

日本生理學雜誌

第 13 卷 第 3 號

昭和 26 年 3 月 25 日 發行

編 集 幹 事

浦本政三郎・久保盛徳・坂本嶋嶺・鈴木正夫

戸塚武彦・林 謙・福田邦三

原 著

足立千鶴子：筋注法及び神經注法による骨骼筋の收縮について.....	123
高木作治：尿酸衝能について.....	126
高本作治：尿酸の解離恒數について.....	129
山形壽郎：骨骼筋に對する Veratrin の作用に就いて.....	132
木村一雄・山形壽郎：骨骼筋纖維のなし得る機械的仕事の大きさに就いて.....	140
川田深太郎・山形壽郎：骨骼筋纖維の伸展による短縮性的變化に就いて.....	143
瀬在昌次：Acetylcholine 感受性並に抗 Histamine 劑の抗 Acetylcholine 作用に就いて.....	146
佐々木寛昌：聽原發作と E・K・G.....	151

會 報

第28回日本生理學會評議員會記事.....	159
日本生理學會昭和25年度決算報告.....	160
寄贈外國雜誌のお知らせ.....	160
正誤表 (第12卷, 第13卷).....	161

日 本 生 理 學 會

略名・日本生理誌
Nihon Seiri. Z.
J. Physiol. Soc. Jap.

★ 萬有の医薬品 ★

肺炎・梅毒・淋病・化膿性疾患

ペニシリン

油性・水性・軟膏・錠劑
結晶G・ミックス・醫坐藥

驅 梅 劑

ネオエーラミゾール

靜 脈 注 射 劑

驅 梅 劑

ミオエーラミゾール

筋 肉 注 射 液

驅 梅 劑

オスワルサン

内 服 606 號



Banyu

東京・大阪 萬有製藥株式會社 岡崎・札幌

結核化學療法劑

ジュンパス

(P A S)

肝臟障害・解毒劑

バンチオニン

メ チ オ ニ ン

神經痛・ロイマチス

ギトーザン

キノフェン注射液

局所麻酔劑

バンカイン

鹽酸プロカイン

神經痛・リウマチスに...

相乗作用の素晴らしい効果!!

今話題の……自律神經遮斷劑

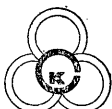
テブロン-R

- ▽ 疼痛の反射の連鎖を遮斷し、交感神經切除術時に於ける如き鎮痛作用を呈す
- ▽ T・E・A・B單味大量投與に勝る効果を有し且つこれに見られる危険性なし
- 〔適應症〕 神經痛、リウマチ、腰一背痛症、特發性脱臼、帶狀疱疹、レイノー氏病、閉塞性動脈炎、狭心症の疼痛、胃痙攣、胃、十二指腸潰瘍の疼痛
- ▽ T・E・A・Bとレスタミンの任意混合使用法

T・E・A・Bとレスタミン……テブロンコーワとレスタミンコーワとの比を変えて用ひたい時は

を任意の割合に用時混合使用して下さい。ただしT・E・A・Bは一回300mg、1日600mg、レスタミンは一回30mg、1日30mgを越えぬ程度で

文献贈呈



興和化學

製造元 興和化學 販賣元 中村瀧商店 東京・日本橋・本町三ノ五

筋注法及び神経注法による骨格筋の収縮について 612.741.3

Method of Intramuscular Injection to Test the so-called Salt Contraction of Skeletal Muscle of Frog.

足立千鶴子 (Adachi-Chizuko)*

等滲圧食塩水溶液に冷血動物の骨格筋を入れると、一定の潜時の後に一種のリズムある収縮を繰返し続けるという現象は Herring, Biedermann, Ringer によつて既に1800年代に発見せられ、Ringer (5) は之に 0.02% 程度の CaCl_2 を入れておくと起らないということを発見し所謂 Ringer 氏溶液の處方 其の後散発的に幾人かの研究者によつて取り上げられたが、最近に到つて西山 (4) は新らしくこの現象を研究し、このリズムある収縮を「塩縮」と名づけ、塩縮数が神経支配と関係ある事を述べた。又菊地 (3) は塩縮は温度によつて長短はあるが室温で数時間より十数時間継続し終に停止すること、並びに停止した筋を取出して新しい等滲圧食塩水に入れると筋は再び活潑な塩縮を起し、之も亦数時間継続することを発見し塩縮の停止は筋が収縮性を失つた爲ではないことを発見した。その「塩縮外液」を取り之に新らしくきり出した骨格筋を入れて見ると、塩縮が起らないか、起つても數分ととまる。即ち塩縮の停止は塩縮の間に筋から徐々に何か物質が出て來て、一定濃度になる事により止るのであると考えた。

この外液は煮沸 (100°C 5分間) により効力を失はず、その有効物質はクロロホルム、エーテルに移行せず、水、アルコール、アセトンにほぼ移行する性質を持つという事を確めた。

扱て、上記の研究は試験管又はシャーレ中に等滲圧食塩水 5~10cc をとり之に藁、蛙、又は食用蛙の縫工筋、腓腹筋其他の剔出筋を入れて検出する方法をとつてゐるが、既に1930年 (2) 頃より顯微鏡下で剔出した筋纖維標本を用いる実験が行はれてゐるので、私は剔出筋をコルク

板上にのせ、細い注射針で筋纖維間に檢しようという物質を極めて少量注入する方法に依て、塩縮及びその類似現象を研究する事が出來ると考へてこの研究を志した。

I. 筋注法 (Intramuscular method, 略 IMM)

食用蛙或は藁を用い、その筋を剔出或は單に露出してその筋肉にツベルクリン注射針で 0.02~0.05cc の被試験液を注射する。この物質が筋纖維に対して刺戟作用を持つてゐる時はその強弱、濃度、量に應じて色々の程度の収縮、即ち纖維性攣縮乃至は筋収縮を起しそれが肉眼によつて觀察される。筋は剔出筋でも露出のまゝでも反應に變りはないが、後者の場合表面に硬い筋膜を被つてゐる爲余計な機械的刺戟が加わり、又觀察に不便なこともあるので、実験には好んで剔出した縫工筋裏面及び腓腹筋の裏面を用いた。其他の筋については大腿内側筋群が機械的刺戟に対して非常に鋭敏で、注射針を刺入した丈で數秒間乃至數十秒間持続する纖維性収縮を起すのでこの目的に使用する事は出來ない。

第1表 藁縫工筋 IMM

被 檢 液	實驗例數	收縮例	潜伏時 (秒)	持 續 (秒)
1. NaCl				
0.7%	4	4	0~5	120~180
1.0%	6	6	0~5	10~180
1.4%	10	9	0~5	2~210
0.4%	13	11	0~5	3~125
2. 蒸溜水	9	9	0~5	5~9
3. 5%ブドウ糖	5	5	0~5	190~600
4. 0.7%NaCl+0.02%CaCl ₂	5	2	1~3	回攣縮
0.7%NaCl+0.1%CaCl ₂	4	0		
5. Ringer 氏液	5	0		

以上の成績で見ると Ringer 液及び Ca を含む NaCl 液では何等の収縮を見ないが食塩水で

* 財團法人林研究所

は明らかに10乃至180秒のリズムある収縮が見られる。この収縮は肉眼的観察に依れば纖維性で各纖維同時に或は交互に収縮を繰返す事もある。勿論注射針を筋に刺入する時は急速な単一に近い収縮が現われるがそれとは明瞭に區別出来る。機械的刺戟はこの刺入する時にのみ起り、注射針を刺入して液を注入する場合には起らず、刺戟物質を注入した場合にのみ色々な潜伏時で(0~5秒)リズムある収縮を起してくる。Ringer液では起らず、NaClでは起るので定義に従つて之を塩縮と名づけてよかろう。然るに高滲圧食塩水でも低滲圧食塩水でも蒸留水でも相似た収縮が見られるが、之も亦塩縮類似と名づけてよかろう。0.4%食塩水又は蒸留水の場合には數分にしてその注入部位が白色に近く変色し、その部位は少くとも亞鉛銅弓により収縮を示さなくなる。但し食塩水注入部位が數分後に尙且電氣に対する反應性を有するかどうかは更に精細な実験を要し断定は出来ないが水注入との區別は出来る。

扱て、この塩縮又は塩縮類似の収縮が液を注入した爲の圧力による機械的刺戟でない事は上記の実験によつてもわかるが、更に油状物質、Ringer液0.22cc迄注入しても収縮は生じない。

この方法を用いて次表に示す如く2, 3の物質の溶液を試みた。

1. 筋圧搾液 材料: 食用蛙の筋に等量の蒸留水を加えて乳濁液を作り、ガーゼで絞り10分間遠沈してその上澄をとり之を原液として用いた。

第2表 臺 IMM

被 験 液	實驗例數	收縮例
a) 原液	27	20
b) 5分間煮沸上澄	8	8

2. 神経圧液 材料: 食用蛙の中樞神経(Z.N)及び末梢神経(P.N)をそれぞれ別に集めて筋圧搾液と同様の方法で乳濁液を作る。Z.Nは2倍、P.Nは3倍の乳濁液とした。

第3表 臺 IMM

被 験 液	實驗例數	收縮例
a) Z.N	6	0
b) P.N	4	0

3. 胆汁液 食用蛙の胆汁液をとりNaOHでpH7.2に補正す。數倍稀釋により10倍乃至80倍迄は注射針をさした部位の筋纖維に収縮を起しそのまゝで死んで瘤状を呈す。160倍稀釋ではこの瘤状のものは出来ないで収縮は起らない。

4. Adenosin triphosphate (ATP) ATPのバリウム塩より塩酸酸性にして Na_2SO_4 を加え遠沈してバリウムを落し、上澄を NaOH でpH7.5に補正する。対照は原材料として蒸留水を用い Na_2SO_4 を加えpHを補正しRinger液で10倍に稀釋す。

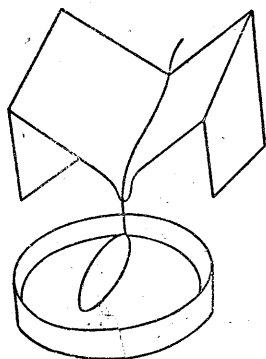
第4表 臺 IMM

被 験 液	實驗例數	收縮例	備 考
a) 原液		2	注射直後筋が白くなりその部が死
b) 10倍稀釋液 (Ringer液)	8	8	
c) 對照液	4	0	

茲に ATP を用いたのは筋収縮に対してこの物質が意味のあることをLohmann及びEmbsden & Zimmermann 等が指摘しているからであるが、明らかに Ringer 溶液で筋収縮を起している。ATP は大阪微研須田正巳助教授より分與を受けたものであり、この実験は1948年の夏でまだ外國文献が見られなかつた時であつた。其の後1947年の Annual Review of Physiology を見ると Buchthal, Deutsch, Knappeis (1) が剔出筋纖維標本に対し ATP を與えて筋収縮の起ること、ADP も亦起すこと、Inosin酸も亦起すことが報告してあるが、私の方法でもこの事は充分檢する事が出来ることは上記の通りである。其他の物質の成績についても、こゝでは唯事實を示すのみにして生理学的の理論にはふれずにおく。

II. 神経注法 (Intranerve method, 略 INM)

坐骨神経腓腹筋標本を作り、筋は Ringer 液を入れたシャーレに入れ、神経は図の様な架台に付し、神経端を手前として机上に個定し、神経部位に細い注射針で種々なる溶液を注入する方法を工夫し、之を筋注法に倣つて假に神経



注法と呼ぼう。

0.01~0.05cc を坐骨神経幹のなるべく太い部分の神経繊維間内に注入し筋収縮があるかどうか験するのである。験した物質は 1) ATP Ringer 液, 2) Ringer 氏液, 3) 蒸溜水, 4) 1.4% NaCl, 5) 0.7% NaCl,

6) 1% Na_2SO_4 , 7) 0.7% NaCl+0.1% KCl, 8) 0.7% NaCl+0.1%
9) 胆汁液, 10) 椿油, 11) メチレン青 Ringer 液の順序でこれは験した順序に表示したもので

5~10 分或はそれ以上で漸次上記の如き物質を試みる。しかるに漸次上記の如き物質を試みると NaCl 溶液でも、Ringer 溶液でも、水でも、 Na_2SO_4 溶液でも總じてその注入の仕方如何により同じ様な激しい収縮を起してくる事に気がついた。終には手加減を加え、恐らくはごくゆるい速度で注入した時は起らず、或速度以上で注入した場合には手品の如くこの現象を他人に供覧する事が出来る迄になつた。物質の如何を問はず總て手加減に依て起るのであるから ATP と雖も特殊な物質作用とは考えられない。そこで次の 2 つの疑問を験する事にした。

A. 神経繊維間に注入した物質が用いた架台の傾斜其他の條件により、直ちに筋に逆流り入りが収縮を起すのではないかという問題である。然し結果はそうではない。何故なら色素溶液を注入する線を引いて筋に迄色素が到達するのが見えるが、注入後その注入部位より末梢端で神経を結紮してしまつと直ちに収縮は止み、

色素は流れ入るにも拘わらず筋は動かない。故に神経興奮は注入部位より出発している事は間違いない。

B. 然らば注入部位に於て神経興奮を連続的に起さしめるのは何か？損傷電流ではないか？然しそうではない。何故なら注入部位より中樞端を如何なる長さにしても又結紮してもこの現象は起る。では神経繊維内に與えた機械的圧力が原因であるか？物質の種類により異らず、寧ろ注入量により異なることは之を肯定せしめる 1 つの理由であらう。同時に上に手品の如く、又は手加減と記載したのは、実験者が注入溶液をなるべく 1ヶ所に残留せしめる様工夫した時に最も起りやすいとの経験から推定することが出来よう。兎も角神経注法 (INM) によつて特殊の物質の神経に対する刺戟作用を研究することは不可能である。

以上を總括すると、私の筋注法は塩縮の研究又は骨筋繊維に対する水溶性物質の作用を研究するには充分役立つ。又神経注法は神経に対する水溶性、油溶性物質の作用を験する方法にはならぬが、神経に対する機械的刺戟の研究方法としては、恐らく從來発見せられた諸種の方法に次ぎ、或はそれ以上の屈強な方法となるであらう。

終に林所長の御指導と御校閲を深謝する。

文 献

- 1) Buchthal, Deutsch, Knappeis (1944) Acta physiol. Scand. 8, ibid (1946) 11
- 2) 加藤元一 (1930) Microphysiology of nerve.
- 3) 菊地謙二 (1950) 塩縮外液の塩縮抑制物質に就て 日本生理 12, 359
- 4) 西山信雄 (1950) 骨筋の交感神経支配に就て 慶應醫學 26
- 5) Ringer, S. (1886) Further experiments regarding the influence of small quantities of lime potassium and other salts on muscular tissue. Jour. of Physiol. 7

Summary

An excised muscle of frog immersed in saline solution induces the spontaneous rhythmic contractions which we term "salt contraction." The present report is concerned with a more simple method to test the salt contraction.

1) 0.02~0.03 ml of test solution was injected into isolated muscles. Isotonic saline solution, as well as hyper- or hypotonic, evoked the salt contractions, but Ringer's solution did not evoke any muscular contraction. 2) On the contrary, it was found, that the muscle contractions induced by intranerve injection was not specific to any test material. It should be due to mechanical pressure of the solution.

(Hayashi Takashi Institute for Medical Science)

第1表 β_I の測定

滴加 (cc)	電位差 (V)	pH	平均 pH	ΔpH	ΔB (mol)	$\beta_I \left(\frac{\Delta B}{\Delta pH} \right)$	j
0.0	0.0605	6.450	6.363	0.163		0.0126	1
0.1	0.0705	6.287	6.200	0.154		0.0133	2
0.2	0.0800	6.133	6.055	0.155		0.0132	3
0.3	0.0895	5.987	5.887	0.162		0.0127	4
0.4	0.0995	5.816	5.724	0.187	0.00206	0.0118	5
0.5	0.1110	5.629	5.531	0.195		0.0105	6
0.6	0.1230	5.434	5.332	0.203		0.0100	7
0.7	0.1355	5.231	5.137	0.188		0.0109	8
0.8	0.1470	5.043					

第2表 β_{II} の測定

滴加 (cc)	電位差 (V)	pH	平均 pH	ΔpH	ΔB (mol)	β_{II}	j
0.15	-0.0080	7.564	7.381	0.366	0.000985	0.00269	1
0.10	0.0145	7.198	6.893	0.610		0.00161	2
0.05	0.0520	6.588	6.372	0.431		0.00228	3
0.00	0.0785	6.157	5.945	0.414		0.00248	4
0.05	0.1040	5.743	5.596	0.293	0.00103	0.00351	5
0.10	0.1220	5.450	5.328	0.244		0.00422	6
0.15	0.1370	5.206	5.096	0.220		0.00468	7
0.20	0.1505	4.986					

第3表 見掛けの解離指數測定

$[Cl']$ (Volhard-Harvey法) = 0.257mol

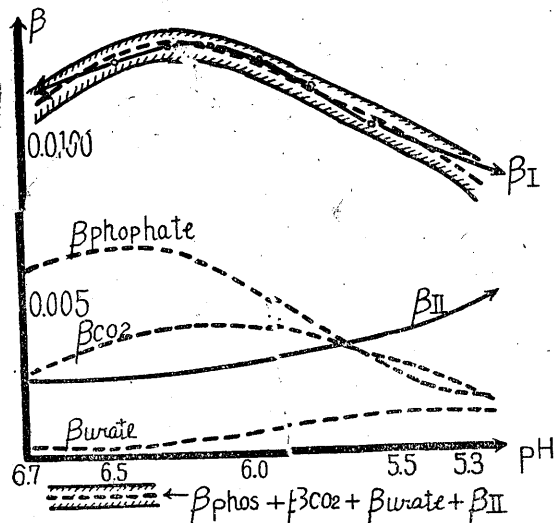
イオン強度 $\mu =$

$$1/2\{[Na^+] + [Cl']\}, \sqrt{\mu} = 0.597mol$$

磷酸の第2段 $pK' = 7.01 - 1.25\sqrt{\mu} = 6.376$ (2)

炭酸の第1段 $pK' = 6.33 - 0.5\sqrt{\mu} = 6.076$ (3)

尿酸の第1段 $pK' = 5.66 - 0.5\sqrt{\mu} = 5.410$ (4)



第1圖 β 曲線

第4表 實驗式, 解

j	$pK_1' \sim pH_j$ $\times 10^{-3}$	X_{1j} $\times 10^{-3}$	$pK_2' \sim pH_j$ $\times 10^{-3}$	X_{2j} $\times 10^{-3}$	$pK_3' \sim pH_j$ $\times 10^{-3}$	X_{3j} $\times 10^{-3}$	$Y_j (\beta_{Ij} - \beta_{IIj})$ $\times 10^{-4}$
1	40	574	260	512	926	204	106
2	176	552	124	562	790	272	108
3	321	500	20	573	645	346	104
4	479	424	179	550	487	420	95
5	652	340	352	486	314	506	83
6	845	248	545	392	121	563	67

Nヶの pH 点で $\beta_I - \beta_{II}$ を測ると, $pK_j \sim pH_i = \log x_{ij}$ として $x_{ij} = [H^+]/K_i$ を β_{Mi} に代入すれば,

$X_{ij} = \beta_{Mi} (x_{ij})$ $[i=1, 2, 3 \quad j=1, 2, \dots, N]$ から Nヶの實驗式

$Y_j = \beta_{Ij} - \beta_{IIj}$

$X_{1j} \cdot C_1 + X_{2j} \cdot C_2 + X_{3j} \cdot C_3 = Y_j$ を得る. これを解いて

$C_1 = 0.0111mol, C_2 = 0.0076, C_3 = 0.0015'$ を得る.

