

日本生理學雜誌

JOURNAL OF THE PHYSIOLOGICAL SOCIETY OF JAPAN

原 著

- 山口 雄 三：辺縁系電気刺激による条件付けの研究（その2）辺縁系高頻度刺激による
発作放電の条件付けについて……………181
- 漆 葉 昌 延：直接電気刺激による家兎嗅球の誘起電位について……………190
- 石河利寛・山川 純・宮島昌子：脳圧上昇によって催起された血圧の周期的動揺について……………203
- 上田基二・原千代子・品川嘉也：赤血球計算における誤差について……………215

地 方 小 学 会 報

- 第13回日本生理学会中国・四国部会（つづき）……………221
- 第7回日本生理学会中部談話会……………225
- 第142回生理学東京談話会……………231
- 第143回生理学東京談話会……………235
- 第144回生理学東京談話会……………235
- 第25回生理学近畿談話会……………235

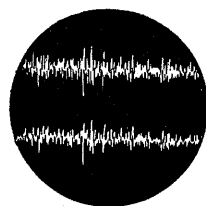
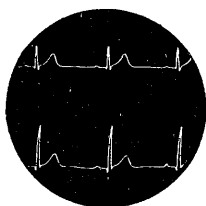
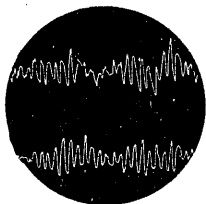
Originals

- YAMAGUCHI-Yuzo : Conditioning of limbic system stimulation effects. 2. Conditioning of
seizure discharges with high frequency stimulation of limbic structures ……181
- URUHA-Masanobu : The olfactory bulb response induced by direct electrical stimulation
in the rabbit……………190
- ISHIKO-Toshihiro・YAMAKAWA-Jun・MIYAJIMA-Masako : Undulatory changes of the
blood pressure elicited by the elevation of intracranial pressure ……203
- UYEDA-Motoji・HARA-Chiyoko・SHINAGAWA-Yoshiya : Note on the error of counting with
hemocytometer……………215

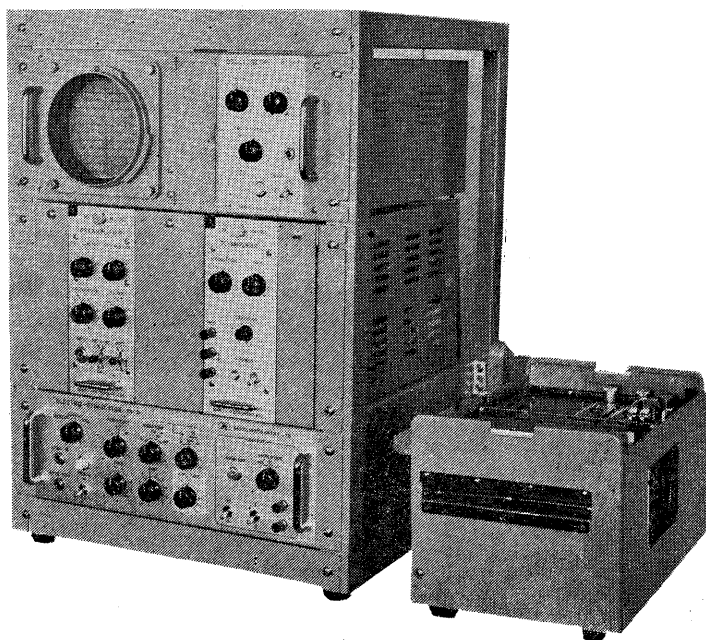
日 本 生 理 学 会

Physiological Society of Japan

新製品



生体電気の研究に 学生実習用に 電気生理用実験装置



- ・脳波、心電図、筋電図などの測定に、または電気刺激による生体現象の測定に
- ・増巾器、刺激器、ブラウン管装置はラックパネル式構造
記録装置はインク書き式で適宜組合せられる
- ・操作簡便、構造堅牢
- ・価格低廉

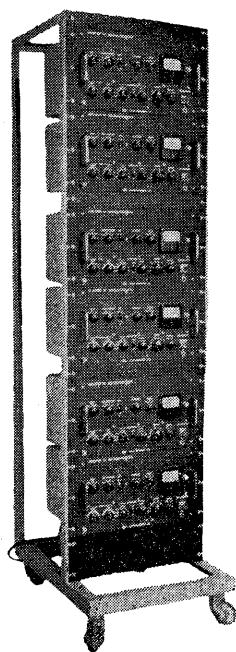
生体電気現象測定用増巾器

EB-101-Y 型

- ・ラックパネル式構造
- ・脳波、心電図、筋電図はもとより皮膚電気反射、呼吸曲線、指尖脈波等も測定できるポリグラフ用の増巾器

主 要 製 品

脳波計・脳波分析装置・筋電計・アネロゲーター・ニスタモグラフ・電気刺激装置・インク書き式オシログラフ・電磁オシログラフ・ブラウン管連続撮影装置・直流増巾器



販売元 **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

製造元 **三栄測器株式会社**
三栄レコーダー製造株式会社

辺縁系電気刺激による条件付けの研究 612.833.81

(その2) 辺縁系高頻度刺激による発作放電の条件付けについて

Conditioning of limbic system stimulation effects

2. Conditioning of seizure discharges with high frequency stimulation of limbic structures

山口 雄 三 (YAMAGUCHI-YUZO)*

Using pure tone as conditioned stimulus, conditioning of seizure discharges with electrical stimulation of limbic structures was tried in unanesthetized cats. The results were as follows.

1. In the early stage of conditioning, generalized evoked potentials followed by hippocampal arousal pattern and peripheral reactions such as tonic stiffening and controversial head turning were induced by CS.

2. In the later stage, single spikes or polyspikes diffusely irradiating from the site of stimulation (hippocampus or amygdala) were witnessed in the background EEG's. These spikes could be seen during CS after several hundred and thousand trials.

3. These animals often showed behavioral disorders such as rage reaction or lowering threshold of tonic clonic seizure. In the course of conditioning.

4. The hypothesis of switching mechanisms of the limbic system is discussed.

1. 緒 言

発作放電の条件付けはてんかん患者に於いて, Gastaut et al¹⁾, Stevens²⁾³⁾等の試みがあるが, 正常動物については, Kreindler⁴⁾の sensori-motor cortex の電気刺激による実験があるに過ぎない。

辺縁系は sensori-motor cortex と並んで発作放電の閾値のもっとも低い部位の1つであり, 最近では psychomotor epilepsy の焦点として注目を浴びている。著者は辺縁系の電気刺激によって生ずる発作放電の条件付けを試み, 興味ある知見を得た。

II. 実験方法

本実験には, 慢性電極を植込んだ成猫4匹を雌雄を問わずに使用した。条件刺激としては 500 c/s 又は 1800 c/s tone (中等度の大きさ) を用い, 無条件刺激は 50 c/s 又は 100 c/s, 0.1-0.5 msec, 3-10 V の矩形波電気刺激で, 海

馬又は扁桃核に挿入固定された1対の記録電極を通じて与えられた。無条件刺激は閾値刺激で, 発作放電が 5 sec 以上続かぬ様, 出来るだけ tonic-clonic convulsion を避ける様注意した。無条件刺激は 2 or 3 sec 与えられ, 条件刺激は 2 又は 3 sec それに先行し, 無条件反応(発作放電)と同時に終る様組合された。両刺激の組合せを, 1分又は2分に1回の割合で毎日50回与えたが, たまたま tonic-clonic generalized seizure が起った時は, 30分乃至2時間の休止の後に, 更に組合せ刺激を続行した。

実験方法の他の詳細は, 前論文(その1)⁵⁾と同様である。

III. 実験成績

各例について, 条件付け工作及び実験的消去に伴う脳波及び行動の変化を記述し, 後にそれらの一般的性質をまとめることにする。

第1例, Cat No. 104 ♂

条件刺激は 500 c/s tone を用い, 無条件刺激としては, n. amygdaloideus lateralis の電気刺激(0.5 msec, 50 c/s, 9-10 V)を 3 sec 与えた。無条件刺激によって, 脳波的には after-

* 大阪大学医学部第2生理学教室(吉井直三郎教授)
2nd Dept. of Physiol., Osaka Univ. School. of Med.
〔昭和36年11月10日受付〕

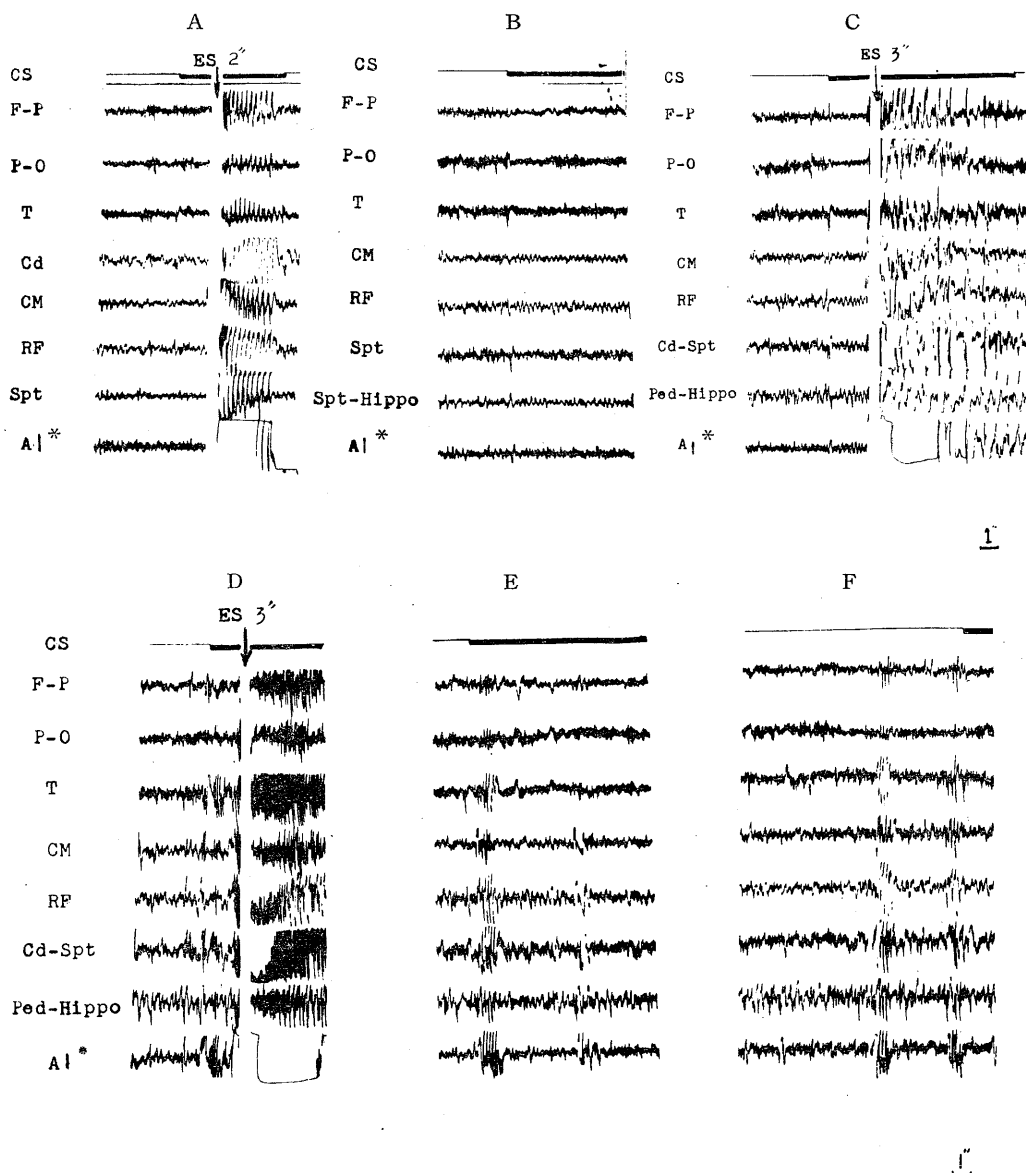


Fig. 1, A-F. Cat No. 104.

EEG's in the course of electrical conditioning of n. amygdaloideus lateralis. The CS is 500 c/s tone and the UCS, electrical stimulation of n. amygdaloideus lateralis at 50 c/s.

A. At the first reinforcement. Almost no change occurred during the CS. 3 c/s generalized spike seizures were evoked by the UCS.

B. At the test after 390 reinforcements. The CS caused generalized evoked potentials followed by hippocampal arousal pattern (cortical desynchronization and 4 c/s synchronization in n. centrum medianum, formatio reticularis and hippocampus). Behaviorally the animal showed tonic stiffening during the CS.

C. At the 831th reinforcement. Marked enlargement of generalized evoked potentials and the following hippocampal arousal pattern (4 c/s synchronization spread to the septal area and n. amygdaloideus lateralis) were induced by the CS.

D. At the 1495th reinforcement. Polyspike discharges occurred during the CS.

E. At the test after 1716 reinforcements. Polyspikes widely appeared during the CS. They are marked in the temporal cortex and subcortical leads.

F. At the 1768th reinforcement. Conditioned polypike discharges appeared just before the CS, supposing that the time conditioning was established.

discharge として 4-5 sec 続く 3 c/s generalized spike seizure が認められ、行動上では、刺激中は tonic stiffening および徐々に刺激と反対側に向う head turning が、又 afterdischarge の時期には同側顔面の tic (時には反対側にも拡がる) および licking, chewing が起った。

型のごとく予め条件刺激の habituation を行なった後 (此の例では条件刺激を出来るだけ弱くしたので、動物は最初から脳波的にも行動上も殆んど変化がなく、10-20 回の慣れ工作によって完全に不関刺激となった)、条件付け工作を開始した。強化4-6回の後、条件刺激で generalized evoked potentials 及びそれに続く hippocampal arousal pattern が現れる様になった。此の際 hippocampus の約 5 c/s synchronization は、n. caudatus, n. centrum medianum, septal area, formatio reticularis に拡がっており、殊に CM 及び RF に於て著明であった。強化40-60回で、evoked potentials は全誘導に亘って増大し、hippocampal arousal pattern も益々明瞭に現れる様になった。末梢反応の条件付けは、強化150-170 回後に条件刺激で tonic stiffening が現れ始め、400-500 回強化の頃には確立した。強化1000回を越えると刺激部位 (AI) から拡がる single spike 又は polyspike が無刺激中 (CS-CS interval) に散発する様になり、強化1200-1300 回頃から条件刺激中に現れる様になった。此の spikes ははじめ n. amygdaloideus lateralis 及び temporal cortex に、次いで全誘導に亘って出現するに至った (subcortical leads に大きく、cortex では temporal に著明)。これらの経過中に interval を 5 sec 延長した時、これらの generalized polyspikes が時間反射性に条件刺激の直前に現れるのが見られた。

此の例では、40日間に亘り強化回数約2000回に及ぶ実験を行ったが、typical な amygdaloid seizure を条件刺激だけで誘発することは出来なかった。又行動上では、tonic stiffening は益々強固に条件付いたが、tic, chewing, licking は条件付けることが出来なかった。

尚興味ある事に、此の動物は40日目の実験の後で、実験室内で突然 rage reaction を起し、cage に戻っても尚続き、遂に電極を破壊し、実験継続不能となった (Fig. 1, A-F)。

第2例, Cat. No. 115 ろ

条件刺激として 1800 c/s tone を、無条件刺激としては、n. amygdaloideus lateralis の電気刺激 (0.5 msec, 100 c/s, 8 V) を 3 sec 与えた。無条件刺激で脳波的には afterdischarge として 3-10 c/s generalized spike seizure が 4-5 sec 続き、行動上は、刺激中は刺激反対側に向う head turning また刺激終了後の afterdischarge の時期に一致して、同側顔面の tic 及び chewing が観察された。

habituation の完成後、条件刺激が脳波的にも行動上も殆んど不関となったのを確認して、条件付けを開始した。強化5-7回頃から条件刺激で generalized evoked potentials とそれに続く hippocampal arousal pattern (VA と RF に拡がる) が現れる様になり、強化35回以後ではこれらの変化が明瞭となった。強化100-150回では上記の脳波変化と共に、行動上動物は刺激反対側に向う head turning を起す様になり、これは強化約300回で、殆んど必ず起るようになった。強化550回を過ぎる頃から、刺激部位 (AI) に single spike 又は polyspike が CS-CS interval に現れ、多くは n. amygdaloideus lateralis に限局するが時として n. ventralis anterior, formatio reticularis 及び temporal cortex にも拡がった。強化約700回の後には、この spikes が時に条件刺激中にも出現する様になった。此の spike の条件反射性出現は、総計1200回強化の後でも必ずしも恒常的ではなく、又現れる時は多くは刺激部位に限局し、他の誘導に拡がることは極めて稀であった。強化900回の後で、test と同時に flicker activation を試みた際、polyspikes は刺激部位から n. ventralis anterior, formatio reticularis に拡がったが、hippocampus には見られなかった。此の際皮質には flicker driving が広く出現した。

強化1200回の後、実験的消去を行った。上記

の polyspike は消去第1日30-40回の消去操作で完全に消失したが、刺激反対側に向う head turning は、3日間に亘る150回の消去操作で漸く消去することが出来た。尚此の末梢反応が現れている時の脳波 pattern は hippocampal arousal pattern であり、これは消去操作に際して末梢反応より長く後まで残った (Fig. 2, A-B).

第3例, Cat No. 105 ♀

条件刺激は 500 c/s tone 無条件刺激としては hippocampus-pyriform cortex の電気刺激 (0.1 msec, 50 c/s, 3-5 V) を 3 sec 続けた。無条件刺激で脳波的には afterdischarge として皮質皮質下に広く出現する 10 c/s generalized spike

seizure が見られたが、行動の上では軽度の arrest reaction 及び時に探求反応 (restlessness) を示すのみだった。

habituationの完成後、強化工作を開始した。強化15-20回で、条件刺激でgeneralized evoked potentialsに続くgeneralized desynchronizationが起るようになり、強化40回の後には hippocampus-pyriform cortexに約5 c/s synchronizationが現れる様になった。強化200回を過ぎる頃から、CS-CS intervalでhippocampus-pyriform cortexにsingle spike (時に polyspike) が現れ、amygdala, corpus callosum 及び frontal cortexに拡がることもあった。260回強化の後では、これらは条件刺激中に現れる様になった

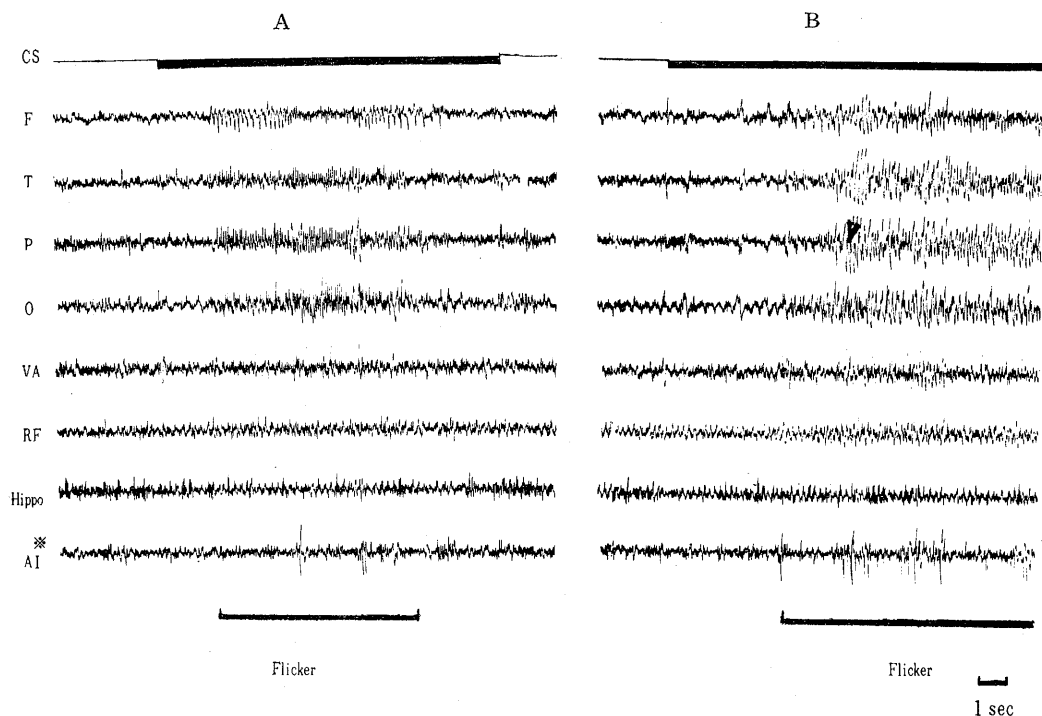


Fig. 2, A-B. Cat No. 115.

EEG's in the course of electrical conditioning of n. amygdaloideus lateralis. The CS is 1800 c/s tone and the UCS, electrical stimulation of n. amygdaloideus lateralis at 100 c/s.

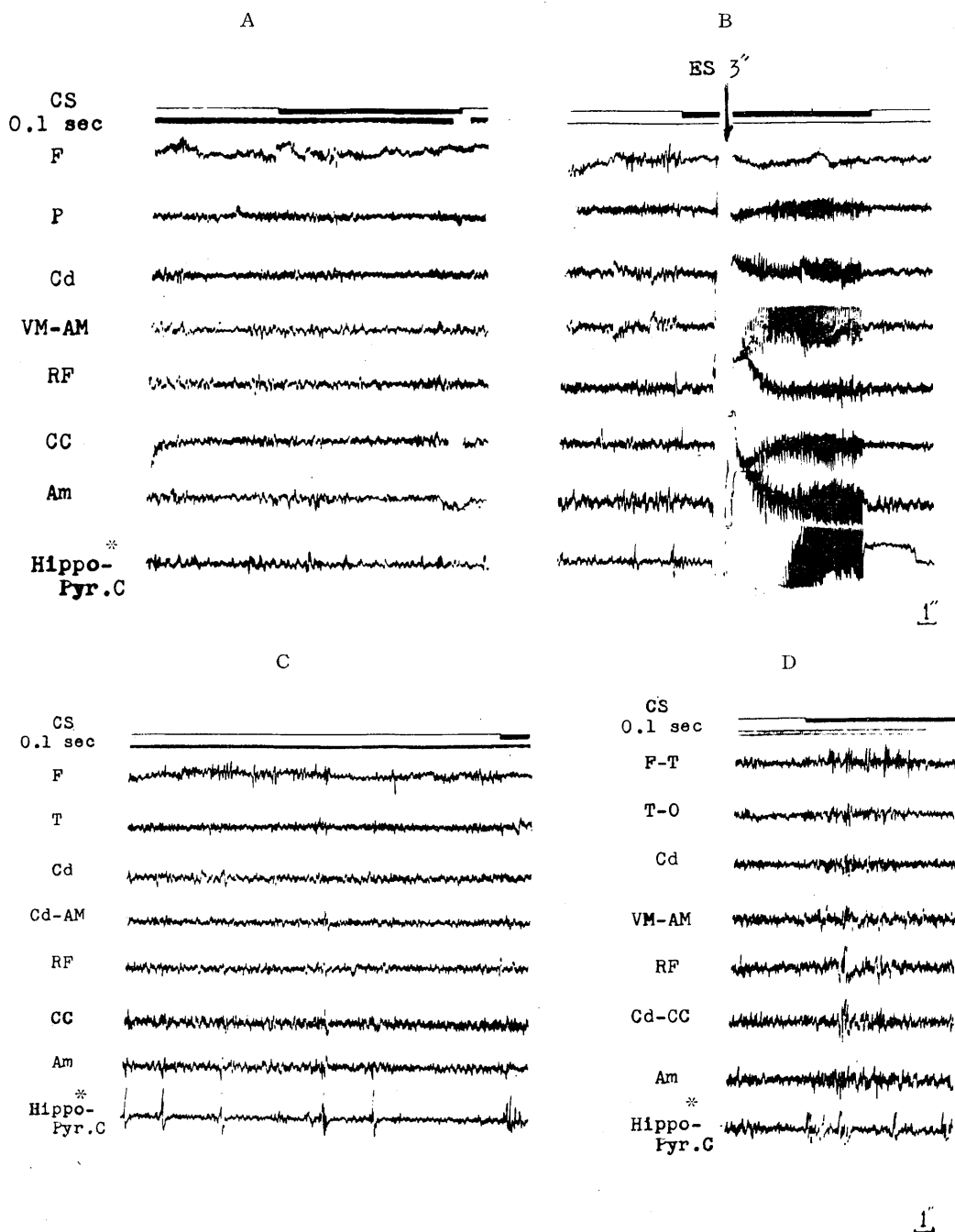
A. At the test with flicker activation after 413 reinforcements. Single spikes in n. amygdaloideus lateralis could be rarely evoked during flicker activation, while flicker driving responses appeared widely in the cortices.

B. At the test with flicker activation after 980 reinforcements. Single spikes or polyspikes were evoked in n. amygdaloideus lateralis and sometimes spread to n. ventralis anterior and formatio reticularis, while flicker driving responses were clearly seen in the cortices.

が、多くは polyspike の形をとり、他の誘導への拡がりは稀であった。強化 850 回の頃からこれらの single spike 又は polyspike は条件刺激中に時として殆んど全誘導に拡がったが、特に corpus callosum, formatio reticularis など

に著明であった。

尚その際行動には著変なく、軽度の arrest reaction を示した。此の例では総計 2400 回に亘る強化の後にも、条件刺激で typical な hippocampal seizure を誘発することは出来なかった



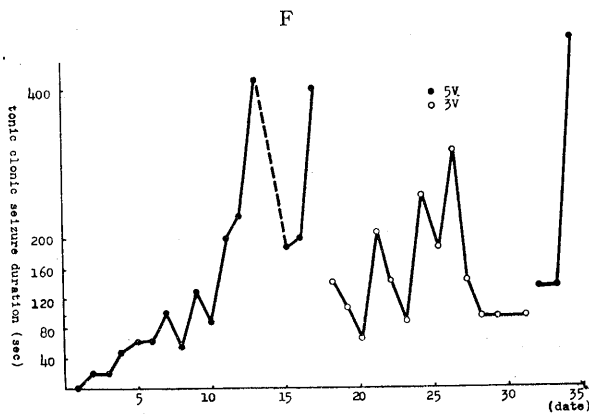
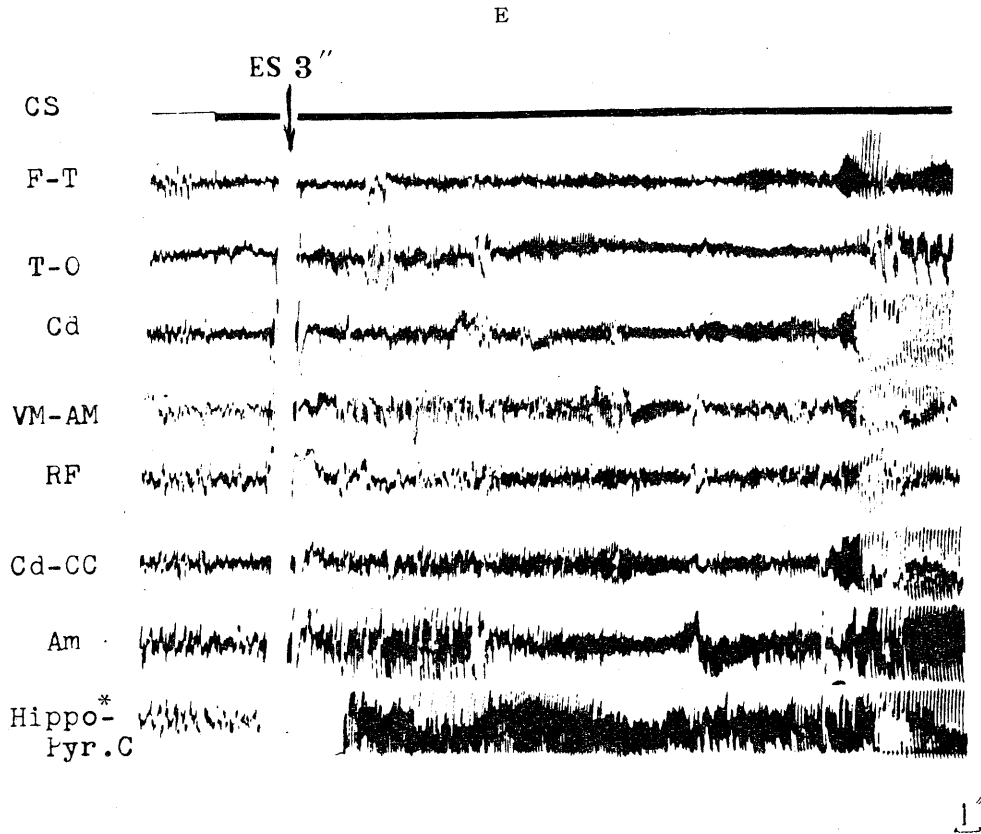


Fig. 3, A-F. Cat No. 105.

EEG's in the course of electrical conditioning of dorsal hippocampus-pyriform cortex. The CS is 500 c/s tone and the UCS, electrical stimulation of dorsal hippocampus-pyriform cortex.

A. After completion of habituation. Little change is observable during the CS.

B. At the 161th reinforcement. The CS caused generalized evoked potentials followed by hippocampal arousal pattern.

C. At the 268th reinforcement. Single spikes in dorsal hippocampus-pyriform cortex (sometimes irradiating to corpus callosum) were seen in the CS-CS interval. The CS

caused polyspikes in dorsal hippocampus-pyriform cortex.

D. At the test after 1173 reinforcements. Conditioned single spikes or polyspikes widely appeared in cortical and subcortical leads.

