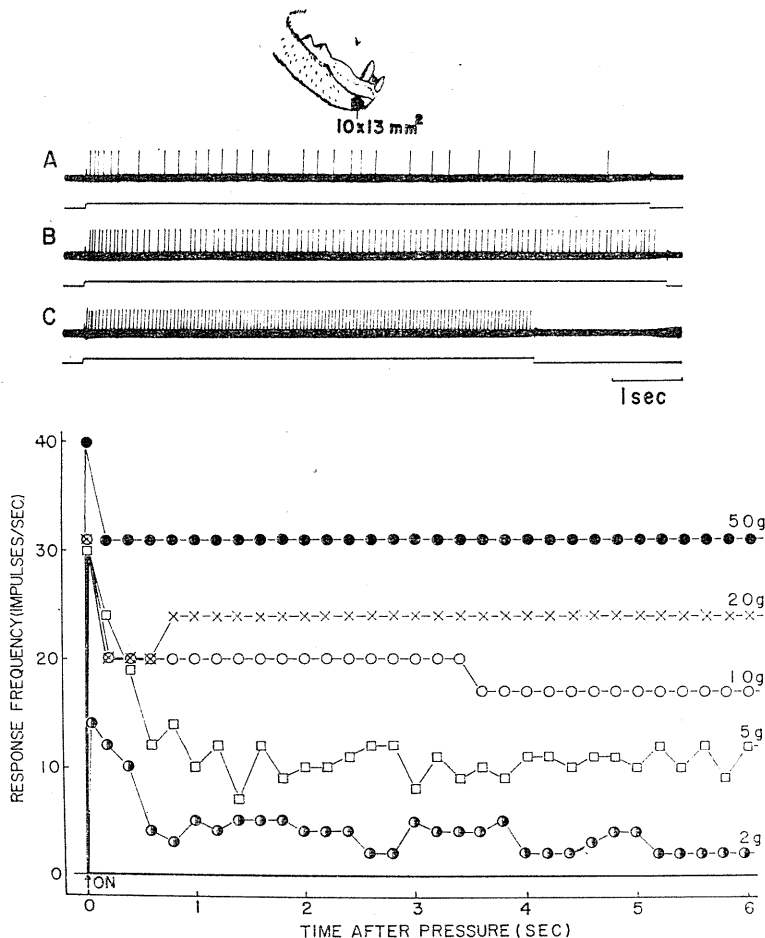


Fig. 3.

Upper records : Responses of a slow-adapting unit to pressure of various strength applied to hairy skin. Starting from minimal pressure, the receptor is abruptly pressed by A-2 g, B-5 g, C-10 g. Up and downward deflections of lower beam, show respectively make and break of pressure.

Upper schema : The receptive field is marked cross-hatched line. Lower graph : Time-course of upper recording unit by pressure stimulation.

を剔出することは技術的に困難である。既に実験法において述べたごとく、著者は口唇における mechanoreceptor の応答を、これに接続する神経線維より誘導し、その状態から mechanoreceptor の生理学的特性を検討しようと試みたわけである。

Ness⁵⁾ はウサギの下顎口唇部の mechanoreceptor の応答をオトガイ神経より誘導しそれを指標にして receptive field 及び sensitive point を決定した。しかしながら、mechanoreceptor の mechanical stimulus に対する応答は記録していない。

上山⁶⁾ はネコのオトガイ神経の分布領域を決定

し、当神経は正中線より口角部までの有毛性外皮と口腔前庭粘膜部に分布し、正中線においては2本のオトガイ神経により重複した分布をしめすと述べている。更に歯肉に分布するオトガイ神経より single unit を分離し、pressure stimulation による応答から当部における mechanoreceptor を slow-adapting unit 及び fast-adapting unit に区分した。しかしながら、口唇部については何等検討を与えなかった。

そこで著者は口唇における有毛性外皮、移行部および粘膜部に pressure stimulation を与え、その応答を single unit の状態にて記録し、adaptation time の長短より slow-adapting unit, intermediate type および fast-adapting unit に区分した。以下記録した各 unit の代表例について述べ、その特殊性にふれたいと考える。

第3図は有毛性外皮部より与えられた slow-adapting unit の pressure stimulation にたいす

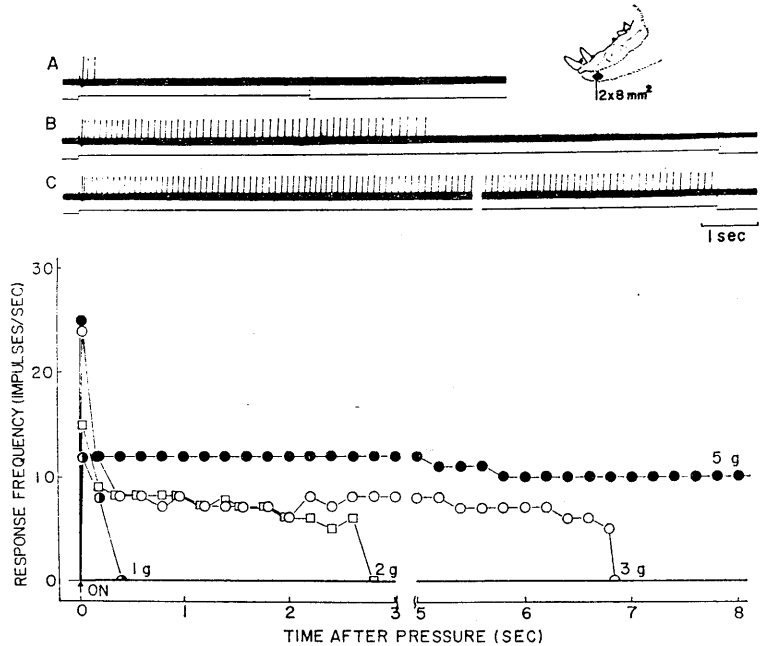


Fig. 4.

Upper records: Responses of intermediate type to pressure of various strength applied to hairy skin. Starting from minimal pressure, the receptor is abruptly pressed by A-1 g, B-3 g, C-5 g. The record C had been broken for 6 sec. on the way.

Lower graph: Time-course of the upper recording by pressure stimulation.

る応答をしめしたものである。

Aは閾値 2 g による応答であり、pressure の負荷は下部実線の上方へのフレの期間をもってしめた。当 unit のしめす1つの特徴は spike が閾刺激により pressure の負荷中発現しつづけ adaptation time の極めて長いことであった。5 g (B) および 10 g (C) と pressure の負荷を大にすると response time の短縮と同時に response frequency の増大が観察された。

下図は上記実験結果より縦軸に response frequency, 横軸に pressure 負荷後の時間を取り両者間の関係を plot したものである。

Response frequency は spike interval の逆数値でしめた。各曲線は response frequency の変化から、与えられた pressure stimulation にたいする adaptation の時間的経過を明示するものである。

Response frequency は pressure 負荷直後最

も大であるが、やがて負荷の大小によって決定される一定値の frequency となり、その状態を pressure 負荷中持続させた。しかしながら 2g, 5g の曲線がしめすごとく閾値およびその近傍における pressure stimulation によっては各時点における frequency は不安定な状態であり、10-50 g になってはじめて一定した frequency をしめた。最上部における下顎口唇部シェーマ中に当 unit の receptive field, $10 \times 13 \text{ mm}^2$ を記載した。

上記結果を総合すると当 unit は $10 \times 13 \text{ mm}^2$ の可及的広い receptive field をもち、adaptation の極めて少ない unit であるということが出来た。

第4図は前者と同様、有毛性外皮よりえられた intermediate type による記録で、上図は receptive field と unit の応答をしめしている。A は閾値 (1g) による spike の応答状態であるが、slow-adapting unit の閾値における状態と異なり3ケの spike が発現したのみで、以下 adaptation により観察されなかった。しかしながら 3g (B), 5g (C) に pressure の負荷を増加すると、spike 数も増し、遂には負荷経過中除去時まで応答する状態となった (C)。下図は第3図と同様に response frequency と pressure 負

荷中における時間との関係をしめたものである。当 unit は前者に比し adaptation time が少であるが、pressure の大きさを増加させると、adaptation time が延長し slow-adapting unit と類似した現象をしめし、かつ receptive field は前者より狭く $12 \times 8 \text{ mm}^2$ であった。

Ness は当 unit と同様な応答をしめす periodontalmembrane 中の unit を slow-adapting unit として記載しているが、著者はその生理学的諸性状より slow- 及び fast-adapting unit の中間的な性質をもつものとして区分した方が適当であると考ええる。

第5図左図は第3図より、右図は第4図の実験結果に基き、縦軸は pressure 負荷後1秒間における impulse 数を、横軸は pressure stimulation を log. scale で目盛ったものである。

左図即ち slow-adapting unit における stimulus と impulse との関係では 1-10 g の範囲内においてよく直線的関係をしめすが、10 g を越えると直線の勾配は変化した。一方右図、intermediate type における両者との直線的関係は 3-5 g 間で観察され、3 g 以下および 5 g 以上になると直線的関係は認められず、かえって 10 g を頂点として下降する状態となった。

Intermediate type における直線部の勾配が大であることおよび直線的関係をしめす範囲が小であることが前者に比し相違した。当結果が直ちに slow-adapting unit および intermediate type 間の相違であると云うことは一概に出来ないが、数例の実験結果からも同様な傾向を観察することが出来たことから intermediate type は slow-adapting unit より直線的関係の成立する範囲内においては pressure に応答しやすいことを物語るものと考え

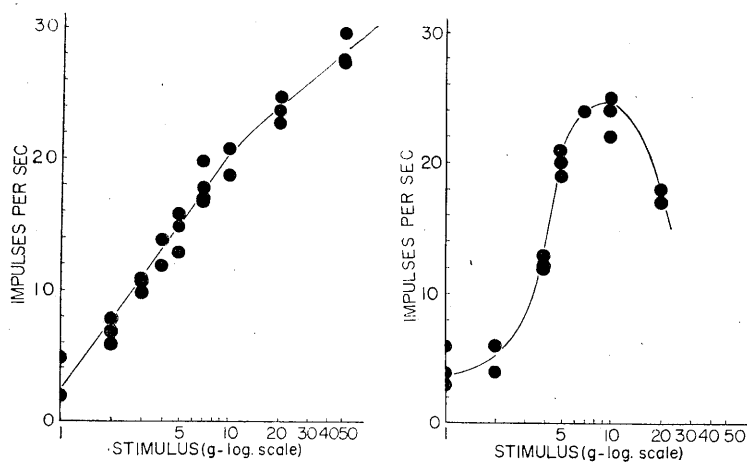


Fig. 5.

Relation between frequency of impulses per first second and log. of the pressure stimulation for slow-adapting unit (left) and intermediate type (right).

る。坂田其の他⁷⁾は歯肉において medium spike は small spike より pressure stimulation に応答しやすいと述べている。Medium spike は著者の intermediate type, small spike は slow-adapting unit に該当し著者の与えた考察と一致した結果であると云える。

第6図は移行部よりえられた slow-adapting unit (上図) と intermediate type (下図) の pressure stimulation にたいする応答と receptive field をしめすものである。両 unit の pressure stimulation にたいする応答状態は有毛性外皮における両 unit (第3, 第4図) と全く同様な特性をもつものであった。

第7図は移行部 1) 及び有毛性外皮部 2) においてえられた fast-adapting unit の応答と receptive field をしめしたものである。

1. A (4 g), 2. A (1 g) は共に閾値における応答状態で, spike は pressure の負荷および除去時のみ観察され, 負荷中は adaptation によって全くみとめられなかった。Pressure stimulation を増大させた 1. B (10 g), および 2. B (10 g) においても spike 数はさほど増加せず 2-3 ケ発現したのみであった。又 on-

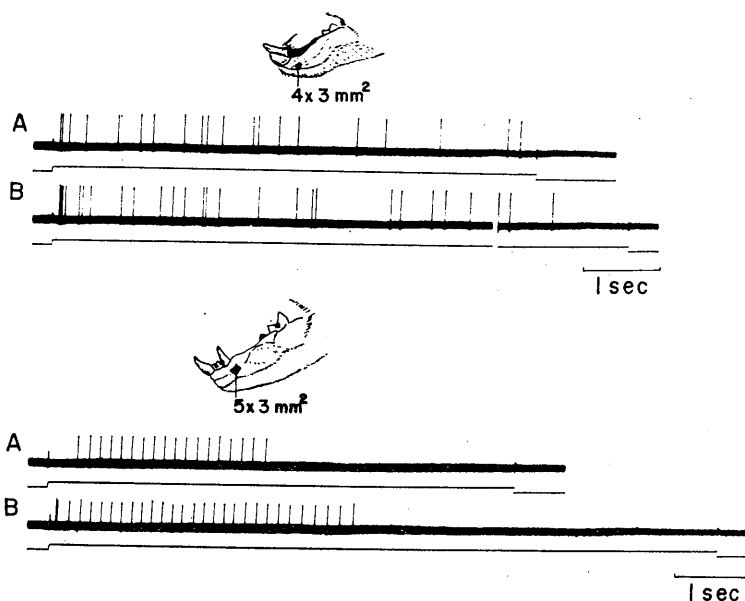


Fig. 6.

Responses of slow adapting unit and intermediate type to pressure stimulation. The receptive fields of mucocutaneous skin are marked cross-hatched line. Upper record : A-1 g, B-2 g. Lower record : A-2 g, B-5 g.

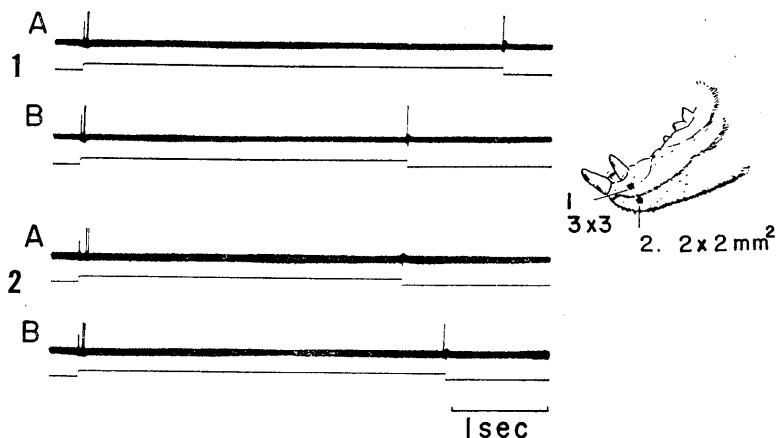


Fig. 7.

