

# 日本生理學雜誌

JOURNAL OF THE PHYSIOLOGICAL SOCIETY OF JAPAN

第16巻 第2号

Vol. 16 No. 2

昭和29年2月1日発行

February 1954

## 原 著

中 浜 博：焦点痙攣の実験生理学的研究	61
中 浜 博：藁皮膚よりの神経及びその末端に於ける周期的興奮とNaイオンによる 自発的興奮	72
志 多 清 英：灌流-下肢血管-膜電位差の研究（第3報）標準膜電位差の季節的変動	79
阿知波 繁 一：蛋白質加水分解の研究 小川膠質法の電気化学的考察（其の1）	84
樋 渡 志 良：聴原発作と迷路反射	87
樋 渡 志 良：聴原発作の脳波と筋電図	91
樋 渡 志 良：断続刺激による聴原発作の研究（第2報）中枢興奮状態の加重及び消滅 について	94
植 木 俊 次：体部皮膚圧迫と体温に就いての再検討	97

附：第15巻総目次

日 本 生 理 學 會

Physiological Society of Japan

新しい

水溶性ビタミンA剤



# アウゲニン<sup>注</sup>



【アウゲニン結晶】

広い治療分野に應用できるV・A剤

アウゲニンは植物体より発見された、水溶性新物質で、肝油に比し1250倍のビタミンA効力を有してゐます。本剤が従来油性V・A剤に比し臨床価値の高い理由は

- (1) 吸収が迅速で、体内に於ける生理効果を高める
- (2) 無痛性で、注射後に硬結・腫脹等を生じない
- (3) 油剤やコロイド性剤に比し、使用が簡便である
- (4) 効力が安定で、長期保存に耐える
- (5) 皮注・筋注・静注・動注、何れも可能である
- (6) 全身的にも、局所的にも副作用は一切ない

(試供品・文献贈呈)

(包装) 注(2mg1cc10管) ¥300・錠(1mg30錠) ¥200

東京都中央区西八丁堀2丁目17 救心製薬株式会社

〔新発売〕

女性ホルモン学説を改新す



「モチダ」

★製法特許・米英諸外国特許出願中★

女性々機能ホルモン完成

(文献・説明書進呈)

吾社20年の研究によつて妊馬尿中より全く新しいホルモン(Synstroneと仮称)を発見し得た、その効力は1日量1mgにて従来の高単位製剤を遥かに凌ぐ効果を挙げ得る。

エストロパン「モチダ」はEstradiolとの複合体でその間のInter actionを期待し製品化した

- ☆高度月経障害
- ☆乳汁分泌不全
- ☆尋常性座瘡
- ☆更年期障害

20 Tab ¥200  
1cc 10A ¥85J

- ☆局所潤滑・依達麻酔の迅速・適確
- ☆化学療法・慢性病集透過性昂進
- ☆傷性褥瘡・固定性麻痺の新治療
- ☆癌腫・水腫の新治療
- ☆硝子体角膜潤滑の新治療
- ☆人工授精強化
- ☆腸癒着防止
- ☆神経痛治療
- ☆骨折治療

大量皮下輸液の吸収促進  
健康保険適用

Hyalur onidase発見者Durn-Reynals氏と

研究交換!

〔文献集送呈〕

強力拡散因子ヒアルロニダーゼ

# スプラゼ

モチダ

製造発売元・持田製薬株式会社・東京都中央区日本橋室町3-1

# 焦点痙攣の実験生理学的研究 612.825.1

## The Experimental Studies on Focal Epileptic Seizure.

中 浜 博 (NAKAHAMA-Hiroshi)\*

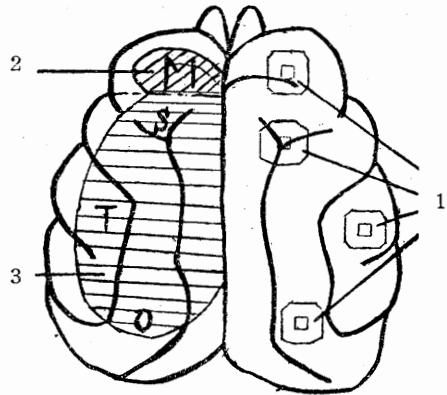
### I. 緒 論

大脳皮質の実験生理学的研究は1870年 Fritsch 並びに Hitzig<sup>1)</sup> が犬の大脳皮質を露出して電撃を与えた時に始まり, Sherrington<sup>2)</sup>, Vogt<sup>3)</sup> によって猿又は類人猿の Brodmann の第4領野が凡そ3つに区分され, 第4a領野は下肢領野, 第4b領野は上肢領野, 第4c領野は顔面領野と呼ばれるに至った. 須田<sup>4)</sup> は癲癇痙攣を,

「筋群, 特に四肢の筋群に起る左右等時性の間代性痙攣を癲癇痙攣と呼ぶ. 尙, 此の場合一筋群に始まる間代性痙攣の波及はあってもなくても宜しい」と定義し, これを標示として実験を行い, 尾崎<sup>5)</sup> は犬を用い, 癲癇痙攣は大脳皮質の相当広い範囲から起り, Brodmann の第4領野を最終共通皮質とし下る事, 更に須田<sup>4)</sup>, 黒木<sup>7)</sup>, 中邑<sup>8)</sup> は蒼黒質系の錐体外路系によるものであることを明かにした. 須田<sup>4)</sup>, 平山<sup>9)</sup> は四肢軀幹のみならず顔面の諸筋に起る間代運動が総て皮質に始源細胞を有する錐体外路系の運動であり, 三枝, 松丸, 平山<sup>10)</sup> は犬を用い, Gyr. sylvaticus, Gyr. ectosylvius, Gyr. supra-sylvius, Gyr. ectolateralis, Gyr. entolateralis は眼球, 眼瞼, 耳介の運動に関する領野であり, 運動領野を剔除すると, 顔面, 眼, 耳には間代運動は現われるが, 四肢及び軀幹の間代運動は認められず, 更に運動領野及び顔面領野を剔除した場合には, 間代運動が認められる部位は眼瞼及び耳介のみとなることを報告している. 即ち運動領野以外の領域の刺激によって起る四肢及び顔面の間代運動は同側の運動領野及び顔面領野を最終共通領野として経過しているが, 眼瞼及び耳介に就てはこの様な最終共通領野の法則は認められない. 即ち錐体外路系の内て直接

に下位脳に線維を送っている運動系統であることが分った.

著者は猫を用いて実験を行っている中に, 確実に耳介或は対側前肢に焦点痙攣を起すことが出来, 焦点痙攣と全身痙攣との関連性を明らかにすることが出来た. この場合用いた痙攣物質はイソニコチン酸ヒドラジツドで, この物質はニコチン・ピクロトキシン・グルタミン酸ソーダ等の他の痙攣物質と異った独特の性質がある.



第1図

右側には INAH を作用する場所を示し1は真中に3mm<sup>2</sup>の孔のあいた7mm<sup>2</sup>の濾紙を示す. この濾紙の真中の孔に電極を置いて皮質波を誘導した. 左側には電極の位置を示した. M: 運動領, S: 受衝領, T: 側頭領, O: 後頭領, 2は運動領全体, — は運動領と運動領外との境に切截を加える部位, 3は運動領外剔除の場所

### II. 実験方法

実験動物には猫を用い, 特に断つてない限りは無麻酔で実験を行った. 手術方法は, 須田・斎藤<sup>11)</sup>の方法によった. ただ実験の性質上手術野を広くあけ, 長時間実験を行う必要上, 大脳皮質の保温と保湿には特に注意した.

イソニコチン酸ヒドラジツド (以下INAHと

\* 慶応義塾大学医学部生理学教室 精神医学研究所

略す) 100mg/kg を猫に静脈注射に依って与え  
ると全身痙攣が発現するという事実は、上田、  
中浜、泉<sup>12)</sup>によって述べられているが本実験に  
於ては特に断わらない限り 10% INAH 溶液に  
7mm<sup>2</sup> の濾紙の真中に 3mm<sup>2</sup> の孔を開けたもの  
を、浸して、これを大脳皮質各部に硬膜をとり  
去って貼布することにした。尙本実験に於ては  
刺激する皮質部位として次の 4ヶ所に限った。

(1) M(運動領) — Gyr. sigmoideus ant. et  
post.

(2) S(受衝領) — Gyr. suprasylvius ant. et  
med. の前部

(3) T(側頭領) — Gyr. Sylvaticus の前部

(4) O(後頭領) — Gyr. lateralis の後部

但し運動領、受衝領の名称は Reinberger,  
Jasper<sup>13)</sup> に依った。INAH を作用せしめる場  
所と電極を置く場所並びに運動領を第 1 図に示  
した。

皮質運動領の剔除は、薄く細い彎曲した筈状  
の刀を用いて、深さ 8 mm, 少し他の皮質領に  
かかる範囲で、えぐる様に剔除する。運動領と  
運動領外との境界に切截を行う場合は第 1 図に  
示す場所に細い刀を用い約 8mm の深さで皮質  
を垂直に切る。運動領内に於て切り込みを行う  
場合も同様にして行う。運動領下に切截を行う  
場合は、細い刀を用い、約 8mm の深さで水平  
に、少し他の皮質領にかかる範囲まで切込みを  
行う。これらの場合僅かに出血するが暫時で止  
血して実験に差支えるような事はなかった。

皮質波の記録方法は、日本光電四要素インキ  
書式脳波装置を用い、電極は 2mm<sup>2</sup> の銀板を用  
い、この電極を上記濾紙の真中の穴に置き、特  
に断わらない限り第 1 図に示す場所のみより誘  
導した。接地点は鼻骨近くに置き、主として単  
極誘導を行い、必要のある時には双極誘導を用  
いた。

## Ⅰ. 実験成績

### A. INAH の濃度並びに濾紙面積を変化した場合

作用物質 INAH が猫に全身痙攣を起す場合  
の条件を確定するために本実験を行った。電極

を大脳皮質に置いて皮質波を誘導する必要上、  
第 1 表 A に示すように 7mm<sup>2</sup> の濾紙の真中に  
3mm<sup>2</sup> の孔を開け INAH 溶液が孔をふさぐよ

第 1 表

INAH の濃度並びに濾紙面積を変化した場合発現  
する痙攣についての実験

A: 真中に 3mm<sup>2</sup> の孔のあいた 7mm<sup>2</sup> の濾紙に孔  
をふさぐ様に諸濃度の INAH を浸してそれを運動領  
に作用した場合

INAHの濃度	20%	10%	7%	5%
全身痙攣を/例 起した数	2/2	5/5	2/2	0/2

B: INAH の濃度を 10% にし濾紙面積を変化した  
場合 (作用部位: 運動領)

濾紙面積	7mm <sup>2</sup> (真中 3mm <sup>2</sup> の孔 が あ い て い る)			
	5mm <sup>2</sup>	4mm <sup>2</sup>	3mm <sup>2</sup>	
全身痙攣を/例 起した数	5/5	2/2	2/2	1/2

C: 10% INAH を諸種面積の濾紙に浸した場合に  
於ける該溶液の重量

濾紙面積	10% INAH の溶液の重量 (mg)					平均値
	1	2	3	4	5	
7mm <sup>2</sup> (真中に 3mm <sup>2</sup> の孔が あ い て い る)	14.8	14.7	14.9	14.7	14.6	14.7
5mm <sup>2</sup>	7.2	7.4	7.3	7.3	7.2	7.3
4mm <sup>2</sup>	3.7	3.7	3.8	3.5	3.6	3.7
3mm <sup>2</sup>	2.4	2.4	2.4	2.3	2.2	2.3

うに此の濾紙を濃度の異なる該溶液に浸した。  
これを運動領に貼布すると、先ず焦点痙攣を起  
し、後に全身痙攣に移行するような痙攣を起し  
た。この全身痙攣の閾値は第 1 表 A の如く大体  
7% 附近である。そこで、閾値以上の 10% 溶液  
を用い濾紙の面積を変化した成績が第 1 表 B  
で、3~4mm<sup>2</sup> 以上の濾紙面積であれば常に痙攣  
を起すことが分った。10% INAH を 4mm<sup>2</sup> の  
濾紙に浸した場合には第 1 表 C のように溶液の  
重さが 3.7mg であるので 4mm<sup>2</sup> の濾紙に INAH  
が 0.34mg 含まれていることになる。すなわち  
0.021mg/1mm<sup>2</sup> の INAH が 4mm<sup>2</sup> の運動領に  
作用すると全身痙攣を起すに充分である。

本実験に於ては特に断わらない限り 10% INAH  
を真中に孔のあいた 7mm<sup>2</sup> の濾紙に孔をふさぐ

様にして浸し、これを皮質各部に貼布する事にした。この場合平均0.026mg/1mm<sup>2</sup>の INAH が7mm<sup>2</sup>で皮質各部に作用している事になる。

**B. 麻酔の影響**

麻酔の影響をみるために本実験を行った。麻酔剤としては N-メチル・チクロヘキセニル・ペルビツール酸ソーダを猫の左股静脈より35mg/kgを2分間に投与した。麻酔剤投与2分後に INAH を運動領に作用させたところ、40~50分後では麻酔剤による瞳孔散大、角膜反射の消失が回復した頃に一致して対側前肢の痙攣が間歇的に始まり1時間20分~1時間40分後には対側肩或は頭部にも痙攣が認められたが、ついに全身痙攣は現われなかった。

INAHを運動領に作用させると第2図のように運動領より棘波の発生があるが運動現象は現れない時期が認められた。この動物に INAH 作用後35分後に麻酔剤を投与したところ、1時間~1時間10分後では麻酔剤による瞳孔散大、角膜反射の消失が回復した頃に一致して対側前肢の

このように、INAH は非麻酔時には全身痙攣を起すが麻酔を行うとその条件により焦点痙攣のみを現してくる。このような影響は、麻酔の種類、時期、濃度等により複雑に異なることが考えられる。麻酔により皮質波も非常な影響を受けるので本実験では麻酔を行わないことにした。

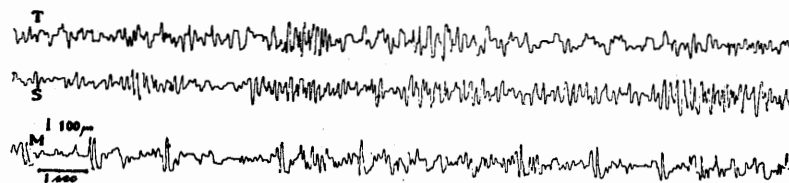
**C. INAH を運動領に局限して作用させた場合**

1) 皮質に何等操作を加えない場合

INAHを運動領に作用させた場合の皮質波の変化と運動系に現れる現象を経過を追って述べる。第3図のように20~30分後に運動領のみに局限した棘波が先づ現われ、この場合は運動現象の発現は認められない。次に30~40分後に第4図のように運動領と受衝領に同期した棘波が現れ、この同期棘波の発生に一致して対側前肢に焦点痙攣を発現し、この時期がつづいて50分~1時間20分に全身痙攣が発現する。

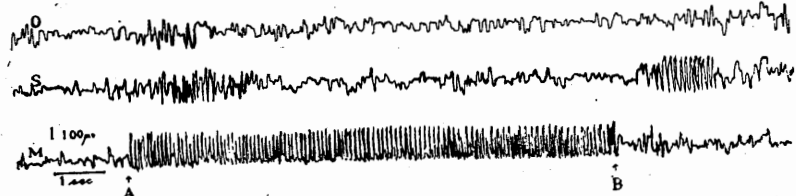
その時の皮質波の変化を第5図に示した。先ずAで運動領、受衝領よりの棘波が発生し、こ

れに対応して対側前肢の痙攣があり、Bで対側肩、Cで対側後肢に移り次第に他足に及びDに於て全体より棘波が現われて全身痙攣となり、泡をふき出す。全身痙攣は1~3分間で止むが、止んだ時の皮質波は INAH を作用する前の皮質波と比較して極めて小さく、完全に消失しているように見える。このようにして全身痙攣は1~15分間位の間隔を置いて繰返して発現して来



第2図

INAH を運動領に作用させた場合の24分後の変化、運動領より棘波が現われているが運動の発現はない



第3図

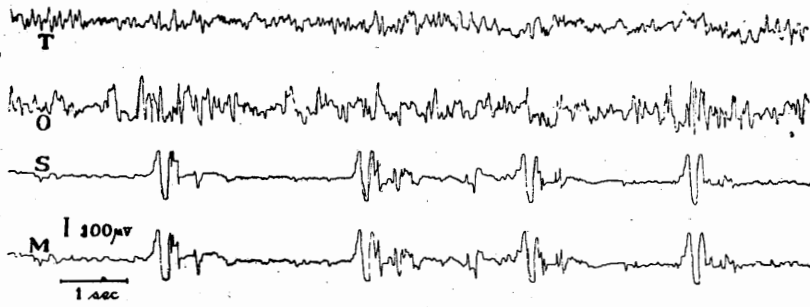
INAH を運動領に作用させ、35分後にバルビツール麻酔を施した場合の1時間57分後の変化。運動領に棘波の現われている間中、対側前肢の焦点痙攣の発現あり (AよりBの間)

痙攣が始まった。その時の皮質波の変化としては第3図のように棘波が運動領のみに現われた。焦点痙攣は後に対側肩にも及んだがこの場合も全身痙攣の発現はなかった。

る。

2) 運動領外を剔除した場合

第1図の横線の部位を約6mmの深さに運動領外の剔除を行い、運動領に INAH を作用さ



第4図

INAH を運動領に作用させた場合の1時間11分後の変化，運動領と受衝領と同期して棘波が現われ，これに一致して対側前肢に痙攣が発現する



第5図 INAH を運動領に作用させた場合の1時間15分後の変化

A: 対側前肢痙攣, B: 対側肩痙攣, C: 対側後肢より次第に他肢に痙攣が波及, D: 全身痙攣

せると，未だ運動現象は認められない時に，即ち20分～1時間後に INAH を作用した部位の運動領に棘波を生じ，次いで1～10分して対側前肢の焦点痙攣が始まる．この時棘波は運動領のみより現われている．この場合にはその後で対側肩にも焦点痙攣が発現し，3時間後迄には全身痙攣の発現はなかった．

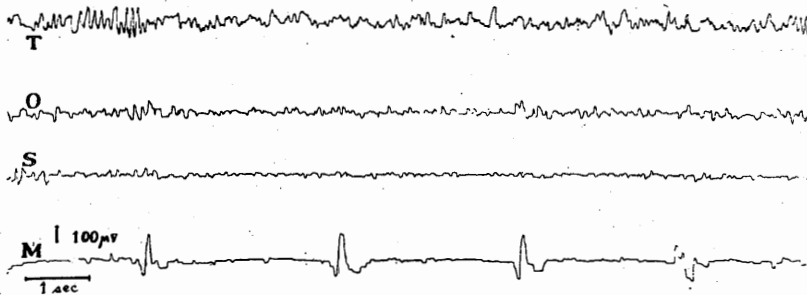
### 3) 運動領と運動領外との境に切截を加えた場合

上述のように運動領外別除により全身痙攣の発現はなく焦点痙攣に止まったのであるが，運動領と運動領外との境に切截（約8mm深さ）を加えて INAH を運動領に作用させてもその成績は同じであった．運動領別除の場合と同様に先ず20～50分後に棘波が運動領のみに現われ

1～10分して対側の前肢に焦点痙攣が発現した．この場合第6図のように棘波は INAH を作用させた運動領のみに現われた．後に対側肩に痙攣が波及し，対側前肢の痙攣が強い時これと同期して他足も弱く痙攣が起った事もあった．皮質に何等操作を加えず全身痙攣の発現の場合には同期棘波が認められたが，切截を加えた場合はこれと異なり，棘波は運動領のみに限られて居り，痙攣も顔面，耳介，眼瞼，眼球等には認められなかったので一応この種類の痙攣も焦点痙攣の範疇に入れて置く．

このように運動領

と運動領外との境に切截を加えて置くと全身痙攣の発現はなく焦点痙攣に止まる．焦点痙攣を発生させる切截の条件を検討したのが第2表である．即ち運動領内に7mmの長さで深さ8mmの切截を a, b, c, d の方向に行い，この真中に4mm<sup>2</sup>の濾紙に10% INAH を浸して貼布することになると，d 方向に切截を行った場合のみ全身痙攣の発現はなく，焦点痙攣のみに止まった．この場合 a, b, c, d の切截を行った外側の運動領内にも棘波が認められ，これは切込みの内側の棘波と同期して発現していた．この事実から，運動領の全般から棘波が発現しているからと言って，全身痙攣が発現するとはかぎらず，痙攣が全身に波及するには運動領外が存在が必要であることが結論される．



第6図

運動領と運動領外との境に切截を加え INAH を運動領に作用させた場合の1時間12分後の変化、運動領に棘波が現われ、これに一致して対側前肢に痙攣が発現する

第2表

運動領内に色々の方向に切截を加え 4mm<sup>2</sup> の濾紙に INAH を浸して切截の真中に貼布した場合

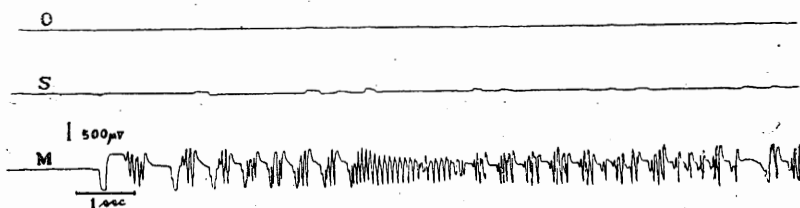
刺戟部位	切 截 部 位	間代性痙攣の発現様式	発現部位	棘波の出現部位
M	a	} 全身痙攣	対側前肢→四肢→眼瞼 眼球等	M, S より始まり O, T に波及
	a と b			
	a と b と c			
	a と b と c と d	} 焦点痙攣	対側前肢	M
	d	} }		