E. At the 1319th reinforcement. Tonic-clonic seizures were induced by the UCS.

F. The time course of the lowering threshold of tonic-clonic seizures.

が、強化が進むにつれて無条件反応としての hippocampal seizure の閾値が下り、しばしば tonic-clonic seizure に発展する様になった。全強化終了後、実験的消去を行ったが上記 single spike 又は polyspike は、80-100 回の消去操作で完全に消失し、seizure の閾値は復元した (Fig. 3, A-F)。

第4例, Cat No. 118 ♀

条件刺激は 1800 c/s tone, 無条件刺激としては hippocampus の電気刺激 (0.5 msec, 50 c/s, 6 V) を 3 sec 与えた。無条件反応は、脳波的には afterdischarge として 6-10 c/s generalized spike seizure が約 5 sec 続いて現れたが、行動上では時に restlessness を示すだけで殆んど変化はなかった。型の如く habituation を行った後に強化工作を開始した。5-7 回強化の後に条件刺激で generalized evoked potentials 及びそれに続く hippocampal arousal pattern が起る様になり、35-40 回強化で、これらの所見は益々明瞭となった。此の際約 5 c/s synchronization は, formatio reticularis, n. medialis dorsalis に拡がった。強化 450-500 回頃から、刺激部位に局限し、又は全誘導に拡がる single spike が CS-CS interval に見られる様になった。しかし 3 週間に亘る 1200 回強化を行った後も、此の single spike は条件刺激中に稀に出現するに過ぎなかった。尚、無条件反応として seizure discharge は強化につれて漸次出やすくなり稍長く続く様になったが、tonic-clonic convulsion に発展することは稀であった。末梢反応の条件付けとしては、条件刺激中に時として restlessness を示した。

上記 single spike は、消去操作によって完全に消失した。

以上を要するに、海馬・扁桃核系発作放電の条件付けに際して見られる脳波及び行動の変化は、

- 1) 条件付け初期に、条件刺激で generalized evoked potentials とそれに続く hippocampal arousal pattern が起る様になる。
- 2) 更に強化を続けていくと、CS-CS interval

に刺激部位から single spike 又は polyspike が現れるが、時には他の誘導に拡がる。

3) 次いで、この刺激部位からの spike は条件刺激で誘発される様になり、はじめは刺激部位に局限する傾向があるが、強化を重ねるにつれて多くは generalized に拡がる様になる。

4) 此の間、扁桃核刺激の例については、tonic stiffening 及び head turning が条件付けられるが、tic, chewing, licking等は条件付かなかった。海馬刺激の例では、無条件反応としての行動変化を僅少にしたためか、条件反応としては、軽度の arrest 又は restlessness の程度で、特に著しい行動変化はなかった。

5) 上記の如き条件付けられた脳波及び行動変化は、消去操作によって消失する。

6) 各例について、3-8 週間に亘り、1200-2400 回に及ぶ強化を行ったが typical な hippocampal or amygdaloid seizure を条件付けることは出来なかった。

7) しかし乍ら、無条件反応としての発作放電は漸次閾値が下り、しばしば tonic clonic generalized seizure に発展する様になった。これらの変化は可逆的であり、実験的消去又は自然消去によって閾値は復元した。又、或る例では rage reaction を起した。

IV. 考 察

1. 条件付け初期の脳波変化について

辺縁系電気刺激による発作放電の条件付けの初期に、条件刺激で generalized evoked potentials よびそれに続く hippocampal arousal pattern が起る様になった。此のことは、古典的条件反射及び頻度特異波条件付けの場合と全く同様であり、発作放電の条件付けに際しても先づはじめに脳幹網様系及び海馬覚醒系が働くことを想像させる。

2. 末梢反応の条件付けについて

扁桃核刺激の場合、行動の上では、刺激中は tonic stiffening 及び controversial head turning, また刺激後の afterdischarge の時期に一致して、同側顔面の tic 及び chewing, licking 等

が起ったが、そのうち条件付ける事が出来たのは、tonic stiffening 及び head turning 等の tonic reaction で、tic, chewing, licking などは条件付けることが出来なかった。これは脳波的に typical な afterdischarge (seizure) を条件付ける事が出来ず、刺激部位から拡がる single spike 又は polyspike を得たに止まったことと関係がある。

海馬刺激の場合、刺激中及び afterdischarge の時期を通じて、orienting reflex, restlessness 又は軽度の arrest reaction 等を示し、強化を重ねるにつれて、条件刺激中にもこれらの反応が出現する様になるが、元来弱い反応なので、条件反応としては必ずしも明瞭でなかった。これは、扁桃核に比して海馬は発作放電の閾値が低く、本実験で用いた程度の弱い刺激では、発作放電は起るが末梢性無条件反応は著明でなかったことによるものである。

3. 条件反射性棘放電について

本実験では、各例について極めて多数回の強化を行っているが、結局 typical な hippocampal or amygdaloid seizure を条件付けることは出来ず、条件刺激部位から拡がる single spike 又は polyspike を得たに過ぎない。しかし乍ら、これらの棘放電は、本実験の前後 1-2 ケ月（他系列の実験を行った）の記録には全く見られなかったものであるから、辺縁系にある発作系の一部の構成単位が条件付けられたと考えてよいと思われる。

Kreindler は犬で、sensori-motor cortex の電撃による実験的 Jacksonian epilepsy の条件

付けに成功したことを報告している。此の報告の詳細は不明であるが、本実験の成績との相異は多分実験方法の違いによるものであろう。

4. 条件付け経過中に動物の示す行動異常について

辺縁系電気刺激による発作放電の条件付け工作を多数回繰返すと、発作放電の閾値が漸次低下して、generalized tonic-clonic seizure に発展する様になったり（海馬刺激の場合）、或は、実験中に突然 rage reaction を起して cage に帰った後もおさまらず、遂に電極を破壊するに至ったり（扁桃核刺激の場合）する現象が見られた。それらは前報告（その1）⁵⁾の実験的神経症と密接な関連のある現象であり、何れも辺縁系の情動面での役割を暗示するものである。

5. 海馬低頻度刺激（前論文）の場合との比較

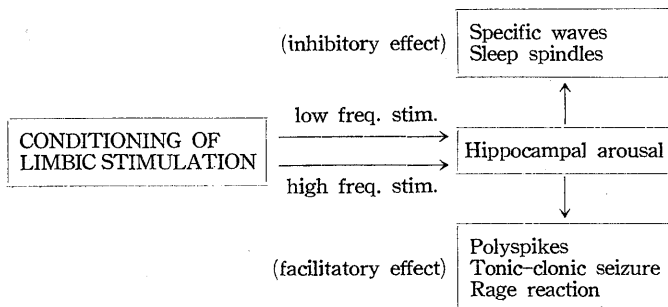
先きに述べた如く、海馬低頻度刺激により皮質同期波（頻度特異波）又は睡眠紡錘波を条件付けることが出来⁵⁾、又本論文に於いてのべた如く、高頻度刺激による条件付けに際しては、刺激部位から拡がる棘放電及び発作放電の閾値低下又は rage reaction を得る事が出来た⁶⁾。何れも条件付け初期には、条件刺激で generalized evoked potentials とそれに続く hippocampal arousal pattern が現れたのであるが、その後において上述の様な両方向への発展を示したものである。即ち、低頻度刺激の場合には辺縁系のもつ制止性効果が条件付けられ、高頻度刺激の場合には辺縁系のもつ発作誘発能が条件付けられたものと解釈される。このことはまた、警

戒反応が中脳網様体で、注意集中が視床網様体で起るのに対して、注意の転換は辺縁系によるのであろうという吉井教授の仮説を支持する。

V. 結 論

1. 無麻酔、半拘束の猫を用い、海馬又は扁桃核及びその隣接諸構造を電気刺激して得られ

Table 1.



る hippocampal or amygdaloid seizure を無条件反応とし、それに先行する音刺激を組合せた。

2. 条件付け初期に、条件刺激で generalized evoked potentials 及びそれに続く hippocampal arousal pattern が現れる。

3. 強化を更に進めていくと、CS-CS interval に刺激部位から拡がる棘放電が現れるようになり、後には条件刺激中に出現する。

4. 本実験法によっては、tonic contraction (head turning, stiffening) のごとき末梢反応は条件付けられるが、phasic contraction (tic, chewing, licking) は条件付けられなかった。

5. 更に tonic-clonic seizure または rage reaction の閾値低下に発展した。

6. 上記諸変化は、消去操作によって消失する。

7. 辺縁系のもつ生理的意義の一つとしての注意転換能について考察した。

(本論文の要旨は、第56回日本精神神経学会総会及び第37回日本生理学会総会に於いて発表した。尚、研究費用の一部は、文部省科研費辺縁系研究班の援助を受けた。)

稿を終るに臨み、終始懇切な御指導を賜った吉井教授、御援助を惜しまれなかった第2生理及び第3解剖教室員諸氏に心から感謝します。

文 献

- 1) Gastaut, H., H. Regis, S. Dongier et A. Roger (1956) Conditionnement électroencéphalographique des décharges épileptiques et notion d'épilepsie

réflexo-conditionée. Rev. Neurol. **6**, 829

- 2) Stevens, J. R. and C. M. Stevens (1960) Cyclic conditioning of epileptic discharges. EEG Clin. Neurophysiol., **12**, 705
- 3) Stevens, J. R. (1960) Electroencephalographic studies of conditional cerebral response in epileptic subjects. EEG Clin. Neurophysiol., **12**, 431
- 4) Kreindler, A. (1955) Epilepsia, Editura Academicii Populare Romine. cited by H. Gastaut.
- 5) 山口雄三 (1962) 辺縁系電気刺激による条件付けの研究 (その1) 海馬低頻度刺激による紡錘波の条件付けについて 日本生理誌 **24**, 163
- 6) Yoshii, N. and Y. Yamaguchi (1960) Conditioning of spindle burst discharges induced by electrical stimulation of dorsal hippocampus in cat and dog. Neurologia, medico-chirurgica, **2**, 56
- 7) Yoshii, N. and Y. Yamaguchi (1962) Conditioning of seizure discharges with electrical stimulation of limbic structures. To be published.

Abbreviations

- AM : n. anterior medialis.
 Am : n. amygdalae.
 Al : n. amygdaloideus lateralis.
 CC : corpus callosum.
 cHippo : contralateral hippocampus.
 CinC : cingulate cortex.
 CM : n. centrum medianum.
 F : frontal cortex.
 Hippo : hippocampus.
 MD : n. medialis dorsalis.
 O : occipital cortex.
 P : parietal cortex.
 Put : putamen.
 PyrC : pyriform cortex.
 RF : formatio reticularis.
 T : temporal cortex.
 VA : n. ventralis anterior.
 VM : n. ventralis medialis.
 * Site of stimulation.

直接電気刺激による家兎嗅球の誘起電位について 612.822.3

The olfactory bulb response induced by direct
electrical stimulation in the rabbit

漆 葉 昌 延 (URUHA-Masanobu)*

The olfactory bulb response induced by direct electrical stimulation of the olfactory bulb and nasal mucosa has been studied in the rabbits under urethane anesthesia.

1. The direct cortical response is composed of two main potentials, a spike and a slow potential (SP). The spike has higher threshold than the SP. The duration of the spike and SP were 3 msec and 15-20 msec respectively.

2. The spike and the SP held an absolute refractory period of 2 and 5-7 msec, and they were followed by a relative refractory period lasting about 8 and 30 msec respectively.

3. In some experiments a small prepotential was recorded as an inflexion on the rising phase of the spike, which shows summating effect to twin shocks. It suggests that the prepotential represents synaptic events.

4. With the topical application of procaine solution to the surface of the olfactory bulb, the spike was abolished earlier than the slow potential. After the topical application of 1% strychnine, the spike was depressed; on the contrary the slow potential increased the amplitude and prolonged the duration. GABA completely abolished the slow potential, while the spike was not affected.

5. In about 10 days of the degeneration of olfactory nerve fibres, the spike could not be obtained even by strong stimulation, while the slow potential is yet recordable.

6. The orthodromic cortical response was composed of two main components, a initial negativity and a slow potential.

7. From the experiment of twin shocks, it was found that the initial negativity summated each other within the interval 25 msec.

8. Procaine abolished both components of the orthodromic cortical response, but strychnine increased the amplitude of the slow potential, and prolonged the duration. GABA depressed the slow potential.

9. From the results above mentioned, it is concluded that the spike is the action potentials of olfactory nerve fibres in the superficial layer of the bulb, and the slow potential or initial negativity is due to the activity of the secondary neurons.

I. 緒 言

大脳皮質を直接電気刺激して得られる所謂 Dendritic potential (DP) については、多数の報告が見られる。DP の基本的性質については Dendrite の活動電位であるとする説 (Chang)¹⁾、シナプス電位説 (Grundfest)²⁾ 等³⁾ があり、未だ定説がない。このような解釈の不統一は、DP が複雑な大脳皮質構造に対応する反応であるからである。一方嗅球は本来大脳と同一であ

り、大脳に比べ比較的簡単な構成をしているので、大脳の DP を理解するためにも好都合と考え、嗅球の直接電気刺激による反応 Direct cortical response (DCR) および嗅粘膜を電気刺激して嗅球より得られる反応 Orthodromic cortical response (OCR) の実験を試みた。嗅球の電氣的活動については、Libet, Gerard⁴⁾、Adrian⁵⁾ 等の嗅球脳波についての報告があり、また MacLean, et al⁶⁾ は Fila olfactoria に電気刺激を加えると、嗅球より Slow potential が得られることを報告している。近時 Ottoson⁷⁾ は蛙の嗅粘膜に電気刺激を加え、嗅球表面より誘導される反応を P₁, P₂ の2成分に分けられ

* 京都府立医科大学第2生理学教室
2nd Dept. of Physiol., Kyoto Prefectural Univ. of Med.
〔昭和36年11月28日受付〕

るとし、 P_1 は嗅絲球体の synaptic potential であり、 P_2 は第二次ニューロンの propagated activity であるとしている。著者は家兎嗅球の直接電気刺激により、嗅球上より誘導される電位は、基本的には Spike potential, Slow potential の2成分より構成されており、Spike potential は嗅神経線維の活動に基く電位であり、Slow potential は嗅球の僧帽細胞、房状細胞の頂樹状突起の活動に基く電位であることを見出したので報告する。

II. 実験方法

家兎は体重約 2 kg のものを用い、10%ウレタン溶液を腎筋内に 0.7-1.0 g/kg の割合に筋注して麻酔を行った。動物固定器に頭部を固定し、頭皮に正中切開を加えて頭蓋を露出し、嗅球上頭蓋を除去し、更に硬脳膜を切開して嗅球表面に損傷をあたえずに嗅球を露出した。使用電極は、刺激電極、誘導電極ともに直径 0.3 mm の銀線を電解し、尖端を直径 0.1 mm としたものをアクリル樹脂中に封入して、尖端を一平面上に露出せしめ、ブロック電極として使用した。又銀線の露出面には AgCl を附けて不分極性とした。DCRの記録には双極的刺激を行い、誘導電極は刺激電極間 (1 mm) の線上、垂直二等分線上に 1 mm 間隔に 2-3 本の銀線を置いた。OCR の記録の場合には、嗅粘膜上に刺激電極をおいたが、その方法は鼻腔上壁より篩骨部を破壊し此部より嗅粘膜に電極を挿入して、直接嗅神経線維に電気刺激を加えた。また嗅神経線維の変性実験では、篩骨部及び鼻腔上部を電気メスで焼灼し、約10日後にウレタン麻酔下に嗅球を露出して実験を行った。なお不関電極は銀板を用い、これを後頭筋下に挿入した。刺激装置は電子管刺激装置を使用し、パルス巾は通常、0.01-0.2 msec, 電圧は 40.5 V 迄を用いた。増幅には RC 結合型増幅器を使用し、時定数は 0.03 sec である。又薬物による影響を調べる為に Procaine, Strychnine, Gamma-amino-butyric acid を用い、夫々 1-5%溶液として使用した。これらを嗅球に作用させる場合 5 mm²

の濾紙に溶液を浸し、これを電極下の嗅球表面において、一定時間 (30秒) 後に取除き、電極を置いて記録を行った。なお誘導距離が 4 mm 以上の場合には電極による圧迫をさけるため、刺激電極と誘導電極を分離して用いた。また記録時以外は嗅球を生理的条件下に保つために温めた Ringer 液を浸した脱脂綿で嗅球表面を被った。なお実験箱内の温度は 30°C に保った。

III. 実験結果

A. 嗅球の Direct cortical response (DCR)

1. 刺激強度と波形の関係

家兎嗅球の DCR は基本的には Spike potential (Spike) と Slow potential (SP) の連続した陰性電位より構成されている。通常 Spike の頂点時は約 1.8-2.0 msec, 持続は約 3.0-3.5 msec であり、SP の頂点時及び持続は約 10 msec, 20 msec である。刺激強度の実験より、弱刺激では SP のみが認められるが、刺激強度の増加とともに SP の起始部に Spike が得られるようになる。即ち Spike は SP よりも閾値が高い傾向にある (Fig. 1, 2)。又 DCR の波形は記録部位、誘導距離、或は嗅球表面の状態等により著しく異なる。即ち Spike と SP の振巾の相対的關係、両者の分離の度合等は実験例により異なる。一般に嗅球前部及中央部での記録は同じ波形の反応が得られるが、嗅球最後部での記録は若干異なる様であるが、殆んど認むべき変化は得られない。又同一の実験動物の嗅球では、左右いずれの嗅球で記録を行っても、波形に著しい変化は見られない。従って、かかる波形の変化は嗅球上の記録部位の差に基くものではない事が判る。Fig. 1 は誘導距離 1-2 mm の記録で、A は刺激のパルス巾を一定とし、刺激電圧を変えて波形の変化を調べた結果を示す。又 B は刺激電圧を一定とし、パルス巾を変えた例であり、夫々嗅球後部で、誘導距離 1 mm の記録である。A においては SP は明かには認められないが、B の例では、強刺激により Spike は SP と分離して認めうる様になる。次に C は嗅球表面上に鬱血が見られた例で、かかる場合の記録で

は Spike は最大刺激によっても分離せず、約4-5 msec 及び 11 msec に頂点時を示す波形が得られる。此例で得られる頂点時約 5 msec の波は継時刺激を試みると明らかに加重性を示し、又 Curare の塗布により振巾を減ずる等明らかに Spike とは異った電位である。すなわち嗅球表層の鬱血により Spike は SP と分離して得られない。更に Fig. 2 は異った波形をしめす DCR の3例をしめす。A, B は振巾の大きな

Spike と SP が明らかに区分してみとめられる。C は誘導距離 3 mm の記録で、頂点時及持続より考え、Spike は分離してみとめられない。以上は Spike と SP の二成分よりなる DCR の例であるが、其他に Spike の振巾が大で持続も大である場合 Spike の上昇脚に重畳して屈曲部の認められる例があった。かかる記録においては SP の振巾は小で Spike との分離も明かではなかった (Fig. 3).

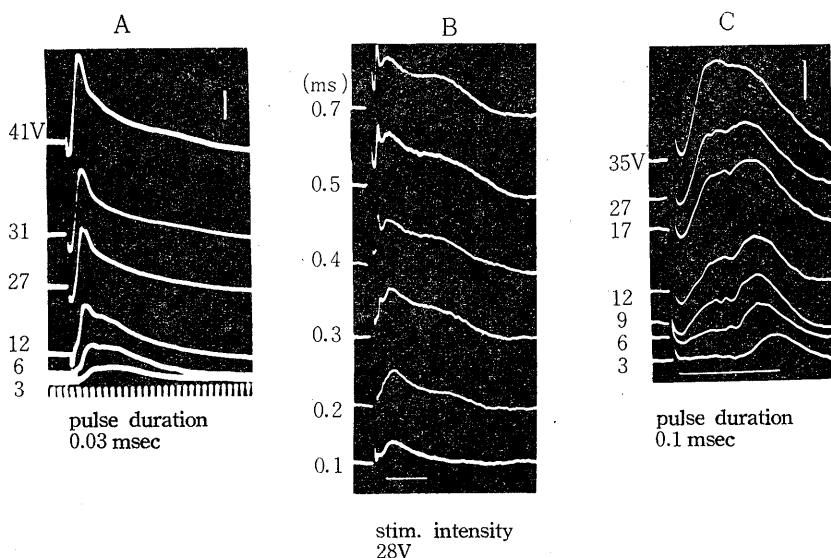


Fig. 1.

Relation between stimulus strength and wave form of the DCR. A, B; normal cortex, recording distance 1 mm. C; deteriorated cortex, recording distance 2 mm. calibration bar, 1 mV. Time mark 1 msec. Horizontal bar 10 msec.

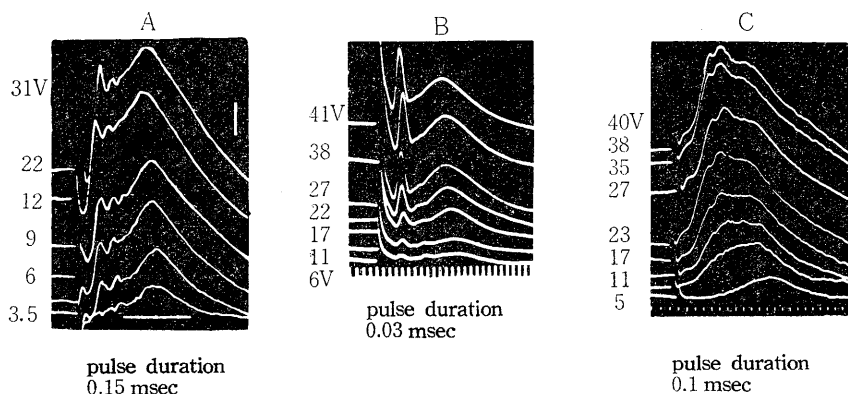


Fig. 2.

Three types of the DCR, recording distance 2 mm in A and B, 3 mm in C. Time mark 1 msec, Horizontal bar 10 msec, calibration bar 1 mV.

2. 誘導距離と波形の関係

誘導距離 1-2 mm で得られる DCR は基本的には Spike と SP の 2 成分より成っている。しかし誘導距離が 3-5 mm の記録では SP は得られるが、Spike は記録されない。Fig. 4 は此関係を示すもので、A 及び B は夫々異った 2 例を示す。A では振巾の大な Spike が得られているが SP は明かではない。しかし B では SP 及び Spike 共に振巾が大で明かに区分される例である。B に示す如く誘導距離 4 mm では、頂点時約 11 msec、持続約 16 msec の電位が得られるのみで Spike は認められない。又 A に示す如く誘導距離 1 mm の記録では Spike と SP の区分が明でない場合でも、2 mm の記録では Spike の振巾が著しく減衰する事、SP の振巾は Spike に比較して減衰はそれほど甚しくないことより、SP が明かに認め得る様になることが判る。其他の実験例より考え、Spike は誘導距離 1-2 mm 以内では明に得られるが、3 mm 以上の誘導距離では記録されないことが判った。

3. 継時刺激の実験

Fig. 5 は誘導距離 1-2 mm で、最大刺激で得られた記録について、継時刺激を試みた結果を示すもので、A は 1 mm の誘導距

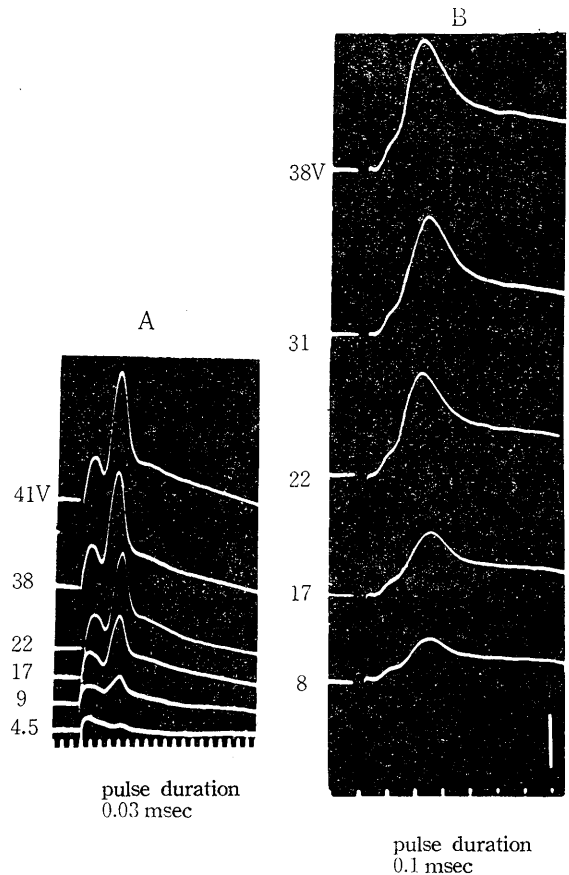


Fig. 3.

Records of the prepotential. Effect of increasing stimulus strength.

Time mark 1 msec. Calibration bar 1 mV.

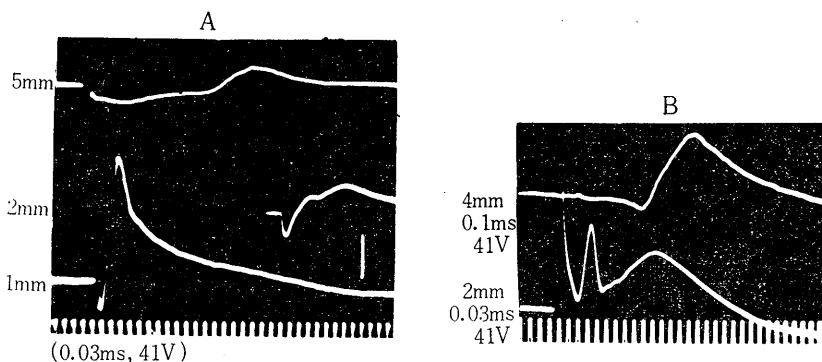


Fig. 4.

Relation between recording distance and wave form. The spike become hardly recordable with increasing the recording distance, while SP is yet recordable.

Time mark 1 msec. Calibration bar 1 mV.

離で得られた Spike の著明な例であり、Bは 2 mm の誘導距離での SP の振巾の大なる記録である。刺激間隔 1-12 msec で継時刺激を試みた結果 Spike の絶対不応期は約 2 msec であり、相対不応期は約 6-10 msec であった。その他の実験例より Spike の絶対不応期は約 1.8-2 msec

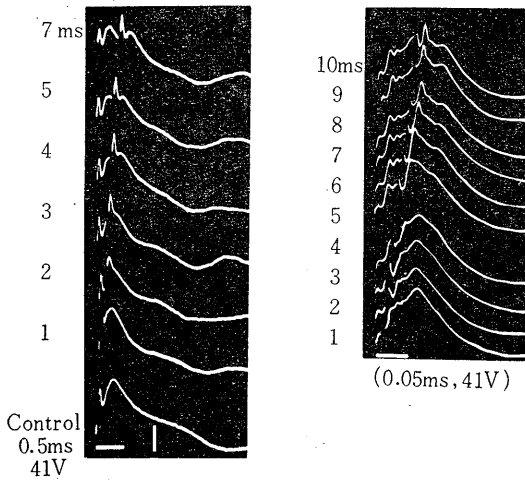


Fig. 5.

Record of Twin shocks of the DCR, recording distance 1 mm (A) and 2 mm (B). Time intervals of two shocks given at left margins. Time bar 10 msec. Calibration bar 1 mV.

であり、相対不応期は 6-8 msec, 又 SP の絶対不応期及相対不応期は夫々約 5-7 msec 及び 30 msec 以上であった。次に Fig. 6 は Spike の起始部に重畳する電位の得られた記録につき、同様に継時刺激を試みた結果を示す。此場

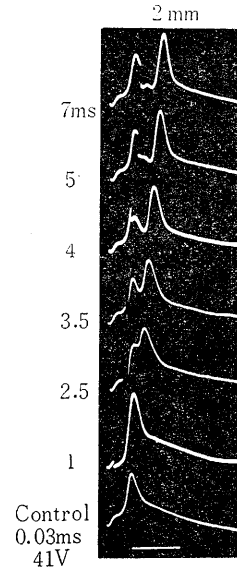


Fig. 6.

Summation of the prepotential. Time bar 1 mV. Recording distance 2 mm.

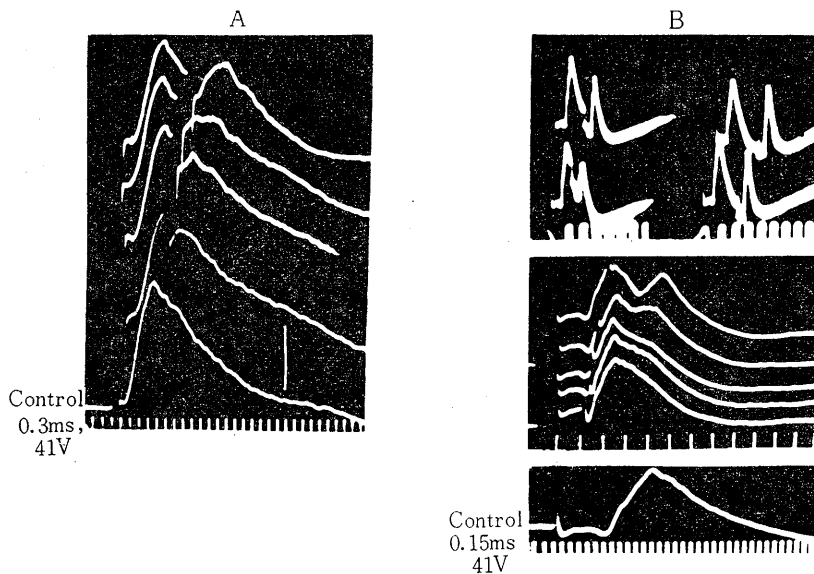


Fig. 7.

Recovery process of the slow potentials recorded at 3 mm (A) and 4 mm (B). Time mark 1 msec (A) and 60 cps (B). Calibration bar 1 mV.

合には加重性を示すことが判った。更に Fig. 7 は誘導距離 3-4 mm で得られた反応について継時刺激を試みた結果を示すもので、A は 3 mm, B は 4 mm の記録である。実験結果より、絶対不応期は約 6 msec であり、相対不応期は B に示す如く約 35 msec であった。従って誘導距離 3 mm 以上で得られる記録は、誘導距離 1-2 mm での記録の SP に相当するものであるといえる。以上継時刺激の実験結果より、嗅球の DCR は Spike, SP の 2 成分より基本的には構成されているが、他に Spike に先行する電位の得られる場合があることが判る。此電位を以後 prepotential と名づける。

4. DCR に及ぼす薬物の影響

Spike, SP の基本的性質を明らかにするために Procaine, Strychnine 及び Gamma amino butyric acid (GABA) の三種の薬物を、夫々直接に嗅球表面に塗布した後の DCR を記録して、塗布前の DCR との変化を調べた。Fig. 8 は Spike および SP に対する Procaine および Strychnine の作用をしめすもので、A は 2% Procaine 溶液、B は 2% Strychnine 溶液による影響を示す。又 C は 2% Strychnine 溶液を

用い、誘導距離 2 mm で記録を行った結果を示す。A に示される如く Spike は Procaine の塗布後直ちに消失する。しかし約 9 分後には再び得られるようになり、約 14 分以後には対照の振巾の約 60% の振巾に回復する。一方 SP は Spike の消失後もなお認められるが、時間の経過とともに振巾は減少することが判った。即ち Spike は SP に比べて Procaine の作用を受けやすい。次に B に示す如く Spike は Strychnine の塗布後には消失するが約 6 分以後には SP の起始部に重畳して振巾の小さな Spike が認められるようになり約 11 分以後には対照の Spike と振巾、持続のほぼ等しい Spike が得られる。これに反して SP は塗布後はむしろ振巾が増大することが判った。しかしその後約 11 分後迄漸次振巾は減少し、約 12 分以後はほぼ対照に等しい振巾持続に戻る。以上は薬物を約 30 秒間嗅球に作用せしめた場合であるが、C は Strychnine 溶液を約 2 分間嗅球に作用せしめた場合で、かかる例では Spike, SP 共に約 2 分後に消失するが、頂点時約 5 msec の波が認められる。更に塗布後時間の経過と共に振巾は回復するが、それとともに持続が延長することが判る。しかし 10 分

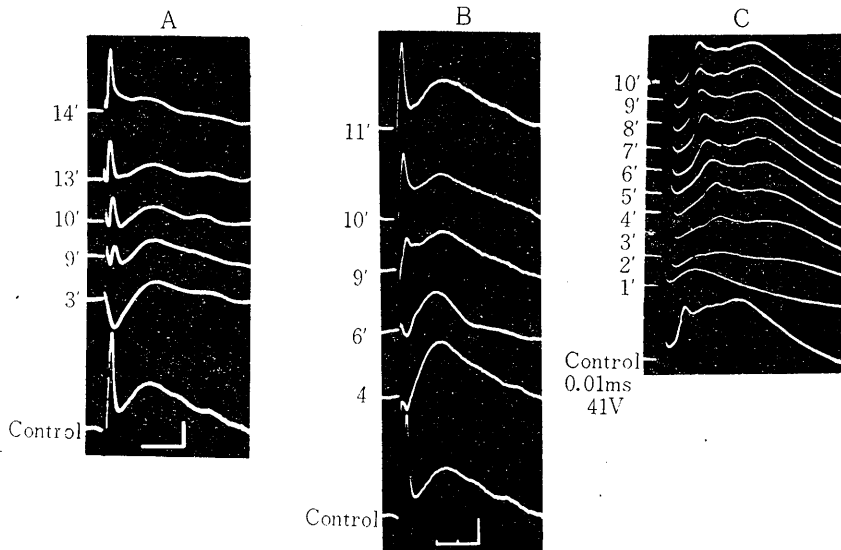


Fig. 8.