Left : Responses of fast-adapting units to pressure of various strength applied to mucocutaneous and hairy skin.

1. Upper : mucocutaneous skin A-4g, B-10g. 2. Lower : hairy skin A-1 g, B-10 g.

Right : The receptive fields of the left upper (1) and lower recording (2) are marked by cross-hatched line. Adaptation of this unit is the greatest of the units caused by pressure stimulation, and so occur one and two impulses at the onset and release of the pressure.

response は off-response より spike 数が多く前者は後者より刺激効果が大であることが考えら

れた。

3 unit 中 fast-adapting unit においてのみよく off-response の発現をみるのであるがその理由は現在の所明らかにすることが出来なかった。両 unit の receptive field は右図シェーマにしめすごとく点状ないし $2 \times 2-3 \times 3 \text{ mm}^2$ の極めて狭い field であったことも当 unit の特徴であった。

第1表はslow-adapting unit, intermediate type および fast-adapting unit の生理的特性をしめした表である。本表を観察すると, unit の adaptation time が小になるにつれ receptive field は小となり, かつ spike height が大になる傾向をもつということが云える。部位の点にかんしては有毛性外皮, 移行部および粘膜部の各部位において, 上記した 3 unit が観察され, 特に独特な応答をしめす unit をもった部位は見出されなかった。

第4図において既に一部ふれたが, mechanoreceptor の adaptation time による分類は実験者により必ずしも同一ではない。著者のしめす slow-adapting unit 中に intermediate type⁵⁾, および spontaneously discharging unit⁸⁾ を包含させ, また fast-adapting unit に intermediate type⁷⁾ を入れる実験者もいる。勿論分類の問題は mechanoreceptor の生理的特性に何等影響なく, 人為的なものであるから任意であって差し支えないわけである。しかしながら, intermediate type は adaptation time, latency, spike height, conduction velocity および receptive field 等にかんし slow- および fast-adapting unit の中間的価をしめす理由から intermediate type として記載することが, よく生理的特性をもしめし好都合な分類であると考ええる。

又 spontaneously discharging unit は pressure ないし vibratory stimulus⁴⁾ に独特な応答をしめ

すをもって slow-adapting unit と同一種類の unit に分類することは適当でないと考える。

著者は slow-adapting unit, intermediate type および fast-adapting unit の 3 unit についてのみ述べたが, 当部にはさらに spontaneously discharging unit の存在が観察された。

当 unit は既に記したごとく上記 3 unit と相違した応答をしめし⁴⁾, 既に当部においては坂田(未発表)により検討されておるので当 unit は実験の対象から除外した。

又有毛性外皮において記載した unit が hair follicle と無関係なものであるかを決定することは極めて困難であるが, 著者は先づ sensitive point を選び, 次いで当部の毛髪を刺激し, それによっては spike は発現せず, 外皮を直接刺激した時のみ応答する unit のみを選び実験を行った。

なお, 当部における sensory hair および guard hair に関しては既にしめした 3 unit と spontaneously discharging unit があり, 刺激方向の相違により興味深い応答をしめすが既に坂田(未発表)により観察されておるので特にその検索も行わなかった。

B. Receptive field 内における threshold について

Slow-adapting unit, intermediate type および fast-adapting unit がそれぞれ特有の広さの receptive field をもつことについては既に A において述べた。これら receptive field 内における receptor の被刺激性は部位によって著るしく異なり, 閾値の最も小である点 (sensitive point) を有する特徴が見出された。

Fast-adapting unit のごとく点状ないし $2 \times 2-3 \times 3 \text{ mm}^2$ という極めて狭い field をもった unit においては field 内における閾値の相違はさほど顕著ではなかったが, slow-adapting unit お

Table 1. Properties of three units in the lower lip of cat.

Unit	No. of unit	Type of discharge	Receptive field	Ratio of spike height
slow-adapting unit	12	tonic	$5 \times 5-18 \times 13 \text{ mm}^2$	1
intermediate type	10	phasic-tonic	$2 \times 7-12 \times 8 \text{ mm}^2$	2-3
fast-adapting unit	10	phasic	$2 \times 2-3 \times 3 \text{ mm}^2$	2-8

よび intermediate type のごとき広い receptive field をもつ unit においては field 内における閾値の相違は著るしく、従って応答の様相を異にする場合が多かった。

第8図は slow-adapting unit の $18 \times 13 \text{ mm}^2$ の receptive field 内において sensitive point (1), これより 5 mm 離れた部位 (2) および receptive field の境界部 (3) の3点における閾値と、その応答の状態を記録検討したものである。

1. Aにおける閾値は 0.5 g で spike は pressure の負荷全経過中発現しよく slow-adapting unit の特性をしめした。

1 g (1. B), 5 g (1. C) と pressure の強さを増加させると response frequency も増加してゆく状態が観察される。2. A における閾値は 5 g (2. A) で、1. A の10倍大の強さであるにもかかわらず、spike は pressure の負荷時ならびに除去後に after-discharge の状態で発現し、10 g (2. B) と更に増加させると、上記した spike の

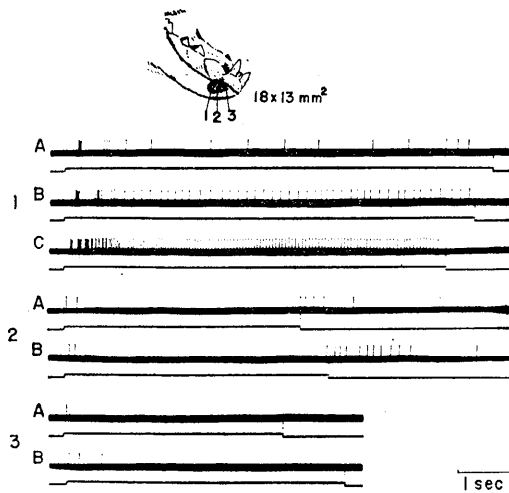


Fig. 8.

Difference of stimulating effect at the three points in the receptive field of slow-adapting unit on the hairy skin.

1. : the most sensitive point. A-0.5 g, B-1 g, C-5 g.
 2. : 5 mm distant from 1. A-5 g, B-10 g.
 3. : at boundary of receptive field. A-1 g, B-5 g.
- 1, 2, and 3 are tested at numbered points of upper schema.

発現数は増加した。Pressure 負荷時に観察される spike の発現様式は intermediate type あるいは fast-adapting unit と類似するということ出来るが、after-discharge の発現は当 unit が slow-adapting unit の特性をもつということ物語っている。

Slow-adapting unit が何故に after-discharge

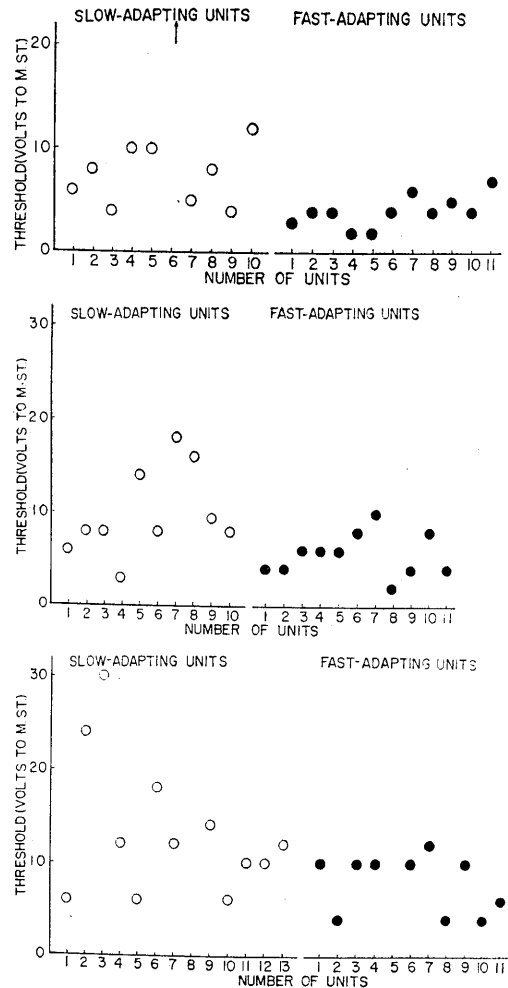


Fig. 9.

Graphs of the thresholds for the single units, slow- and fast-adapting units in the various areas on the lip.

Upper: Mucocutaneous skin, Middle: mucocutaneous skin-hairy skin junction, Lower: Hairy skin. Ordinate: Touch stimulus strength of short pulse voltage to the mechanical stimulator. Abscissa: Number of units.

をしめし易いか検討すべき問題をもつが, slow-adapting unit は touch, pressure および vibratory stimulus 後 after-discharge をしめし易い⁹⁾.

3 A (1 g) は閾値刺激による応答であるが, spike は低い頻度をしめし 3 B (5 g) においてもその増加はあまり認められなかった. 本実験は receptive field 内各点において, 閾値ならびに応答の相違が顕著であることをしめすもので, 各 unit の閾値及び応答の様相を比較する際留意すべき点であると考ええる. 著者によりえられた記録は, すべて以上の点を考察し sensitive point に刺激が与えられたものである.

第9図は移行部, 外帯および有毛性外皮における slow-adapting unit と fast-adapting unit の閾値 (touch stimulation) を sensitive point に注意して測定し, 比較したものである.

縦軸は mechanical stimulator に与えた electrical stimulation の電圧 (duration 0.2 msec) で閾値をあらわし, 横軸は実験した unit number である. 白丸は slow-adapting unit, 黒丸 fast-adapting unit で, 各部における両 unit についていえることは fast-adapting unit の閾値が slow-adapting unit のものより小であることであった. その状態は移行部において最も著しく, 外帯および有毛性外皮になると次第に両 unit 間の閾値の差が小になる傾向をもち, 有毛性外皮においては殆んどその差をしめさないということが云えた. 又部位的に閾値を比較すると移行部, 外帯および有毛性外皮の順に大となった.

C. Summation curve について

Mechanoreceptor が adaptation time に長短をもち, かつそれが receptive field および spike height の大小に関係するということは既に A において述べた. 上記実験結果から考察すると, 各 unit の生理的機能と形態とが相関関係をもつと考えられる. 形態的に相違したこれらの receptor が外部より与えられた pressure stimulation にたいし各々異った応答をしめすということは各 receptor における興奮の発現経過に相違があるのではなからうかとの推察を与えることが出来る.

Receptor に発現する電気現象は, adaptation の大である Pacinian corpuscle において receptor potential¹⁰⁾¹¹⁾¹²⁾として, 又 adaptation の小さい muscle spindle において spindle potential¹³⁾として記載されている. 両者における potential を比較すると potential の立上りの勾配, および経過時間に相違をもち, 更に上記結果は甲殻類の fast-receptor cell 及び slow receptor cell において比較され, adaptation の大小をもつ receptor における電位変動の相違が直接的に証明された¹⁴⁾. Pacinian corpuscle, muscle spindle および両 receptor cell において認められたと同様な電位変動が, 口唇における mechanoreceptor においても発現し, かつ slow-adapting unit, intermediate type および fast-adapting unit が特有の電位変動をしめすものであるか否か, その検討は現在の所全く与えられていない. 動物および器官を異にするとはいえ口唇部における mechanoreceptor の興奮発現の mechanism が Pacinian corpuscle, muscle spindle 等と本質的に相違することは考えられない. 従って slow-adapting unit, intermediate type および fast-adapting unit の応答の相違も又 receptor potential の特性から説明が与えられるように考えられる. 従って間接的ではあるが各 receptor に発現する非伝導性の興奮の発現経過を比較観察しようと試みたわけである. 即ち subthreshold の mechanical conditioning stimulus を与え, 続いて各 interval によって与える mechanical test stimulus の閾値の変化を追跡し, それによってえられた閾下降の状態は subthreshold の mechanical conditioning stimulus によって生じた receptor の電位の影響によるものと考えられる.

閾値刺激の test stimulus によって発現される propagated impulse は nerve fibre を all or none law に従い伝導するをもって本実験の趣旨に与える影響は大きなものではないと考える.

第10図右の記録 A-F は上記方法にて, slow-adapting unit からえた記録である. S_1 は刺激強度一定の subthreshold の conditioning stimulus,

S_2 は test stimulus で, 各 interval における閾値強度で与えられている. 閾値は A-F における S_2 の artefact によっても明らかな如く, interval の短縮と共に次第に減少してゆく状態が観察される. ここに使用した S_1, S_2 は duration 0.2 msec の touch stimulation である. 当結果

は左側上図に plot した. 縦軸は閾下降度を百分比 (%) で, 横軸は両 stimulus の interval を msec でしめしている. 中の図は intermediate type, 下図は fast-adapting unit の結果である. 上記結果を観察すると slow-adapting unit は interval 30 msec より閾下降を開始するに反し,

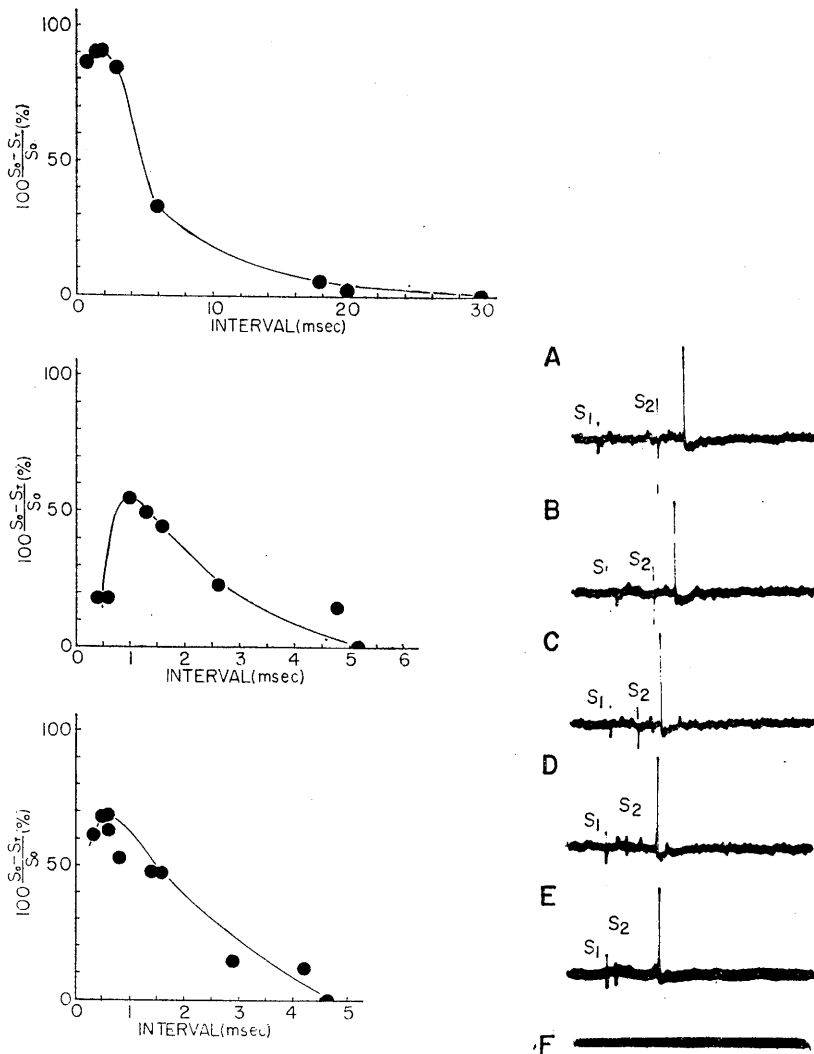


Fig. 10.

