

# 日本生理學雜誌

雜誌「條件反射」合併

第 9 卷 第 8 號

昭和 19 年 8 月 13 日 發行

編輯 幹 事

浦本政三郎・久保盛徳・坂本嶋嶺・鈴木正夫  
戸塚武彦・林 諱・福田邦三

鈴木正夫・石井恒夫：蛙筋隔絶刺激に於ける強さ要素及び強まり要素のイオンによる變化に就て……………	573
塚越三好：温血動物の筋に出入する神経纖維の分析的研究……………	584
塚越三好：神経幹の麻醉に於ける消滅時間の研究補遺……………	592
上岡文雄：體力に關する研究(18) 膝蓋髓反射調の季節的變化に就て……………	596
上岡文雄：體力に關する研究(19) 日常生活時並に運動による膝蓋髓刺激閾の變化に就て……………	605
上岡文雄：體力に關する研究(20) 災害頻發者と無災害者作業時の膝閾の差異に就て……………	610
田中 稔：體力に關する研究(21) 作業時の膝蓋髓反射閾に及ぼす Vitamin B <sub>1</sub> の影響……………	614
保田止郎：體力に關する研究(22) 游泳訓練の筋諸機構に及ぼす影響……………	619
保田止郎：體力に關する研究(23) 低栄養の筋諸機構に及ぼす影響……………	625
幕内精一・岩淵好二：航空生理學の研究(11) 遠心力耐性に關する1,2の實驗(1)……………	631
幕内精一・岩淵好二：航空生理學の研究(12) 遠心力耐性に關する1,2の實驗(2)……………	637
古川誠・島崎賢：航空生理學の研究(13) 低栄養動物の上空耐性……………	642
島崎 賢：航空生理學の研究(14) 上空耐性と赤血球の關係……………	646
市川三太：藪胃の收縮と血行に就て……………	649
猪飼道夫：頸反射の研究……………	654

會 報 (會員移動)

## 大 日 本 生 理 學 會

略名・日本生理誌

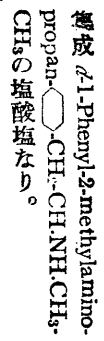
Nihon Seiri. Z.



最新 除倦覚醒劑

# ビロホ

製法特許



### 適應症

- 一、過度の肉体及精神活動時
- 二、徹宵、夜間作業、その他睡氣除去を必要とする時
- 三、疲勞、宿醉乗物酔
- 四、各種憂鬱症

### 包裝

- 錠劑 100錠 100錠 100錠
- 散劑 (5分錠) 100錠 100錠 100錠
- 注射劑 10cc 10cc 10cc

製造元 本店 大阪市東區道修町  
大日本製藥株式會社  
支店 東京部 日本橋區本町

文獻中込次第贈呈

# 血液凝固促進ホルモン

動物の新鮮なる脾臓より、殆んど結晶状態に於て抽出したるホルモンにして血液凝固促進作用の強大なること他に比類を見ず、本劑の注射は勿論經口的投與に依りても、容易に血中に吸收せられ、極めて短時間内に奏效し、長時間其の效力を持続す價格頗る廉なり

### 種類及包裝

- 皮下注射用 2cc 1管 5管
- 同(強力用) 5cc 5管 5管
- 靜脈注射用 5cc 5管 5管
- 内服用液劑 5cc 5管 5管
- 同 粉末 500瓦 100瓦
- 同 錠劑 50錠 100錠

總販賣元 株式會社 鳥居商店  
東京市日本橋區本町三丁目

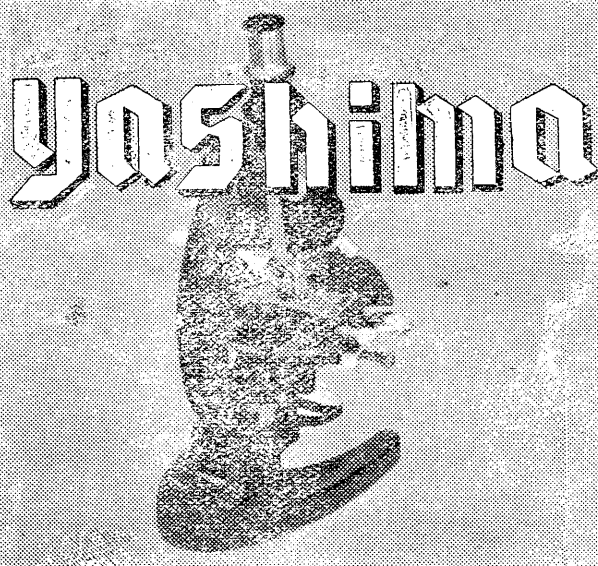
# グロテスチン

(呈贈献文)