Effect of procaine and strychnine on DCR recorded at 1-2 mm. A; effect of 1% procain. B. C; effect of strychnine.

Time bar 10 msec. Calibration bar 1 mV.

以後は再び対照とほぼ同じ波形になる。以上 Spike 及び SP は Procaine, Strychnine の影響により異った変化をしめすことが判る。更に Fig. 9 は誘導距離 4 mm で記録された SP について、同様に Procaine 及び Strychnine の作用を調べたものである。A は 1% Procaine 溶液を嗅球表面に塗布後の変化を示すもので、約 5 分後迄は振巾は明かに減少しているが全く消失することはない。又 B は 1% Strychnine 溶液を、C は 2% 溶液を塗布後の変化を示すもので、いずれの場合にも、振巾は減少しているが、持続は延長することが判った。又 C では潜時も短くなることが判った。Fig. 10 は誘導距離 2 mm の記録で、SP の振巾が大で Spike は SP と明らかに区分されない例について、GABA の作用を調べた結果をしめす。A は 1%, B は 2% 溶液を夫々作用せしめた結果であり、又 C は Prepotential の認められる例について同様に 2% GABA 溶液を作用せしめたものである。A, B に示す如く GABA 作用により SP は一時強く抑制されるが Spike には何等の変化も認められず、SP が消失することにより Spike が完全に分離して得られた。また C に示される如

く Spike に先行して Prepotential の認められる場合には、GABA を嗅球表面に塗布後では Spike は若干振巾を減少することが判った。又 Prepotential は GABA により殆んど変化は受けないが、5% 溶液を使用した例では、塗布直後は抑制され、後振巾が増大するようであるが、充分には明らかな変化は認められない。更に Fig. 11 は誘導距離 4 mm で得られた記録について、同様 GABA 作用を検討した結果を示す。此場合にも SP は塗布後振巾を著明に減少する。しかし低濃度、0.5% 溶液の場合には回復は早い。更に 5% 溶液を塗布すると SP は完全に消失し、約 9 分以後においても殆んど回復は見られなかった。

5. 嗅神経線維の変性後の DCR

嗅球の DCR は基本的には Spike と SP の 2 成分に区分される。そして継時刺激、薬物の作用、或は嗅球表層の鬱血時の記録等より、Spike は嗅球表層にある嗅神経線維の活動に基づく電位であろうと考えられる。そこで嗅神経線維を変性せしめた後の嗅球の DCR を検討してみた。Fig. 12 は変性後の DCR について、A は刺激強度と波形の関係を調べた結果を示し、B は

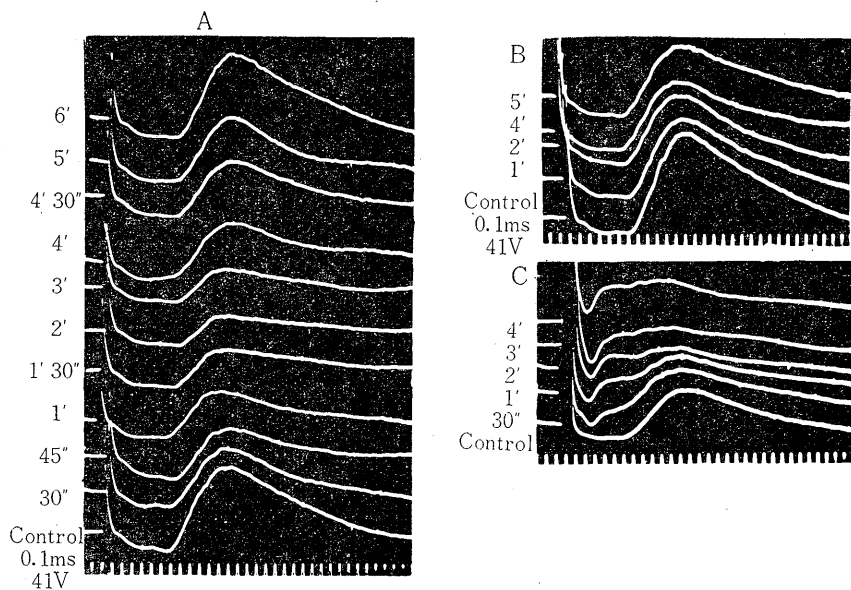


Fig. 9.

Effect of procaine (A) and strychnine (B, C) on slow potential recorded at 4 mm. A; 1% procaine, B; 1% strychnine, C; 2% strychnine. Time mark 1 msec.

継時刺激を試みた結果を示す。Aに示す如く、嗅神経線維の変性後の DCR は、約 4-5 msec に頂点時を有し、持続は約 15 msec の陰性電位より成っている。かかる場合、刺激強度を強く

しても、持続の短い Spike は分離して得られなかった。しかし強刺激では、この電位の上昇脚に屈曲として認められる部分があり、後述の如く、此屈曲部は、弱刺激で得られる反応とは葉

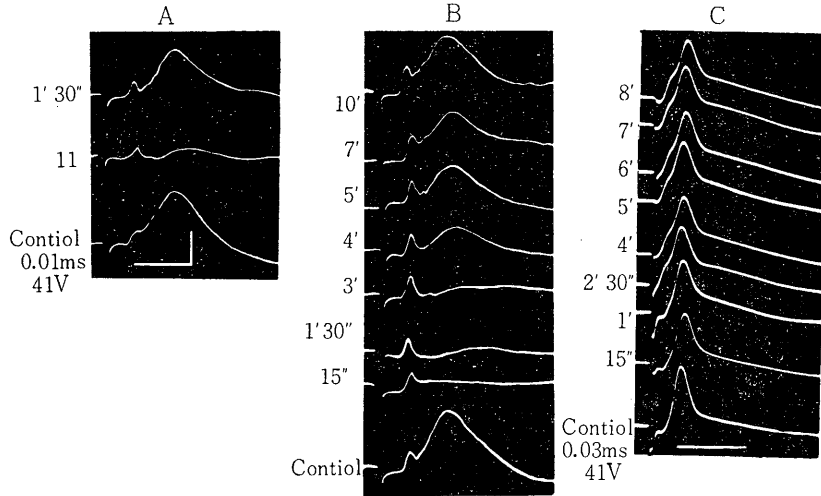


Fig. 10.

After the topical application of GABA, the spike is obtained in isolation by abolishing the SP. A; 0.5% GABA, B, C; 2% GABA. Time bar 10 msec. Calibration bar 1 mV.

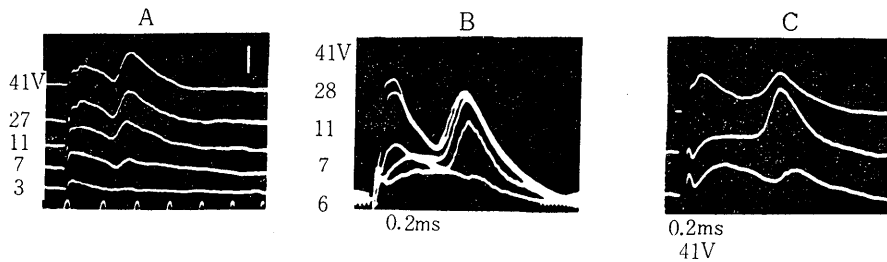


Fig. 11.

GABA effect on slow potentials recorded at 4 mm. A; 1% GABA. B; 2% GABA. C; 5% GABA. Time mark 1 msec. Calibration bar 1 mV.

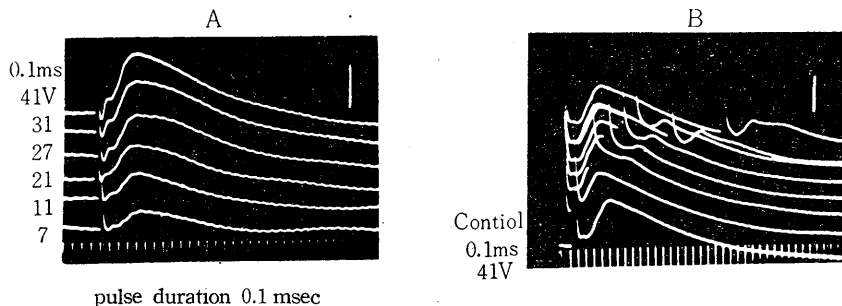


Fig. 12.

DCR after the degeneration of the olfactory nerve fibre, A; stimulus strength/wave form, B; recovery of the slow potential. Time mark 1 msec. Vertical bar 1 mV.

物の作用等より区別され得る反応を示した。又 B に示す如く変性後の反応は、その絶対不応期は約 4 msec であり、又相対不応期は 40 msec 以上であった。従って変性後の DCR に於いては Spike はみとめられないことが判る。次に Fig. 13 はかかる場合において、Procaine 及び Strychnine の作用を調べたものである。即ち A に示す如く Procaine の塗布後振巾は著しく減少するが、全く消失することはない。更に B に示す如く Strychnine の作用により、塗布後は強く抑制されるが時間の経過とともに振巾を増大し、又持続も延長されることが判った。所で Strychnine の作用より頂点時が延長し、約 9 分後には再び元の頂点時に戻ること及び上昇脚に屈曲が明らかにみとめうるようになること等より、変性後の DCR は変性前の DCR の SP とは若干異った性質を有するよう考えられる。いづれにせよ、嗅神経線維を変性せしめた後の嗅球の DCR においては Spike は得られなくなることが判る。

B. 嗅球の Orthodromic cortical response (OCR)

1. 刺激強度と波形の関係

鼻腔粘膜に刺激電極を挿入して、嗅神経線維を直接電気刺激して、嗅球表面より誘導を行うと、頂点時約 20-25 msec の陰性電位と、それに先行する成分の 2 成分よりなる反応が得られる。これらを夫々 initial negativity 及び Slow potential とよぶことにする。Fig. 14, A, B は刺激強度と波形の関係を示すもので、又 C は嗅球表面の記録部位と波形の関係を示す。A は刺激のパルス巾を一定とし、刺激電圧を変えた場合で、B は刺激電圧を一定としパルス巾を変えた場合である。A, B に示す如く弱刺激では先づ initial negativity が得られ、刺激強度の増大とともに振巾の大な SP が得られるようになる。更に initial negativity の起始部に Spike 様電位の得られた例もあったが、これは最大刺激によっても得られる例は少なかった。従って嗅球の OCR は基本的には initial negativity,

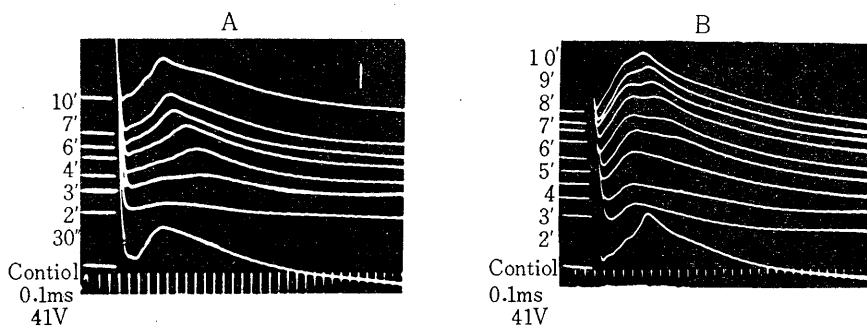


Fig. 13.

Effect of procaine (A) and strychnine (B) DCR on slow potential, after the degeneration of olfactory nerve fiber. Time mark 1 msec. Vertical bar 1 mV.

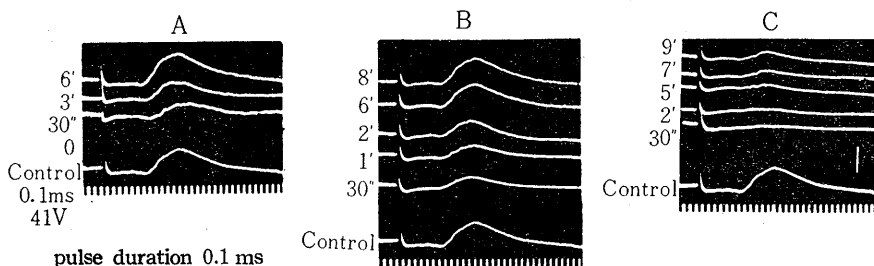


Fig. 14.

Records of OCR. A, B; relation between stimulus strength and wave form. C; Regional difference of wave form. Time mark 60 cps (A), 1 msec (B, C). Calibration bar 1 mV.

SP の 2 成分より構成されていることが判る。更に Fig. 14, C に示される如く嗅球前部及び後部では、記録された SP の振巾は小であり、嗅球中央部で記録を行うと振巾の大なる SP が得られることが判った。

2. 継時刺激の実験

Fig. 15 は継時刺激の実験結果をしめすもので、initial negativity は刺激間隔約 25 msec 以内では明かに加重性を示す。これに反して SP の絶対不応期は約 5 msec であり、相対不応期は約 45 msec 以上であった。

3. 薬物による影響

DCR における薬物の影響を調べたのと同様にして、嗅球表面に薬物を塗布した後の OCR の変化を調べた。1-0.5% Procaine 溶液を作用せしめた後の反応では SP の振巾が減少する。又 initial negativity は塗布直後には振巾が減少するが、この場合には回復は早い (Fig. 16)。更に 2% Procaine 溶液を用いた場合には OCR の両成分共に消失し、initial negativity の起始部に相当して陽性の波が認められた。しかし時間の経過と共に先づ initial negativity が回復すると共に SP も漸次回復することが判った。

次に 1% Strychnine 溶液を作用せしめた後では SP の振巾が著明に増大し、またその持続も著明に増長することが判った (Fig. 16, B)。更に塗布後約 3 分以後には SP に続く別の波が区別されるが此波はさらに時間の経過と共に振巾が大となる。かかる変化は 2% Strychnine 溶液を塗布後にはより明らかに認められたが、2% 溶液を用いた場合には塗布直後に SP の振巾が幾分減少することもみとめられた。又 Fig. 17 は GABA を嗅球に作用せしめた後の変化を示すもので、

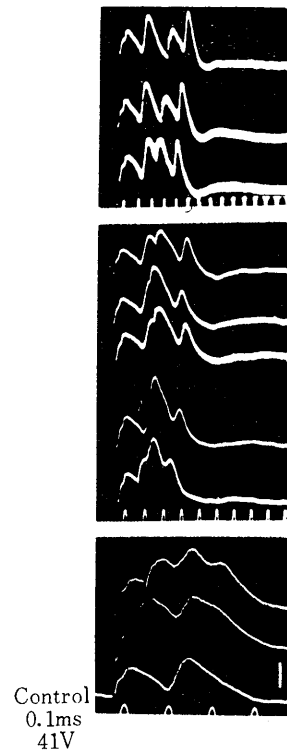


Fig. 15.

Continuous records of the twin shocks demonstrating the summation and subsequent gradual recovery. Time mark 60 cps.

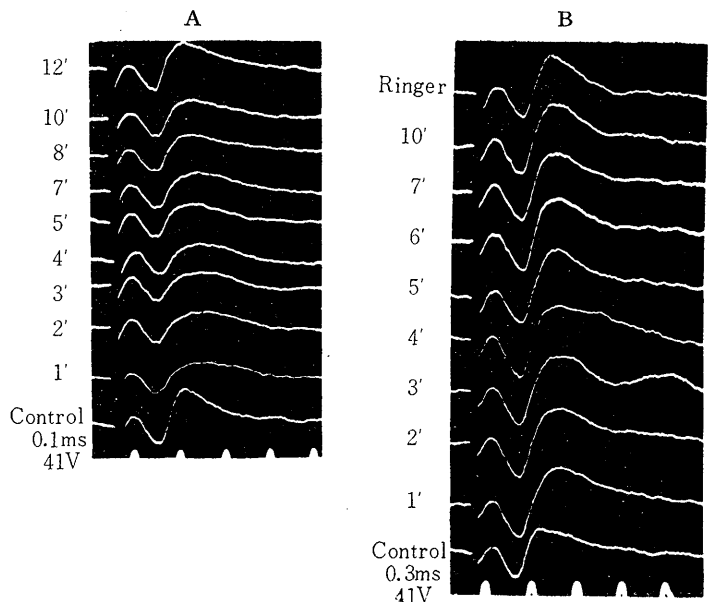


Fig. 16.

Effect of 1% procain (A) and 1% strychnine (B) on OCR. Time marks 60 cps.

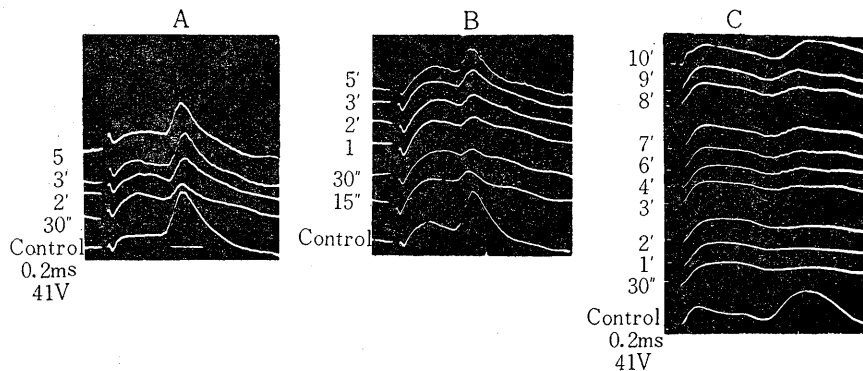


Fig. 17.

GABA effect of on OCR. A; 1%, B; 2%, C; 5% solution. Records were taken at different point of time after the application of GABA. Note marked depression of slow potential.

SP は 1-2% 溶液の塗布後著しく振巾を減少し、5% 溶液を塗布した後では完全に消失する。しかし時間の経過とともに再び回復する。一方 initial negativity は 1-2% 溶液を用いた例では明らかなではないが、5% 溶液を用いた例では振巾の増大が見られた。又 GABA 作用により SP に続く頂点時約 35-38 msec の波が、SP の回復とともに認められるようになることも判った。

Ⅳ. 考 察

家兎嗅球の Direct cortical response (DCR) 及び Orthodromic cortical response (OCR) の実験を行った結果 DCR は Spike, SP の 2 成分に区分されることが判った。また OCR は initial negativity 及び SP の 2 成分より構成されている。DCR の実験結果より Spike 及び SP が異った性質を持つことが継時刺激の実験、薬物の作用、刺激強度の実験等より明らかとなった。即ち Spike は絶対不応期が約 2 msec で、相対不応期は約 6-8 msec であり、また Procaine の作用により急速に消失することより無髄神経線維の特性を示している。Cajal⁸⁾ によれば嗅球の表層は無髄神経線維に属する嗅神経線維に被われている。従って嗅神経線維の変性後の嗅球の DCR では Spike が記録されないことより考えても、Spike は嗅神経線維の活動に基づく電位であると思われる。一方 SP は嗅神経線維

の変性後の嗅球の DCR においても記録されうることより、嗅球の嗅神経線維層以外の層にその起原が求められねばならない。Allison⁹⁾ によれば嗅球は最表層の嗅神経線維層以下明らかな層構造をなしており、以下嗅糸球体層、外及び内叢状層、顆粒細胞層及び脳室周囲層に区分される。嗅球に在る主な神経細胞は僧帽細胞、房状細胞、顆粒細胞の三種で、前二者は叢状層内にあり、その頂樹状突起は嗅糸球体層に入って嗅神経線維の末端とともに嗅糸球体を形成している。またその他の樹状突起は叢状層内に終わっている。実験結果より SP は長い相対不応期を有し、また Strychnine の作用により振巾の増大、持続の延長を来すことが認められる。更に GABA の作用により消失或は抑制を受けることも判った。以上の実験結果より考え嗅球の直接電気刺激により得られる SP は大脳皮質の所謂 DP とほぼ同じ性質を示していると考えられる。従って嗅球の房状細胞等の主な神経細胞の頂樹状突起が大脳皮質表層を被う頂樹状突起と同一の性質を持っているとすると、SP は嗅球の僧帽細胞及び房状細胞の頂樹状突起の活動を示すものと考えられる。近年岩瀬等¹⁰⁾ は大脳 DP の本態及基本的性質について研究を行った結果 DP は加重性を持つ Slow potential と絶対不応期を持つ Spike 様電位の 2 成分より構成されていることを明らかにした。前者は弱刺激で得られ、表層に近い Apical dendrite の

末端部の興奮を意味し、後者は強刺激の場合に得られる。これに対し嗅球の SP は刺激強度に関係なくその基本的波形は一定である。これは DP が複雑な大脳皮質構造に対するものであるに反し、SP は嗅球の比較的簡単な構成に対応するものであるからであろう。Chang¹¹⁾によれば DP は Strychnine の作用により見掛上振巾の増大、持続の延長をきたすが、本質的には影響はないとしている。従って嗅球の SP についても同様のことが認められると解してもよい。勿論 GABA の作用より考え、SP は単は頂樹状突起の活動のみでなく、それ以外の要素の活動が含まれていると考えられる。次に Prepotential は実験結果より考え、嗅絲球体における嗅神経線維末端の分岐部と頂樹状突起間のシナプスに基づく電位と思われる。また誘導距離が 3 mm 以上になると Spike が記録されず SP のみ得られるが、これについては以下の理由が考えられる。即ち嗅神経線維は嗅球表層を複雑に走向した後嗅絲球体に入る。従って誘導距離が大となると刺激された神経線維はその数が急速に減少する。従って 1-2 mm の誘導距離では空間的にも時間的にも同時に興奮をきたすため Spike 及び SP が著明に認めうるが、3-4 mm の誘導距離ではこの部の嗅神経線維層には興奮は非同期的に到来し、その数も少ないために Spike は認め難くなるものと思われる。一方嗅絲球体はほぼ一様に密在しており、また実験結果よりみて Procaine の作用により Spike が消失した後も SP が記録されうることより、頂樹状突起等は嗅球表面の直接電気刺激に応ずるものと考えられる。従って誘導距離が大となり Spike が認められない場合にも SP は著明に認めうるのである。所で嗅神経線維の変性後の嗅球 DCR において記録される反応は、嗅神経線維が完全に変性を起した後に得られる反応であるから嗅神経線維の活動に基づくものとは考えられない。しかし、健全な嗅球の DCR に見られる SP とは持続、頂点時等に於いて若干異っていることは実験結果より明かである。また薬物の影響によりこの波は頂点時が変動するが、

これは上昇脚に見られる屈曲は、其振巾及頂点時には変化は少く、薬物の作用により 2 つの波に区分されうるように見られる。かかる変化は DCR、及び OCR の SP と同じ性質を持つものであることを示している。従って変性後の嗅球 DCR において認めうる電位は SP としてもよいものと考えられる。更に嗅球表層の Deterioration の状態において記録された反応であるが、これは頂点時約 11 msec の波が弱刺激で得られ、強刺激では頂点時約 5 msec の波が得られる。弱刺激で認めうる電位は明かに SP と同一の性質を持っているが、強刺激で認められる頂点時 5 msec の電位は継時刺激により加重性をしめし Curare の塗布により振巾を減少する等、明に Spike とは異った性質を示した。従って、Spike が嗅神経線維の活動に基くものとする Spike が得られない場合、即嗅神経の変性後の DCR 及び Deterioration の場合の DCR に見られる差は得られた電位が前者では単峯性であり、後者では 2 峯性であることであり、いづれも第二次ニューロンの活動を示すものでありながら、若干異った性質を示すことである。しかし変性実験より Spike が嗅神経線維の活動に基づくものであることは明かにされ得るものと考えられる。次に嗅球の OCR であるが、持続の長い initial negativity 及び SP の二種の陰性電位より構成されている。又時には initial negativity の起始部に Spike 様電位の認めうる例もあったが、かかる例は嗅球中央部の記録で認めうるが多かった。initial negativity は Procaine で消失し、また Strychnine でも塗布直後には抑制を受ける。しかし GABA 作用は 1-2% 溶液を使用した際には充分明らかな変化は認められなかった。しかし継時刺激の実験等より、一応この電位は嗅絲球体における synapse の活動に基くものと思われる。一方 SP は薬物の影響により、前述の DCR の SP と対応した性質を示すことより、同じ起原を有するものと考えられる。近年 Ottoson は蛙の嗅粘膜の電気刺激により、嗅球より記録される反応を P_1 、 P_2 に区分しているが著者の得た実験結果は initial

negativity は P_1 に, SP は P_2 に対応するものと考えられる. しかし P_2 の絶対不応期及相対不応期は, 著者の実験での SP のそれとは一致せず, また波形のうえからも持続等は異っている. また Gasser¹²⁾ は Pike の嗅神経について其絶対不応期は 30 msec, 相対不応期は 240 msec であるとしており, Ottoson も蛙の嗅神経についてほぼ同様の結果を得ている. これらは著者の得た家兎嗅球の嗅神経の不応期とは一致しない. これは実験条件や実験動物の異なることによるものと思われる.

V. 結 論

家兎嗅球の Direct cortical response (DCR) 及び Orthodromic cortical response (OCR) について, 波形継時刺激, 薬物の影響の実験を試みて次のような結論を得た.

1. 家兎嗅球の DCR は基本的には Spike potential (Spike) と Slow potential (SP) より成る. また Spike に重畳して, その起始部に屈曲として認められる電位の得られることもあった.

2. Spike は誘導距離が大となると著しく減衰し, 3-4 mm の記録では認められなくなるが SP は記録され得る.

3. 継時刺激の実験より Spike の絶対不応期及び相対不応期はそれぞれ約 2 msec 及び 6-8 msec である. また SP はそれぞれ 5-7 msec 及び 30 msec 以上であった.

4. Spike は Procaine に抑制或は消失されるが, GABA の作用により影響は受けない. また SP は Procaine により抑制され, Strychnine により振巾および持続を増加, 延長する. 更に SP は GABA の作用により消失する.

5. 嗅神経繊維の変性後の嗅球 DCR は SP のみが記録され, Spike は記録されなくなる. かかる SP は変性前の DCR の SP と薬物の影響等より同じ性質を示すことが判った.

6. 家兎嗅球の OCR は基本的には initial negativity 及び SP の 2 成分より構成される.

7. OCR における継時刺激の実験より initial negativity は加重性を有し, SP は絶対不応期約 5 msec で, 相対不応期は約 45 msec 以上であった.

8. OCR において Procaine は initial negativity 及び SP を抑制或は消失せしめ, Strychnine は SP の振巾及び持続をそれぞれ増大, 延長させる. また GABA 作用により SP は消失される.

9. 以上の所見より DCR の Spike は嗅神経線維の活動に基く電位であり, DCR 及び OCR の SP は第二次ニューロンである僧帽細胞及び房状細胞の樹状突起の活動電位を示すものと考えられる. また initial negativity は嗅神経線維の末端部と嗅神経細胞の頂樹状突起及び嗅絲球体間細胞により形成される嗅絲球体におけるシナプスに基づくものと思われる.

稿を終えるにあたり, 終始懇切な御指導と御校閲を戴いた恩師岩瀬善彦教授に深く感謝すると共に, 御協力を戴いた教室員の諸兄に謝意を表する.

文 献

- 1) Chang, H.-T. (1951) J. Neurophysiol. **14**, 1
- 2) Grundfest, H. (1957) Physiol. Rev. **37**, 337
- 3) Clare, M. H. and G. H. Bishop (1955) EEG Clin. Neurophysiol. **7**, 85
- 4) Libet, B. and R. W. Gerard (1939) J. Neurophysiol. **21**, 153
- 5) Adrian, E. D. (1950) EEG Clin. Neurophysiol. **2**, 377
- 6) MacLean, P. D., B. S. Rosner and F. Robinson (1957) Am. J. Physiol. **189**, 395
- 7) Ottoson, D. (1959) Acta physiol. scand. **47**, 160
- 8) Ramo'n, Y. Cajal, S. (1955) Studies on The Cerebral Cortex (translated from the Spanish) London: Lloyd-Luke.
- 9) Allison, A. C. (1953) J. Comp. Neurol. **97**, 309
- 10) Iwase, Y., T. Mizobuchi, T. Ikeda (1960) Seitai no Kagaku, **11**, 105
- 11) Chang, H.-T. (1951) J. Neurophysiol. **14**, 73
- 12) Gasser, H. S. (1956) J. Gen. Physiol. **39**, 473

脳圧上昇によって催起された血圧の周期的

動揺について 612.824.5:612.14:612.833.95

Undulatory changes of the blood pressure elicited
by the elevation of intracranial pressure

石河利寛・山川 純・宮島昌子
(ISHIKO-Toshihiro · YAMAKAWA-JUN · MIYAJIMA-Masako)*

Since Traube¹⁾ (1865) described several kinds of undulatory changes of the blood pressure under some conditions, many investigators have observed such phenomena. But some confusions occurred, because the nature of undulatory changes was not simple. Traube¹⁾, Hering²⁾, Mayer³⁾, Fredericq⁴⁾, Wood⁵⁾ concluded that the cause of undulatory blood pressure changes was central nervous system, while Barcroft and Nisimaru⁶⁾, Ogata⁷⁾, Semba and Kishi⁸⁾ observed undulatory blood pressure changes elicited by peripheral volume changes. On the other hand, Gorjajew, Serigijewsky and Zwetkow⁹⁾ guessed the cause as adrenaline secretion.

The authors tried to clarify this problem and elicited the undulatory blood pressure changes by elevating intracranial pressure of rabbits. Recording of blood pressure, respiratory movements and kidney volume was simultaneously made on smoked drums.

The results obtained were as follows:

1. Undulatory changes of the blood pressure were elicited in 49 of 53 rabbits. Calculation was done in 102 cases of 49 rabbits.

2. The mean duration of the cycle of undulatory changes was 21.3 seconds, ranging from 12.3 to 32.8 seconds. The duration had no correlation with the intracranial pressure.

3. The amplitude of undulatory blood pressure changes was 52.3 mmHg in average, 115 mmHg in maximum and 21 mmHg in minimum.

4. Ascending time of the blood pressure undulations was always shorter than descending time. As the ascending time stayed almost constant with the increase of the amplitude, the ascending limb of the blood pressure became steeper with the amplitude.

5. The peak value of undulatory waves was 159.3 mmHg in average while the bottom was 107.0 mmHg. As the intracranial pressure was higher than the bottom of undulatory blood pressure waves by 12 mmHg in average, periodic cerebral flow was postulated.

6. Undulatory changes were also observed in the kidney volume, the mean duration of which having been 21.2 seconds. There was no significant difference between the duration of blood pressure changes and that of kidney volume changes.

7. Volume changes of the kidney were 0.15 cc in average. Bilateral kidneys showed synchronous similar changes.

8. Kidney volume changes were preceded 1.9 seconds by blood pressure changes.

9. In most cases (83%) blood pressure changes was accompanied by apnoea. The duration of apnoea was not influenced by the duration and the amplitude of the blood pressure.

10. The time relation among blood pressure, kidney volume and periodic respiration was as follows; 70% respiration→blood pressure→kidney volume; 20% blood pressure→respiration→kidney volume; the rest showed various combinations.