Changes of threshold after a subthreshold stimulus.

Ordinate: $100 \frac{S_0 - S_t}{S_0} \%$, where S_0 = threshold to test stimulus alone and S_t = threshold to test mechanical stimulus at time t . Abscissa: Stimulus interval.

Mechanical conditioning stimulus, 76% (upper), 40% (middle), and 74% (lower) of threshold.

Upper: Slow-adapting unit, Middle: Intermediate type, Lower: Fast-adapting unit.

Right record shows the decrease of test stimulus strength by shortening the interval between mechanical conditioning and test stimulus (upper graph). Time mark 1000 cps.

intermediate type および fast-adapting unit は 5-4 msec で、前者は後者に比し閾下降をしめす interval が著るしく大であることがいえる。又最大の閾下降度をしめす interval も 3 unit において相達し、adaptation が大になるにつれて interval が短くなる傾向をもった。以上の結果から、間接的ではあるが 3 unit に発現する興奮の時間経過に相違をもつことが考えられた。更に著者は 3 unit に subthreshold の pressure を与え、それによってえられる閾下降度をも検討したいと考えている。

D. Recovery state について

C において記述した如く、各 unit が mechanical stimulation によって、それぞれ時間経過を異にした receptor potential を発現さすものであると仮定すると、本実験の誘導法によって観察される spike の recovery state は、当然各 unit 間に相達した状態をしめすものと考えられる。

第11図は閾値の mechanical conditioning stimulus を与え、続いて各 interval において test

stimulus を負荷させ、spike の発現する状態によって recovery state を観察したものである。

左 A-F は slow-adapting unit, 中 A-F は intermediate type, 及び右 A-F は fast-adapting unit のものである。

Slow-adapting unit および intermediate type は共に test stimulus にたいし同様な傾向の応答をしめし、両刺激の interval が短縮するにつれ、test stimulus の閾値が勿論増大したが、spike の response time の著るしい延長がみられ(左, D; 中 C, D), 更に interval を短縮させることによって spike は一抛に消失するという経過を示した。右 A-F の fast-adapting unit においては前二者と異なり、両刺激の interval の短縮と共に、spike height が次第に減少し、やがて消失する傾向をとった。又 spike を発現せしめない最大の interval は slow-adapting unit, intermediate type および fast-adapting unit の順に小であった。

Fast-adapting unit において観察された recovery

state は従来 nerve fibre にて得られた結果と全く類似したものであるといえる。しかしながら、slow-adapting unit 及び intermediate type においては spike height の減少をしめさず response time の延長のみ生じ、後 spike が消失するという現象は nerve fibre でも receptor でも報告されない所で、その発現は実に興味深い事である。

初て此事は各 receptor における receptor potential の時間経過が相違し、かつこれに接続する nerve fibre の生理的特性も異なるので¹⁵⁾、両者間の伝導時間における相違の結果発

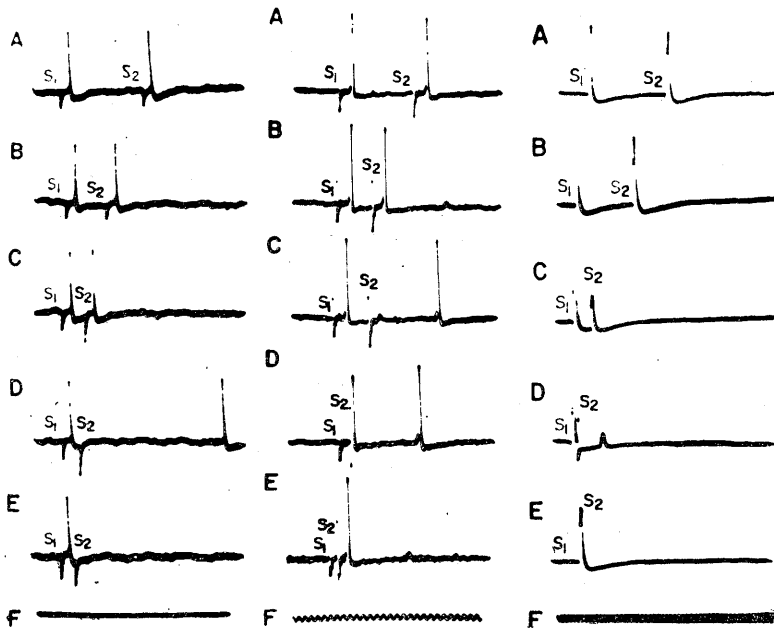


Fig. 11.

Change of spike height with decreasing the stimulus interval.

Left column : Slow-adapting unit. Middle column : Intermediate type, Right column : Fast-adapting unit. F. time mark 1000 cps.

現する現象であると考えられるが、更にその点にかんしては考察の項において述べる。鈴木⁴⁾はネコの periodontal membrane 中の slow-adapting unit および fast-adapting unit において両者の相違を示唆しているが、periodontal membrane 中の各 unit 間においても著者のえたと同様な差異が存するものと考察される。

E. Touch および pressure stimulation による latency について

前項において、各 unit は receptor と nerve fibre 間に propagated spike を発現させる時間経過に相違があるのではなかろうかとの考察を試みた。各 unit における receptor および nerve fibre 間の時間経過の比較は各 unit における閾値および極大刺激による response time (conduction time) の差を比較することにより行いうる。

第12図は各 unit に閾値以上の各種強度をもった touch stimulus を与え、response time を観察したものであり、左図上より slow-adapting unit, intermediate type および fast-adapting unit の結果である。縦軸は mechanical stimulator に与えた electrical stimulator の電圧をもって刺激強度をしめし、横軸は response

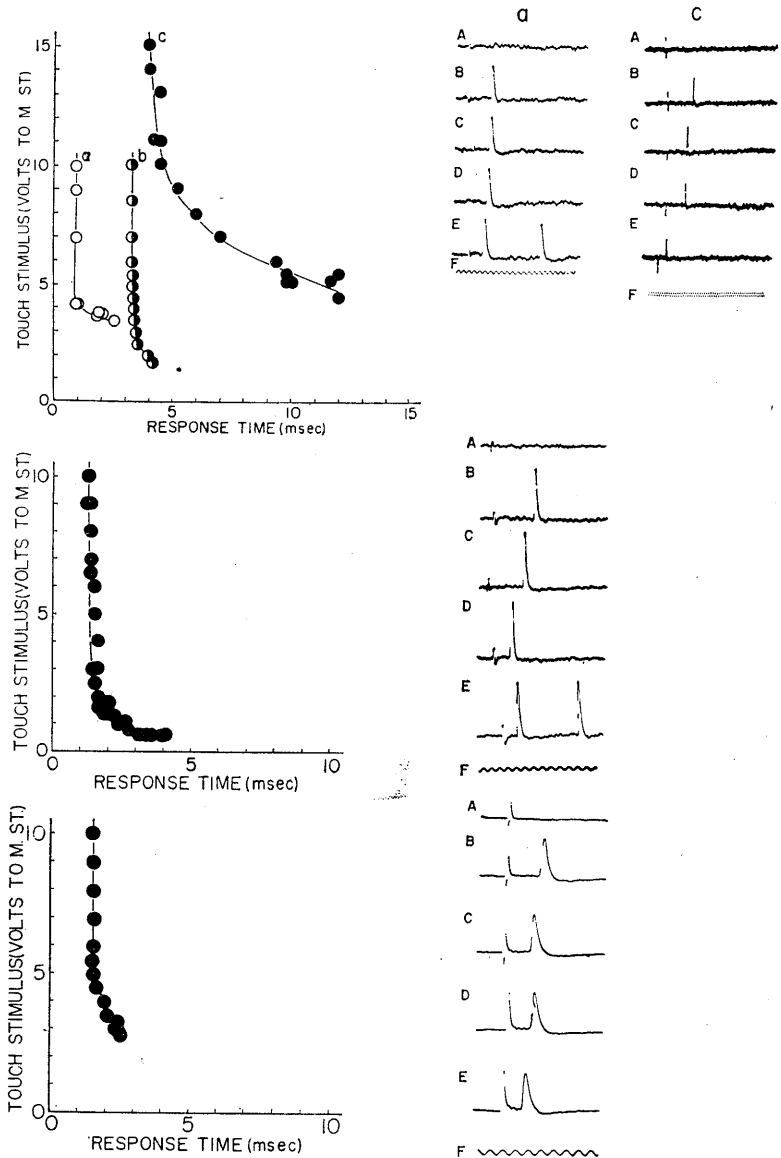


Fig. 12.

Relation between touch stimulus strength and response time (conduction time) of the response. Ordinate: Touch stimulus strength of short pulse voltage to the mechanical stimulator (M. St.). Duration of the pulse is 0.2 msec. Abscissa: Response time, msec. Upper: Slow-adapting unit, Middle: Intermediate type, Lower: Fast-adapting unit, Right: Responses of each units. A. subthreshold, B-E. mechanical stimuli strength are increasing from threshold to maximal strength. F. time 1000 cps.

time を msec にて目盛った。尚各図表の右にそれぞれの記録をしめした。Slow-adapting unit においては閾値と極大刺激の response time の

差は 1.5-8 msec, intermediate type は 1-2.5 msec, fast-adapting unit は 1 msec で adaptation time が小になるに従い順次その差も小になる傾向をしめした。

このことは receptor potential の立上り勾配および大きさとこれに接続する nerve fibre の

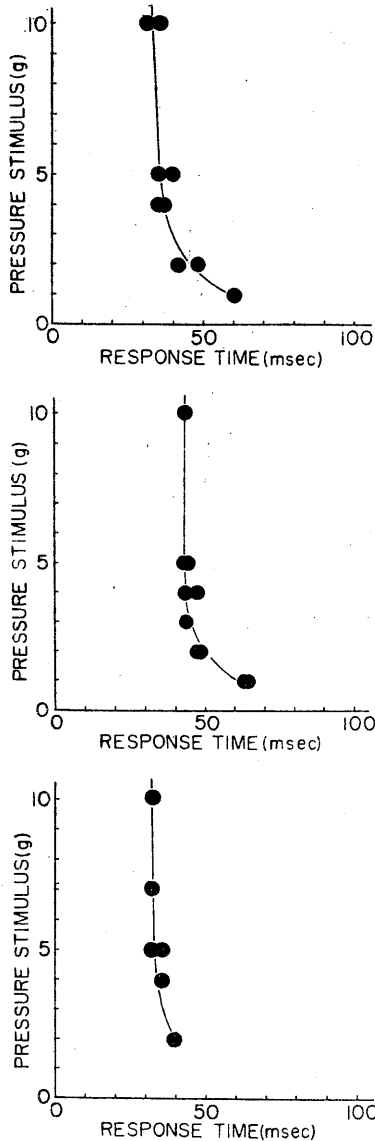


Fig. 13.

Relation between pressure stimulation and response time of the response.

Upper : Slow-adapting unit, Middle : Intermediate type, Lower : Fast-adapting unit.

latency に差のあることによって生じたものと考えられる (第10図). 此处での極大刺激とは unit に spike を生ぜしめる最大刺激強度の意味で各 receptor はある一定強度以上の刺激が与えられるとかえって応答をしめさなかった。

第13図は touch stimulus にかえ pressure stimulation によって第12図と同様 response time を観察したものである。

Slow-adapting unit, intermediate type および fast-adapting unit は第 3, 4, 7 図 1 における同一 unit である。Pressure stimulation の閾値および極大刺激による response time の差を各 unit について検討すると slow-adapting unit は 30-140 msec, intermediate type は 20-90 msec, および fast-adapting unit は 9-15 msec の値をしめし, その差の大小は touch stimulus によってえられたものと同様な順序で小となった。更に同一 unit にたいする両刺激の response time の差を比較すると pressure stimulation による response time の差が touch stimulus でえられた値より極めて大きい値をしめすことが判った。このことは pressure stimulation が receptor に touch stimulus を積分したと同様な効果を与えるものでなく, pressure stimulation の負荷効果が touch stimulus に比較して少ないということであるが詳細については考察の項において述べる。

F. Vibratory stimulus による各 unit の応答

鈴木⁴⁾ は periodontal membrane (ネコ) 中における各 unit の vibratory stimulus にたいする応答を比較し, slow-adapting unit は fast-adapting unit より閾値が大であり, かつ vibratory stimulus に応ずる上限界値が低いと述べている。著者は鈴木と同様な方法により各 unit の閾値および上限界値の相違を比較し, かつ部位による比較も行った。

第14図は有毛性外皮における slow- および fast-adapting unit に両 unit の sensitive point で vibratory stimulus を与え両 unit の応答を同時記録した結果である (両 unit の sensitive

point はたまたま同一部位であった). Aはpressureの負荷により生じた response time の小, spike heightが大, かつoff-effectをもった fast-adapting unit による spike と前者に比し response time が大, spike height が小であり, かつafter-dischargeをしめす slow-adapting unit の spike の記録である. Pressure stimulation は上方へのフレの期間中

与えられている. Bは30 cpsのvibratory stimulusを fast-adapting unit の閾値の強さで与えたものであり刺激と応答とはよく 1:1 の関係をもった. Cは同一頻度 30 cps で刺激強度を更に slow-adapting unit の閾値まで増加した結果である. Fast-adapting unit の高い spike に重なる低い spike が slow-adapting unit のものであることは, Aにおける両 spike の比較から明らかである. 50 cps (D) に vibratory stimulus の frequency を増大させると slow-adapting unit の spike は脱落しはじめ, 100 cps (E) においては殆んど fast-adapting unit の spike のみとなり, 200 cps (F) においては同 spike も刺激の初期にのみ応答する状態となった. 当結果は fast-adapting unit は slow-adapting unit より閾値が低く, かつ vibratory stimulus にたいし高い上限界値をもつということをしめすものである. ここに用いた上限界値とは vibratory stimulus の初期にのみ一過性に spike が観察されるという vibratory stimulus の frequency をもってしめた. Catton¹⁶⁾はカエルの皮膚における mechanoreceptor の vibratory stimulus に対する応答を検討し, 著者と全く相反する結果をしめしているが, これは両 unit の sensitive point に刺激が与えられなかったことに起因するものと考えられる. しかしながら両 unit において sensitive point の一致した状態下で実験を行うことは事

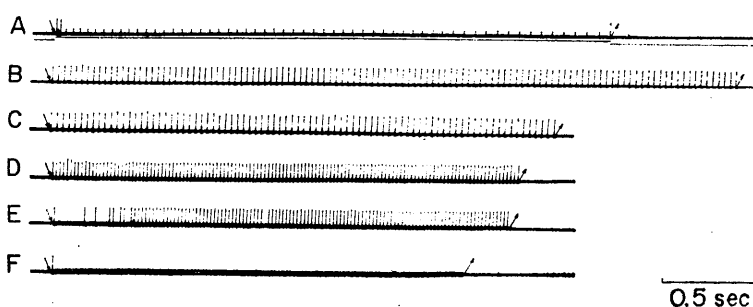


Fig. 14.