第5表 兩測定法の比較 ($\times 10^{-4}mol$)

磷酸 (C_1)	炭酸 (C_2)	尿酸 (C_3)
Mathison法 118	Van Slyke法 73	Hopkins法 18
著者の間接法 111	著者の間接法 76	著者の間接法 15

第6表 7例の兩測定値の比較 ($\times 10^{-4}$ mol)

	I	II	III	IV	V	VI	VII	平均
磷酸定量値	90	57	171	175	111	185	170	
(A) 間接法	104	58	180	177	118	190	172	
(B) 直接法	14	1	9	2	7	5	2	-55
碳酸定量値	67	31	75	4	76	19	57	
(A) 間接法	56	30	52	1	73	15	55	
(B) 直接法	11	1	23	3	3	4	2	+67
尿酸定量値	17	7	7	12	15	15	12	
(A) 間接法	19	7	16	15	18	18	16	
(B) 直接法	2	0	9	3	3	3	4	-33

く一致する。然し pK_a' 或は $pK_w' - pK_b'$ が $8 \sim 4$ 位の緩衝物質が上記 3 物質以外に更に相當排泄される様な尿では、この儘適用出来ないが、從來の定量法と併用することによつて、その未知

物質の手掛りが得られるであろう。

文 献

- 1) Van Slyke, D., D. (1922) J. Biol. chem. 52, 531
- 2) Sendroy, J. Jr. and A. B. Hasting (1927) J. Biol. chem. 71, 783
Shima, K. (1939) J. Biochem. 29, 121
- 3) Hasting, A. B. and J. Jr. Sendroy (1925) J. Biol. chem. 65, 445
- 4) 高木作治 (1950) 尿酸の解離恒數に就いて 日本生理誌 13, 129
- 5) Shima, K. (1939) J. Biochem. 29, 147
- 6) Kugelmass, I. N. (1924) J. Biol. chem. 60, 237
Holt L. E. Jr., La Mer V. K. and Chown H. B. (1925) J. Biol. chem. 64, 567
- 7) 島 寛一 (1939) 人尿の緩衝能に就いて 日本生理誌 4, 239

Summary

The author analysed the buffer action of urine of healthy adults in its usual range of pH 5~7 by means of titration with quinehydrone electrodes. Results obtained are summarized as follows;

1) One fraction of urine, which can be precipitated as Barium salts under severe alkalinity, is alone of significance in buffer actions of urine and is counted to consist of phosphate, urate and carbonate and the other fraction has slight meaning in buffer actions at least in normal urine.

2) Therefore, dividing urine into two fractions by Barium hydroxide, it may be possible to analyse quantitatively the contents of phosphates, carbonates and urates in urine by obtaining the titration curves: that is, since a total buffer value in a solution is, according to Van Slyke, equal to the summation of products of the buffer value and concentration of each component, we may have the experimental equations concerning with concentrations of the above mentioned three substances.

The concentrations of these three substances calculated from the equations were found in good accordance with those results obtained by routine chemical procedures. As regards the general application of this method, further investigations should be necessary.

(Department of Physiology, Osaka Municipal Med. College)

尿酸の解離恒数に就いて 612.461.25

On the Dissociation Constants of Uric Acid

高木 作 治 (Takagi-Sakuji)*

I. 実験方法

A. 著者は尿酸が磷酸、炭酸に次で尿緩衝能に意味を有つ事を報告した(1)。尿酸に就ては $K=2.3 \times 10^{-6}$, ($pK=5.64$), $37^\circ C$ の文献があるが(2), その際種々のイオン強度 μ の時の見掛けの解離恒数 K' の値が必要であつた。著者は食塩を共存イオンとして μ を変えて尿酸溶液の滴定を行い K' を測定した。

B. 被検液は純尿酸 1g を約 0.6gの炭酸リチウムと共に溶解して全量 1l とし, キンヒドロソ電極で滴定を行い緩衝價曲線を画く。第1表第1図の β_1 -曲線である。Van Slyke(3)により $\beta = \sum \beta_{mi} \cdot C_i + 2.3\{[H^+] + [OH^-]\}$ であるからこの場合 $\beta = \beta_1$ とすれば第1項は $\beta_{CO_2} + \beta_{U_1}$, 第2項は図の β_w になる (β_u は尿酸の β 値とする)。そこで検圧法で被検液中の $[CO_2]$ を測り β_{CO_2} を計算して β_1 から β_w と共に引き去ると図の様に 5.5 位に嶺を有つ β_{U_1} -曲線と, これと同型の 9.0 位に嶺を持つ β_{U_2} -曲線の右半分が現れて来る。被検液中の尿酸の濃度から β_u を計算して $A \dots A$ で記入して見ると図の β_{U_1} と略一致しているから, β_{U_1} は尿酸の第1段 β_{U_2} は第2段解離に由る緩衝價曲線である事が確かめ

られる。従つて $\beta_u = 2.3[H^+]K'Cu / \{[H^+] + K'\}^2$ から K' 以外は既知であるから種々の μ に対する β_u の値を測ればその爲にすれば K' の値が得られる(第3表参照)。第1段の K' を求めるには β_1 測定 pH 点を 4.5~5.5 にとれば β_w , β_{U_2} の影響なしに β_{CO_2} を引いたものが β_{U_1} になる。第2段 K' では pH7 以上としても, 尙 β_{U_1} の影響があるから β_1 から β_{CO_2} と β_{U_1} を引き去つたものが β_{U_2} になる。

II. 実験成績

A. 第1段解離恒数の測定は第2, 3表で, $\sqrt{\mu}$ と pK' とは第2図の様に $\sqrt{\mu}$ が 0.5 位までは直線的な関係にあるから $pK' = pK - \alpha \cdot \sqrt{\mu}$ (4)として pK と α の最良推定値を求めると $pK=5.664$, $\alpha=0.541$, $37^\circ C$ を得る。

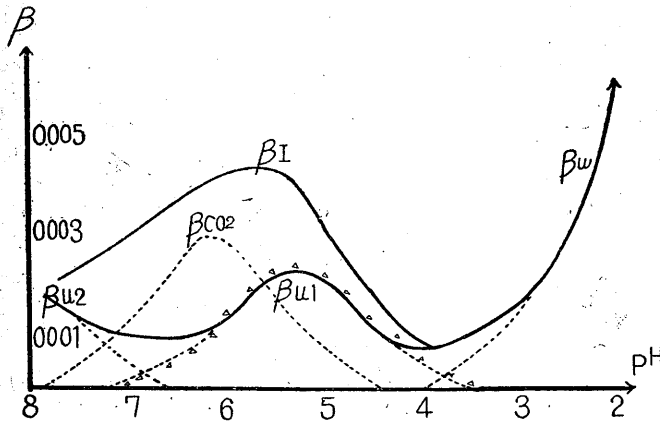
第2表 μ の計算では夫々の成分の各イオンの分布を求めなければならぬから尿酸に就ては3價塩として第1図からの $K_1' = 10^{-6}$, $K_2' = 10^{-9}$, $K_3' = 10^{-12}$ の推定値を使つた。しかし之に伴う誤差は僅かであつて電位差の測定誤差に比べて無視しても差支えないと思はれる(1)。

B. 第2段の解離恒数測定はキンヒドロソのアルカリ誤差のため pK_2' と $\sqrt{\mu}$ との間に充分

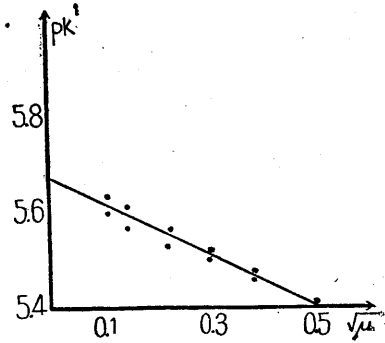
第1表 β_1 -曲線の測定

測定 番號	添加 N HCl 10 cc	被検液 尿酸+ 炭酸リ チウム	添加 cc aq. des.	電位差 $\times 10^{-4}$ volt	pH	平均 pH	ΔpH	$\frac{\Delta \beta}{\times 10^{-6}}$ mol	β_1 $\times 10^{-6}$
1	0.1	5	1.9	130	7.239	6.976	0.521	1428	2740
2	0.2	"	1.8	450	6.718	6.527	0.382*	"	3737
3	0.3	"	1.7	685	6.336	6.166	0.340	"	4200
4	0.4	"	1.6	894	5.996	5.831	0.330	"	4327
5	0.5	"	1.5	1097	5.666	5.501	0.330	"	4327
6	0.6	"	1.4	1300	5.336	5.116	0.439	"	3252
7	0.7	"	1.3	1570	4.897	4.127	1.540	"	930
8	0.8	"	1.2	2517	3.357	2.992	0.671	"	2128
9	0.9	"	1.1	2930	2.686				

* 大阪市立醫學専門学校生理学教室



第1圖 緩衝價曲線



第2圖 pK'と√μの相關

第2表 μの計算

j	被檢液 5cc + $\frac{N}{10}$ HCl 0.45cc	NaCl *1 + Aq. des. $\times 10^{-4}$ mol	μ_j *2 $\times 10^{-4}$ mol	$\sqrt{\mu}$ $\times 10^{-3}$ mol	pK'_{CO_2j} *3
1	1240	0	124	1.11	6.275
2	//	100	224	1.50	6.255
3	//	428	552	2.35	6.213
4	//	857	981	3.13	6.174
5	//	1428	1552	3.94	6.133
6	//	2571	2695	5.18	6.071

*1. Aq. des. にて各被檢液の全量を 7cc とする

*2. $\mu = \frac{1}{2} \{ [H_3u^-] + 2^2[Hu^-] + 3^2[u^=] + [HCO_3^-] + 2^2[CO_3^=] + [Na^+] + [Cl^-] + [Li^+] + [H^+] + [OH^-] \}$
H₃u は尿酸

*3. $pK'_{CO_2} = 6.33 - 0.5\sqrt{\mu}$

第3表 pK'の測定 (第1段解離)

μ_j の被檢液が pH_j に於て β_{1j} であれば $pK'_{CO_2j} = 6.33 - 0.5\sqrt{\mu_j}$ で以下 j を略して $pK'_{CO_2} \sim pH = \log x_{CO_2}$, $x_{CO_2} = [H^-]/K'_{CO_2}$ から $\beta_{CO_2} = \beta M(x_{CO_2}) \cdot C_{CO_2}$ を得る. 従つて $\beta u = \beta_1 - \beta_{CO_2}$ $\beta u = \beta M(xu) \cdot Cu$ から Xu を求めれば $pH \sim pK'/u = \log Xu$ から求むる pK'/u を得る. 実際には βM の表を作つてやれば容易である.

j	$\sqrt{\mu_j}$	滴加 $\frac{N}{10}$ HCl cc	電位差 $\times 10^{-4}$ volt	pH _j	平均 pH (pH _j)	ΔpH $\times 10^{-3}$ mol	$\Delta \beta$ mol	β_{1j} $\times 10^{-5}$ mol	x_{CO_2j} $\times 10^{-3}$ mol	β_{CO_2j} $\times 10^{-5}$	β_{uj} $\times 10^{-5}$	x_{uj}	pK'/u_j
1	0.111	0.4	905	5.977	5.819	316		459	456	225	234	0.20	5.619
		0.5	1100	5.661									
2	0.150	0.4	940	5.922	5.763	318		449	492	214	235	0.16	5.605
		0.5	1135	5.604									
3	0.235	0.4	990	5.840	5.681	317	0.001428	450	520	213	237	0.13	5.551
		0.5	1185	5.523									
4	0.313	0.4	995	5.832	5.673	317		450	510	215	235	0.16	5.513
		0.5	1190	5.515									
5	0.394	0.4	1005	5.816	5.657	317		450	467	221	229	0.20	5.457
		0.5	1200	5.499									
6	0.518	0.4	1015	5.800	5.621	358		398	450	228	170	0.52	5.102*
		0.5	1235	5.442									

$[H_3u] = 0.00425 \text{ mol}$ $[Li_2CO_3] = 0.00522 \text{ mol}$ * この値は除外

1	0.111	0.4	900	5.987	5.824	326		451	451	225	226	0.24	5.584
		0.5	1100	5.661									
2	0.150	0.4	920	5.954	5.791	325		452	464	224	226	0.24	5.551
		0.5	1120	5.629									
3	0.235	0.4	967	5.878	5.714	331	0.001471	444	499	213	231	0.20	5.514
		0.5	1165	5.547									
4	0.313	0.4	994	5.834	5.664	330		445	510	211	234	0.17	5.494
		0.5	1197	5.504									
5	0.393	0.4	1000	5.824	5.661	325		452	473	221	231	0.21	5.451
		0.5	1210	5.479									
6	0.518	0.4	1025	5.783	5.620	325		452	451	225	227	0.23	5.390
		0.5	1225	5.458									

$[H_3u] = 0.00425 \text{ mol}$ $[Li_2CO_3] = 0.00514$

な直線関係が得られなかつたので成績は省略する。pK が 9.0 以上であることは確かであるから生体に対する意味は少ないと思はれる。

Ⅲ. 結 び

滴定曲線から尿酸の見掛けの解離恒数のすれを食塩を共存イオンとして測定した。

A. 第 1 段解離指数 pK' と $\sqrt{\mu}$ との間には、イオン強度 μ が 0.25 mol の範囲までは、直線的関係が成立つと思はれる。 $pK_1' = pK_1 - a \cdot 2^2 \sqrt{\mu}$ の形から求めると $pK_1 = 5.66$, $a = 0.54$ を得た。

B. pK_2' と $\sqrt{\mu}$ では、アルカリ誤差が大きくて充分な直線関係が得られなかつたが、 $-\log r = a \cdot 2^2 \sqrt{\mu}$ (r は活量係数, 2 はイオン價) が当てはまるとすれば大体のところは $pK_2' = 9.0 - 1.5 \sqrt{\mu}$ で表せる様である。

文 献

- 1) 高木作治 (1950) 尿酸緩衝能に就いて 日本生理誌 13, 126
- 2) Gudzent F. (1909) Zeit. Phy. Chem., 60, 25
- 3) Van Slyke D. D. (1922) J. Biol. Chem. 52, 531
- 4) Brönsted J. N. and La Mer V. K. (1924) J. Am. Chem. Soc. 64, 555

Summary

The stoichiometric dissociation constants of uric acid were estimated under various ionic strength μ .

Method: A series of Lithium urate solutions, containing various concentrations of NaCl as coexisting ions, was titrated with quinhydrone electrodes and its buffer values were decided. K' can be calculated from these equations of buffer values, which is a function of K' , $[H^+]$ and the concentration of corresponding buffer substance.

Results: As regards the first dissociation exponent pK_1' , a linear correlation between pK' and $\sqrt{\mu}$ seemed to exist within certain limits of $\sqrt{\mu}$ from infinite dilution up to about 0.5 mol. It followed that $pK = 5.664$ and $a = 0.541$ by applying the figure, $pK' = pK - a \cdot Z^2 \sqrt{\mu}$.

As regards pK_2' , owing to alkaline error, the complete linear relation could not be obtained. But if the above figure is also proper to K_2' , it may be assumed that pK_2 is roughly about 9.0 and $a \cdot 2^2$ is about 1.5.

(Department of Physiology, Osaka Municipal Med. College)

骨 格 筋 に 對 す る Veratrin の 作 用 に 就 いて 612.744.2

On the Effect of Veratrin Upon the Striated Muscle.

(本論文の要旨は第24, 25, 26回日本生理学会總會に於て報告した(1), (2), (3))

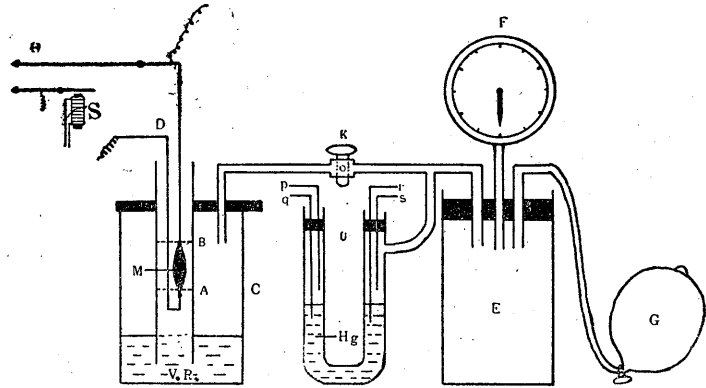
山 形 壽 郎 (Yamagata-Juro)*

I. 緒 言

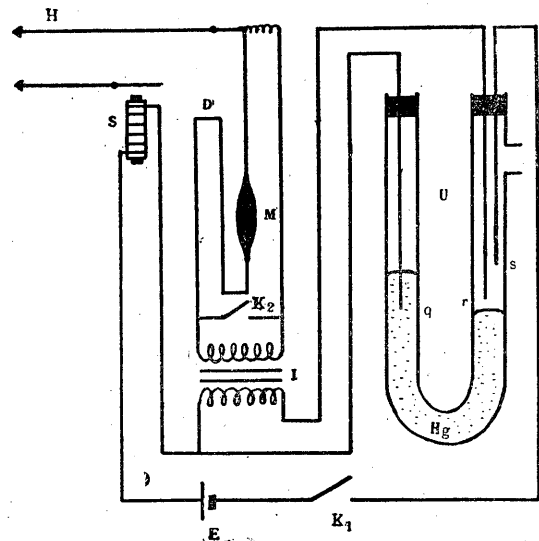
骨 格 筋 に 對 す る Veratrin の 特 異 の 作 用 は 筋 生 理 学 上 少 可 少 興 味 を 引 く 問 題 で あ つ て, 是 に 関 す る 報 告 も 少 く な い. 眞 下 (4) は 蟻 の 縫 工 筋 を 中 央 で 固 定 し 其 の 一 側 に Veratrin を 適 用 し て 之 を 刺 激 す れ ば Veratrin を 適 用 し な い 他 側 の 筋 の 部 分 に も, 所 謂 Veratrin 曲 線 が 現 は れ る こ と を 報 告 し, 其 の 後 井 上 (5) は 此 の 現 象 の 起 る 原 因 に つ い て 探 究 し た が 解 決 に は 至 ら な か つ た.

杉 (6) は Veratrin 曲 線 の 長 く 短 縮 は 攣 縮 の 合 成 せ ら れ た も の 即 ち 強 縮 で あ つ て, 其 の 際 の 働 作 電 位 も 之 と 一 致 し て い る こ と, 従 つ て Veratrin を 適 用 し な い 側 に 現 れ る Veratrin 曲 線 は, 適 用 し た 側 に 起 る 攣 縮 が 傳 播 さ れ る 爲 に 起 る も の だ と 報 告 し た.