From the facts described above the authors got the following conclusions:

1. Undulatory changes of the blood pressure observed by the authors were central origin.

2. The periodic respirations and the blood pressure undulations had intimate relation. But the authors could not decide either of them as the cause and the result. Cerebral compression probably affected both respiratory and circulatory centers.

3. Undulatory blood pressure changes elicited both by intracranial pressure elevation and cerebral artery occlusion¹³⁾¹⁹⁾²¹⁾ were considered the same. But they were perhaps different from those elicited by urethane narcosis²⁰⁾, blood puncture, anoxia¹¹⁾ and brain stem stimulation²³⁾.

* 東京大学医学部衛生看護学科

Dept. of Physiol., Division of Health Care & Nursing, The Univ. of Tokyo

[昭和37年2月1日受付]

血圧の周期的動揺について、Traube, L.¹⁾ (1865) が記載して以来、多くの研究者によって同様の現象が観察されている。しかし彼等の観察した現象が一樣でなく、いろいろなものを含んでいることが知られている。このことは、すでに Traube の原著の中にも見られる。すなわち Traube の報告の中で彼は次に述べるような多くの血圧の周期的動揺を記載している。

a) Worara (Curare) を以て呼吸運動をできなくした動物で、迷走神経を切っておいて、人工呼吸を中絶した時に現われるもの。

周期は1分間に7に達し、波の高さは40 mm Hg 以上になる。波の上昇部と下降部は長さと同様に傾斜角はともに等しいか、そうでない場合は上昇部が短かくかつ傾斜角が大きい。脈拍は血圧の上昇部と下降部とで変らない。血圧の周期的動揺は2-3分継続して、実験動物の血圧が下降し始めてから、左心室が拍動を止めるまでの間に消える。

b) 上記の動物が死に到る前に人工呼吸を再開すると、血圧と呼吸が始めの値を凌駕する値をとった後に、最初の値に近づいて平衡状態を保つ。このときに血圧の波状動揺が現われる。この周期は時には1分間に2回にすぎない。この波には心拍と呼吸の吸込み (Einblasung) の波とを乗せている。

c) Worara で処理し迷走神経を切断した前と同様の動物で、CO₂ を20%またはそれ以上含んだガスを吸入すると波状の血圧動揺が現われる。この波には呼吸と心拍による変動を載せている。

d) Worara で処理した迷走神経無傷の動物で、人工呼吸を中止すると、一定の条件下で大きな周期的な血圧動揺が現われる。この波の主な特徴は脈拍数が血圧の上昇期に増加し、下降期に減少することである。

e) 前項 d) に記載したと同様の変動が、Worara で処理した迷走神経無傷の犬に、CO₂ を20%含んだガスをメトロノームに合せて、毎分15回吸入したときにも起る。すなわち、あらかじめ空気を毎分15回吸入している場合には、

呼吸運動に相当して毎分15回血圧変動がみられるが、CO₂ に切かえると毎分5-7回の巨大な血圧変動がみられる。この波の上行脚と下行脚とは等しくない。この血圧波は迷走神経を切ると直ちに消えるが、空気を再び吸入すると次第に消える。

Traube はこのように、5種類の波を記載しているが、a) b) c) は同じ原因で起り、d) e) も同じ原因だと考えている。しかし a) b) c) のグループと d) e) のグループは別のものと見なしている。すなわち a) b) c) では、CO₂ が血管運動中枢を刺激して末梢血管の周期的収縮拡張を起すために起り、d) e) では CO₂ が抑制中枢 (Hemmungsnervencentrum) に作用して、この中枢の興奮と疲労とを交互に起すのが原因と考えている。

両グループの差異はつぎの2点にある。

1) a) b) c) グループでは第1、第2頸髄の間を破壊すると、Worara で処置した迷走神経を切断した動物で、人工呼吸を中止しても波が起らない。

2) d) e) グループでは血圧の周期的動揺が心拍の周期性変動を伴ない、頸髄を破壊しても消失しないが、迷走神経を切断すると消失する。

要するに Traube の記載した a) b) c) は呼吸運動や心拍と独立した血圧の第3級動揺であり、d) e) は迷走神経を介しての影響と Traube はみなしている。

Hering, E.²⁾ (1869) は実験動物の肺の換気を制限して血液の静脈性を高めると、Traube の記載した a) の波が一時的でなく継続して現われることをのべている。Hering の原著に記載されている記録図をみると、明らかに血圧動揺は呼吸運動と別個であって、血圧の第3級動揺と呼ばれる性質のものであるが、Hering はこのときの周期 (犬: 5-15秒, 猫: 3-7秒) が迷走神経切断のときの実験動物の呼吸周期と近似していることから、血圧の周期的動揺の原因を呼吸中枢の興奮が血管運動中枢へ波及したと考えられている。

Mayer, S.³⁾ (1876) は心拍、呼吸運動の周期と関係なく起る血圧動揺を自発的動揺 (spontane Schwankungen) と呼び、Hering のように呼吸運動との関連を考えず、別個の独立したものとして扱っている。

Fredericq, L.⁴⁾ (1882) は、血圧の呼吸性動揺の原因について研究しているが、彼が Traube-Hering の波とよんでいるのは、血圧の呼吸性動揺が血管運動中枢を介して起るものである。すなわち中枢性原因による血圧の第2級動揺であって、このことは彼の論文に記載してある記録図からもわかる。このように、血圧の周期的動揺については、研究の初期において、すでにいろいろな混乱が起っていて、記載された血圧波にも、いくつかの現象を含み、血圧周期と呼吸運動との関係だけとり上げてても一様でない。

また血圧の周期的動揺の原因についても研究者の意見は一致していない。すなわち Traube, Hering, Mayer, Fredericq, Wood, H. C.⁵⁾ (1898) 等は、中枢にその原因があると考え、一方, Barcroft, J. and Nisimaru, Y.⁶⁾ (1932), 尾形⁷⁾ (1940), 銭場, 岸⁸⁾ (1951) 等は末梢的原因によって血圧の周期的動揺を起すことを認めている。また Gorjajew, N. K., Sergijewsky, M. and J. Zwetkow⁹⁾ (1931) は副腎からのアドレナリンが血圧動揺の原因と考えている。

原因如何をとわず、血圧動揺を内臓の容積変動との関連において考えている者も多い。すなわち脾については, Roy, C. S.¹⁰⁾ (1881) Barcroft and Nisimaru⁶⁾, 尾形⁷⁾, 寒河江¹¹⁾ (1960), 腎については Roy¹⁰⁾, 尾形¹²⁾ (1937), 銭場⁸⁾, 宮沢¹³⁾ (1959), 小腸については Cushing, H.¹⁴⁾ (1901), Barcroft, J., Nisimaru, Y. and F. R. Steggerda¹⁵⁾ (1932) 等がある。このように血圧の周期的動揺の成因, 分類, 異同等についていろいろと混乱が起っているのは、従来の実験成績の記載に厳密性を欠いたものが多いからであって、この種の実験をするに当って、つぎのような実験条件を具備することが必要であると考え。

1) 血圧の周期的動揺を確実に起す実験方法

を用いること。

2) 呼吸運動と血圧とを同時に記録すること。

3) 血圧動揺と関係の深い末梢循環を記録すること。

私たちはこの様な立場に立って、Cushing¹⁴⁾, Guyton, A. C. and J. W. Harris¹⁶⁾ (1951), 佐川¹⁷⁾ (1955) と同様に脳圧上昇によって血圧の周期的動揺を起させ、その時の呼吸、血圧、腎容積を同時に記録したので、その結果について述べる。

1. 実験方法

実験動物には体重 3 kg 前後の家兎を用いた。麻酔は 25% Urethane 溶液を 1 g/kg の割合で、下腹部へ皮下注射した。注射後 20-30 分で、頭部 (脳圧上昇装置用のパイプを頭蓋骨にはめる)、頸部 (頸動脈、気管露出)、側腹部 (腎臓のオンコメーター装置) の順に手術を行なった。

血圧、呼吸、腎容積の各描記方法は次の通りである。

1) 血圧: 左頸動脈にガラス製カニューレを挿入し、水銀マノメーターを介してその動揺を煤紙記録した。カニューレと水銀マノメーターは 3.8% のクエン酸ソーダ溶液で満したビニール管で連結した。

2) 呼吸: 第20番の実験迄は呼吸運動に伴う胸廓の拡張及び収縮を記録した。すなわち、側腹部肋骨直下の皮膚をクレンメでつまみ、これにつけた糸を滑車を介して記録用錠子に導いて拡大し、煤紙に描記した。この方法は比較的操作简单で、且つ実験動物に全く侵襲を加えないという利点はあるが、呼吸以外の身体動揺も混入するおそれがある。第21番以降は気管カニューレを挿入して、呼吸瓶を介し呼吸の潮汐量をタンブールに導いて描記した。この二方法を用いた描記曲線はいずれも吸気相に下降し、呼気相に上昇している。

3) 腎容積: 腎容積の記録法にはオンコメーター法を用いた。オンコメーターは特別にガラ

スで作製したもので、第1図のように楕円球の一方に腎血管、尿管の出口をつけたものを2つに割ってある。

腎臓の手術法について詳しく述べると、家兎を右側臥位に固定し、肋骨の最下端から2-3cm尾側で、背筋よりわずかに腹腔によった側腹部を軽く圧迫すると、表面から腎臓にふれることができる。位置を確認してから、背筋に平行に、腹筋に約2cmの切開を加え、後腹膜腔に達すると、(腹膜を開かない)脂肪のかたまりが見えるが、多くはこの脂肪の中に腎臓がある。腹膜を傷つけないように、又腎血管の周囲はなるべく手をふれないように注意しながら脂肪及び腹膜を腎臓からはく離する。

次に腎臓から腎血管の方までゴム袋(コンドーム)に入れ、その上下から2つに割ったオンコメーターをかぶせて、あわせ目はセメダインとゴム輪で固定する。オンコメーターの中から出ているゴム袋をオンコメーターの上に折り返えして絹糸で結紮する。セメダインが充分乾くのを待って、オンコメーターの中に側管から体温と等しい水を、空気を追出しながら入れる。

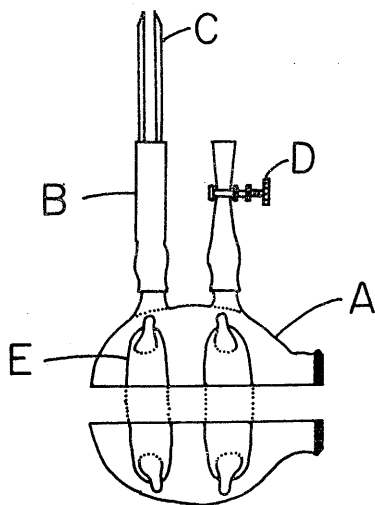


Fig. 1. Kidney oncometer.

- A. glass vessel
- B. gum tube
- C. connecting glass tube
- D. pinch cock
- E. gum loop

つぎに、あらかじめ水マノメーターにつないで水を満してあるビニール管とオンコメーターの側管とをつなぐ。オンコメーターから水マノメーターまではすべて水で満たされ、腎容積の増減に伴って水マノメーターの水面が上下し、マノメーターの水面に浮べた記録用挺子の上下動によって煤紙に腎容積の変動が記録される。

4) 脳圧上昇: 頭頂中央から後方及び左側に約1cm寄った頭蓋骨に直径2.7mmの穴をドリルであけてパイプを通し、これにRinger液を満した長いビニール管をつなぎ、その先端にマリOTT瓶を連結する。マリOTT瓶の上昇により任意の脳圧迄Ringer液を圧入することができる。ビニール管の途中から側管を出して水銀マノメーターにつなぎ、圧を読めるようにしてある。

呼吸、血圧、腎容積、時標の各記録用挺子の先端は煤紙上に一線に並べて同時記録を行った。ウレタン注射後殆んど例では1時間-1時間半の間に手術を終了し、描記を開始することができた。又各手術は極力出血をさけて行い、もし出血した時はその部位を絹糸で結紮するように注意した。

II. 実験成績

各個体の平均血圧値より20mmHg程度低い処から、血圧の周期的動揺の出現を目標に10mmHgまたは20mmHgずつ階段状に脳圧を上げて行く。適当な脳圧に達すると、ほとんど全例に血圧の第1級動揺(心拍)、第2級動揺(呼吸運動)をのせたまま、20秒前後の周期を持つ持続的な血圧の第3級動揺を出現させ得る。この時、一緒に記録している呼吸曲線、腎容積曲線にも、同時に何らかの変化が起る。

多くの例で、呼吸運動の抑制(呼吸頻度の減少または無呼吸)、血圧の上昇、腎容積の増加(または減少)がほとんど同時に起り、つづいて呼吸運動の促進、血圧の下降、腎容積の減少(または増加)へと移行する。第2図にその1例を示す。

個体によっては、必ずしも第1回目の脳圧上

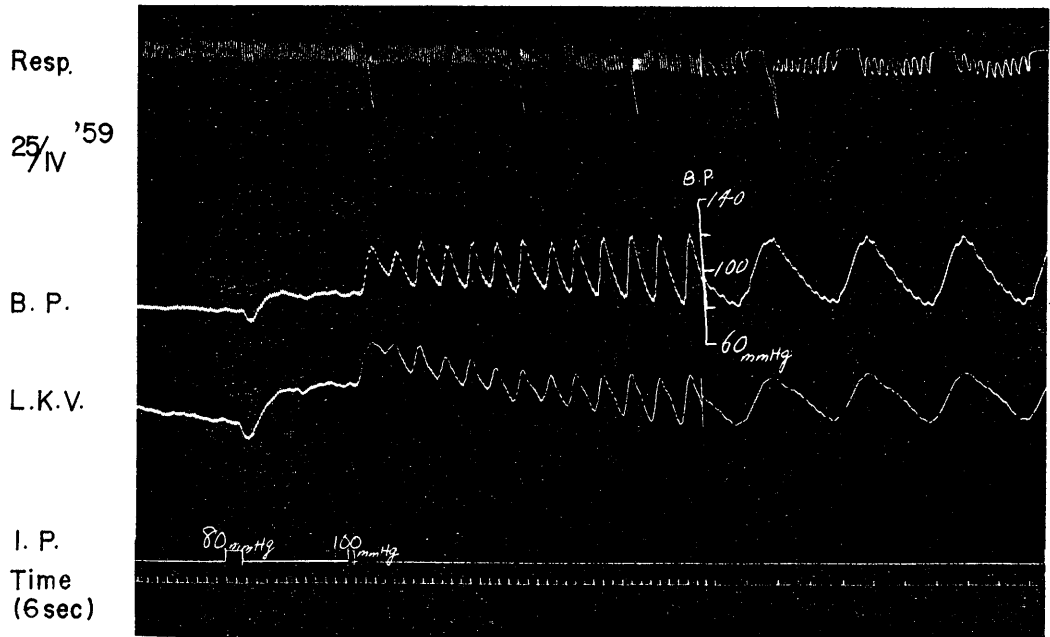


Fig. 2.

Elicitation of undulatory changes of the blood pressure accompanied by synchronous changes of respiration and kidney volume. By elevating intracranial pressure from 80 to 100 mmHg, undulations occurred.

Resp.: respiration. B. P.: blood pressure. L. K. V.: left kidney volume. I. P.: intracranial pressure.

昇によって直ちに周期的動揺の出現しないものや、また周期的動揺が出現しても2-3波で減衰消失してしまうものもあるが、そのような場合でも、多くは回を追うごとに安定した周期的動揺が出現してくる。

血圧の周期的動揺が5波以上持続して出現しているもののうち、血圧、腎容積、呼吸、時標の四者の記録が完全で、かつ腎容積曲線が血圧動揺に応じて変動を示し、その変動値が3 mmH₂O以上のものについて種々の点から計測を行った。

実験動物として用いた家兎は52羽で、これについて最少2回、最多18回通算328回の脳圧上昇を行ったが、そのうち血圧の周期的動揺が見られたのは48羽で、このなかから上記の条件にかなった102回について計測した。

1. 血 圧

A. 周 期

周期の平均値は21.3秒で、最大32.8秒、最小

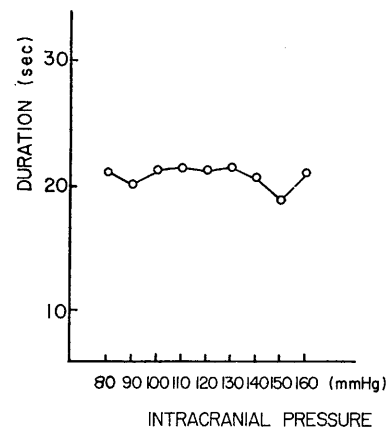


Fig. 3.

Relationship between the duration of undulatory blood pressure changes and the intracranial pressure. There is no correlation.

12.3秒の範囲にわたっていた。全例の90%は15-25秒の間に分布していた。

この値は同じ脳圧上昇法を用いた佐川¹⁷⁾

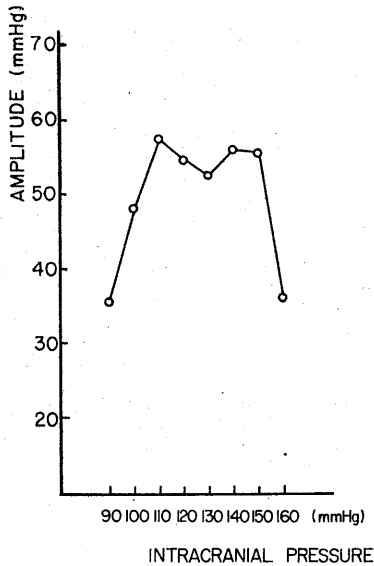


Fig. 4.

Relationship between the amplitude of undulatory blood pressure changes and the intracranial pressure. There exists optimal intracranial pressure to elicit great undulatory changes.

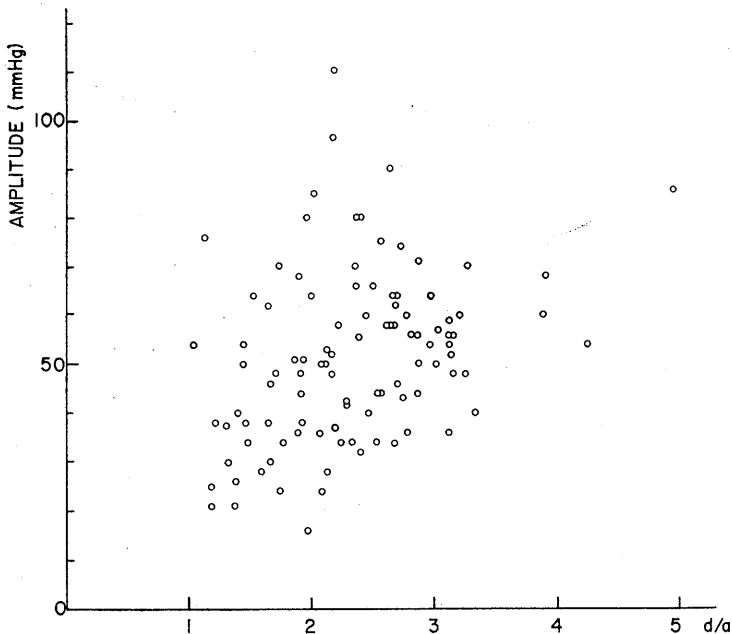


Fig. 5.

Relationship between the amplitude of undulatory blood pressure changes and the ratio of descending time to ascending time in one cycle.

a: ascending time
d: descending time

(1955) の平均 16.8 秒, 最大 31 秒, 最小 8 秒 (兎) と比較するとやや大きく, Guyton, A. C. and J. H. Satterfield¹⁸⁾(1952) の平均 23.25 秒 (犬) とほぼ等しい。

全例について脳圧別に平均周期を算出したが, 脳圧によって差が見られなかった (第 3 図)。これは佐川の所見と一致する。

したがって刺激の大小が周期に影響を与えるのではなく, 刺激に対する各個体の反応様式のちがいで, 血圧動揺の周期にちがいが現われるものと思われる。

B. 振巾

振巾の平均値は 52.3 mmHg でその最大値は 115 mmHg, 最小値は 21 mmHg を示した。20 mmHg 以上 79 mmHg 以下に約 90% が分布していたが, 80 mmHg 以上という大きな値を示したものが約 10% あった。

脳圧別に平均振巾を算出すると, 脳圧 110-150 mmHg の間では, ほとんど同一振巾を示しているが, 脳圧の低い方 (90-100 mmHg), 高い方 (160 mmHg) では振巾が小さくなり, 大きな振巾をうるための脳圧の至適条件が存在する (第 4 図)。

私たちの得た振巾の値は佐川の 46.5 mmHg とあまり変わらないが, 佐川が脳圧と振巾との関係を否定している点で私たちの成績とちがっている。

C. 波形

波形をみるために, 1 周期の上昇時間 (a) と下降時間 (d) を計測し, d/a という値を算出した。この結果 $d/a=2.34$ という平均値をえたが, $d/a < 1$ という例は 1 例も見られなかった。この成績は, 血圧の上昇相が急峻で, 下降相が緩徐で

あることを意味している。したがって、この点では私達の得た波は Traube¹⁾ の記載した (a) に似ている。

d/a は血圧の周期的動揺の振巾が大きくなるに従い、大きくなる傾向を示した (第5図)。

しかし上昇時間そのものは振巾と相関がみられず、4-7 秒の値をとった (第6図)。

このために、振巾の大きい時は、血圧の上昇カーブが—そう急峻となり、上昇時間よりも下降時間の方に延長が見られた。

D. 一振巾中の最高値および最低値

一振巾中の最高は 98-217 mmHg の間に分布し、その平均は 159.3 mmHg であった。また最低値は平均値 107.0 mmHg で、64-152 mmHg の範囲にあった。おのおのの脳圧からその時の振巾の最低値を差引いて見ると、平均 12 mmHg となり、血圧動揺の最低値は一般に脳圧よりも低く、脳圧よりも高かったのはわずかに10%にすぎなかった。

私達の用いた水銀マンオメーターによる血圧描記法は平均血圧に近いものを表わし、収縮期、拡張期の血圧が忠実に描記されていないので、この成績から脳内循環を適確に推定することはできないが、上述の成績から周期的動揺の最低値附近では、脳血流が殆んど流れていないことが伺われる。

Sagawa, K., Carrier, O. and A. C. Guyton¹⁹⁾ (1961) が実験的に脳血流を周期的に制御して血圧の周期的動揺が現われることを証明しているが、私達の実験の成績と関係が深いように思われる。

2. 腎容積

A. 周期

周期の平均値は 21.1秒で、血圧周期の平均値 21.3 秒とまったく差が見られず、したがって血圧波と腎容積波とは同一の周期で変動していると見られる。

B. 振巾

血圧の周期的動揺に伴う腎容積変動の振巾は平均 11.3 mmH₂O で、これは平均 0.15 cc の変動量に相当する。振巾の最小値並びに最大値は

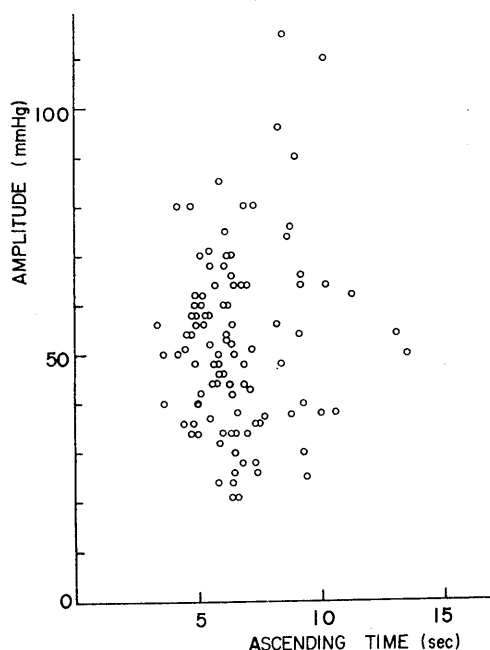


Fig. 6.

Relationship between the amplitude of undulatory blood pressure changes and ascending time.

それぞれ 3.0 mmH₂O, 27.4 mmH₂O であった。

C. 血圧の上昇開始点と腎容積変動の開始点の関係

腎容積変動は一般に血圧上昇よりおくれで起る。このおくれは平均 1.9 秒で、最大 4.7 秒に達している。腎容積変動が血圧上昇よりも早く始まっているものは、102 回中わずかに 3 回にすぎない。腎血管の変化のみによって体血圧の周期的動揺が起るとすれば、腎容積変動が血圧動揺よりもおくれで起ることはありえない。したがって、体血圧の周期的動揺には、多くの器官の末梢抵抗が同期して変動していることを物語っている。

3. 呼吸

A. 無呼吸の出現

血圧の周期的動揺に伴って、血圧と同一周期で呼吸運動にも呼吸数と呼吸水準とに周期的な変動が見られる。多くの場合、血圧の上昇期に呼吸数の抑制が起る。この際呼吸停止が出現するのが普通で、102 例中 84 例 (82.4%) に無呼

吸が見られて、その平均持続時間は 6.5 秒（最小 1.6 秒，最大 14.4 秒）であった。

無呼吸持続時間は血圧動揺の周期と相関が見られない（第 7 図）。

このことは既述のように、血圧周期が長くなっても血圧の上昇時間があまり変らないことと関係が深いように考えられる。

3. 血圧上昇点と無呼吸開始点の関係

無呼吸状態が血圧上昇開始以前に始まっているものは、全体の 70% を占め、残りの 30% は、血圧上昇点とほとんど同時か、わずかに遅れて無呼吸状態が始まっている。全例を平均すれば、血圧上昇の 0.8 秒前に無呼吸が始まっている。

C. 呼吸水準

血圧上昇相に呼吸水準が呼吸に傾く場合が多いが、必ずしも一定の傾向をしめさず、また同一家兎で実験の経過に伴って種々の変容を来すことが多い。したがって、血圧と呼吸水準の間には一定の関係をみとめることができなかった。

4. 血圧、呼吸、腎容積の相対的關係

前述のように、血圧、呼吸、腎容積に同一周期を持つ変動が持続的に起ったが、これらの時間的關係を調べるとつぎのようになる。

呼吸→血圧→腎容積の順に変動するのが最も普通の型であって、全体の 70% を占める。つぎ

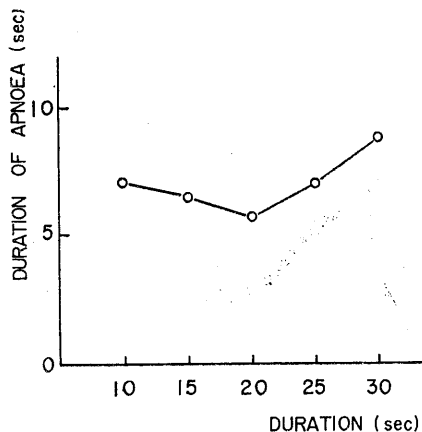


Fig. 7.

The duration of apnoea related to the duration of undulatory blood pressure changes.

に血圧→呼吸→腎容積の例が 20% で、残りの 10% は種々の組合せであった。全例を平均すれば、呼吸→血圧→腎容積の順に $-0.8 \rightarrow 0 \rightarrow +1.9$ 秒という時間的ずれを生じているが、周期の点では三者の間にまったく差がなく、このような動揺が中枢性の起源によるものであることを示している。

特に血圧と腎容積とは大きな関係を持ち、96% までが血圧上昇開始後に腎容積変動が起っている。これに対して、血圧と呼吸との関係は呼吸水準や時間的關係において種々の形が見られ血圧と腎容積よりも相互関係が薄いように思われた。

III. 考 察

1. 血圧の周期的動揺は中枢性か末梢性か

従来の血圧の周期的動揺を観察した者の中に、その原因を中枢性とするものと、末梢性とする者があることは既に述べたが、これは恐らく、実験方法や観察した血圧波の性質の差に基づくものであって、私たちの観察した波が中枢性原因によるものであることは疑いのないところである。その理由を以下に記そう。

1) 血圧動揺と腎容積変動、呼吸変動とが同じ周期を以て変化していること。

2) 両側腎の容積変動を同時に描記すると、これがつねに同一振舞をもって変化していることがみとめられる（第 8 図）。もし腎臓がそれ自身の持つ固有のリズムで容積変動を行なうならば、左右のリズムが異なって変化する場合はみられるにちがいない。

3) 中枢神経系に脳圧亢進という侵襲が加えられること。

このような中枢性の血圧変動の発生原因として、脳血流の周期的変動が大きな原因となっているらしいことは既に述べた。

中枢性の血圧変動は血管運動神経を介して全身の末梢抵抗に大きな変化を与え、このために数十 mmHg にわたる大きな体血圧の動揺が起ったものであろう。末梢抵抗の増加は血管収縮神経を介して各部でほぼ同期して起るので、血

圧動揺の大きいときにも上昇時間はあまり変わらず、上昇のカーブが急峻になる。これに反して、血圧の下降は血管収縮神経支配の消失という受動的原因によって起ると仮定すれば、下降時間は振巾が大きいときに延長するという事実の説明がつく。

2. 呼吸と血圧との関係

呼吸と血圧との関係については、既に述べたように Traube¹⁾ 以来その関係が複雑であることが知られている。

私たちの実験の場合に、呼吸が血圧変動の原因となるためには、つぎのことが前提となる。「呼吸停止のために、中枢を流れる血液の静脈性が高まり、これが血管運動中枢を刺激して血圧が高まる。この結果呼吸中枢が灌流されて呼吸

が再開する。呼吸が再開すると血液の静脈性が低下し、その結果血圧が低下する。そのために呼吸中枢を流れる血流が中断し呼吸停止が起る。このような経過を繰返す。」このような経過をたどるためには呼吸停止（または呼吸運動の低下）が血圧上昇に先行し、呼吸再開が血圧低下に先行しなければならない。

しかし実験成績で述べたように、この関係は必ずしも成立しなかった。また小数であるが、呼吸運動が殆んどまたは全く変化しないにもかかわらず、血圧変動が起っている例があるので、この説明が不可能である。

このように、呼吸と血圧の両方に同時に変化が起っていても、一方を原因、他方を結果と見るのは妥当でない。むしろ脳圧上昇が呼吸中枢

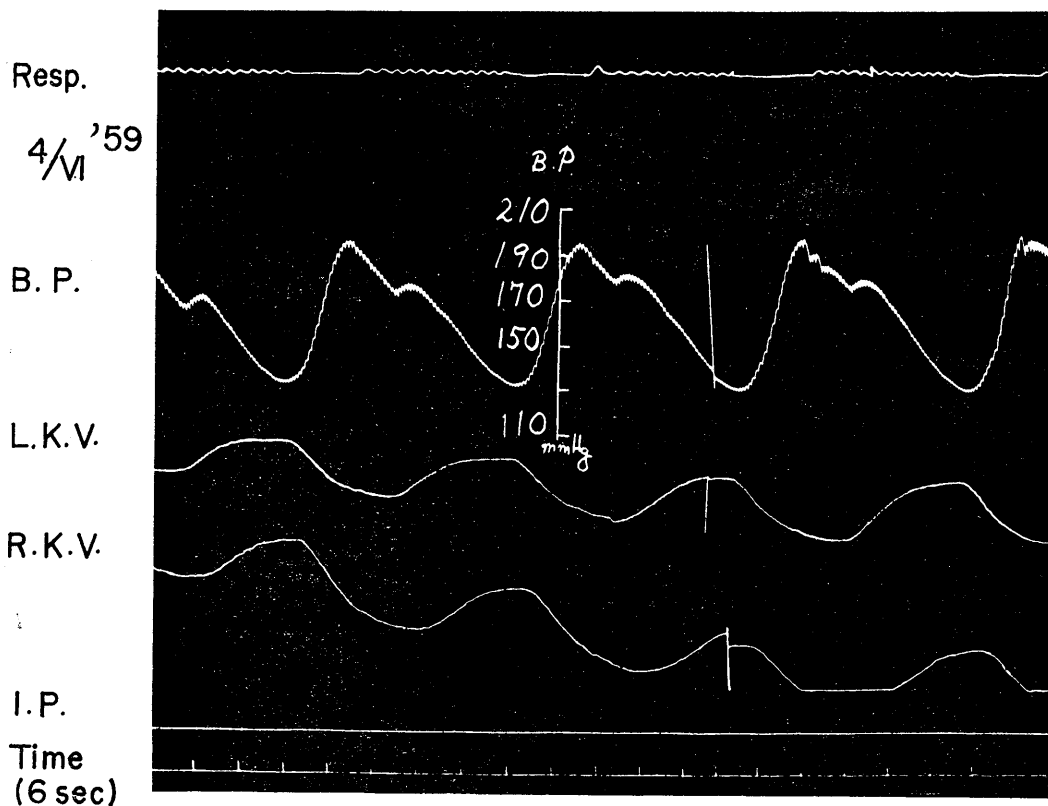


Fig. 8.