4) 運動領下に切截を行った場合

予め運動領下に切截を行い、運動領に INAH を作用させると、20~30分後に運動領に局限して棘波が発現し、1時間~1時間30分後には第7図のように連続した棘波が運動領に現われたが3時間後迄に痙攣は起らなかった。全身は勿論焦点痙攣も発現しない。この事実から INAH はその作用した部位に直接仿いて、棘波を発生させることが痙攣発現の契機であることが結論される。

D. INAH 運動領外の1ヶ所に局限して作用させた場合

本実験においては INAH の作用部位を運動領外の S 領, T 領, O 領等の1ヶ所に局限することにす



第7図

運動領下に切截を加え、運動領に INAH を作用させた場合の2時間後の変化、運動領より棘波が現われているが全身痙攣も焦点痙攣も発現しない。

る。

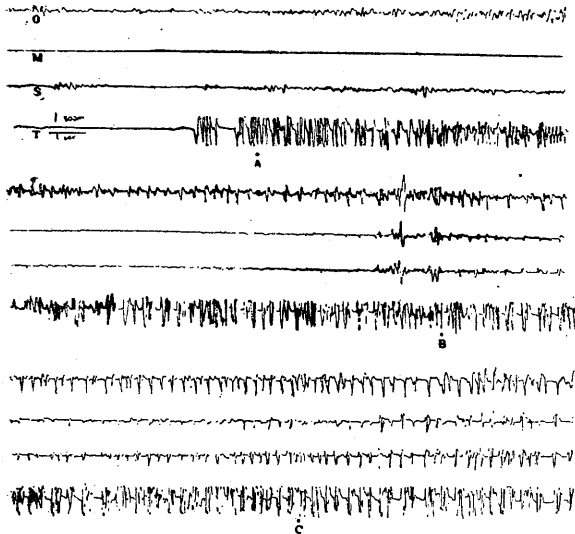
1) 皮質に何等操作を加えない場合

夫々の運動領外に INAH を作用させると、全身痙攣は S 領, T 領では20~40分後、O 領では1時間~1時間30分後に発現するが、その場合第8図に示すように INAH を作用させた部位に棘波が発現し始め、これだけでは運動現象の発現はないが、やがて A に於て対側耳介の痙攣が始まり、B に

於てそれが同側耳介→両眼瞼→両眼球→対側前肢と順次に波及する。この時期には棘波の発生は作用部位に局限しているが、やがて棘波は皮質全般から認められる時期 C に到って全身痙攣が発現する。併し、時にはこういう時期を経ずに一度に対側耳介より始まり全身痙攣になることもある。

2) 運動領を剔除した場合

運動領を剔除して、夫々の運動領外に INAH を作用させると S 領, T 領は15~30分後に、O



第8図

INAH を側頭領に作用させた場合の1時間4分後の変化  
A: 対側耳介痙攣, B: 同側耳介及び両眼瞼痙攣, C: 全身痙攣

領は40分～1時間30分後に INAH の作用部位に棘波の発現が時々あり、1～10分を経て、棘波が連続的に現われ出して対側耳介の痙攣が始まる。棘波の発現は止んだり始まったりして繰返し現われるが、その場合棘波が発現しているからと言って対側耳介の痙攣が存するとは限らない。然し対側耳介の痙攣の存する時は必ず、INAH を作用させた部位には棘波は発現している。このような現象が繰返し間歇的に認められたが、3時間迄に全身痙攣の発現はなく、対側耳介のみに焦点痙攣が発現した。場合によっては対側耳介より両側耳介へと痙攣は波及することもあったが棘波は INAH を作用させた部位に局限していた。

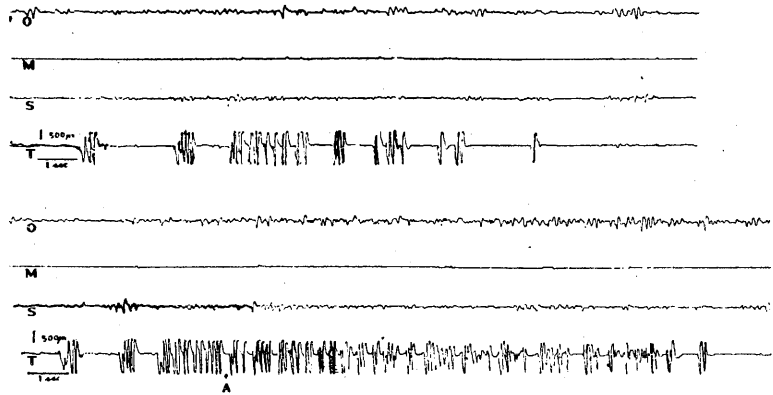
3) 運動領と運動領外との境に切截を加えた場合

成績は運動領剔除の場合と略同様であった。

即ち、S領、T領は15～30分後から、O領は40分～1時間30分後から INAH を作用させた部位のみに棘波が出発し始めた。これより1～10分遅れて第9図のように連続棘波が INAH の作用部位にのみ現われ、Aに於て始めて対側耳介の痙攣が発現し、棘波の消失と同時に痙攣は止んだ。以下(3.b)の運動領を剔除した場合と全く同様で全身痙攣の発現はなく、耳介の焦点痙攣に止まった。

4) 運動領下に切截を加えた場合

運動領下に切截を行い、夫々の運動領外に INAH を作用させた成績は、運動領を除去した場合(3.b)、運動領と運動領外との境に切截を加えた場合(3.c)と全く同様で、全身痙攣の発現はなく焦点痙攣のみが認められた。



第9図

運動領と運動領外との境に切截を加え、側頭領に INAH を作用させた場合の24分後の変化。Aより対側耳介に焦点痙攣が発現する

E. 作用部位を2ヶ所に局限した場合

1) 皮質に何等操作を加えない場合

INAHをM領、S領、T領、O領の1ヶ所に作用させた場合、何れの組合で2ヶ所に同時に作用させた場合も同様で、全身痙攣が発現する。

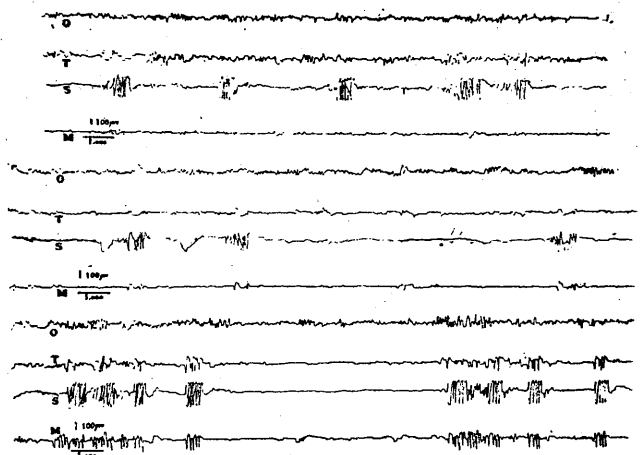
2) 運動領と運動領外との境に切截を加えた場合

運動領と運動領外との境に切截を加えM領、S領、T領、O領の1ヶ所に INAH を作用させると全身痙攣の発現はなく、焦点痙攣の発現に止まるが、これ等の領野の中2ヶ所に同時に



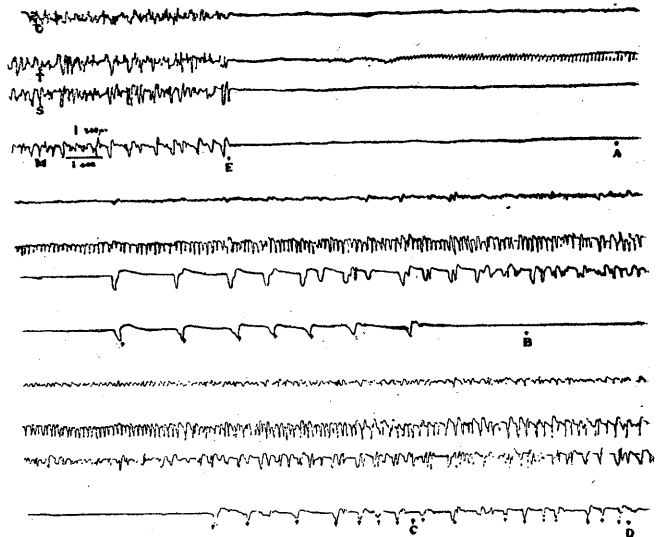
INAHを作用すると、何れの組合せに於ても全身痙攣の発現になった。例えばM領とM領外との境に切截を行いM領とS領に同時にINAHを作用した場合には第10図に示す様に先ず棘波が30~40分後よりS領に現われ、漸次M領、T領に同期して棘波が現われた。しかしこの時運動の発現はなかった。こういう時期を経て、まづ50分~1時間後に焦点痙攣が起り次に1時間~1時間10分後に全身痙攣の発現を見た。焦点痙攣、全身痙攣と棘波の発現との関係を見ると、運動領に棘波の現われている時は必ず対側前肢の焦点痙攣が1対1の対応をもって現われている。これとは無関係にS領、T領、O領に棘波のみられる場合、耳介の焦点痙攣が現れる場合があった。この1例を掲げたのが第11図である。即ち、全身痙攣が発現している時には、全体より棘波が認められ、E於て全身痙攣が終ると、棘波は消失し、次にT領より棘波が現われ、Aに於て対側耳介に痙攣が認められた。後にM領、S領より棘波が現われたが、M領に棘波の現われる時は、これに対応して焦点痙攣が発現した。Bに於てS領、T領に棘波が現われている時、両側耳介に痙攣が認められ、Cに於て眼球、Dに於て両眼瞼の痙攣が発現した。

次に運動領と運動領外との境に切截を加え、T領、S領にINAHを作用させた例を述べる。10~20分後にT領より棘波が現われ、次に第12図のようにO領にも棘波が現われ、始めはT領、O領個々別々に棘波が現われるが次第に同期して現われるようになり、AよりBまで対側耳介痙攣、後Cに於て



第10図

運動領と運動領外の境に切截を加え、運動領と受衝領に同時にINAHを作用した場合：上段 43分後、中段 44分後、下段 59分後の変化、棘波が受領より始まり運動領、側頭領と段々同期して現われるが、この場合は未だ運動の発現はない。



第11図

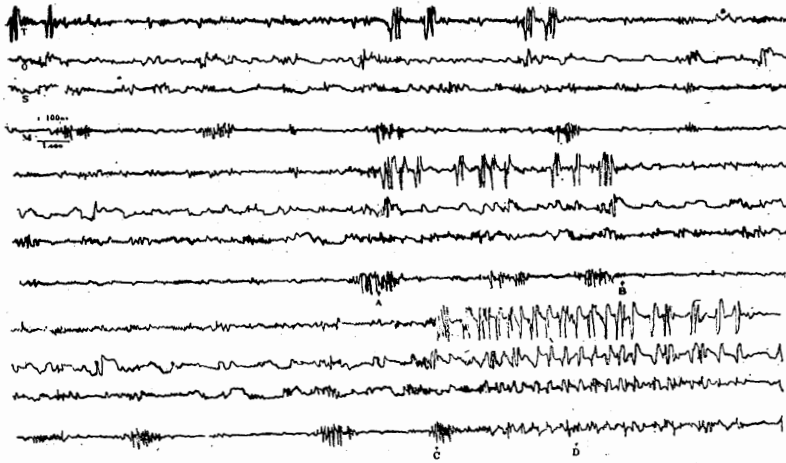
運動領と運動領外との境に切截を加え、運動領と受衝領に同時にINAHを作用した場合の1時間58分後の変化

E: 全身痙攣終り, A: 対側耳介痙攣, B: 両側耳介痙攣, C: 眼球痙攣, D: 両眼瞼痙攣

運動領に棘波の現われた時と一致して対側前肢の痙攣あり

は対側耳介、Dに於ては対側眼瞼に痙攣が発現し全身痙攣に到ったのである。

この様に運動領と運動領外との境に切截を加えて、1ヶ所にINAHを作用させたのでは全身痙攣がなく、棘波は作用部位のみに局限する



第12図

運動領と運動領外との境に切截を加え、側頭領、受衝領同時に INAH を作用させた場合の25分後の変化

側頭領、後頭領個々別々に棘波が現われるが次第に同期して現われる。AよりB: 対側耳介痙攣, C: 対側耳介痙攣, D: 対側眼瞼痙攣

が、2ヶ所に同時に作用させると、全身痙攣の発現となり、棘波は作用部位だけでなく、他部にも現われることより、INAH を2ヶ所に作用させると、皮質下機構が働き、その結果として棘波が INAH を作用させていない皮質部位にも現われるものと考えられる。

### 3) 運動領を剔除した場合

運動領と運動領外との境に切截を加え2ヶ所に同時に INAH を作用させると、前述のように全身痙攣が発現するが、この場合尚運動領が残存しているので、運動領が働くことに依り全身痙攣になったものとも考えられる。そこで、運動領を予め剔除しておいてS領、T領、O領の中2ヶ所に INAH を作用させたところ、何れの組合せに於ても全身痙攣が発現した。

1例を示すとS領、T領同時にINAHを作用させると、15~20分後S領より棘波が現われ、この時には運動の発現は認められなかった。ついでT領にも棘波が現われ27分より、対側耳介→両側耳介→両眼瞼→対側前肢へと順次痙攣が波及し全身痙攣となり2分間続いた。この場合棘波は全体に現われていた。

又、O領、S領同時に INAH を作用させた場合、30~35分後にS領より、45~50分後にはO領よりも棘波が現われ始めたが、未だ何等の

運動発現も認められなかった。1時間30分後、対側耳介→両側耳介→両眼瞼→対側前肢へと順次に痙攣が波及し全身痙攣となり、棘波も全般から現われた。

T領、O領同時に INAH を作用させた例は10~15分後、T領より先ず棘波の発現があり、O領よりは30~40分後に棘波が現われ、続いて41分より対側耳介→両

側耳介→対側眼瞼→両側眼瞼へと痙攣は波及し全身痙攣となり、この時棘波は全体に認められた。

## IV. 総括的考察

10% INAH を7mm<sup>2</sup>の濾紙に浸し猫大脳皮質運動領に作用させると全身痙攣が発現するか、或は焦点痙攣で始まり全身に拡張して全身痙攣となるが、運動領と運動領外との連絡を断つと全身痙攣の発現はなく、焦点痙攣のみに止まり、且つその焦点痙攣は殆ど波及をしめさない。E.C.G. 所見では、全身痙攣が認められる場合には棘波が、皮質に操作を加えていない時には運動領と受衝領と同期して認められた。処が、切断操作を行うと運動領のみに棘波が現われ、受衝領には現われず、痙攣は焦点痙攣の型となる。また受衝領に INAH を与えた場合には運動領には棘波は現われない。此の事実より運動領に INAH を作用した場合は全身痙攣のためには運動領外の協調が必要であり、運動領全体から棘波が現われているからと言って全身痙攣になることはないということが出来る。

運動領を剔除するか或は運動領と運動領外との境に切截を加えて運動領外の受衝領、側頭領、後頭領に INAH を作用すると、対側耳介の焦

点痙攣が発現し、全身痙攣は発現しなかった。然るに切截又は剔除がないと全身痙攣が発現する筈であるし INAH でも発現した。この事実は林<sup>14)</sup>の最終共通領野の法則に合致し、運動領外に耳介の運動に関する耳介領野が存在し、独立の投射系を直接下位脳に向って送つていているという、三枝・松丸・平山<sup>10)</sup>の実験事実とも合致する。このように耳介領野が運動領外に存し、独立の投射系を直接下位脳に送っているなら、何故常には全身痙攣を発現するのであろうか。この点については次の如き事実がある。即運動領を剔除するか、運動領と運動領外との境に切截を加え10% INAH を7mm<sup>2</sup>の濾紙に没してこれを運動領に1つ、運動領外の受衝領、側頭領、後頭領のいずれかに1つ、即ち2ヶ所に同時に作用させると、全身痙攣が発現するという事実である。この場合 INAH が異った作用部位即ち最終共通領野と然らざる部位と2つに作用した為に起るといふ考えが第一に起こる。然しこのことは直ちに否定される。何故ならば運動領とその他の領 (S, T, O) との組合せで全身痙攣が起つてくるばかりではなく、Mを剔除した後でも、受衝領、側頭領で起り、後頭領、受衝領で起るからである。そこで面積が2倍になった為めに起るのではないかということも当然考えられる。即ち何れの2ヶに作用させても全身痙攣が発現することより作用する面積が広くなった、即ち運動系節細胞を多数活動させた故に全身痙攣になったという考えの方がはるかに事実を説明するのによい。勿論此の場合作用させる部位の特殊な性質という問題も存在するであろうがこの点に関して著者は現在実験を行っている。

尙全身痙攣の場合、大脳皮質全体より棘波が現われ、全身痙攣の存しない場合も、INAH を作用させていない部位より棘波が現われることより、皮質内拡延のあることも考えられるが、それには否定の実験があるからどうしても皮質下機構の活動により逆に皮質波に拡延が見られると考えざるを得ない。但し INAH の作用した大脳皮質の部位には直接に INAH の働きと

して棘波を現わすことは言うまでもない。この事は運動領下に切截を行い、INAH を運動領に作用させると全身痙攣も焦点痙攣も発生していないにも拘らず、棘波が作用部位より現れている事実より明らかであると同時にこの実験は INAH が皮質に作用し、その作用した部位より遠くの皮質にも棘波を現すことは皮質より一旦皮質下に至り逆に遠い皮質に拡延する証拠で、皮質内での拡延ではない。最終共通領野の法則の示す如く運動領外より皮質内拡延によって運動領にゆく経路のあることを尾崎<sup>9)</sup>は述べているが、運動領から運動領外への皮質拡延の経路は少くとも痙攣に関する限りは存在しないということも明かになった。

尙、痙攣の認められない潜伏時に既に棘波を起し、此の棘波は人間の痙攣を起さない癲癇諸症状の場合と対応せしめ得るような働きがあるとなすべき根拠も INAH に幾つかあるということは、最後に、特に注目すべき事柄である。

## V. 結 論

イソニコチン酸ヒドラジッド (INAH) を濾紙に浸し、これを猫大脳皮質各部に貼布し、実際発現する痙攣並びに運動領、受衝領、側頭領、後頭領より誘導した皮質波によって焦点痙攣、全身痙攣の発現様式について次の成績を得た。

- 1) INAH を皮質運動領に作用させて、全身痙攣を起すには0.02mg/1mm<sup>2</sup>の該物質が4mm<sup>2</sup>の面積に存在すれば充分である。
- 2) パルビツール麻酔を行って、INAH を運動領に作用すると全身痙攣の発現はなく、対側前肢の焦点痙攣が発現し、その場合棘波が運動領にのみ現われた。
- 3) 皮質に何等操作を加えていない場合 INAH を運動領並びに運動領外の受衝領、側頭領、後頭領に夫々1ヶ所又は2ヶ所同時に作用させると全身痙攣の発現があり、棘波は全体から現われた。
- 4) 運動領外を剔除するか、又は運動領と運動領外との境に切截を加え INAH を運動領に作用させると、全身痙攣の発現はなく、対側肢

に焦点痙攣が発現し、この場合は棘波は運動領のみに限局して現われた。

5) 運動領下に切截を行い、INAH を運動領に作用させると、棘波が作用部位に現われているにかかわらず、全身痙攣、焦点痙攣の発現は認められなかった。

6) 運動領を剔除するか、運動領外に切截を行うか又は運動領と運動領外との境に切截を加え、INAH を運動領外の受衝領、側頭領、後頭領の1ヶ所に夫々作用させると、全身痙攣の発現はなく、対側耳介の焦点痙攣が発現し、棘波は、INAH を作用させた部位のみに現われた。

7) 運動領を剔除するか、運動領と運動領外との境に切截を加え、INAH を運動領及び運動領外の受衝領、側頭領、後頭領の2ヶ所に同時に作用させると、全身痙攣が発現し、この場合、棘波は全体から現れたが、全身痙攣の存しない場合でも INAH を作用させていない部位からも棘波が現われた。

8) INAH に依り全身痙攣が発現するには、運動領と運動領外の受衝領、側頭領、後頭領の互いの協調が必要である。即ち INAH は作用させた大脳波皮質部位に直接依り、棘波を現し、この結果として皮質下機構が活動し、これ

に依って全身痙攣が発現し、また皮質波も変化する。

摺筆するに当り、加藤元一教授の御鞭撻と林巖教授並びに須田勇助教授の絶えざる御教導と御校閲に対し、心から感謝すると共に、上田守長院長の基礎医学の研究に対する深い御理解と御庇護に対し深く感謝する。

#### 文 献

- 1) Fritsch & Hitzig (1870) Arch. Anat. Physiol. wiss Med. 37, 300
- 2) Leyton, A. S. F. & C. S. Sherrington (1917) Quart. J. exp. Physiol. 11, 135
- 3) Vogt, O. & C. Vogt (1919) J. Psychol. Neurol. 25, 277
- 4) 須田 勇 (1942) 条件反射 4, 100
- 5) 尾崎格治 (1942) 条件反射 4, 62
- 6) 尾崎格治 (1942) 条件反射 3, 100
- 7) 黒木昌夫 (1943) 条件反射 9・10, 1
- 8) 中邑 勇 (1942) 条件反射 6, 11
- 9) 平山雅康 (1942) 条件反射 6, 70
- 10) 三枝正文・松丸 忍・平山雅康 (1943) 条件反射 8, 17
- 11) 須田 勇・齋藤脩二 (1942) 条件反射 3, 22
- 12) 上田守長・中浜 博・泉周雄 (1953) 脳と神経 5, 89
- 13) Rheinberger, M. P. & H. H. Jasper (1937) Am. J. Physiol. 119, 186
- 14) 林 巖 (1951) 錐体路系・外路系 生理学講座Ⅱ-39 10

#### Summary

If isonicotinic acid hydrazide (INAH), immersed in filter-paper, is applied on cerebral cortex of cats, seizures are induced. The ECG from motor area, sensory-motor area, temporal area and occipital area of the cortex in the cat was recorded. The results obtained were as follows;

1) INAH applied on motor area of the cortex was enough to induce generalized seizures, when 0.02mg/1mm<sup>2</sup> of the reagent existed on an area of 4mm<sup>2</sup>.