眞 に 然 り と す れ ば, 眞 下 の 所 謂 奇 現 象 は 斯 く し て 解 決 を 與 え ら れ た 譯 で あ る. 併 し Veratrin の 作 用 そ の も の に つ い て は 何 等 触 れ ら れ て い な い. 従 來 Veratrin 曲 線 の 由 來 に 関 し 筋 纖 維 内 に 2 様 の 反 應 形 質 即 ち Mioplasma, 及 Sarcoplasma を 假 定 し, Veratrin の 適 用 に よ つ て 之 等 の 形 質 の 反 應 速 度 に 差 が 現 は れ, か く し て Veratrin 曲 線 が 現 は れ る も の と 考 え ら れ て い た が, 單 一 筋 纖 維 の 短 縮 に 関 す る 近 時 の 研 究, 特 に 松 本 及 佐 竹 (7) に よ つ て 報 告 せ ら れ た 陽 性 電 氣 緊 張 下 に 於 て は Veratrin は 作 用 し な い こ と, 並 に Veratrin の 作 用 は 陽 性 電 氣 緊 張 に よ つ て 直 に 解



第1圖 實驗装置 (模型圖)
 A: 筋が V. R. に 浸 さ れ は じ め る 点 B: 筋 全 体 が V. R. に 浸 さ れ る 点
 C: 氣 密 に 閉 じ ら れ そ の 底 部 に V. R. を 入 れ た 硝 子 容 器 D: 刺 激 電 極
 E: 一 定 壓 力 の 空 氣 の 貯 槽 F: 壓 力 計 G: 空 氣 を 送 り こ む ゴ ム 球
 H: 描 記 槓 桿 Hg: 水 銀 K: カ ラ ン S: 電 磁 信 號 器 U: E 内 壓 力 の 変 化 に よ り 水 銀 の 移 動 に よ つ て 電 流 を 開 閉 す る U 字 管
 p, q, r, s: U 字 管 に 封 入 し た 電 極 V. R.: Veratrin-Ringer 液



第2圖 實驗装置 (模型圖)

D: 刺 激 電 極 E: 電 源 H: 槓 桿 Hg: 水 銀 I: 感 應 コ イ ル K₁, K₂: 電 鍵 M: 筋 q, r, s: 電 極 U: U 字 管 S: 電 磁 信 號 器

* 群馬大学医学部生理学教室 (松本教授)

消せしめ得ること等の事実によつて、余は骨格筋に対する Veratrin の作用を明らかにする有力なヒントを與えられたと信するに至り之等の事柄を基礎として従來とは全く異つた観点から研究をすすめ、Veratrin の作用に関していささか明らかになし得たと信するので茲に報告する。

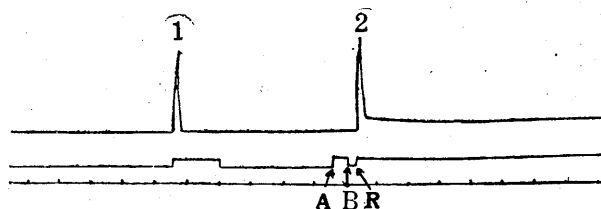
Ⅰ. 実験方法

実験材料は蟻又は蛙の腓腹筋及び縫工筋であつて、刺激には開放又は閉鎖感應電撃を用い、筋短縮の経過はインク式描記法(8)によつて Kymographion を用いて刺激の時点、時標を共に描記した。其の際用いた電氣的連結法、筋に Veratrin を適用する方法等は実験の種類によつて異なるので之等は各々の実験成績を述べるに先立つて夫々記載することとする。

Ⅲ. 実験成績

実験 1. Veratrin 適用後 Veratrin の作用が現われるまでの時間について。

筋を Veratrin-Ringer 液 (V. R.) 0.03% に浸し、その後種々の期間を経て感應電撃で刺激し Veratrin の作用が現はれるか否かを攣縮曲線に現はれる変化によつて検査したのであるが、実験方法は第 1 図に示す如く筋を描記槓桿 (H) に固定し、氣密に閉ぢた硝子容器 (C) の下部に V. R. を入れ、その中央部にあつて下部は V. R. に浸され上部は外部に開放せられた硝子円筒内に挿入しておく。この氣密に閉ぢられた硝子容器には空気を送りこむ管を設け、一定の圧力の一定容量の空気の貯槽 (E) よりカラン (K) を開くことにより急激に空気を送りこみ、その圧力によつて V. R. を中央の硝子円筒内に送り、筋が V. R. に浸されるやうにした。尙一方を閉ぢ他方を空気の貯槽に連結した U 字管中に適量の水銀 (Hg) を入れ、適當の高さに 4 箇の導線 p, q, r, s, を挿入し、之等を電磁信号器及び感應コイルの一次コイルに第 2 図の如く連結し、K を開き圧力が降下すれば U 字管内の水銀が移



第 3 圖 V. R. 適用後刺激を加えるまでの時が相當小さくても Veratrin の作用が認められる例

筋: 蛙の腓腹筋, V. R. の濃度 0.03% 室温: 7.0°C 1) 通常の攣縮曲線, 2) V. R. に浸して後約 0.1sec 後刺激して得た曲線
A: 筋に V. R. を浸し始めた時点 B: 筋全体が V. R. に浸された時点 R: 刺激の時点 時標: 0.3sec

動し q と r が接続する時点と V. R. が筋の最下部 (A) に達する時点が一致する如くしておく。この時点は Kymograph に於て A に相當する(第 3 図)。

更に V. R. が B に達し筋全体が V. R. に浸される時点と、U 字管中の水銀が降り q と r の接続が断たれる時点とが一致する様にしておけば之が B (第 3 図) となるわけである。尙圧力が小となり r-s 間が閉ざされるとこの際コイルの 1 次回路が閉ざされて刺激が加はる譯でこの時点が R (第 3 図) に相當する。

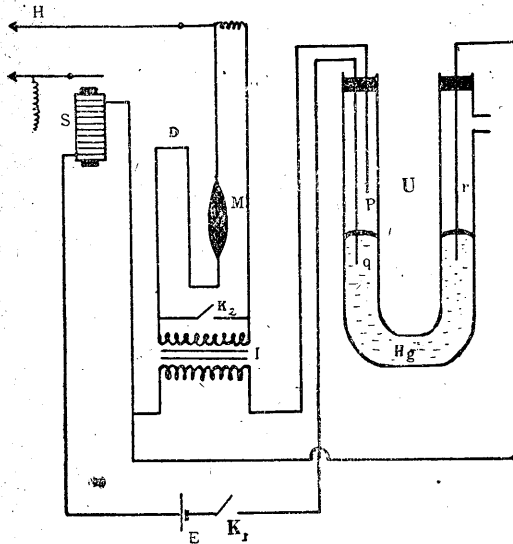
r-s の間隔を適當に定めることによつて筋全体が V. R. に浸された後の任意の時間に刺激が加はり筋を攣縮せしめる。この曲線と V. R. を適用しない前に得た攣縮曲線と比較し Veratrin の作用が現はれたか否かを検査したのである。

実験成績は B-R が數秒に及べば Veratrin の作用は著明に現はれ、B-R の期間が相當小さくても Veratrin の作用は明らかに認められた。例えば B-R が 0.1 秒程度でも Veratrin の作用は尙認められた (第 3 図)。

実験 2. 電氣的刺激を加えた後 Veratrin を適用しその作用を検査する。

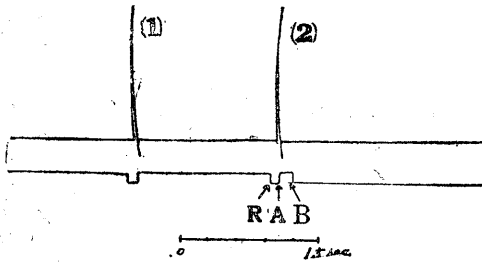
筋に電氣的刺激を加へ攣縮の経過中に V. R. を適用しその際の攣縮曲線の経過を V. R. を全く作用させない場合のそれと比較して Veratrin の作用を検査したのである。

実験方法は大体第 1 図の方法と同様であるが、異なる点は第 1 図に於て U 字管中に封入した第 2 図の電氣的連結を第 4 図の如くした点である。即ち貯槽の空気の圧力の下降によつて水銀



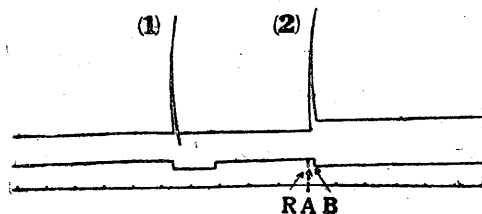
第4圖 實驗裝置 (模型圖)

D: 刺激電極 E: 電源 H: 槓桿 Hg: 水銀 I: 感應コイル K₁, K₂: 電鍵 M: 筋 p, q, r: 電極 U: U字管



第5圖 刺激後 V. R. を作用させて得た曲線 (殆んど Veratrin の効果の現れない場合)

筋: 蛙の腓腹筋 室温: 12.0°C Veratrin の濃度: 0.05% 刺激の時点から V. R. を作用させるまでの時間約 0.1sec (1) 通常の攣縮曲線 (2) 刺激後 V. R. を作用させて得た攣縮曲線



第6圖 刺激後 V. R. を作用させて得た曲線 (Veratrin の作用が明瞭に現れた場合)

筋: 蛙の腓腹筋 室温: 10.0°C Veratrin の濃度: 0.05% 時標: 0.6sec (1) 通常の攣縮曲線 (2) 刺激後 V. R. を作用させて得た攣縮曲線

が移動し p-q の接続が断たればこの時筋に開放感應電激が作用し (第5図 R) 筋は攣縮す

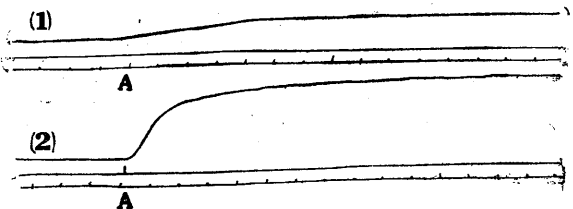
るがその攣縮の経過中に筋は V. R. に浸されるようにしたのである. その際筋が V. R. に浸され始めた点 (A) 及全体が浸された時点 (B) は夫々 q-r の接続, 次で開放によつて電磁信号器により描記されるようにした.

実験成績は比較的簡單で, R-A が長くて筋の攣縮が終つた後 V. R. が適用された場合は攣縮曲線の経過には全く変化が認められないが (第5図), R-A が 0.1sec 以内であれば Veratrin の作用は明らかに認められた (第6図). 併しこの際の Veratrin の作用は筋を長く Veratrin に浸しておいて後刺激した場合の如く強くなく, 従つて長く続く大きな攣縮は現れない.

実験 3. 高温の Ringer 液に浸した筋に対する Veratrin の作用.

1匹の蛙から同時に切り出した1対の腓腹筋の1つを比較的高温 (26.0~35.0°C) の Ringer 液中に 10~30 分間浸し, 他側の筋は 5.0~10.0°C の Ringer 液中に浸しておき其後 2つの筋を同一温度 (10.0~12.0°C) の Ringer 液中に浸して後之等を描記槓桿に連結し第1図に示した方法により (但此の際電氣的刺激は全く加えない) V. R. (0.05%) を適用し其の際起る Veratrin 攣縮の大きさを比較した.

高温に保つた筋に於ては Veratrin の作用がよく現はれ Veratrin 攣縮が強く起るが, 対照



第7圖

高温の Ringer 液に浸した筋に対する Veratrin の作用 筋: 蛙の腓腹筋 室温: 10.0°C Veratrin の濃度: 0.05% A: 筋に V. R. を適用させた時 点時: 標 3sec (1) 始めから低温の Ringer 液 (13.0°C) に浸しておいた筋についての曲線 (2) 60分間高温の Ringer 液 (34.0°C) に浸した筋についての曲線

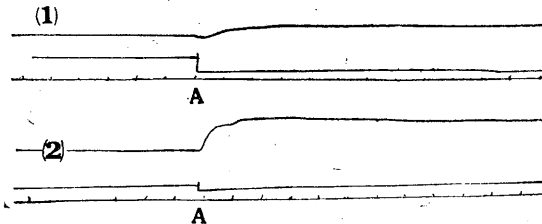
筋では攣縮が現はれ難く, 現はれる場合も高温に保つた筋に於けるよりもはるかに少い (第7図).

然し多数の例の中には兩者の差が殆んど認め

られない様な場合も少数はあつたが逆の場合は全く見られなかつた。

実験4. 負傷部を有する筋に對する Veratrin の作用。

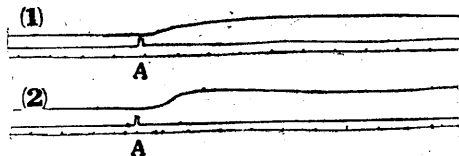
1匹の蛙の兩側の腓腹筋を用いて一方の筋の一部をメス又は鉋で傷けて描記槓桿に連結し、実験3に於けると同様な方法によつて V. R. (0.05%) を適用し Veratrin 痙縮の起るのを觀察したのであるが、負傷部を持つ筋に於ては無傷の筋に於けるよりも Veratrin 痙縮は著明に現はれた (第8圖)。



第8圖 負傷部を有する筋に對する Veratrin の作用筋: 蛙の腓腹筋 室温: 12.0°C Veratrin の濃度: 0.05% A: 筋に V. R. を適用させた時点 時標: 3sec (1) 無傷筋について得た曲線 (2) 一部をメスで負傷させた筋について得た曲線

実験5. 切り出して一定時間を経た筋に對する Veratrin の作用。

1匹の蛙の兩側の腓腹筋を同時に切り出し一方は直ちに、他方は一定時間 (15~60分) Ringer 液中に浸しておいて後描記槓桿に連結して実験3に於けると同様に V. R. (0.05%) を作用せしめ Veratrin 痙縮の起る程度を比較したのであるが、切り出して時間を経た筋に於ては Veratrin 痙縮は比較的強く現はれ、Ringer 液中に浸しておいた時間の長いものほど強く現はれる (第9圖)。

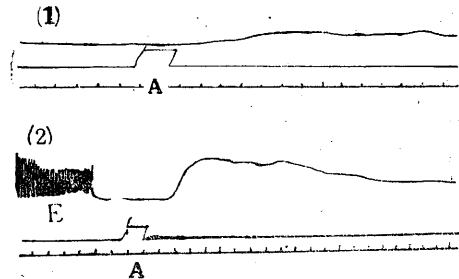


第9圖 切り出して相當の時間Ringer液中に浸しておいた筋に對する Veratrin の作用筋: 蛙の腓腹筋 室温: 9.0°C Veratrin の濃度: 0.05% A: Veratrin を適用した時点 時標: 6sec (1) 切りだして5分間後に得た曲線 (2) 60分間Ringer液 (10°C) に浸しておいた反對側の筋について得た曲線

此際 Veratrin の濃度が小さいと時間を経た筋と、切りだして直ちに実験したものとの差が現はれ難いので相當濃度の大きいものをも使用した (0.05~0.1%)。

実験6. 疲労せしめた筋に對する Veratrin の作用。

1匹の蛙の兩側の腓腹筋の一方の筋に單一感應電撃を繰り返しかえし與え、或は Wagner の鉗を用いて持続的感應電撃を作用せしめて疲労させた後実験3の方法と同様な方法により V. R. (0.03%) を適用し Veratrin 痙縮の起る程度を他側の疲労せしめない筋に於けるものと比較したのであるが、疲労せしめた筋に於ては明らかに Veratrin の作用が強く現はれた (第10圖)。



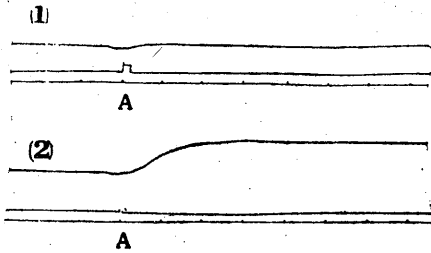
第10圖 疲労せしめた筋に對する Veratrin の作用筋: 蛙の腓腹筋 室温: 18.0°C Veratrin の濃度: 0.03% A: Veratrin を適用した時点 E: 疲労曲線の終りの方の部分 時標: 1sec (1) 疲労せしめない筋について得た曲線 (2) 感應電撃の直接刺激で約150回刺激した後 Veratrin を適用して得た曲線

実験7. 乳酸に浸した筋に對する Veratrin の作用

1匹の蛙の兩側の腓腹筋の一方の筋を 0.5~0.8% の乳酸加 Ringer 液中に10分間浸して後描記槓桿に連結し実験3の方法を用いて V. R. (0.03%) を適用し其の際起る Veratrin 痙縮を、他側の乳酸を作用させない筋に於けるそれと比較したのであるが、乳酸に浸した筋に於ては Veratrin 痙縮は非常に強く現はれた (第11圖)。

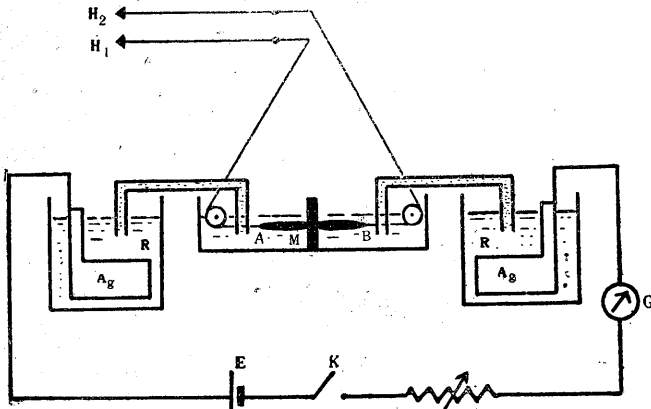
実験8. 電氣緊張と Veratrin の作用。

第12圖に示す如く藁の縫工筋Mの中央部を杉の隔絶法を用いて固定し筋の兩端A及Bを滑車を介して夫々描記槓桿 H₁ 及 H₂ に連結する。又不分極電極(Ag)を介して隔壁の兩側の Ringer 液より筋に電流を送り隔壁の兩側の部分に正又



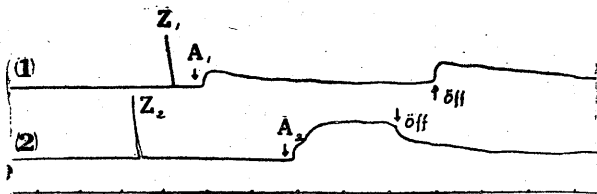
第11圖 乳酸加 Ringer 液に浸した Veratrin の作用

筋: 蛙の腓腹筋 室温: 18.0°C Veratrin の濃度 0.03%
 A: Veratrin を適用した時点 時標: 6sec (1) 乳酸加 Ringer 液中に浸さない筋についての曲線 (2) 0.5% の乳酸加 Ringer 液中に浸した筋についての曲線



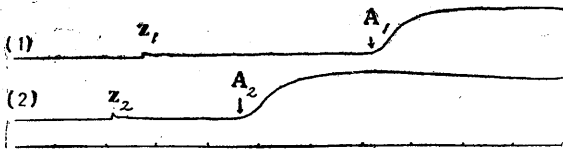
第12圖 實驗裝置 (模型圖)

A, B: 中央部を固定した筋の兩端 Ag: 銀板 E: 電源 G: 電流計
 H₁, H₂: 描記槓桿 K: 電鍵 M: 筋 R: Ringer 液 W: 可変抵抗



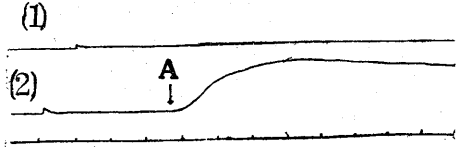
第13圖 電氣緊張と Veratrin の作用

筋: 驀の縫工筋 室温: 12.0°C Veratrin の濃度 0.05% Z₁ は電流閉鎖時に隔壁の B 側に起つた攣縮 Z₂ は Z₁ が他側へ傳播されて生じた攣縮
 delta off: 電流開放の時点 (1) 陽極側の筋についての曲線, A₁ は Veratrin 適用の時点 (2) 陰極側の筋についての曲線, A₂ は Veratrin 適用の時点
 時標: 6sec Z₁, Z₂ が兩曲線に於ける同時点 (大約) を示す



第14圖 Veratrin 痙縮の傳播性の有無

筋: 驀の縫工筋 室温: 18.0°C Veratrin の濃度: 0.05% 時標: 6sec (1) 隔壁の A 側の曲線 (2) 隔壁の B 側の曲線 Z₁: A 側を刺激して起つた攣縮 Z₂: Z₁ が B 側へ傳播されたもの A₁, A₂: Veratrin 適用の時点 A₂ に対して曲線 (1) には何等の変化が起らない. 又 A₁ に対して曲線 (2) に何等の変化が認められない



第15圖 乳酸痙縮の傳播性の有無
 筋: 驀の縫工筋 室温: 17.0°C 乳酸の濃度: 0.5% 時標: 3sec A: 乳酸注入の時点 (B 側へ) (1) 隔壁 A 側の曲線 (曲線 (2) に於ける A に對應して何等の変化が認められない) (2) 隔壁 B 側の曲線

は負の電氣緊張を與え、此の Ringer 液中に一定量の V. R. (0.05~0.1%) を注入し Veratrin 痙縮の大きさを描記した。

此の際電流が強すぎると陰極側に於て筋は持続的短縮を起し Veratrin 痙縮は不明になるが、電流の強さが適當であれば陰極側に於て Veratrin 痙縮は著しく強く陽極側に於ては全く現はれないか又は現はれても弱い (第13圖)。

實驗 9. Veratrin 痙縮の傳播性の有無。

驀の縫工筋の中央部を杉の隔絶法を用いて固定し (第12圖), その兩側 A 及 B を滑車を介して夫々描記槓桿 H₁ 及 H₂ に連結する (電流は流さない)。

次にその一侧 A へ V. R. (0.05~0.1%) の一定量を注入すれば、その側の筋は Veratrin 痙縮を起すが他側へは傳播せられなかつた (第14圖)。次に他側 B へ V. R. を注入すれば此の側にも Veratrin 痙縮が起るが此の痙縮も亦他側へは傳播されなかつた (第14圖)。即ち斯様にして起つた Veratrin 痙縮は傳播性を有しない様にみえた。併し一侧を電氣的に刺激して攣縮を起せば攣縮は他側へ傳播された (第14圖)。