Responses conducted from the two units of slow- and fast-adapting unit. A. Responses evoked by pressure stimulation. Large spike, fast-adapting unit, Small spike, slow-adapting unit. B. Responses of the fast adapting unit by vibratory stimulus. Stimulus strength is threshold for the unit. Vibratory stimulus, 30 cps. C. Responses of the two units by vibratory stimulus, 30 cps. D. 50 cps; E. 100 cps; F. 200 cps.

実上, 極めて困難な場合が多いので以下各部において single unit で検討した各 unit の閾値および上限界値の相違を比較し, かつ部位による相違をも観察した.

第15図 1 は有毛性外皮における slow-adapting unit, 2 は fast-adapting unit の vibratory stimulus (刺激強度は共に閾値) に応答する状態である. 4 cps (1. A) においては刺激対応答は 1:1 をしめし, かつこの関係は 20 cps (B) まで観察されたが, vibratory stimulus を 30 cps (B) に高めると, spike の脱落は著しくなり, 40 cps (C) においては, 刺激の負荷および除去時にのみ発現する状態となった. 従って当 unit の上限界値は 40 cps であるといえる. 2. A は 1 におけると同様 4-40 cps を fast-adapting unit に負荷させ, その応答を観察したものである. 1. B, C と 2. B, C とを比較すると, 共に上限界値は近似した値をしめすが fast-adapting unit は slow-adapting unit より vibratory stimulus にたいし応答しやすいことが観察された. 有毛性外皮においては第17図で再び述べるが両 unit の上限界値の差は顕著でなかった.

第16図 1. 2 は移行部における slow- および fast-adapting unit の vibratory stimulus にたいする応答をしめたものである. 扱て有毛部における結果 (第15図) と比較すると両 unit とも高い上限界値をもつことがいえる.

又 fast-adapting unit は slow-adapting unit より高い上限界値をもった。

第17図は移行部、外帯および有毛性外皮部における slow- および fast-adapting unit の閾値および極大刺激にたいする上限界値を各実験例について plot し、更に両者の比較を行ったもの

である。各図の unit number は第9図の unit number と一致し、同一 unit よりえられた結果であり、上図は移行部、中図は外帯及び下図は有毛性外皮におけるものである。此の3図を比較すると、何れの部位においても fast-adapting unit は slow-adapting unit より高い上限界値を

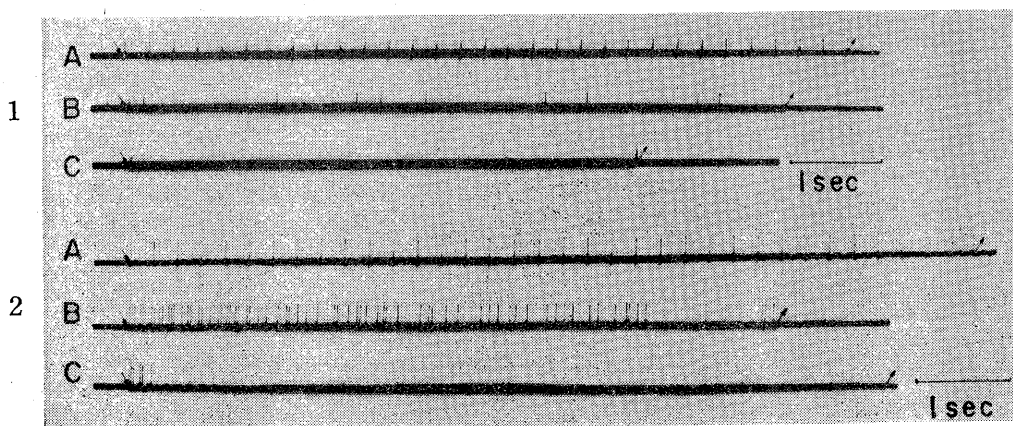


Fig. 15.

Response of slow- and fast-adapting unit to vibratory stimulus applied to the hairy skin.

1. Slow-adapting unit. Mechanical stimulus at maximal strength (16 v); Stimulus frequency

A. 4 cps; B. 30 cps; C. 40 cps.

2. Fast-adapting unit. Mechanical stimulus at maximal strength (8 v); Stimulus frequency

A. 4 cps; B. 30 cps; C. 40 cps.

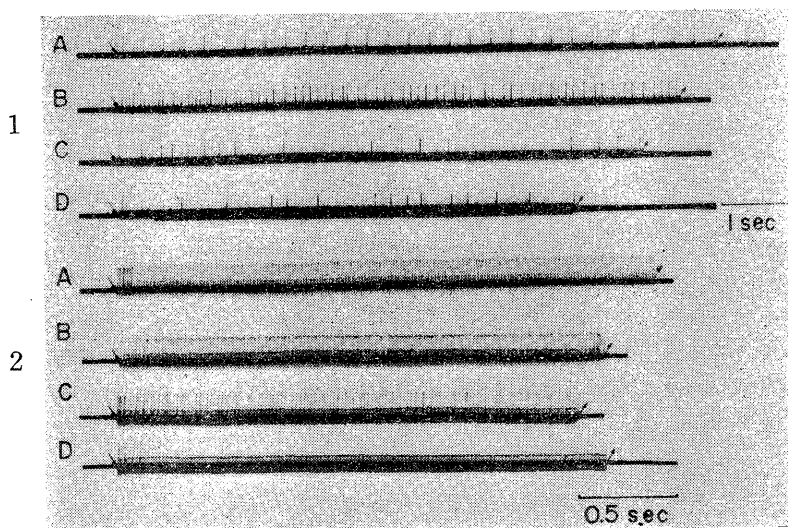


Fig. 16.

Responses of slow- and fast-adapting unit to vibratory stimulus applied to the mucocutaneous skin.

1. Slow-adapting unit. Mechanical stimulus at maximal strength (12 v); Stimulus frequency

A. 4 cps; B. 20 cps; C. 40 cps; D. 100 cps.

2. Fast-adapting unit. Mechanical stimulus at maximal strength (10 v); Stimulus frequency

A. 80 cps; B. 200 cps; C. 300 cps; D. 400 cps.

もち、又部位的には内帯および外帯部における unit が有毛性外皮の両 unit より高い上限界値をもつことが観察された。

第18図は体重 600-700 g のコネコの口唇有毛部における slow- 及び fast-adapting unit の閾値ならびに閾値及び極大刺激における vibratory stimulus の上限界値をしめしたものである。第 9, 17図におけるオヤネコの有毛部における結果と比較し、特に年令による差異は認められなかった。鈴木⁴⁾は periodontal membrane 中における receptor の年令的差異を検討し著者と同じの結果を報告している。

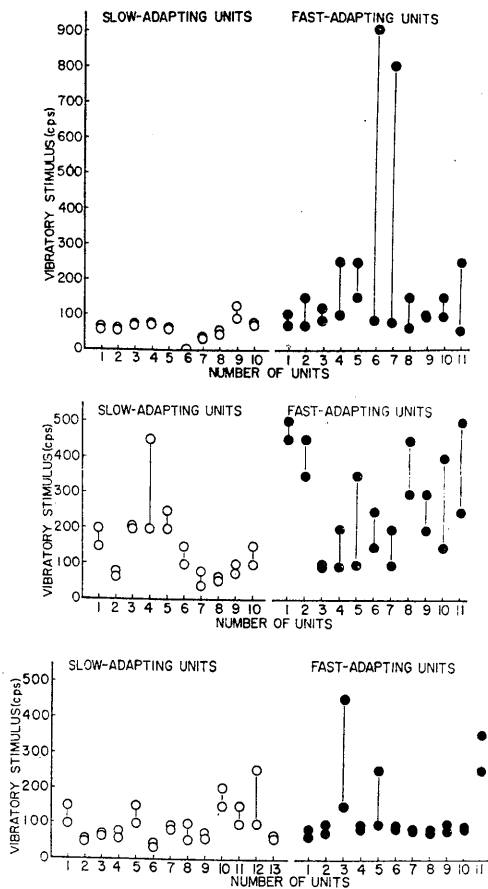


Fig. 17.

Maximal frequency of vibratory stimulus at threshold and maximal stimulus.

Upper: Mucocutaneous skin, Middle: Mucocutaneous skin-hairy skin junction, Lower: Hairy skin.

G. 顎振動による口唇部 mechanoreceptor の興奮について

A-F 迄の実験は receptor の sensitive point を選び刺激棒による直接刺激で unit の興奮を観察したわけであるが、本項目においては、以上の刺激と異なり、下顎骨体部に vibratory stimulus を与え、それによって生ずる mechanoreceptor の応答をオトガイ神経束及び顎舌骨筋神経より誘導して観察した。骨体部への vibratory stimulus は骨膜を剝離し、骨面に刺激棒を接せしめ、強い強度で各種頻度の vibratory stimulus を負荷させた。

第19図は上記方法によりオトガイ神経よりえた応答である。Spike height 及び response time の相違より slow- 及び fast-adapting unit 等の各種 unit が興奮するものと考えられるが、頻

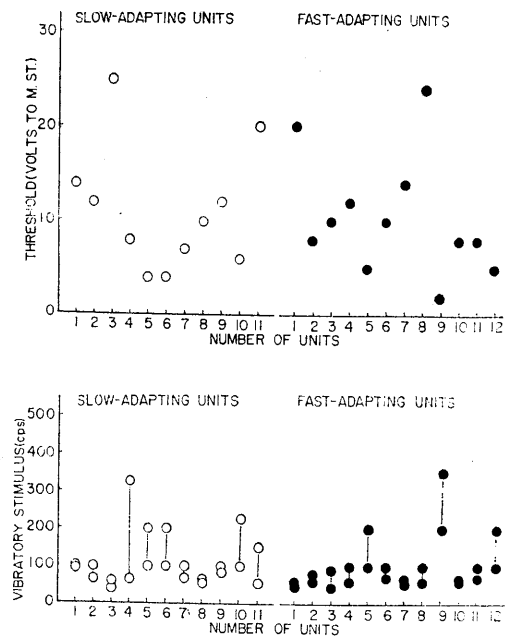


Fig. 18.

Upper graph shows the threshold for the single units, slow- and fast-adapting unit in the hairy skin. Lower graph shows the maximal frequency of vibratory stimulus at threshold and maximal stimulus.

The experimental animals is the cat that has 600-700 g weight at the period of the deciduous tooth.

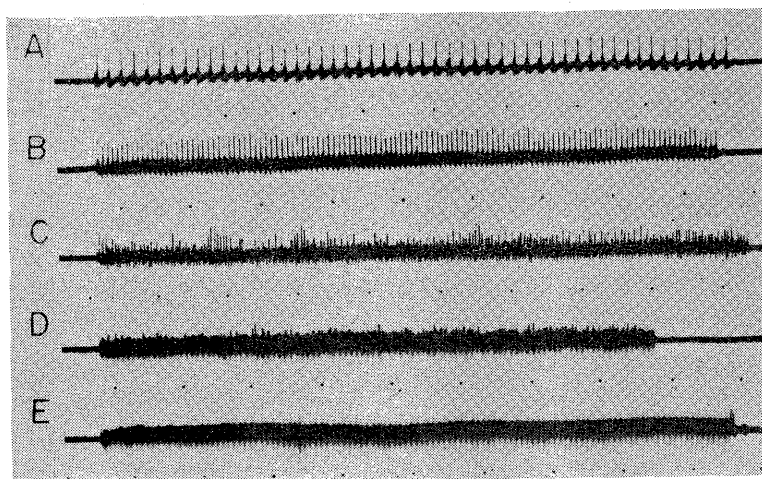


Fig. 19.

Response of a whole nerve of the mental nerve by vibratory stimulus to the alveolar bone at the apex of canine.

Mechanical stimulus at constant strength ; Stimulus frequency A. 20 cps ; B. 50 cps ; C. 80 cps ; D. 500 cps ; E. 800 cps.

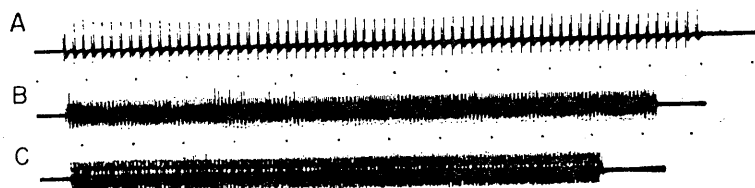


Fig. 20.

Response of a whole nerve of the mylohyoid nerve by vibratory stimulus to the alveolar bone at the apex of canine.