2) INAH applied on motor area of the cortex in the cat anesthetized with sodium barbital, induced not generalized, but focal seizures at an opposite fore-leg. During the seizures, spikes were observed on the motor area of the cortex.

3) INAH applied on each of the motor, sensory-motor, temporal and occipital area of the cortex, or on both of them, induced generalized seizures. During the seizures, spikes were observed on the whole area.

4) In the case of the ablation of extra-motor area or of the incision between motor and extra-motor area, INAH applied on motor area induced not generalized, but focal seizures at an opposite fore-leg. During the seizures, spikes were observed on the motor area.

5) In the case of the under-cut of the motor area, INAH applied on the motor area induced neither generalized nor focal seizures, in spite of the appearance of spikes on the motor area.

6) In the case of the ablation of the motor area, of the under-cut of the motor area or of the incision between motor and extra-motor area, INAH applied on each of the sensory-motor, temporal or occipital area induced not generalized but focal seizures at an opposite lobe of the ear. During the seizures, spikes were observed on the applied area.

7) In the case of the ablation of the motor area or of the incision between motor and extra-motor area, INAH applied on the two different position of the cortex, induced generalized seizures. During the seizures, spikes were observed on the whole area. Even when the generalized seizures were not induced, spikes were observed not only on the applied but the non-applied area of the cortex.

8) The co-operation among motor, sensory-motor, temporal and occipital area of the cortex in the cat was necessary for the generalized seizures. These results show that INAH acts on the applied area of the cortex in the cat, and induced the appearance of spikes, then the sub-cortical nuclei are activated, and generalized seizures are induced, and ECG is also changed.

*(Dep. of Physiol. Keio-gijuku Univ. School of Med. Tokyo)*

## 蟄皮膚よりの神経及びその末端に於ける周期的興奮と

### Naイオンによる自発的興奮 612.816.7

Repetitive and Spontaneous Activities Induced by Na Ion on the Cutaneous Sensory Endings of the Bullfrog.

中 浜 博 (NAKAHAMA-Hiroshi)\*

#### I. 緒 論

冷血動物の筋よりの求心性神経末端に機械的刺戟を与えるとその知覚神経は周期的興奮を生ずる事は Adrian<sup>1)</sup>によって示され、Matthews<sup>2)</sup>は蛙の筋紡錘について、Talaat<sup>3)</sup>は蛙の皮膚受容器について実験を行い、Caイオンの缺乏により神経の興奮性が増大し、刺戟効果が長く続く事を見出し、Feng<sup>4)</sup>は蛙の皮膚受容器で、Kイオンが増大すると刺戟効果をなくす事を見出しているが、此等の実験に於ては、Naイオンに関し系統的な研究は行われていない。著者は此の点に注目し、皮膚受容器を用い神経の周期的興奮が、その外液の影響により、どのように変化するかを観察した。

#### II. 実験方法

実験材料は蟄の皮膚神経(後下腿皮神経枝)とそれの支配している皮膚切片を用いた。この標本を便宜上皮膚神経系と名付ける事にする。皮膚をガラス面上に引きのばし、神経末端をガラス棒で機械的に圧を加えたり、触れたりすることによって刺戟し、発生する偽作流を皮膚神経より記録した。用いた Ringer 液の組成は次のようなものである。

NaCl	0.65
NaHCO <sub>3</sub>	0.015
KCl	0.02
CaCl <sub>2</sub>	0.025
H <sub>2</sub> O	100.00

皮膚神経系を被検液 20ml に浸し、10~30分間隔で液より取り出して観察した。神経からの

偽作流は電磁 oculoscope に依り記録されるが、本実験に於ては主として高声器に依って判定した。皮膚神経系は自発的興奮を起している場合があるから実験前にその有無を調べ、自発的興奮のある標本は用いないことにした。恐らくこれは Talaat<sup>3)</sup> も述べているが、皮膚神経系を取り出す時に皮膚を切り取るにより神経末端が損傷されるために生ずるものと思われる。

#### III. 実験結果

Ringer 液に皮膚神経系を浸しておいたものは、機械的刺戟を与えている時にはザーという音を出して反応するが、刺戟を取り去ると、反応効果が直ちになくなるか、或は時に標本によっては、1~5秒位パラパラと音を出して反応が終る場合がある。この現象を「過性的」と呼ぶことにする。室温 19°C に於て Ringer 液から Ca 及び K を除いた液 (0.7% NaCl 溶液) に皮膚神経系を浸しておくと、約 30 分後では「過性的」であるが、約 1 時間後になると機械的刺戟を与えると、刺戟を取り去った後も「タ、タ、タ、タ」、「シユー、シヤ、シヤ、シヤ、一、一」、「シヤ、シヤ、一、一、一」という音が 30 秒から 1 分間位続いて出る。即ち周期的興奮性が高まっていることが明かである。約 2 時間後浸漬だと機械的刺戟を与えなくとも、神経を電極上に乗せて検すると、「ダ、ダ、一、一、一」と 2~5 分間位続いている。これがやんだ時に機械的刺戟を与える事により再び上の現象が現われる。約 3 時間後浸漬では神経を電極上に乗せただけでゴーという音を出して殆ど止まらない。即ち既に標本は自発的興奮を起しているのである。以上の現象は 1 例ではあるが、このような

\* 慶応義塾大学医学部生理学教室

現象を次のように名附けることにする。即ち機械的刺戟を神経末端に与えて、これを取り去った後も、刺戟効果が30秒以上存するか、或は神経を電極上に乗せただけで機械的刺戟を与えたと同様の効果を現わす時即ち周期的興奮性のひどく高まっている時これ等を総称して「後発的」であると呼ぶことにする。0.9% KCl 中に皮膚神経系を約10分間浸しておくで機械的刺戟を与えても全然応じなくなる。この現象を無反応的と呼ぶ事にする。

以上生ずる現象を「過性的」「後発的」「無反応的」と3つの反応型に分けて、結果の生じた場合必ず液を Ringer 液と取り換えて可逆的に「過性的」になるか否かを検し「過性的」にならない場合は不可逆的に無反応となったものと認めて本実験より取り除いた。

**A. 0.7% NaCl 溶液のpHを変化させた場合に生ずる影響**

pH の測定は東洋濾紙株式会社の水素イオン濃度試験紙を使用し、0.7% NaCl 溶液の pH の調製を 0.07 mol HCl 及び 0.25 mol NaOH にて行った。

第1表  
温度16°C, 2時間後より5時間迄観察

pH	反応型
4.8	過性的
5.2, 5.4, 6.0, 6.8, 7.4, 8.6, 9.2, 9.6	後発的

第1表によって示す如く pH 5.2 より 9.6 の範囲に於ては 0.7% NaCl 溶液は皮膚神経系に「後発的」な現象を表したが、pH 4.8 には「過性的」であった。pH 9.6 以上は pH 試験紙の測定範囲外であるので、実験を行わなかった。pH 4.8 以下の時、例えば pH 3 の場合には無反応的でも不可逆であるから、それは除いた。

**B. 0.7% NaCl 溶液に於いて外界温度を変化させた場合の影響**

本実験は10月より翌2月迄に行ったもので、温度調節には電気ヒーターを用いた。但し誤差範囲は1°K程度である。0.7% NaCl の pH は 6.0 とした。T は外界の絶対温度 (°K), t は皮膚神経系を 0.7% NaCl 溶液に浸してから、そ

の反応型が「後発的」になる迄の時間 (sec) とする。第2表に示す如く、T 及び t より 1/T 及び 1/t を算出し、1/T を横軸に log 1/t を縦軸に取ると、第1図の如くなる。1/T と log 1/t との間には直線関係があるから実験式は、

$$\frac{1}{t} = 2.24 \times 10^{10} e^{-\frac{4.21 \times 10^3 \times \log 10}{T}} \quad (1)$$

となる。

Arrhenius の式は次のように書かれる

$$k = C e^{-\frac{\Delta H}{RT}} \quad (2)$$

この式に於て k は反応速度恒数、C は常数、 $\Delta H$  は活性化熱 (kcal/mol), R は気体常数で、その値は 1.93 kcal/(deg. mol) で表わされ T は絶対温度である。

k が t に逆比例するとせば

$$k = \frac{a}{t} \quad (a: 常数) \quad (3)$$

と書かれる。(2) (3) より

$$\frac{1}{t} = a C e^{-\frac{\Delta H}{RT}}$$

$aC = B$  とすれば

$$\frac{1}{t} = B e^{-\frac{\Delta H}{RT}} \quad (4)$$

(1) と (4) より

$$B = 2.24 \times 10^{10} \text{ (秒}^{-1}\text{)}$$

$$\Delta H = 18600 \text{ (cal) (95\% 信頼限界 20100 ~ 17100)}$$

となる。

**C. NaCl の濃度を変化させた場合の影響**

NaCl の濃度を変化させ、それに対する氷点降下を Landolt<sup>5)</sup> の表にて求め実験を行った。第3表に示すように、0.5% ( $\Delta = -0.30$ ) より 1% ( $\Delta = -0.58$ ) 迄は「後発的」なる現象には著明な変化を与えなかつた。次の表の範囲外、即ち10%以上又は0% (水) では浸漬時間により不可逆的に無反応となる。

**D. 等滲透圧、諸種溶液に浸した場合の反応型**

第4表に示している様な等圧諸種溶液を用いて実験を行った。これ等の溶液に皮膚神経系を

第2表 pH6.0

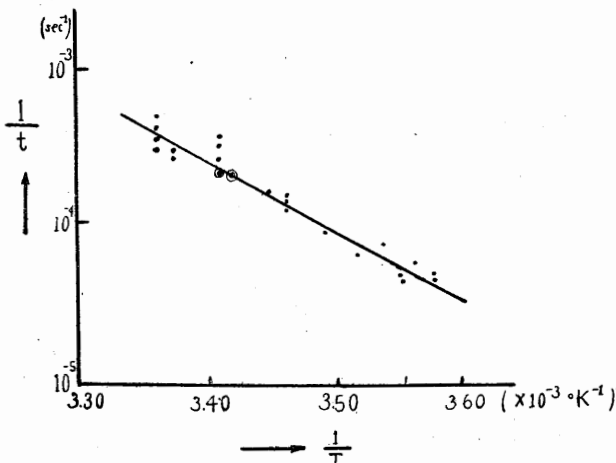
絶対温度 T (°K)	後発的となる迄の 時間 t (sec)	$\frac{1}{T}$ $\times 10^{-3}$	$\frac{1}{t}$
279	$1.65 \times 10^4$	3.58	$6.06 \times 10^5$
〃	1.56	〃	6.41
280	1.20	3.57	8.33
281	1.68	3.56	5.95
〃	1.80	〃	5.56
282	1.05	3.55	9.52
283	1.23	3.53	8.13
286	$9.30 \times 10^3$	3.50	$1.08 \times 10^4$
288	7.38	3.47	1.36
〃	5.40	〃	1.85
〃	6.00	〃	1.67
289	4.80	3.46	2.08
〃	5.10	〃	1.96
290	4.80	3.45	2.08
292	3.60	3.42	2.78
〃	3.60	〃	〃
293	2.82	3.41	3.55
〃	2.52	〃	3.97
〃	3.12	〃	3.21
〃	4.02	〃	2.49
〃	3.72	〃	2.69
〃	3.72	〃	2.69
296	3.00	3.38	3.33
〃	2.70	〃	3.70
297	2.40	3.37	4.17
〃	2.52	〃	3.97
〃	2.10	〃	4.76

第3表

温度 14°C, pH 6.0, 2時間後観察

NaCl 濃度 (%)	氷点降下 $\Delta$	反応型
10	-5.80	無反応的
5.0	-2.90	
2.5	-1.45	
1.5	-0.87	
1.0	-0.58	後発的
0.70	-0.41	
0.65	-0.38	
0.50	-0.30	
0.35	-0.21	過性的
0.25	-0.15	
0.12	-0.08	無反応的

浸して2~2.5時間後迄に表われた反応をもって「後発的」と「無反応的」との2つの部に分けられた。「無反応的」物質と言うのは被検液に浸して観察する場合始めは「過性的」であったものが或る時間後に「無反応的」に移行するか、「過性的」後「後発的」に移行したとしても「後発的」なる現象は観察されなかった。即ち「後発的」なる現象が約10~30分間の観察間隔の間に始まって終ってしまったものであるかも知れないが、何れにしても、「後発的」現象が観察されなくて「無反応的」に移行させる物質を云う。「後発的」物質は NaF, BaCl<sub>2</sub> を除いては「後発的」現象が4時間後迄も継続している。第4表から明らかな様に、H<sub>2</sub>PO<sub>4</sub>'根, HPO<sub>4</sub>'根に夫



第1図

皮膚神経系を0.7% NaCl溶液に浸した場合の  $1/T$  と  $\lg 1/t$  との関係

但し T は絶対温度, t は溶液に浸してから反応型が「後発的」となる迄の時間, ○は同じ測定結果が2つ重つた場合を示している

々 Na イオンのついている場合は「後発的」であるが, K イオンが附くと「無反応的」, NO<sub>3</sub>'根に Na イオンの附くときは「後発的」で NH<sub>4</sub> イオンが附くときは「無反応的」SO<sub>4</sub>'根に Na イオンがつくときは「後発的」だが, Mg イオン, NH<sub>4</sub> イオンの附くときは「無反応的」Cl イオンに Na イオンのつくときは後発的だが, K イオン, Ca イオン, NH<sub>4</sub> イオン, Li イオン, Sr イオン, Mg イオンのつくときは「無反応的」J イオンに Na イオンのつく時は後発的だが K イオンがつくと「無反応的」となる。NaF は「後発的」現象が1時間位の後「無反応的」になるが, Na イオンがついていてかかる現象を示すのは F イオンの影響と見てよいだ



ろう。又 BaCl<sub>2</sub> は「後発的」現象が40分間位で後「無反応的」となるが、Cl イオンがついてかかる現象を示すのは Ba イオンの影響と見てよいだろう。又 Glucose, Urea のような非電解質溶液中には「無反応的」となる。何れにしても4時間以上も「後発的」現象が現れるには Na イオンが必要であることが結論されるであろう。尚「後発的」現象は H<sub>2</sub>PO<sub>4</sub> イオン, HPO<sub>4</sub> イオン, NO<sub>3</sub> イオン, SO<sub>4</sub> イオン, Cl イオン, J イオン, Br イオンのような陰イオンには影響されず、H イオン, K イオン, Ca イオン, Mg イオン, NH<sub>4</sub> イオン, Sr イオンのような陽イオンにより阻碍されると思われる。

第4表  
15~20°C pH5.6~8.6

「後発的」物質 (%)		「無反応的」物質 (%)	
1.0	NaNO <sub>3</sub>	1.0	NH <sub>4</sub> NO <sub>3</sub>
1.5	NaH <sub>2</sub> PO <sub>4</sub>	1.7	KH <sub>2</sub> PO <sub>4</sub>
1.3	Na <sub>2</sub> HPO <sub>4</sub>	1.4	K <sub>2</sub> HPO <sub>4</sub>
1.3	Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	2.4	MgSO <sub>4</sub>
1.1	Na <sub>2</sub> SO <sub>3</sub>	1.3	(NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>
0.70	NaCl	0.60	NH <sub>4</sub> Cl
2.0	NaJ	2.0	KJ
1.4	NaBr	1.0	CaCl <sub>2</sub>
0.90	NaHCO <sub>3</sub>	0.90	KCl
2.8	Sodium Citrate	0.47	LiCl
1.2	Sodium Oxalate	1.2	SrCl <sub>2</sub>
2.3	Sodium Succinate	0.80	MgCl <sub>2</sub>
1.0	Sodium Acetate	3.8	Glucose
0.54	NaF (約1時間「後発的」の後「無反応的」)	1.6	Urea
1.8	BaCl <sub>2</sub> (約40分間「後発的」の後「無反応的」)	1.3	Aceton

**E. Na イオンに及ぼす K イオン, Ca イオン, Mg イオン, NH<sub>4</sub> イオン, Sr イオンの影響**

0.7% NaCl に 0.9% KCl, 10% CaCl<sub>2</sub>, 0.8% MgCl<sub>2</sub>, 0.6% NH<sub>4</sub>Cl, 1.2% SrCl<sub>2</sub> を夫々任意の割合にて混合し、常に等滲透圧であるという条件を充たして本実験を行った。NaCl 0.62%, KCl 0.1% 溶液にして「無反応的」第5表となるに對して、NaCl 0.12%, CaCl<sub>2</sub> 0.83% 溶液にて「無反応的」(第6表), NaCl<sub>2</sub> 0.12%, MgCl<sub>2</sub> 0.68% 溶液にて「無反応的」(第7表), NaCl 0.35%, NH<sub>4</sub>Cl 0.31% 溶液にて「無反応的」(第8表), NaCl 0.23%, SrCl<sub>2</sub> 0.80% 溶液にて「無反応的」

(第9表) となった。即ちこれ等の溶液で無反応的になったのは Ca イオン, Mg イオン, NH<sub>4</sub> イオン, Sr イオンの場合には第3表に示す様に NaCl が 0.12% になると「無反応的」になったから恐らく Na イオン濃度の減少に依るもので、Ca イオン, Mg イオン, NH<sub>4</sub> イオン, Sr イオンの作用によるものではないと思われる。K イオンの場合には、NaCl が 0.62% であり、第3表に示すように「後発的」であって良い筈だが、KCl 0.10% で「無反応的」になったのは K イオンの作用であると思われる。

NaCl 0.69%, KCl 0.018% 溶液にて「過性的」(第5表), NaCl 0.69%, CaCl<sub>2</sub> 0.010% 溶液にて「過性的」(第6表), NaCl 0.64%, MgCl<sub>2</sub> 0.073% 溶液にて「過性的」(第7表), NaCl 0.68%, NH<sub>4</sub>Cl 0.020% 溶液にて「過性的」(第8表), NaCl 0.58%, SrCl<sub>2</sub> 0.20% 溶液にて「過性的」(第9表) になった。第3表に示すように NaCl が「後発的」現象を起す濃度であるのに「過性的」になったのは K イオン, Ca イオン, Mg イオン, NH<sub>4</sub> イオン, Sr イオンは、Na イオンの「後発的」現象を起す作用を阻碍していると考えてよいだろう。

**F. 非電解質溶液中に於ける Na, K, Ca, Mg イオンの影響**

等圧非電解質溶液としては 3.85% Glucose 及

第5表

温度 17°C, pH 6.0, 2時間後観察

NaCl (%)	KCl (%)	反応型
0.70	0.000030	} 後発的
0.69	0.013	
0.68	0.029	
0.67	0.035	} 過性的
0.62	0.10	
0.35	0.45	} 無反応的
0.12	0.75	

第6表

温度 17°C, pH 6.0, 2時間後観察

NaCl (%)	CaCl (%)	反応型
0.70	0.0005	} 後発的
0.69	0.01	
0.69	0.02	} 過性的
0.67	0.038	
0.35	0.5	
0.12	0.83	} 無反応的

第7表

温度 17°C, pH 6.0, 2時間後観察		
NaCl (%)	MgCl <sub>2</sub>	反応型
0.69	0.0080	} 後発的
0.69	0.073	
0.58	0.17	} 過性的
0.35	0.40	
0.12	0.68	} 無反応的

第8表

温度 17°C, pH 6.0, 2時間後観察		
NaCl (%)	NH <sub>4</sub> Cl (%)	反応型
0.69	0.012	} 後発的
0.68	0.020	
0.69	0.056	} 過性的
0.58	0.10	
0.35	0.31	} 無反応的

第9表

温度 17°C, pH 6.0, 2時間後観察		
NaCl (%)	SrCl <sub>2</sub> (%)	反応型
0.70	0.0048	} 後発的
0.58	0.20	
0.35	0.60	} 過性的
0.23	0.80	