TRISODIUM CANTHINATE (TORII)

著名器械店へ  
乞御照會  
各種型錄謹呈

八洲光學工業株式會社  
本社工場 東京都杉並區方南町  
大阪營業所 電話中野四三三五 四三三六



# ヤシマ顯微鏡

## 蛙筋隔絶刺激に於ける強さ要素及び

強まり要素のイオンによる變化に就て 612.741.62

千葉醫科大學生理學教室

鈴木正夫・石井恒夫

Suzuki-Masao, Ishii-Tsuneo

(昭和19年2月18日受付)

### I. 前 置 き

著者の内1人(石井)は豫て(1)「蛙縫匠筋の電流刺激に於ける強まり要素に對するイオンの影響」なる業績を發表して、縫匠筋の骨盤端を僅か一方の房に突出せしめるやうに隔絶し、その房側を陰極として刺激する際に他房側に傳播して來る蠕縮を示標として測つた、この刺激に於ける強まり要素に就て報告した。そしてこの陰房内に作用せしめるイオンの種類及び濃度に従ひ、その強まり要素が特異の變化を齎るのを見たのである。即ちアルカリ土金屬イオン(以後アルカリ土イオンと略稱する)としては $\text{Ca}^{++}$ 、 $\text{Mg}^{++}$ 、 $\text{Sr}^{++}$ を、又アルカリ金屬イオン(以後アルカリイオンと云ふ)としては $\text{K}^{+}$ 、 $\text{NH}_4^{+}$ 、 $\text{Li}^{+}$ 、 $\text{Na}^{+}$ の作用を見たのであつたが、アルカリ土イオンに於ては $\text{Sr}^{++}$ 、 $\text{Mg}^{++}$ 、 $\text{Ca}^{++}$ の順に遞増し、又濃度と共に増す所の、強まり要素を大きくする(即ち $\lambda$ 等の恒數を小さくする)作用が見られた。然るにアルカリイオンに於ては $\text{Na}^{+}$ 、 $\text{Li}^{+}$ 、 $\text{NH}_4^{+}$ 、 $\text{K}^{+}$ の順に強くなるのであるが、共通の特殊の作用が発見された。即ち之等のイオン夫々に一定の臨界濃度を堺として、それ以下では強まり要素を小さくし( $\lambda$ 等を大きくし)、それ以上では該要素を大きくする、そして夫々の濃度範圍中に於ては、夫々の作用が濃度と共に強くなるといふ所見であつた。そして該論文の考察で述べられた如く、この所見はそれ以前の文獻に於ける種々イオン、中んづく $\text{Ca}^{++}$ と $\text{K}^{+}$ との強まり要素への作用に關して見られた成績の矛盾を残りなく説明するに足るものであつたのである。

その後も本教室に於ては、この電氣刺激の強まり要素に就て種々の研究が行はれ、その一部は著者の内他の1人(鈴木)により大日本生理學會に於て發表され(12)、又別に綜說的に述べられた(19)通りである。そして本研究が進むにつれ、近頃この強まり要素の變化とその際の強さ要素の變化との關係が着目されるに至つた。石井の上記業績は、筋刺激に於ける強まり要素が種々に變はつた場合を取扱つたのであるから、その際強さ要素がいかに變化したかは、この意味から興味ある所である。然るに該論文に於ては $\lambda$ 、C.S.等の恒數の變化のみ舉げられて、強さ要素に就ては記載されてゐない。併し之等恒數を知るには夫々の場合に基電流が測つてあるから、之を見れば強さ要素の變化を知ることができる。この故に當該實驗のプロトコルを再

檢して、夫々の測定例に就て基電流の變化を辿つて見た所、極めて興味ある、又強まり要素と關係密接なる變化をなしてゐることが明かにされた。

本問題は結局種々のイオンの筋刺激基電流に對する影響に就てある。神經並びに筋の電氣的興奮性に對するイオンの作用に就ては、内外共從來多くの文獻があるが、特に筋に就き基電流の變化を檢したもので、更にイオンの種類、濃度等を系統的に變異させた實驗は甚だ少ない。従つて上の檢討で得た成績を茲に報告することにする。

## II. 實驗方法

實驗方法は全く石井(1)の記載通りである。即ちその業績に於ける實驗成績より、基電流の變化のみを再検討したのに外ならない。最初は對照のため正常即ち Ringer 液使用の場合、次いで  $\text{CaCl}_2$ ,  $\text{MgCl}_2$ ,  $\text{SrCl}_2$  等を種々の濃度に於て Ringer 液に混合した溶液を陰極房に使用し、更に續いては  $\text{KCl}$ ,  $\text{NH}_4\text{Cl}$ ,  $\text{LiCl}$  等の同様の溶液を使用して、何れの場合も強まり要素を示す恒數たる  $\lambda$  (Hill 2), 又は C.S. 即ち climalyse の關 (Lapicque 3) を繼時的に測つたのが元來石井の仕事であつたが、之等を測るには夫々の例の各時間毎に基電流が計測されてゐるので、その値の變化を今拾ひ上げて見るのである。猶最後に  $\text{Na}^+$  の作用を見るため  $\text{NaCl}$  のみの等張溶液、更に枸橼酸  $\text{Na}$  の溶液の作用も見えてゐる。