Synchronous recordings of respiration, blood pressure, left and right kidneys, intracranial pressure and time signal. Note the similar changes of both kidneys.

Resp.: respiration. B. P.: blood pressure. L. K. V.: left kidney volume. R. K. V.: right kidney volume. I. P.: intracranial pressure (130 mmHg).

と循環中枢の両方に同時に働いて、このような現象を起していると考えた方が妥当である。

なお血圧の変動と同時に呼吸水準の動揺も多くの例において観察される。このことは加藤²⁰⁾(1947), 宮川²¹⁾(1955), 佐川¹⁷⁾等によって既に注目されているが、血圧の最高値と呼吸水準の吸息位とが対応する場合と、最高値と呼息位とが対応する場合とがあって、その対応関係については一定していないので、呼吸水準動揺も脳圧上昇が呼吸中枢に働いたための一現象と解釈してよからう。

私たちの実験例の大部分は周期的呼吸と血圧の周期的動揺とが対応していて、いわゆる血圧の第3級動揺といわれているものである。これに対して Cushing¹⁴⁾ の論文に図示してある例は呼吸運動の一つ一つと血圧の周期的動揺とが対応し、いわゆる血圧の第2級動揺を示している。このようにみると、一見両者は別のもののように思えるが、Cushing の例は脳圧が高いた

めに呼吸中枢が麻痺し、呼吸間隔が10秒以上に及んでいる場合であって、このような例は私たちの実験でも、実験の末期に呼吸中枢が麻痺した状態でみられている(第9図)。

3. 腎と血圧動揺との関係

私たちの実験による血圧動揺が中枢性の原因であるとすれば、当然血管運動神経を介して末梢血管の周期的収縮が起るはずである。末梢血管の収縮範囲が広く腎臓以外の部分にわたっているとすれば、私たちの実験成績のように腎収縮に先立って血圧亢進がみとめられたことを説明できる。

しかし血圧変動の原因が中枢性である限り、末梢血管の抵抗の変化は、末梢の各部分でほぼ一様に起るであろうから、血圧変動と腎容積の変化は、私たちの得た結果のように、大体一致するわけである。

このように、中枢的原因を考えることによって、私たちの得た血圧と腎容積変動の間の関係

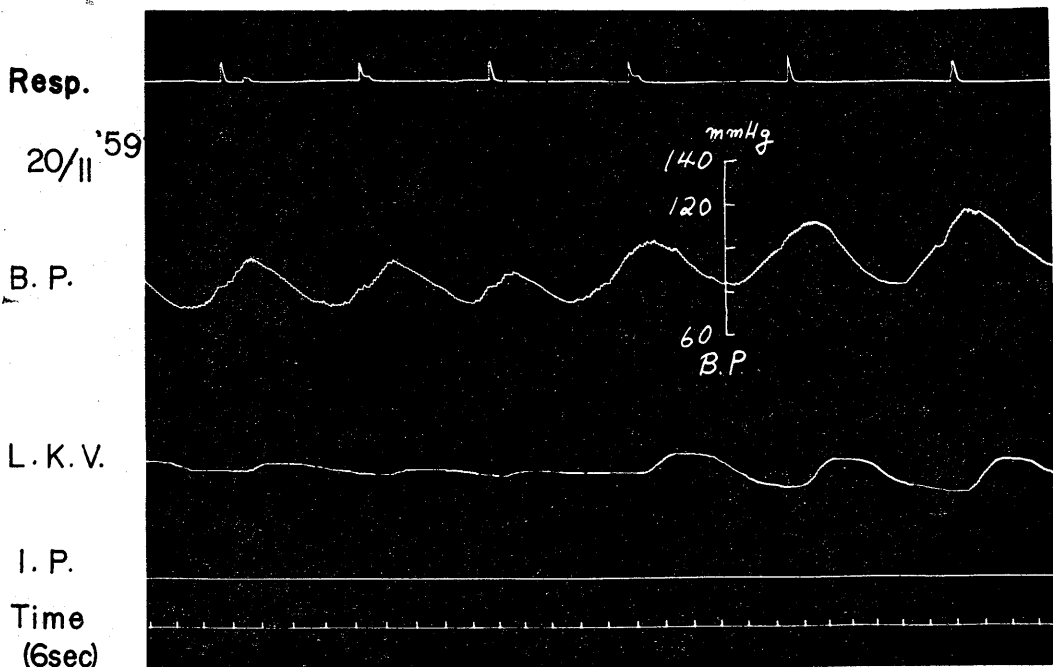


Fig. 9.

Corresponce of each respiration to each wave of systemic blood pressure.

Resp.: respiration. B. P.: blood pressure. L. K. V.: left kidney volume. I. P.: intracranial pressure (0 mmHg).

Table 1. Undulatory blood pressure changes.

author	method	animal	duration (sec)	respiration
Kato (1947)	narcosis	rabbit	15-21	periodic change of respiratory level
Miyakawa (1955)	control of cerebral flow	rabbit	9-57	periodic change of respiration
Sagawa (1955)	elevation of intracranial pressure	rabbit	average 16.8	periodic change of respiration
Ogasawara (1958)	spontaneous	rabbit	about 16	no change
Ogasawara (1958)	electrical stimulation in brain stem	rabbit	about 4	no change
Sakae (1960)	anoxia	dog	18-45	respiratory acceleration on blood pressure increase
Ishiko Yamakawa Miyajima	elevation of intracranial pressure	rabbit	12.3-32.8 average 21.3	periodic change of respiration, in most cases apnoea appeared

は無理なく理解することができる。

4. 血圧変動についての他の研究者との比較

前述のように私たちの実験成績の中枢性の原因によって起るものと思われる。したがって他の研究者の血圧変動と比較する場合に、研究者が末梢性原因と考えている data を除いた。

また呼吸と血圧との関係を見るために、呼吸、血圧の両方の描記図が揃っていて、かつ細かい実験条件が記してあるもののみを採用した。第1表に他の研究者と比較した成績を載せる。

加藤²⁰⁾はウレタン麻酔の兎に血圧の周期的動揺と呼吸水準の動揺とが同時に起っていることを観察した。加藤の成績は、呼吸の停止を伴わないこと、血圧動揺の振巾が小さいことから、私たちの実験成績と同一のものとは考えにくい。少なくとも生体の侵襲という点では大きな差がある。

小笠原²²⁾²³⁾(1958)は兎で、2種類の血圧動揺を記載しているが、何れも呼吸性変化を認めない点で私たちのものと異なる。特に周期4秒の波は、周期の点から、明らかに別のものである。

寒河江¹¹⁾は酸素不足の犬に血圧の周期性動揺をみとめたが、血圧上昇時に呼吸が促進するという、私たちの成績と全く反対の成績をえている。

脳圧上昇については Cushing¹⁴⁾の、脳血流阻止については Sagawa¹⁸⁾等の成績から、共に脳血流に間歇性の流れがあることがみとめられている。また現象的にみて、脳圧上昇実験と脳血流阻止実験とは、非常によく似ていることを佐

川²⁴⁾(1955)がみているので、両者の成績は同じものとみてよかろう。すなわち、脳圧上昇による Cushing¹⁴⁾、Guyton and Satterfield¹⁸⁾、佐川¹⁷⁾および私たちの成績と、脳血流阻止による宮川²¹⁾、Sagawa¹⁹⁾等の成績とは同一に考えてよかろう。その原因について、Guyton and Satterfield¹⁸⁾、Sagawa, Carrier and Guyton¹⁹⁾は cerebral ischemic system による feed back oscillation を考えている。

IV. 総 括

52羽の兎を用いて頭蓋を通して Ringer 液を注入する脳圧上昇実験を行い、48羽に血圧の周期的動揺を起させ、そのとき得られた102回の例について計測を行って、つぎの結果を得た。

1. 血圧の周期的動揺の平均周期は 21.3秒で、周期と脳圧とは関係がなかった。

2. 血圧動揺の平均振巾は 52.3 mmHg で、大きな振巾をうるためには、至適の脳圧が存在する。

3. 血圧波の上昇脚は下降脚よりもつねに急峻で、振巾が大きくなっても上昇時間は変わらず、下降時間が延長する。このため振巾が大きい場合は上昇脚が一そう急峻となる。

4. 血圧振巾の最高値並びに最低値は、それぞれ平均 159.3 mmHg, 107.0 mmHg であった。後者はそのときの脳圧よりも平均12 mmHg 低かったので、脳血流には周期的な流れがあることが推定される。

5. 腎容積は血圧と同じ周期で左右とも同じように変動していて、その変動量は平均0.15 cc

であった。

6. 腎容積の変動は一般に体血圧の変動よりもおこれて起る。

7. 呼吸も血圧や腎容積と同期して変化するが、この際平均6.5秒間の無呼吸が84例(82.4%)に見られた。無呼吸の持続時間は周期と関係が認められなかった。

8. 呼吸には水準動揺も見られたが、これは血圧との関係において一定の傾向を示さなかった。

9. 血圧、腎容積、呼吸の周期的な変化を、これらが起る時間の順に並べると、呼吸、血圧、腎容積の順に変化する場合が70%、血圧、呼吸、腎容積の順に変化する場合が20%で、その他の場合はいろいろの組合せがみられた。

以上の事実からつぎの結論をえた。

1. 私たちの観察した血圧の周期的動揺は中枢性の原因で起り、血管運動神経を介して末梢抵抗の周期的変化を起す。血圧動揺の振巾の大きいときは、血管収縮神経の活動が強く起り、そのために血圧の急激な上昇を来す。末梢血管の変化は単に腎のみならず、広範囲に起っているものと思われる。

2. 呼吸と血圧の両方に周期的変動を認めたが、その何れかが原因で、他が結果であると考えすることは適当でない。脳圧の増加という物理的原因が、おそらく脳血流の周期的変動を介して、呼吸、循環両中枢に同時に作用しているものと考えられる。

3. 従来血圧の周期的動揺はいろいろな場合に見られているが、脳圧上昇法と脳血流阻止法によって起された血圧の周期的動揺は同一現象と考えられる。しかし他の実験条件のものとは別個のものと考えてよからう。

文 献

- 1) Traube, L. (1865) Über periodische Thätigkeits-Aeusserungen des vasomotorischen und Hemmungs-Nervencentrums. *Centralblatt f. med. Wiss.* **56**, 881-885
- 2) Hering, E. (1969) Über den Einfluss der Atmung auf den Kreislauf. erste Mitteilung Über Athembewegungen des Gefässsystems. *Sitzungsberichte d. kaiser. Akad. d. Wiss. Wien* **60** Abteilung 2, 829-854
- 3) Mayer, S. (1876) Studien zur Physiologie des Herzens und der Blutgefäße. *Sitzungsberichte d. kaiser. Akad. d. Wiss. Wien* **73** Abteilung 3, 281-307
- 4) Fredericq, L. (1882) De l'influence de la respiration sur la circulation. (1^{re} partie) Les oscillations respiratoires de la pression arterielle chez le chien (1). *Arch. d. biol.* **3**, 55-100
- 5) Wood, H. C. (1898) The origin of the "Traube" waves. *Am. J. Physiol.* **2**, 352-354
- 6) Barcroft, J. and Y. Nisimaru (1932) Undulatory changes of blood-pressure. *J. Physiol.* **74**, 311-320
- 7) 尾形正治 (1940) 血圧における Traube-Hering 氏曲線発生原因に関する疑義並びに周期的血圧変動に就いて *成医会誌* **59**, 630-648
- 8) 銭場武彦・岸 良尚 (1951) 腎臓の周期的収縮と動静脈圧の変動に就いて *日本生理誌* **13**, 471-475
- 9) Gorjajew, N. K., Sergijewsky, M. und J. Zwetkow (1931) Zur Frage des Ursprungs der Traube-Herrigschen Wellen. *Pflügers Arch.* **227**, 45-56
- 10) Roy, C. S. (1881) The physiology and pathology of the spleen. *J. Physiol.* **3**, 203-228
- 11) 寒河江宏 (1960) ウレタン麻醉犬の全身性酸素不足に於ける代償的循環調節について (第2篇) 呼吸及び循環機能の第3級動揺 *日本生理誌* **22**, 223-236
- 12) 尾形正治 (1937) 腎臓ノ周期的収縮並ビニ其ノ一般血圧ニ及ボス影響 *成医会誌* **56**, 579-584
- 13) 宮沢和久 (1959) 血圧第3級動揺と腎臓容積変化 (第1報) *信州医学誌* **8**, 304-310
- 14) Cushing, H. (1901) Concerning a definite regulatory mechanism of the vaso-motor centre which controls blood pressure during cerebral compression. *John Hopkins Hosp. Bull.* **12**, 290-292
- 15) Barcroft, J., Nisimaru, Y. and F. R. Steggerda (1932) The effects of intestinal rhythm on general blood-pressure. *J. Physiol.* **74**, 490-498
- 16) Guyton, A. C. and J. W. Harris (1951) Pressoreceptor-autonomic oscillation: a probable cause of vasomotor waves. *Am. J. Physiol.* **155**, 158-166
- 17) 佐川喜一 (1955) 頭蓋腔内圧の実験的上昇による呼吸水準及び血圧の周期的動揺に就いて *日本生理誌* **17**, 402-415
- 18) Guyton, A. C. and J. H. Satterfield (1952) Vaso-motor waves possibly resulting from CNS ischemic reflex oscillation. *Am. J. Physiol.* **170**, 601-605
- 19) Sagawa, K., Carrier, O. and A. C. Guyton (1962) Elicitation of a theoretically predicted feedback oscillation in the arterial pressure control mechanism *Am. J. Physiol.* **202** (in press).
- 20) 加藤 保 (1947) Traube の血圧動揺と呼吸中枢の周期的興奮に就いて *日本生理誌* **10**, 151-156
- 21) 宮川 清 (1955) 脳の血流制御により引き起される血圧第Ⅲ級動揺並びに呼吸様式の周期性変動について (第1報) *日本生理誌* **17**, 383-391
- 22) 小笠原今男 (1955) 血圧の第3動揺 (1) 迷走神経の影響 *日本生理誌* **17**, 16-21
- 23) 小笠原今男 (1958) 血圧の第3動揺 (2) 短周期第3動揺と脳幹網様体 *日本生理誌* **20**, 382-387
- 24) 佐川喜一 (1955) 2, 3 の操作によって呼吸水準並びに血圧に催起される周期性波状動揺の異同について *日本生理誌* **17**, 576-586

赤血球計算における誤差について 612.111.2

Note on the error of counting with hemocytometer

上田基二・原千代子・品川嘉也
(UYEDA-Motoji · HARA-Chiyoko · SHINAGAWA-Yoshiya)*

The distribution of erythrocytes in diluted blood on counting plate was tested by means of statistical observations. Employing the usual blood cell counting procedures for clinical purpose, it was shown that statistical hypothesis of the Poisson distribution and that of the Polya-Eggenberger distribution cannot be rejected at the 5% level of significance. As to the slightly aggregated erythrocytes, the Poisson distribution was rejected whereas hypothesis of the Polya-Eggenberger distribution not rejected at the same level of significance.

According to this results, it was considered some simple measurements which would serve as indices for detecting the technical errors of counting with hemocytometer for clinical use.

臨床検査等において血球数を算定する場合に、血球が計算板上に「正しく」分布しているかどうかは、算定の誤差を発見する上に重要な問題である。実際には、分布の正しさの判定は算定者の勘に任されて居り、一定の判定法は行われていないようである。血球の分布は一定の統計法則に従うと考えられるから、その法則を知れば誤差の判定は容易になると思われる。

ごく希釈した溶液中の血球は、血球計算板上で Poisson 分布することが “Student” によって指摘されている¹⁾。すなわち、1 mm² を 400 個の小方眼に区劃した血球計算室に、血液を充分希釈していれば、各区劃の赤血球を数え、1 区劃に x 個の血球が見出される確率 $P(x)$ は、

$$P(x) = e^{-m} m^x / x! \dots\dots\dots (1)$$

で近似できること（但し m は 1 区劃当り赤血球数の平均値）を見出し、 χ^2 検定により “赤血球は血球計算板上で Poisson 分布する” という仮説を棄却できないことを示した ($0.7 > \Pr\{\chi^2 > \chi^2_{0.5}\} > 0.5$ であった)。

しかし彼の示した例は、平均値 $m = 1.3225$ 従って血球数 1,058,000/mm³ に相当する極めて希

釈した血液に関するものである。一方、Poisson 分布では平均値と分散は等しい筈であるが、通常の血球計算の場合には多少のずれがあることが知られている²⁾。そこで通常の臨床検査に用いられる条件に近い希釈度で、赤血球の分布を Poisson 分布とみなせるかどうか、又 Poisson 分布からのずれをどのように取扱うか、又これらの分布法則を利用して血球数算定の誤差を簡便に判定する方法等が問題となる。本稿もこれらの問題の解明への 1 つの試みである。

1. 分布法則の検討

血球が実際に Poisson 分布していると仮定すると、平均値と分散は等しい筈であるから、血球数に関する変異係数は、

$$c = \sigma/m = 100\sqrt{n}/n \dots\dots\dots (2)$$

(σ は標準偏差) で与えられる筈であるが、実際には多少のずれがあり、

$$c = 92/\sqrt{n} \dots\dots\dots (3)$$

の程度である²⁾³⁾。我々は先に、赤血球の分布を理論的に検討し血球が互に僅に反発あるいは凝集する傾向をもつ場合には弱伝播分布をとること。そのために Poisson 分布から僅にずれるならば Polya-Eggenberger 分布をとることを理論的に推定した⁴⁾。Polya-Eggenberger 分布は、

* 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 37 年 2 月 2 日受付〕

$$q(x) = m(m+d)(m+2d)\cdots\{m+(x-1)d\}(1+d)^{-m/d-x/x!} \cdots \quad (4)$$

で与えられる, ここに伝播定数 d は,

$$d = \sigma^2/m - 1 \cdots \cdots (5)$$

で与えられる. $d \rightarrow 0$ の極限で Poisson 分布が得られることは明かであろう, 即ち,

$$\lim_{d \rightarrow 0} q(x) = P(x)$$

さて (3) 式から, Polya-Eggenberger 分布を仮定して伝播定数の値を換算すれば $d = -0.04$ が得られる. これは伝播定数としては極めて絶対値の小さい値であり, 殆んど $d=0$ とみなせる. しかし僅に負の伝播性を有し, 赤血球が互に反撥する傾向をもっていると考えられる. このことは赤血球膜が, 微視的に互に密着せず $100 \text{ \AA}$ 程度の空間を残して相接する⁵⁾ ことと考え合わせて興味がある.

II. 実験

実際の検査条件に近い条件での算定に際して

得られる伝播定数および分布を, 健康人男子血液についていくつかの方法および希釈度を用いて実測した.

Thoma-Zeiss 型赤血球用メランジュールを用いて, Hayem 氏液で健康成人男子血液を約 200 倍に希釈, メランジュールを強力に振盪した後, Thoma-Zeiss 型血球計算板に入れた. 計算板上の小区劃全部, 400 区劃について各区劃に含まれる赤血球数を算定した.

結果を Table 1, 2, 3 に示す, m および d の値の異なる 3 例を示した, 但し 1 区劃に含まれる血球数を x , 区劃の度数を $f(x)$ とし, $F(x) = 400 P(x)$, $G(x) = 400 q(x)$ である. 理論度数の計算は Poisson 分布については Kitagawa の表⁶⁾ により, Polya-Eggenberger 分布については 7 桁対数表を用いて計算した. 尚数十例につき検討したが, 明らかな技術的過誤を含む場合を除いて, Poisson 分布および Polya-Eggenberger 分布の仮説を棄却出来ないことが示された. 分

Table 1. The distribution of red blood corpuscles on a counting plate.

Class Frequency		Poisson distribution			Polya-Eggenberger distribution		
x	$f(x)$	$F(x)$	$f-F$	$(f-F)^2/F$	$G(x)$	$f-G$	$(f-G)^2/G$
0	3	7.24	-4.24	2.4820	7.16	-4.16	2.4170
1	30	29.03	0.97	0.0324	28.89	1.11	0.0426
2	53	58.26	5.26	0.4749	58.18	-5.18	0.4612
3	79	77.90	1.10	0.0155	78.01	0.99	0.0126
4	60	78.14	11.86	1.8001	78.35	11.65	1.7323
5	62	62.79	-0.79	0.0099	62.88	-0.88	0.0123
6	41	41.94	-0.94	0.0211	42.00	-1.00	0.0238
7	23	24.04	-1.04	0.0450	24.02	-1.02	0.0433
8	10	12.06	-2.06	0.3519	12.00	-2.00	0.3333
9	6	5.38	-0.62	0.0714	5.32	0.68	0.0869
10	1	3.21	-0.21	0.0137	3.19	-0.19	0.0120
11	1						
12	1						
Total	400	399.99	0.01	5.3179	400	0	5.1772

$$m = \sum_{x=0}^{12} xf(x)/400 = 1605/400 = 4.0125$$

$$F(x) = NP(x) = 400 \frac{4.0125 e^{-4.0125}}{x!}$$

$$\text{freedom, } n = k - 1 - 1 = 11 - 1 - 1 = 9$$

$$0.900 = \Pr\{\chi^2 > 4.16816\} > \Pr\{\chi^2 > 5.3179\} > \Pr\{\chi^2 > 5.380\} = 0.800$$

$$\sigma^2 = \frac{1}{N} \sum (x-m)^2 f = 3.99234365$$

$$d = \sigma^2/m - 1 = -0.0050234$$

$$G(x) = Nq(x) = N \frac{1}{x} q(x-1) \{m + (x-1)d\} / (1+d)$$

$$\text{freedom, } n = k - 2 - 1 = 11 - 2 - 1 = 8$$

$$0.750 = \Pr\{\chi^2 > 5.07064\} > \Pr\{\chi^2 > 5.1772\} > \Pr\{\chi^2 > 5.527\} = 0.700$$

分布のあてはまりは Polya-Eggenberger 分布の方が良好であるが、パラメーターが1つ多い事、即ち自由度が1つ低い事の為に χ^2 検定でははっきりした差がみられない。伝播定数の値は多くの例で $-0 < d < -0.2$ の間で現れた、凝血の起った場合および後でのべるように凝集を起させた例では $d > 0$ になる。当然のこと乍ら、伝播定数の絶対値の小さい時には Poisson

分布のあてはまりがよく、大きい時には Polya-Eggenberger 分布の方がよくあてはまる。

次に少量の異型血液を混じて凝集を起させた血液を、同様に Hayem 氏液で充分希釈し、Thoma-Zeiss 型血球計算板上における赤血球の分布を調べた (Table 4, 5)。この場合、正の大きな伝播定数が観測される。凝集の程度が強くない場合には Poisson 分布はあてはまらない

Table 2.

x	f(x)	Poisson distribution		Polya-Eggenberger distribution	
		F(x)	$\{f-F\}^2/F$	G(x)	$\{f-G\}^2/G$
0	1	6.39	2.0394	6.33	2.1278
1	9				
2	14	16.71	0.4395	16.66	0.4247
3	42	34.24	1.7587	33.97	1.8981
4	59	52.95	0.6913	51.87	0.9801
5	64	63.34	0.0069	63.30	0.0077
6	56	64.20	1.0474	64.27	1.0641
7	47	55.79	1.3849	55.45	1.2877
8	42	42.42	0.0042	42.41	0.0039
9	25	28.27	0.3921	28.50	0.4298
10	18	17.44	0.0114	17.32	0.0267
11	10	9.65	0.0127	10.51	0.0148
13	5	3.71	4.9606	4.13	3.6264
14	2				
15	1				
	400	400	12.7516	400	11.9165

$$m=6.0825, d=-0.0085$$

Poisson distribution $n=13-2=11$

$$0.500 = \Pr\{\chi^2 > 10.3410\} > \Pr\{\chi^2 > 12.7516\} > \Pr\{\chi^2 > 12.899\} = 0.300$$

Polya-Eggenberger distribution $n=13-3=10$

$$0.500 = \Pr\{\chi^2 > 9.3418\} > \Pr\{\chi^2 > 11.9165\} > \Pr\{\chi^2 > 12.5489\} = 0.250$$

Table 3.

x	f(x)	Poisson distribution		Polya-Eggenberger distribution	
		F(x)	$\{f(x)-F(x)\}^2/F(x)$	G(x)	$\{f(x)-G(x)\}^2/G(x)$
0	4	5.7416	0.5300	4.3724	0.0317
1	23	24.5340	0.1367	21.0388	0.1828
2	48	51.6768	0.2616	49.2120	0.0299
3	73	73.1000	0.0001	74.5520	0.0323
4	88	77.5644	1.5729	82.2160	0.4069
5	57	65.8500	1.1897	70.3400	2.5299
6	56	46.5936	1.8990	48.5840	1.1320
7	32	28.2624	0.4943	27.8360	0.6228
8	13	14.9824	0.2623	13.3108	0.0073
9	3	11.5948	2.4491	8.5380	2.1309
10	1				
11	2				
	400	400.0000	8.7957	400.0000	7.1065

$$m=4.245, d=-0.1178$$

Poisson distribution : $n=k-2=8$

$$0.50 > \Pr\{\chi^2 > 8.7957\} > 0.30$$

Polya-Eggenberger distribution : $n=k-3=7$

$$0.50 > \Pr\{\chi^2 > 7.1065\} > 0.30$$

Table 4.
Distribution of slightly aggregated erythrocytes
on a counting plate.

x	f(x)	F(x)	(f-F) ² /F	G(x)	(f-G) ² /G
0	65	34.96	25.8124	79.38	2.6050
1	97	85.20	1.6343	89.48	0.6320
2	82	103.84	4.5935	74.48	0.7593
3	62	84.36	5.9266	54.66	0.9856
4	40	51.40	2.5284	37.43	0.1765
5	26	25.08	0.0338	24.57	0.0832
6	8	10.16	0.4592	15.60	3.7026
7	5			9.74	2.3067
8	3			5.86	1.3958
9	4				
10	3				
11	2				
12	0	5.00	45.0000	8.78	1.1809
13	1				
14	1				
15	0				
16	1				
400		85.9882		13.8276	

$m=2.4375$, $d=1.16250$

Poisson distribution : $n=k-2=6$

$\Pr\{\chi^2 > 85.9882\} < 0.01$

Polya-Eggenderger distribution : $n=10-3=7$

$0.10 > \Pr\{\chi^2 > 13.8276\} > 0.05$

Table 5.
Distribution of strongly aggregated erythrocyte
on a counting plate.

x	f(x)	F(x)	G(x)
0	16	3.32	61.49
1	54	15.93	56.34
2	76	38.12	48.61
3	69	60.90	41.08
4	44	72.93	34.32
5	27	69.84	28.52
6	30	55.81	23.56
7	23	38.17	19.42
8	11	22.88	16.01
9	6	12.18	13.15
10	7	5.83	10.76
11	4		8.81
12	5		7.22
13	5		5.90
14	3		4.82
15	3		3.92
16	0		3.23
17	2		2.56
18	3		2.22
19	2		1.85
20	2		1.55
21	0	4.08	1.32
22	0		1.13
23	1		0.92
24	1		0.80
25	1		0.69
26	1		0.59
27	1		0.51
28	0		0.43
29	0		0.35
30	1		0.28
31	1		0.23
32	1		0.18
400		400	400

が Polya-Eggenberger 分布の仮説は棄てられない (Table 4). 更に凝集が強く起ると何れの分布にもあてはまらなくなる (Table 5).

Ⅲ. 血球の分布の均斉性に関する検定法

前節により, 計算板上における赤血球の分布は手段に誤りがなければ Poisson 分布しているとみなしてよい. 即ち 5% の有意水準で Poisson 分布の仮説を棄却できないことが示される, これに対し血球の凝集が起った場合には Poisson 分布の仮説が棄てられる. 云い換えれば, 血球が正しく分布しているという事は, 血球が互に殆んど独立にちらばっていることだと考えてよい. このことを利用して血球が均斉に分布しているかどうかを検定することが出来る⁸⁾. しかし 400 区劃全部について算定し分布の検定を行うことは相当に煩雑であるから, 上記の事実を利用して臨床検査に応用できるような簡単な検定法を得ることが望ましい.

臨床検査法の書物⁷⁾によれば, 16区劃を1つのブロックとして5ブロックの血球を算定し, ブロックの間の変動が20個以上のときは手技に誤があったと考えるとしてある. 今5ブロックの血球数として次のような値を得た, 68, 72, 82, 86, 97. 手技に誤がなければ Poisson 分布するという性質を用いて χ^2 検定を行うことができる. 即ち $\bar{x}=81$, $\sum_{i=1}^5 (x_i - \bar{x})^2 = 532$, $\chi^2 = \sum (x_i - \bar{x})^2 / \bar{x} = 6.5679$. $\Pr\{\chi^2 > 6.5679\} > 0.1$ (自由度; $5-1=4$). 即ちこの程度の変動は偶然にも起り得る, 即ち手技が拙いためとは云い切れない, 更に多くのブロックについて算定すべきであろう. 5ブロックについての算定で, どの程度の変動が起り得るか見積ってみると通常の条件で $\bar{x} \approx 100$ の程度とすれば, 平均値の上下10個程度の変動では $\chi^2 \approx 5$, $\Pr\{\chi^2 > 5\} > 0.25$ であるから血球数20個程度の変動は当然起り得る.

上記の方法では, $\Pr\{\chi^2 > 9.49\} < 0.05$ であるから $\sum (x_i - \bar{x})^2 \geq 9.5 \bar{x}$, 即ち ± 14 個以上の変動があれば有意の差と判定できる. 又もし比較的そろった値の中で1つだけとび離れた値 x_i が得

られたとして, $|x_i - \bar{x}| >$

23.2 であれば有意の差と判定される. これから, 手技の拙さを簡単に判定する目安として, 各ブロックの血球数が互に24個以上変動するとき, 或は両端の値が34

個以上開いているときには手技に誤があったと考えてやり直すことにすればよい.

尚, 5ブロックについての算定から得られる血球数の標準偏差は (3) 式から 20,000個程度であり, この手技を5回くり返してその平均から血球数を算定した場合には 2,300 個程度に減少する. 即ち5回の算定から血球数を算定することが望ましい訳である (注意; 手技を5回くり返して得られる25ブロック全体について前記の判定法を行おうとすると, 例数—自由度—が大きいため偶然にとび離れた値の得られる確率が大きくなる, 例えば比較的そろった値の中で, かけ離れた値 x' が得られたときこれが有意の差によるとするためには $|x' - \bar{x}| > 36.1$ でなければならない. 各回につき5ブロックずつ判定して取捨する方が安全であろう).