び 1.56% Urea を用い、これに夫々 0.9% KCl, 1.0% CaCl<sub>2</sub>, 0.8% MgCl<sub>2</sub> を組合せた溶液にて実験を行った。NaCl 0.64%, Glucose 0.35% 溶液にて「過性的」になり、又 NaCl 0.64%, Urea 0.14% 溶液にて「過性的」(第11表) になった。之より Glucose, Urea は Na イオンの「後発的」現象を起す作用を阻碍するといつてよいだろう。NaCl 0.12%, Glucose 3.20% 溶液にて「過性的」(第10表) であり NaCl 0.12%, Urea 1.30% 溶液でも「過性的」(第11表) であった。これに反し第12表に示したように KCl, CaCl<sub>2</sub>, MgCl<sub>2</sub> を夫々 Glucose, Urea と組合せた溶液にては何れも無反応であった。即ち等圧非電解質溶液にて「過性的」であるためには Na が必要で K, Ca, Mg イオンは何れも必要ではないと云う事が出来る。

第10表

温度 17°C, pH 6.0, 2時間後観察		
NaCl (%)	glucose (%)	反応型
0.69	0.01	} 後発的
0.64	0.35	
0.35	1.93	} 過性的
0.14	3.78	
0.12	3.80	

第11表

温度 17°C, pH 6.0, 2時間後観察		
NaCl (%)	Urea (%)	反応型
0.69	0.015	} 後発的
0.67	0.074	
0.64	0.14	} 過性的
0.35	0.78	
0.12	1.30	

第12表

温度 21°C, pH 6.0, 2時間後観察		
KCl (%)	Glucose (%)	反応型
0.0035	3.82	} 無反応的
0.029	3.73	
0.082	3.50	
0.15	3.21	
0.45	1.93	
CaCl <sub>2</sub> (%)	Glucose (%)	反応型
0.0099	3.82	} 無反応的
0.020	3.78	
0.091	3.50	
0.50	1.93	
0.83	0.77	
MgCl <sub>2</sub> (%)	Glucose (%)	反応型
0.0079	3.80	} 無反応的
0.026	3.75	
0.073	3.52	
0.40	1.94	
0.67	0.65	
KCl (%)	Urea (%)	反応型
0.0019	1.54	} 無反応的
0.029	1.51	
0.082	1.42	
0.15	1.30	
0.45	0.78	
CaCl <sub>2</sub> (%)	Urea (%)	反応型
0.0099	1.54	} 無反応的
0.020	1.53	
0.091	1.42	
0.50	0.75	
0.83	0.26	
MgCl <sub>2</sub> (%)	Urea (%)	反応型
0.0079	1.54	} 無反応的
0.026	1.51	
0.40	0.78	
0.65	0.19	

#### IV. 考 察

以上の実験結果より著者は Na イオンが「後発的」現象を起し、Glucose, Urea, K, Ca, Mg, NH<sub>4</sub>, Sr, H イオンはこれを阻碍し、Na イオンが存在しないと皮膚神経系の興奮性を保つことは出来ないことを観察したが、諸種 Na 塩に浸した場合どういふ反応が起って「後発的」になる

のか、即ち簡単な拡散のごとき熱の授受の少ない反応が起るのか、或は化学変化が起るのか、A. V. Hill<sup>6)</sup> に依れば、細胞膜を通しての拡散によつての現象ならば  $\Delta H=289$  であるが化学変化の結果起る現象ならば  $\Delta H=17850$  であると述べているが、著者は 0.7% NaCl 溶液にて  $\Delta H=18600$  を得た。故に Na イオンが「後発的」現象を起すのはその現象を起す迄の時間内に単にイオンの拡散が起つた為だと云い得ないと考えられる。然しこの場合化学変化がいかなる種類のものであるか不明である。然し何等かの形で活性化熱 18600 calorie を費して、「後発的」現象を生ずるのである。そのためには Na イオンが必ず存在しなければならないことが上述の実験から結論出来る。

## V. 結 論

蟾の皮膚神経とその支配している皮膚切片を Ringer 液に浸した時はつねに「過性的」であつて同じ状態に長時間保ち得る。しかるに等圧 NaCl 溶液に浸漬したら「過性的」やがて「後発的」更に浸漬時間が長くなると自発的興奮をおこす事になる。但しこの状態は Ringer 液にもどすと再び「過性的」となる。

1) pH 5.2~9.6 の 0.7% NaCl 溶液に皮膚の神経を浸しておくと、神経末端を刺戟した時、刺戟を止めた後 30 秒~5 分以上の rhythm のある周期性興奮を生じた。pH 4.8 の場合には刺戟を止めた後の周期性現象は現われなかった。

2) 1.5% 以上及び 0.12% 以下の NaCl 溶液に於ては、刺戟に対し無反応的であつた。1.0~0.5% の場合、刺戟を止めた後の周期性現象が現われた。

3) 等張溶液に皮膚の神経を浸し観察した処  $\text{NaNO}_3$ ,  $\text{NaH}_2\text{PO}_4$ ,  $\text{Na}_2\text{HPO}_4$ ,  $\text{Na}_2\text{SO}_4$ ,  $\text{Na}_2\text{SO}_3$ ,  $\text{NaCl}$ ,  $\text{NaJ}$ ,  $\text{NaBr}$ ,  $\text{NaHCO}_3$ , Sod. Citrate, Sod. Oxalate, Sod. Succinate, Sod. Acetate は刺戟を

止めた後の周期性現象が現われたが、 $\text{NH}_4\text{NO}_3$ ,  $\text{KH}_2\text{PO}_4$ ,  $\text{K}_2\text{HPO}_4$ ,  $\text{MgSO}_4$ ,  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ ,  $\text{NH}_4\text{Cl}$ ,  $\text{KJ}$ ,  $\text{CaCl}_2$ ,  $\text{KCl}$ ,  $\text{LiCl}$ ,  $\text{SrCl}_2$ ,  $\text{MgCl}_2$ , Glucose, Urea, Aceton にては、刺戟に対して反応しなかった。

4) Glucose, Urea に於て、皮膚の神経の興奮性を保つ為には Na イオンが必要で、K, Ca, Mg イオンは必要ではなかった。Glucose, Urea は Na イオンの刺戟を止めた後の周期性現象を起す作用を阻碍した。

5) K, Ca, Mg,  $\text{NH}_4$ , Sr イオンは Na イオンの刺戟を止めた後の周期性現象を起す作用を阻碍した。KCl が刺戟に対し反応しなくなるのは K イオンの作用であるが、 $\text{CaCl}_2$ ,  $\text{MgCl}_2$ ,  $\text{NH}_4\text{Cl}$ ,  $\text{SrCl}_2$  の刺戟に対し反応しなくなるのは、Na イオンの濃度の小さい為である事が分つた。

6) 0.7% NaCl 溶液に皮膚の神経を浸し、外界の温度を変化させた場合、T を外界の絶対温度 ( $^{\circ}\text{K}$ ), t を標本を浸してから刺戟を止めた後の周期性現象を現す様になる迄の時間とすると、 $1/T$  と  $\log(1/t)$  との間には直線関係があり、これより Arrhenius の式を用いて、活性化熱  $\Delta H=18600$  cal を得た。此の結果より、NaCl 溶液の刺戟を止めた後の周期性現象を現す迄の間に、簡単な拡散のみが起つて斯る現象を現現するとは考えられない。

撰筆するに当り、加藤元一教授の御鞭撻と林高毅教授並びに須田勇助教授の絶えざる御教導と御校閲に対し、心から感謝する。

## 文 献

- 1) Adrian, E. D. (1928) The basis of sensations. Landon, Christophers.
- 2) Matthewo, B. H. C. (1931) J. Physiol. 71, 64
- 3) Jalaat, M. (1933) J. Physiol. 79, 103
- 4) Feng, T. P. (1933) J. Physiol. 79, 500
- 5) Landolt (1923 及び 1931) Physikalisch-Chemische Tabellen II
- 6) Hill. A. V. (1910) J. Physiol. 39, 361

## Summary

- 1) The bullfrog skin and its nerve immersed in the 0.7% NaCl solution (pH: 5.2~9.6) induced rhythmic, spontaneous discharges more than 30 seconds after the stimulus had

ceased, but one in the 0.7 % NaCl solution (pH: 4.8) did not induce these phenomena.

2) When the skin was treated with NaCl solution of more than 1.5 %, or less than 0.12 %, there were no responses even when the sensory endings were stimulated. Only when the concentration of NaCl solution was between 1.0 % and 0.5 %, the spontaneous discharges continued long after the stimulus had ceased.

3) The skin and its nerve immersed in different isotonic solution:  $\text{NaNO}_3$ ,  $\text{NaH}_2\text{PO}_4$ ,  $\text{Na}_2\text{HPO}_4$ ,  $\text{Na}_2\text{SO}_4$ ,  $\text{Na}_2\text{SO}_3$ , NaCl, NaJ, NaBr,  $\text{NaHCO}_3$ , Sod. Citrate, Sod. Oxalate, Sod. Succinate or Sod. Acetate, induced spontaneous discharges after the stimulus had ceased, but when the skin was immersed in the solution:  $\text{NH}_4\text{NO}_3$ ,  $\text{KH}_2\text{PO}_4$ ,  $\text{K}_2\text{HPO}_4$ ,  $\text{MgSO}_4$ ,  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ ,  $\text{NH}_4\text{Cl}$ , KJ,  $\text{CaCl}_2$ , KCl, LiCl,  $\text{SrCl}_2$ ,  $\text{MgCl}_2$ , Glucose, Urea or Aceton, there were no responses to the stimulus.

4) For maintaining the excitability of the sensory endings,  $\text{Na}^+$  was necessary, but  $\text{K}^+$ ,  $\text{Ca}^{++}$ , or  $\text{Mg}^{++}$  was not. Glucose and Urea inhibited the action of  $\text{Na}^+$ , which induces spontaneous discharges after stimulation has ceased.

5) The action of  $\text{Na}^+$  was inhibited by  $\text{K}^+$ ,  $\text{Ca}^{++}$ ,  $\text{Mg}^{++}$ ,  $\text{NH}_4^{++}$  or  $\text{Sr}^{++}$ . It is by the action of  $\text{K}^+$  that the sensory endings immersed in KCl solution has response to stimulus. It is because the concentration of  $\text{Na}^+$  was dilute that those immersed in the solution:  $\text{CaCl}_2$ ,  $\text{MgCl}_2$ ,  $\text{NH}_4\text{Cl}$  or  $\text{SrCl}_2$ , induced no response to stimulus.

6) If T indicates the absolute temperature ( $^{\circ}\text{K}$ ) of the environment, and if t indicates interval between the time when the skin was immersed in 0.7 % NaCl and when sensory endings came to induce the spontaneous discharges long after the stimulus had ceased, there exists a linear relation between  $1/T$  and  $\log 1/t$ . Using the Arrhenius' equation, activating energy,  $\Delta H=18,600$  cal. was obtained. This result shows that the occurrence of diffusion is not enough to explain these phenomena.

(*Dep. of Physiol. Keio-gijuku Univ. School of Med. Tokyo*)

灌流-下肢血管-膜電位差の研究 612.133.083:612.014.423

(第3報) 標準膜電位差の季節的変動

Studies on the Membrane Potential with Reference to the Perfusing Blood Vessels of a Skinned Toad's Leg. Part III. On the Seasonal Variation of the Membrane Potential between 0.65% and 0.065% NaCl Solutions.

志 多 清 英 (SHIDA-Kiyohide)\*

I. 緒 言

此処に標準膜電位差とは、灌流-下肢血管-膜電位差に於て、内液を0.65% NaCl溶液とし、外液を0.065% NaCl溶液とした場合の膜電位差を意味する。Kolloidium膜に関して L. Michaelis<sup>1)</sup>はN/10 KClとN/100 KClとの間の膜電位差を Charakteristisches Konzentrationspotential と呼び、勝義孝<sup>2)</sup>等は之を標準膜電位差と名づけ、各種階梯の標準膜電位差を有する一系の Kolloidium 膜作製を始めて完了し、之により Kolloidium 膜の研究を進展せしめると共に、標準膜電位差の意義を明瞭ならしめた。生理学的実験では、KClよりはNaClを用いる方が、適当であるから、此処にはNaClを用い、濃度関係を等張溶液と1/10等張溶液とに定めた。同液膜電位差も同様にNaClの等張溶液間の膜電位差を意味することにする。即ち蟻の灌流-下肢血管-膜電位差では、内液及び外液共に

0.65% NaCl 溶液とした場合の膜電位差が同液膜電位差である。膜電位差の符号は、外液が陽極側に当る時を正とし、陰極側に当る時を負とした。齊藤貞二<sup>3)</sup>は2箇年に互る観察により、蟻の灌流-下肢血管-膜電位差の同液膜電位差に、季節的変動を見出した。而も兩年に於て其の変動が週期を等しくして現われることを確認した。私は標準膜電位差にも斯かる季節的な週期的変動が存するか否かを確める為、1950年II月から1951年I月迄に、自ら行った322例の蟻についての実験記録を整理検討した。標準膜電位差にも、季節的変動の存在する事を確認することが出来た。以下之に関して報告する。実験方法に関しては既に第1報に記載されているから此処には省略する。

II. 実 験 成 績

標準膜電位差即ち内液を0.65% NaCl溶液、外液を0.065% NaCl溶液として、蟻の灌流-下

第1表 標準膜電位差 (mV) の経過時間 (min) 別平均値

月	例数	10	20	30	40	50	60	65	70	75	80	85	90
II	28	-8.4	-6.5	-7.9	-8.3	-8.7	-9.2	-9.4	-10.8(11)	-11.0(11)			
III	35	-4.9	-4.4	-4.8	-4.9	-5.3	-5.6	-5.8	-6.6(20)	-9.2(5)			
IV	43	-0.1	-0.6	-0.9	-1.3	-1.4	-1.6	-1.7	-1.2(9)				
V	60	-7.4	-5.0	-4.2	-4.1	-4.2	-4.4	-4.4	-4.3(5)	-4.5(5)	-4.7(5)	-4.7(5)	
VI	37	-9.3	-6.7	-6.2	-6.2	-6.8	-7.2	-7.6	-9.5(23)	-12.6(4)			
VII	34	-3.7	-2.9	-3.1	-3.6	-4.1	-4.6	-4.8	-4.6(8)	-4.1(4)			
VIII	19	-3.5	-3.5	-3.5	-3.8	-4.4	-4.8	-5.1	-5.3(19)	-5.0(15)	-5.3(15)	-5.4(15)	-5.0(9)
IX	21	-3.1	-3.0	-2.9	-3.3	-4.0	-4.4	-4.9	-5.0(21)	-4.4(17)	-4.6(4)		
X	14	-2.0	-1.3	-1.1	-1.1	-1.5	-1.9	-2.0	-2.2(14)	-2.3(14)	-4.3(5)		
XI	16	-8.4	-6.3	-5.6	-5.1	-5.0	-5.1	-5.2	-4.2(12)	-4.3(12)	-4.3(12)		
XII	7	-10.4	-7.9	-6.0	-4.4	-4.1	-4.3	-4.9	-5.0(7)	-5.1(7)			
I	9	-14.6	-11.5	-9.9	-8.1	-7.1	-6.4	-6.0	-6.1(9)	-6.2(9)	-6.1(9)	-6.0(9)	-5.1(4)

\* 京都府立医科大学主物理化学教室

第2表

番号	月日	室温 (C)	平時 衡間 (min)	平値 衡 (mV)	番号	月日	室温 (C)	平時 衡間 (min)	平値 衡 (mV)	番号	月日	室温 (C)	平時 衡間 (min)	平値 衡 (mV)
Ⅱ月 (1950)					Ⅳ月 (1950)					Ⅱ月 (1950)				
1	13	12	75	-13.5	64	1	17	65	+ 2.7	126	15	24	65	- 4.6
2	14	12	75	-11.6	65	1	17	65	- 3.0	127	15	24	65	- 1.7
3	14	12	75	-12.7	66	3	18	65	+ 5.2	128	16	22	65	- 1.8
4	14	12	75	- 8.4	67	3	18	65	- 0.5	129	16	22	65	- 4.2
5	15	13	75	-10.5	68	3	18	65	- 1.8	130	16	22	65	- 3.5
6	15	13	75	-14.4	69	4	17	70	-10.4	131	16	21	65	- 0.8
7	15	13	75	- 8.4	70	4	19	70	- 5.7	132	17	23	65	- 2.1
8	16	11	75	- 5.7	71	4	19	70	- 7.1	133	17	25	65	- 3.0
9	16	11	75	- 9.3	72	5	19	70	+10.6	134	17	26	65	- 6.4
10	16	11	75	-12.5	73	5	19	70	+ 0.5	135	18	25	65	- 2.0
11	17	13	75	-13.5	74	5	19	65	+ 3.0	136	19	24	65	- 6.3
12	20	11	75	- 9.0	75	6	13	65	+ 2.8	137	19	24	65	- 5.0
13	20	11	65	- 5.6	76	6	14	65	+ 2.6	138	19	24	65	- 6.0
14	21	9	65	-12.3	77	6	14	65	+ 2.4	139	19	23	65	- 6.7
15	21	11	65	- 6.2	78	7	12	65	+ 3.7	140	20	18	65	- 5.2
16	21	12	65	-10.2	79	7	14	65	+ 4.0	141	20	20	65	- 9.2
17	23	11	65	-13.3	80	7	15	65	+ 4.4	142	20	20	65	0
18	23	13	65	- 2.2	81	8	14	65	- 1.3	143	22	16	65	- 2.1
19	23	14	65	- 4.2	82	8	14	65	+ 2.7	144	22	19	65	- 5.0
20	24	11	65	- 8.3	83	8	15	65	+ 3.0	145	22	18	65	- 3.8
21	24	12	65	- 5.0	84	10	14	70	- 0.6	146	22	20	65	- 9.2
22	25	15	65	-13.2	85	10	16	70	+ 5.4	147	23	18	65	- 3.8
23	25	15	65	- 9.1	86	11	14	70	- 3.0	148	23	19	65	- 4.5
24	27	12	65	- 7.0	87	11	16	70	- 0.7	149	23	22	65	- 6.2
25	27	13	65	- 7.0	88	13	18	65	+ 2.3	150	23	22	65	- 1.9
26	27	13	65	-13.5	89	14	17	65	- 4.4	151	24	20	65	0
27	28	10	65	- 9.3	90	14	17	65	- 8.2	152	24	16	65	- 2.1
28	28	10	65	- 9.4	91	14	18	65	- 0.2	153	24	19	65	- 5.0
Ⅲ月 (1950)					92	15	20	65	-10.2	154	24	17	65	- 6.5
29	8	16	65	- 6.3	93	17	18	65	- 4.6	155	25	21	65	- 5.8
30	8	16	65	- 4.6	94	17	20	65	- 5.4	156	25	23	65	- 8.5
31	9	11	65	- 7.7	95	17	21	65	- 4.4	157	25	23	65	- 5.0
32	9	11	65	-11.3	96	18	20	65	+ 1.2	158	36	26	65	- 5.2
33	9	11	65	- 6.0	97	18	19	65	-11.5	159	26	21	65	- 4.2
34	11	12	65	- 6.0	98	19	17	65	- 2.0	160	26	21	65	- 4.3
35	11	13	65	- 6.5	96	19	20	65	- 8.1	161	27	20	65	- 3.4
36	13	10	65	+ 0.7	100	19	19	65	- 2.6	162	29	19	65	- 5.5
37	13	12	65	- 5.0	101	21	19	65	- 4.0	163	29	21	65	- 0.9
38	13	12	65	- 6.6	102	21	19	65	- 7.3	164	29	21	65	- 5.7
39	17	14	70	-10.5	103	22	16	65	- 6.5	165	30	19	65	+ 5.4
40	17	16	70	-10.2	104	22	19	65	- 5.5	Ⅵ月 (1950)				
41	17	16	70	- 8.5	105	22	18	65	- 7.6	166	1	20	65	- 3.1
42	18	11	70	- 7.7	Ⅴ月 (1950)					167	2	21	65	- 6.0
43	18	12	70	- 6.5	106	1	21	65	- 7.4	168	2	21	65	- 5.5
44	18	14	75	-15.3	107	1	19	65	- 6.2	166	3	23	65	- 9.2
45	18	14	75	- 7.6	108	2	21	65	- 7.8	170	5	21	65	- 4.5
46	20	13	75	-11.8	109	2	22	65	- 5.3	171	5	22	65	- 4.5
47	20	15	75	- 9.6	110	2	22	65	- 6.0	172	6	18	65	- 4.0
48	22	11	70	- 5.0	111	6	21	65	- 7.5	173	6	21	65	- 3.6
49	22	10	70	- 8.0	112	6	21	65	- 5.5	174	6	23	65	- 4.7
50	22	12	70	- 1.7	113	8	16	65	- 4.6	175	13	22	70	- 9.6
51	23	8	70	- 3.8	114	8	21	65	- 7.3	176	13	22	70	- 9.5
52	27	13	70	- 9.2	115	9	21	65	- 3.6	177	14	22	70	- 7.7
53	27	15	70	- 6.5	116	9	24	65	- 3.5	178	14	23	70	- 7.4
54	27	17	70	- 6.1	117	9	24	65	- 5.0	179	15	20	70	- 7.9
55	28	14	70	- 1.5	118	10	21	65	- 6.9	180	15	20	70	- 9.4
56	28	14	70	- 2.3	119	10	21	65	- 6.9	181	15	22	70	- 6.5
57	28	15	70	0	120	11	22	85	- 6.3	132	15	23	70	-10.4
58	29	17	75	- 1.7	121	11	21	85	- 3.2	183	16	26	70	- 7.9
59	30	17	65	- 8.5	122	11	22	85	- 4.0	184	16	26	70	- 7.8
60	30	15	65	+ 2.0	123	12	18	85	- 4.6	185	19	26	75	- 8.3
61	31	16	65	- 1.2	124	12	22	85	- 5.2	186	19	26	75	-12.4
62	31	19	65	- 2.4	125	15	25	65	+ 0.5	187	20	23	75	-15.1
63	31	18	65	- 4.4						188	20	23	75	-12.1
										189	21	26	65	- 2.7