尙 V. R. の代りに乳酸加 Ringer 液を用いて起る痙縮も Veratrin 痙縮と同様他側へは全く傳播されなかつた (第15圖)。

IV. 考 按

余は前述の如く種々の実験条件の下に Veratrin の作用を観察したのであるが、次に此等の実験成績に就いて考察して見たい。

実験1の結果が示す如く Veratrin は之を適用すれば殆んどその瞬間から筋に対して作用を現わす。併し此の際其の作用は筋を長く Veratrin 溶液に浸しておいた場合に比較して著しく弱い。この事柄は其作用が筋の表面に近い筋繊維に限られるからであると考えれば理解される。

次に筋の攣縮の経過中に Veratrin を適用した際 Veratrin 痙縮が現われることは重要な事柄であつて、筋の攣縮に際しては、筋は静止時とは異なつた状態におかれることは勿論であるが、筋の攣縮に伴つて働作電位が現われることを先づ考えなければならぬ。

臆説に従えば筋繊維は静止時は表面正、内面負の電気二重層を形成して居て、筋の興奮即ち攣縮に際しては表面正の電位が負になるか、正の電位が相當低下するものと考えられる。かゝる状態になると Veratrin が容易に作用し得るやうになると考えると、刺激後に Veratrin を適用して作用が現はれることが理解せられる。

斯様な事柄によつて所謂 Veratrin 曲線の現われる機序が理解せられる。即ち Veratrin 曲線の長く続く部分は実験3~7に示す如く筋を刺激することなく相當の濃度の Veratrin-Ringer 液を適用した際現われる Veratrin 痙縮に相當するものであつて、筋が一度興奮すると其後 Veratrin の作用を受け易い状態におかれる爲に痙縮が起るのであると推定せられる。

次に筋を切り出して後高温度に保つとき、又は切り出して相當時間を経たものは、新鮮なものに比較して被刺激性が低下することはよく知られている所であるが、この事柄は筋繊維を包む限界面に於ける外面正、内面負の電気二重層の電位が低下するものと推定せられている(9)。更に実験6に於ける如く筋を疲勞せしめる場合実験7に於ける筋を乳酸加 Ringer 液に浸した場合も同様な状態になり、かゝる状態になれば Veratrin が作用し易くなるものと考えれば、此等の事柄は実験1に就いて述べた推定を更に確

実なものとするわけである。

又実験4に於ける如く筋の一部を負傷せしむれば、負傷部位は勿論その他の部位に於ても負傷電位のために筋繊維に於ける表面正の電位が低下し又は消失した状態になつていられると考えられ、かくして Veratrin の作用が容易に現われ、実験9に於ける如く隔絶法を用いて通電すれば陽極側では表面正の電位が通常の場合より一層強く、陰極側では表面負になつているか正の電位が非常に低下していることは明らかであつて此際陰極側に Veratrin の作用が強く現はれることは実験2, 3, 5, 7等に対する推定と全く一致する。

尙陽性電気緊張の下に於ては Veratrin の作用の現われ難いことは、新鮮な筋に於て正常状態では Veratrin の作用が現はれ難いことと同一理由に基くものと考えられる。

以上の事柄を要約すれば、Veratrin は、筋が陽性電気緊張下に、或は之と同様な状態にあれば作用し難く、陰性電気緊張又は之と同様な状態におかれる時容易に作用する。所謂 Veratrin 曲線は、筋が一度興奮すると其際一時的に筋繊維が陰性電気緊張下にあると同様な状態になつて、その時 Veratrin の作用が現はれると考えられる。更に又実験9に示された如き方法によつて現はれた Veratrin 痙縮は、他側の Veratrin を作用させない側又は傳播されなかつたのであるが、このことは乳酸其他によつて起つた痙縮と同様であつた。Veratrin 痙縮はかゝる性質を有するもののみであるか否かは余の実験からは決定することは出来ないが、若し Veratrin 痙縮がかゝるものであるとすれば、眞下の所謂奇現象に際して Veratrin を作用させない側におこる Veratrin 曲線の長く続く部分は非傳播性の痙縮ではなく、攣縮の如く傳播性を有する短縮の加重によつて起つたもの即ち強縮に類するものと見做すことが出来る。

この事柄は杉の実験と一致するわけで、杉(6)は尙かゝる際働作電位も観察して筋の強縮に際して観察すると類似なものが現はれると云つてゐる。実験条件如何によつて斯様な短縮が現は

れるものと思われる。

V. 總 括

余は実験材料として蛙の腓腹筋、蓋の縫工筋を用い、これ等に対する Veratrin の作用即ち所謂 Veratrin 曲線の現はれる機序を明らかにするため次の如き実験を行つた。

1. 筋に Veratrin-Ringer 液を適用して後電氣的刺激を加え Veratrin の効果の起るのを観察したが、Veratrin の作用は適用直後から現はれるが、適用後刺激までの時間が短かければ弱く數秒を経れば強く現はれた。

2. 筋に電氣的刺激を與えその攣縮の経過中に Veratrin を作用せしむればその程度は弱いが Veratrin の効果が見られ所謂 Veratrin 曲線が現はれる。

3. 同時に切りだした兩側の腓腹筋の一方を高溫の Ringer 液中に浸し、其の後同一容器の Ringer 液に浸して後 Veratrin-Ringer 液を適用したが、一度高溫に保つた筋に於て Veratrin 攣縮が強く現われた。

4. 同時に切り出した兩側の腓腹筋の一方の適當部分に負傷部を作つて Veratrin-Ringer 液を適用すれば無傷の筋に於けるよりも Veratrin 攣縮が強く現はれた。

5. 同時に切り出した兩側の筋の 1 つは直に他は 15~60 分後に Veratrin-Ringer 液を適用すれば、切り出して時間を経た筋に於て Veratrin 攣縮が強く現はれた。

6. 筋を電氣的に刺激して疲勞せしめた後、Veratrin-Ringer 液を適用すれば、疲勞せしめない筋に於けるよりも Veratrin の作用がよく現はれた。

7. 筋を乳酸加 Ringer 液に浸して Veratrin-Ringer 液を作用せしむれば乳酸加 Ringer 液に浸さない筋におけるよりも Veratrin 攣縮が強く現はれた。

8. 杉の隔絶法を用いて通電し、陽性及陰性電氣緊張下にある部分に Veratrin を適用したが陰性電氣緊張下にある部分には Veratrin 攣縮が非常に強く現われたが、陽性電氣緊張下にある部分には現われ難かつた。

9. 杉の隔絶法を用いて筋の中央部を固定しその一側に Veratrin 又は乳酸を作用させて攣縮を起させたが、斯様にして現れた攣縮は他側には傳播されなかつた。

10. 以上の実験によつて余は Veratrin の作用は陰性電氣緊張又は之と同様な状態にあるとき容易に現われ、所謂 Veratrin 曲線は刺激によつて筋が一度興奮し一時的に筋が陰性電氣緊張の際と同様な状態になつて Veratrin 攣縮が起るものであると解釋する。

終りにのぞみ、終始御懇篤なる御指導を賜はつた松本教授に深甚の謝意を表す。

文 献

- 1) 山形壽郎 (1947) 骨格筋に對する Veratrin の作用について (第1報) 日本生理誌 11, 180
- 2) 山形壽郎 (1948) 骨格筋に對する Veratrin の作用について (第2報) 日本生理誌 11, 208
- 3) 山形壽郎 (1949) 骨格筋に對する Veratrin の作用について (第3報) 日本生理誌 11, 学43
- 4) Mashimo, S. (1920); Hide, Ishikawa's "The fundamental phenomena of life" Jap. Jour. of physiol. 2, 76
- 5) Kiyotune Inoue (1939) On the special contraction of partly veratrinized muscle. Jap. Jour. of med Sciences. III Biophysics. 6, 29
- 6) 杉 請三郎 (1948) 生理学東京談話會講演
- 7) Masao Matumoto & Y. Satake (1945) Über die Längenänderung einer ausgeschnittenen quergestreiften Muskelfaser, infolge der Einwirkung des elektrischen Stromes. Jap. Jour. of med. Sciences. III Biophysics. 10, 307
- 8) 山形壽郎・江藤 喬 (1946) 毛細管インク式描記法 日本生理誌 10, 277
- 9) 木村一雄 (1950) 通電による筋纖維の短縮性の持續及び回復並に短縮の大きさの変化に關する研究 日本生理誌 12, 91

Summary

As experimental material *M. sartorius* or *M. gastrocnemius* of a frog was used; for the stimulation of the muscle induction shocks were employed directly. The contraction of the

muscle was recorded with a kymographion by means of ink and glass capillary tube connected to a lever. For quickly immersion of the muscle into the veratrin-Ringer's solution was employed by specially devised compressed air apparatus.

Results: 1) By application of veratrin immediately after the stimulation, during the twitching of the muscle, the twitch curve was followed by the veratrin effect curve, although it was not so large. 2) By application of veratrin without stimulation after the immersion of Ringer's solution of for 10~30 minutes, the muscle showed stronger contraction than the control. 4) Applying veratrin without stimulation to the fatigued muscle, so was observed quite remarkable veratrin effect. 5) After immersion of the muscle in 1-% lactic acid-Ringer's solution for 1-5 min. veratrin effect appeared obviously without any stimulation. 6) The veratrin effected more obviously upon the injured muscle than the not injured. 7) Upon the muscle under cathelectrotonus the veratrin effected quite remarkably, on the contrary, under the anelectrotonus no effect was observed.

After the discussion of these results, the author assumed, that the effect of veratrin appeared when the muscle was brought to some special state, in which the charge of the double-layer outside positive might have been decreased. Thus the author explained the so-called veratrin curve as that by twitch of the muscle it was brought to a state to be effected easily by veratrin and upon this state of the muscle veratrin effected.

(Physiological Inst. of Medical Faculty, Gumma Univ.)

骨筋繊維のなし得る機械的仕事の大きさに就いて 612.742.21

On the Mechanical Work Done by the Striated Muscle Fibers.

(本論文の要旨は第27回生理学總會に於て報告した3)

木村一雄 (Kimura-Kazuo)・山形壽郎 (Yamagata-Jurō)*

I. 緒言

著者の1人木村は、さきに骨筋繊維のなし得る機械的仕事の大きさを直接法によつて測定し、藁の縫工筋より分離した単一筋繊維のなし得る機械的仕事量は、大体0.02~0.03g-mであると報告した(1)。

その後木村(2)は骨筋繊維の短縮に関する研究を行い、陽通電開放を繰り返す場合、又は陽通電をなすつゝ等電圧の陰通電による刺激を繰り返して、短縮を起させるときは、短縮は數時間に亙つて繰り返され、短縮回数は數万回に及ぶことを観察し、之を光槓桿を用いて描記した。

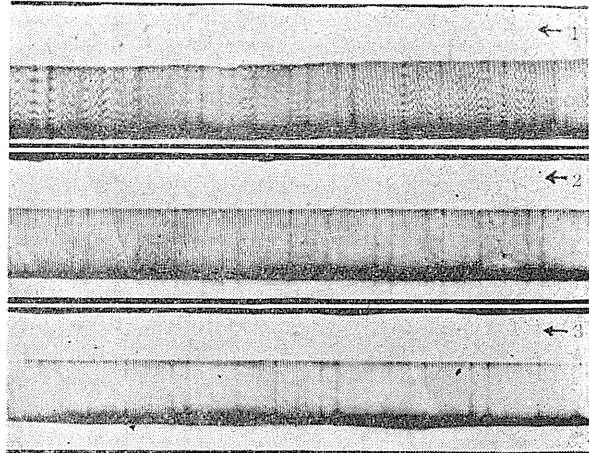
此の短縮曲線から筋繊維のなし得る仕事量を間接的に測定したのであるが、それ等の値は従來報告されたものより非常に大きいので、これ等の結果を報告する。

II. 実験方法

光槓桿を用いて Bromide紙面に描記した短縮曲線の高さから、筋繊維が光槓桿を運動せしめた実際の距離並に光槓桿を運動せしめるに要する力の大きさを求め、実際になされた仕事の總量を算出した。

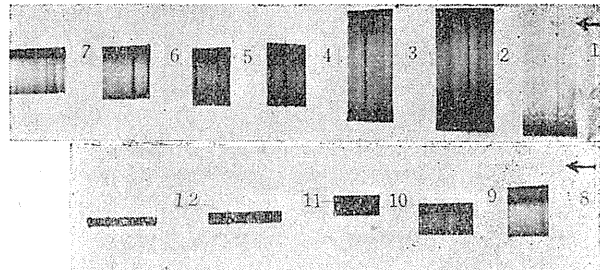
即ち光槓桿を1mmを動かすに要する荷重の平均は0.15gであつて、且つその1mmの運動はBromide紙に38mmの高さに現われるので仕事量(W)はBromide紙に於ける短縮曲線の高さ

* 群馬大学醫學部生理学教室(松本教授)



第1圖 陽通電開放によつて短縮が繰り返される状態の一部 (1948, 11月3日) Z. T: 170°C R. T: 13.0°C

筋繊維: 切り出して4時間後のm. sartoriusから分離 陽電壓: 1.0~7.0V 頻度: 70per min 短縮持続: 350分, 24,500回 (1)實驗開始後60分 (2)120分後 (3)180分後



第2圖 陽通電を持続しつゝ陰通電によつて起る短縮が繰り返される状態の一部 (1949, 3月21日)

Z. T: 10.0°C R. T: 9.0°C 筋繊維: 切り出して24時間後のm. add. longusから分離 陽電壓=陰電壓: 1.5~20.0V 頻度: 70per. min 短縮持続: 330分, 22,700回 (1)實驗の始め (2)30分後 (3)50分後 (4)80分後 (5)100分後 (6)120分後 (7)140分後 (8)160分後 (9)190分後 (10)240分後 (11)300分後 (12)330分後

の總和を $\sum h$ として

$$W = \frac{\sum h \times 0.15}{38 \times 10^3} \text{ (gram meter)}$$

によつて算出した。

かくして陽通電開放を繰り返した短縮曲線(第1圖)から5例と、陽通電を持続し陰刺激を繰り返した短縮曲線(第2圖)から5例を選びW

を計算した。

Ⅲ. 実験成績

陽通電開放によつて起る短縮を繰り返した場合には、蓋の縫工筋の數本の纖維に於て最大 7.34g-m (短縮回数35,700回, 短縮持続時間 8 時間30分)にして、之を1本の筋纖維に換算すると 1.22g-m となり、又全筋の纖維數を 600 本として全筋の仕事量に換算すると 732g-m となる。

又 5 例に就いて 1 本の筋纖維のなし得る仕事量の平均値は 1.07g-m となり、全筋に換算して 761g-m となつた (第 1 表)。

次に陽通電を持続して陰通電による刺激を繰り返して起る短縮の場合には前の例より W は多少小さく、最大 5.48g-m (短縮回数26,600回, 短縮持続時間 6 時間20分), 1 本の筋纖維に就いて 0.91g-m となつた。

第 1 表
陽通電開放による短縮に際してなされた仕事量

筋	筋纖維數	仕事量 (g-m)	筋纖維 1 本の仕事量 (g-m)	短縮反復時間	短縮回数
m. sart.	6	7.34	1.22	8h30min	35,700
m. add. mag.	6	6.05	1.01	9h	37,800
m. sart.	5	5.43	1.09	6h30min	33,300
m. add. mag.	5	5.72	1.14	8h20min	35,000
m. sart.	5	4.37	0.87	5h50min	24,500

又 5 例に就いての平均的値は 1 本の筋纖維に就いて 0.778g-m 全筋にして 589g-m となつた (第 2 表)。

第 2 表
陽通電を持続し陰通電による刺激による短縮に際してなされた仕事量

筋	筋纖維數	仕事量 (g-m)	筋纖維 1 本の仕事量 (g-m)	短縮反復時間	短縮回数
m. sart.	5	3.11	0.62	4h	16,800
m. sart.	6	5.48	0.91	6h20min	26,600
m. add. mag.	5	3.47	0.69	4h10min	17,500
m. sart.	5	3.27	0.65	4h50min	20,300
m. add. long.	5	4.91	0.98	5h50min	24,500

Ⅳ. 考 察

上述の如く陽通電開放及び陽通電を持続して陰刺激の際になされる仕事量は非常に大きく、最大 1.07g-m となつたが、この値は木村(1)が直接法によつて測定した値 0.02~0.03g-m に比較

すれば十倍に達する値である。

しかるに木村(3)の報告に述べられた如く之等の値は筋纖維の全長 30~40mm の内、筋纖維を固定した隔壁に接し、通電の際電流密度が比較的大であつた部分のみに関係した値であつて、筋纖維全長に就いては更にこれ等の値の數倍に達する仕事をなさしめる事が可能と思われる。

この事柄を考慮に入れれば、1 本の筋纖維のなし得る仕事量は 5g-m 以上ともなり、以前木村が直接法に依つて測定した値の 2 百數十倍に達する。

かゝる仕事量に相當する Energie が、筋纖維内に保有されて居つたのか、又は外部から加えた電氣的 Energie が之に変換されたかは尙明らかでないが、外部から作用させた電氣的 Energie が之に関與するとすれば、この事柄は極めて重要な意義を持つことになる。

Ⅴ. 結 論

余等は杉の隔絶法類似の方法によつて、陽通電開放、又は陽通電を持続しつつ陰通電による刺激を繰り返し、その際起る短縮を描記し其の曲線の高さから間接的に蓋の骨筋繊維によつてなされた機械的仕事量を測定した。

その値は數本の筋纖維に就て 3.10~7.34g-m となり、之を 1 本の筋纖維に換算すれば、0.62~1.22g-m となつた。これ等の値は木村がさきに報告した 0.02~0.03g-m に比し數十倍に達する。しかるにこれ等の値は筋纖維全長の中、その一部分のなし得る仕事量であつて、全長に就いては更にこれ等の數倍に達する仕事をなさしめることが可能であると思われる。

終りにのぞみ、終始御懇切なる御指導と御校閲を賜つた松本教授に感謝の意を表す。

文 献

- 1) 木村一雄 (1949) 骨筋繊維のなし得る機械仕事の最大値に就いて 日本生理誌 11, 43
- 2) 木村一雄 (1950) 通電による筋繊維の短縮性の持続及び回復並に短縮の大きさの変化に關する研究 日本生理誌 12
- 3) 木村一雄・山形壽郎 (1950) 骨筋繊維のなし得る機械的仕事の大きさに就て 日本生理誌 12, 学93

Summary

Previously Kimura, one of the authors, reported on the value of mechanical work done by the striated muscle fibers, measured with direct method by means of the apparatus devised by Kimura (1). Afterward Kimura observed that the striated muscle fibers could repeat their contractions more than 3×10^4 times in 5 to 8 hours and he recorded the contractions with the optical lever. In the present work the authors measured the mechanical work of the muscle fibers on his records of contractions.

The principle of the measuring method is: from the heights of contractions on the record, the actual distance the muscle fibers moved the lever is obtained. Calculating the sum of these distances and the force required to move the optical lever, the product of these values is obtained as the mechanical work done by the muscle fibers.

Results: The maximum value of the work of the several fibers separated from *M. sartorius* of the bull-frog was calculated as 7.3g-m (during the contractions of 35,700 times in 8.5 hours). If the value is converted to the work of the single fiber, it became 1.22g-m. A perfect *sartorius* muscle, if it has 600 fibers, may be able to do work of 732g-m. They are the values obtained by the contractions caused by the stimulation of the break of anodic current, but in case of the contraction due to the stimulation of cathodic current under the application of continuous anodic current of proper intensity, the result was about the same.

These value of work is extremely large compared with those ever reported. Nevertheless it is the work, as Kimura (2) already related, done by a section of the fibers, and several times work might be done, if the whole length of the fiber was employed to do work.

(Physiological Inst. of Medical Faculty, Gumma Univ.)

骨筋繊維の伸展による短縮性の変化に就いて 612.741

On the Variation of Contractility of the Striated Muscle Fibers by Stretching.