Frequency of vibratory stimulus, A. 20 cps ; B. 100 cps ; C. 200 cps

度を増大するにつれて spike は逐次消失する傾向がみられた。同様な記録は下顎正中線より 5-10 mm 遠心側に下顎下縁を越えオトガイ部及びオトガイ下部に分布する顎舌骨筋神経¹⁷⁾からも記録できた (第20図)。

上記現象は歯牙ないし下顎骨骨体部に負荷された vibratory stimulus は、その刺激強度が大であると骨体周囲組織内における mechanoreceptor を興奮させ顎全体の振動感覚を惹起せしめるものと考えられる。

Ⅳ. 考 察

口唇は prepuce, clitoris, glans penis, vulva, perianal region および conjunctiva と共に組織

学的には mucocutaneous region に属し、知覚神経の発達が著しく、mucocutaneous end-organ を有する点等において共通した部であると見做されている¹⁾。当部における神経末端器の形態学的な検索は数多くなされているが、機能的な検索は少ないようである。そこで著者は mucocutaneous region 中より、特に口唇部を選び、当部における mechanoreceptor の特性並びに口唇各部 (有毛性外皮, 移行部, 粘膜部) の機能的相違を吟味しようと考えた。

口唇部における mechanoreceptor の検討は、同部より単一の receptor を剔出する事が極めて困難であるをもって、オトガイ神経を分離し, single unit の状態において、receptor の応答を nerve

fibre より spike として記録し、各 unit について観察する方法をとった。

口唇有毛部、移行部および粘膜部における知覚終末の様相は必ずしも一様でなく、それぞれ特有の分布状態と形態とをもつ傾向があると云われている²⁾。又上記所見も実験者により若干の違いがみられるのである。例えば瀬戸²⁾が口唇粘膜部にあると記載した陰部神経小体も、Winkelman によれば haired skin および true mucous membrane には見出されず lip に存在すると述べ、又各 receptor の機能的な面についての考察も区々である¹⁾。しかしながら、有毛部、移行部および粘膜部に pressure stimulation を与え、その応答を adaptation time の大小より slow-adapting unit, intermediate type および fast-adapting unit の 3 unit に区分し観察すると、各部から、ともに 3 unit の応答がえられ、特に部位の相違によって特殊な応答をしめす unit は見出されなかった(第 3, 4, 5, 6, 7 図, 第 1 表)。

従って形態的には部位により多少異った receptor が見出されたとしても、receptor の応答面での差異は全く無いと云い得ると考えられる。部位による感受性の差異は単位面積内における receptor の数の大小及び後述する閾値の高低によって規定されるのではないだろうか。

続いて slow-adapting unit, intermediate type および fast-adapting unit がどのような形態の receptor を持つものであるかの問題が生じてくる。第 1 表にしめした 3 unit の receptive field の相違は、とりもなおさず各 receptor の大小と関連するはずであり、3 unit の receptive field および spike height の相対的な関係から slow-adapting unit は細い神経線維をもった分岐状終末、fast-adapting unit は太い神経線維をもった糸球小体と符号するだろうことが考えられる。

口唇部においては adaptation の大である Pacinian corpuscle ならびに Meissner corpuscle は存在しないといわれているが¹⁾、当 unit と類似の形態をもつ有被膜性糸球小体は fast-adapting unit に関連する receptor であろうと考察され

る。又口唇部に記載された mucocutaneous end-organ (陰部神経小体) が刺激に対しどのような応答をするものであるか直接的な証明は与えられないが、その形態の上から(直径 0.05-0.1 mm) fast-adapting unit に属するものであろうとの推察を与えることが出来る。

Boyd¹⁸⁾はネコの knee-joint より、著者が口唇でえたと同様な rapidly adapting, slowly adapting の 2 unit を分離し、前者は Pacinian corpuscle に類似した lamellated receptor 後者は spray receptor による応答であると述べているが、当結果は上記考察に妥当性を与えるものと云える。しかしながら当問題は更に検討されるべき問題である。又第 7 図で fast-adapting unit は移行部において選出しやすく考えられたことは²⁾、periodontal membrane, gingiva 等に比し当部が糸球小体を多くもつという組織所見と一致するものであると云える。各 unit はそれぞれ特有の広さの receptive field と、その中に sensitive point をもつものであった(第 8 図)。特に広い sensitive field をもつ unit においては field 内の刺激部位により、閾値および応答状態が異なり、このことは各 unit の生理的特性を比較する際大きな結果の誤りを生ずる理由になることを強調したい。Catton¹⁶⁾はカエル皮膚中の mechanoreceptor の中で medium spike (著者の intermediate type のもの) は large spike (fast-adapting unit) より閾値、および latency が小でありかつ repetitive stimuli に高頻度まで応じると云っている。著者の結果は Catton と全く相反し、adaptation が大になるにつれ閾値は小さく(第 9 図)、latency は小(第 12, 13 図)かつ高い repetitive stimuli (第 14-18 図) に応ずることが云えた。著者等はガマの skin-single nerve preparation により skin 中の slow-adapting unit および fast-adapting unit を検討し、口唇部にみられた各 unit 間の関係と全く同様の結果をえた(未発表)¹⁹⁾。従って sensitive point に stimulus を与え両 unit を比較すれば Catton の結果も著者と同一結果になるものと考えられる(第 14 図)、同様な誤りは倉島²⁰⁾のカエル皮膚の

mechanoreceptor についても考えられる。即ち氏は receptive field 内で 1-5 mm の距離差を与えることによって生じる潜時 (response time, conduction time) の差 1-2 msec を総べて距離差によって生じた潜時のずれとのみ解釈し、これから 1-1.2 m の伝導速度を算出し細い線維に接続するものであろうと述べている。そして receptor が receptive field 内において閾値および応答に顕著な差の生じることを問題にしておられない。従って皮膚上の刺激距離を大にした際かえって潜時が短縮するという説明困難な記録についても記載している。Latency の差を距離差のみによって生じたものと考え、刺激部位の相異によって生じる閾値の変化、およびそれによる latency の長短を問題にしなかったためである。

移行部、有毛部および両者の境界部 (外帯) における閾値を比較すると、移行部 (内帯)、外帯部および有毛部の順に大となる傾向をしめした。広い receptive field をしめす unit 中には有毛部と移行部、移行部と粘膜部というごとく二部分にわたる field をもった unit も存在すること並びに spike の応答が各部位において同じであるという2点より、各部位特有の機能をもつ mechanoreceptor が存在するということは考えにくく、むしろ既に記したごとく部位における receptor の位置、receptor の周囲組織の状態により閾値の大小があり (第9図) 更に receptor の同一面積内における数の多少によって、ヒトの口唇における感受性の相違も説明出来るように思考される。

Slow-adapting unit, intermediate type および fast-adapting unit において求められた summation curve はそれぞれの unit によって持続時間および最大の閾下降度をしめす時間に特徴をもち、adaptation が大になるにつれて時間関係が短縮する傾向をもった (第10図)。

Slow-adapting unit, intermediate type および fast-adapting unit の adaptation の相違がどのような mechanism によって成り立つか興味がある問題である。現在、電気生理学的見地から

は、既に述べたごとく Pacinian corpuscle, muscle spindle および receptor cell より誘導される generator potential の特性によって説明されている。口唇部における上記 3 unit の閾下降法による結果から著者は口唇部における 3 unit においても Pacinian corpuscle および muscle spindle 等で記録された receptor potential ないしは spindle potential の相違と類した結果が存在するものであろうと考えた。

Mechanoreceptor の summation curve については Gray & Matthews²¹⁾ が Pacinian corpuscle, Gray & Malcolm²²⁾, Catton¹⁶⁾ がカエル皮膚内における mechanoreceptor について検討している。しかしながら氏等の実験目的から adaptation を異にした各 unit の比較検討は行っていない。Gray & Matthews が Pacinian corpuscle でえた結果は著者の fast-adapting unit と数値的に一致し、かつ Gray & Malcolm の結果は slow-adapting unit と一致すると思われる。Gray & Malcolm は short duration の subthreshold の mechanical conditioning stimulus によっては test stimulus の閾値に影響を与えないが、long duration の conditioning stimulus によってはじめて test stimulus の閾値を下降させると述べている。このことは第9図においてしめしたごとく slow-adapting unit は short duration の mechanical stimulation にたいし閾値大であり、かつ全く応答をしめさなかった unit も存在する結果から、Gray & Malcolm の結果は slow-adapting unit を対象としたものであることも考えられるわけである。また slow-adapting unit の receptor potential は立上り勾配が小であって propagated spike を発現さす critical level に達する迄の時間経過が fast-adapting unit に比し長いので¹⁴⁾、short duration の mechanical stimulus の刺激によっては、receptor の critical level に達する potential の変化を与えにくいものであるためと考えられる。Catton は test stimulus に electrical stimulation を用いて検討を行っているが、mechanoreceptor の閾下降度の検討は両刺激とも mechanical stimulation を使用することがよ

り合目的であると云える。Electrical stimulation によっては receptor にのみ限局して刺激を与えることは困難であり、これに接続する nerve fibre に同様の刺激効果を与える可能性が生じるからである。各 unit につき recovery state を比較検討すると(第11図), fast-adapting unit は従来 nerve fibre において記述された recovery state と類似した結果²³⁾をしめしたが, slow-adapting unit および intermediate type においては、両刺激の interval が短縮されるにつれ test stimulus による response time が延長しはじめ(程度は少であるが nerve fibre でも観察される²⁴⁾), 更に interval を短縮させると spike height の減少をしめさず直ちに消失する経過をとった。当現象は nerve fibre 及び receptor 個々においては考えにくく, receptor および nerve fibre の接合部即ち receptor potential によって nerve fibre に propagated impulse が発現せしめられる時間関係の相違によって生じる現象であると考えられる。Receptor に2個以上の刺激を与えると summation を惹起せしめる以外, 第2刺激による receptor potential は第一の receptor potential に先行されていない場合より小さいと云われているが²⁵⁾, 大きさのみならず立上り勾配も当然変化する事が考えられる²⁶⁾。従って両 stimulus の interval の短縮により receptor potential の高さならびに勾配が減少し nerve fibre の refractory period の経過した後, receptor potential が propagated impulse を発現せしめえる critical level に達するのであると仮定すれば, test stimulus による response time の延長及び spike height に変化がみられない現象をよく説明することが出来る。更にこれら2 unit の receptor に接続する nerve fibre は fast-adapting unit に比し, その diameter も細く, safety factor が小(閾値大)であることが考えられ, このことが更に上記現象を起しやすいものにすると考えられる。

Receptor potential の立上り勾配は持続時間の相違及び各 unit の nerve fibre の生理的諸性状に関係し, 必然的に3 unit の response time な

いしは latency に長短を来たすことが考えられた(第12, 13図), しかしながらここに問題となるのは同一 unit において touch ならびに pressure stimulation による latency が相違し, 後者において著るしく大きな値をしめすことであった。これは pressure stimulation の負荷による変位の時間経過が touch stimulation と同一でなく, 前者の方が後者に比し一定変位に達する時間経過がゆるやかであり, 従って両 stimulus によって惹起される receptor potential の立上り勾配も相違すると考えればこの現象をよく説明する。又各 receptor においても nerve fibre において知られる適応常数 λ の大小があることも当然介入されてくる²⁷⁾²⁸⁾。

以下閾下降法によりえられた結果をもとにして各 unit の receptor に発現する receptor potential を想定し, それに基づいて, 各現象に説明を与えると著者のえた結果を無理なく, かつ一貫して説明することが出来た。このことは更に口唇部 receptor につき詳細な検討を行う必要はあるが次に述べる receptor potential 並びに spindle potential と全く類似の電位変化が口唇部各 mechanoreceptor に発現するものと考えて差し支えないように考えられる。(1) Receptor potential は刺激の強さに応じて段階的に変化し, 相接近した2個の刺激の効果は加重する。すなわち悉無律的性格をもたない。(2) 一定値に達すると知覚衝撃が発生され, 後者の頻度は前者の大きさと直線的関係がある。(3) Adaptation の早い receptor の電位は一過性に消失し, adaptation のおそい receptor では刺激が与えられている間中持続する²⁵⁾。Receptor における上記特性は vibratory stimulus に対し fast-adapting unit が slow-adapting unit より閾値が小さく, かつ高い上限界値をもつという結果をよく説明するように考えられる。即ち両 unit の receptor potential の大きさ, 立上り勾配および持続時間に大小があり(第9-13図), 同一 interval の刺激において両者を比較すると fast-adapting unit は slow-adapting unit に比し先行する receptor potential の影響をうける度合が少く(receptor も nerve

fibre における refractory period と類似した period を持つ²⁶⁾), slow-adapting unit と同様な状態を呈するには短い interval が必要であると考えると両 unit の上限限界値の差も説明しうる。

口唇部 mechanoreceptor は更に顎振動による間接的刺激によっても興奮する(第19, 20図)。従って、顎に与えられた vibratory stimulus がある強度以上であると顎骨周囲における mechanoreceptor を興奮させ広範囲にわたる振動感覚として感受される理由も首肯出来る。

以上 mucocutaneous region 中より口唇を選び mechanical stimulus として pressure, touch および vibratory stimulus を与え、各 unit の応答および部位的な特殊性を検討した。口唇部における mechanoreceptor の刺激にたいする応答の見地からみると、歯根膜⁴⁾⁵⁾、歯肉⁶⁾、喉頭粘膜²⁹⁾、四肢および腹部皮膚⁸⁾¹⁵⁾¹⁶⁾²²⁾、筋紡錘¹³⁾、関節¹⁸⁾および内臓迷走神経の支配臓器中の mechanoreceptor 等の応答と近似し³⁰⁾³¹⁾³²⁾、部位的差異を認めるということは困難であった。当部が感覚的に特殊な部位と目されるのは既に前述したが当部の組織学的特徴と関係し、receptor の閾値が小であること、および多くの mechanoreceptor を臓するという点に関係するものと考えられる。Thermoreceptor については更に改めて検討を行う計画である。更に口唇についての諸現象は他臓器の比較においても明らかなごとく mucocutaneous region の各臓器にも当てはめられる可能性があり興味深く考えられる。

V. 結 論

Mucocutaneous region 中より特に口唇部を選び当部における mechanoreceptor の各種機械的刺激 (pressure, touch および vibratory stimulus) にたいする応答をオトガイ神経(ネコ)より single unit の状態で観察し、次の結果をえた。

1) 口唇各部(有毛性外皮, 移行部, 粘膜部)の mechanoreceptor は pressure stimulation による応答の adaptation time の長短により slow-adapting unit, intermediate type および fast-

adapting unit の 3 unit に大別出来た。

2) Slow-adapting unit および intermediate type における pressure stimulation (log. scale) と spike 数とは一定圧内で直線的関係を示し、それは 2-10 g という割合低い圧力であった。