番号	月日	室温 (C)	平時 衡間 (min)	平値 衡 (mV)
190	21	26	65	- 3.5
191	22	23	65	- 2.9
192	22	23	65	- 9.0
193	22	25	65	- 7.0
194	23	29	70	- 9.0
195	23	28	70	- 8.5
196	24	29	70	-16.2
197	24	29	70	-13.8
198	26	26	70	- 7.9
199	27	27	70	- 9.9
200	28	24	70	- 6.0
201	29	24	70	- 8.3
202	30	26	70	- 7.8

Ⅶ月 (1950)

203	1	24	70	- 9.5
204	1	26	70	- 1.2
205	1	26	70	- 3.1
206	1	25	70	- 6.8
207	4	25	65	- 1.0
208	4	26	65	- 3.5
209	5	26	65	- 6.7
210	5	24	65	- 6.9
211	6	23	75	- 3.7
312	6	25	75	- 9.0
213	6	28	75	- 4.0
214	6	28	75	- 3.5
215	7	30	65	- 3.0
216	7	29	65	- 5.7
217	8	31	65	- 3.5
218	8	30	65	- 3.1
219	10	28	65	- 2.0
220	11	29	65	- 3.4
221	11	20	65	- 3.5
222	12	29	65	- 3.0
223	12	28	65	- 4.3
224	15	29	65	- 7.0
225	15	28	65	- 6.2
226	17	29	65	- 3.5
227	17	29	65	- 4.5
228	18	29	65	- 5.3
229	18	28	65	- 2.8
230	19	28	65	- 2.6
231	19	28	65	- 7.9
232	24	30	65	- 9.6
233	27	21	65	- 8.6
234	27	26	65	- 9.0
235	27	26	65	- 5.5
236	27	27	65	- 6.5

番号	月日	室温 (C)	平時 衡間 (min)	平値 衡 (mV)
----	----	--------	-------------------	-----------------

Ⅷ月 (1950)

237	2	32	90	- 6.0
238	3	29	90	- 6.1
239	3	30	90	- 3.9
240	3	32	90	- 3.0
241	9	30	90	- 3.8
242	10	30	90	- 1.8
243	11	31	90	- 8.3
244	12	31	90	- 4.7
245	14	32	90	- 7.7
246	17	32	85	- 6.2
247	18	32	35	- 7.2
248	19	30	85	- 7.6
249	21	29	85	- 5.1
250	22	30	85	- 4.8
251	24	30	85	- 4.5
252	24	30	70	- 7.3
253	26	30	70	- 7.1
254	28	24	70	- 5.2
255	29	27	70	- 8.9

Ⅸ月 (1950)

256	6	28	75	- 9.0
257	7	28	75	- 7.7
258	8	30	75	- 3.6
259	9	29	75	- 5.1
260	9	29	75	- 6.2
261	12	28	70	- 7.1
262	14	29	70	-10.0
263	14	28	70	- 6.9
264	16	28	70	- 7.0
265	18	27	80	- 5.5
266	19	25	80	- 4.8
267	19	25	80	- 6.0
268	20	21	80	- 1.9
269	21	20	75	- 4.2
270	22	20	75	- 4.1
271	22	20	75	- 4.3
272	25	22	75	- 6.3
273	26	23	75	- 2.6
274	28	21	75	- 3.0
275	29	20	75	+ 4.7
276	29	22	75	- 5.6

Ⅹ月 (1950)

277	2	16	75	- 5.6
278	3	20	75	- 3.9
279	4	19	75	- 4.1

番号	月日	室温 (C)	平時 衡間 (min)	平値 衡 (mV)
280	5	20	75	+ 5.5
281	6	18	75	- 4.6
282	6	19	75	- 6.5
283	7	20	75	- 0.9
284	9	20	75	- 3.0
285	12	22	75	0
286	13	20	80	- 1.8
287	17	22	80	- 4.5
288	17	20	80	- 4.1
289	26	18	80	- 5.5
290	27	15	80	- 5.6

Ⅺ月 (1950)

291	4	21	65	- 6.1
292	6	17	65	-10.2
293	9	17	65	- 6.0
294	9	17	65	-10.1
295	13	18	80	- 7.1
296	14	15	80	- 3.6
297	14	15	80	- 6.3
298	15	11	80	- 4.5
299	18	18	80	- 7.4
300	24	18	80	- 4.2
301	24	18	80	- 1.4
301	25	16	80	- 2.3
303	25	16	80	- 3.5
304	29	14	80	- 4.5
305	30	16	80	- 2.0
306	30	15	80	- 4.2

Ⅻ月 (1950)

307	4	14	75	- 3.8
308	11	11	75	- 5.5
309	12	14	75	- 4.8
310	13	15	75	- 5.2
311	14	15	75	- 5.5
312	16	15	75	- 5.0
313	19	14	75	- 5.6

Ⅰ月 (1951)

314	16	16	85	- 9.1
315	18	17	85	- 9.4
316	18	17	85	- 4.8
317	18	17	85	- 3.9
318	21	13	85	- 6.8
319	26	11	90	- 4.3
320	27	10	90	- 5.7
321	29	11	90	- 6.0
322	30	11	90	- 4.5

肢血管-膜電位差を逐時的に測定すると、概ね60~70分に平値に達するが、70分に至っても未だ平衡値に達しないものは、更に測定時間を延長して、平値として認められる数値の得られる迄測定を続けたが、90分迄には全て平値を示すようになった。第1表には月別に集計して、標準膜電位差の経過時間別平均値を掲げた。65分迄の測定値は各月の総例数の平均値であるが、70分以後は表中括弧内の数字のしめす例数だけの平均値である。例数が月別に差があるの

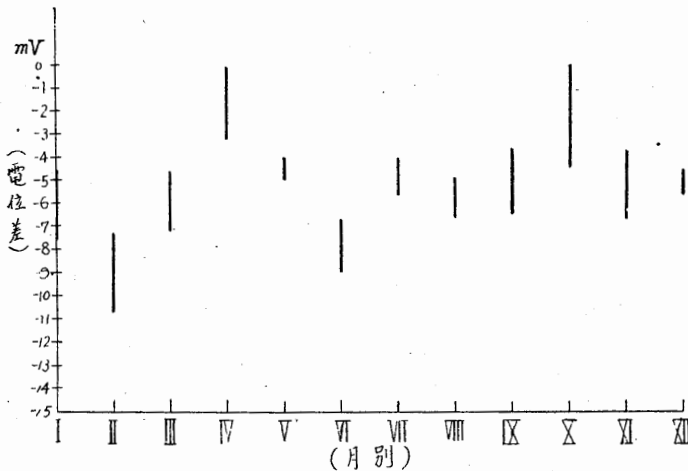
は、季節により材料捕獲に難易があるためである。冬期の藁はすべて土中の穴より自ら取出した。第2表には322例の個々の例につき、番号、測定月日、室温、平値に達した時間及び平値を掲げた。月日を記入したのは、今後お互に成績を比較するに当っては、季節を念頭に置いて行わねばならぬからである。此の実験成績は月別に集計したものであるが、それには月の初めの成績も終りの成績も含まれている。齊藤貞二の同液膜電位差の研究(第1報)では、月の

初め5日間に実験した成績に基き結論を出しているから、相互を比較するには斯かる点の考慮を要する。第3表には平衡値の各月別の平均値を掲げ、并せて此の平均値について、5%の危険率を有する信頼限界を算出して記入した。第

第3表

月別	平衡値	信頼限界	
		上限界	下限界
II	-9.5	-7.38	-10.72
III	-5.9	-4.60	-7.24
IV	-1.7	-0.09	-3.23
V	-4.5	-4.09	-4.88
VI	-7.8	-6.66	-8.98
VII	-4.9	-4.04	-5.68
VIII	-5.7	-4.85	-6.63
K	-5.1	-3.68	-6.44
X	-2.3	0	-4.52
XI	-5.2	-3.69	-6.73
XII	-5.1	-4.45	-5.63
I	-6.1	-4.62	-7.50

1図は第3表を図示して、標準膜電位差の季節的変動が一見把握されるようにした。第1図を見ると、標準膜電位差は1年中を通じて負の数値を示すこと、并に1年の経過に於て、2つの谷と2つの山を表わすことが判明した。齊藤貞二



第1図

は同液膜電位差に於て、2つの谷と2つの山とを見出して、此の点は両者互に一致する。最も深い谷がII月に在ることは両者全く合致する所であるが、他の谷及び山が同液膜電位差の

場合より、1箇月ほど標準膜電位差の方が早い時期にずれている。精しく言えば第4表のようになる。前述したように、両者は試料の蒐集に関

第4表

膜電位差	測定者	谷に当る月		山に当る月	
		(1)	(2)	(1)	(2)
同液標準	齊藤志多	II, III	VIII, K	V, VI	XI
		II	VI	IV	X

して同様でなく、齊藤貞二は月の初め5日間の成績を採ったが、私は月の初めと終りとを問わず、或る月に得た成績は其の月の成績として採用している。これ等の実験条件の相違を考慮に入れると、同液膜電位差とはほぼ同じ週期で、標準膜電位差も季節的に推移するものと思われる。兎も角2つの山と2つの谷とは、両者の一致する推移形態であって、冬眠并にそれに引き続く活動時季に対応するようである。なお清水幸生<sup>4)</sup>は墓の赤血球の酸素消費量が、季節的に変動することを、3箇年に亙る観察に基いて報告している。これでは最も深い谷(1)はI月に、次の谷(2)はVIII~IX月にあって、最も高い山(1)はVI月に、次の山(2)はX~XI月に存在する。

これも灌流-下肢血管-膜電位差の季節的変動と推移形式を等しくし、又山及び谷が夫々近接した月に横たわっている。

### III. 結 論

墓の灌流-下肢血管-膜電位差の標準膜電位差が、季節的に週期的に推移することを明かにした。此の推移形式は同液膜電位差のそれと概ね一致する。これ等の事実が明かになった事は、灌流-下肢血管-膜電位差が生理的機能と緊密な関係を保っていることを示唆するものと思惟される。

### 文 献

1) Michaelis, L., A. Fujita (1925) Untersuch. Über



- elektr. Erschein. und Ionendurchl. von Membran. IV Mitteilung. Potentialdifferenzen und Permeabilität von Kolloidum Membran. Biochem. Zeitschr. 161, 47
- 2) 勝 義孝 (1932) イオン活性並に膜電位差に関する我等の研究に就いて 物理化学の進歩 6, 1
- 3) 齊藤貞二 (1954) 灌流-下肢血管-膜電位差の研究 (第1報) 同液膜電位差 日本生理誌 16, 2
- 4) 清水幸生 (1951) 有核赤血球の酸素消費量に就いて 日本生理誌 13, 99

### Summary

1) The membrane potential between 0.65 % NaCl solution injected into the aorta descendens of a toad and 0.065 % NaCl solution in which one skinned leg of the same toad was steeped was measured.

2) From the results of the series of experiments which were done monthly throughout a year, it was known that the monthly values of this membrane potential had a seasonal variation which seemed to be closely connected with the phenomena of life.

(Department of Bio-physico-chemistry, Kyoto Prefectural University of Medicine)

# 蛋白質加水分解の研究 547.962.3:542.938

## 小川膠質法の電氣的考察(其の1)

Studies on the Hydrolysis of Protein: An Electrochemical Study of Ogawa's Colloidal Method of Fatigue Evaluation, Part 1.

阿知波繁一 (Achiwa-Shigeichi)\*

### I. 緒 論

小川膠質法<sup>1)</sup>は疲労判定其の他に対する有力な指標を与えるのみならず,これに蛋白質分解過程の追求に応用して極めて興味ある結果の詳細な報告がある<sup>2)</sup>.

この小川膠質法の挙動を電気化学的に考察して其の機構を追求する目的で今回(其の1)では主として蛋白質の加水分解物の O.R 値並に水銀電極に対する電極電位より両者の関係を実験的に比較し,其の2では機構の電気化学的考察を試みる予定である.

### II. 実験の部

試料,卵 Albumin の 0.2% HCl 加水分解物を各段階毎に分割精製<sup>3)</sup>したものをを用いた.

**測定法;**小川膠質法(数示法)に依り各試料に対する値を求め,同時に倍数稀釈された各試料に就いて次の配線に依って飽和 Calomel 電極に対する水銀電極の電極電位(E)を求めて比較した.さてこの(E)と金属イオン濃度(C)との間には次の関係がある.

$$E = A + \frac{0.058}{n} \log C \quad (15 \sim 20^{\circ}\text{C})$$

但し A...標準電極電位, n...原子価.

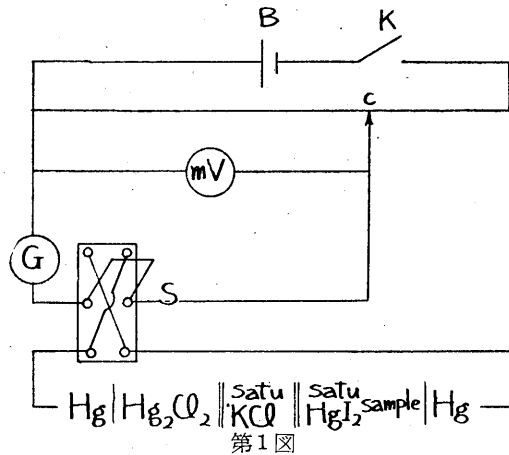
又これより見掛の Hg イオン濃度 (g ion/l) をも求めた.

飽和 Calomel電極電位は次の温度係数を用いた.

$$E^{\text{H}}_{\text{Hg}/\text{Hg}_2\text{Cl}_2 \text{ Satu KCl}} = 0.2490 - 0.00065 (t - 20^{\circ}) \dots (16 \sim 40^{\circ}\text{C})$$

又標準電極電位は  $E^{\text{H}}_{\text{Hg}} = 0.860 \text{ volt}$  とした.

\* 滋賀県立短期大学



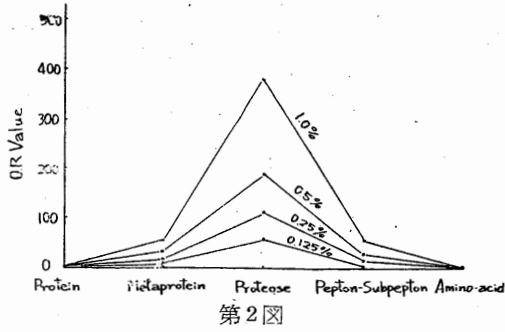
B:蓄電池, K:スイッチ, c:摺動点, mV:ミリボルトメータ, G:ガルバノメータ, S:切替スイッチ, Hg/Hg<sub>2</sub>Cl<sub>2</sub>:飽和甘汞電極, Hg/sample:水銀電極

さて本報での電極電位は次の様な考えから測定を試みたのである.すなわち O.R法は試料を Buffer 溶液にて倍数稀釈し,互に当量の HgCl<sub>2</sub>, KI 溶液を添加する時黄色(不安定型)から赤色(安定型)に到る各色調の変化を示す.然るに元来 Hg イオンと I イオンは全く当量に加えたのであるから常に同一色調(赤色)となるべきであるが,各段階の色調を示したということは蛋白質又は其の分解物等の膠質,半膠質の所謂保護作用のためであるといわれている<sup>1)</sup>.

さて一方この不安定型と安定型では水銀電極電位にも何等かの相違があるのではないかと考えた.

### I. 実験結果

1) 分割試料の O.R 値の変化の様子を示すと次図のようになった.本分割試料の範囲では



Proteaseが最も陽性で Metaprotein, Pepton-Subpeptonがこれに次ぎ、又濃度が高い程値も高くなった。本曲線を解析すれば分解過程の推知を容易にすることが出来る。

2) 倍数稀釈試料に対する水銀電極電位並に水銀イオン濃度を求めると次の様になった。

各試料の同一濃度では電極電位の大いさは次の順序になっている。(1) Protease, (2) Metaprotein, (3) Protein, (4) Pepton-Subpepton.

又何れの分割部も1%の方が電位は高くなっている。

次に以上の電位より Hg イオン濃度 (見掛の値) を求めると次の様な変化を示した。即ち図に示す如く試料の稀釈倍数の変化に従って Hg イオン濃度の最も大きい変化を示したものは Protease で次が Metaprotein … の順となっている。

仮に1%, 0.125%試料の2倍稀釈時の Hg イオン濃度の比を以て試料が Hg イオン濃度に及ぼした変化率とすると次表の様になった。

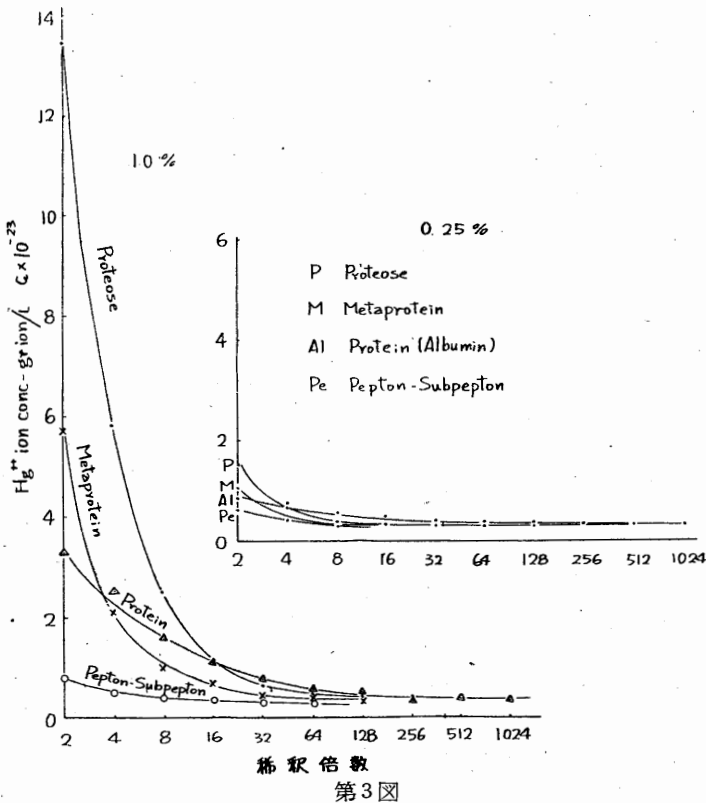
即ち Hg イオン濃度に及ぼす変化率に於ても Protease が最も大きいことが分かる。

要するに O.R 法数値法で得た値の大いさの順序と水銀電極電位の変化、或いはこれより求めた Hg イオン濃度 (g ion/l) の変化率の順序とは良く一致した。

注意; 使用する水銀は出来るだけ純度の高い物を使う。又測定中に水銀面が汚染され電位が不安定となる故水銀溜より徐々に落下噴出させ常に表面を新鮮に保つと一層よい。水銀噴出は一測定に1回

第1表 分解物

稀釈 倍数	Protein		Metaprotein		Protease		Pepton-Subpepton	
	濃度 (mV)	1% (mV)	濃度 (mV)	1% (mV)	濃度 (mV)	0.125% (mV)	濃度 (mV)	0.125% (mV)
2	183.5	166.5	192.5	167.5	202.5	172.5	165.2	161.5
4	180.5	163.0	178.0	157.5	191.2	162.2	159.8	157.0
8	174.5	160.5	168.7	152.5	180.2	154.7	156.3	154.0
16	169.5	158.5	162.7	//	169.5	152.5	154.2	153.0
32	164.5	157.0	155.3	//	161.5	//	153.0	152.0
64	160.7	156.0	153.5	//	157.8	//	152.5	//
128	157.7	155.0	152.5	//	155.9	//	//	//
256	155.5	154.3	//	//	155.0	//	//	//
512	154.0	153.9	//	//	154.9	//	//	//
1024	152.8	153.5	//	//	//	//	//	//



第3図

第2表

濃度及変 化率の大小 \ 分解物	Protein	Metaprotein	Protease	Pepton-Subpepton
1 % (A)	$3.326 \times 10^{-23} \text{g ion/l}$	$5.743 \times //$	$13.820 \times //$	$0.797 \times //$
0.125% (B)	$0.880 \times //$	$1.052 \times //$	$1.394 \times //$	$0.6008 \times //$
比率 (A/B)	3.78	5.46	9.91	1.31
大 小 順	3	2	1	4

程度で充分である。

れたものである。又研究に種々助力された大学の沢田和馬氏の労を多とし併せて感謝の意を表します。

#### IV. 結 論

蛋白質加水分解物の各分劃部を小川膠質法と併行して水銀電極に対する電極電位 (又は見掛の Hg イオン濃度) を求めた処特異な変化を示し両者間に良く一致した結果を得た。

本研究は滋賀県立大学研究費の一部によつてなされたものである。

#### 文 献

- 1) 小川 巖 (1949) 小川膠質反応に就いて 名古屋大学環境医学研究所 22~23年報 85-86
- 2) 小川 巖・村瀬守男・南川 豊 (1949) 蛋白質分解過程の観察の指標としての小川膠質法 名古屋大学環境医学研究所 24年報 9
- 3) 阿知波繁一 (1953) 疲労の電気化学的研究 (第17報 其の2) 日本生理誌 15, 257

#### Summary

This paper reports that, in studying electrode potential (or apparent  $\text{Hg}^{++}$  ion concentration) against mercury electrode, as well as in applying Ogawa's colloidal method in each division of hydrolysed substances of proteins, a peculiar change has been witnessed.