以下述べる所の基電流の記載に於ては、試験液の作用に因るその變化の経過を見る便宜のため、各實驗の最初陰極房にも Ringer 液を用ひて標本を隔絶装置し、約1時間放置した後に測つた基電流値(平常値)を1.00として、爾後陰極房の Ringer 液を試験液と取換へてから繼時的に測つた基電流値を、夫に對する比較的の値として表現した。

## III. 實驗成績

### A. 豫備實驗

先づ特殊のイオンを作用せしめない場合を對照とするため、陰極房をこめて全ての房に Ringer 液を用ひ入を測定する際、全實驗經過略々3時間程の間の基電流値の變化を見るに大體第1表の示すが如くである。

第1表 Ringer 液に於ける基電流の變化(對照)  
10例の平均値及び動搖、各約3時間の経過

平均値	1.00	0.95	0.99	0.96	0.98	0.98
動 搖		1.00—0.97	1.04—0.96	1.03—0.91	1.05—0.91	1.04—0.89

即ち、Ringer 液に於ては數時間の経過中、基電流値は極端な例に於ては10%に近い動搖を示すこともあるが、多くは5%以内の動搖であつて、平均値に於て殆ど恒常の大きさを保つと見ることが出来る。猶本實驗を通じて Ringer 液は 0.60%  $\text{NaCl}$ , 各 0.01%  $\text{CaCl}_2$ ,  $\text{KCl}$ ,  $\text{NaHCO}_3$  の組成を持つものである。

B. アルカリイオン

1.  $\text{Ca}^{++}$   $\text{CaCl}_2$  0.92% を等張溶液とし、之を種々の割合に Ringer 液と混合して使用した。例へば  $1/30$  混合液とは容積 30 中 1 の等張溶液と 29 の Ringer 液との混合の意である。實驗は  $1/30$ ,  $1/20$ ,  $1/10$  等の混合液に就て行はれた。第 2 表には之等の場合の基電流の平常値 (Ringer 液に於ける) に對する、試験液と交換してより 1, 2, 3……時間を経たときの基電流の比較値が示されてある。表示を簡潔にするため、各濃度に於ける觀察の例數、平均値及び各例に於ける觀測値の動搖の幅のみを掲げることにした。

第 2 表  $\text{CaCl}_2$  溶液の基電流に及ぼす影響

等張液 混合比	例數	平常値	1 時間	2 時間	3 時間	4 時間	5 時間
$1/30$	7	1.00	1.35 1.59-1.00	1.49 1.77-1.28	1.54 1.81-1.34	1.57 1.86-1.36	1.62 2.03-1.39
$1/20$	11	1.00	1.77 2.07-1.50	1.80 2.08-1.39	1.84 2.08-1.54	1.87 2.18-1.56	1.91 2.30-1.54
$1/10$	10	1.00	1.77 2.09-1.40	1.78 2.14-1.23	1.78 2.08-1.23	1.73 2.08-1.22	1.63 2.23-1.23
$1/5$	4	1.00	2.28 2.65-1.58	2.25 2.83-1.90	2.48 2.85-2.16	2.95 3.82-2.68	3.58 4.20-3.25

之によつて觀れば、 $\text{Ca}^{++}$  溶液はその濃度高まるにつれ漸次基電流を高める。そして 1 時間毎の繼時的變化を見るに、最後に於ける上昇の大部分は既に最初の 1 時間に起る。而も高濃度に於ては殆どその全幅の變化が最初に起り、濃度低き程最初の上昇は少いが、併し猶大部分の變化はその時に起るのを見るのである。之等の所見はこの基電流上昇作用が、石井 (1) に於ける  $\text{Ca}^{++}$  の入に對する低下作用と、濃度並びに繼時的經過の關係共々全く軌を一にするのを示すのである。

2.  $\text{Mg}^{++}$   $\text{MgCl}_2$  0.77% を等張溶液とし、之を Ringer 液に對し  $1/20$ ,  $1/10$ ,  $1/5$  の割合に混合してその作用を検した。次に第 3 表に夫々の場合の平均値を掲げる。