3) Slow-adapting unit は $5 \times 5-18 \times 13 \text{ mm}^2$, intermediate type は $2 \times 7-12 \times 8 \text{ mm}^2$, fast-adapting unit は点状ないし $2 \times 2-3 \times 3 \text{ mm}^2$ の receptive field をもち、field 内において閾値の小である sensitive point をもった。

4) 閾値にかんしては fast-adapting unit は slow-adapting unit より小さく、部位的には両 unit とも移行部内帯, 外帯および有毛性外皮の順に大きかった。

5) 閾下降法により 3 unit に大きさ, 立上り勾配, および持続時間の相違する receptor-potential の発現を想定した。

6) 3 unit の recovery state を検討し、fast-adapting unit は nerve fibre と同様の recovery state をしめすが slow-adapting unit および intermediate type は interval の短縮により spike height の減少をしめさず消失する状態をしめした。

7) 3 unit は touch 及び pressure stimulation にたいし異った response time を示し、adaptation が大になるにつれて response time は小になる傾向をしめした。

8) Vibratory stimulus にたいしては fast-adapting unit は slow-adapting unit より高い上限限界値をもち、部位的には移行部, 外皮の順に応答しにくかった。

9) オヤネコ(体重 2-4 kg), コネコ(体重 0.6-0.7 kg)の口唇部においても fast-adapting unit は slow-adapting unit より閾値低く、かつ vibratory stimulus にたいしては、8)の結果と類似し年令的差異は特に認められなかった。

10) 下顎骨体部に vibratory stimulus を与えるとオトガイ神経及び顎舌骨筋神経より mechanoreceptor の応答がえられ、口唇各部の広範囲な receptor の興奮することが観察された。

11) Mucocutaneous region 中より口唇を選び

各種の mechanical stimulus にたいする応答を各 unit 間および部位相互間において検討し、口唇部における感覚の特殊性にたいして考察を与えた。

本論文の要旨は昭和37年2月近畿生理学談話会にて発表した。稿を終るに当り、御懇篤なる御指導、御校閲を賜った東北大学医学部生理学教室本川教授、本学生理学教室伊藤教授ならびに御鞭撻を戴いた衆議院歯科附属生理研究所大久保博士に深甚の謝意を表します。

文 献

- 1) Winkelmann, R. K. (1960) Nerve ending in normal and pathologic skin. Springfield. Illinois
- 2) 瀬戸八郎 (1957) 人の知覚 医学書院 東京
- 3) Dixon, A. D. (1961) The innervation of hair follicles in the mammalian lip. Anat. Rec. **140**, 147
- 4) 鈴木 寿 (1962) 各種 mechanoreceptor (periodontal membrane) の vibratory stimulus にたいする応答について 日本生理誌 **25**, (9) (掲載予定)
- 5) Ness, A. R. (1954) The mechanoreceptors of the rabbit mandibular incisor. J. Physiol. **126**, 475
- 6) 上山松吉 (1960) 歯齦における圧受容器について 米子医誌 **11**, 187
- 7) 坂田三弥・其の他 (1959) 歯牙およびその周囲組織よりの求心性衝撃について その5 圧受容器 (歯齦) の応答について 医学と生物学 **53**, 179
- 8) Loewenstein, W. R. (1956) Excitation and changes in adaptation by stretch of mechanoreceptors. J. Physiol. **133**, 588
- 9) 坂田三弥・木下壮六・山田 守 (1960) 歯牙支持組織における mechanoreceptor の spontaneous discharge に対する考察 日本生理誌 **22**, 702
- 10) Quilliam, T. A. and M. Sato (1955) The distribution of myelin on nerve fibres from Pacinian corpuscles. J. Physiol. **129**, 167
- 11) Gray, J. A. B. and M. Sato (1953) Properties of the receptor potential in Pacinian corpuscle. J. Physiol. **122**, 610
- 12) Loewenstein, W. R. and R. Rathkamp (1958) The site for mechanoelectric conversion in a Pacinian corpuscle. J. Gen. Physiol. **41**, 1245
- 13) Katz, B. (1950) Depolarization of sensory terminals and the initiation of impulses in the muscle spindle. J. Physiol., **111**, 261
- 14) Eyzaguirre, C. and S. W. Kuffler (1955) Processes of excitation in the dendrites and in the soma of single isolated sensory nerve cells of the lobster and crayfish. J. Gen. Physiol. **39**, 87
- 15) Maruhashi, J., Mizuguchi, K. and I. Tasaki (1952) Action currents in single afferent nerve fibres elicited by stimulation of the skin of the toad and the cat. J. Physiol. **117**, 129
- 16) Catton, W. T. (1958) Some properties of frog skin mechanoreceptors. J. Physiol. **141**, 305
- 17) 津崎孝道・斎藤 久 (1949) 口腔解剖学 永末書店 東京
- 18) Boyd, I. A. (1954) The histological structure of the receptors on the knee-joint of the cat correlated with their Physiological response. J. Physiol. **124**, 476
- 19) 坂田三弥・合志式隆 (1963) Mechanoreceptor の心臓刺激に対する応答 医学と生物学 **67**, (3)
- 20) 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 (第2編) **18**, 527
- 21) Gray, J. A. B. and P. B. C. Matthews (1951) A comparison of the adaptation of the Pacinian corpuscle with the accommodation of its own axon. J. Physiol. **114**, 454
- 22) Gray, J. A. B. and J. L. Malcolm (1951) The excitation of touch receptors in frog's skin. J. Physiol. **115**, 1
- 23) Loewenstein, W. R. and R. Altamirano-Orrego (1958) The refractory state of the generator and propagated potentials in a Pacinian corpuscle. J. Gen. Physiol. **41**, 805
- 24) Ruch, T. C. and J. F. Fulton (1960) Medical physiology and biophysics. Philadelphia and London
- 25) 佐藤昌康 (1962) 生体における mechanoelectric transducer 機構 生物物理 **2**, 32
- 26) Loewenstein, W. R. (1958) Generator processes of repetitive activity in a Pacinian corpuscle. J. Gen. Physiol. **41**, 825
- 27) Sato, M. (1952) Repetitive responses of the nerve fiber, as determined by recovery process and accommodation. Jap. J. Physiol. **2**, 277
- 28) Höglund, G. and U. Lindblom (1961) The discharge in single touch receptors elicited by defined mechanical stimuli. Acta physiol. scand **52**, 108
- 29) Andrew, B. L. (1952) The innervation of the laryngeal mucosa of the frogs. J. Physiol. **117**, 27
- 30) 新島 旭 (1961) 内臓感覚の諸問題 (1)-内臓における受容器および求心路 医学のあゆみ **38**, 249
- 31) 新島 旭 (1961) 内臓感覚の諸問題 (2)-内臓受容器からの求心性衝撃 医学のあゆみ **38**, 295
- 32) 新島 旭 (1961) 内臓感覚の諸問題 (3)-ガマの内臓求心性支配 医学のあゆみ **38**, 355

会 報

第40回日本生理学会評議員会

昭和38年4月3日、大阪市・日本生命中之島研修所に於いて当番幹事久保秀雄君のお世話で評議員会を開催し、若林勲君が議長となり下記の事項につき報告及び協議が行なわれた。

1. 庶務・会計報告 (若林・松田幹事)

昭和37年度庶務報告並びに決算報告 (37年度決算報告は407頁に掲載) 38年度予算報告、これを承認した。

2. 日本生理学雑誌編集報告 (戸塚幹事)

昭和37年度第24巻の編集に就て並びに日本生理学会編生理学用語集 (南山堂発行) が絶版となったことを報告、これを諒承した。

3. Japanese Journal of Physiology 編集並びに会計報告 (久野委員長)

(1962年度決算報告は408頁に掲載) これを承認した。

4. 生理学学生実習改善委員会報告 (本川委員長)

今回全国の生理学主任教授にお願いした実習改善についてのアンケートを集計した結果、実習改善のため使われた費用は平均約150万円、設備の内訳は特に多いのは電子管刺激装置で次にブラウン管オシロスコープその他の順となっている、又新しく加えられた実習項目 (別掲) について報告があった。なお当局も実習改善の必要性を認めてきたので今後も実習改善を一層進められるよう要望された (本評議員会で配布したプリントの内から参考までに新しく加えられた実習項目および改善のために新設された諸設備は408-409頁に掲載)。

5. 日本生理学史編纂委員会 (浦本委員長)

現在までの原稿の集り状態等につき報告があった。

6. 生理学大学教授候補者推薦委員会報告 (本川委員長)

昭和37年度は1校から候補者の推薦方の依頼があり本委員会は適任の候補者を推薦した。

次に今回同委員会に附託せられた評議員候補者につき次の諸氏が夫々適格の旨報告があり、これ

を承認した。

その結果新たに評議員に委嘱された方は次の通りである。

新評議員39名 (五十音順)

有 村 章君	北大医学部生理・助手
石河 延貞君	熊本医学部生理・助教授
伊藤 嘉房君	名大医学部生理・助手
今 村 昭君	京都府医大同位元素研・講師
江 部 充君	東京・虎の門病院・臨床生理
岡田 芳雄君	愛知大歯学部生理・講師
小川 徳雄君	名大医学部生理・助手
勝沼 晴雄君	東大医学部公衆衛生・教授
加藤 正道君	北大医学部生理・助手
葛西 四朗君	東京歯大生理・講師
金城 清勝君	神戸医大生理・助教授
熊沢 孝朗君	名大医学部生理・助手
熊 谷 洋君	東大医学部薬理・教授
小 林 惇君	広大医学部生理・助手
斎 藤 稔君	日大医学部生理・講師
佐 藤 誠君	岩手医大生理・講師
鈴 木 隆君	岩手医大生理・助教授
鈴木美絵路君	東京歯大生理・講師
鈴木 寿夫君	東北大医学部生理・助手
平 則 夫君	東北大医学部生理・助手
竹 内 宏君	慶大医学部生理・助手
登坂 恒夫君	東京医大生理・講師
富田 忠雄君	九大医学部生理・講師
永坂 鉄夫君	名大医学部生理・助手
野村 浩道君	東京歯大生理・助手
橋本 葉子君	慶大医学部生理・助手
林 秀 生君	日本医大生理・講師
樋口 公男君	九大医学部生理・助手
平川 千里君	京都府立医大生理・講師
福 田 精君	岐阜医大耳鼻・教授
本郷 利憲君	東京医歯大生理・助教授
丸山 直滋君	新潟大脳研・助教授
三木福治郎君	岡大医学部生理・助手
村上 哲英君	岡大医学部生理・講師
山田 敏男君	京都工繊大・助教授
吉岡 利治君	京都府立医大生理・助手
吉 利 和君	東大医学部内科・教授

亘 弘君 阪大医学部生理・助教授

渡 辺 悟君 名大医学部生理・助手

7. 昭和38年度生理学大学教授候補者推薦委員会委員の改選の件

常任幹事会に於いて互選の結果、(五十音順) 勝木保次君、松田幸次郎君、本川弘一君の3君が選ばれこれを承認した。

8. 中部地区の常任幹事定員2名を3名に改正の件

これを承認した。

9. 任期満了による常任幹事の改選の件

昭和38年度に於ける常任幹事(任期3ケ年)の改選は前回と同様に各地区毎に行なうこととし、各地区で選挙世話人1名を定め選挙世話人はその地区の評議員から1名の立会人を選びその立会の下に開票を行なうこととする。投票用紙は日本生理学会事務局から全評議員へ直送、投票は世話人の下に直送する。等の規定を確認し且当選の新評議員は日本生理学雑誌第25巻8号へ掲載し、全会員に発表することとし、これを承認した。

(当選した常任幹事の氏名は409頁に掲載)

10. 第23回国際生理科学会議の経過並びに現況報告(加藤委員長)

これまでの経過並びに今後の運営につき報告があって、これを了承した。(本会議の組織委員会及びプログラム委員会等についての報告は日本生理学雑誌第25巻1号・5号を参照せられたい)

11. 東洋レーヨン科学振興会に対し研究助成金及び科学技術者候補の推薦団体に加盟申入れる件(吉村幹事提案)

本件は科学振興会に対し推薦団体に加盟を申入れることにした。これを了承した。

12. 生理学の将来計画についての件(吉村幹事提案)

日本学術会議は先般の総会に於いて基礎科学の発展のための将来計画を作ることについて声明を出している、この線に沿って生理学長期将来計画の委員会を設けることを提案した。本件につき色々御意見のある方は今後申出て頂くこととし、本件は生理学振興委員会とも関連があるので次の議案と共に生理学振興委員会に於いて検討することになった。

13. 一般生理学研究所(仮称)設立の立案要望に関する委員会設定の件(竹中君提案)

本件及び生理学将来計画についての件は生理学振興委員会で審議することとなったので、内山委員長から現在9名の委員を若干名増員すること、又若手グループでも色々検討している、若い方々にも本委員会の委員に参画を願い十分に審議をして頂きたい旨委員長から希望された。なお増員委員の指名は委員長に一任する事を了承した。

(生理学における将来計画の提案——大阪に於ける有志の懇談会記録は412-414頁に掲載)

14. 第41回日本生理学会総会

(1964年度の総会開催地当番幹事は62年の評議員会にて決定) 次回当番幹事鈴木正夫教授から会場・会期の予定並びに総会の構想につき述べられた。

会 場：千葉市千葉大学講堂

会 期：1964年4月7, 8, 9日頃の予定

当番幹事：千葉大学教授 鈴木正夫君

千葉大学教授 福田篤郎君

日本生理学会昭和37年決算報告

(自昭和37年1月1日
至昭和37年12月31日)

収 入		
昭和36年度より繰越高		1,460,081円
昭和37年度収入		2,728,385
(内訳) 会 費		1,574,300円
購 読 料		304,775
会 誌 分 冊 料		14,100
広 告 掲 載 料		203,600
論 文 掲 載 料		538,700
預 金 利 子		80,910
日本医師会奨励金		10,000
そ の 他 収 入		2,000
合 計		4,188,466
支 出		
昭和37年度支出		2,327,101円
(内訳) 発送料及通信費		243,710円
人 件 費		697,500
会 合 費		41,479
交 通 費		135,040
備 品 費		7,800
編 集 費		100,500
綜 説 原 稿 費		6,400