次に, この方法は実際的ではあるが計算板全体に関する判別法が与えられないため, ブロックの撰び方により, 過誤が見逃されるのではないかという不安が残る. そこで計算板全体について, 分布のよさを簡単に判定する方法を考えよう.

400 区劃全部について Poisson 分布を検定するのは煩雑でもあり時間を要するので少数の階級についての検定で代用する. 血球数の少い場合, 血球数零の区劃の数は一定の範囲内に現われる筈である. 例えば他の階級についての $\{f(x) - F(x)\}^2 / F(x)$ が 1 の程度であれば, 即ち $\Pr\{\chi^2 > \chi^2_0\} > 0.25$ の程度とみつめるならば (これは $f(x)$ についての標準偏差が $\sqrt{f(x)}$ 程度と考えられるので尤もらしい仮定である), 血球数零の区劃の数は 5% 有意水準を保つためには, $\{f(0) - F(0)\}^2 / F(0) < \chi^2_0 - \sum' \{f(x) - F(x)\}^2 / F(x)$ が必要である, 但し χ^2_0 は $\Pr\{\chi^2 > \chi^2_0\} > 0.05$ を充

Table 6.

number of erythrocyte/mm ³	280	320	360	400	440	480	520	560 × 10 ⁴
class, $x =$	0	0	0	0, 1	0, 1	0, 1	0, 1	0, 1, 2
range of frequency $f(x)$ at 5% eignificance	4-20	1-14	0-10	5-27	2-20	0-14	0-11	2-21
range of frequency $f(x)$ at 10% eignificance	5-19	2-13	0-9	7-25	3-18	0-13	0-10	4-20

たし, 右辺の $\sum'$ は零以外の階級についての和をしめす. もし $F(0) < 5$ であれば階級を合併しなければならないので上式の左辺を $\{\sum f(x') - \sum' F(x')\}^2 / \sum' F(x')$ で置き換える, 従って右辺の

$\sum'$ は x' 以外の階級についての和となる, ここに x' は 0, 1 もしくは 2 である. 計算の結果を Table 6 に示す.

参考のため10%有意水準での値もかかげてある. 5% 有意水準での範囲を出れば実際上 Poisson 分布をしていない, 従って技術上の欠陥があったと判定してよいであろう.

前述のブロックについての判定法と併用すれば簡単な判定法としての目的は達せられると思われる.

IV. 結 論

血球計算板上における希釈した血液中の赤血球の分布を統計学的に研究した.

1. 希釈した血液中の赤血球の血球計算板上での分布に対して, Poisson 分布及び Polya-Eggenberger 分布の仮説を棄却できない.

2. 上で常に小さい負の伝播定数が観測された.

3. 軽く凝集した血球の分布は Poisson 分布には従わないが, Polya-Eggenberger 分布の仮説は棄却できない.

4. 凝集が強く起った場合には Poisson 分布にも Polya-Eggenberger 分布にも従わない.

5. 技術的欠陥がなければ血球は血球計算板上で Poisson 分布するとみなしてさしつかえない.

6. Poisson 分布の仮説に基いて実験的に技術上の欠陥を検定する方法を考案した.

御指導賜った井上章教授, 被検者となり実験に協力して下さった学生諸君に深謝します.

文 献

- 1) Student (1907) On the error of counting with a haemocytometer. *Biometrika*, **5**, 351-360
- 2) Ponder, E. (1948) *Hemolysis and Related Phenomena*. Chwicheill, London
- 3) Abbe, E. (1879) *Jenaische Sitzber.*, 98 Ponder (2) による
- 4) 井上 章・品川嘉也 (1961) 赤血球の e 科学 **31**, 147-148
- 5) 品川嘉也・小倉光夫 (1960) 赤血球膜の厚さ 科学 **30**, 367-368, (1960) 超薄切片法による赤血球膜の研究 日本生理誌 **22**, 654
- 6) Kitagawa, T. : Table of Poisson Distribution
- 7) 例えば金井 泉 (1958) 臨床検査法提要 第6章 P. 14
- 8) 竹中繁雄 (1951) 血球計算に使用するポアソン分布表について 日本生理誌 **13**, 525

地方小学会報

第13回日本生理学会中国・四国部会 (1) (つづき)

時 昭和36年8月22日午前9時より

所と当番 徳島大学学生会館 岡 芳包・山野俊雄

6. 日野道夫 (岡山大第1生理)

真菌に及ぼす高水圧の影響

Candida albicans を一定時間高水圧にさらし30秒-1分で急に平圧に戻した場合、その増殖並びに酸素消費に及ぼす影響について報告する。

菌は Sabouraud 寒天培地で 33°C, 約40時間培養したものを使用し, pH 7.2 の磷酸緩衝液に浮遊せしめたものを油圧式高圧ポンペで加圧した。

増殖は Sabouraud 液体培地に静置培養し, 分光光度計で比濁法によって測定した。

100-300 kg/cm² 加圧では, わずか増殖の促進が認められるものもあるが殆んど無影響で 1500 kg/cm² 以上で著明な増殖抑制が見られる。併し実験に使用した最高圧 1700 kg/cm² に於ても約20時間菌増殖曲線の lag phase 発現が遅延するのみで, 70-90 時間後には菌増殖がその対照に追いつく。

次に酸素消費は Warburg 検圧計を使用して測定したが, ブドウ糖を基質とした場合, 焦性ブドウ酸を基質とした場合も共に, 1000 kg/cm² 以下の加圧では, 殆んど影響が見られず, 1500 kg/cm² 以上で著明な酸素消費低下が見られる。

以上の如く菌増殖の抑制と酸素消費の低下が, 略々平行して 1500 kg/cm² 以上の加圧で発現するが, この様な事実は既に当教室でも市橋がチフス菌で安田が緑膿菌で報告しているが, 両者が 600 kg/cm² 30分加圧から 800 kg/cm² 加圧で圧の影響をみとめているに反し, 私の実験では, 1500 kg/cm² ではじめて圧効果を認めた。従って *Candida albicans* がチフス菌や緑膿菌に比較して, 圧に対する抵抗力は遙かに大であることが推測される。

7. 沖 充・谷国勝美 (山口医大第2生理)

微小電極の尖端電位について (*Nitella* の細胞内電位・続報)

現在, 電気生理学の実験に慣用されている微小電極は, その尖端に物理的な電位 (tip junction potential 以下 T. P. と略す) を持つのが普通で

ある。この T. P. に影響を及ぼす 2, 3 の実験条件について検討した。

電位差の測定は UX-54 A を使用した Du Bridge Braun 回路を応用し (真空管電位差計), 反照検流計の光点の“ふれ”より計測した。

1. T. P. は尖端の浸っている外液中の KCl の濃度との間に, 一定の関係があり, 外液の KCl 濃度が小さい程 T. P. は大きい。(濃度 1-100 mM の範囲で 0-50 mV)。ただし, この値はそれぞれの電極によって違っている。

2. 微小電極の尖端の径が 1 μ 以上のときは, T. P. は無視し得る。1 μ 以下の場合, 径が小さい程 T. P. は大きい。即ち T. P. は, 従来云われているように電極の尖端部に於ける K⁺ と Cl⁻ との易動度の差によって, 発生するものと思われる。

3. 尖端電位は細胞内に於ては, 外液中に比して遙かに小さい。この要因は細胞内における K⁺ 濃度が高いことと, 蛋白の含有量が多いためと思われる。細胞内電位の測定には, 細胞内と外とにおける T. P. の差を考慮しなければならない。

4. 前記のように, T. P. の補正をすると, *Nitella* の細胞内電位は, 冬期でも夏期でも, 外液中の K⁺ 濃度が 3-100 mM の範囲内では, $E = 58 \log \frac{140}{K_o}$ (濃度は mM, E は負) の式が妥当する。

文 献

- 1) R. H. Adrian (1956) J. Physiol. **133**, 631
- 2) 喜多 弘 (1961) 第38回日本生理学会口演 日本生理誌 **23**, (8号)

8. 萩原 仁 (広島大教養運動生理)

Rotary Pursuing に関する生理学的解析

運動学習に関する Pursuit Rotor について30秒追跡, 60秒休憩の試行42回をもって1実験とし, これに対する生理学的解析を試みた。脳波は後頭葉誘導に限定し, α波の出現消失を示標として追求した。

試行により α 帯域の減少並に休憩時の復活を認

めるが実験条件により休憩時の θ 帯域の増加が目だつ。又これより低周波帯域も比較的に大きい。これは試行時起立休憩時坐位という姿勢変化に基づく電極移動と筋電図解析からも窺われるように運動学習ということで理解される。試行時 α 、 θ 帯域の減少はそのまま β 帯域の増加となっている。 β_3 帯域においては交流成分を充分に除去出来ない所から分析困難であるが、 β_{1-2} の各帯域では試行時の増加が明確である。これら帯域の量的変動は全試行を通して恒常状態をしめして居り、被験者により異なるが、 α 帯域が相対的に出現し易くなりそれが β 帯域への変動を起していると思われる所見が若干見られる。意識活動の分化発達と運動学習については今後の研究にまかしたい。

筋電図の分析所見では休憩時に大部を占める5-7 cps 帯域が10-30 cps 帯域へと移行するが、分析の絶対値は比較的少なく、試行時に僅かの運動単位が at random に発火していると推察されるにすぎぬ。これは power を要しない実験条件に基づくと思われる。

心電図の時間間隔測定は体位の変化による差異を除去して考察すると僅かに変動を認めるもとでも分析の対象とはなり得ない。

これに対して精神電流現象では学習の上昇効果の著しい者と抑制効果の持続する者とは明らかな差異があり、その中間型ともいべきものを加えてはきり3分される。即ちW-up効果の著明な型では学習の初頭段階で多くの周波数をしめすが、次で急減し試行終了まで低水準を持続する。抑制効果の著明な形は学習曲線の非成型的であると同時に高原に達する時間が遅く不規則な頻度変動を示す。

9. 門 長生 (鳥取大第2生理)

角膜より抽出される縮腫物質 **cornin** について西田等により発見された角膜より抽出される縮腫物質 **cornin** の化学的生物学的性状について追求めた。

更に、牛肉、家兎肉を材料として **cornin** とみなし得る物質を抽出し、或る種の amino 酸との関係について若干の考察を行なった。

cornin の呈色反応は蛋白質、amino 酸陽性である。

cornin はセロフェン膜で透析される。**cornin** はトリプシン、塩酸加水分解および pH 1-10 の水溶液中 100°C 20分の各処理で縮腫効果を消失しない。

cornin の paper chromatogram (buthanol 醋酸展開, buthanol:氷醋酸:水, 1:4:1) で Rf 0.11 に縮腫効果のあるはっきりした spot を得た。

l-cystine と *l*-lysine monohydrochloride が西田の縮腫作用を示し、かつ Rf が **cornin** と近似する amino 酸である。併し血圧下降作用および摘出墓心に対する作用は **cornin** とは異なる。

以上、西田の縮腫物質 **cornin** の本態として peptide より低分子の窒素化合物、恐らく amino 酸または amino 酸と密接に接合した或る種の物質であると考えられる。

10. 西田 勇・岡田博匡・門 長生 (鳥取大第2生理)

長毛様体神経の活動に対する頸動脈洞刺激の効果

頸動脈洞反射における交感神経の活動の変化に関しては Bronk 等の研究がある。氏等は洞内圧の上昇によって心臓交感神経の活動が抑制されることを立証した。その後種々の研究者によって頸部交感神経・内臓神経においても類似の所見が観察された。しかし、長毛様体神経の活動に対する効果についてはいまだ報告がない。今回吾々はネコ・イヌの長毛様体神経の遠心性衝撃を誘導し、頸動脈洞刺激によつてその衝撃がどのようにに変化するかを追究した。その結果の概要は次のようである。

1. 長毛様体神経の遠心性衝撃は洞神経の切断中枢端の電気刺激によって減弱或いは消失する(抑制効果)。しかし、ある場合には逆に増加する(促進効果)。一般に抑制効果は弱刺激で得られ易く、促進効果は強刺激で出現し易い。

2. 一側の頸動脈洞を一般の循環系から分離して脱線維素血で灌流し、洞内圧を上昇すると長毛様体神経の遠心性衝撃は減少或いは消失する。この効果は除脳及び非除脳動物のいずれにおいても認められる。しかし、促進効果は洞内圧の上昇によっては出現しない。

3. これらの結果より、頸動脈洞の圧受容器よりの求心性衝撃は延髄或いは脊髓に存在する眼の

交感神経中枢に対して抑制的に働くということが出来る。他方、洞神経の電気刺激によって現われる促進効果は恐らく頸動脈体よりの線維が刺激されるためであろう。

11. 藤井一元・銭場武彦・伊達辰之進 (広島大第2生理)

延髄及び脊髄の刺激による血圧上昇について

哺乳類の延髄に於ける血管運動中枢に関しては、Wang & Ranson, Alexander, 山本らの研究があるが、未だ一致した見解に到達していない。

自分等は、ネブタール麻酔犬61例について以下追求した。延髄及び脊髄の背側から直視下に、単極電導子 (径20-25 μ) を挿入して、100回/sec, 1-3 V の刺激を加えた。血圧の上昇 40 mmHg 以上のものについては、後組織標本を作製して、その刺激部位を決定した。一般血圧は、右側総頸動脈にて観血的に水銀マンオメーターで描記させた。血圧 40 mmHg 以上の上昇を示した31例についてみると、血圧上昇点は、延髄背面では、灰白翼吻側端より灰白翼中央の高さまでは、灰白結節の内縁で灰白翼に接する部、門の高さではその横 2 mm, 以下尾側では後正中溝の横 2 mm, 脊髄では後正中溝の 1.5 mm 横にあり、何れも深さ約 2 mm にあった。血圧上昇高は平均 86.7 mmHg で、150 mmHg 以上の上昇を示しその値が 300 mmHg を越すものもあった。血圧上昇時多くの場合脉搏増加を伴ったが、反って著明な徐脈を伴うものもあった。この徐脈は両側迷走神経切断後に消失する。両側内臓神経切断後は、血圧上昇は非常に低くなり、又 Hexamethonium Bromide 静注後は完全に血圧上昇は消失する。この事は、血圧上昇は主として内臓神経その他の交感神経系の興奮に基づくものであることを示すものと考えられる。血圧と同時に胃運動を描記させたものについてみると、血圧上昇と胃抑制は多くの場合平行して認められたが、血圧上昇時反って胃促進を来した例もあった。之等血圧上昇点は組織学的検索では、左右灰白翼を結ぶ高さより門の下 2-5 mm の間では孤束及びその周辺部にあり一部灰白翼核にもあった。之等血圧上昇点は延髄から脊髄に延長し、頸髄では前、後柱移行部の前柱寄りに、胸髄では側柱の前柱寄りの部に、夫々著明な血圧上昇を示す点を認めた。

12. 山田 守・森木貞信 (鳥取大第1生理)

圧受容器の刺激方向による感受性について

現在耳鼻科領域で直線運動に対する耳石の作用が種々研究され、家兎卵形囊神経動作流観察の結果、扇野は耳石による圧迫及び牽引位の刺激が有効なる事、太田原等は卵形囊斑に2種類の感覚細胞を電子顕微鏡で認め報告している。この耳石による圧迫及び牽引を感受すると考えられる2種類の感覚細胞が、いかなる作用機転にもとづき反応をしめすものであるかを知る為の一助として、鼯の皮膚触圧受容器の刺激方向による感受性を調べた。

鼯下肢皮膚神経の、皮膚神経標本を作り、単一求心性神経を分離、田崎の髓鞘乾燥法を用いて、皮膚に持続的機械的圧迫及び牽引 (接着剤としてアドヘヤ糊、イーストマン 910 を使用) 刺激を与え、求心性衝撃を陰極線オシロスコープで観察した。

1) 触圧受容器には機械的刺激に際し、「なれはや」、「なれおそ」(島田、倉島等) 又は「phasic 及び tonic」(嶺嶺、田島等) の2種類の区別される事はすでに報告されている如くであった。

2) 空気流を皮膚にあてた場合、反応を示す場合と示さない場合の2種類が区別された。これは触及び圧受容器の差ではないかと考えるが、反応様式より触受容器と考えられるものの中にも無反応の例も認められた。

3) 触圧に反応を示す55例中、50例に牽引に際しても反応をみとめた。刺激が或る程度強くなると、刺激除去時にもスパイクが認められるが、この方が早く現われる場合もある。又これらの受容器は酸及び熱には反応を示さなかった。

機械的変形が刺激となると考えられるこれらの結果より、耳石による圧迫及び牽引を感受すると考えられる卵形囊斑感覚細胞機能につき検討を加えた。

13. 岡田勝喜 (鳥取大第1生理)

終板電位の 2, 3 の性質

蛙の坐骨神経縫筋標本にガラス微小電極法を用いて終板電位について実験した。

高濃度 (45-90 mM) の Ca^{++} の作用で終板電位は始め急速に増大するが数秒乃至数十分の後突然減少し始め多くの場合数十秒以内に 0 迄下る。

斯る現象は夏期に於ける実験によって得た成績であるが、冬眠中の蛙を材料にして同様な実験を行なうと斯る現象は見られなかった。即ち高濃度 (9-45 mM) の Ca^{++} によって終板電位は漸減し、夏期に見たように極めて短時間の内に終板電位が 0 迄下ると云う現象は起らなかった。又夏期では高濃度の Ca^{++} により終板電位が 0 に下った直後外液を等張食塩水に更えると電位は急速に回復したが、冬期に於ては殆んど回復しなかった。このような終板機能の季節的差異の原因として神経末端の Ach の蓄積状態、終板受容膜を含めての cholinesterase の状態等の変化が考えられる。

終板電位は外液の Ca^{++} 不足により著しいバラツキが起る。次の現象は Quantum theory の 1 つの根拠になって居るが、高濃度 Ca^{++} の作用下に於ても同様なバラツキ現象が見られるので sub-cellular unit の Ach 遊離の機序と Ca^{++} との関係に就いては再考の余地がある。

又 EDTA-Na の作用により終板電位は 1/sec の頻度の刺激により明瞭に漸減する現象が見られたが、この現象が EDTA の直接の作用の結果か否かは今後の研究に待たねばならぬ。

高濃度 Ca^{++} を作用させて或る時間経過後起る終板電位の減少は EDTA-Na によって回復しない。又高濃度 Ca^{++} によって増大して居る終板電位は EDTA-Na により減少する。又 EDTA-Na の作用は EDTA-Ca によって補償されない。此の点も夏期と冬期とで成績が相反する。

14. 入沢 宏・小林 惇 (広島大第 1 生理)

吸引電極によるカキ心筋の活動電位

前報告 (1960 年中・四国学会) に於て、カキ心筋の活動電位は吸引電極を使用する事に依って、細胞内電極と同様な波形がとれる事を報告した。吸引電極は注射針を利用した簡便なものであったが分極が著しいことから、これを改良し銀電極を Y 字型の硝子電極中に封入し、これを吸引電極として用いた。吸引圧は 10 cmHg の圧で、かなり安定した電位がとれる。吸引が大であると筋に一定の緊張が起るが、これは徐々に回復する。同一個所を反復吸引すると得られる電位は徐々に減少する。吸引をつづけつつ、100 mM KCl を作用させると、心筋の脱分極が起り、同時に筋張力は増加するが海水により洗うとかなり速かに回復を示

す。

又吸引をつづけつつ、蔗糖液で Ringer 氏液中の電解質を置換した後は、筋張力は徐々に弛緩を示すが、これと一致して活動電位も停止し、過分極の状態をおこす。この状態で、心筋に等張食塩を作用させると張力は増加し活動電位も回復する。又等張蔗糖液で弛緩した心筋は K^+ によっても収縮を起させる事が出来、これと一致して活動電位の回復をみる事が出来る。陽極通流によって起る筋弛緩は蔗糖液中では起らないが、 Na^+ 又は K^+ の存在下では認められるものである。

15. 佐藤 源 (岡山大第 2 生理)

微小電極刺激による腸内反射の研究

麻酔イヌあるいは除脳イヌで、その腸間膜神経を切断した小腸片の各層を、微小電極を用いて選択的に刺激し、その腸運動に及ぼす効果を研究した。実験終了後、刺激局所は、組織学的検索によって確認した。その結果を要約すると、次の通りである。

1. 縦走筋の表層に刺激を加えると、刺激局所に限局して軽度の筋収縮が起る。刺激点より口尾両側において、筋緊張は低下し、律動収縮は停止する。

2. 縦走筋の深層に通電すると、刺激局所では、軽度の筋収縮が起り、同時にその口側隣接部位に不完全な収縮輪を認める。腸運動は、口側では亢進し、尾側では抑制される。

3. 輪走筋刺激の場合には、刺激局所では、緊張性収縮輪が形成され、さらにその尾側隣接部位は周辺よりも僅かに膨れる。口側では、運動が亢進するけれども、尾側では抑制される。

4. 露出した粘膜面に通電すれば、刺激局所の粘膜は、刺激点から外方へ向う律動的な運動を行なう。口側では、運動が軽度亢進し、他方尾側では抑制される。

5. 以上の結果は、腸内反射には 2 つの異なった反射が認められることを示している。即ち、1 つは筋反射で、これは、少くとも縦走筋の表層に刺激受容体を有すると云える。もう 1 つは粘膜反射で、これは、粘膜に刺激受容体があって、これの属する求心性ニューロンの神経線維が、輪走筋層を貫いて、アウエルバッハ神経叢に達していると考えられる。

16. 中山 沃 (岡山大第2生理)

ネコおよびイヌの大腸筋の活動電位について

ネコおよびイヌの大腸運動を肉眼的に観察するとともに、活動電位を誘導描記し、先人の研究結果と比較検討した。

ウレタンとモルフィンで麻酔し、活動電位の誘導を容易にするために、12指腸以外の小腸を殆んど摘出した。活動電位の誘導は微小銀-塩化銀電極を使用し、増巾器には直流あるいは時定数 1.5 秒の R-C 結合増巾器を用いた。

1. 大腸筋の活動電位は slow potential とその上に重畳する spike potential からなっている。その振巾は小腸のそれに比べると甚だ小さいので slow potential が殆んどみとめられない場合もある。イヌの大腸筋の1個の spike potential の経過時間は小腸のその2倍以上で 200-400 msec である。

2. ネコの近側結腸には逆蠕動、蠕動および大蠕動がみとめられ、逆蠕動の週期は 11.0-13.0 秒で、伝播速度は毎秒 0.9-1.0 mm であり、蠕動の週期は 11.4-12.4 秒であった。遠側結腸には蠕動がありその週期は 12.6秒であった。

3. イヌの回盲括約部附近には蠕動がみとめられ、その週期は 13.0-16.0 秒であった。近側結腸にはネコと同様に逆蠕動 (週期は 12.0-15.5 秒)、蠕動 (週期は 10.4-11.4 秒) および大蠕動が認められた。

4. 上述のようにネコでもイヌでも大蠕動がおこることが特徴的である。これは回盲括約部附近の結腸から発生し、結腸括約部を越え、遠側結腸にまで伝播し、腸内容を大量に尾側へ輸送する強い収縮波である。この spike potential 群の放電持続時間は蠕動あるいは逆蠕動の数倍もある。こ

の収縮波は bolus を腸内腔に挿入した時におこる収縮波と同性状のものであり、腸内反射と関連する運動型と考えられる。

5. 結腸括約部附近から壁内神経細胞からと思われる spike potential を得た。しかし神経細胞からのものであるという確実な証拠はない。

17. 田北周平・西島早見・田村恭昭 (徳島大田北外科)

消化管自動能の起原に関する研究 (第4報)

先に私達はヒト及びウサギの胎児消化管運動を観察し消化管壁の発生状態を組織学的に検索したが今回はウサギ胎児腸管の電子顕微鏡的観察を行い平滑筋および神経組織の発育にたいして検索を試みた。

上皮組織は多数のミトコンドリア endoplasmic reticulum ゴルジ装置を持ち microvilli も内腔に多数存在する。胎令のすすむとともにその数大きさ密度もまして来る。

胎令14日では粘膜固有層には線維芽細胞が散在する。将来輪状筋の形成されると思われる部分と縦走筋の形成される部分の間に 0.4-1 μ の直径をもった神経線維横断像がみられる。又その附近には二重構造によって境いされた平滑筋線維と思われる像が存在する。此の胎令では自動能はみられなかった。

すなわち胎令14日では光学顕微鏡的に輪状筋も未だわずかで Auerbach 神経叢も縦走筋もみとめられなかった。しかし電子顕微鏡的には自動能の見られる以前に輪状筋と思われるものを認め、また筋層間を走る神経線維を認めたことは消化管自動能を追求する上に興味深いものであると思われる。

第7回日本生理学会中部談話会

時 昭和36年10月1日9時より

所と当番 名古屋市立大学医学部基礎館第1講義室 新田初雄・大原孝吉

1. 猪飼公郎・榎江 勇・新田初雄 (名古屋市立大第1生理)

皮脂腺の神経支配について

人の皮脂腺ではその基底膜まで無髄神経線維がきていることは知られているが、これが果して腺実質まで入っているか否か、又仮に入っていると

しても之が真の分泌神経か否かは明かではない。1920年 postencephalitic seborrhea をめぐる論争

以来、多くの報告をみるが、之等は凡て同時に出現したかも知れない発汗を無視したか、又はそれを除外することができなかった為に、Rothman等によってすべて信憑性を欠くものと指摘された。

演者等は既に starch paper 法を適用して、同一皮面に排出する皮脂と汗とを夫々別々に、然も両者の emulsification の行なわれる以前に starch paperに吸着呈色せしめ、これにより同一刺激(諸

種自律神経剤、精神感動等)に対する皮脂と汗との排出量を比較して、皮脂腺には少なくとも汗腺にみられる如き分泌神経支配は存在しないことを明かにした。その後更に皮脂排出量は汗量とは関係なく、皮温と密接な関係のあることを知ったので、これらの知見を参考とし、圧反射による半側発汗を利用して皮脂腺の自律神経支配を検討した。即ち左右被験部をcupを以て被覆しこれを絆創膏で皮面に密着固定し、上口を塞いで送気し久野法により汗量を測定する。cup 辺縁に近くサーミスターを装着し、左右の皮温を連続記録する。発汗室に入室後一側側胸部に圧を加え(圧迫側)、約1時間これを続ける。加圧後間もなく圧迫側上半身では発汗著明となる。皮温は加圧直後には対照側が圧迫側よりも高く血流の増加を反映するが、やがて発汗開始と共に圧迫側よりも低くなる。1時間後の発汗側(対照側)の汗量は圧迫側に比し数倍あるにも拘らず、皮温は例外なく低く、皮脂量も圧迫側より少ないか或は同量であった。

以上のことから皮脂腺は汗腺にみられる如き圧反射、ひいては自律神経支配を欠くことが指摘される。

2. 小川徳雄・寺田栄一・小林 守(名大第1生理)

肋間-横隔膜神経縫合後の横隔膜運動復元について

イヌにおいて、一側の第5又は第6肋間神経を側胸部において、また同側の横隔膜神経を肺門部よりやや上部で、夫々切断し、前者の中樞側断端と後者の末梢側断端とを縫合すると、4-5ヵ月後に横隔膜性呼吸運動が復元した。手術前、該肋間神経の切断部位においては、強制呼吸の際に吸気性及び呼気性の働作電流が記録されたが、復元した横隔膜の収縮は他部位の吸気運動と同期し、呼気性のインプルスが横隔膜に伝達される徴候は見られなかった。縫合により再生した神経からは吸気性の働作電流のみが記録された。

なお、この横隔膜性呼吸運動の復元は、手術時、他側横隔膜神経を切断しておいたときはよく観察されたが、それをそのまま放置しておいたときには観察し得なかった。後者の場合は少数例のため、果して意味のあることか、あるいは縫合不

全によるものかは不明である。両側で肋間-横隔膜神経縫合を行なったときは、両側共に横隔膜の収縮が復元した。

元来、肋間神経中の呼吸性インプルスは、自然呼吸時には殆んど認められず、強制呼吸時においてのみ明らかに記録し得るものであるが、肋間-横隔膜神経縫合後には何らかの適応機構により、吸気性インプルスは次第に増強され、それに反し呼気性インプルスは消滅するものと推定される。

3. 熊沢孝朗・小林 守・高木健太郎(名大第1生理)

身体各部位のプレチスモグラムと自律神経緊張状態について

反射光電式プレチスモグラフを用いて、身体各部位の皮膚血管反応を観察した。血管反応の指標としたものはプレチスモグラムの5-20 sec位の基線変動で、その上向きの振れはその部位の血液容積の増大即ち血管拡張を示し、下向きの振れは血液容積の減少即ち、血管の収縮をしめすと考える。

後に述べる様にプレチスモグラムの pattern は部位により異っているが、同一部位に於いても種々な pattern の変動が観られる。この pattern 変動は、環境温度の高低、被検者の情緒的緊張状態の高低、夏冬という季節変動、夜朝といった時間の変動等、実験時の back ground factor の変動とかなり密な相関を持つ事を観察した。

こういった実験時の back ground factor は相当短時間の内に変動していると思われる自律神経緊張状態を作り上げており、プレチスモグラムに見られる pattern の変動は末梢に於ける現われでなかろうかと考えられる。

前述の様に、身体の部位による pattern の差は著しいが、刺激に対し収縮的に応ずる component の多い手掌部と拡張的に応ずる component の多い胸部、四肢近端部の2つに大別し得る。

前腕部は両者の移行型を示す。

以上について、人工気候室を使用して温度変化を与えた実験および Mecholyl 投与時に生ずる Gelhorn のいわゆる tuning の状態に於ける実験を主にして報告する。

4. 蓮村成子・名津井悌次郎・本田良行(金沢大

第1生理)

化学的呼吸刺激としての動脈血 pH 及び P_{CO_2} の刺激閾値に関する研究

2-3 の予備的な観察より横隔膜神経に於ける Massed discharge が自発呼吸の存否の示標となる事を確めた。之より両側迷走神経を切断したクラール非動化の犬について、横隔膜神経の Grouped discharge を消失させ得る限界の換気量を、人工呼吸器を介して与える様調節した。

此の際に於ける動脈血 pH、総炭酸を測定し、動脈血 P_{CO_2} を計算して、之等の値を呼吸刺激の閾値とした。又 Infra red CO_2 Analyzer を用いて呼吸 CO_2 連続測定を行なって参考とした。得られた主な結果は次の如くである。

1) 刺激閾値は PCO_2 は約 2 mmHg 以内、pH は約 0.02 pH 以内の正確さで再現性を確めることが出来た。

2) 正常迷走神経切断犬に於て、上記の換気量の下で求められた刺激閾値は、 PCO_2 が 22-30 mmHg、pH は大凡 7.40-7.50 の範囲であった。血漿総炭酸は 15-20 mM/L の値をとった。一般に PCO_2 の値は血漿 CO_2 の増減と比例して変化する傾向が見られた。

3) 0.16-1.0 N HCl を下空静脈内より徐々に注入し刺激閾値の変化を追跡した。

その注入量は 1.1-7.1 mEq/kg であった。HCl 注入による pH の低下及び総炭酸の減少に伴い著しい PCO_2 の刺激閾値の低下が見られ約 10 mmHg 附近まで減少することが確かめられた。