第 3 表  $\text{MgCl}_2$  溶液の基電流に及ぼす影響

等張液 混合比	例數	平常値	1 時間	2 時間	3 時間	4 時間
$1/20$	9	1.00	1.51 1.51-1.20	1.47 1.65-1.27	1.49 1.70-1.30	1.50 1.80-1.28
$1/10$	10	1.00	1.69 2.07-1.20	1.80 2.25-1.26	2.01 3.17-1.49	2.15 4.75-1.48
$1/5$	8	1.00	2.28 2.84-1.81	2.26 2.91-1.60	2.59 3.97-1.35	2.80 3.13-1.72

之によつて觀れば  $1/20$ ,  $1/10$ ,  $1/5$  と  $\text{Mg}^{++}$  の割合が大となる程、著しい基電流上昇の作用が見られる。又その繼時的變化に就ても大體  $\text{Ca}^{++}$  に於て見たと同様のことが見られる。そしてその變化の大きさと等張溶液稀釋度とを比較して、 $\text{Mg}^{++}$  の作用は  $\text{Ca}^{++}$  に比較して遙かに弱いことを知ることができる。

3.  $\text{Sr}^{++}$   $\text{SrCl}_2$  に於ては 1.31% を等張溶液とし、之を Ringer 液と混合するに當つては、

Mg<sup>++</sup> のときと同様 1/20, 1/10, 1/5 の割合に於て實驗した。その成績を次の第4表に示す。

Sr<sup>++</sup> に於ても作用は Ca<sup>++</sup>, Mg<sup>++</sup> と全く同様に基電流を上昇せしめる。その濃度と共に作用の増すこと、繼時的變化の様態等も同様で、そして何れも石井(1)に於ける  $\lambda$  低下と全く平行的に起るのを見るのである。又 Sr<sup>++</sup> に於ける等張溶液稀釋度は Mg<sup>++</sup> に於けると同一の割合で

第4表 SrCl<sub>2</sub> 溶液の基電流に及ぼす影響

等張液 混合比	例数	平常値	1 時間	2 時間	3 時間	4 時間
1/20	5	1.00	1.36 1.42-1.29	1.37 1.43-1.28	1.37 1.50-1.26	1.38 1.52-1.31
1/10	9	1.00	1.61 1.91-1.45	1.61 1.85-1.40	1.55 1.94-1.44	1.71 1.94-1.57
1/5	9	1.00	1.92 2.30-1.28	1.95 2.41-1.24	2.01 2.66-1.22	2.07 3.02-1.25

あるが、夫々の度に於ける基電流上昇の大きさを比較し、多少づつではあるが Mg<sup>++</sup> の方が Sr<sup>++</sup> より強いことを見ることが出来る。

茲に於て 1), 2), 3) を一括して、アルカリ土イオンの基電流に対する作用を綜覽すれば、その作用は共通して基電流を上昇せしめる。その作用は當該イオン濃度の異なる程強く、又繼時的には、究極の變化の大部分が最初の1時間に現はれ、そしてその度も濃度異なる程著しい。又この作用を3イオン間に比較するときは、Ca<sup>++</sup> > Mg<sup>++</sup> > Sr<sup>++</sup> の順序となり、殊に Ca<sup>++</sup> と Mg<sup>++</sup> との差の方が著しく大きい。そしてこの何れの現はれ方に於てもこの作用が、石井(1)の見た  $\lambda$  低下作用と全然同様の具合に現はれることは、注意を要する所である。

### C. アルカリイオン

1. K<sup>+</sup> K<sup>+</sup> の作用はアルカリイオンの中でも特に強く、又 Ringer 液中にも既に 0.01% の KCl を含んでゐる。それで之が試験液としては、KCl 以外は普通の Ringer 液と同様の組成を持ち、KCl のみを夫々 0.02, 0.025, 0.03, 0.04, 0.05% 含む溶液を用ひた。併しアルカリイオンに於ても K<sup>+</sup> 以外は、アルカリ土イオンに於てと同様に、夫々の等張溶液を Ringer 液と混合して試験液を調製し、その混合比を以て濃度を表はしたので、K<sup>+</sup> に於ても夫等と濃度表出を同一にするため、上記の%を等張溶液對 Ringer 液の混合比で表はすと、夫々 1.15/100, 1.7/100, 2.3/100, 3.4/100, 4.5/100 となる。之等の溶液の基電流値に對する作用を第5表に示す。

之によつて觀れば、混合比 1.15/100, 1.7/100 の兩者に於ては基電流は低下する。その程度は餘り大きなものでない。殊に 1.15/100 の濃度に於ては Ringer 液の場合に比し僅かに低下に傾くのみである。個々の例の場合に於ては上昇と見得るものもあるがその多くは Ringer 液の對照例に於ける範圍内である。即ち大體に於て基電流値の低下は、その上昇よりは、又本論文の主要目的である比較の對象たる強まり要素の恒數  $\lambda$ , C.S. 等の上昇よりは現はれ難い現象である如くである。併しとにかくこの平均値を結果する各例の成績を見るに、低下作用は明かに看取