Herein is also suggested a simple and handy means applicable to the observation of hydrolytic process.

(Siga Prefectural Junior College, Hikone)

## 聴原発作と迷路反射 612-821.31

### Audiogenic Seizure and Labyrinthine Reflex.

(本論文の要旨は第16回日本心理学会及び第29回日本生理学会に於いて発表した)

樋 渡 志 良 (Hiwatari-Shiro)\*

#### I. 緒 言

聴原発作の痙攣中及び痙攣後の昏睡状の状態に於ては、自発運動及び各種反射が色々の程度に減弱し或は消失する事は既に知られている・Maier<sup>1)</sup>は完全な痙攣発作の後のrighting reflexの欠乏を述べ Finger<sup>2)</sup>は短いrunnig発作の後でさえ righting reflexの著明な減少が見られ、典型的痙攣後の passive phaseには placing, lactual, corneal reflexが消失乃至減弱していることを報告している。

聴原発作はその名称の示す通り音刺激を感受して起って来る痙攣又はそれに類似した運動の発作であるが、聴器と極めて密接な関係を有する迷路によって起る迷路反射と聴原発作との関係についての研究は今まで発表されたものが無い。

著者は聴原発作時の迷路反射のうち、廻転後眼球震盪と、直流による電気性眼球偏位とを調べた。

#### II. 実験方法

予め 12 kc の音で聴原発作を起す鼠を選び出し、引続き実験を繰返し、特に感受性が高く毎回痙攣を起す鼠と一度も発作を起さない鼠との2群に分け、本実験に供した。

聴刺激発生装置及び方法は当教室で今迄使用した方法によった<sup>3)</sup>。

廻転後眼球震盪については鼠を胸部で固定し、廻転円盤上で1秒1回の回転を行い急速に停止せしめて、その後起る眼球震盪を測定した。

電気性眼球偏位は鼠の両側口嚙突起に電極を

\* 大阪大学医学部第2生理学教室(吉井直三郎教授)

挿入し、此処から直流を通電し、摺動抵抗器の操作により通電量を漸増し、陰極を置いた側の眼球が偏位を起す閾値を電流計によって測定した。

#### III. 実験結果

##### A. 廻転後眼球震盪

###### 1) 第1実験

感受性の無い鼠を12kcの音で3分間刺戟し、廻転後眼球震盪を認めた回数とその持続時間を測定したが、第1表の如く殆んど聴刺戟の影響が認められなかった。

第1表

実験動物	No. 6	No. 7	No. 8
刺戟前	12回 9"	16回 9"	16回 8"
刺戟後	18回10"	15回 9"	14回 7"

###### 2) 第2実験

感受性の有る鼠で刺戟後前駆期の周走が終つて再び停止した時に測定したが第2表に示す如く顕著な変化は認められなかった。

第2表

実験動物	No. 1	No. 11	No. 12	No. 21
刺戟前	11回7"	12回8"	13回8"	10回7"
周走後	12回7"	16回7"	14回8"	11回6"

###### 3) 第3実験

感受性の有る鼠で典型的痙攣を起させ、その第1間代期より回転刺戟を与え始め、強直期に回転し終る事の出来た実験例に於て第3表の測定値を得た。

即ち強直期に於ては眼球偏位が起るのみで眼球震盪の急速相は見られなかったが、その後は迷路反射は速かに回復し、1分後には廻転後眼球震盪を認め、2分後にはむしろ痙攣前よりも

第3表

実験動物	No. 11	No. 12	No. 22
刺戟前	16回 9"	17回 8"	15回 7"
強直期	0	0	0
(眼球偏位)	+	+	+
1分後	18回 5"	18回 10"	12回 6"
2 "	21回 8"	19回 10"	22回 10"
5 "	11回 5"	20回 8"	16回 8"
10 "	12回 7"	13回 7"	19回 9"
20 "	13回 8"	8回 6"	13回 8"
30 "	16回 10"	16回 8"	12回 7"

該反射は稍増強していた。30分後の試験に於て刺戟前と殆んど同程度の結果を得た。

## 4) 第4実験

感受性の有る鼠で典型的痙攣を起さしめ第2間代期の時期に回転を行った実験例では、第4表の如き成績を得た。

第4表

実験動物	No. 1	No. 12
刺戟前	11回 7"	16回 8"
第2間代期	4回 2"	6回 3"
1分後	8回 7"	12回 8"
2 "	25回 8"	20回 10"
5 "	7回 4"	18回 8"
10 "	7回 5"	12回 6"
20 "	11回 6"	18回 7"
30 "	10回 7"	16回 8"

即ちこの場合は間代性痙攣発作に於て急速相を伴う眼球震盪を認めた点は強直期の結果と相違するが、2分後に迷路反射の増強を見た点及び回復に就いては略同様の傾向が見られた。

## B. 直流による電気性眼球偏位

## 1) 第1実験

聴原発作の感受性の無い鼠で眼球偏位を起す閾値は第5表の如くである。

第5表

実験動物	No. 101 (mA)	No. 102 (mA)	No. 103 (mA)
刺戟前	0.1	0.08	0.08
刺戟後	0.1	0.08	0.08

即ち 12kc の音の刺戟の前と後とで直流による電気性眼球偏位を起す閾値は同一であった。この関係はA実験の結果と同じである。

## 2) 第2実験

感受性の有る鼠で刺戟後前駆期の周走が終了時に測定した閾値は第6表に示す。

第6表

実験動物	No. 201 (mA)	No. 901 (mA)	No. 902 (mA)
刺戟前	0.1	0.08	0.06
周走后	0.12	0.1	0.14
5分後	0.1	0.08	0.08

即ち周走後は閾値の軽度の上昇が見られ5分後には刺戟前の値に回復していた。この点は廻転後眼球震盪の実験と稍異った結果を示した。

## 3) 第3実験

強直性痙攣を起す典型的発作の場合には第7

第7表

実験動物	No. 902 (mA)	No. 903 (mA)
刺戟前	0.06	0.09
前駆期後	0.2	0.18
痙攣直前	0.06	0.08
強直期	0.52	0.6
1分後	0.3	0.55
2 "	0.2	0.32
5 "	0.12	0.28
10 "	0.1	0.2
20 "	0.06	0.1

表に示した如く強直期には閾値が著しく上昇していた。尙痙攣直前では刺戟前と同じ閾値を示した。この傾向はA実験の結果と同一である。尙20分後には既に刺戟前の閾値に回復していた。

## 4) 第4実験

間代性痙攣のみの発作の場合には

第8表

実験動物	No. 1101 (mA)	No. 803 (mA)	No. 1001 (mA)
刺戟前	0.06	0.06	0.1
前駆期後	0.1	0.1	0.2
痙攣直前	0.06	0.06	0.1
間代性痙攣直後	0.25	0.25	0.4
1分後	0.2	0.2	0.3
2 "	0.15	0.18	0.2
5 "	0.1	0.1	0.18
10 "	0.06	0.06	0.1

間代性痙攣のみの発作に於ても痙攣後は閾値が上昇していた。しかし強直期の場合に比較す

ると影響が軽度であり、回復についても10分で既に回復し、第3実験の場合より速かであった。

#### IV. 考 察

以上の如く著者は典型的な聴原発作の痙攣時、即ち強直期には迷路反射のうち、廻転後眼球震盪が起らなくなり、眼球偏位のみが見られ、又直流による眼球偏位の閾値が著しく上昇し、迷路反射の消失乃至減弱している事を明らかにした。又痙攣後の passive phase にもこの反射の減弱は続き存在する事を知った。

Best & Taylor<sup>1)</sup> によると眼球震盪の急速相 (fast component) の成分である jerk は大脳起原のものであって、皮質の中樞が眼の偏位と頭部の位置との関係が正常位でないのを認めて、その都度眼位を正しい位置に戻すのが眼球震盪の急速相であるという。

Bellenger<sup>2)</sup> も眼球震盪の急速相は皮質中樞の corrective impulse 即ち訂正的に働く神経衝動の結果起ると考えている。

これらの説によって実験結果を考察すると聴原発作の典型的痙攣の強直期には眼球震盪の急速相は消失し、眼球偏位のみ存在しているのであるから、この時期には鼠の大脳皮質の機能のうち、少くとも corrective impulse の起原となる中樞の機能が廃絶している事が考えられる。著者はエーテル麻酔後角膜反射が消失した時に廻転後眼球震盪を起させると、聴原発作強直期の際と同じく偏位のみ起って急速相は起らなかった事を実験している。

しかし眼球震盪の急速相の大脳皮質起原説に否定的な立場をとる学者もある。

Spiegel<sup>6)</sup> によると急速相の大脳皮質起原説には根拠が無く、coma や麻酔中には緩徐相即ち眼球の強直性偏位のみ起って急速相が無くなるのは脳幹の下部の機能廃絶に基く。

Spiegel は実験的に第4脳室底部から reticular substance に穿刺を行い、迷路刺激によって一時的に眼球震盪の代りに強直性の眼球偏位のみ起る時期があるのを確めている。

眼球震盪の急速相の起原は大脳皮質のみでな

く Spiegel の考えるように rhombencephalon, cerebellum, diencephalon, eyemuscle nuclei, substantia reticularis も与っている事も考慮に入れねばならないであろう。上記の如く解すると、これら広汎な領域の機能も聴原発作の強直期には廃絶乃至減弱していると考えられるのである。

直流刺激によっては三半規管のすべての神経終末が刺激されて眼球偏位が起る。又迷路の存在しない場合にも前庭神経の直流刺激で眼球偏位が起る。聴原発作の強直期には、この偏位を起し得る電流の強さの閾値が著しく上昇している事は、迷路反射の反射弓の一部恐らくその中樞機能の低下を示す証拠の1つである。

#### V. 結 論

12kcの音刺激による聴原発作に於て、その前後の迷路反射を研究した。

その結果、強直期には廻転後眼球震盪に於て急速相の消失による眼球偏位を認め、間代性痙攣時には眼球震盪は短期間存在し、直流による眼球偏位の閾値は共に上昇していた。

眼球震盪の急速相の起原についての諸説を考慮すれば、この成績は強直性痙攣時に於ては大脳皮質を始め、脳幹に至る広い範囲の活動が廃絶乃至低下していることを示していると思われる。

拙筆するに当り吉井直三郎教授の御指導に感謝する。

#### 文 献

- 1) Maier, N. R. F. (1939) Studies of abnormal behavior in the rat: The neurotic pattern and an analysis of situation which produce it. New York.
- 2) 吉井直三郎・他 (1951) 聴原発作について 脳神経領域 (第10冊) 15
- 3) Finger, F. W. (1944) Experimental behavior disorder in the rat. In J. Mc. Hunt (Ed.); Personality and behavior disorder. New York 413
- 4) Best, C. H. & N. B. Taylor (1945) The physiological basis of medical practice. Baltimore 334
- 5) Bellenger, W. L. (1947) Diseases of the Nose, Throat and Ear. Philadelphia 851
- 6) Spiegel, E. A. & I. Sommer (1947) Vestibular Mechanisms. In O. Glaser (Ed.); Medical Physics. Chicago 1638

### Summary

The author investigated the labyrinthine reflex before, during and after the convulsion of audiogenic seizure.

- 1) In the tonic stage, the quick phase of postrotational nystagmus was disappeared, and only the deviation of eyeball could observed.
- 2) In the clonic stage, the postrotational nystagmus of short duration could observed.
- 3) The thresholds of galvanic nystagmus were remarkably increased in the clonic and tonic stage.

*(Second Physiol. Lab. Osaka Univ. Medical School)*



# 聴原発作時の脳波と筋電図 612.821.31

## EEG and EMG on Audiogenic Seizure.

(本論文の要旨は第8回筋電図研究会総会及び第14回応用心理学会に於いて発表した)

樋 渡 志 良 (Hiwatari・Shiro)\*

### I. 緒 言

聴原発作の脳波については Lindsley<sup>1)</sup>が初めて報告し、成書にも引用記載されている。当教室の築山<sup>2)</sup>は Lindsley の皮膚誘導法の欠点を避ける目的で直接誘導法により聴原発作時の脳波を記録し、その結果を報告した。

著者は聴原発作時の鼠の m. biceps femoris から誘導した筋電図 (EMG) と直接誘導法による脳波とを同時撮影により記録し、発作の各期の筋電図の所見と、その際に現れる脳波とを比較し、又聴原発作の断続刺激による中枢興奮状態の加重、消滅の様相<sup>3)</sup>を脳波及び筋電図の立場から検討した。この際筋電図の分析は教室の橋野<sup>4)</sup>が家兔の電気痙攣で求めた筋電図の特徴を考慮した。

### II. 実験方法

予め予備実験を行い、典型的の間代性強直性聴原発作痙攣を起す白鼠 (体重 150 g 前後) 20 匹を選び、之によって実験を行った。脳波記録は築山の方法により予め頭蓋内皮質上に2個の誘導用小銀板電極を挿入固定し、双極的 (頭頂一後頭) に誘導した。筋電図の誘導電極に就ては針電極では発作時に電極がはずれ易いのでエナメル銅線の絶縁塗料を一小部分剝離して m. biceps fem. の筋膜2ヶ所に縫合し、これを誘導電極として使用した。

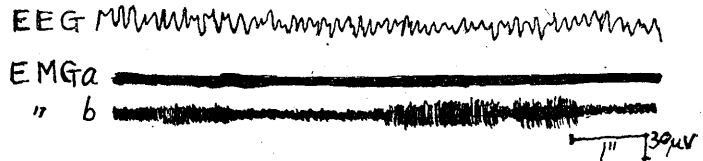
脳波用4段増巾器及び筋電図用4段増巾器は当教室製作によるものを用い、電磁 oscillograph により同時撮影記録した。尙実験は全て shield

room 内で行った。

聴原刺激はこれ迄に報告したものと同じで、200mm Hg の圧の空気を Galton 管に送入し、12kc の音を発生した。動物は無麻酔、自由状態で実験を行った。

### III. 実験結果及び考察

鼠の正常脳波は 7~10 (6~12)/sec の基本波に 16~20/sec 或はそれ以上の小速波が混入して居り、筋電図に於ては鼠が自発性運動を現す時は弱電位の持続性放電が現れるか、又は比較的振



第1図 平常時の EEG と EMG

幅の大なる Burst が現れる (第1図)。

次に聴原発作の各期の脳波 (EEG) と筋電図 (EMG) の特徴を述べる。

#### A. 運動性前駆期

運動性前駆期に於ては EEG に於ては基線の動揺と基本波の抑制が認められる程度で大した変化は無い。EMG に於ては Tonic neuromuscular unit (n. m. u.) の活動と思われる弱電位の連続的放電が続き、その間に小走り、円走行、後退の行動に相当して不規則な大放電 (Kinetic n. m. u. の活動が参加したと思われる) の密集が出現する。之は橋野の痙攣筋電図による P 型に類似している。

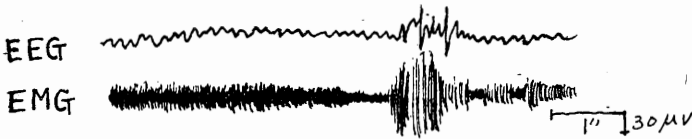
その後断続刺激を続けると electrical silence の時期と弱電位の持続放電の時期、及び P 型筋電図の時期が混在する。

特に断続刺激による中枢興奮状態の加重傾向

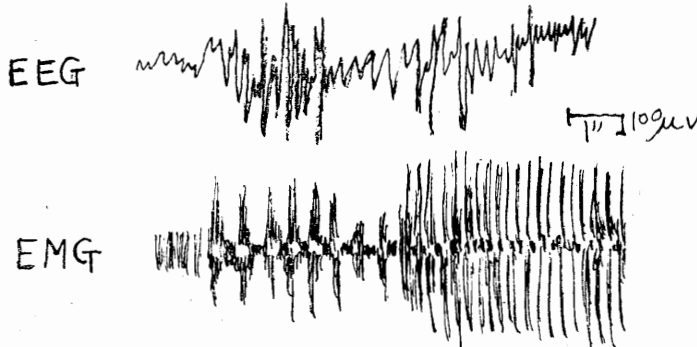
\* 大阪大学医学部第2生理学教室 (吉井直三郎教授)

は脳波的には刺戟期間の終り頃に著明に認められる。

しかし運動性前駆期の終りの頃、相当激しい円走行の時にはEMGに於て、痙攣前期の不規則で大なる放電の密集状態(P型)が強く現れる事がある。この時期にはEEGもそれに対応して棘波群が散発性に現れ、或は高電位徐波が現れた(第2図)。



第2図 運動性前駆期末期



第3図 狂走期, 第1間代期

**B. 狂走期, 第1間代期**

この時期のEEGとEMGは第3図に示した。EMGは痙攣時の特徴を示しており、橋野のC型様のBurstが出現する。EEGは速波、棘波、高電位徐波等種々なる興奮様相を呈した。

この時期の終り頃にはEMGではSynchronization voltageが現れ、この時は外見적으로는動物の強硬状態に相当しており、多分次の強直期に移る直前の緊張状態である。この際のEEGのリズムがSynchronization voltageと同期する事は極めて注目すべきである(第4図)。



第4図 狂走期, 第1間代期

**C. 強直期**

この時期にはEMGは紡錘型のT型(橋野)が現れて、EEGは主として速波群、棘波群が現れた(第5図)。

**D. 第2間代期**

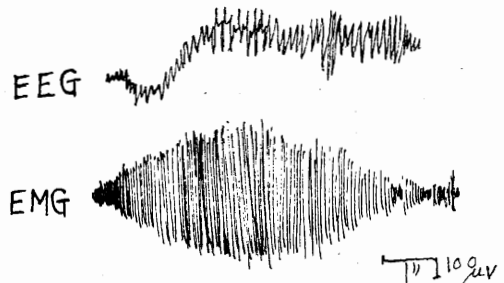
第2間代期にはEMGは橋野の分類によるC<sub>α</sub>, C<sub>β</sub>型のBurstが現れ、EEGは高電位及び低電位徐波が主成分で、之に棘波、小速波を混じた(第6図)。

**E. Coma 状態及び Catalepsy 状態**

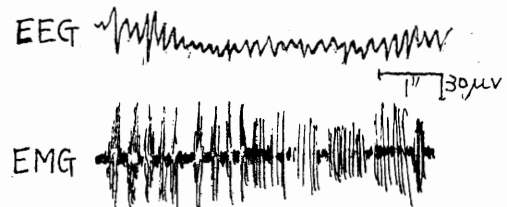
この状態に於てはEMGはelectrical silenceで全く筋の活動電流は出現しないか(Coma状態)或はR型の弱放電がつづく時期である。EEGは低電位徐波又は小速波が現れた。築山<sup>2)</sup>はこの時期にEEGの消失を認めているが、それは痙攣直後のComa状態を指すものである(第7図)。

**F. Leaping と Hopping**

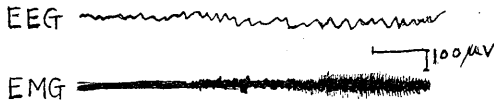
痙攣後の回復期に刺戟を止めない時は、Leaping即ち前後肢同時跳躍やHopping後肢跳躍が起るが、外見



第5図 強直期

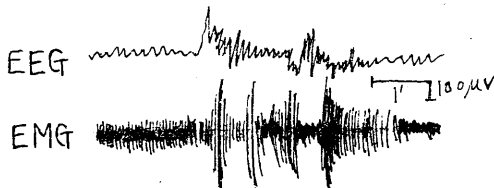


第6図 第2間代期



第7図 Coma 状態及び Catalepsy 状態

の観察のみでは自発運動即ち随意的のものであるが、反射性又は痙攣性のものであるか決定が困難であるが、この時期のEMGは不規則且つ大なるBurstが出現し、同時に記録したEEGにも高電位徐波、単独棘波、小速波等が出現し、痙攣時の特徴が認められた(第8図)。



第8図 Leaping, Hopping

#### G. 恢復期

F)の時期のあとにはEEGは徐波が次第に減ずると共に基本波及び小速波がより多く出現するようになり、徐波が全く消失して正常時に戻る。EMGは痙攣後のR型の弱放電が次第に小さくなり、electrical silenceに移る。

鼠が恢復して自発運動を行うと自発性放電が見られるが、この時期はもはや正常時のそれと差がない。

以上の成績を総括すると聴原発作の各型に於て自発性運動以外は、即ち著者が発作と称して来た所の運動性前駆期や痙攣後の Leaping,

Hopping と雖も、狂走期、第1間代期、強直期、第2間代期の如き明かに痙攣に属する運動と同様にEMG, EEG的に痙攣の様相を帯びている事は注意しなければならない。換言すれば今迄は運動性前駆期の運動は痙攣の前駆症状と考えられていたが、これは明かに痙攣発作の一部であり、Leaping, Hoppingも痙攣後の運動ではなく、痙攣中の運動で、今迄記載されていた痙攣期は痙攣の程度が著しい時期であると考えられる。

#### IV. 結 論

12kcの音による聴原発作時の各期に於て脳波と筋電図を同時撮影し、狂走期、第1間代期、強直期、第2間代期のみならず運動性前駆期、Leaping, Hoppingの時期にも脳波と筋電図のいずれにも痙攣時の様相が現れている事を確めた。

撰筆するに臨み、吉井直三郎教授の御指導に感謝する。

#### 文 献

- 1) Lindsley, D. B., F. W. Finger, & C. E. Henry (1942) Some physiological aspects of audiogenic seizures in the rats. *J. Neurophysiol*, 5, 185
- 2) 築山一夫 (1952) 聴原発作の脳波的研究 大阪大学医学雑誌 4, 75
- 3) 樋渡志良 (1953) 断続刺激による聴原発作の研究 第1報 発作の型について 日本生理誌 15, 87
- 4) 橋野昇一 (1952) 筋電図より見たる痙攣機構 第8回脳神経外科学会

#### Summary

1) EEG and EMG of rat were recorded at the sametime during and after the convulsion of audiogenic seizure.