(本論文の要旨は日本生理学会第27回總會に於て報告した 4)

川田 深太郎 (Kawada-Fukatarō) ・ 山形 壽郎 (Yamagata-Jurō)*

松本及眞中 (2) の報告によれば骨筋を伸展すれば Impedance が減少するが之は筋繊維を包む限界膜の透過性が増すことに基くものと考えられ、又木村 (1) に従えば筋繊維の短縮性は限界膜を界として形成される電気二重層の電位に依存することが明らかにせられた。

之等の事柄を考え合せれば伸展によつて筋の短縮性に变化が現われるであろうと考えられるわけである。

余等は此等の事柄を実験的に確める目的を以て本実験を開始したのである。

I. 実験方法

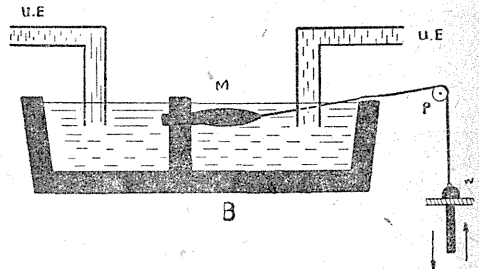
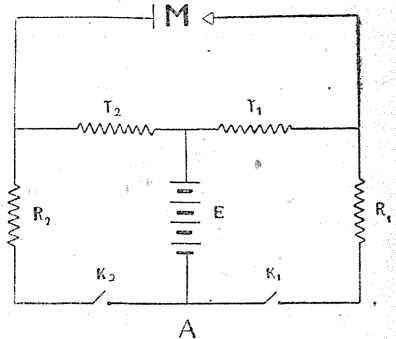
実験材料には墓の縫工筋其他から分離した數本の筋繊維を用い、松本及佐竹 (3) が用いた方法と同様な方法に従つて筋繊維を電極箱に固定し、又筋繊維の短縮は光槓桿を用いて Bromide 紙に描記した。

筋繊維に電流を流すためには第1図に示す如き電氣的連結法を用いた。其の際筋繊維の短縮を観察する側が陽極になる様にして電流を流す場合を陽通電と稱し、逆の方向に電流を流す場合を陰通電と稱する事にした。

筋を伸展するためには 0.7g の荷重を用い、之をのせる支持台を設け支持台をさげれば荷重が作用して筋繊維を伸展し、支持台を上げれば荷重の作用が止み筋繊維に対する伸展張力がとれる様にした。

II. 実験成績

1. 筋繊維を豫め強さ及期間 (0.5sec) の一定の陰通電によつて一定の大きさの短縮が起る様な状態にしておき (陽通電によつて) かゝる状態に

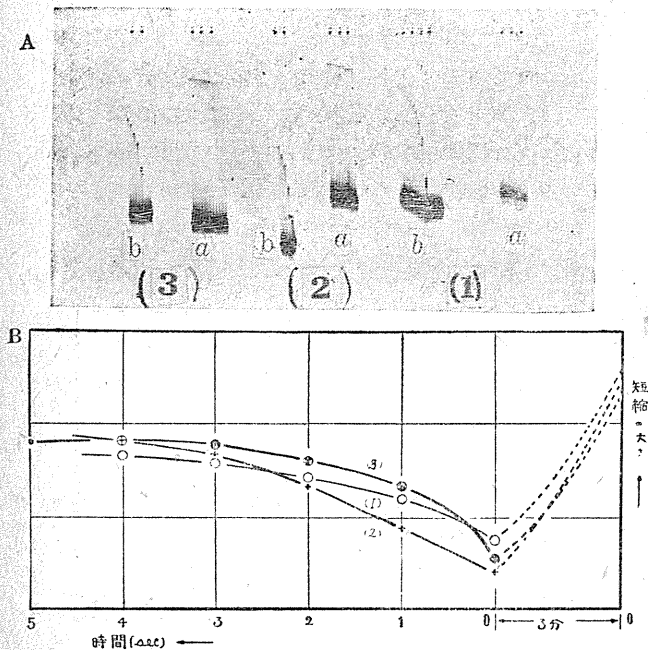


第1圖
A: 電氣的連結法 E: 電源 K₁, K₂: 電鍵 M: 標本 R₁, R₂, r₁, r₂: 抵抗
B: 電極箱及筋繊維を伸展する方法 K: 隔壁 M: 筋繊維 P: 小滑車 R: Ringer氏液 S: 隔壁 W: 荷重 (之を支持する台を上下して荷重が作用し又しないようになる)

於て、1) 數回の短縮を描記しその後2分又は3分そのまま放置し (第2図A, (1)a) て、その後短縮を描記 (第2図A, (1)b) し 2) 同じ筋繊維を用いて (1)a と全く同様な刺激に対して (1)a と同様な大きさの短縮が起る様にして (陽通電によつて) 數回の短縮を描記し、其の直後 0.7g の荷重をかけて筋繊維を伸展した状態で2分又は3分経過後荷重を去つて再び短縮の大きさを描記する (第2図A, (2)b). 3) 1) と全く同様な実験を繰り返さず (第2図A) (3)a, b).

以上の 1), 2), 3) の如き一連の実験に於て

* 群馬大学醫學部生理学教室 (松本教授)



第2図 伸展による短縮消失の増加

A: 光楯棒によつて描記した筋繊維の短縮 (1) (3): 筋繊維を伸展しない場合 (2): 筋繊維を0.7gの荷量を用いて伸展した場合
 B: Aの曲線から得た短縮の大きさ 曲線(1) (2) (3) はそれぞれAに於ける(1) (2) (3)に相當するもの

1)及3)の如く筋繊維を伸展せずに2分又は3分放置した際にも短縮の大きさは始めのそれより相當小さくなるのであるが、2)の如く筋繊維を伸展しつゝ2分又は3分経過した後に於ては短縮の大きさは1), 3)の場合に於けるよりも一層小さくなつてゐることが認められる(第2図B)。即ち伸展状態に於ては筋繊維の短縮性は伸展しない場合よりも消失が速やかであることが認められた。

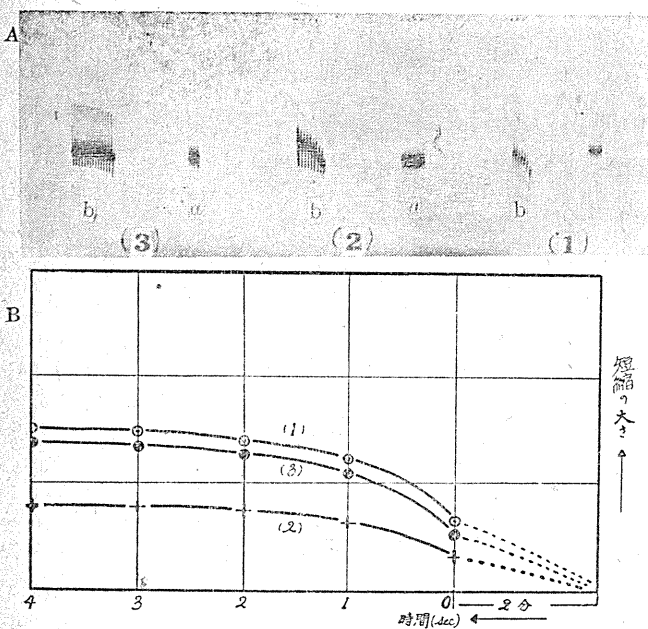
2) 筋繊維を豫め強さ及期間(0.5sec)一定の陰通電による刺激に対して短縮が殆んど起らない様な状態において、1)一定の強さの陽通電を2分又は3分進行し其の後短縮を描記し(第3図A, (1)b), 2) 1)と同じ筋繊維を用い1)と同様な刺激に対して1)の始めに於けると同様な状態にし0.7gの荷重を用いて伸展しつゝ2分又は3分陽通電して其の直後短縮を描記する(第3図A, (3)b)。

以上 1), 2), 3)の如き一連の実験に於て始め刺激に対して殆んど短縮しなかつた筋繊維が陽通電によつて短縮性を回復し2分又は3分後には何れの場合にも相當の大きさの短縮を行う様になるのであるが2)の場合に於ては陽通電後の短縮の大きさは1)及3)の場合のそれより小である。

即ち短縮性の回復は伸展状態にしておくと然らざる場合に於けるより小さいことが認められた。

Ⅲ. 考 按

前述の実験成績により筋繊維の短縮性は、筋繊維を伸展させておくと速やかに消失し又筋繊維に陽通電して其の短縮性の回復を図る際に伸展させておくと然らざる場合よりも短縮性の回復がおくれることがわかつ



第3図 伸展による短縮性回復の減少

A: 光楯棒によつて描記した筋繊維の短縮 (1) (3): 筋繊維を伸展しない場合 (2): 筋繊維を0.7gの荷重で伸展した場合
 B: Aの曲線から得た短縮の大きさ 曲線(1), (2), (3) は夫々Aに於ける(1), (2), (3)に相當するもの

たのであるが、之等の事柄は本論文の最初に述べた如く、松本・眞中によつて筋繊維を伸展すれば Impedance が減少し而して之は筋繊維を包む限界膜の透過性が高まることに基くとこの報告から推論して透過性が高まれば限界膜を界として其處に存在する電気二重層の電位の低下が起ることになるわけである。

伸展すれば電気二重層の電位の変化が起るとは筋を伸展すれば変形電位が現われると云う江藤の実験からも又大体明らかなわけである。

他方木村(1)によれば筋繊維の短縮性は外面正内面負の電気二重層の電位に関係し之が高い時短縮性が大であることが報告されている。

筋繊維を伸展させておけば二重層電位の消失が速やかであり又陽通電によつて電気二重層が成生される際にも限界膜の透過性が大であれば其の成生が困難になるわけである。斯くして伸展させておけば短縮性が早く消失し短縮性の回復に當つても其の回復がおくれるわけである。

以上の事柄は実験開始に先つて松本・眞中並に木村の実験から理論的に豫期した處で、実験の結果は其の事柄を確実にし得たわけで余等の得た結果は逆に松本・眞中並に木村の報告の正當さを證明することにもなるわけである。

IV. 總 括

余等は蛙又は臺の縫工筋其の他から分離した數本の筋繊維を用い、杉の隔絶法類似の方法によつて固定し、松本及び佐竹が用いたと同様な方法によつて持続性短縮を光楨桿によつて描記してその短縮の大きさを目標にして筋繊維を一定の荷重を用いて伸展しておいた際の短縮性の消失の速さ並に短縮性の回復性の程度を、伸展しないで放置した際と比較して次の結果を得た。

即ち筋繊維を伸展しておくこと短縮性の消失は然らざる場合より速やかであり、電流を用いて短縮性を回復させる際にも伸展しておくことその回復がおくれることが認められた。

終りにのぞみ、松本教授の御指導並に木村講師の御援助に對し深謝の意を表す。

文 献

- 1) 木村一雄 (1950) 通電による筋繊維の短縮性の持続及回復並に短縮性の変化に關する研究 (日本生理誌に發表の豫定)
- 2) 松本政雄・眞中はるゑ (1949) 骨筋の伸展による Impedance の変化に就いて 日本生理誌 12, 226
- 3) 松本政雄・佐竹結實 (1945) Über die Längenänderung einer ausgeschnittenen quergestreifte Muskelfaser, infolge Einwirkung des elektrischen Stromes. J. J. of Medical sciences. III. 10, 321
- 4) 山形壽郎・川田深太郎 (1950) 骨筋繊維の伸展による短縮性の変化に就て 日本生理誌 12, 学66

Summary

By the experiment of Matumoto and Manaka, it was known that the stretching of the muscle fibers decreased the impedance due to the increase of permeability. And Kimura reported that the contractility of the muscle fibers depended on the charge of double-layer surrounding the fibers. Permitting these confirmations as the facts, the contractility of the muscle fibers might be changed by stretching of them. The present work was carried out to research on the problem.

In the experiment several fibers separated from *M. sartorius* etc. of the bull-frog were employed; the method of stimulating and recording of the contraction were the same with that reported by Matumoto and Satake. To stretch the muscle fibers, a weight of 0.7g. was used by means of a small pulley. At the beginning of the experiment the heights of cathodic contractions wererecorded in the free state from the weight. Next, after the muscle fibers had been stretched with the weight for 3 or 5 minutes, the weight was removed and the contractions recorded. And finally again, in the same way as at first, the contractions were recorded. So was observed greater decrease of contractility during the stretching. Further it was shown in the same way, that the recovery process due to the effect of anodic current is prolonged in the stretched state of the muscle fibers.

(Physiol. Inst., Med. Facult., Gumma Univ.)

Acetylcholine 感受性並びに抗 histamine 劑の抗 acetylcholine

作用に就いて 612.014.469

Acetylcholine Sensibility and the Antiacetylcholinic Action of Antihistaminic Drugs.

瀬 在 昌 次 (Sezai-Masatsugu)*

I. 緒 言

Acetylcholine (以下 Ach. と省略) 感受性と云う化学刺激に対する被刺激性の支配条件については系統的研究が殆んどない。Ach.作用は或は Kイオン 作用に類似すると云われ、Kイオンを拮抗する Ca イオンはそれが作用を抑制すると云われるが、K, Ca イオン作用の最も顯著に證明され得る蛙心臓標本に關しても Clark (1927) (1) の業績以後系統的研究を見ない。Clark はそれ以前の研究がすべて Ringer液中の K, Ca イオン濃度の極端に変化した場合を論じているのに対し、それが比較的軽度な所謂生理的變動範圍内の變化の影響を検討し、且心臓收縮を1/2に抑制するに必要な Ach.濃度を目標に Ach.感受性變化を求めた。この様な条件では心臓に対する Ach. 感受性は Medium の K濃度の減少によつて増大し、Kの増加 Ca の増加又はアルカリ性の増加によつて減弱することをみ爾來この結論が諸種の Ach. 感受性形態にも適用され得る一般論として支持されて來た。

そもそも Ach. 感受性に対する Medium 條件を吟味するにあつては Clark の特に主張する様に生理的變動内の影響を吟味するのは至當であるが Ach. 反應の程度を示標とすべきか、或は Ach. 作用それ自体の出現に必要な濃度 (閾

値濃度) を目標とすべきかは重大な問題である。著者は Ach. 感受閾値濃度こそは Ach. 感受性の表現に最も適切なものと考え、Clark の実験を再檢し、更に Ach. 感受檢体を平滑筋、骨筋に求めてそれらに於ても K, Ca イオンの影響は同様であるか否かを検討し Medium 條件の系統的研究を行つた。更に亦近時登場した抗 histamine 劑の抗 acetylcholine作用をもしらべ上記 K, Ca イオンの影響と比較対照し、その機序の解明をも試みた次第である。

II. 実 験

A. Ach.感受性に及ぼすK, Caイオンの影響

1. 墓洞房標本

Ach.感受性は墓洞房標本作製後の時間的経過に伴い漸次低下し約4時間後にはじめて定常に達するものであり、実験はすべてこの状態で行つた。洞房標本の作製要領は篠崎 (1942) (4) の方法によつた。

a) Kイオンの影響 Ringer液 (NaCl0.65%, KCl0.02%, CaCl₂0.02%, NaHCO₃0.02%, pH7.3) 中のKイオン濃度を種々の濃度に変えその液に充分順應 (30分) させた後 Ach. による收縮抑制出現の閾値濃度 (輪道内に灌流液に溶解した Ach. 液1.0ml 注入) を檢すると第1表の如くである。Ach.刺激間隔は約5分とした。

第1表 Kイオンの影響

K含量 1=正常値	Ach. 閾 値			收 縮 高 半 減 濃 度		
3	10 ⁻⁸	10 ⁻⁸		10 ⁻⁷	10 ⁻⁷	
2	10 ⁻⁸	10 ⁻⁸	10 ⁻⁸	10 ⁻⁷	10 ⁻⁷	10 ⁻⁷
1	10 ⁻⁹	10 ⁻⁹	10 ⁻⁹	1/5 × 10 ⁻⁷	1/2 × 10 ⁻⁷	1/2 × 10 ⁻⁷
1/2	10 ⁻¹⁰	10 ⁻¹⁰	10 ⁻¹⁰	1/5 × 10 ⁻⁷	1/5 × 10 ⁻⁷	1/5 × 10 ⁻⁷
1/3	10 ⁻¹¹		10 ⁻¹¹	10 ⁻⁸		1/5 × 10 ⁻⁷
0	10 ⁻¹²		10 ⁻¹²			1/5 × 10 ⁻⁷
實驗溫度 (°C)	19	18	10	19	18	10

* 千葉醫科大学生理学教室勞働生理研究室

Ach. 感受性に対する K イオンの影響はそれが Ringer 夜中の正常値以下となる時にはじめて著明となり, K 除去は Ach. 感受性を約 1,000 倍程度上昇せしめる. 今もし Clark の判定規準に従い收縮半減に要する Ach. 濃度で比較するならば表示の如くその影響は極めて輕微となる. K 濃度の減少は特に高温時では容易に洞房-blockを生ずるのであるが〔岳 (1948) (6) 参照〕本実験はすべて block の生じない時期に行つた.

b) Ca イオンの影響 同様の操作による Ca イオンの影響は第 2 表の如くである.

第 2 表 Ca イオンの影響

Ca 含量 1 = 正常値	Ach. 閾 値			收 縮 高 半 減 濃 度		
3	10 ⁻⁹	10 ⁻⁸	10 ⁻⁸	1/5 × 10 ⁻⁷		
2	10 ⁻⁹	10 ⁻⁸	10 ⁻⁸	1/5 × 10 ⁻⁷	1/2 × 10 ⁻⁷	1/2 × 10 ⁻⁷
1	10 ⁻⁹	10 ⁻⁹	10 ⁻⁹	1/5 × 10 ⁻⁷	1/2 × 10 ⁻⁷	1/5 × 10 ⁻⁷
1/2		10 ⁻⁹			1/2 × 10 ⁻⁷	1/5 × 10 ⁻⁷
1/3	10 ⁻⁹	10 ⁻⁹	10 ⁻⁹	1/5 × 10 ⁻⁷	1/2 × 10 ⁻⁷	
實驗溫度 (°C)	19	15	15	19	15	15

即ち Ca イオンの正常値以上の増加は多少とも Ach. 感受性を減弱させる傾向を有するが, その影響は前記 K イオンの減少には比較すべくもない.

以上要するに Ach. の洞房標本に於ける收縮抑制効果に関しては Ringer 液中の K イオン濃度のみが最も著明に影響しその減少が Ach. 感受性を増強させることが明らかにされた.

2. 蛙(蟾)胃壁標本

消化器平滑筋の代表として蛙(蟾)胃壁輪狀筋標本について Ach. による收縮の閾値に対する K, Ca イオンの影響を検討した. 結果は第 3 及

第 3 表 K イオンの影響

K 含量 1 = 正常値	Ach. 閾 値		
3	10 ⁻⁶	10 ⁻⁶	10 ⁻⁶
1	10 ⁻⁶	10 ⁻⁶	10 ⁻⁶
0	10 ⁻⁶	10 ⁻⁶	10 ⁻⁶

第 4 表 Ca イオンの影響

Ca 含量 1 = 正常値	Ach. 閾 値		
3	10 ⁻⁶	10 ⁻⁶	10 ⁻⁵
1	10 ⁻⁶	10 ⁻⁶	10 ⁻⁶
0	10 ⁻⁷	10 ⁻⁷	10 ⁻⁷

第 5 表 Ca イオンの影響

Ca 含量 1 = 正常値	非 緊 張 筋			緊 張 筋		
3			10 ⁻⁴			
2	1/5 × 10 ⁻³	1/5 × 10 ⁻³	1/5 × 10 ⁻²	10 ⁻⁶	10 ⁻⁶	10 ⁻⁶
1	10 ⁻⁴	10 ⁻⁴	10 ⁻⁴	10 ⁻⁶	10 ⁻⁶	10 ⁻⁶
1/4	10 ⁻⁵		10 ⁻⁵			
1/10		10 ⁻⁵		10 ⁻⁶	1/5 × 10 ⁻⁶	1/5 × 10 ⁻⁶
實驗溫度	20~23°C (6月)					

び第 4 表の如く Ca イオンの影響は K イオンのそれに比べて著明であり, 特にその減少は Ach. 感受性を増強させる. K イオン濃度の影響は殆んど見られない. この事項は前記洞房標本に対する影響とは異なる. 尚自働性收縮は標本作製後約 2 時間で出現し特に Ca イオン増加はそれを促進するが, すべて実験は自働性收縮出現前に行つた.