第5表 KCl 溶液の基電流に及ぼす影響

等張液 混合比	例数	平常値	1 時間	2 時間	3 時間	4 時間
1.15/100	11	1.00	0.97 1.14-0.77	0.97 1.19-0.72	0.96 1.23-0.70	0.95 1.23-0.87
1.17/100	6	1.00	0.98 1.14-0.80	0.97 1.07-0.85	0.92 1.02-0.85	0.89 1.00-0.75
2.3/100	7	1.00	1.13 1.74-0.23	1.17 1.66-0.26	1.13 1.70-0.91	1.11 1.38-0.20
3.4/100	4	1.00	1.23 1.70-1.07	1.29 1.32-1.04	1.36 1.78-1.06	1.45 1.70-1.09
4.5/100	5	1.00	2.21 4.50-1.31	2.12 4.10-1.24	1.97 2.88-1.42	1.91 2.74-1.42

される。殊に 1.7/100 の濃度に於ては猶更である。そして少しは時間的に下降を続ける傾きを示す。且又この濃度に於ける基電流値低下作用は、他のイオン殊に Na<sup>+</sup> 等と比較して全く疑ひを容れない。然るに爾餘の高濃度に於ては基電流は上昇する。その程度は濃度大なる程強くなり、又總時的變化も大體に於て最初に大部分の大いさの變化が起る。即ち K<sup>+</sup> の基電流に對する作用を通覽するに混合比 2/100 程の濃度を堺にして、之以下では低下、以上では上昇の作用を有し、而も各範圍に於ては夫々の作用が濃度に比例して大きくなる。そしてこの何れの事も石井(1)の見た、K<sup>+</sup> の C.S. に對する作用と全く軌を同じくする。

2. NH<sub>4</sub><sup>+</sup> NH<sub>4</sub>Cl 0.63% を等張溶液とし、アルカリ土イオンの時と同様に種々の比に於て Ringer 液と混和した。即ち 5/100, 10/100, 15/100, 20/100, 50/100 等の比を用ひた。その成績を次の第6表に掲げる。

本表に依れば NH<sub>4</sub><sup>+</sup> に於てもやはり、低濃度に於ては低下、高濃度に於ては上昇の作用を見る。併しこの基電流値に對する作用の逆轉の濃度は、石井(1)の見た C.S. に對する夫よりも高い方にすれてゐる。即ち 5/100, 10/100 のみならず 15/100, 20/100 に至る迄低下作用を示す。この間の作用に就ては各濃度に於ける例数と測定値の動搖範圍よりして、各濃度に於ける低下作用に著

第6表 NH<sub>4</sub>Cl 溶液の基電流に及ぼす影響

等張液 混合比	例数	平常値	1 時間	2 時間	3 時間	4 時間
5/100	6	1.00	0.85 1.20-0.74	0.94 1.12-0.70	0.92 1.07-0.70	0.95 1.15-0.73
10/100	6	1.00	0.94 0.98-0.87	0.95 1.05-0.91	0.94 1.02-0.90	0.94 1.02-0.89
15/100	6	1.00	0.88 1.01-0.80	0.97 1.11-0.84	1.00 1.18-0.83	1.01 1.21-0.84
20/100	4	1.00	0.85 1.02-0.64	0.93 1.10-0.70	0.91 1.12-0.89	0.92 1.17-0.89
50/100	3	1.00	2.20 2.35-2.00	2.49 3.10-1.96	2.40 2.75-2.08	2.36 2.87-2.10

しい差異があるとは見えない。併し Ringer 液に於ける對照と比較し、低下作用と見るべきこととは云ふ迄もない。而して  $50/100$  に至れば明かな、且著しい上昇作用を見るのである。

3.  $\text{Li}^+$   $\text{LiCl}$  0.48% を等張溶液とし、Ringer 液に對して  $10/100$ ,  $20/100$ ,  $30/100$ ,  $50/100$ ,  $70/100$  の割合に混合した溶液を用ひた。その成績を第7表に掲げる。