2) The convulsive characters of EEG and EMG were showed not only in the stage of convulsive running and clonic tonic convulsion but also in the stage of foreperiod, leaping and hopping.

(Second Physiol. Lab. Osaka Univ. Medical School)

## 断続刺激による聴原発作の研究 612.821.31

### (第2報) 中枢興奮状態の加重及び消滅について

Studies on the Audiogenic Seizure Induced by the Interrupted Stimulation.  
Part 2. On the Summation and Extinction of Central Excitatory Process.

(本論文の要旨は第15回日本心理学会及び第28回日本生理学会に於いて発表した)

樋 渡 志 良 (HIWATARI-Shiro)\*

#### I. 緒 言

先に著者は断続刺激を用いて聴原発作を誘発する実験を行い、その際の発作の型を第1報<sup>1)</sup>として報告した。その中で断続刺激を用いた場合の痙攣潜時に言及し、5秒刺激 2.5秒中断では連続刺激の時の潜時に近い値で、5秒中断の時はそれよりも長い値で痙攣が起り、これに反し10秒中断では痙攣を起すに至らず、軽い発作のみで終ると述べた。

此の痙攣潜時と刺激時間及び中断時間との関係を更に詳しく検討したので此処に報告する。

#### II. 実験装置及び実験方法

実験装置は既報<sup>1)</sup>の装置と同一のものを用いた。即ち Galton 笛に 200mm Hg の圧を保った空気を送入し 12 kc の音を出し、之を断続した。予備実験として発作をよく起す鼠を選び之に連続刺激を与え、刺激開始から痙攣が起る迄の時間をストップウォッチで測定した。

測定上の実際問題として狂走から第1間代期には次第に移行するので痙攣開始の時期を何処に定めるかは問題となるのであるが、狂走中に姿勢反射が序々に減退し、間代性強直性痙攣期には姿勢反射が消失している<sup>2)</sup>ので、著者は姿勢反射に異常を来した時期を痙攣開始の時期として記録し、刺激開始より痙攣開始迄の時間を痙攣潜時 (Latency of convulsive seizure) と呼んだ。

#### 実験動物の選出法

体重 150 g 前後の鼠 200 例につき連続刺激に

\* 大阪大学医学部第2生理学教室 (吉井直三郎教授)

よる痙攣潜時を測定し、頻数分配表を作製すると第1表の如くであった。

即ち35~45秒の痙攣潜時のものが46%で最大を示すので、この中央値より逸脱した測定値をしめす鼠は除外し、3回以上続けて40秒前後の痙攣潜時を記録した鼠を本実験に於て使用した。

又同様の手続きで選び出した体重50 g 前後の幼若鼠の1群についても実験を行い、幼若群として上記の成熟群と比較した。

#### III. 結果及び考察

前項の実験方法で述べた手続きにより選び出した実験動物成熟群 No. 22, 24, 202 と幼若群 No. 31, 32, 33 について刺激時間と中断時間を種々に変え、同一条件で3回以上実験を行い、痙攣潜時を測定した。即ち中断時間を除いた痙攣を起す迄の刺激時間の合計を算出した成績は第2表の如くであった。

第2表の数値を基にして、刺激時間の合計時間で連続刺激時の潜時を除いた商を求めた。その100倍が第2表の比の数になる。

次に刺激時間を一定にして中断時間を漸次増した時のこの比の値をプロットした。第1図Aは刺激時間を5秒と定めた1例であるが、5秒間の刺激中に発生した中枢興奮過程が2.5秒、5秒、7.5秒、10秒、20秒の中断時間中に如何程消滅するかを示している。即ちこの曲線は中枢興奮過程の消滅曲線を示すものである。

次に逆に中断時間を5秒と定めた成績は第1図B、2.5秒に定めた成績は第1図Cに示した。即ち中断時間を一定にし、刺激時間を漸次増した時の上述の比をプロットして得た曲線で、之

第1表

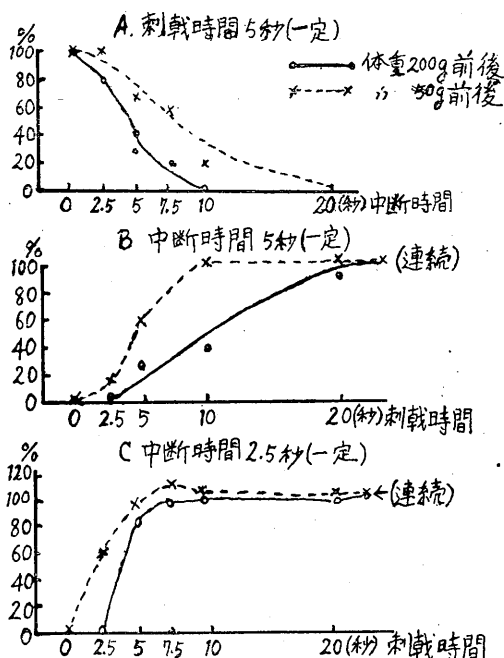
経緯時 (秒)	0	5	10	10	15	15	20	20	25	25	30	30	35	40	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90
頻数	0	4	4	4	4	2	1	1	20	32	32	35	35	40	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90

第2表

刺戟時間(秒)	連続	2.5	2.5	5	7.5	10	20	2.5	5	5	10	10	5	7.5	10	10	5	10	10	5	10	10	2.5	2.5	5
中断時間	0	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5
成熟群	No. 22	45	24	30	120	42	42	100	35	32	38	37	37	31	55	45	32	38	65	50	33	37	61	37	100
幼若群	No. 202	42	8	8	0	68	65	38	50	33	37	61	37	31	55	45	32	38	65	50	33	37	61	37	100
平均																									
比																									

は中枢興奮過程の加重曲線を表わすものである。

第1図Bは中断時間を5秒一定として刺戟時間を2.5秒、5秒、10秒、20秒に変えた時に5秒間の無刺戟中に先きに出来た中枢興奮過程が如何に加重して痙攣閾に達するかを示している。即ち Synapse に於て After-discharge の現象



第1図

が見られる如く、聴原刺戟中に作られた中枢興奮過程が次第に加重する事が想像される。

第1図Cの如く刺戟中数時間を2.5秒に短縮すると、刺戟時間を7.5秒や10秒とした時は、本実験の基準とした所の連続刺戟の場合よりも中断時間だけ刺戟時間が少くても痙攣閾に達することが出来る。この図で7.5秒刺戟が10秒、20秒刺戟よりも効果的に見えるのは、中断の回数が7.5秒刺戟の場合は約4回、10秒刺戟では3回、20秒刺戟では1回であるからであり、7.5秒刺戟の方が After-discharge の機会が多く、刺戟中断中と雖も、宛も刺戟されている如き効果を表わす事を示すものである。これより見れば刺戟時間が7.5秒以上であるときは刺戟が中断されても相当の時間(少なくとも2.5秒以上の時間は) After-discharge が起っているのであろう。

尙第1図A, B, Cで点線は幼若群の成績であるが、幼若動物では中枢興奮過程の加重が大であり、又自然消滅が少い事が判る。多分中枢興奮過程を中和する機構が未完成のためであろうと考えられる。Farris & Yeakel<sup>3)</sup>, Smith<sup>4)</sup>に

よるも生後日数を経るに従って聴原発作の発作率を増し、成長すると減少している。

刺激時間が5秒以下で中断時間が20秒以上では、いつまで断続刺激を与えても痙攣は起らない。即ち刺激時間中に生じた中枢興奮過程は中断時間中に全く消滅するから痙攣閾に達し得ないのである。

#### IV. 結 論

断続刺激を用いて聴原発作を誘発し、この場合の痙攣潜時を測定し、中枢興奮過程の加重曲線と同消滅曲線を得、これを成熟鼠と幼若鼠について比較した。幼若鼠は聴原刺激によって発生した中枢興奮過程の中和機構が未完成な

め、発作をおこしやすいのであろう。

摺筆するに当り吉井直三郎教授の御指導に感謝する。

#### 文 献

- 1) 樋渡志良 (1953) 断続刺激による聴原発作の研究 第1報 発作の型について 日本生理誌 15, 87
- 2) Finger, F. W. (1944) Experimental behavior disorder in the rat. In J. Mc. Hunt (Ed.); Personality and behavior disorder. New York 413
- 3) Farris, E. J. & K. Yeakel (1942) The effect of age upon susceptibility to audiogenic seizure in albino rats. J. comp. Psychol. 33, 249
- 4) Smith, K. U. (1941) Quantitative analysis of the pattern of activity in audio-epileptic seizures in the rat. J. comp. Psychol. 32, 311

#### Summary

Measuring the latency to evoke the convulsive seizure by the interrupted stimulation, the quotient, the sum of the stimulation time of it divided by the latency of the continued stimulation, was calculated. When the rest interval was constant, the stimulating time was prolonged, or vice versa. From those quotients, the curve of the summation of excitatory process was obtained.

1) When the stimulation interval was 10 or 20 sec. and the rest interval 2.5 sec., the latency to evoke the seizure was the same or shorter than the one induced by the continuous stimulation. This results suggest that the excitatory process was summated by the after-discharge.

2) When the stimulation interval was less than 5 sec. and the rest interval was more than 20 sec., no seizure could be induced. It shows that the excitatory process produced during the stimulating time was completely extincted in the rest interval.

3) Comparing the curve of the summation of excitatory process on young rat and adult one, the latency (sum of stimulating time) on the former was shorter than the latter.

(Second Physiol. Lab. Osaka Univ. Medical School)

## 体部皮膚圧迫と体温に就いての再検討 612.535

Further Studies on the Body Temperature due to the Skin Pressure.

(文部省科学研究費による)

植 木 俊 次 (UEKI-Syunzi)\*

### I. 緒 言

嘗って教室の土屋<sup>1)</sup>は、腋窩体温に及ぼす体部皮膚圧迫の影響を高温暖環境下で観察し、その成績を発表した。

今回私は低温暖環境下 (30°C 以下) で彼の追試的実験を行っていた所、土屋と全然異った成績を得た。この両者の得た実験的事象は私をしていろいろのことに就いて考及せしめた。即ち生体々温を變動せしむるに足る因子の1つとして、体部皮膚圧迫が存在するが、その場合でも圧迫部位、圧迫の強さ、面積等のいろいろの因子に分解出来るが、その他に室温、気圧、湿度等の外的環境変化、及び視、聴覚等を通じての生体への働き方、中枢自体の状態等複雑な因子が立体的に交錯関与して、形の変った影響となり、効果を現わすものであらうということである。

それらの中、吾々が他覚的に検索測定するに困難な因子に関しては、一先ずこれを論外におくとしても、観察し得る有形のあらゆる因子に就いては、順次これを探究し致さねばならない。今回私は人体を被験対照として、環境温度の皮膚体温効果に対する影響を、猫では被圧部位の差による体温効果に対する影響を再検討したいと考えた。

その結果、見るべき聊かの成績を得たので茲に発表する。

### II. 実験目的並びに方法

私の最初の実験目的は、人体々部の前後圧迫も左右圧迫の場合と同じ傾向の成績が得られるかどうかということであった。その次の目的は、

\* 新潟大学医学部生理学教室

加えられる圧迫の強さ、被圧面積等が同一であっても、環境温度が異なる場合にはどうであらうかということであった。

実験方法並びに順序は、土屋の場合と同様に被験者の体温が環境温度に慣れて比較的不変となるのを待って、圧迫を加えることにした。この期間は約40~50分位であった。私の実験は両側圧迫の場合のみを取扱ったが、圧迫器としては、中央部に綿入ふとんを取付けた2本の竹棒を使用した。このふとんの部分を被験者の両側胸部 (腋窩部のすぐ下) に当てがいつつ、竹棒の両端を次第に締めて行った。前後圧迫の場合には、胸廓の前後壁にふとんを当て、横で竹棒の先端を締めた。その圧迫の強さは、被験者に苦痛や、疼痛を覚えしめぬ程度とし、検温は左右腋窩に於てなされ、使用した体温計は土屋のと同様であって、1/20°C目盛、無零点のものである。この実験は昭和27年8月から翌年2月の間に行われたものであって、総実験数35例である。被験者には15~27才の健康男子を対照にした。

尙この実験に際してとらしめた被験者の体位は、背掛のない安定した丸椅子に正常椅坐せしめた恰好である。

### III. 実 験 成 績

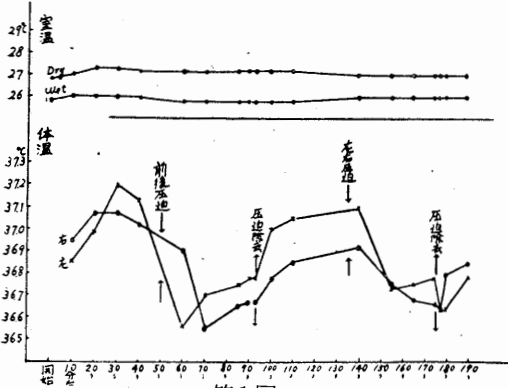
#### A. 人に於ける実験

##### 1) 環境温度が 30°C 以下の場合

先ず被験者の上半身を裸にして、丸椅子に楽に腰かけさせる。但しこの時四肢の位置は極く自然のままにさせるが、片足を膝の上に組ませたり、両腕を拱いたりはさせない。体重は一方に片寄らぬ様に、両側臀部に平均にかけさせる。被験者の体温は初め多少の変動を示すが、40~

50分経つとほぼ一定になる。

この時前述の圧迫器で両側々胸部を圧迫すると5~6分位の潜伏時間において、体温は両側共徐々に下降し始め20~30分後には最低値に達する。之を圧迫前のそれに比すと、0.6~0.7°C位の開きがあった(第1図)。体温が最低値に達



第1図

胸部皮膚の前後又は左右圧迫が体温に及ぼす影響(正常椅坐位) 1.50~5.10P.M 被験者 広川  
 上図は12例中の1例であつて被験者は24才の男である。前後胸壁を圧迫して体温の下降したのを見届けた上、圧迫を除去すると旧に復した。そこで次に左右胸壁を再び圧迫すると図の如く再び下降した。

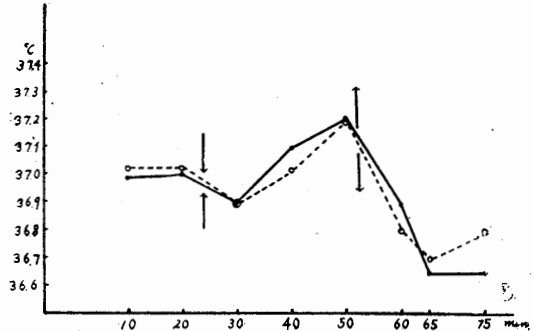
してからは、圧迫がその儘続けられているにも拘わらず、多少ずつ上昇の傾向を示すことが多い。この時圧迫を除去してやると、その後まもなく旧に復し始めるが、時に後影響が残存するためか、中々戻り難い場合もあった。

2) 環境温度が30°C以上の場合

われわれの教室には、室温、湿度等を適当に調節し、防音、電磁遮蔽の機能をも併せ有している発汗室が製作されてある<sup>2)</sup>。

故にこの実験を行うに際しては、予め室温を32~34°C(時には36°C位)、湿度を25~29°C位に保つ様にしておき、被験者を入れた。30分すると生体はこの室温に次第に慣れてくるので、そこで始めて体温を測定し始める。その後40~50分正常時に於ける体温を10分おきに観察記録して見ると、前の実験同様に体温は比較的安定となってくる。そこで両側々胸部を加圧器で圧迫すると、その潜伏時間は10~30分でいろいろであるが、総実験数18例中14例に於いて上昇を認

めた。その上昇度は被験者によりまちまちであったが0.6~0.3°C位の上昇であった。(第2図)。



第2図 高温環境下に於ける両側圧迫と体温  
 室温32~33°C:被験者 13才

残りの3例は不変であつたし1例は却って下降した。又14例の上昇例の中にも、3例には圧迫後の上昇の前に一寸下降し、次いで上昇する型を認めた。

その他の3例に、圧迫後上昇は認め得たが左右腋窩温に可成りの開き(0.3°C)を生じた場合があつたが、之は体部に加えられた圧迫の強さが一様でなかつた為と考えられる。

圧迫除去後の復旧態度に関しても、早いものは、3~4分位から降下し始めたが、遅いものでは30分経過しても、一向に目立たぬ例もあつた。

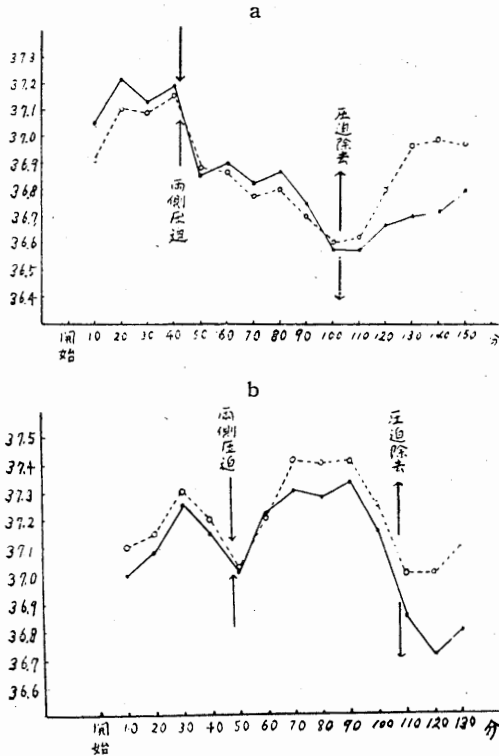
以上2通りの実験成績から圧迫の体温に及ぼす効果に就いて興味深いことは、圧迫効果の現われ難い場合程、除去後の効果が早く又著明である様に思えたことであつた。而してこれら2通りの実験は、異なる被験者の異なる環境温度に於ける皮膚圧迫の体温に及ぼす効果であつて、果して以上の2つの異なる成績が環境温度の差に基くものか否かは不明である。

そこで同一被験者に就いて異なる環境温度の下で皮膚圧迫を試みた。

3) 同じ被験者に対し、環境温度を変え、体部両側圧迫の腋窩温に及ぼす効果に就いて観察した。

総実験4例の内、典型的—即ち高温下では上昇し、常温下では下降するという一な効果を見わたしたのは1例にすぎなかつた(第3図 a, b)。





第3図

a: 常温環境の場合 被験者 T. 13才 ♂. 室温 W. 17~18, D. 23~25°C

b: 高温環境の場合 被験者 T. 室温 W. 28~29, D. 31~32.5°C

同一被験者に於いて環境温が 30°C 以上のときは体温は上昇し, 30°C 以下の場合には著明に下降した

他の 3 例に於てはその成績はまちまちであった. その理由として考えられることは, 可及的同一条件下に観察せねばならぬ関係上, 約 6 時間に亘る実験時間中, 摂食させず, 発汗室よりの出入もなるべく禁じたので, 疲労, 倦怠等いろいろの影響が加わったためではないかと思われる.

この事は, この種の長時間に亘る実験方法に関する再検討と, 生体が如何なる条件下にあれば, 最も対温的感度が鋭敏になるかに就いてのいろいろの課題を残すことになるう.

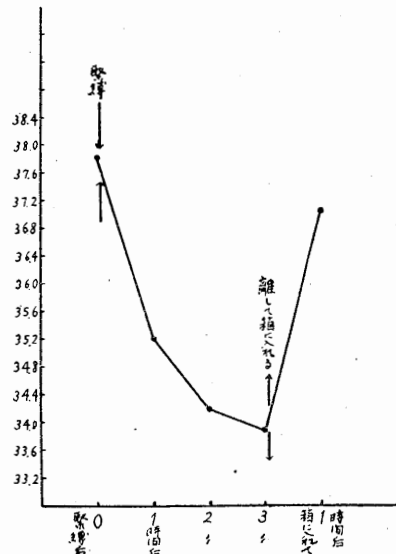
**B. 猫に於ける実験**

使用した猫は体重 3.0~3.7kg のもの 15 匹で, 総実験数は 40 例であった. 実験は 7~12 時間に亘ったが, その間摂飲摂食はさせなかった. 猫

の体温は前述の無当点体温計を直腸内に約 2.5 cm 挿入し, 30分乃至 1 時間毎に測定した. 腸内挿入に際しては常に深さを一定に保ち, 且動かないよう当意した. 実験期間は昭和 27 年 7 月から同年 12 月に亘る 6 ヶ月間であった. 実験時の環境温度は 15~27°C であった. 猫を圧迫する方法としては背位, 腹位固定, 四肢緊縛, 或は無固定のままクリップで皮膚をはさむという方法をとった.