会誌印刷費	920,953
雑費	85,381
事務室費	11,057
総会費	38,401
職員健康保険費	15,480
渉外費	23,400
昭和38年度繰越高	1,861,365
振替預金	458,524
銀行預金	401,919
現金	922
基金(三菱信託銀行定期)	1,000,000
合計	4,188,466

The Japanese Journal of Physiology

1962年度収支決算

(1962年4月～1963年3月)

(Vol. 12. 2～13. 1: 6冊)

収 入

1) 支部省助成金	280,000円
2) 会費	1,142,163
内訳 (Vol. 12迄)(Vol. 13)	
a) 日本生理学会会員	585,920 36,000
b) 国内機関	319,700 —
c) 海外会員	151,943 48,600
3) 海外販売	851,320 97,200 948,520
4) バックナンバー売上	198,048
5) 1961年度繰越金	126,050
合計	2,694,781

支 出

1) 出版費	1,704,921
(Vol. 12. 2～Vol. 13. 1, 6冊総頁 700)	
2) 雑誌送料	169,925
3) 一般通信費	48,000
4) 人件費	354,250
(編集・校正・書記・手当)	
5) 謝礼	24,000
6) 備品費	7,323
7) 消耗品費	18,491
8) 雑費	14,430
合計	2,341,340
次年度繰越金	353,441

新しく加えられた実習項目

北 大: 神経筋の活動電位, アイソトロープ使用

札幌医大	大: EEG, 心音, 心電図, 血圧, 血流測定
弘前大	大: 神経筋の活動電位
岩手医大	大: 生体インピーダンス測定-体液蛋白の分析
東北大	大: 細胞内電極による筋の静止膜電位, 皮質誘発電位, EMG, 筋神経の活動電位
群馬大	大: 心筋細胞内電位, EPP, EEG, 受容器電位, 誘発電位, 神経筋の活動電位, 神経モデルの実験
千葉大	大: EMG, EKG, 基礎代謝, 細胞内電極による膜電位
東大	大: EKG (ガンマ), 後根電位, 筋及びモトニューロンの細胞内電位, EEG
日大	大: 血液循環速度の測定, 神経筋の活動電位
東邦大	大: EEG, EKG, EMG, 血液ガス, 尿生成, 平滑筋運動, 筋蛋白質
日本医大	大: 骨格筋, 心筋の活動電位, 腸内圧の測定, 呼吸循環
東京女子医大	大: 筋の活動電位と収縮曲線の同時記録
慈恵医大	大: 基礎代謝, 肺機能, EKG
慶応大	大: EKG, 腎機能
昭和医大	大: EKG, 神経筋の活動電位
順天堂大	大: 平滑筋活動電位, ヘマクリット (超微量)
東京歯大	大: 神経筋のクロナキシー
横浜市立大	大: EEG, 血液の pH, 自律中枢の刺激, 蝸牛電位, 誘発電位
金沢大	大: 肺機能代謝測定, 誘発筋電図, 眼の近点測定
信州大	大: EEG, EKG, 筋神経の活動電位
岐阜医大	大: 筋神経標本を用いる実習
名古屋大	大: EEG, 人体自律機能
三重大	大: EKG, EMG, EEG
京大	大: アイソトロープによる血液量の測定, 血液ガス, 血液, 凝固, 電子顕微鏡, 血色素

京都府立医大: 浸透圧, 代謝測定, 血液ガス, pH,

	神経の活動電位, EMG, GSR,
	EEG, アイソトープ
阪	大: 高分子の分子量測定, pH, 分
	光分析, 電気泳動, 酵素活性度
大 阪 市 立 大:	血液ガス, 呼吸ガス分析, EEG,
	EMG, 誘発電位, 血液の物理化
	学
奈 良 医 大:	EKG
鳥 取 大:	ガン EKG, 浸透圧の測定
広 島 大:	眼底検査, エルゴグラフ, 電気
	の血圧測定
九	大: クリアランス測定, 代謝測定,
	筋, 心筋の細胞内電位
長 崎 大:	神経の活動電位, GSR
熊 本 大:	EKG, EMG, EEG
鹿 児 島 大:	皮質運動領の刺激

改善の為に新設された設備 (10万円以上)

電 子 管 刺 激 装 置	57
ブラウン管オシロスコープ	40
インク書きオシロスコープ	14
キモグラフィオン	11
心 電 計	10
pH メ ー タ ー	6
レスピロメーター	6
電 磁 オ ッ シ ロ グ ラ フ	4
筋 電 計	4
遠 心 器	4
光 電 光 度 計	4
電 気 血 圧 計	4
脳 波 計	2
万 能 監 視 装 置	2
クロナキシメーター	2
比 色 計	2
連 続 撮 影 用 カ メ ラ	2
エレクトロマノメーター	1
分 光 光 度 計	1
電 気 温 度 計	1

直 示 天 秤	1
検 流 計	1
照 度 計	1
電 気 泳 動 装 置	1
ガイガーカウンター	1
シンチレーションカウンター	1
実 体 顕 微 鏡	1
動 物 人 工 呼 吸 器	1
ミ ク ロ ト ー ム	1
分 光 器	1

報 告

日本生理学会庶務幹事

日本生理学会常任幹事

今回常任幹事選挙の開票結果, 次の23名の方が選ばれた。(五十音順, 数字は定員数)

北海道地区 (2)	永井 寅男君・藤森 聞一君
東北地区 (2)	三田 俊定君・本川 弘一君
関東地区 (2)	鈴木 正夫君・高木 貞敬君
東京地区 (6)	内蘭 耕二君・勝木 保次君
	時実 利彦君・富田 恒男君
	松田幸次郎君・若 林 勲君
中部地区 (3)	伊 藤 竜君・高木健太郎君
	竹中 繁雄君
近畿地区 (4)	井 上 章君・鎌倉 勝夫君
	吉井直三郎君・吉村 寿人君
中国四国地区 (2)	西 田 勇君・福 原 武君
九州地区 (2)	緒方 維弘君・間田 直幹君

常任幹事の事務分担

常任幹事の互選による庶務, 会計の2幹事は庶務・会計両幹事共松田幸次郎君が当選された。なお編集幹事は追って常任幹事会に於いて協議することとし当分の間, 戸塚武彦君に編集委員としてその衝に当たって頂くことになった。

以 上

日 本 生 理 学 会 会 則

1. 本会は日本生理学会と称する。
2. 本会は生理学の進歩発展をはかるのを目的とする。
3. 本会は毎年1回大会を開いて会員の業績を発表討議し、総会及び評議員会を開いて会務を評議する。

大会の開催は前もって全会員に通知し演題を募集する。なお会員は各所在地に於て適宜地方部会をつくり、業績を発表討議することができる。

4. 本会は会員の原著、大会及び地方部会の講演抄録を発表するため機関誌邦文の日本生理学雑誌、欧文の Japanese Journal of Physiology を発行する。

5. 会員は、本会の趣旨に賛成する同学者で評議員の紹介あるものに限る。会員は年額 1,200 円の会費を負担し、学会及び機関誌に業績を発表することができる。

また日本生理学雑誌の頒布を受ける。

学校、図書館、研究所等の団体は準会員として年額 1,500 円の購読料を前納し、会誌の頒布のみを受ける。

特別会員は多年本会に功勞のあった会員で評議員会から推薦され総会の賛同によって定められる。特別会員の会費は免除される。

6. 本会の役員には評議員、常任幹事、当番幹事がある。

7. 評議員は本会の中核となる会員であつて、評議員の推薦により選考委員会を経て評議員会に附議して決定される。

評議員会は毎年大会の際開催され本会に必要な事項を評議する。

評議員会は地区別に定数の常任幹事を選出し、日常及び緊急の会務を委嘱する。

8. 常任幹事の中に庶務・会計・編集等幹事を置く。
9. 当番幹事は大会の開催を引受けた評議員であつて、大会の一切の事務を行なう。大会終了後次回当番幹事に事務引継を行って任期を終る。この任期中は常任幹事会の一員に加わる。

当番幹事は大会開催中常任幹事会・評議員会及び総会を招集し之を司会する。

10. 常任幹事会は必要に応じて各種の専門委員会を設け委員を委嘱することがある。必要に応じその委員は常任幹事会に出席し専門事項の審議に参加する。

11. 本会の会計年度は毎年1月に始まり12月に終る。

12. 本会の事務報告は総会及び日本生理学雑誌に発表する。

13. 本会の事務所は東京大学医学部生理学教室内に置く。

14. 本会則を変更するには評議員会の決議を経て総会の承認を得なければならない。

附 則

常任幹事に関する事項

全国を8地区に分け各地区の評議員の互選によって常任幹事を定める。地区及びその定員は下表による。任期は3カ年とし重任を妨げない。選挙の際評議員会は地区毎に2名の選挙管理委員を設け選挙事務を依頼する。選挙の結果は日本生理学雑誌上に報告する。

幹事の選出区分	定員 (計23名)
北海道地区	2 名
東北地区	2 名
関東地区 (新潟を含む東京を除く)	2 名
東京地区	6 名
中部地区 (金沢を含む)	3 名
近畿地区 (神戸を含む)	4 名
中国四国地区	2 名
九州地区	2 名

内 規

- 1) 評議員選考基準：多年本会会員として在籍し相当の生理科学の業績発表があり、満5年以上の研究歴があるもので本会評議員の推薦がなければならない。
- 2) 評議員は The Japanese Journal of Physiology を購読するものとする。
- 3) 会費滞納の会員は会員の資格が自然消滅する。

我 国 の 宇 宙 医 学

名古屋大学・環境医学研究所 本 林 富 士 郎

理工系を専攻した人々の努力が実って、宇宙飛行が可能になりました。この成果は原子エネルギーの開発と並んで、後世の史家が挙げる今世紀のトピックでしょう。これ等が発展して人間のために活用される段階になると、吾々医学の研究に携る者の協力を求められることがしばしば起るでしょう。私には苦い経験があるので、このことを述べて皆さんに考えて頂くために、この短文を書きました。

宇宙飛行の現在の段階は、丁度1903年のライト兄弟が初飛行に成功した直後の時期に例えられましょう。我国で航空医学研究の要請が強くなったのは、その後20年を経てからで、私が医学を修めて海軍に徴兵中の頃です。先輩に説得されて航空医学の研究に身を委ねる決心をしたのが、昭和3年、1928年です。何事でもそうでしょうが、新しい道を開くための困難を色々な方面で経験しました、がその中で最も困ったのは研究者の育成でした。人は急には出来ません。時間がかかります。この分野で飛行機の設計者や搭乗員に適切な資料を提供し、将来の進歩によって起るであろう命題を予想して研究をすすめる識量を得るには、熱意と年季が必要です。この如き研究者を十数名育てることが最大の苦勞でした。これと同じ心配を宇宙医学の将来について、しているのです。将来乗物は出来たが人間が乗れないといったことが起ったら、医学の研究に身を投じたものの責任と考えるからです。

現在の我国の状態では人間衛星の打上げは考えられません。従って宇宙医学研究の要請も殆んどありません。併しライトの初飛行後数年1910年頃の我国の飛行機に対する関心よりも、現在の人間衛星に対する関心の方が密接なように思います。現在、我国でも観測用ロケットが飛び、ソ・米を横綱とすれば幕下組の英・仏・独の間では優位

の方に数えられましょう。内閣の審議会でもこの分野の推進を色々な形で考えているようです。こんな点から将来の我国の発展に備えて、数名の医学分野の研究者が、今からソ・米の研究を理解し、各段階の研究を咀嚼し吸収して、我国で始まる場合の中核になり、リーダーになる人が必要であると考えのです。本腰を入れて研究する場合に烏合の衆にならぬよう、的を射た命題を把え適切な研究が出来るようにするための核は、年季と蓄積が必要です。

現在宇宙科学に関する組織は、国際科学連合会議 (ICSU) の一翼として宇宙科学研究委員会 (COSPAR) があり、COSPAR に対応して我国には学術会議に宇宙空間特別委員会が置かれています。この特別委員会は天文・物理・空力・通信・ロケット工学等の各学界よりの推薦者20名で構成され、生物関係の座が3名あります。生理科学連合の推薦で現在は私が委員ですが、唯一人の医学専攻者です。この特別委員会は、各国との情報交換、学者の交流、学会等、非常に活発に活動していると共に、我国の宇宙科学研究の元締的役割を果たしています。

一方、数年前より名古屋大学の環境医学研究所 (旧航空医学研究所) に航空医学の研究部門が増設され、ここで宇宙医学の第一歩が始まりました。又慈慶医大の生理学教室でも芽を出しているようです。更に三鷹の航空宇宙技術研究所と立川の航空医学実験隊でも、この分野の準備が問題になって来たようです。

以上極く簡単に紹介しましたが、数名の医学徒が打込んで取組むのに不足のない分野であり、その研究の場も出来たと考えますので、皆さんにこのことを知って頂いて、新しい分野を開拓する若い学徒を期待している次第です。

生 理 学 に お け る 将 来 計 画 の 立 案 提 案

生 理 学 の 将 来 を 語 る 懇 談 会

I. は じ め に

私達の活動する生理学の分野でも、生理学の現在と将来における研究方向と研究体制の問題を真剣に検討しようとする気運が漸く高まって来ました。

隣接の諸科学の分野では、既に1956年頃に検討をはじめ出した原子核将来計画を皮切りに、原子力、物性物理、化学、生物物理、生物科学、生化学、遺伝学等の分野が続々と研究計画を練り出しました。現在、科学のあらゆる分野で、研究規模の拡大、及び新しい研究の分野の開拓が行われ出し、これまでの限られた枠の予算や研究体制で、この事態を一時的に収拾するのではなく、長期的な研究計画をもとに、大局的な見地から研究を進める段階が来ていることを物語っていると思われまします。現在では16分野が学術会議の長期研究計画調査委員会を構成して、相互に計画の交流、調整をはかりながら基礎科学振興の総合的な計画を練っています。

これら科学の諸分野の動向に注目を払いながら、生理学若手研究者の有志は1962年7月、生理学会に続いて開催したシンポジウムで研究計画についても端緒を開く話し合いを持ちました。1963年3月には、ほぼ同時期に提案された一般生理研究所設立案に刺激されながら、若い層の研究者を主にして生理学の将来を語る懇談会が東京で2度、京都で1度開かれ、その討議資料も作製されました。

以上の準備段階を経て、4月3日、生理学総会の会場、大阪日生研修所で、未だ少人数ではありましたが、教授、助教授も交え、各大学からの20数名の参加者によって“生理学の将来を語る懇談会”が開かれました。