第7表  $\text{LiCl}$  溶液の基電流に及ぼす影響

等張液 混合比	例数	平常値	1時間	2時間	3時間	4時間
$10/100$	5	1.00	1.10 1.13-1.04	1.09 1.21-0.97	1.08 1.22-0.93	1.10 1.22-0.92
$20/100$	5	1.00	1.18 1.25-1.07	1.23 1.53-0.93	1.33 1.65-0.97	1.33 1.77-0.93
$30/100$	6	1.00	1.22 1.41-1.15	1.24 1.46-1.13	1.25 1.45-1.16	1.27 1.48-1.16
$50/100$	5	1.00	1.28 1.43-1.17	1.56 1.73-1.42	1.66 2.00-1.42	1.62 1.86-1.40
$70/100$	5	1.00	1.60 2.12-1.45	1.75 2.30-1.55	1.73 2.45-1.42	1.76 2.50-1.45

本表を觀察すれば、 $\text{Li}^+$  は基電流に對してはどの濃度に於ても上昇せしめることが見られる。その程度は濃度の大きなるに従つて強くなるが、 $70/100$  に至つてもその程度は  $\text{K}^+$ ,  $\text{NH}_4^+$  更に  $\text{Ca}^{++}$ ,  $\text{Mg}^{++}$ ,  $\text{Sr}^{++}$  に於ける夫々の強い作用に比較して、小なる程度に過ぎない。而して何れの濃度に於ても繼時的経過は略々同様で、最初に大部分の變化が起り爾後僅かづゝ上昇する。この  $\text{Li}^+$  に於て基電流に對し上昇作用のみを示すことは、石井(1)が C.S. に對して見た逆轉濃度の存在と抵觸するやうに見える。實際  $\text{Li}^+$  に於ては基電流を低下せしめる濃度がないのか、或は更に低くすれた濃度に於て之があるのかは、今存在するだけの材料からは判定できない。

4.  $\text{Na}^+$   $\text{NaCl}$  は Ringer 液の主成分で、之に於ては  $\text{Na}^+$  特別の作用が他のイオンにより拮抗されてゐる譯であるから、 $\text{Na}^+$  の作用は  $\text{NaCl}$  の等張溶液 (0.60%) を以て檢した。又石井(1)には發表してないが枸橼酸  $\text{Na}$  の作用も見てある。この枸橼酸  $\text{Na}$  は元々  $\text{Ca}^{++}$  のイオン状態除去を來たすものとして、 $\text{Ca}^{++}$  に拮抗する作用が知られ、強まり要素に對しては Solandt(13)も觀察して、 $\text{Na}^+$  の作用の著しく強い場合に匹敵するものと考へ得るものである。石井は之の 1.96% の溶液を  $1/100$ ,  $1.5/100$ ,  $2/100$  等の割合で Ringer 液に混じてその作用を檢した。この溶液の作用として一般に閾値が普通の他のイオン溶液の場合に比して動搖し、測定が稍々容易を缺くのであつて、石井もその意味で之に就ての所見を書き附けなかつたのであるが、その若干の不正確さを容認した上で大體の見當をつける意味の觀察を以てしても、甚だ有益な示唆を與へるので、こゝに共にその成績も擧げることとする。基電流に對しては上記3種の溶液の作用に大差なき所見であるので、その全體の平均値を示す。第8表がそれである。

$\text{NaCl}$  等張溶液に於ては著しい基電流低下作用が見られる。そしてその變化の殆ど全部が最初の1時間に起る。この變化は石井(1)に於ける C.S. が略々平常値の 2.6 倍に増大する變化に

對應するものである。繼時的變化も全く一致する。次に枸橼酸 Na の作用は NaCl 等張液作用より更に強い基電流低下の影響であることを見る。而して之に對應する C.S. の變化をプロトコールに就て見れば、 $1/100$  溶液に於て約 3 倍、 $1.5/100$  溶液に於て 4 倍前後、 $2/100$  溶液に於て 5~6 倍の C.S. の増大を見る。繼時的變化も全く一致する。即ち NaCl 等張液の場合も枸橼

第 8 表 Na<sup>+</sup> の基電流に及ぼす影響

試 用 液	例 数	平常値	1 時 間	2 時 間	3 時 間	4 時 間
0.50% NaCl 溶液	4	1.00	0.72 0.77—0.66	0.75 0.35—0.64	0.69 0.75—0.32	0.71 0.76—0.63
7.25% 枸橼酸 Na を Ringer 液に對し 1/100, 43.75% 2/100 混合液	7	1.00	0.46 0.56—0.25	0.51 0.70—0.29	0.49 0.75—0.35	0.49 0.67—0.34