1) 背位固定緊縛の場合

猫を背位に固定した 10 例の観察によれば, 固定後体温は著明に下降し始め, その後ほぼ指数曲線的に下降し, 旧に復する傾向が見られない. 緊縛をとると 1 時間位の間に急速に旧に復した (第 4 図).



第4図 猫の体温  
室温 D. 18~17, W. 15~14.5

固定緊縛後 12 時間で 4~4.5°C 下降し, その下降過程を細かに観察すると 2~3 時間毎に階段状の下降を示した例もあった.

2) 腹位固定緊縛の場合

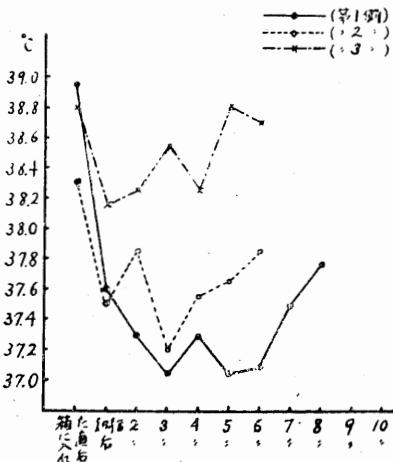
この場合も背位固定の場合と同様に固定後まもなく体温は下降し始めるが, 1~1.5 時間後からは次第に上昇の兆が見え始め, 5~6 時間経過後にはほぼ固定前の体温に復した. この回復に要する時間と, その型はいろいろであり, 2~3

時間で戻りきる場合もあり、その復旧の経過はV字型であったりW字型であったりした。

3) 首だけ固定し得るような小箱に入れた場合

小箱とは大体猫の大きさに合わせて作った木製の箱で、その前方には頸部だけがやっと入る位の円形の穴があけてある。その穴の半円は、外方に持ち上げられる蓋の一部にもなっている。猫をその部から入れて蓋を閉じれば、丁度頸部を適当に固定していることになる。そして猫の恰好は頸部を境にして、頭部顔面は外部に、頸部から下部は箱内におさまるようになる。

実験総数5例、実験室温は15~18°Cであった。第5図に見られる如くこの種の実験で特異



第5図 小箱に入れた時の猫の体温変化

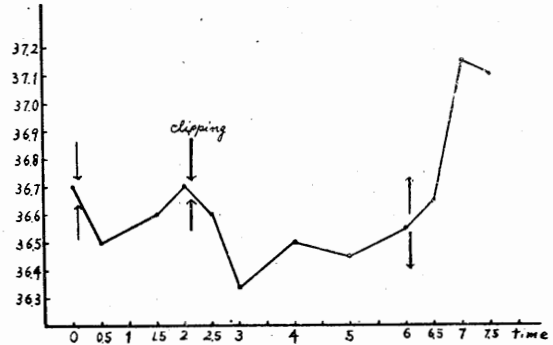
なことは、全実験例とも一旦下降した体温の回復態度に何れも定型的なW字型カーブを画いていることである。それらの中でも体温降下が著明であった第1例に於いては、3時間後に約2°Cの差を示している。そしてそれ以後は漸次回復上昇し始めたが、8時間経過後も、完全には復旧しなかった。

4) 腹位に緊縛固定して、体部両側皮膚を数個のクリップで挟んだ時

腹位緊縛による体温変動は2)で述べた通り早い場合で2~3時間、遅い場合でも5~6時間で大体修復するが、その時左右側部を各々4ヶづつの中型クリップで撮んで、撮皮による体

温変動を観察しようとしたのが、この実験目的であった。即ち撮皮すると1~2時間で0.3~0.5°C位体温は下降するが、その後は漸次回復し始め、4~5時間後には、撮皮前体温にまで可成近づく。この時突然クリップを離して加えられていた圧迫を除去してやると、固定緊縛はそのままであるにも拘わらず、一挙に0.5°Cも上昇し、之を固定直後の体温に比較しても、0.3~0.4°Cも上昇したことになる。

併し、その後1~1.5時間経つと、次第に又低下し始め、固定直後時体温にまで戻る傾向を示す(第6図)。



第6図

腹臥位に緊縛して次いで clipping した時の猫の体温  
室温 19~23°C

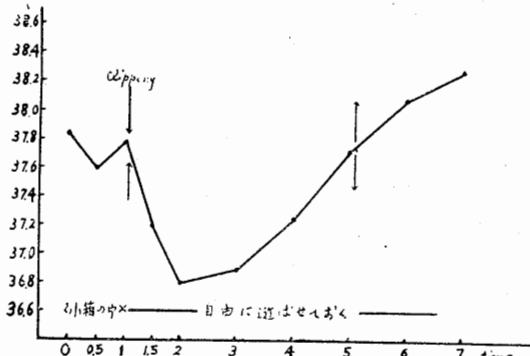
以上は他の5例に於いても、略同様の成績を得ることが出来た。

5) 前述の小箱に猫を入れて、一旦下降した体温がW字型、V字型のカーブを描きつつ復旧した時、体部両側をクリップではさんで見ると、その体温は再び軽度に下降する。しかし前述の如く箱が狭いので、撮んだクリップがこの小箱の内側に当るので、その音で猫の聴覚が刺激されるためか、猫は余りおとなしくしていない。猫は邪魔になるクリップを次々に外して仕舞うので長時間に亙る観察は不能であった。実験例、5。

6) 自由に放置しておき、体部両側を clipping した場合

猫は全然固定緊縛せず、放置の状態のまま突然数個のクリップで体側部を撮んで見ると、撮

皮1時間後には、体温は  $0.6\sim 1.0^{\circ}\text{C}$  位下降する。併しその後は次第に上昇し始め、4~6時間後には全く元に復した。この回復した処ではさんでいた clip を取去ってやると 4) の場合程急激ではないが、圧迫前の固有体温より  $0.4\sim 0.6^{\circ}\text{C}$  も上昇した。第7図は実験8例中の1例を示したものである。



第7図 両側皮膚を clipping した時の猫の体温  
室温 D.  $16\sim 23.5^{\circ}$ , W.  $13\sim 18$

#### IV. 考 按

以上の実験から自明のことは動物の緊縛、固定による体温下降の原因は、この操作、姿勢によって動物の皮膚或はその深部組織が圧迫せられたためであるということである。

但し同じ強さの圧迫であっても、その圧迫部分によってその効果は異なる。しかもまた環境温度によっては同一刺激は全く異なる効果を招来する。

健康な生体は体温に限らず、総ての機能を出来得れば常態に保っておこうとする性質を持っている (homeostasis). そしてその調節中枢に於ける平衡維持範囲は可成ゆとりのある、また弾力性に富むものであるが、加えられる内的或は外的刺激が強すぎた場合には、生体は機能的にも形態的にも平衡状態が破れて大きく変化してくることがある。

これらは Selye によれば stress に対する initial reaction とでも云うべきものであろう。

常温下で加えられた皮膚圧迫が体温を下降せしめた私の実験成績も、之に当て嵌まるのであ

って、加えられた外的刺激因子は皮膚、その他にも介在する圧受容器から求心性に視丘下部の体温調節中枢に伝いたものと思われる。皮膚の圧刺激が調節中枢にたいして興奮的に伝いたのか、抑制的に伝いたのかは判らないが、とにかく圧刺激は生体を機能的に変調させるということとは云い得る。

しかし茲に集めた私の成績が、吾々の教室の先輩達によって作られた圧—自律神経反射<sup>5)</sup>に関する総合的な報告と一致したことは面白い。即ち常温に於ける人の体部皮膚圧迫は、筋緊張を弛緩させ、新陳代謝の低下、分泌の減少を誘発し、所謂抑制的徴候を現わすことが報告されているが<sup>4)</sup>、私の得た今回の体温に関する成績も、現象的にはこれらと全く一致したものである。

然るに一方周囲環境温度が約  $30^{\circ}\text{C}$  を越すと、土屋の報告の如く同じ皮膚圧迫も体温を上昇せしむることも亦事実である。

#### I) 圧—自律神経反射に関与する温度影響

周囲環境を変えることによって得られたこれら相反する結果を得た二種の実験成績は、私をして次の如く考察させる。

それは生体が内的にも外的にも通常のある時には、体部皮膚圧迫は一応抑制的に働くが、これに何等かの特殊な因子が加わると、その効果は極めて複雑となり、時には逆にもなる。例えば吾が教室の渡辺<sup>6)</sup>の胃運動に対する皮膚圧迫の効果、宮本・山崎<sup>7)</sup>の皮温に対する効果、又長谷川渙<sup>8)</sup>の心搏数に対する効果等は、皆しかりである。

これの解釈としては、呼吸中枢に於ける興奮性の週期的変化のように、中枢の興奮性が異なることに於いて、同一求心性衝撃の効果が逆になること、また脊髓に於ける Verworn の干渉説の適用などが考えられる。

#### II) 圧迫の強さ、及び刺激に対する慣れに就いて

さて一方圧迫の条件並びに受入態勢に関する実験に於いては、猫を使用しているいろいろ究明した。即ち猫を背位に固定すると、体温は下降し続けるが、その状態は決して直線状ではなく階

段状であって、その過程中下降が中止して、平坦になる時期がある。これは圧迫緊縛による体温降下に対し体内の代謝機能が一時的にせよ、拮抗代償し得た状態とは解せられないだろうか？かように考えると性質の異った圧迫、被圧部位、又は弱い機械的刺激の場合によっては、波状型、W字型の線を描きつつ、喩え徐々にも復旧し得るわけである。以上のことを要結すると、生体の調節機能は個体差、種族によって勿論異なるが、夫々に対し代償し得られる位の弱い刺激の場合には、一応は反射性防禦的にも抵抗し得るが、代償しきれぬ程の強勢な刺激、交調にはこれを如何様にも修復し得ないのではあるまいか？故に刺激が過重で長時間に亘れば、代謝機能は次第に低下し、ついには停止し所謂 shock の状態をも招来するのかも知れない。

Selye はその著書の中で、1937年頃迄に考えられていた stress 反応は主として局所的機能に関してだけであって、その生体全体の機能面、又は受傷遠隔部位に於ける機能に就いては余り究明されては来なかったという。彼はこの点を追求して、生体に何かの外的刺激が加えられた時には、所謂非特異的適応反応とも云うべき機能が誘発し、之には、警告反応期、抵抗期、疲憊期の三相が考えられると云っている。之等の三相を Selye は総称して汎適応症候群と称しているが、之等を彼は脳下垂体副腎皮質系の仲介で説明しようとしているのである。

私の場合に於いてもこれ等の機能の関与を否定する訳ではないが、それと同時により神経性な、より反射的な機序が働いているとも考えねばならぬのである。

しかも以上の一連の反応は、生体内の反応素の種類によって、反応を起す時期が異っており、A 反応系は早く反応し、B 反応系はこれよりも遅れて反応し、CDE…はお互に時期的にも量的にもずれていることが考えられるのである。

その為はその過程の中に階段状が現われることもあり、或は逆になること、その他の様態の差異が生ずるものであろう。しからば如何なる系が、如何なる時期にどの程度に働くかは、今

後に残された課題である。

### Ⅲ) 被圧部位の感受性並びに圧受容器に関して

猫の実験から体位の違いによって、体温の相違を認めたと、之は取りもなおさず、全く等しい圧迫を与えても、被圧部位によってその影響が変ってくることを意味する。

これは人体に於いても勿論当てはまることであろう。

この問題を先ず皮膚に存在する圧受容器に就いて考えて見るに、その受容器の組織構造も存在密度も現在の所、全然判明していないので何んとも云えないが、実験事実に基づいての原因的考察の中に、或いは部位によってこれら圧受容器の存在態度も異っているのではなからうか？と考えられぬこともないのである。

次に考えられるのは、より深部層に存在するかも知れぬ圧受容器のことである。即ち筋肉その他も考えられるのであるが、茲では骨膜にあるかも知れぬ圧受容器の関与に就いて触れて見たいと考える。というのは、猫を腹位に固定した場合、圧せられるのは主として前胸廓であり、この部は胸骨を含めた肋軟骨部から構成されているに反し、一方背位固定の場合には後胸廓、及び脊柱が圧せられていることに気附くのである。

更に興味あることは前者群は所謂骨膜缺損部であり、後者群は明らかに骨膜被蔽部であるということなのである。人を対照にした体温に関する実験に就いてもこの考え方は適用されるが、唯圧迫の効果が、猫程著明に現われ難かった理由としては、人間に於ける代償機能の発達を強調したいと考える。

以上のことを要結して云えることは、皮膚だけに限局して加えられた圧迫（喩えは clipping の如き）よりも、骨膜をも併せ刺激せしむるような圧迫（固定緊縛）の方が、体温降下により効果的であるということである。更に皮膚、骨膜と限らず高木<sup>3)</sup>の云うように、これらは全ての器官への圧刺激によって起り、その求心性衝撃は中枢に於いて重畳されるものであり、広い意味の圧反射の中に包含されるものであろう。

#### IV. 迷路との関係に就いて

漆原<sup>9)</sup>は家兎を固定台上に緊縛した場合の体温の降下度と、次いで同じ兎の迷路を曠置した後、に於けるそれとを比較して、後者の場合の方がより著明で、しかも復旧に長い時間を要することを見出し、体温下降にあずかる迷路の役割を論じている。Moore & Lillian<sup>10)</sup>は同様な成績に関する考察として、之は迷路破壊による筋緊張の弛緩による新陳代謝の減弱が大いに影響しているのだと述べている。西村の考えも大体 Moore 等と大差ないが、彼等の考えを云い換えれば、迷路破壊又は曠置による体温の降下は二次的現象であるということに他ならないのである。私は勿論之を全面的に否定するものではないが、私の実験では人猫共に何ら縛着もせず、また迷路を刺激させぬ自然体位をとらせても、皮膚に圧迫を加えさえすれば、体温は下降したのである。

この事実から、私をして云わしむるなら、若し体温調節にあずかる迷路の役割りを肯定するならば、皮膚圧迫の体温調節中枢に及ぼす求心性の刺激経路は、又之を別に考えなくてはなら

ない。即ち視丘下部にある体温調節中枢に於て多くの求心性衝撃経路の中の2つだけは明かに考えられるということになる。

#### V. 結 論

1. 体部皮膚圧迫が体温に及ぼす効果も、環境温度によっていろいろと異なる事を人体実験で立証した。

2. 猫では圧迫の強さや性質を変えて、体温降下状態、復旧態度を比較観察した。又同一の圧迫であってもその部位により及ぼす効果が異なることを認めた。

#### 文 献

- 1) 土屋重忠 (昭和26年) 新潟医学会誌 67, 674-682
- 2) 高木健太郎・高橋善作 (昭和26年) 医学と生物学 18, 35-27
- 3) 高木健太郎 (昭和28年) 医学のあゆみ 15, 81-89
- 4) 高木健太郎 (昭和27年) 脳と神経 4, 201-207
- 5) 高木健太郎 (昭和26年) 生体の科学 2, 255-262
- 6) 長谷川 漢 (昭和26年) 新潟医学会誌 65, 68
- 7) 宮本清純 (昭和26年) 新潟医学会誌 65, 862
- 8) 渡辺澄男 (昭和26年) 新潟医学会誌 65, 862
- 9) 漆原滋雄 (昭和7年) 耳鼻咽喉科臨床 26, 245-320
- 10) Moore & Lillian (1928) Proc. Soc. Exp. Biol. & Med. 26, 104-105

#### Summary

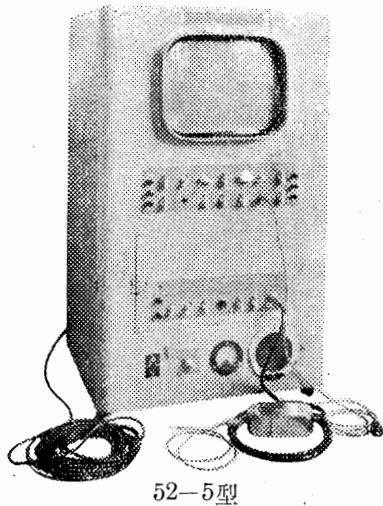
In human subject the skin pressure applied on the both axillary regions causes the marked fall of the body temperature when the room temperature is under 30°C, and on the contrary when the room temperature is above 30°C, it causes the elevation of the body temperature.

From these results it seems that the activity of the regulatory center of the body temperature is depressed by the skin pressure.

In animals also the skin pressure applied on both axillary regions by clipping causes usually the marked fall of the body temperature, and in the same way the fixation of the animal in prone or supine position and the shutting him up in a small box causes the fall of the body temperature. At these times the degree of the fall is different in each cases. This difference seems to come from the difference of the pressed portion (i. e. deep or superficial layer of skin or periost) or that of the intensity of the pressure.

(Dep. of Physiol., Niigata Uni. School of Med.)

# 筋電計

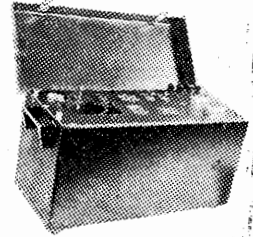


52-5型

- 携帯用 52-1型 ブラウン管径 75mm
- 52-2型 ブラウン管径120mm 単掃引装置付
- 52-3型 ブラウン管径120mm 単, 複掃引装置付
- 据置型 52-5型 ブラウン管径 17吋 単, 複掃引装置付

## 記録装置

パイプレーター (二個装置)	最大入力 200MA 周波数 0~1000c/s 振幅 1000c/s20MAの時 10mm
フロマイド フィルム	35mm×25M 回転速度 2 10 20cm/s 刻時 1/50 sec



記録装置

\*カタログ贈呈  
郵票 ¥30



筋電計 (マイオグラフ) 発売元  
電気測定器 真空管 電気部品  
東京電気精機株式会社

東京都千代田区神田仲町2の11番地  
電話下谷 (83) (525)



の  
局方製品

力薬へサルアス次次次タア含パン  
リ用キルセト没炭硝ンン糖ク  
石サ酸トス食酸酸ナナルレ  
石サ酸トス食酸酸ナナルレ  
鹼ミトス食酸酸ナナルレ  
末ンムウミンンマスマスマン  
ンンンンンンンンンンン

東京都中央区日本橋室町4の5

製造發賣元 ミクニ化學産業株式會社

# 主要医薬品



- |                                    |                             |
|------------------------------------|-----------------------------|
| <b>ペニシリン</b> (各種ペニシリン)             | <b>ジューロニン</b> (重曹注)         |
| <b>オレオスライシン</b> (抗糸状菌性抗生物質)        | <b>スチブナール</b> (アンチモン剤チストマ)  |
| <b>ストレプトマイシン</b> (結核治療抗生物質)        | <b>バンカイン</b> 未注 (局所麻酔剤)     |
| <b>ジュンパス</b> (化学療法剤)               | <b>ネオエーラミザール</b> (砒素駆毒剤)    |
| <b>パンジット</b> (ジインドニコチン酸ヒド)         | <b>ミオエーラミザール</b> ( )        |
| <b>トーン</b> (チピオン TBI)              | <b>マフアルザール</b> ( )          |
| <b>コーチゾン</b> (米國メルク会社製 注:錠・眼科用)    | <b>オスワルサン</b> (内服駆毒剤)       |
| <b>ハイドロコチリン</b> (クロイマチス性関節炎 局所用)   | <b>ネオオスワルサン</b> ( )         |
| <b>アクサー</b> (米國アーマー製 A.C.T.H)      | <b>ストマレジン</b> (陰イオン交換樹脂制酸剤) |
| <b>ギトーザン</b> (キノフェン製剤 ロイキ マチス・神経痛) | <b>F C G</b> (注射用 肝油コロイド)   |
| <b>バンチオニン</b> (メチオニン製剤肝臓障害)        |                             |
| <b>デトキソール</b> (重金属並に一般中毒解)         |                             |

東京日本橋本町 萬有製薬株式会社 大阪・岡崎・札幌

## 狭心症、心筋梗塞に

冠動脈攣縮による狭心症発作、冠硬化症による冠動脈狭窄を、本剤の強力な冠動脈拡張作用により消退あるいは予防する。

## 鬱血性心不全の浮腫に

腎血管を拡張し、強力な利尿作用を来し、しかも腎細尿管障害作用はなく、速かに浮腫を消退せしめる。

## 喘息・呼吸困難に

気管支筋攣縮を緩解する作用により、気管支喘息の発作および心臓性喘息を消退あるいは予防できる。

## 疝痛に

滑平筋弛緩作用により、胆石、腎石などの疝痛を緩解し、また末梢血管弛緩作用によつて、動脈硬化症、凝塞、栓塞による血行障害に対して有効である。

## 特長

- ・プロファイリンは安定な化合物で、胃液によつて変化をうけず、効力は常に一定。
- ・内服による悪心、嘔吐、腹痛等の副作用はなく、習慣性とならぬので長期連用できる。
- ・作用はアミノファイリンより顕著で、しかも毒性は甚だ低く普通使用量では全く安全。

文献送呈 包装 二五瓦入



塩野義製薬株式会社

大阪市東区道修町三