この際 pH の代りに $[H^+] \times 10^9$ を 1 単位として表わした水素イオンの濃度 (H) と PCO_2 閾値との関係を求めると、両者の間に稍直線的な逆相関の傾向を認めることが出来た。

5. 勝田 稷・服部俊亮・長岡信一 (三重大第1生理)

迷走交感両神経の組織化学的研究 (其の1) 迷走交感両神経の Lipoid 組成の差異

爾に剔出迷走交感神経標本につき明確な季節的な変動がその活動電圧の上に観察されることを知った。この現象からして、兩種神経には神経組成に差異があり、またこの組成は季節的に変動するのではないかと考えた。ここにその推察の当否を検討するべく、先ず Lipoid 組成の状態を窺知し

ようと企てた。

資料には藁の神経標本中で先業からして夏型に分類される活動電圧の特徴をしめすものをあて、Ciaccio の Lipoid 検出法及び Baker のテストの二法を用い検討した。Ciaccio, Baker 両法の何れによった場合も、兩種細胞は共に核仁及び細胞膜の部に陽性反応強く、Cytoplasm の部にも顆粒状に散在する陽性像が認められたが、そのうちで特に Cytoplasm に於ける反応陽性顆粒は迷走神経性細胞では疎にて原型質部は明かるく、核の所在はその辺縁鮮明にて浮き出した様に明きらかに認めうるに反し、交感神経では、反応陽性顆粒は稠密にて核周辺は不鮮明であり核仁の存在から核の所在を確認しうる状況を示した。

Ciaccio 法にて陽性反応をしめす物質については、諸家の説必ずしも一致せず断定的な結論は導出し得ないが、少くとも飽和の脂肪体よりも不飽和の性質をもつ脂肪体の方に陽性度が高いと看做して間違わないと考えられる。

Baker 法による陽性反応は、対照操作としてピリジン加熱処理を行うと Cytoplasm の部は陰性反応を呈する様になる (此の際細胞膜及び核仁には稍減弱傾向はあるが陽性反応を保っている) ことからして、Phospholipine の所在を明示するものと惟われる。両法の成績を総括して、夏季の実験につき、交感神経は迷走神経に較べてその組成として Cytoplasm の部に多量な不飽和の脂肪体を含む。そしてこの不飽和の脂肪体の少くとも主体をなすものは Phospholipine らしいということがいえる。兩種神経の環境条件に対する反応態度に観る差異の一因を示すものと考えられる。

6. 坂田三弥・鈴木 寿 (東京歯大生理)

歯根膜内における mechanoreceptor の vibratory stimuli の応答について

ネコの下顎第4切歯を用い、各種強度の vibratory stimuli (v. s.) を歯牙に与え receptor の応答を神経束および神経線維より誘導し、次の諸結果をえた。

1) 神経束の receptor 応答では、極大刺激強度にて 500-1300 cps の v. s. の際最高であった。

2) fast-adapting unit は slow-adapting unit に比し高頻度の v. s. に応答した。前者は最高頻度 700 cps であり、後者は 200 cps であった。

3) 各 unit は summation をしめす至適頻度をもった。

4) 一定強度以上の刺激は刺激頻度に無関係に応答を block させ、刺激除去後閾値の増大をしめた。その回復時間は刺激時間の長短に関係した。

5) v. s. の高頻度では post-tetanic depression の現象を認めたが、低頻度 (100 cps にて検討) では3分の刺激時間後でも認められなかった。

6) spontaneously discharging unit 中 pressure の負荷および除去により inhibition, postinhibitory excitation をしめす type 1 のものと, excitation, postexcitatory inhibition をしめす type 2 のものに就いて v. s. に対する応答を検討した。前者は 20 cps の v. s. によって inhibition をしめし、除去後 60 cps 以上の v. s. において silent period をしめた。silent period は v. s. の頻度、強度を一定にした場合 v. s. の持続時間と直線的関係をもった。後者は v. s. の負荷による経過は type 1 と同様であるが 100-400 cps の v. s. に相答、300-400 cps にて silent period をしめす点が相違した。

7) slow-adapting unit, fast-adapting unit の spike 発現中に v. s. を与えると現象的には前者は 6) の type 1, 後者は type 2 と類似の応答をしめた。

8) conditioning および test shock によって各 unit の相違点をも検討した。

以上の諸結果は各 receptor における興奮の発現経過即ち receptor potential の大きさ、時間経過の相違によって惹起されるものと一応思考した。

7. 鈴村昭弘 (名大環境医研第1部第2研)

動体視力の研究、疲労と動体視力

動体視力の基本的な問題について第5回中部談話会で報告した如く、本機能が運転者の適性として重要なものである。そこで今回はこの動体視力が疲労によってどのような影響を受けるか、更にまた疲労測定法としての意義について述べたい。

実験は第1に肉体労作負荷時に於ける動体視力、静止視力及び眼調節機能についてその変動の相互関係を検討した。第2に1昼夜の徹夜作業に於ける変動を観察した。測定した眼機能は静止視力、動体視力、動体視野、視反応時間、ちらつき

値、調節時間である。これらの測定は 5 m 視力表、筆者らが試作した動体視力計、及び動体視野計、山越製電子管反応時間計、及びちらつき測定器、萩野・鈴村式自記眼精疲労計によっておこなわれた。

その結果は、肉体労作負荷前後の静止視力は全く差が認められなかった。しかし動体視力は負荷前に比較して負荷後に指標速度の上昇にともなって、著しく視力低下を認めた。調節機能は動体視力と比例的に変動を示すことが明らかになった。

不眠の影響については静止視力及びちらつき値に於ては全例について変動が少なく却て時間とともに上昇の傾向がある。動体視力及び動体視野に於ては午後 5-6 時、午前 5-6 時の間に最も機能が低下し、特有の変化を示す時間帯がある。しかし他の時間帯でも一般に不眠時間の増加にともなって低下の傾向を示す。なお不眠時間が長くなると動体視力の繰返し測定により低下が著しくなる。反応時間および調節時間も同様な傾向であった。しかし反応時間において、音反応時、単純反応時は変化少なく、選別反応時間の延長が不眠時間の長くなるほど著しかった。

動体視力は以上の成績及び測定が簡便である。値が数値で得られるといった点から適性検査法としてのみでなく疲労測定法としてもすぐれている。

これが測定法として速度変換法、繰返し測定法が考えられる。

8. 伊藤 竜・伊藤嘉房 (名大第2生理)

蛙皮電位の解析

蛙皮に関して、現在 One Membrane Theory と Two Membrane Theory (Ussing の模型等) が行なわれているが、いずれを採用すべきかは、俄かには結着を付け難い。

しかし我々は春の総会に於いて、特定の条件下に於ける蛙皮電位と電気伝導が後者によってよく説明される事を報告した。

今回は更に Two Membrane Theory によって説明される他の事実を追加報告する。

1) 蛙皮の内側を Ringer, 外側を等張 KCl 溶液とすれば、10-20 mV 程度の内側が正の電位差を生じ、Short-Circuit とすれば数 $\mu\text{A}/\text{cm}^2$ 程度の Current (S. C. C) を生ずる。G. Strophantin によ

り能働輸送を停止せしめた蛙皮に於いては、両者とも殆んど零である。両側 KCl の場合も殆んど零である。

総会に報告した様に、 K^+ は外側膜を或程度透過すると考えられるから、能働輸送の存在する状態に於いては K^+ の透過性の高い内側膜の両側に K^+ と Na^+ が接した状態が実現し、従って内側正の電位差が此所に生じ、又内向きの S. C. C を生ずると考えてよい。

2) 内側 Ringer 外側 KCl, 又は両側 KCl の状態で一定時間経過せしめた蛙皮の両側を突然 Ringer と なせば、異常に大なる内側正の電位差又は内向きの S. C. C を生じ、数分の半減期を以って平衡値に達する。

細胞内の K^+ 濃度が上昇した状態から平衡に達する過程に於いて、この現象が生ずると考えられる。

3) 両側 Ringer の状態と外側 KCl の状態を比較すれば、大旨後の場合に電気伝導度は小であり、内側 KCl の状態に於いては逆の関係が成り立つ。

これも Two Membrane Theory により容易に説明される。

以上 Two Membrane Theory が種々の現象を、比較的簡明に説明する事を示す。

9. 伊藤 竜・伊藤文雄・小野木宏 (名大第2生理)

Fast 及び Slow motor system の中枢神経機構

先に我々は蟻の呼吸中枢の活動を分析した結果、脳幹網様体内の一部にある呼吸中枢の興奮頻度が低い場合には Slow motor action のみにより司さどられる咽喉呼吸が反復するが、ある程度以上に高頻度になると Slow の興奮に続いて Fast motor action が現れて肺呼吸に移行することがわかった。即ち Fast 及び Slow motoneuron は夫々高位中枢からの頻度の差により別個に興奮せしめられるものと考えられた。

今回は蟻の前肢における運動系についても、これと同じような活動様式になっているかを確認しようとした。

即ち第三脊髄前角の Fast, Slow motoneuron が別種の遠心性経路を通過する impulse により別々

に興奮せしめられるものか、或は同種の遠心性経路を通るが、その impulse pattern の差によるものか問題である。

我々は筋及び脊髄からの電位変化を検討し、更に Antidromic impulse を分析して後者の可能性を確認したので、ここに報告する。

10. 杉本助男 (名大環境医研第5部)

新設低圧低温装置の紹介

本装置は低圧低温槽本体、冷凍機、真空ポンプ、操作盤よりなる。本体は厚さ 10 mm の銅板で作られ、その大きさは直径 2400 mm ϕ 、長さ約 3600 mm である。内部は本室、前室の2部屋を有し、本室 (巾 2000 $\times$ 奥行 2000 $\times$ 高さ 1800) は4名、前室 (2000 $\times$ 1000 $\times$ 1800) は2名の被験者及び実験者の収容が可能である。測定用ターミナルはA室30回線、B室20回線が用意され、本室、前室と外部とはインターホンにより、通信連絡がなされる。なお、緊急時の本室、前室からの真空破りは可能である。冷凍機は 11 kW (15HP) 3 ϕ 200 V 60 $\sim$, 真空ポンプは 5.5 kW (7.5HP) 3 ϕ 200 V 60 $\sim$ のものが使用されている。操作盤には本室及び前室用の温度プログラム調節計と記録計 (12点式)、圧力プログラム調節計と記録計 (3点式)、給気用圧力手動操作器、各電圧電流計その他が取付けられ、低圧低温装置の一切の操作がここで可能とされている。

温度は本室 -25° $- +70^{\circ}$ C, 前室 -15° $- +70^{\circ}$ C, 圧力は前室、本室とも 760-50 mmHg abs. が有用条件となる。

生体用測定器として万能監視記録計 (4 ch), 直流現象記録計 (4 ch), 生体用磁気記録計 (4 ch) が備えられ、脳波、筋電図、心電図、皮膚電気反射、血圧等の測定が可能である。

特別講演

1. 和合卯太郎 (信州大生理)

V/Vr 法による軽度疲労その他の研究

2. 竹中繁雄 (岐阜医大第1生理)

生理学の 2, 3 の問題

1) Physiologie と Physik. 演者は本講演の最初に於て Physiologie と Physik とは訳名生理学と物理学とに見る如き研究の対象 (生と物) を異

にする学ではなくして、19世紀に於ては研究の方法 (-logie と -ik) を多少異にする学である。しかも -logie は Physiologie の場合にあっては -ik を含まねば魂の抜けた学問に過ぎなくなると論じた。即ち物理学が方法の学であるとの立場の人には、生理学も亦方法の学であると主張すべきであるとする。

2) 統計力学と生理学。演者は生理学者は研究領域に於て各自数個の研究仮定を有すべきも、それらを物理学の熱力学、統計力学または量子力学と関連せしめること必要なりと論じた。この中で統計力学はその応用有望と思われるが、本邦では(他国の例を知らず) 増山元三郎博士(物理、推計学者)、本川弘一博士が応用に努力せられしやに思われる。しかし統計力学の根本には「定エネルギー集団」"Microcanonical ensemble"の考えがある。それ故に増山、本川両氏の脳波のエネルギー分布の研究はそれぞれ独自の価値を有すべしとした。演者は更に Fechner の感覚の法則は $\exp(-E/K) = R_0/R$ の形を有つ。これは統計力学の部分系が E というエネルギーを有つ比較的確率 $\exp(-E/\theta)$ に類似している。感覚量 E を避けて比較的確率の考を感覚生理学に導入するのがよくはないか。又その根本は一足飛びに複雑な事項にはいらなくて、受容器の分子の研究を行ないながら、ここに至るべきものなりとした。

3) 演者は蛙皮常存電圧の熱力学的研究を述べた。又酵素や筋に熱力学の応用あることは周知であるとした。

4) 最後に視覚に関する光粒子数の問題その他は量子物理学に関する研究である。かく生理学に於ては物理学に直接結合している、もしくは結合させ得る研究が既にあるのであるから、新しい Physik の要求する Biophysik をも生理学に含ませるがよい。或意味では20世紀の Physik には Physiologie 的色彩が濃厚となった。そして演者はこの両者の学の間には今日の所他の組織の学が存在し得ないと考えている。

3. 御手洗玄洋(名大環境医研)

Neuroglia の生理的意義

魚の網膜で発見された S-potential (Svaetichin 1953) は、超微小電極先端部のリチウムカルミン法による位置づけ(御手洗 1960)により、細胞内

誘導であり、その L 反応は水平細胞に、C 反応は Müller fiber に起源する事が決定された。周知の Müller fiber と共に、魚類網膜内の巨大な星状の水平細胞も、膜の性質、微細構造等からグリアである事が証明された。哺乳動物網膜の之に相応するグリアからも同様な電位を記録した。

かくて、種々の理論的考察の結果、S-potential (グリア反応) は、神経細胞外域を占めるグリアの神経活動に伴った物質代謝の現われであると考えられ、而も、之の代謝活動によって神経活動を補佐、制御する即ち神経-グリア-神経の feed back 回路構成を示唆する種々の結果が、グリアの膜電位、反応の明暗順応下の態度、 O_2 、 CO_2 、温度等による変化、及び之等と神経細胞活動との比較考察によって得られた。

更に、上記の細胞以外のグリアからも同様な反応を記録したが、グリアの種類によってその態度は異り、rod 系、cone 系、或はその両系と、各々選択的な機能的結合を示し、グリアが単に受動的な代謝物質の容器ではなくて、神経細胞に対立する機能単位である事を認めると共に、同種のグリアが syntitital connection を示すと云う形態学上の見解と同様に、一連の機能的系列を作り、同一系内に於ける反応の spreading によって遠隔の神経活動にもその制御作用を及ぼす事が見られた。網膜の α -adaptation はその一例と考えられる。

又網膜で見られた之等観察の一部は、脊椎神経節細胞とその周辺のグリアを用いて確かめられた。近來、組織化学上及び微細構造上の研究によって neuroglia の機能の重要性が種々推論されつつあるが、上記の結果は、この点に関する生理学上の一証明であって、広く神経系の生理学的考察に普遍的な新しい基礎を与えるものと思われる。

4. 高木健太郎(名大第1生理)

欧米の雑見

6月11-14日までイタリアのトリノで開催された国際自律神経学会に出席したついでにドイツ、スイス、オランダ、英国及び米国の生理学教室及び私に関係ある研究所を訪問した。大体欧州に2カ月、米国に1カ月滞在した。幸いこの期間中に英国の生理学会(オックスフォード)、米国の生理学会総会(ブルーミントン)があったのでこれにも出席できた。

学会以外には前に訪問した所を再度訪ねて旧交を温めると共に、5年間の間の進展の模様を見たかったことが1つの目的であった。その他に、工作室、金工場の設備、およびそこに働く人々の待遇、定員、予算を知ること、自分の業績の映画、スライドによる紹介もしたかった。また欧米の医学エレクトロニクスの工場見学、学生の実習、生活ものぞきたかった。短期間ではあるし、米国では生憎休暇に入り、充分満足はできなかったが、ほぼ予定通りの旅程をして来た。

見る人、見る角度、見る場所などによってその感想はまちまちであり、しかもいずれも一面の真理を伝えているであろうが決してそれが全体に通用することではない。このことは外国在住の留学生の意見がまちまちであることから判る。米国はもちろんであるがまず留学生の多いことには一驚した。それも臨床の人があちらではほとんど皆基礎教室にいた。5年の間に以上各地の研究施設、レベルはほぼ等しくなった。ただ規模が異なるだけで内容は殆んど等しい。独乙の設備の完備したこと、また更に進展しようとしていることは目覚しい。一講座あたり約30名が新設のときに割当てられるとか、講座制の是非を改めて考えさせられた。

工作室のない研究室、講座(生理)は全くなかった。是非われわれも持ちたいものである。定員、待遇には問題はあろうが、未だ持っておられない教室は協力してその実現に努力したい。

表面的にはそして頭の方は水準は等しいと思うのだが、理工方面、工業関係の基礎が浅いためか、つまらないと思う所で差をつけられているように思う。文部省などのすべての基礎部門における大きい援助を切望する。

5. 上田五雨(岐阜医大生理)

英国の最近の生理学教育事情について

第142回生理学東京談話会

時 昭和36年6月24日(土)午後1時半より

所と当番 日本歯科大学第5講堂 斎藤忠雄

1. 伊藤秀三郎(東京歯大生理)

心臓搏動の条件反射性変動について

心臓搏動に条件反射性の変動がみられることはすでに知られている。

しかし、その変動については、Pavlovが唾液分

英本国には現在22の大学があり、概して古い伝統をいかし乍ら、新しいものも積極的にとり入れようとする気風がよくみうけられた。

医学教育はほぼ理想的に施行されている。年令的には18才以上の者が医学校への入学資格を得、就学期間は6年間である。各学校で多小制度の違いがあるので、ここには英国北部、Newcastle市内のDurham大学医学部での生理学教育方式について記す。先ず生理学は2年の1学期に始まり、3年の2学期に終る。合計128時間の講義が行われる。講義は1時間単位である。学生は全員tutorにつく。tutorは各教室のstaffが担当する。生理学教室のstaffは教授1名、reader3名、lecturer11名からなる。この他に技術員系統は主任以下数名居て、非常に有能な職員の居る工作室があり、写真部門が独立している。従って、研究者が研究以外に教育の任に当ることは決して過重負担にはならないようである。生理学の正規のコースがすんだ後、特に生理学に興味をもつ学生には特別研究をさせる。Honours studentと言い、卒業前に、年17時間程生理学の講義をうけ、適当な実験を行ない、B Sc (Bachelor of Science)の学位があたえられる。卒業後Postgraduateの学生には年59時間位、生理学の講義が行なわれる。実習は極めて系統的であり、2年生の時25回、50時間、3年生の時、10回、30時間、計35回80時間行なう。ここでは行届いた指導が行なわれる。試験は筆記と口答からなる。前者では3時間かけて4題を解く形式になっている。後者では2人以上のstaffと学生1人が十数分間討論する形式になっている。教授はExternal Examinerとして他校の試験にも立ちあう。好んで用いられている教科書はBDS (Bell, Davidson, Scarborough)のものであるが、実習には自分の所で発行のプリントが用いられている。実験室の設計等も多くの点で合理的にできている。

泌の条件反射を形成したように、直接的に心臓搏動に条件反射が形成されると考える立場と情緒或いは感情といった別の条件づけの成立を認め、その影響によって条件反射のような変動が心臓搏動におこる、いいかえれば心臓搏動の変動は感情或

いは情緒の条件づけの示標であると考えている立場とである。

著者はネズミについて比較的自由に活動できる状態のまま心臓搏動の測定を行ない、条件反射形成及び消去の実験を行なった。

先ず第1に古典的条件づけの方法によって条件刺激と無条件刺激の対呈示により強化し条件刺激の単独呈示によって消去を行なった。尚条件刺激は周波数 1000 cycle/sec の音で無条件刺激は商用交流 (60 cycle, 0.3 mA) である。

斯くて次の如き結果が判った。

1) 比較的速やかに条件性の心臓搏動の増加及び減少がみられる。

2) 強化手続を反復すると心臓搏動数の減少の傾向がみられた。

3) 時間条件反射と思われる反射潜時 (条件刺激の開始時から反射量が、最大に達する迄の時間) の延滞或いは遅延がみられた。

次に回避行動が行なわれうるような状況下で前項と同様な強化及び消去の実験を行なった。

尚回避訓練装置は Miller-Mowrer 型を多少改変したものである。

斯くて次の如き結果が判った。

1) 回避行動が行なわれない間は前項と同様心臓搏動の増加がみられた。

2) 回避行動が円滑に行なわれるようになると心臓搏動は急に減少した。

3) 行動が一定せず回避行動が不規則に出現する時期に心臓搏動の増加が生じた。

従って心臓搏動の条件性変動は従来考えられていたような立場の他に、行動の発動と関連した個体の状態をも考える必要があろうと思考した。

〔質 問〕

菅野富夫 (東大第1生理)

Heart rate はカルデオタログラフで追求したらどうでしょうか。

条件刺激を与えない状態での自然の搏動数変動はどの位ですか。その自然変動と条件刺激後の変動は有意の差ですか。

〔答〕

推計学的には取扱いませんでしたがグラフの上でも充分差を認められます。

2. 菅野富夫 (東大第1生理)

心房内圧と房室伝導時間との関係について

静脈洞を剔除した蟻心臓を八木-Straub の方法で灌流し、静脈洞近傍の心房に電極を固定し閾値よりやや強い電気刺激を毎秒2回の頻度で与えた。心房及び心室に先端直径約1mmのビニール管吸引電極を固定し、CR-Preamplifierを通してペン書きオシログラフにより单相波の活動電位を記録し、それらの立ち上り時点の差から房室伝導時間を測定した。

心房内圧を徐々に上昇してゆくと2-4cm Ringerの房内圧で房室伝導時間の短縮 (8-17%, 平均10%) が認められ、更に内圧を上昇すると再び0内圧の房室伝導時間に戻り、その後12cm Ringer迄の内圧上昇ではその伝導時間は一定である。房内圧が2cm Ringer位迄の上昇範囲では伝導時間の短縮-回復の変化は可逆的であるが、3-5cm Ringer迄上昇すると内圧0に戻しても最初の伝導時間に戻らず、約30分間0内圧のまま灌流しているとようやく最初の伝導時間に戻り、一種のHysteresis現象が見れる。5cm Ringer以上の内圧上昇では伝導時間は一定値に固定し不可逆となる。上述の現象は室房逆伝導の際にもみとめられ、雷魚心臓の灌流標本でも認められる。

房室境界部の巾約5mmの房室条片に張力をかけてみると2-5g荷重の時に10%の房室伝導時間短縮がみられる。6g以上の荷重により無荷重時の伝導時間に固定する。この際の興奮伝導を双極導出により、ブラウン管オシログラフで記録しながら追求すると心房、心室共に2g荷重迄は数%伝導時間延長し、それ以上の荷重では延長のまま固定する。したがって上述の房室伝導時間の短縮は房室伝導部で起っているものと云える。神経、骨格筋、心房筋、心室筋のいずれも伸展により興奮伝導時間は延長するから、これは房室伝導の特異な性質と云える。

〔追 加〕

内山孝一 (日大第1生理)

心房内圧を変化した場合の time-delay in conduction の変化が房室漏斗の所で起るであろうという演者の御考えには同感でございます。私が得た房室漏斗の自然自動時の細胞電位の記録は10°Cにおいてdurationが著しく長く、低電位でovershootを欠き波形は dome 状で depolarization phase も著しく長い。このような波形が房室間伝導のdelay

に関係すると考えられる。

3. 大久保信一・板倉一民 (衆議院歯科生理)

歯科領域の masking effect の応用

1953年演者は G. S. R を歯科治療時に応用し、患者の不安或は不快を客観的に検出出来る事を発表した。そしてその後種々な状態に於ける歯科治療時の G. S. R を験して来た。

盲者の歯科治療時に於ける G. S. R は治療時よりむしろ、エンジンをかけた時及び止めた時に大きな電流変化がおこる。即ち音による変化が著明である事が解った。又聾者の歯科治療時に於ける G. S. R は聴力の低い者程電流変化が少ない事が判明したことから歯科治療に於ける不安、不快は歯を切削されるあの特有のガリガリと言う音によって惹起され電流変化を大きくさせるものであり、常識的にもうなづける。そこで患者の聴力を低下させ歯科治療時の音は骨導音が大部分であり耳栓によっては気導音は遮蔽出来ても骨導音に対しては効果がない事がその理由である。演者等はモルモットを使用し、骨導音と気導音との相関関係を蝸牛電気反応によって実験した所音のエネルギーの大きい方が他に対して優位である事がわかった。そこで両耳にクリスタルレシーバーで音を挿入し、歯科治療を行ないその時の G. S. R を見ると電流変化が非常に少ないことがわかった。

以上の事から歯科治療時発する音は大きさよりもむしろ音の高低に問題があり、気導音よりむしろ骨導音が主体をなしている事が考えられる。これを臨床に応用して見た。即ち種々な周波数を聴かせその時の G. S. R を検した結果、普通音楽で使用する楽音周波数が、歯牙を削る時に発する高周波数の音を masking する効果に充分であり、即ち歯科治療時、音楽を両耳に挿入する事により G. S. R の変化を非常に小さくする事が出来た。又外科的にも抜歯時のミシミン、或は骨の削除時の音も同様に masking する効果の大なる事が解った。

〔質 問〕

村田計一 (東京医歯大医生理)

中音域の音の masking effect が比較的大きい様ですが、これは周波数そのものの効果と云うよりも耳から percept される音の Loudness が此等中音域で比較的大きい為、むしろ Loudness の効

果であると考えられないでしょうか？。

〔答〕

板倉一民

その通りと思います。

中音域の音が耳にたいして大きいことがより骨導音の masking effect を得られている。しかも楽音がこの音域にあることがより効果的であると解釈します。

4. 平尾武久 (群馬大生理)・鳥居鎮夫 (東邦大生理)

誘発電位の変動について

三叉神経起始部の頭方部に於て切断した脳について視覚系の中継核である外側膝状体を刺激して視覚領から導出した誘発電位を視察すると刺激部位や導出部位によって多少異なるが最も一般的な波形は3乃至4ヶの陽性波に続いて、2相性の陰性波からなるものである。刺激の強さとこの誘発電位の形との関係については、刺激の強さが弱い時には陰性波は単相性であるが、刺激を強くして行くと2相性になり、今これを夫々 N_1 , N_2 と名付けると、弱い刺激の時の単相性陰性波は N_2 に相当するものであることが知られた。処が刺激電圧を一定にしておき、而も皮質脳波を所謂覚醒波ボタンを固定しておいても、得られる波形が宛も刺激電圧を変えた時と同様に変動することが認められた。我々はこの誘発電位の変動について脳の他の部分との関係という点に焦点をおいて解析して次のような結果を得た。

1. 誘発電位と平行して海馬脳波の徐波ボタンが変動することが見出された。今 N_1 , N_2 が十分区別しうるような波形の場合について述べれば海馬脳波の徐波ボタンが優勢になると誘発電位の N_2 成分が出現し、徐波ボタンが減弱乃至消失すると N_2 成分も認められなくなる。

2. 海馬脳波の徐波ボタンを優勢にするような刺激例えば光刺激、視床下部刺激等で誘発電位の N_2 成分が著明になる。

3. 誘発電位の N_2 成分は脳の他の部位例えば聴覚領にも同時に導出される。この場合 N_1 に相当する成分はみとめられない。このことは N_2 成分は脳全体におこっている現象であり、 N_1 成分は視覚系に特殊な現象であることを示すものといえる。

5. 村田計一・亀田和夫（東京医歯大医生理）

睡眠及び覚醒時の無麻酔猫の感覚領の応答

無麻酔無拘束猫の脳皮質第一次聴領にタングステン微小電極を挿入し、睡眠及び覚醒時の音刺激に対するニューロンの応答の閾値を比較するため、一定周波数のトーンバーストを約20回繰返し、応答のあった場合の割合を%で表示した。刺激強度がある一定値以上になれば100%応答するが、強度が弱くなるに従って、その割合は低下する。睡眠時に求めた比の%を刺激強度 (db) に対してプロットすると、此等を結ぶ曲線は累積度数分布曲線に良く一致し従って此の両者を確率紙上にプロットすると直線を示す。これに対し同一ニューロンの覚醒時のそれは regression line の近傍に分散し、その傾斜が小さく、応答率は単に強度ばかりでなく、それ以外の内圧的な要因により変動する事を示す。しかしながら probit analysis に依り応答率50%の強度を求めると両者の差は小さい。即ち睡眠中の閾値は覚醒時のものと比較して大きな差が認められない。

一方極めて小数のニューロンに於て、睡眠時と覚醒時で応答型式を比較すると、可逆的に変化するものが認められ又視覚領に於ても光刺激に対するこの様な変化を示す小数のニューロンを観察したのが大多数のニューロンに於ては応答型式は変化しない。

此の様に末梢刺激による興奮は極く小数の例外を除けば睡眠覚醒にかかわりなしに皮質第一次感覚領のニューロンに到達する。又、光刺激に应答する視覚領のニューロンのあるものは光刺激ばかりでなく音刺激とも反応し、又しばしば同時に誘発電位も観察された。

此等の事実は一次感覚領のニューロンの発火が直ちに直接知覚に関係しているのではなく睡眠覚醒によりその応答が変化を受ける極く少数のニューロンか又は全く別の解剖学的局所に知覚の座を考へなければならぬ。

〔質 問〕

平尾武久（群馬大生理）

音刺激で visual cortex の unit が activate される場合と、それが出なくなる場合の差を何かいい indicator で表わす努力はされていますか。例えば Hippocampus の波など如何ですか。

〔答〕

村田計一

両者の差の原因については目下、全く不明であり、又その indicator に就いても良い考を持っておりません。先生の発表しておられる Hippocampus 波と、誘発電位の関係には非常に興味を持っており Hippocampus 波と Single neuron response の関係を調べて見たいと思います。

〔質 問〕

若林 勲（東大生理）

1. Preyer 反射で見ると on off 効果はどうですか。

2. 1つの感覚刺激が他の感覚の閾値をかえると考えてよいかと思いますが、聴刺激で視領の波を見る時、明室と暗室で差が出るでしょうか。

〔答〕

村田計一

1. 音刺激を頻回繰返すと Preyer 反射はみとめられなくなり従って、多くの例を観察していない。刺激 on により引おこされる場合でも off の場合明瞭に現れない様である。

2. 未だ試みておりませんが、大変興味ある suggestion に対し感謝します。

6. 佐川喜一（横浜市大生理）

体血圧調節機構における feedback loop としての脳血流について

動物の蜘蛛膜下腔に isotonic な系で Ringer 氏液を圧入し脳脊髄液圧を人為的に平均体血圧水準位まで高めると、体血圧の上昇について 15-20 秒の周期をもった振巾の大きい血圧の第3級動揺が現われる。この正弦波状血圧動揺は脳の血流を feedback loop として循環中枢と末梢との間に発生する feedback oscillation に外ならないという従来の説明には、十分に解析的な実験根拠がなかった。そこで演者は犬を用いて脳乏血時の体血圧上昇反応につき自動制御論に立った分析的研究を企図した。1) まず問題の feedback loop を開くために犬の脳へ到る動脈を体循環系の動脈から出来るかぎり完全に絶縁する手術法を工夫し、2) その実験犬の脳を供血犬の動脈血で灌流する際、その灌流圧を任意の恒常値又は正弦状に変動する値に設定し、3) 而も両犬の間に血液量の移動(過不足)が起らぬ様サーボ機構を設計して交叉循環灌流実験を試みた。