酸 Na の場合も、基電流の低下は C.S. の増大と伴ひ、その程度も時間的經過も極めてよく一致するを見るのである。

茲に於て 1), 2), 3), 4) を總括してアルカリイオンの基電流に對する作用を眺めてみるに、大體に於て石井が強まり要素に就て見たやうな、濃度に従つての作用の逆轉が見られるといふことができる。K<sup>+</sup> に於ては之が最も著明で、C.S. の變化と全く同様に逆の方向に變化する。Na<sup>+</sup> の作用は K<sup>+</sup> 等の稀薄な場合、即ち逆轉の限界濃度以下に相當する作用であることは、茲に於ても石井の場合と等しい。NH<sub>4</sub><sup>+</sup> の場合は作用の逆轉は見られるが、その限界濃度が C.S. に對する夫より稍々高い。又 Li の場合は限界濃度が低くすれてゐるためか本實驗に於ては、C.S. に對する稀薄溶液に相當する基電流に對しての作用が見られてない。併し全體にこの作用の逆轉を考へ、基電流の小なることは C.S. の大なること、前者の大なることは後者の小なることに匹敵すると見ることができるのである。

#### IV. 考 察

本論文にての検討はアルカリ及びアルカリ土イオンの筋基電流に對する影響である。一般に之等イオンの生體電氣興奮性に對する影響に就ての業績は、前置きに述べた如く内外共極めて豊富である(3, 4 文獻)が、神經を對象としたもの多く又屢々 K<sup>+</sup> 及び Ca<sup>2+</sup> が代表として試用され、各種のイオンが系統的に觀察されてゐるのは少い。而してその作用は大體に於て神經に對すると筋に對すると略々等しく、K<sup>+</sup> は稀薄濃度に於ては作用後暫時電流閾値(強さ要素)を低め、後之を高める。そして濃度大なるに至れば、その最初の低下作用がなく増大作用のみを現はすのが見られてゐる。その他のアルカリイオンに就ても大體同様であるが、NH<sub>4</sub><sup>+</sup>, Li<sup>+</sup> 等に於ては作用が著しくないとされてゐる。又アルカリ土イオンに於ては、Ca<sup>2+</sup> 初め何れも大體に於て最初より閾値を高めるとされてゐる。之等の所見は殆ど何れも、試験液作用後數分乃至數十分の經過を繼時的に觀察して得られたものであつて、私達が現在の論文に於て觀てゐる如き 1 乃至數時間の、いはゞ略々恒常的の變化状態を見たものではない。然るにこの略々恒常的

状態に於ける變化に就ても、成績の章下で見た如き著しい、且つ規則的な所見を得るのである。

このやうに略々恒常的な變化状態を検したものに、神經に於ては杉崎(14)、筋に於ては砂田(15, 16)及び岡部(10)がある。杉崎は神經の直流刺激に就て、アルカリ、アルカリ土兩イオンの種々なものを各濃度に於て検し、陽極に於ける直流開放閾値に對する兩種イオンの著しい拮抗作用を證したのであつたが、彼は陰極に於ける閉鎖閾値即ち基電流に對しては、兩種イオン間に拮抗作用を見ず、共に上昇作用のみを見たのであつた。併し私達の此度の經驗よりすれば、彼の用ひた各イオンの濃度變異は高い範圍に止まり過ぎた憾みがあるので、特にアルカリイオンに於て試験濃度を更に低く用ひたならば、今回見たやうな作用の逆轉が見られたかと思はれる。又砂田は  $Mg^{++}$ ,  $Sr^{++}$ ,  $Ba^{++}$  に就てのみ見たのであるが、彼は之等アルカリ土イオンに於ても、濃度による作用の逆轉を見てゐることは注目すべきである。又岡部は筋の膜電位の變化と共にその蓄電器放電刺激閾値の變化を、 $K^+$ ,  $Mg^{++}$ ,  $Sr^{++}$ ,  $Ba^{++}$  等に就き、その稀薄溶液 ( $10^{-4} \sim 10^{-5}$  mol) 及び濃溶液 ( $10^{-2}$  mol) の作用を見たのであるが、その何れのイオンに於ても、稀薄溶液にては閾値下降し、濃溶液にては閾値上昇することを見てゐる。

さて本實驗に於て上記成績の章で見られた、兩種イオンの筋基電流に對する影響を總括すれば次の如くである。即ちアルカリ土イオンに於ては、何れも基電流を上昇せしめ、濃度の異なる程その作用が強い。又各イオンの強さは  $Ca^{++} > Mg^{++} > Sr^{++}$  の順である。次にアルカリイオンに於ては、濃度小なるときは基電流を低下せしめ、大なるときは上昇せしめるといふ作用の逆轉が存在する。そしてこの逆轉の濃度以下に於ても以上に於ても、低下及び上昇作用は濃度と共に強くなる。この事の細かな點は  $NH_4^+$  に於て、又逆轉の事實そのものも  $Li^+$  に於て見失はれてゐるが、之等は逆轉濃度のすれ(強まり要素に對する夫よりの)等より理解できる。而して  $K^+$ ,  $Na^+$  を加へてのアルカリイオン系全體の作用として、上の事を云ひ得ると思ふ。 $Na^+$  に就ては  $NaCl$  としてその全作用を呈すべき等張溶液に於て、なほ低下作用を示すのであるから、逆轉濃度が無限大なる極端と見るべきこと石井(1)の場合と同様である。かくて今回は特殊なる  $Li^+$  を除き、基電流に對する作用の強さの順としては  $K^+ > NH_4^+ > Na^+$  と並べ得るのである。基電流上昇の強さに於て比較すれば、 $Li^+$  は石井(1)の場合と同様に  $NH_4^+$  と  $Na^+$  との間に入る。