3. 骨格筋標本

蛙骨格筋は Sommerkamp (5) (1928) の研究に従い Ach. により攣縮及び痙縮を來す非緊張筋緊張筋に分類され得るものであり, 後者は前者

に比べて Ach. に対し遙かに敏感である. よつて著者はこの兩種筋の Ach. 收縮閾値に対する K, Ca イオンの影響を検討した. K イオンはそれが Ringer 液中濃度を 0 より正常値の 3 倍にするも兩種筋に於て何等 Ach. 閾値に影響することがないが K イオン濃度の減少によつて收縮の反應の大きさは稍々小さくなる傾向を示した. K イオン除去 Ringer 液に骨格筋を數時間浸漬しておいても影響は見られない.

Ca イオンの影響は第 5 表に示す如く非緊張筋(縫工筋)に於ては比較的明らかに認識され特に Ca イオンの減少は Ach. 感受性を増強させ

る。

小括：以上 Ach. 感受性に対する Medium 中の K, Ca イオンの影響は各臓器に対して均一でなく、生理的範囲内の濃度変化に於ては心臓に対してKイオンの減少が、胃壁並びに骨格筋に対しては Ca イオンの減少が Ach. 感受性を増強させるのが特徴であり骨格筋に於ては Ach. 感受性の高い緊張筋ではその Ca イオンの影響は極めて軽微である。

B. Ach. 感受性に及ぼす Restamin 及び Vagostigmin の影響

前記実験に於ける被検体による medium 中の K, Ca イオンの Ach. 感受性に対する意義の顯著な差異を解釋する意味に於て Physostigmin 系物質として Vagostigmin (塩野義), 抗 histamine として Restamin (興和化学) の Ach. 感受性に対する影響を各被検体につき比較検討した。

実験方法は前記と同様であり, Vagostigmin は Ringer 液を以て 1,000 倍液 (1ml/につき 0.5mg/1,000 metaoxyphenyl trimethyl ammonium methylsulfat dimethylcarbamic acid-ester) とし Restamin も同様 1,000 倍 Ringer 液 (1ml/につき 15mg/1,000 β -Dimethylamino ethyl benzhydryl ether hydrochloride) とした。

いずれの溶液もそれ自体心臓搏動に影響なく

第6表

Ach. 感受閾値に對する Restamin, Vagostigmin の影響

I. 洞房標本

Restamin-Ringer液	Ringer液	Vagostigmin-Ringer液
10 ⁻⁶	10 ⁻⁹	10 ⁻¹⁰
10 ⁻⁶	10 ⁻⁹	10 ⁻¹⁰
10 ⁻⁶	10 ⁻⁹	10 ⁻⁹
10 ⁻⁶	10 ⁻⁹	10 ⁻⁹
10 ⁻⁶	10 ⁻⁹	10 ⁻⁹

II. 胃壁筋

Restamin-Ringer液	Ringer液	Vagostigmin-Ringer液
10 ⁻⁶	10 ⁻⁶	10 ⁻⁶
10 ⁻⁵	10 ⁻⁶	10 ⁻⁶
10 ⁻⁵	10 ⁻⁶	10 ⁻⁶

III. 骨格筋

	Restamin-Ringer液	Ringer液	Vagostigmin-Ringer液
非緊張筋 (縫工筋)	10 ⁻³	10 ⁻⁴	10 ⁻⁴
	10 ⁻⁴	10 ⁻⁵	10 ⁻⁵
緊張筋 (直腹筋)	10 ⁻⁶	10 ⁻⁶	10 ⁻⁶
	10 ⁻⁶	10 ⁻⁶	10 ⁻⁶

且つ Ach. 感受性に対する影響は可逆的であつた。尙実験は冬蟄で行つた。成績を一括表示すれば第6表の如くである。

以上の成績を適覧すれば Vagostigmin による Ach. 感受性増加は洞房標本に於て時に認められるだけであり、骨格筋並びに胃壁筋に於ては殆んど見られない。Restamin の抗 acetylcholine 作用は緊張筋である直腹筋を除いてはすべての被検体に見られ、就中洞房標本に於て著しい。こゝに前実験と比較対照して Restamin 作用と K イオンの影響との間に何等かの関係のあることが推定されるのである。

C. Restamin の抗 acetylcholine 作用機序に関する實驗

上記実験に於ける推論からして Restamin の抗 acetylcholine 作用機序をうかゞわんとして洞房標本を用いて次の如き実験を試みた。

1. K イオン 濃度による Ach. 感受性變動に對する Restamin の影響

Restamin 作用下に於ても尙且つ K イオン濃度減少による Ach. 感受性増強が見られるか否かを検討した。第7表に示す如き順序で同一標

第7表

灌 流 液	Ach. 感受閾値
(1) Ringer	10 ⁻⁹
(2) Restamin-Ringer	10 ⁻⁶
(3) Restamin (-K) Ringer	10 ⁻⁶
(4) Ringer	10 ⁻⁹
(5) (-K) Ringer	10 ⁻¹¹

本につき灌流液を順次変更し、その際に於ける Ach. 感受閾値の変化をしらべた。Restamin 作用下に於ては K 除去による Ach. 感受閾値増強は全然見られなくなる [第7表 (2) (3) 参照]。しかしこの Restamin 作用は可逆的であり、Restamin を除けば K 除去による感受性増強は再び顯著に現われる [第7表 (4) (5) 参照]。即ち Restamin は K 除去による Ach. 感受性増強機序を抑制するものであり、Restamin の抗 acetylcholine 作用もこの様な機轉によるものとも解することが出来る。この様な観点からすれば亦 K 除去による Ach. 感受性増強の顯著でない被検体即ち既述の胃壁並びに骨格筋標本に於ては Restamin の抗 acetylcholine 作用が顯著でないことも推測

され得るのである。

2. Restamin の K イオン擴散に対する影響
次に K 除去による Ach. 感受性増強機轉が如何にして Restamin によつて抑制されたかの機序を明らかにするため次の如き実験を行つた。即ち K 除去に伴つておこる心筋内よりの K の擴散に対する Restamin の影響を見るために八木-Hartung 法により墓心臓標本を灌流し(循環液流量 10ml) 定常状態になつた後同量の K 除去 Ringer 液並びに 1,000 倍 Restamin K 除去 Ringer 液に変えそれぞれの液で一定時間(30分)中に放出される K の量を Kramer-Tisdall 法によつて定量すれば第 8 表に示す如くである。即ち同表

第 8 表 心臓標本

	30分間K放出量 (mg)		
	(1)	(2)	(3)
K除去Ringer	0.04	0.08	0.05
K除去Ringer+Restamin	痕跡*	痕跡	痕跡

* 痕跡とは 0.01mg 程度或はそれ以下にあたる
實驗温度 15~18°C

に見る如く Restamin は明らかに心筋よりの K の放出を抑制するものであることを知つた。K 除去による感受性増強が Restamin で抑制されることもおそらくこの特性によるものと思われる。尙、岳 (6) (1948) の報告した K 除去による房室 block の出現に関しては Restamin は差程顯著な抑制効果を示さなかつた。

尙こゝに見られた Restamin による K 擴散性の抑制は心臓標本に限るものでなく、骨格筋に於ても觀察され得る。骨格筋は K 除去 Ringer 液

第 9 表 A 腓腹筋よりの K 放出量
(連續蓄電器放電最大間接刺激時)

	15分間K放出量 (mg)		
	(1)	(2)	(3)
K除去Ringer	0.04	0.03	0.02
K除去Ringer+Restamin	痕跡*	痕跡	痕跡

* 痕跡とは 0.01mg 程度或はそれ以下にあたる
實驗温度 18~21°C

第 9 表 B 腓腹筋 Ach. 感受閾値に對する連續間接刺激(15分)の影響

	刺激前	刺激後
Ringer	10 ⁻⁵	10 ⁻⁶
Restamin Ringer	10 ⁻⁵	10 ⁻⁵

中に浸漬しても心臓標本の如く短時間内(60分)に K の外液への擴散を證明し得ず、それが Ach. 感受性に殆んど影響せぬことも想像されるが、K 除去 Ringer 液中で連續間接刺激(毎秒 1.5 回)を加えれば K の擴散も證明され得、且つ Ach. 感受性も約 10 倍増強する(第 9 表)。しかるに同液に Restamin を加えておけば收縮性、疲勞曲線には影響はないが、同表にみる如く K の擴散は痕跡的となり Ach. 感受性増強も亦抑制される。

III. 考 察

本研究によつて Ach. 効果の出現に関する medium 中の K, Ca イオンの影響は器管によつて異り、K イオンは洞房標本の感受性を Ca イオン胃壁筋、骨格筋のそれを著明に支配することが明にされた。器管による支配条件の相異は Ach. 作用が前者洞房標本に於ては收縮抑制であり、後者胃壁並びに骨格筋に於ては收縮惹起であるという効果の差異に起因するものではないかとも考えられ、或は前者に於ては反復興奮の状態にあつておそらくそれに伴つて K イオンが細胞に出入を繰返しているため(福田・小林(2)(1947)) K イオンの顯著な支配条件が生ずるものかとも思われるが、こゝにはたゞ現象的にみた Ach. 効果の出現容易さに対する支配条件の相異だけを強調することにする。

次に洞房標本に於ける Ach. 感受性が medium の K イオン除去によつて如何にして増強されるかを Restamin に関する実験より考察するに、Restamin 作用で Ach. 感受性は低下し且つ K の外液への擴散性が減弱することは K の擴散性こそ Ach. 感受性を支配するものと考えさせるのである。K 除去による Ach. 感受性増強も類同の機序によるものと考えらるならば諸現象は理解し易く、この際の組織内 K の擴散による減少とは考え難い。なぜならばこの際 Restamin は K の擴散を抑制こそすれそれは完全な抑制ではないからであり、亦 Restamin が K 除去による房室 block の出現に對しては影響しないからである。他組織に於て medium の K イオンを除去しても Ach. 感受性が軽度か或は殆んど増強しないこと

はこの様な観点からすれば K イオンの擴散性が増さぬためと考えられ事実骨筋に於ては特殊條件以外では K イオンの擴散が K 除去 Ringer 液中に於ても極めて輕微である。こゝにいう K イオンの擴散性とは細胞膜の透過性及び細胞内の K 状態を含めての外部へ向つての擴散性を意味する medium 中の Ca イオン減少はこの K 擴散性を組織により著明に増加するものと考えられる。

尙抗 histamine 劑の呈する抗 acetylcholine 作用に関してはそれが Ach. と作用点を共通にして相争うものといわれているが〔中村等 (3) (1949)〕それは單なる想像であり、すくなくとも心臓標本に関する限り上記の様に K イオン擴散性を減弱させるためと考えられ、この K イオンの擴散性抑制作用は心臓に限られたものでなく普遍的な現象である。

IV. 摘 要

1) Ach. 感受性に対する medium 中の K, Ca イオンの影響は被檢器管により異り心臓標本では K イオンの影響が著明でそれが減少は著しく感受性を増強するが、胃壁並びに骨筋標本では K イオンは殆んど影響がなく Ca イオン

の減少が感受性を高める。

2) 抗 histamine 劑である Restamin の抗 acetylcholine 作用は K イオンの影響の著明な心臓標本だけに見られ、medium の K イオン減少時の心臓よりの K 擴散性を減弱せしめる、抗 acetylcholine 効果はおそらくこの様な作用によるものと思われ、Ach. 感受性は細胞内 K の擴散性に支配されることを考察した。

稿を終るに臨み、終始御懇篤な御教導と御校閲の勞を賜つた思師福田篤郎助教授に、心から御禮申し上げます。

文 献

- 1) Clark, A. J. (1927) The reaction between acetylcholine and muscle cells. *J. of Physiol.* 64, 135
- 2) 福田篤郎・小林 丘 (1947) 人体筋活動時に於けるカリウムの動き *日本生理誌* 10, 190
- 3) 中村敬三・木村義民・根岸 清・坂本行男 (1949) 抗ヒスタミン劑に關する研究 (第1報) *生体の科学* 3, 2
- 4) 篠崎尙次 (1942) adrenaline 及び acetylcholine の定量法 *日本生理誌* 7
- 5) Sommerkamp, H. (1928) Das substrat der Dauerverkürzung am Froschmuskel. *Arch. exp. Pathol., Pharmacol.* 128, 99
- 6) 岳 繁雄 (1948) 心臓機能に對するカリウムの意義 *日本生理誌* 10, 317

Summary

The influence of potassium and calcium ions upon the acetylcholine sensibility differs from organs to organs. The sensibility of heart preparation of frogs to acetylcholine can be markedly enhanced by decrease in the potassium ion concentration. With stomach muscle and striated muscle preparation of frogs the decrease in calcium, but not in potassium ion concentration makes them more sensible to acetylcholine.

Antihistaminic drug (Benadryl or Restamin) diminishes the acetylcholine sensibility of the organs in which the influence of potassium ion predominates. In this connection it is found that Benadryl diminishes the outward diffusion of potassium ions from the organs.

(Physiological Institute, Chiba Medical College)

聴原発作と E・K・G 612.821.31

Electrocardiographic Study of the Audiogenic Seizure.

佐々木 寛 昌 (Sasaki-Hiromasa)*

I. 緒 言

鼠の聴原発作を観察すると、聴原刺戟開始後、やゝ exophtalmos が現われ前驅症状としての運動が起る。その後暫くこの exophtalmos は消退し、動物は普通の状態になるが、聴原刺戟開始より約40秒の後に再び exophtalmos が現われその程度が増加すると突然痙攣発作が起る。即ち動物は急激な走行を始めるがこの痙攣性の走行は私が第1間代期と呼ぶものに一致する。次いで全身痙攣に移行するのであるが、強直期には著明な enophtalmos になり、次いで第2間代期には著明な exophtalmos に戻り、痙攣期に続く coma・catatonia の間持続する。この間結膜には充血又は貧血が見られ尾及び耳殻も catatonia 中は著明な貧血が観られる。かゝる症状は自律神経系殊に循環系の変化が重要な役割を演じている事を示すものであり、聴原発作に自律神経系は大きな関係を持つようである。それ故私は本論文に於て心臓が聴原発作の誘発される前後にどのような変化をするかを見る爲本実験を行った。

II. 実験装置及び実験法

動物は白鼠体重100~200gのもの、聴原発作の素質あるもの8匹と素質を持たない2匹を使用した。素質ある鼠は有効な聴刺戟を興えると痙攣を伴う定型的な聴原発作を誘発する。素質を持たない鼠はこの聴刺戟を反復しても発作を誘発しない。

E・K・G 測定には、横河製の E・K・G 測定装置 (3 エレメント) を使用した。誘導電極としてはハンダ電極を使用し柔軟な導線で導いた。動物は小型の Pavlovian frame の中に胴着で固

定した。胴着の下に1枚のゴム布を縫付け、動物がこの胴着を着けると胸に密着するようになっていた。動物は豫め塩化バリウムで胸部の毛を除去しておいたが、更に接触を良くする爲ハンダ電極には飽和食塩水でといた糊をつけて左右胸壁に密着した。

聴原刺戟としては Galton 笛を用い、動物の前方約10cmの所に置き、200mmHgの空気で12kcの音を発した。

先づ動物を数日の間この実験環境に慣れしめた後に実験に供した。動物を Pavlovian frame に固定して数分後、動物が静止した時より13回コントロールとして E・K・G を記録した。次に聴原刺戟を開始し、発作の有無に拘らず約30~40秒毎に E・K・G を記録した。発作誘発後は刺戟を中止し、約1分~数分の間隔をおいて発作後の E・K・G を記録した。発作の誘発されない時も聴原刺戟終了後尙暫くの間は E・K・G を記録した。尙この間聴原刺戟開始後別に動物を観察し、行動を詳しく記録して E・K・G 記録と照合した。

第1実験では全部の鼠を拘束状態で実験したのであるが、その爲に自由状態と異なる結果を表すかも知れない。かゝる点を明かにする爲、ある程度自由状態で E・K・G を測定し本結果と比較した。即ち動物の胸部に前肢の通る様な孔をあけたゴム布によつて電極を胸部に附着せしめ、自由運動を許せるようにして測定した。ゴム布は脊中の部分で固定され、誘導電極からの細い銅線は動物の脊中の部分より増幅器に導かれている。動物は直径30cm高さ20cmの硝子槽内を自由に動く事が出来る状態で実験した。

III. 実験結果

* 大阪大学医学部第2生理学教室

E・K・G 記録と動物行動の記録を比較して検べたが効果は次の通りであつた。

A. 心搏數

E・K・G 測定は動物を實驗環境に慣らして撮影したが、拘捉状態そのものが動物の情緒状態を変化せしめ、心搏數の動搖を來す事を考えなければならぬ。それ故無刺戟状態での動搖の範圍を知る必要がある。対照として得た連続3回の記録から、最大心搏數と最小心搏數とを比較して後者を標準としてその動搖の範圍を検べた。その結果は第1表の通りである。

第1表

動搖範圍(%)	例數	百分率
0~0.9	13	54
1~1.9	4	17
2~2.9	2	8
3~3.9	2	8
4~4.9	2	8
5~5.9	0	0
6~6.9	0	0
7~7.9	1	4
8~	0	0

24例の動搖範圍の平均は 1.5% であつて 0~3.9% の間に全体の88%が含まれている。それ故私は 4% 迄の増減は正常の動搖範圍と考える事にした。

次に聽原發作の素質のない動物に聽原刺戟を與えて心搏數に如何なる影響を與えるかをみる爲に、2匹の素質を持たない動物を使用し、聽原刺戟後の変化を検べた。4分間刺戟した結果は表の通りであつた(第2表)。この結果によつて素質を持たない鼠は聽原刺戟を與える事によ

第2表

鼠	對照	刺 激 後							最大値	最小値	平均値
		1	2	3	4	5	6	7			
1	468	476	477	478	480	488	480	—	480 (+2.5%)	476 (+1.3%)	480 (+2.6%)
2	442	448	438	436	450	450	454	456	458 (+3.6%)	436 (-1.3%)	449 (+1.6%)
1	513	543	546	516	513	—	—	—	546 (+6.4%)	513 (0)	533 (+3.9%)
2	462	471	471	471	489	489	486	495	495 (+7.1%)	471 (+0.9%)	482 (+4.3%)

つて、心搏數がやゝ増加する事が認められるけれども動搖の平均は +3.1% であつて大して有意とは云えない。

次に素質のある鼠について聽原刺戟による心搏數変化について述べる。素質のある鼠は聽原刺戟が與えられると発作が誘發されるが、時によつては同じ刺戟が與えられても発作が誘發さ

れない事がある。又この實驗に用いたような Pavlovian frame に固定した時は発作の出現を少くする。第3表は素質のある鼠に聽原刺戟を與えた時の心搏數の変化を發作の誘發された時と誘發されなかつた時に分けた成績である。

第3表

心搏數變化 (%)	發作の誘發されぬ時		發作の誘發された時		
	最大	最小	發作前	發作後最大	發作後最小
+20~					1
10~19.9	2				2
8~9.9	1	1			
6~7.9					3
4~5.9	2	2	1	2	
2~3.9	7	2		1	1
0~1.9	5	6		2	
0~1.9	5	2	2	2	1
-2~3.9	5	4	2	2	2
-4~5.9	4	4	3	2	1
-6~7.9	4	4	2	2	1
-8~9.9		7	1	1	1
-10~19.9		5	2	1	11
-20~29.9					2
-30~39.9		1			
-40~					1
平均	0	-4.8%	-5.1%	-1.4%	-12.8%

前述の通り聽原刺戟を與えない拘捉状態で得られる心搏數の動搖の範圍は全例の88%が 4% (+2~-2%) 以内であつた。これより大きい動搖をやゝ有意な動搖と考えてもよろしかろう。聽原刺戟を與えると素質のある鼠は發作が誘發された時でもかなりの動搖を示した事がわかる。發作直前の変化は殆んど心搏數の減少であつて、發作後及び發作の誘發されなかつた時の変化は増加又は減少であつたが、減少の方が多