脳灌流圧を階段状に下降していった時体血圧に起る上昇反応の平衡値と灌流圧との関係は 30-20 mmHg という低い灌流圧で急速に立ち上る双曲線的な相関を示した。一方灌流圧と脳流血量との関係はほぼ直線的なので、この非直線性は乏血感知機構乃至中枢の循環系制御機構そのものに内在している性質である。

次に脳灌流圧を 10-30 mmHg 程度の低い平均水準の上下に 5 mmHg の振巾で正弦波状に変えた時の反応の周波数特性を調べた所、1/30-1/60 の周波数において出力（体血圧波）は入力（灌流圧波）に対し 180 度の位相差と 1 以上の振巾比を

もつことが大多数例で示された。

feedback loop を開いた状態での回路一巡の周波数応答がこの様になるということは、その loop が閉じられた際には甚だ不安定になり一種の自励発振に陥ることを意味するわけで、冒頭にのべた血圧第 3 級動揺の feedback oscillation 説の理論的検証を行ないえたと考えている。

特別講演

1. 内山孝一（日大第 1 生理）

欧米の生理学者とお会いして

第 143 回生理学東京談話会

時 昭和36年 8 月25日午後 3 時より

所と当番 東京都文京区 椿山荘 鈴木正夫

1. C. Eyzaguirre (Catholic Univ. of Chile)

Activity of carotid body chemoreceptors

The physiological basis of muscle sense

2. A. K. McIntyre (Univ. of Otago, New Zealand)

3. C. C. Hunt (Univ. of Utah)

The reception of vibration

第 144 回生理学東京談話会

時 昭和36年 9 月23日午後 1 時半より

所と当番 東京医科歯科大学第 1 講堂 勝木保次・市岡正道

1. E. Eldred (Department of Anatomy, University of California of Medicine, Los Angeles, U. S. A.)

The participation of the gamma efferent system in conditioned learning

3. Boyd I. A. (Institute of Physiology, University of Glasgow, Scotland, U. K.)

The structure and innervation of mammalian muscle spindles (映画上映)

2. Y. Laport (Laboratoire de Physiologie, Faculté de Médecine, Toulouse, France)

Neuromuscular sindle (Differences between primary and secondary endings responses)

4. Cooper S. (Mrs. Creed), (University Laboratory of Physiology, Oxford, England)

Human muscle spindle

第25回日本生理学会近畿談話会

時 昭和36年10月14日 9 時より

所と当番 奈良県立医科大学生理学教室 鎌倉勝夫・中馬一郎

1. 西脇 彰（奈良医大第 2 生理）

胎児ヘモグロビン (HbF) に関する研究 (第 2 報)
染色法による胎児性赤血球と成人性赤血球の鑑別について

成人性ヘモグロビン (HbA) と HbF との生理学的ならびに生化学的差違については現在かなりの知見が得られているが、他方これら Hb の諸特性が溶液中と赤血球中とで著しく異なることを示す事実もあるので、これら Hb の諸性質をその容器

である赤血球の諸性質と関係させて研究する必要が生ずる。このことに関連して、アルコール固定した赤血球をクエン酸-リン酸塩緩衝液 (37°C, 90秒) で処理することにより、HbA をもつ赤血球からは Hb が溶出し去って Ghost cell が残されるに反し、HbF をもつ赤血球からはこの様な Hb の溶出が起らず、処理後も Intact な赤血球が残される事実に基づいて、May-grunwald 染色により胎児性-成人性赤血球の区別の可能なことをしめした

Kleinhauer 等の方法を追試してみた。その結果、当該法により兩種赤血球を明瞭に区別し得る様な美しい標本を得ることが可成り困難であり、又染色に特異性がなく Hb の溶出した Ghost cell も、溶出してない Intact cell も共にエオジンでピンク色に染る等の欠点を見出したので、染色法に改良を加え Hb の仮性ペルオキソキナーゼ反応を応用して極めて満足すべき結果を得ることが出来た。この方法によれば Hb は特異的に褐色に染るのに対し、Hb の溶出した Ghost cell はエオジンでピンク色に染るため、Hb をもつ赤血球（胎児性赤血球）と Hb の溶出した赤血球（成人性赤血球）とを明らかに区別することが出来る。臍帯血および臍帯血・成人血を種々の割合に混じたサンプルにつき、当該染色法で求めた胎児性赤血球%とアルカリ変性法により得た HbF% を比較したところ、両者は良好な一致（差の平均 = $0.34 \pm 1.74\%$ ）を示し、HbF と HbA とはそれぞれ全く別個の赤血球中に存在する可能性が示唆された。この点については、なお赤血球1ヶあたりの Hb 含量についての顧慮が必要であると考えられ、現在更に検討中である。

2. 後藤英二（大阪市立大第2生理）

分離網状赤血球のヘモグロビンに関する観察

重層遠心分離法により純粋分離した家兎網状赤血球に含有されるヘモグロビン（Hb）を観察し成熟赤血球内 Hb との量的並びに質的差異を認めたので報告する。

瀉血性質血を起させ約1週間後網状赤血球出現率が40-60%の家兎血液を比重1.073と1.068（いずれも15°Cの補正值）のアラビヤゴム溶液を使用して重層遠心分離すれば大体100%網様構造を有する赤血球と成熟赤血球とが分離されたので以後の研究資料とした。この兩種赤血球内色素量をシアンメトヘモグロビン法で定量し、その血球数とから赤血球平均色素量（M. C. H）を求めた結果、網状赤血球1箇当り10例平均15.9rrで成熟赤血球のそれは平均21.1rrであった。これは網状赤血球が成熟の経過とともにHb量が増加したと推定されるのであるが、更にRapid scanning spectrophotometerによる分光透過曲線像もそれを裏づけるものであつた。

次にこのHbが血球の成熟と共に質的に変化す

るかどうかを追究する目的で奈良医大第2生理学教室で考案されたKleinhauer-Betkeの方法を改良した染色法を応用し分離網状赤血球と成熟赤血球とに含有されるHbを比較検討した結果赤血球にはHb-Fとみなされるものが多く存し、成熟赤血球内にはHb-Aが含有され両者のHbには一応質的变化が存するものと考えられる。尚アルカリに対する抵抗性を検した所、網状赤血球内Hbに比し抵抗性が強い事がわかった。従ってこれからしても網状赤血球内含有HbはHb-Fではなからうかと推測されるのであるが今後の研究によって確定したいと思う。

3. 田村嘉宏・伊藤信義・前川裕彦・山本 正・牛尾博信・栗田久雄・兼古 茂・遠藤 博（神戸医大第1外科）

白血球の腸内排泄と白血球機能

犬にチフスワクチンを静注して人為的に流血中白血球数の減少を起さず際に白血球の腸内排泄が起る。

この腸管内排泄は無統制に起るのではなく末梢白血球の増減に応じて変化する。

この場合、貪食能、遊走能からみた白血球の機能は著しく亢進している。

又かかる状態にある犬の血流中には予め分離しておいた白血球の機能を昂める因子が存在する。

チフスワクチンを静注すると腸内白血球排泄期に一致して血中Catecholamineが増量するが一方チフスワクチンそのものはin vitroでは白血球機能を抑制するのに反してAdrenalin, Noradrenalinの様な活性Catecholaminは、in vitroで白血球機能を著しく亢進せしめ、白血球機能促進因子が含まれていると思われる最高貪食率を示す時期の血液より分離した血清を、室温に放置しておき時間をおいてその都度、新調した分離白血球に混じ貪食能を観察する際、15分、3時間では高度の貪食率を示すが、24時間後では貪食率が非常に低下し、明らかにその血清中白血球機能促進因子が効力を失った事をしめし、更にこの際に於ける血清1ccにAdrenalinを5rの割合に混じたものにて、貪食を検すると再び15分、3時間の場合と、略同様の貪食率を示す様になります。

つまり末梢白血球の減少及び白血球の腸管内排泄の調節にはCatecholamineが重要な役割を演じ

ているといえます。

4. 笹川久吾・森本 孝 (大阪医大第2生理)

バラビオーゼに関する電顕的研究 (Ⅱ)

バラビオーゼの本態を解析する一方法として電子顕微鏡を用いて形態学的に正常と比較して得られた結果について報告する。

バラビオーゼへの誘導方法として手術とか薬品を用いるとか種々の方法があるが今回は手術によって家兎の坐骨神経を切断しその支配下にある筋と健脚筋とを比較した。

検鏡方法はペロナール醋酸緩衝液に NaCl, KCl, CaCl_2 等を加へ等張液とし、これに 1% になるよう OsO_4 を加えたものを固定液として 1 時間固定し、 0°C , pH 7.2, OsO_4 を含まない同溶液で洗滌後アルコールシリーズで脱水後メタクリレート樹脂包埋 50°C で重合ガラスナイフで切片を作成し検鏡した。

外観的に処理筋は健脚筋の約 1/2 で, Submicroscopic には健脚筋の筋原線維と比較して, イ) 筋原線維間が広くなり, ロ) 筋原線維は細くなり, ハ) J 部が大きく, 逆に Q 部が小さく, ニ) 又 Z 部の巾が M 部の巾より大きくなる傾向がみられる。

電顕像は J 部の像が乱れ易く, 筋原線維を構成する超筋原線維の構造が健脚筋のそれと比べて不規則状となり殊に Q 部の相互の間隔が狭くなっている。

(但し, 筋原線維の大きさの比較は次のようにする, イ) 健脚筋の Sarcomere の全長 J 部, Q 部, H 部, S 部の長さ及び M 部の巾, Z 部の巾を測り, 夫々の全長に対する比を出す。

ロ) 同じ健脚筋の種々の長さの Sarcomere についてイ) と同様の比を求める。

ハ) イ) ロ) を基準とし処理筋のそれらの値との比が 1 より大きい小さいか等しいかによって大きさの変化をみる)。

5. 吉村寿人・井上太郎・三好正人 (京都府立医大第1生理)

血液滲透圧と唾液イオン濃度

唾液のイオン濃度は血液滲透圧によって影響せられ, 血液滲透圧上昇によって唾液 NaCl 濃度の上昇を来す事, 又この場合に唾液腺を正常血液に

灌流した場合にも全身血滲透圧上昇の影響が現われる事は従来より数次に渉って報告した所である。

今回はこの全身血滲透圧上昇の唾液イオン濃度への影響が如何なる機転により現われるかを実験した。先づ交叉循環法により, 犬顎下腺を正常血により灌流せる犬の頸部を他の犬の血液によって灌流し, (但し, Carotis sinus をさけて内頸動脈および椎骨動脈に灌流) この頭部灌流血に 10% NaCl (7.5 cc/kg) を注入してその血液滲透圧を上昇せしめ, その上でさきの灌流顎下腺の Chorda Tympani を電気刺激して唾液を分泌せしめた。唾液のイオン濃度は, その頭部血の滲透圧上昇に伴って上昇した。従って血液滲透圧上昇の影響は多分直接に脳中枢, 恐らくは間脳に存する滲透圧調節中枢に作用して, その影響が唾液分泌中枢に及んで唾液の NaCl 濃度を上昇せしめると考えられる。この際に働く遠心神経をさぐるために, 唾液腺に分布する色々の神経を切断した後に脳循環血滲透圧を上昇せしめて, 灌流唾液腺の Chorda 唾液のイオン濃度に及ぼす影響を観察したるに, 交感神経節切除, 乃至は Chorda Tympani 切断, 迷走神経, 舌咽神経, 舌下神経の各々を個々別々に切断しても, やはり血液滲透圧上昇の影響を消滅せしめる事は出来ないが, 迷走神経, 舌咽神経, 舌下神経の 3 者を切断し, その上で Chorda Tympani 切断によってこれを刺激した場合に始めて血液滲透圧の影響を除く事が出来た。従ってこの際中枢に及んだ血液滲透圧上昇の Impulse はかかる色々の副交感神経の中を通過して唾液腺に影響したものと思われる。

6. 吉村寿人・平川千里・森本武利 (京都府立医大第1生理)

Na 電極とその生体液への応用

Na 硝子電極の動電的特性, 感度等の問題を検討し, 又 2, 3 の生体液に応用したので, その結果を報告する。

使用した Na 硝子電極は, Beckman 及び堀場製作所製のものである。Eisenman et al. によれば Na^+ に対する感度が K^+ に対する感度の 250 倍である。起電力測定には Hg: HgCl: sat. KCl: NaCl glass electrode なる電池系を作り, その起電力を吉村式回路を有する pH 測定用真空管電位差計を

用いて測定した。

結 語

1) 今回検討を加えた Na 硝子電極は、 $\text{pH}=6$ 又はそれ以上に於ては、 H^+ の妨害を受ける事なく Na^+ 活量に相当した起電力を示す。即ち此等の電極は $\text{pH}=6$ 以上の生物液の測定に、特別の補正を加える事なく適用可能であると云えよう。

2) 此等の電極使用に当ては、 pH 測定用硝子電極の場合と同じく、“起電力-活量” 回帰線法によって標準線を設定する事が妥当と思われる。現在の所、避け難い測定値の偏倚は 2mV 程度、即ち活量に換算して最大 9% 程度である。

3) 生物液測定の場合、起電力の安定に要する時間は、2分又はそれ以下である。

4) 此等の電極を使用して、犬血清、人尿及び人唾液の Na^+ 活量を測定したところでは flame photometry による濃度よりは可成り低い Na^+ 活量が得られた。これから計算した Na^+ の活量係数は、犬血清の場合、大体該血清のイオン強度に相当するものである。

7. 伊藤秀三郎・陳 文祥 (東京歯大生理)

寒冷刺激の家兎子宮筋運動に及ぼす影響について

子宮筋運動に関する研究報告は幾多の先人に依りなされて居る。Wijsen Beek は西歴1924年に子宮の蠕動運動が 1.5 乃至 2分毎に起ることをみると、東、村上を始め真中及び漆崎等は子宮筋運動に就いての詳しい知見を報告している。特に漆崎は歯牙処置の子宮運動に及ぼす影響を吟味した。

一方婦人の所謂「冷え性」の本態に就いて九嶋等は最近自律神経機能失調に関係あるものと提唱した。

そこで著者等は所謂「冷え症」と寒冷刺激による自律神経機能失調症との相似性を仮定し、子宮筋運動に及ぼす寒冷刺激 (加温刺激も行った) の影響を家兎で吟味した。

扱て子宮筋運動観察には、先端に長さ 3cm 前後直径 0.5cm の弾丸様の型なる柔かいゴムの気嚢を気密に結紮した4か5号の尿管カテーテル (其他端には側管が開閉出来るT字型の硝子管に依って内径 1.2mm のU字管マノメーターに連結) を子宮口に挿入し、子宮筋運動に伴う管中の圧変動を直立したU字管側方に付けた目盛を測ることに

依って行った。尚測定し易くするためマノメーター内には、 1% のメチレンブラウ液を入れることにした。

寒冷刺激の為には家庭用扇風機 (直径 25.4cm) を用い、刺激面積を変えるためボール紙筒を作り其筒先面積を $4, 8$ 及び 16cm^2 にした。

尚加温刺激には赤外線電球 (125W 直径 10cm) を用いた。

欺くて次の如き知見を得た。

1) 寒冷刺激により子宮筋運動は亢進し、其効果の大なる附与部位は大腿部である。

2) 寒冷刺激に於いて、刺激時間を長く、刺激面積を広く、刺激距離を近く或は体毛を除くかすると、其影響も大となる。

3) 寒冷刺激による影響は中枢性である。

4) 加温刺激による影響も寒冷刺激と同様である。

従って寒冷刺激は自律神経失調に生体をさせ、所謂「冷え症」も其れが原因であるから著者等は所謂「冷え症」の場合子宮筋運動は交感神経優位下に置かれるものと見做した。

8. 深見 安 (京大第1生理)

囊の運動ニウロンに於ける陽極開放興奮

中枢神経系特に脊髓に於ては reflex rebound 或は postinhibitory facilitation なる現象が古くから報告されている。之等の現象を詳しくしらべるために細胞内電極を用い、無麻酔囊の脊髓運動ニウロンに於て陽極開放興奮をしらべ、次の様な結果を得た。

1) 陽極開放興奮は多少脱分極した状態にある細胞で起り易く、又その発火レベルは陰極閉鎖興奮のそれに比して僅かに低いが、静止膜電位よりは少しく高い事が多い。陽極開放によって膜電位がこの発火レベルに達するのは soma に局所応答が発生するためである。

又同一細胞に於けるこの発火レベルは通電電流の強さに無関係で、ほぼ一定である。

2) intensity-latency の関係は一般には intensity が大となれば latency も大となるか又は不変である。しかし synaptic activity の活発な細胞では、この間に一定の関係を示さない事がある。

3) Duration-intensity の関係は大体 exponential law に従い、chronaxie に相当する値から算出し

た適応常数 λ の値は exponential current を用いて直接測定し報告されている値に近似する。

4) 陽極開放興奮の発生部位は閉鎖時の興奮が abrupt type である細胞では initial segment, L-R type のものでは soma である。又時に small spike で反応するものがあり、かかる場合には有髄線維の部分から興奮が発生しているものと考えられる。

5) 指数函数的に減衰する電流に対する陽極開放興奮についての結果より、IPSP が多少脱分極しているか、又は反復性に発火している。細胞に生ずると、IPSP の消失が陽極開放興奮を惹起し、活動電位の発射頻度を高める可能性のある事を示した。

以上の結果は rebound 現象の発生機構に関して、IPSP に基く陽極開放興奮も充分考慮されねばならぬ事を示している。

9. 幸塚嘉一・内藤博江・藤本清一 (関西医大第1生理)

カエルの内眼筋の自律神経支配 (efferent)

1. 毛様筋について

内眼筋の自律神経支配 (efferent) については、未だ distribution territorium が clear cut に決定されていない。さきに私たちはカエルの三叉神経中に虹彩筋への efferent autonomic nerve fiber が含まれることを生理学的実験によりあきらかにした。今回は更にこの遠心性三叉神経性自律神経線維の毛様筋支配について検討し、あわせてカエルの眼の調節機序について考察した。

遠心性三叉神経性自律神経の刺激には、“グリセリン点塗法” (幸塚) およびニコチン法をもちいた。cornea, iris および sclera の一部を切断、反転し、ciliary muscle の収縮変化を in situ にて直接顕微鏡下で観察し、同時に連続顕微鏡写真撮影をなした。

1) medullary bullfrogにて、遠心性三叉神経性自律神経の刺激により、ciliary muscle の contraction がおこった。この収縮作用は eserine により増強することが認められた。

2) 一方従来の交感神経 (“脊髓前根交感神経”) を刺激した場合には、ciliary muscle の relaxation がおこることを観察した。

3) 1), 2) の実験結果から、カエルの accomo-

dation mechanismは従来のHelmholtzのrelaxation theoryのみでは説明がつかないと考えられる。

4) ciliary muscle が cholinergic fiber (contraction) と adrenergic fiber (relaxation) との二重支配を受けることがあきらかとなったから、Sherrington's law of reciprocal innervation は ciliary muscleについても妥当すると考えられる。

10. 中西政周・西中 弘 (大阪医大第1生理)

迷走神経の神経節中の神経細胞 (続)

体制神経線維と自律神経線維を形態的に識別する短時オスミウム酸染色 (中西法) を用いて、吾教室では諸種の末梢神経に就いて自律神経線維の混在状態を調べてきた。そこで次で末梢神経節に就いて、同じく中西法によって、その神経節中の神経細胞を調べているが、既に脊髓神経節に就いては報告した。今回は迷走神経の神経節に就いて調べた。家兎の迷走神経の末梢神経節即ち節状神経節並びに頸静脈神経節を摘出して、上記の短時オスミウム酸染色を施した後、水洗し、6% 醋酸液に予め浸して、ほぐし易くしておいて出来るだけ神経細胞が神経線維から引きちぎれない様にほぐし標本を作る。そして、その神経細胞の種類を之に連なる神経線維の種類 (自律神経か体制神経か) から決定した。

節状神経節では淡染細小有髄の自律神経線維に連なる2つの種類の細胞が見られた。

即ち、1つは双極性の細胞で、他の1つは1本の線維が分枝して之に節後線維所属の神経細胞の付着する像が得られた。然して、前者は求心性自律神経細胞であり、後者は遠心性自律神経細胞と見られた。尚、之等の2種類の自律神経細胞は頸静脈神経節中でも見られた。更に、節状神経節内では濃染太径の体制神経線維に連なる双極性の神経細胞も見られた。

以上によって、節状神経節中では求心性体制神経細胞と、求心性並びに遠心性自律神経細胞があり、頸静脈神経節中では求心性並びに遠心性自律神経細胞が存在することが知られた。

11. 勝田 稔・服部俊亮 (三重大生理)

迷走交感両神経の組織化学的研究 (その2) 迷走交感両神経の Phosphatase 活性

爾に薐迷走交感神経剔出標本を各種の酸やアル

カリ性溶液に浸漬した場合に迷走神経のみに周期的な興奮性の明らかな変動を認めた。この現象は Neuron 自体が営む何等かの代謝の輪転が根底となっているのではないかと考えた。若しそうだとするならば、これと関連して兩種神経間には或種の酵素活性に差異が見出せそうに想われる。この見解の可否を検討するべく、各種の酵素系の活性状態を観察しようと企て、第一着手とし Phosphatase を対象に採り上げた。先づ Gomori の方法の Danielli 変法による Alkaline Phosphatase 活性の検索では、夏から初秋にかけての実験した被検全例につき交感神経よりも迷走神経に著しく活性度が高かった。また、迷走神経に親る陽性反応は基質作用時の温度が高い場合 (37°C) よりも低い場合 (5°C) の方が寧ろ強いのでないかと疑われる例が時稀認められた。温度と反応との相関については、更に検討を加える要があるが、何れにしても、迷走交感兩神経間で活性度を異にする酵素が存在することは確かと思われる。この様な酵素活性に於ける差異、それは兩種神経の環境条件に対する反応態度に親る差異の成因の1つをなすと考えられる。

12. 志賀 健・魚住光郎・磯本昭夫・門田 健・久保秀雄 (阪大第1生理)

酵素系電子移動と EPR

I. フラビン類の hfs とキサンチン酸化酵素系の EPR

II. D-アミノ酸化酵素系の光化学的還元と EPR

フラビン酵素系での電子移動に関する数回に亘っての断片的報告を一括総合し、その解説に電子スピン共鳴法による検索の結果を述べた。委細は日本生理学雑誌に志賀の名を以て掲載される。

13. 長井音次・辻本 毅・川口 成・石川由紀子・上西正章・高坂広子 (和歌山医大第1生理)

DNP-被刺戟性 ATPase 活性に及ぼす諸因子の影響から見た酸化的磷酸化のエネルギー転位系

電子運伝水準における酸化的磷酸化は呼吸系において酸化に伴って遊離するエネルギーを仮定的中間代謝物 I, X の結合エネルギーとして保存する反応 (Energy conservation step), 保存されたエネルギーを高エネルギー磷酸化合物 X-P に転位する反応 (Energy transferring step), 及びこの X-P と受容体 ADP によって ATP を形成する反応 (Phosphorylation step) より成るものと一般に考えられている。

呼吸と磷酸化が密に共役した状態では呼吸の速度が磷酸化の速度によって調節される事を前報に述べたが、X, I 等の未同定体を包含する Energy-transferring step を研究するため新鮮状態の Mitochondria を有する潜在性 ATP-ase 活性 (DNP 被刺戟性 ATPase 活性) に及ぼす、DNP, Azide, R-因子の刺戟性、及びこれ等の因子間の相互の競合性を検討した。

a. DNP-ATPase 活性に対して Azide は競合的阻害を呈する。

b. DNP-ATPase に対して R-factor は Coupling の性質を可成り含む競合性阻害を行う如く見られる。

c. Azide-ATPase に対しては R-因子は競合性阻害を行う。

ADP と R-因子の相互作用は呼吸速度 P:O 比から見て、ADP に親和性の大きな競合が想定されているが、演者等は ATP-P³² 交換反応、ATPase 反応からこれを別に検討しようと企てた。ATP-P³² 交換反応については次回に発表する予定であるが、ATPase 活性については競合性を認めた。但し R-因子の不均一性を否定し得ない現在の標本では b と同様 Coupling の性質を包含した成績を示した。

(以下次号に掲載の予定)

萬有製藥主要製品

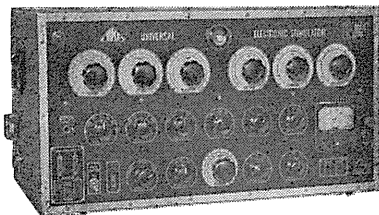
(耐性ブドウ球菌感染症・新合成ペニシリン)	ス タ フ シ リ ン
(内 服 合 成 ペ ニ シ リ ン)	シ ン シ リ ン
(持 続 性 ニ 基 ペ ニ シ リ ン)	バ イ シ リ ン
(各 種 ペ ニ シ リ ン 製 剤)	ペ ニ シ リ ン
(テトラサイクリンメタ燐酸塩)	ブ リ サ イ ー T X
(国産抗結核広範囲抗生物質)	カ ナ マ イ シ ン
(国産赤痢・腸疾患・百日咳治療抗生剤)	コ リ ス チ ン
(コ ー チ ゾ ン 製 剤)	コ ー ト ン
(ハ イ ド ロ コ ー チ ゾ ン 製 剤)	ハ イ ド ロ コ ー ト ン
(ア レ ド ニ ソ ロ ン 製 剤)	コ ー デ ル コ ー ト ン
(デ キ サ メ サ ゾ ン 製 剤)	デ カ ド ロ ン
(高血圧・浮腫・妊娠中毒症・クロロサイアザイド)	ク ロ ト ラ イ ド
(" ハイドロクロロサイアザイド)	ダ イ ク ロ ト ラ イ ド
(メ チ オ ニ ン 製 剤)	バ ン チ オ ニ ン
(非 麻 薬 鎮 痛 剤)	ザ ク チ リ ン
(筋 弛 緩 鎮 痛 剤)	ソ ー マ ニ ー ル

東京都中央区 萬有製藥株式会社 日本橋本町 2～7

横浜市立大学医学部生理学教室 畠山一平教授監製

アイカ万能型電子管刺激装置 W-1 型

PATENT.No.221763

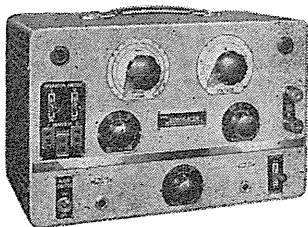


1. 電気的可変要素が各々独立して調整できる
2. 測定値、設定値が正確且信頼度が高い
3. 可変要素の可変範囲が大きい
4. アーチファクトが小さい
5. 操 作 簡 易
6. 安 定 性 が よ い
7. 用 途 が 広 い

- 線返し二重刺激可能
- 独特の配線回路
- 直読目盛

¥ 150,000.

アイカ学習用電子管刺激装置 E-1 型



1. 生理学実習実験のほとんどすべてを1台でまかなうことができる
2. 詳しい知識のない者でも直ちに間違いなく使用できる
3. 設定値の読取確実
4. 必要にして充分な可変要素の調整範囲
5. 安 定 度 良 好
6. アーチファクト僅少な絶縁出力
7. Rotatorium の回転、ブラウン管オシロスコープの単掃引と同期可能

¥ 40,000.

—詳細カタログ御一報次第送呈—

東京都文京区本郷 1 丁目 2 番地

株式会社 河 思 誠 堂

電話 (811) 0349・2917

日本光電の電気計測機器

新製品紹介

多用途監視記録装置 RM-150

各種生体現象の4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の観測、写真撮影が行なえ、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。

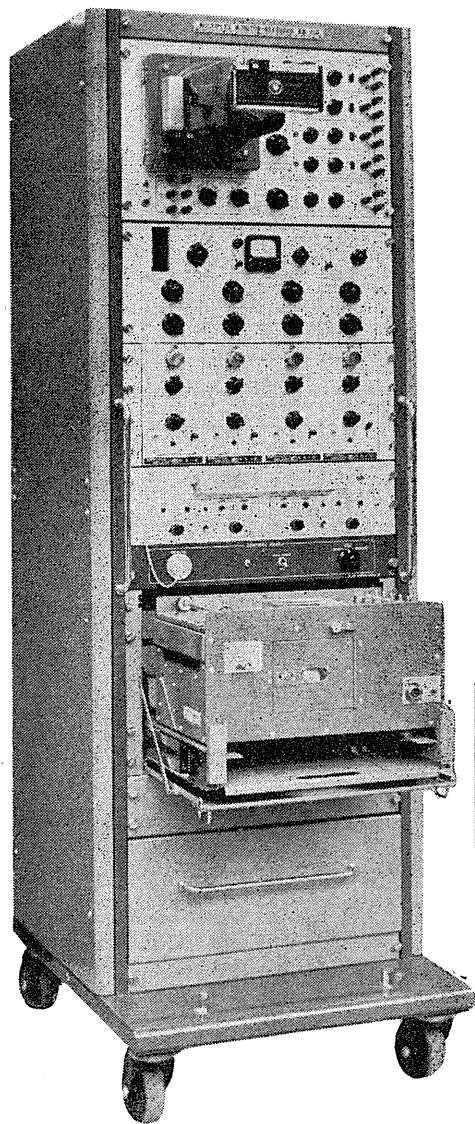
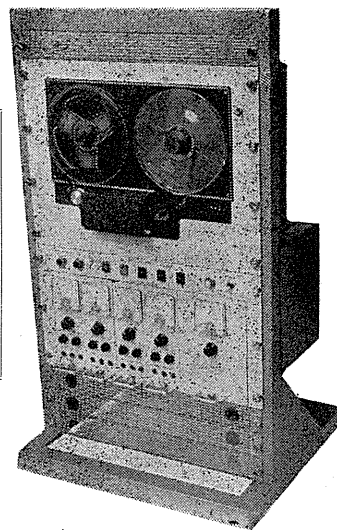
・プラグイン式前置増幅器の種類

生体電気用、ひずみ・圧力計用、1素子心電図用、心音増幅用、高感度直流増幅用、積分用等。

磁気記録再生装置

- ・1/4 インチテープを使用、各ユニットの選択組み合わせにより多用途に使えます
- ・ラックタイプでありRM-150に取付可能

型名	CH	方式	f 範囲	S/N	マイカ
SPR-30A	3	PWM	DC-100c/s	46dB	音
SPR-41	4	PWM	DC-100c/s	40dB	声
SFR-41	4	FM	DC-1kc	38dB	可
SDR-81	8	T D PWM	DC-60c/s	35dB	能
SVR-21	2	AM	0.3c/s-3kc	40dB	



編集
人兼

戸塚武彦

印刷所

中村作右衛門
鶴岡印刷株式会社

発行所

日本生理学会

脳波分析装置 電気脳内（眼底）血圧計 微細電極用増幅器
光音刺激装置 電気血圧計 分極電圧自動補償型直流増幅器
MTTアナライザ 呼吸流量計 万能ブラウン管オシロスコープ
筋電計 電子管刺激装置 磁気記録再生装置

日本光電工業株式会社

東京都新宿区角筈2丁目84 スタンダードビル TEL (371) 8241-5
区立町通り9 中央タクシービル内 TEL (5) 1395
仙台市千種区覚王山通り7丁目1 田代ビル内 TEL (75) 7176
名古屋営業所 大阪市天王寺区上本町5-11 TEL (762) 0334
大阪営業所 福岡市下郷町10 TEL (2) 3487
福岡営業所 石村器械製作所 札幌市北8条西4丁目

カタログ贈呈



振替東京八六四三〇
定価百五拾円