その席上では参加者自身のもつ問題意識から出発して、生理学の教育と研究体制の改善、充実の問題、生理学研究所の問題、研究生活上の問題等多くの事柄について意見が交されました。そして生理学の分野においても研究者一人一人の意見を十分に反映しながら研究計画の検討を開始するこ

とが是非必要であり、計画立案にあたっては、次に述べるような基本的原則が必要であろう、という結論に達しました。

II. 生理学の将来計画について

将来計画立案の提案理由

1) 基礎医学の一翼を担う生理学が、電子工学等の近接諸科学の進歩に伴って、近年飛躍的進歩をとげ、その成果と方法は逆に電子工学に影響を与え、その重要性は一段と認識されるに至っています。一方、今世紀に飛躍的に進歩をとげた物理学が、次の重要な課題として生体を窺い、今迄神秘のヴェールに包まれていた細胞以下のレベルの現象に分析のメスを加えようとし、それに伴って、本来物理的方法をとる生理学が大きく変貌しようとしている趨勢にあります。いうまでもなく生理学は生体現象の極めて広汎な問題についての長い研究の歴史と成果をもち、1つの独立した学問としての体系をもっています。しかし、その境界は閉ざれていず、常に近接諸科学との接触があって、はじめてその進歩が果されます。また、生理学内部でも多くの研究室、研究者の有機的交流と協同は更に著しい進歩を約束するでありましよう。

近年、研究に使用される諸測定器の種類は飛躍的に増加し、その性能も漸次向上の途をたどり、価格も極めて高価なものとなりつつあります。一大学、一研究室でとうてい処理し得ないような大規模な研究や研究施設、また全国的な協同研究が、今後生理学の分野でも、大きな比重を占めてくるでしょう。

ここに、全国的な規模での研究体制と共同利用研究施設の検討の必要性が起って来ていると思います。

2) 生理学を含めて基礎医学の振興が、いろいろな機会に問題にされています。このときに臨床医学、工学、生物物理学や宇宙科学、人文科学などの生理学への期待が、今後ますます増大するということにも関係して、単に現在の研究を維持し、その衰亡を憂うという観点でなく、今後の飛

躍的な発展の途を改めて描きなおす必要性があることを意味しています。それは医学における生理学の役割の問題、研究者の養成の問題、研究生活の保証の問題、ポストの問題及び研究条件の問題や、特に、将来の生理学を担っていくための研究能力の問題を含んでいます。特に医学部出身者がまだ大多数を占める医学部の生理学教室の中では、将来の研究生活に必要な応用数学、物理学、化学、物理化学、電子工学等の基礎訓練が組織的に行われる機会がなく、基礎医学科設立の是非も一部で論議されている折から、このような教育体制も将来計画の一環としてとり上げるべき時期にあると考えます。

3) およそ科学研究に携わり、それを通じて社会に参加、貢献できることをねがうわれわれがその将来あるべき姿を考え、その実現への計画を検討することは当然の義務でありましょう。現代では、科学者は個人の恣意的な自然探究の営みや与えられた費用の中で限られた責任を果たして良心の支えとするという立場だけには止まらず、重要な社会的機能の一面を担った構成員として一国の科学全体の進歩に責任を持つ、という観点が普遍的なものとなりつつあります。われわれが学術会議での立案に協力し、その呼びかけに応ずる姿勢は生理学や基礎医学の側からも重要な責務でありましょう。更に全体の総合的な計画の中で、生理学乃至は基礎医学の位置を絶えず見極めて行くことは、わが国の科学研究の均勢のとれた発展を考えるならば、決してゆるがせにできないことであります。学術会議で将来計画の立案が進行して居り、諸科学の分野で将来計画の立案の気運が高まりつつある現在は、生理学の将来を検討するまさに好機というべき時期でありましょう。

Ⅲ. 計画立案の基本的原則

A. 研究体制について

1) 研究体制の計画性：われわれは、わが国における生理学の研究が、一貫した計画性をもって整然と展開されることを希望します。このことは研究者の権利である研究の自由と矛盾するものではなく、また単に総花的な研究内容を意味するものでもなく、重点的且つ総合的な研究体制を意味するものであります。わが国の生理学は、いくつかの分野で優れた業績を生み、数多くの世界的

水準の研究者を生んで来ていますが、その業績の多くが個々の研究者の才能と苛酷な研究条件の中での努力に負うところが多かったと思われます。われわれは、いたずらにわが国の国情にそぐわない理想を追うものではなく、限られた研究条件と研究陣をもとに最大の成果を生む方策を問題にして居るのであります。

2) 研究体制の機動性：わが国の生理学の研究は、主として、教育と研究との両面の機能を備えた大学の生理学教室を中心として行われてきましたが大学の講座制を主とする現行の体制は上記の流動性をすこぶる困難なものにしています。勿論、いくつかの研究室の間では現行の制度の中で、意識的に上記の事項に意をそそいでいますが、例えば現在の流動研究員の定員増員の問題、現行研究所の拡充増設、共同利用研究所乃至研究施設設置の問題、大学院学生の流動に必要な単位制の問題、流動性をもったスタッフのポストの問題などが解決されねばならず、この際研究体制の機動性が制度的に保障されることが必要であると考えられます。

3) 研究体制の民主的性格：研究体制の立案、運営は、研究員の総意を反映するよう、民主的な討論によって常に支えられなければなりません。この原則は、1)、2)と関連して特に重要です。それは計画的、組織的な研究体制は、一方で研究の統制におちいり易く、個々の研究者の意思を、たえず集中させた形で研究が進められる必要があるからであります。また研究体制の機動性が制度的に保障されても、それが効果的に運営され、またその結果として秀れた研究が生れるためには、絶えず、内外の学問的進歩に即応した、多くの意見の調整を必要とするでしょう。近年の科学の進歩は、専門化を強める傾向にありますが、このことは一層、民主的な討論による研究者間の調整を必要とするものとなって居ります。

B. 教育体制の再検討

医学教育において基礎医学としての生理学が現在及び将来に担うべき、もっとも必要な役割を他の諸科学の進歩との深い関連において明らかにして行く必要があります。又、生理学が臨床医学の基礎となっている面と基礎生物学の一翼を担っている面とに考慮を払いながら、将来のすぐれた生理学研究者を養成してゆくための教育体制を

検討することが必要でありましょう。

C. 研究生活の保障について

基礎医学の衰微が憂えられる1つの大きな原因として、研究者の生活が余りにも冷遇をうけて来たという事実は言を俟たない所です。おしなべて、わが国の基礎科学者は冷遇に耐え、多くの犠牲を払いながら研究を進めて来ました。これは一朝一夕に改善するには余りに困難な問題だと思われます。しかし、健康で文化的な生活の保障をもちながら研究を進めることは研究者の権利の問題であり、更に、より優れた研究業績を生み出す基盤になる、と考えます。現実に研究生活を保障するための方策を一貫して追求すべきでありましょう。

IV. 生理学将来計画委員会設置 の要望について

生理学の研究及び教育を、現在から将来にかけて着実に発展させていくために生理学研究者一人一人の意見を深く反映させながら、一貫してわが国の生理学研究の内容と方向、研究体制、教育体制を検討していく委員会が要望されます。現に生理学会に設置されている生理学振興委員会を継承するものであれ、新設されるものであれ、各年令層、各分野からひろく選出された委員により、既に行われている将来計画立案や立案活動と提携し

ながら長期にわたって立案活動がなされる必要があると思います。科学者自らの手で、その最も適切な研究機構を検討するという芽を、今後、育成し、広げていくことを通じて、わが国の生理学の研究が、更に前進することを心から期待するものであります (1963年6月)

生理学の将来を語る懇談会

世話人 磯 本 昭 夫 (阪大第1生理)
塚 原 伸 晃 (東大第2生理)
山 岸 俊 一 (医歯大心研生理)

—参 考 資 料—

生化学将来計画第一次案

生物物理学将来計画第一次案

原子核研究将来計画

科学研究基本法案

(以上 日本学術会議資料)

小 沼 通 二：科学研究の将来計画と学術会議
科学 (1962) 8月～12月, 科学
(1963) 4月

北 川 敏 男：将来計画をかかげた学術会議
自然 (1962) 12月

間 田 直 幹：基礎医学振興の1つの方策
生体の科学 (1962) No. 4

生理学の将来を語る若い研究者懇談会の報告
(1963) 3. 22 東京

* すばらしいアイディアがすみずみに活きている

これからの顕微鏡



島津大形顕微鏡

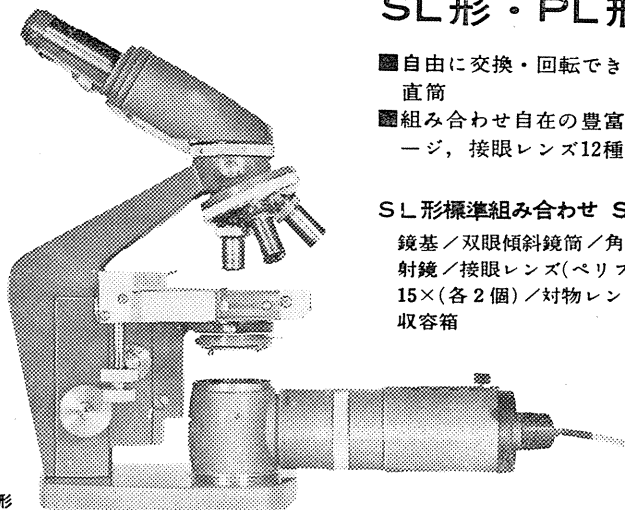


Shimadzu

SL形・PL形 〈50～1,500×〉

■自由に交換・回転できる／単眼・双眼45°傾斜鏡筒および写真用直筒

■組み合わせ自在の豊富な交換部品／角形・丸形メカニカルステージ、接眼レンズ12種、対物レンズ7種、照光ランプほか



SLB形

SL形標準組み合わせ SLB形

鏡基／双眼傾斜鏡筒／角形載物ステージ S3形／直射照光ランプ／反射鏡／接眼レンズ(ペリプラン)P5×、接眼レンズ(広視野)WF 10, WF 15×(各2個)／対物レンズ(アクロマート)10, 40, HI100×／双眼用収容箱

〈カタログ進呈〉

本社 京都市中京区河原町二条南 京都 23-6161 支社 東京・支店 大阪・福岡・名古屋・広島・札幌

島津製作所

各科領域における

健保適用

37.10.1より

耐性

ブドウ球菌感染症に



医薬は萬有

内服用・注射用・新合成ペニシリン

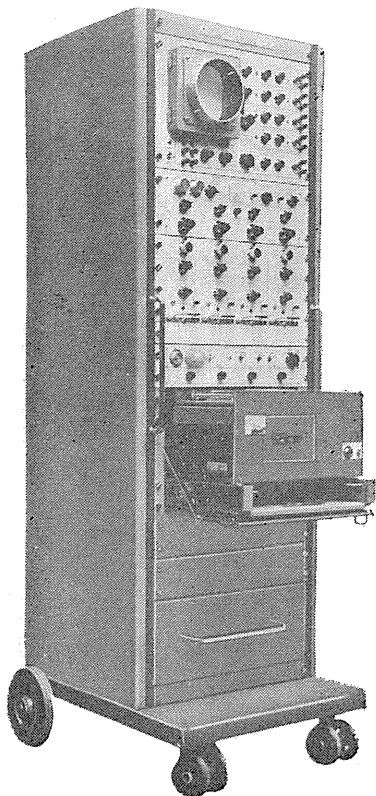
スタフシリン-V

STAPHICILLIN-V (メチルフェニルイソキサゾリルペニシリンナトリウム)

内服用(錠剤・カプセル)・筋注用

製造発売元 萬有製薬株式会社 東京都中央区日本橋本町 2-7

昭和三十八年七月二十日印刷



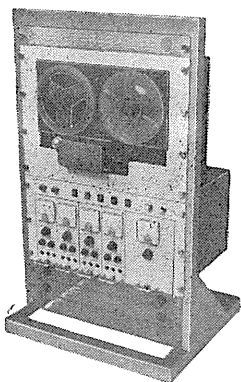
多用途監視記録装置 RM-150

各種生体現象の4-8素子監視記録装置であり、4現象ブラウン管オシロにより波形を観測し直記式オシロによりDC-150 c/s の記録ができます。
 また前置増幅器はプラグイン式で各種選択組み合わせができますから、1台で多用途に応用できる万能型装置です。
 ・プラグイン式前置増幅器の種類・生体電気用、ひずみ・力計用、1素子心電図用、心音増幅用、高感度直流増幅用、積分用等、直流増幅用。

磁気記録再生装置

SDR-41 (ラックタイプ)
 SVR-21 (ラックタイプ)
 SPR-30 A (可搬型)

1/4"テープ使用、各ユニットの差し換えにより多用途に応用できます。記録波形の再現、波形の解析に最適です。



世界に躍進する



日本光電工業

型名	SDR-41	SVR-21	SPR-30A
形	ラックタイプ		可搬型
トラック数	4	2	3
テープ速度	19.5cm/s	9.5, 19.5, 及び29.5	19.5cm/s
ユニット	PR-1 PD-2 FM-1 AB-1		
特性	DC-100% 100%	DC-80% 1KC-3KC	0.3% 1KC-100%
SN	40dB	35dB	35dB
歪率	1%	1%	2%
		10%	3%
			1%

脳波分析装置・音刺激装置・電気脳内(眼底)血圧計・電子管刺激装置・万能ブラウン管オシロスコープ
 計・心電計・電気血圧計・微細電極用増幅器・インク書オシログラフ
 計・呼吸流量計・磁気記録再生装置・即像式電磁オシログラフ

日本光電工業株式会社

東京都新宿区角筈2丁目84番地 スタンダードビル
 仙台営業所 仙台市東三番丁70 山一会館内
 名古屋出張所 名古屋市千種区覚王山通り7-1田代ビル
 大阪営業所 大阪市北区南森町11第一ビル内
 福岡営業所 福岡市浜小路26浜小路ビル

TEL (324) 8 2 4 1-5, 4 8 6 4
 弘前出張所 弘前市豊原1-56
 広島出張所 広島市荒神町189
 札幌代理店 石村器械製作所札幌市北8条西4丁目

編集兼
 発行人

東京都文京区本富士町
 東京大学医学部生理学教室内
 戸塚武彦

印刷者
 印刷所

山形県鶴岡市馬場町甲三
 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内
 日本生理学会

振替東京八六四三〇
 定価百五十拾円