かつた。則ち發作の誘發されなかつた時の心搏數變化率の最大値の平均は 0%、最小値の平均は -4.8% で減少の傾向があり、發作後の最大値の平均は -1.4%、最小値の平均は -12.8% で減少の傾向が見られたのである。又發作の誘發されなかつた場合より誘發された場合の方が動搖の範圍も大きく、且つ減少の傾向も大きい

事に気付く。又発作の誘発されなかつた38例と誘発された21例について心搏数の増減のみについて検べると、第4表の通りであつて何れの場合においても減少した場合の方が多かつた事を示す(第4表)。

第4表

心搏数変化	発作の誘発されぬ時	発作の誘発された時
増加のみ	8例 (21%)	1例 (5%)
増減	7例 (18%)	10例 (47.5%)
減少のみ	23例 (21%)	10例 (47.5%)
計	38例	21例

又聴原刺戟によつて発作が誘発された場合に單に間代性痙攣のみが出現した場合と、第1間代期・強直期・第2間代期よりなる典型的痙攣が出現した場合とがある。発作の誘発された21例をこの2つに分けて検べると第5表の通りであつて、発作の軽い間代性痙攣出現の時より、重い典型的痙攣出現の時の方が、発作後に心搏数変化の程度が大きかつた事を知る。かゝ

第5表

心搏数変化 (%)	間代性発作誘発の時			典型的発作誘発の時		
	発作前	発作後最大	発作後最小	発作前	発作後最大	発作後最小
20~					1	
10~19.9					2	
8~9.9						
6~7.9		2			1	
4~5.9					2	
2~3.9	1	1	1			
0~1.9		1			1	
0~1.9	2	2	1			
-2~-3.9	1	1	1	2	1	1
-4~-5.9	3	1	1	1	1	
-6~-7.9	1			1	2	
-8~-9.9		1	1			
-10~-19.9			4	2	1	7
-20~-29.9						2
-30~-39.9						
-40~						1

る痙攣発作は身体的変化を伴うのは當然であるから、発作後の変化は重い発作の場合程大きいのは理解されるのであるが、発作前より既に変化の大きい事を示しているのは注目すべきである。

B. 各棘波の測定

E・K・Gの各棘測定は幻燈器を用いて10倍擴大の下で行つた。E・K・G記録は動物の運動による基線の動揺及び波型の小さい事、特に波型の変動等によつて測定は甚だ困難であつた。そこで確実に測定出来る限りのものにつき、RR・P・PQ・QS・QT間隔 P・R・T棘高の各々について行つた。

RR間隔は変化のある場合は大体平均して変化し、前記の心搏数の逆數に比例しているのみであるから茲では省略した。唯2例において発作誘発後1時的に不整脈がみられた。又1例においてはR棘減少の後遂にA・V Blockが起つたが其の他には特記すべきものはなかつた。

P・PQ・QS・ST間隔及びP・R・T棘高について測定した結果は次の第6表の通りである(第6表)。P・PQ間隔は発作の誘発されない時でも聴原刺戟によつてやゝ増加する傾向を有し、発作の誘発された時も発作直前及直後において共に増加の傾向が見られた。何れの時に於ても減少は見られなかつた。QS間隔はこれに反し増加減少の両方が見られたが、増加の方がやゝ多かつた。QT間隔は発作の誘発されなかつた時も発作の誘発された時の発作の前後共に増加の傾向がはつきり見られた。P棘T棘は共に甚だ小さく、且つ基線の動揺の甚しい時は測定し得ない事があり、甚だ測定が困難であつた。しか

第6表

測定値	発作の誘発されぬ時				発作の誘発された時							
					発作前				発作後			
	増加	増減	減少	変化なし	増加	増減	減少	変化なし	増加	増減	減少	変化なし
P間隔	7	2	0	6	2	0	0	2	6	2	0	2
PQ間隔	2	2	0	5	3	0	0	2	6	3	1	2
QS間隔	6	3	3	6	3	0	1	5	6	3	4	1
QT間隔	6	0	1	3	4	0	0	2	7	2	1	1
P棘高	2	4	2	8	0	0	2	5	3	2	3	3
R棘高	0	0	4	15	0	0	3	3	0	1	6	6
T棘高	0	0	4	15	0	0	1	5	0	1	2	7

し確実に云える事は P 棘高は発作が起らぬ時は増加する場合があるが、発作直前ではそれがなく、発作後に増加することがあり、T 棘高はやゝ減少の傾向が見られた。殊に R 棘は P 棘及び T 棘に比して大きいから測定は比較的容易であつた。発作の誘発された場合屢々発前より R 棘高は減少し始めて高度の減少を示すこともあり、1例においては遂に R 棘は消失し A・V Block の状態を示した。発作の誘発されない場合であつても、屢々 R 棘高の減少が見られたがこの場合の減少は前者に比し僅かであつた。R 棘の著明に減少した場合及び遂に A・V Block になつ

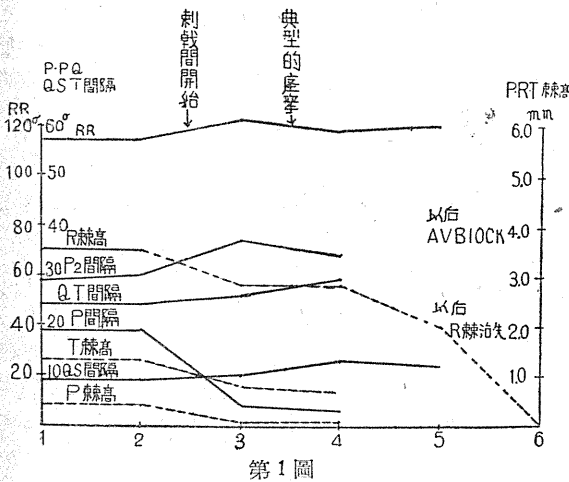
た場合の各棘の変化を示せば第 1 図、第 2 図の通りである。

第 1 図は R 棘高減少の後に遂に A・V Block に至つた例である。刺戟開始後既に発作前より各棘高及び各棘間隔は変化し始め、典型的発作後即ち動物が coma である時期に於てこの傾向は増加し遂に Block となつたのである。この Block の状態はこの後かなり長の間継続していた第 2 図は R 棘高の著明に減少した 1 例であるが、刺戟開始後より除々に R 棘は減少し、各棘も変化した。且つこの R 棘高は RR 間隔の殆んど平常に戻つた後も尙かなりの間減少を示していた。第 1 例においては R 棘高減少が既に発作以前より見られた点は注目すべきである。

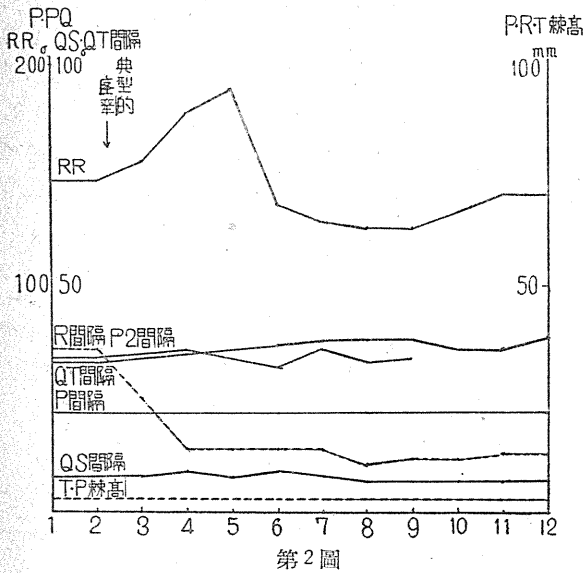
C. 無拘捉状態での E・K・G との比較

前記の結果は鼠を胴着で固定し 4 肢の運動のみを許すと云う半拘捉状態で行つた結果である。著者は別の実験によつてかゝる拘捉状態は聴原発作の型にかなりの変動を興える事を示し、又拘捉する事によつて生じた自律神経系の変動が発作に影響を興える事も明にした。かゝる拘捉状態の情緒変動が心臓に影響を興える事は當然豫想されねばならぬ。心搏數に関する Lindsley 等 (8) 及び Marcuse 等 (9) の実験結果の相異も実験条件の相異による情緒状態の影響によるものかも知れない。そこで別に素質のある鼠をゴム布によつて誘導電極を胸部に固着し硝子槽内で自由に動けるようにして聴刺戟を興え、E・K・G を測定した。結果は第 7 表に示した通りであつた。

則ち間代性発作・典型的痙攣発作の誘導された時は共に心搏數の変化は発作前は減少であつて、発作後は増減兩方向の変動があつたが減少の方が多い。この成績は前述の拘捉状態の成績と大して相違はない。但し無拘捉状態と云つても動物が狂奔状態になると針金が動物の身体にまきついて運動を拘捉するし、又ゴム布



第 1 圖



第 2 圖

第7表

	刺戟前	發作直前	發作	後	
間代性痙攣		570		590(+ 3%)	
		458		496(+ 6%)	
		553	548(- 2%)		483(-13%)~437(-24%)
		470	428(- 9%)		
		492	480(- 3%)		501(+ 2%)~472(- 4%)
		492	438(-11%)		384(-22%)~372(-24%)
		531	482(- 9%)		485(- 9%)
典型的痙攣		580	560(- 3%)		534(- 8%)
		526	522(- 1%)		
		524	570(+ 9%)		568(+ 8%)~476(- 9%)
		554	540(- 3%)		392(-30%)~364(-36%)
		457	411(-10%)		485(-12%) 432(- 4%)~417(- 7%)

を付けた状態もある程度動物に緊張感を與えているかも知れない。

IV. 考 察

痙攣中の E・K・G については今まで多くはなされていない。Altschule 等(1)は電撃後の人間の E・K・G を撮つて心搏數増加と一時的な不整脈の発生を見ている。Erickson (2)は癲癇發作中脈搏の消失する事及び大脳血管の波動の消失する事に注目して、發作中の E・K・G を測定したが殆んど変化がなかつたか或は發作の重さに應じて多少の心搏數の増加を認めた程度であつた。又 Forschwach (5)は metrazol 痙攣の前後の E・K・G を測定し、痙攣直前の心搏數増加及び痙攣後の恢復を見た。彼は又各棘波を測定して、痙攣後 QR の短縮、P の波型変化、ST の延長、T の増大を見た。Gérandel (7)は caldiazol 痙攣直後の E・K・G を観察して、頻脈の生ずる場合と不整脈の生ずる場合を見て、これに伴う棘波の変動を観察した。Flatherty 等 (6)は metrazol 治療の後の患者の E・K・G を觸て冠狀動脈の変化に基く E・K・G 変化を認めた。

聽原發作中の E・K・G の研究も亦少い。Marcuse 等 (9)は拘束状態で發作中の E・K・G 測定を行つたが失敗した。そこで發作箱の中で發作を誘發し、前後の心搏數を比較して發作後心搏數が減少するものを認めた。Lindsley 等 (8)は無拘束状態で Galton 管により聽原發作を誘發して E・K・G 及び E・E・G を測定している。E・K・G では心搏數の増加及減少の兩傾向を見ているが、各棘波につき詳しくは分析していな

い。

鼠の E・K・G 測定には多くの技術的困難さがある。先づ動物に誘導電極をつける爲身体を固定する事は聽原發作の発生を抑制する。又 E・K・G は波形が小さいのみならず心搏數はかなり多く(400~600/分)、加うるに動物の自発性運動は基線を動揺せしめ波型を乱し、痙攣運動は E・K・G 測定を妨害する。誘導電極も4肢誘導法で動物に附けると直ちに取り外そうとして細い導線は喰い切る。胸部誘導法により強く装着すると呼吸を障害して cyanose になり、緩いと電極と皮膚とのずれにより波型が歪む。

著者は鼠を固着する際、胴着によつて4肢及び頭部の運動を自由な状態にすれば、比較的發作が誘發され易い事を知つたので本法による拘束状態で E・K・G の変化を検査した。心搏數は聽原刺戟を與えると、それより發作が誘發されると、かなり変動を示すが、全体としては減少の傾向があり特に發作直前には多くの場合心搏數が減少するのを認めた。この事は聽原發作の誘發前かなりの自律神経系緊張の動揺を伴う事を示すものであるが、發作直前には特に副交感神経系の緊張の方が強い事を示すものである。この変化が發作前より既に出現している事は意義のある点である。又發作後の心搏數は典型的痙攣の誘發された時の方が、間代性痙攣のみに終る時より変化の大きいのは當然豫想されるが、發作直前の変化もこの時の方が大きいのは注目すべき点で、大きい發作の起る時は既に大きい自律神経緊張の変動が起つてゐる事を示すのである。この事実は又 R 棘の変化においても明らかに見られ、R 棘が消失して A・V Block になる時、又は R 棘が非常に小さくなつてかなりの間恢復しなかつた場合は共に發作直前よりこの R 棘の縮少が見られ、既に自律神経緊張の変化の著明に見られたものである。

發作の素質のない鼠の心搏數は聽原刺戟によつてやゝ増加を示すのみであるに反し、發作の素質を持つた鼠は、たとえ刺戟によつて發作の誘發されない場合でも心搏數の減少する事は注目に價する、唯その時の変化は發作の誘發され

た時に比し軽度であるのは、上述した所からも當然考えられる事であつて、聽原刺戟の中樞神経系に発生する効果が発作誘発の閾値に達しない時には自律神経緊張に対する影響も亦少いのであろう。

前述の如く、発作の直前には心搏數減少を示すのであつて、発作出現には副交感神経緊張の増加が何等かの関係があるように思われる。そこで、刺戟前の心搏數レベルと発作出現の有無との関係を検べる爲本実験で使用した8匹の鼠について、刺戟前の心搏數を検べた處第8表の通りであつた。

第8表

鼠	発作なき時	発作の誘発された時
332	525(486~540)	513(499~527)
334	476(474~478)	449(420~487)
335	499(349~589)	454(290~508)
337	529(525~534)	489(489)
313	487(444~554)	456(427~490)
319	514(452~560)	521(442~581)
305	439(400~484)	477(417~554)
平均	476	449

刺戟前の心搏數は発作が誘発されなかつた場合に比し、発作の誘発された場合の方が平均においてやゝ少いようである。但しこの程度では有意といえないし、毎日の鼠の心搏數はかなり変動を示しているから確實ではない。Finger (3) (4)によれば春期夏期は秋期冬期より多く発作が誘発され、又動物の体温を下げる事は発作の誘発を少くすると述べているが、この事も副交感神経系の緊張が発作誘発に関係する事を暗示する。しかしこれ以外にも発作誘発に関係する因子が多く存在してこの間の事情を複雑にするのであろう。

上述の如く Altschule 等 (1) は人間の電撃の際の E・K・G を測定して、痙攣後心搏數の増加と共に時々著明な不整脈が起るのを見てこれを副交感神経緊張によるものと考えている。本実験においては8匹21例の聽原発作中僅か2回であるが、不整脈を見た。しかもこの不整脈は直ちに恢復している。しかし心搏數は動揺するが減少の方が多いと云う結果であつた。Altschule 等 (1), Erickson (2), Forschwach (5), Gerandel (7) 等はすべて心搏數の増加を見ているのに反して

いる事は、聽原発作がこれ等の人間の痙攣に対しての機構と異なるものである事も豫想される。

波型の細部の検査は技術的にかなり困難であつたが、第7表に示した結果を得た。各波型については、P は心房の亢奮を示し、PQ は心房心室間の亢奮傳導時間を示すと云われる (10)(11), QT は心室群と呼ばれ心室の電氣的亢奮を示すと考えられ、その内 QS は初期動揺と呼ばれ心室内亢奮傳導を示し、又 T は後期動揺と呼ばれこれには色々の説明があるが一般には搏動の電氣活動のずれによるものと考えられている。さて著者の得た成績では P・PQ・RS が動揺を示してやゝ増加の傾向があるのは、刺戟傳導に障害のある事を示すものである。P 棘高がやゝ増加を示すものがあつたに反し、T 棘高が増加を示すものが殆んどなかつたのは意義がある。一般に痙攣状態は靜脈血圧を増加すると云われるが P 棘高の増加は心房に戻る血液量の増加に基く変化であると考えられる。Altschule 等 (1) も電撃後の E・K・G に P 棘の増大を見ている。T 棘高はこれに反し減少の傾向があり屢々消失する事があつた。R 棘や T 棘の減少又は消失は全体としての心臓の機能の低下を物語るのであらうと思われる。

心搏數についての Lindsley 等 (8) の結果と Marcuse 等 (9) の結果とでは全く相反するように見える。即ち、前者は大體心搏數の 450 点のレベルにある動物では、聽原刺戟によつて心搏數を増加し、450 以上のレベルにある動物の心搏數は刺戟によつて減少すると云う。後者では心搏數は発作後減少すると述べている。しかし兩者においては実験条件が異なる。即ち前者の方法は詳細には解らないが、大體動物の運動は自由で発作を誘発する事に成功しなかつたので、発作箱の中で発作を誘発して、発作前後の心搏數を比較している。聽原発作は色々の条件によつて発生率や発作型を変化するのはよく知られた事実であり、著者の別な実験でも特に動物の自律神経系の態度によつて発作の発生率や発作型が大きな影響をこうむる事を明らかにした。動物の拘捉状態は情緒変動を來し自律神経系の

平衡破壊が発作型やその他の身体的変化に影響する事は當然考えられる事であろう。上記2つの報告の異なる事も実験条件の相異が動物の情緒状態に影響して異つた結果に導いたものであろう。著者の実験においては、発作直前心搏数は減少し発作後は増加又は減少したが減少の方が多いと云う結果であつたが、本実験に使用した半拘捉状態に於ては動物の情緒変動によつて何等かの変動を興えた事が豫想されるので、別に胸部誘導法によつて自由状態で E・K・G を測定比較した。しかし第7表に示した如く結果は殆んど拘捉状態に於ける実験結果と異つてはなかつた。しかし此所に用いた方法と雖も動物が発作により例えば狂走の時は導線が動物の運動を制限している事は事実である。Lindsley 等が如何なる方法を用いたにせよ実験環境そのものが動物に対してある種の拘捉状態を形成するのは事実であつてかかる場合の情緒的要素は完全に除く事は不可能ではなからうか。

要するに、E・K・G から見れば聽原發作は発作前後にかなりの自律神経系の動揺を示すものであつて、しかもかかる傾向は既に発作前より一部認められたし、且つ又素質のある鼠の無発作の時にも出現するのである。このような変化はしかし軽度であるから、この循環障害が脳中枢を刺戟して直接発作誘発に関係したと考える事には無理がある。著者はむしろ発作を誘発する中枢機構の1つの現れとして E・K・G の変化が出現するのであろうと考えている。その中枢機構には自律神経系殊に発作前に現われる所の副交感神経緊張が相當重要な役割を演じているのであろう。

V. 總 括

聽原刺戟として Galton 笛を用いた12kcの音を200mmHgの空氣噴射圧の下に出して白鼠を刺戟し、聽原發作を誘発してその前後の E・K・G 記録を比較検討した。

1. 発作の素質を持たない鼠では心搏数は聽原刺戟によつてやゝ増加した。
2. 発作の素質を持つた鼠では、聽原刺戟を

興えて発作の誘発されない場合であつても、心搏数は刺戟により増減したが減少の方が多かつた。

刺戟によつて発作の誘発された場合には、発作直前に殊に心搏数は減少し発作後では増加又は減少を示したが減少の場合の方が多かつた。

又上記の心搏数の変化は発作の誘発されなかつた場合より発作の誘発された場合の方が変化が大きく、且つ発作の誘発された場合に於ては間代性痙攣のみの誘発された場合よりも典型的痙攣の誘発された場合の方が発作前発作後共に変化が大きかつた。

3. 発作の素質ある鼠の記録は映写器による10倍擴大の下に各棘波を測定した。

1) RR の変化は徐々に変動したが、唯2例に於て1時的な不整脈を認めた。

2) P・PQ・QT は発作の誘発された時もされない時も増加の傾向があつた。

3) QS は増加及び減少の両傾向があつた。

4) P 棘高は発作の起らぬ時及び発作後は増大の傾向があり、T 棘高は減少の傾向があつた。

5) R 棘高は発作の起つた時屢々著明に減少し、或る動物では1例に於て遂に A・V Block に達した。この R 棘減少は既に発作前より出現し又発作の誘発されない場合にも見られたが程度は軽度であつた。

4. 以上の結果は鼠を Pavlovian frame に固定して行つた結果であるが、硝子槽内の自由状態に於て同様の刺戟を興えて E・K・G を測定した結果と比較したが大差を見なかつた。

文 献

- 1) Altschule, M. D. & W. M. Sulzbach (1947) Significance of change in E・K・G. after electrically induced convulsion in man. Arch. Neur. & Psychiat. 58, 716
- 2) Erickson, E. C. (1939) Cardiac activity during epileptic seizures. Arch. Neur. & Psychiat. 41, 511
- 3) Finger, F. W. (1944) Abnormal behavior in the rat. in Personality and Behavior Disorder (Ed. Hunt). New York. 413
- 4) Finger, F. W. (1947) Convulsive behavior in the

- rat. Psychol. Bull. 39, 351
- 5) Forshewach, G. (1939) Electrocardiographic studies during the course of metrazol treatment of schizophrenia. *Tzsch. f. d. ges. Neur. u. Psychiat.* 164, 772
 - 6) Flatherty, F. A., H. P. Rome, & W. Zintel. (1939) Observation on the electrocardiographic picture during metrazol therapy. *Arch. of Neur. & Psychiat.* 41, 860
 - 7) Gerandel, E. (1938) Electrocardiographic studies of cardiozol treatment of schizophrenia. *J. nerv. & ment. Disease.* 90, 958
 - 8) Lindsley, D. B., F. W. Finger, & C. E. Henry. (1942) Some physiological aspect of audiogenic seizure in rats. *J. Neurophysiol.* 8, 185
 - 9) Marcuse, F. L. & A. U. Moore, (1943) Heart rate in the comatose state of audiogenic seizures. *J. exp. Psychol.* 32, 518
 - 10) White, P. D. (1949) Heart disease. New York. Pp. 1025
 - 11) 上田英雄・櫻田良精・木村榮一 (昭和25年) 臨床心電圖学 216頁 (南山堂)

Summary

Only a few electrocardiographic studies were reported concerning the convulsive state. Also on the audiogenic seizures only a few and insufficient electrocardiographic studies were published.

The author measured the electrocardiographic trace obtained before and after the audiogenic seizure of rat. Throughout this experiment Galton whistle was used as the audiogenic stimulus, adjusting at 12 kC. tone and blasting under a pressure of 200 mmHg. The results obtained were :

1. The heart rate of the rat unsusceptible to the tone increased to a certain extent owing to the audiogenic stimulation. The heart rate of susceptible rat, even though the seizure was not induced, increased or decreased after the audiogenic stimulation. The tendency to decrease of the heart rate, however, was observed in many cases. If the seizure was induced by the stimulation, the heart rate decreased determinatively just before the seizure; it either or increased after the seizure, but tended to decrease in many cases. The changes described above, of the heart rate, appeared more strikingly in the case of the induced seizure it appeared more strikingly when the typical tonic-clonic seizure was observed, than in the case where only the clonic seizure was observed.

2. Each wave of e.c.g. was measured under the magnification of 10 times with a projector.

- a) The RR interval changed generally and in only two cases was the temporary arrhythmia observed.

- b) The P, PQ and QT interval tended to increase by the audiogenic stimulation, whether the seizure was induced or not.

- c) The QS interval showed either tendency to increase or decrease.

- d) The amplitude of P-wave tended to increase after the induction of seizure, and, even when the seizure was not induced by the stimulation, the amplitude of T-wave had the tendency to decrease.

- e) The amplitude of R-wave decreased remarkably in some cases, when the seizure was induced. A most remarkable case was where it vanished and reached to the state of AV-block for a considerable period. The diminution of R-wave had already appeared before the seizure and sometimes it was observed even when the seizure was not induced, though its degree was rather slight.

3. Results described above were obtained under the restricted state of rat in the Pavlovian frame. Comparing this result with that record in the free state of rat, no observable difference was observed.

All these results show the existence of changes in the vaso-cardiac system and the conflict of the autonomic nervous system before, during and after the audiogenic seizure. The change in the circulation of heart activity seems to be too slight in a usual case to evoke the disturbance of the brain; rather, it may be result of the unbalance of the autonomic nervous system accompanied interdependently by the disturbance of motor centres, including pyramidal and extrapyramidal system.

(2nd. Laboratory of Physiology (Prof. N. Yoshii) Medical Faculty, University of Osaka)

會 報

第28回日本生理学会評議員會記事

昭和26年4月1日名溪會館に於て坂本當番幹事の司會にて評議員會を開き 下記の報告の承認及び協議事項の決定をした。

報 告

- | | |
|---------------------|------|
| 1. 庶務・會計報告 | 福田幹事 |
| 2. 會誌編集報告 | 戸塚幹事 |
| 3. 教授推薦委員會報告 | 加藤委員 |
| 4. 学士院受賞論文著者推薦委員會報告 | 久野委員 |
| 5. 歐文生理学雑誌編集・會計報告 | 久野委員 |

協議事項

1. 次の諸氏を新たに評議員に委嘱した。(五十音順)

荒 木 義 爲君 (名古屋市立大生理)	寺 田 文 次 郎君 (日 大 齒・藥 理)
市 岡 正 道君 (東京醫科齒科大生理)	中 根 公 正君 (福 島 醫 大 生 理)
岩 間 吉 也君 (東 北 大 生 理)	根 岸 喜 久 夫君 (群 馬 大 生 理)
加 藤 壽 一君 (札 幌 醫 大 生 理)	船 石 彩 君 (東京女醫大生理)
木 村 英 一君 (大阪市立醫大生理)	眞 島 英 信君 (順天堂醫大生理)
小 林 庄 一君 (結核研究所生理)	丸 橋 壽 郎君 (東京齒大生理)
小 林 芳 壽君 (横 濱 醫 大 生 理)	山 野 俊 雄君 (大 阪 大 生 理)

2. 各種委員の改選

教授推薦委員 (半数改選)

(新に當選された委員)

福田邦三君, 戸塚武彦君, 久保秀雄君, 加藤元一君, 林 禎君, 若林 勳君

(任期の残つている委員)

久野 寧君, 箕島 高君, 本川弘一君, 笹川久吾君, 鈴木正夫君, 山極一三君

学士院受賞論文著者推薦委員

久野 寧君, 本川弘一君, 福田邦三君, 坂本嶋嶺君, 加藤元一君, 林 禎君, 久保秀雄君
西丸和義君, 箕島 高君, 浦本政三郎君

歐文生理学雑誌協議委員

久野 寧君, 福田邦三君, 本川弘一君, 林 禎君, 西丸和義君, 久保秀雄君, 坂本嶋嶺君

3. 文部省科学研究費分配委員候補者

久野 寧君, 正路倫之助君

4. 常任幹事の改選

今期より幹事を6名に減員を決定(但し, 任期3年は會則通り) 選挙の結果次の6名が新たに委嘱された。

福田邦三君, 林 禎君, 若林 勳君, 戸塚武彦君, 杉 靖三郎君, 名取礼二君

5. Japanese Union of Physiological Sciences の設置を決定, 代表者候補15名を選んだ。

6. The Japanese Journal of Physiology の昭和26年度購読料は生理学会々員は1,000円, 教室・図書館等の団体購読は2,500円と申合せた。

7. 学士院會員候補者 (2名) 推薦の件は、投票により票數を過半數獲得者を推薦することとなり投票の結果今回は過半數の獲得者がなかつた、

日本生理學會昭和25年度決算報告書

(自昭和25年1月1日至昭和25年12月31日)

收 入		支 出	
昭和24年度より繰越高	31,906.90	昭和24年度支出	605,501.70
昭和25年度収入	685,563.57	(内譯) 會誌発送料及通信費	54,759.00
(内譯) 會 費 收 入	319,850.00	事務用雜費	16,993.00
購 読 料	31,000.00	手 當 及 謝 礼	92,400.00
會 誌 分 冊 賣	450.00	編 集 費	10,500.00
廣 告 掲 載 料	27,000.00	集 金 費	11,700.00
論 文 掲 載 料	174,470.20	交 通 費	23,078.00
預 金 利 子	1,593.37	印 刷 費	363,901.70
助 成 金	131,000.00	各 種 委 員 會 費	2,170.00
そ の 他 收 入	200.00	大 會 費	30,000.00
		昭和26年度へ繰越高	111,968.77
		(内譯) 振 替 貯 金	
		銀 行 預 金	
		現 金	
合 計	717,470.47	合 計	717,470.47

アメリカ生理學會から下記の雑誌及び書籍の寄贈がありました (26年4月15日までの分)。

AMERICAN JOURNAL OF PHYSIOLOGY	Vols. 16 (1942) ~ 23 (1949)
Vol. 100 (1932) Nos. 1, 2	JOURNAL OF APPLIED PHYSIOLOGY
Vols. 101 (1932) ~ 103 (1933)	Vol. 1 (1948-9)
Vol. 105 (1933)	JOURNAL OF PHYSIOLOGY
Vol. 106 (1933) Nos. 2, 3	Vol. 75 (1932) Nos. 1, 2, 3, 4
Vols. 107 (1934) ~ 123 (1938)	ARCHIVES OF NEUROLOGY AND PSYCHIATRY
Vols. 125 (1939) ~ 127 (1939)	Vol. 13 (1925) No. 6
Vols. 129 (1940) ~ 151 (1947)	Vol. 14 (1925) No. 5
Vol. 152 (1948) ~ Nos. 2, 3	Vol. 15 (1926) No. 3
Vols. 153 (1948)	Vol. 28 (1948) Nos. 1, 2
Index to volumes 91 to 120	Vol. 29 (1949) Nos. 2, 3
PHYSIOLOGICAL REVIEWS	BIOLOGICAL ABSTRACTS
Index to volumes 1 to 15	
Vol. 11 (1931) Nos. 3, 4	
Vols. 12 (1932) ~ 22 (1942)	
Vol. 23 (1943) No. 4	

Vol. 16 (1926) No. 3
 Vol. 17 (1927) Nos. 4, 6
 Vol. 18 (1927) Nos. 2, 3, 5
 Vols. 19 (1928) ~ 20 (1928)

HOWELL'S TEXTBOOK OF
 PHYSIOLOGY
 Edited By JOHN F. FULTON
 15 th Edition (1946)

THE BIOLOGICAL BULLETIN
 Vols. 80 (1941) ~ 89 (1945)
 Vol. 90 (1946) Nos. 2, 3
 Vol. 91 (1946)
 Vol. 92 (1947) No. 3
 Vol. 93 (1947) No. 2
 Vol. 94 (1948) No. 1

THE PHYSIOLOGICAL BASIS OF
 MEDICAL PRACTICE
 By CHARLES HERBERT BEST
 & NORMAN BURKE TAYLOR
 4 th Edition (1945)

STARLING'S PRINCIPLES OF
 HUMAN PHYSIOLOGY
 Edited and Revised By
 C. LOVATT EVANS
 8 th Edition (1941)
 9 th Edition (1945)

MACLEOD'S PHYSIOLOGY IN
 MODERN MEDICINE
 Edited By PHILIP BARD
 9 th Edition (1941)

A TEXTBOOK OF PHYSIOLOGY
 Edited By JOHN F. FULTON
 16 th Edition (1949)

その他アメリカ医学者の別刷約 1,500 冊——期間10日間、生理学会評議員の紹介ある方に貸出サービスをしています。

正 誤 表

	誤	正
第12卷 212頁上右22行	吸息え切りかえられる	呼息え切りかえられる
第13卷 21頁右上3行 44頁左22行 83頁左下2行 } 右1行 }	を用ひた。 は変化した しかし未だ、哺乳動物に於ける此の部の自働性 を報告してゐるものはない。	につないだ。 を検討した。 (全部削除)

単位符號の標準

一般にc.g.s.單位とし、その基本單位の 10^3 を k 、 10^6 を M 、 10^{-3} を m 、 10^{-6} を μ として符號の前につけます。單位符號の後に点をつけません。

(g .でなく g)

1. 長さ $\mu\mu, m\mu, \mu, mm, cm, m, km$ 等

[注意] 1) 米, 糶, 籽, 基米 等を用いません。

2) $\mu \times 10^{-3}$ を $\mu\mu$ と書く人が時にありますが、之は $m\mu$ です。

$\mu\mu$ は $m\mu \times 10^{-3}$ です。

3) $m\mu/10$ を $\overset{\circ}{\mu}$ 、 $\mu\mu/10$ を X と書きますが、この單位は用いない事にします。

2. 面積 $mm^2, cm^2, m^2, a=m^2 \times 10^2$,

$ha=a \times 10^2$ 等

[注意] 1) $qm=m^2$, $qcm=cm^2$ 等を用いません。

2) cm^2 は $(cm)^2$ です。

mm^2 も $(mm)^2$ です。

3. 容積 m^3, mm^3, ml, l 等

[注意] 1) 立, 珙 等を用いません。

2) mm^3 は $(mm)^3$ です。

3) $cc=(ml)$ を用いない様にしたいと思います。

4. 質量 $\mu g, mg, g, kg$ 等

[注意] 1) 瓦, 珙 等を用いません。

2) $\gamma(=\mu g=mg \times 10^{-3})$ は用いません。

5. 時間 $hr, min, sec, msec, \mu sec$ 等

[注意] 1) 本文の中で、ジ, フン, ビヨウと読む時には時, 分, 秒等の日本字を用いても關いません。

2) $\sigma(=msec=sec \times 10^{-3})$ は用いません。

3) 表等の中で他の物と混同しない時には $h, m, s, ms, \mu s$ を用いても關いません。

6. 力 $\mu dyne, dyne, Mdyne$ 等

7. 圧力 $Mdyne/cm^2=bar=0.987atm, mbar$
 $dyne/cm^2, kg/cm^2, cmH_2O, mmHg$
 $atm=760mmHg=1013mbar$ 等

[注意] 1) 封度($lb/inch^2$)なる單位は用いません。

2) $/cm^2=cm^{-2}$ 孰れでも宜しい。

8. 仕事 $erg, J, kJ, kg \cdot m$ 等

9. 熱量 $cal, kcal$ 等

[注意] $kcal=cal \times 10^3$ を Cal と書く方式は用いません。

10. 溫度 $t^\circ C, T^\circ K=(t+273.2)^\circ C$ 等

11. 電氣諸單位は一般に大文字を用います。

volt: $\mu V, mV, V, kV, MV$ 等

ampère: $\mu A, mA, A, kA$ 等

ohm: $m\Omega, \Omega, k\Omega, M\Omega$ 等

watt: $\mu W, mW, W, kW, MW$ 等

farad: $\mu\mu F=pF, \mu F, mF, F$ 等

henry: $\mu H, mH, H$ 等

coulomb: mC, C 等

gauss: $\Gamma, \mu\Gamma$ 等

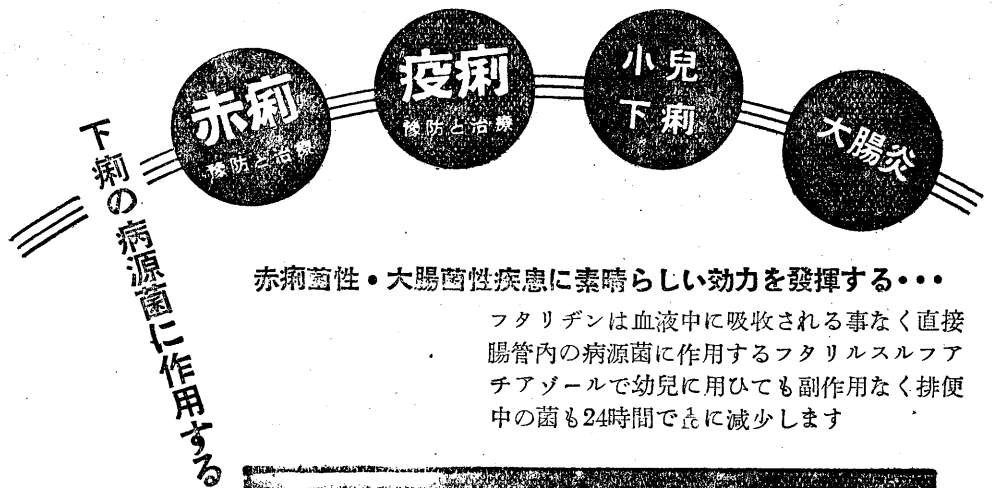
ml.o: $m\cup, \cup, k\cup$ 等

[注意] $\gamma(=10\mu\Gamma)$ は用いません。

12. 光 $lumen, lux, lambert, phot, M.K., C.M.$ 等

13. 音 $db, phon, wien$ 等

14. 周波数 $Hz=c/sec, c/min, kc, Mc,$ 等



赤痢菌性・大腸菌性疾患に素晴らしい効力を發揮する・・・

フタリヂンは血液中に吸収される事なく直接腸管内の病原菌に作用するフタリルスルファチアゾールで幼児に用ひても副作用なく排便中の菌も24時間で完全に減少します

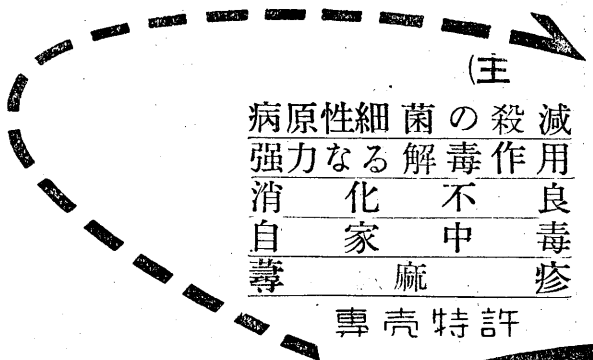


日本化成
(旧三菱化成)

フタリヂンがイ

販賣元 中村瀧

異状酸酵を制止する無毒性細菌製劑



(主 効)

病原性細菌の殺滅
強力なる解毒作用
消化不良
自家中毒
蕁麻疹

傳染性腸疾患
慢性便秘の調整
急性慢性腸カタル
食慾の増進

専売特許

粉 100 瓦 特約店 (鳥居商店)
末 500 瓦 店 (岩城商店)
東京田邊

ビスパン

製造發賣元 ミクニ化学産業株式会社 東京・日本橋・室町4ノ5

昭和二十六年三月二十五日印刷
昭和二十六年三月二十五日發行

編輯兼
發行人

東京部文京區本郷本郷
東京大學醫學部生理學教室內
戸塚武彦

印刷所

三浦武次郎
鶴岡印刷株式會社

發行所

東京部文京區本郷本郷
東京大學醫學部生理學教室內
日本生理學會

振替東京八六四三〇番
會費一ケ年金五百圓
(昭和廿五年度)



化膿症の

合理的な治療に

サルファ剤は撰擧の時代である。

1. 治療効果の高いこと、
2. 副作用の少ないこと、
3. 治療費の軽いこと、
4. 入手の容易なこと、

これ等の總てを具備したものとこそ、即ち

「第一」のダイアジン……………

テラジジン

肺炎・淋疾・細菌性下痢・一般化膿症

第一製藥株式會社

東京部日本橋・大阪市道修町・福岡市下紙園町

中外製藥の良心的医薬品!

腦溢血其ノ他
毛細血管強化劑

強力利尿劑

榮養・疲勞
恢復・脚氣に

肺炎・淋疾・其の他
一般化膿性疾患に

甲状腺機能亢進症
並に狭心症に

新合成
女性ホルモン

嫌・好氣性兩菌
を併殺する

特に神經痛
坐骨神經痛に

鎮痛・消炎・解熱に

ヒカルチン
注・錠・末

テオハルン
粉末

ビタミンIIプロカノン
譯注

ネオIIチセプタール
注・錠・末

メチオジール
注・錠・末

ロバール
注・錠

ホモスルフアミン
注・錠・末

アロピラIIザルプロ
譯注

ザルソIIプロカノン
譯注

製造元

中外製藥株式會社