之等の兩種イオンの基電流に對する影響は、上述の文獻に於ける多くの業績が本實驗に於けるが如く略々恒常的な状態の檢索でなく、作用直後の云はゞ過渡的變化の経過を見たものではあるが、而も猶夫等と相對して面白き對照をなすものである。即ち今回觀察したアルカリ土イオンに於ける何れの濃度に於ても、基電流に對する略々恒常的な上昇作用は、彼等に於ける同種イオンの各濃度に於て見られた過渡的経過としての、閾値上昇作用に相對し、又同じく茲に觀られたアルカリイオンに於ける一定濃度を堺としての低下上昇の作用逆轉は、彼等に於ける過渡的経過としての時間的逆轉と對應するのである。勿論過渡的變化としても後期の状態は略々

恒常状態に移行するのであるから、彼等に於てもアルカリイオンに就き閾値低下のまゝ續く場合を見ることもできた筈であるが、従來の業績に於てはそれ迄低濃度が試みられてないのである。又上述の如く砂田(15, 16)はアルカリ土イオンに於ても、基電流に對する作用の逆轉を見てゐるが、今回の實驗に於てはその程度の低濃度に於て試みられてゐないので、アルカリ土イオンに於ける低濃度に於ての逆轉の有無にまでは言及できないのである。岡部(10)の成績に就ても、アルカリ土イオンに關しては同様に云ふことができ、本實驗に用ひられた  $Mg^{++}$  も  $Sr^{++}$  も、彼の用ひた稀薄溶液程の低濃度に於ては試みられなかつたので、彼の見た閾値に對する作用の逆轉の有無を本實驗から批判することはできぬ。たゞ彼が見た  $K^+$  に於ける、濃度に従つての作用の逆轉は、私達の場合と同成績を示すものである。

上述は兩種イオンの基電流に對する作用そのものに就てあるが、本論文の主要目的は前置きに述べた如く、之等イオンの作用の下に於て強さ要素と強まり要素とがどのやうに變つてゆくかを觀るにあつたのである。然るに成績の章下に於て言及した如く、今回點檢した基電流(強さ要素)の變化と、石井(1)が見た  $\lambda$  及び C.S. (強まり要素)とは、兩種イオンを通じてその濃度關係に於ても總時的關係に於ても ( $NH_4^+$  及び  $Li^+$  に於ける若干の數量的ずれを例外として) 恰も響を並べるが如く全く相携へて變化してゐるのを見る。即ち基電流の小となることは常に  $\lambda$  又は C.S. の大となることと伴ひ、前者の大となるときは何時も後者は小となるのである。

このやうな兩者相携へての變化は、元來は石井の本實驗に先だつて開始されたが種々の理由により遷延し且つ完結を見なかつた。併し乍ら斷片的成績のみは發表された所の、小島(7)の神經の強まり要素に對するイオン作用の業績中にも明かに見られる所である。又文獻に於ては Schriever(11)の溫度の作用、Kahn(6)、Lucas(3)の  $Ca^{++}$  の増減の影響等の下に同様の變化が觀察される。Schriever u. Cebulla(12)のイオン作用の下に於ては明かでない。特に著しく觀察したのは Jahn(5)であつて、種々のイオン作用及び滲透壓の下に於ける刺激商(Reizungsdivisor von v. Kries)の變化を檢したのである。彼によれば  $Ca^{++}$  の作用、 $K^+$ 、 $Rb^+$  等のやゝ永き作用及び低張溶液の作用の下に於ては、基電流上ると共に刺激商上り、高張溶液の作用に於て基電流下ると共に刺激商も下るのである。刺激商なる値もやゝ古い1つの強まり要素の示標であつて、その増減が  $\lambda$ 、C.S. 等と逆になる數値であるから、上記の  $Ca^{++}$  その他の作用は本論文のアルカリ土イオン作用と一致し、高張溶液の作用はアルカリイオン低濃度のものゝ作用と一致する譯である。たゞ Jahn は  $K^+$ 、 $Rb^+$  その他のイオンの短時間作用の下に於て、基電流は上るが刺激商は變らない、即ち兩者が相伴つて變らないことを見てゐるが、之はその作用時間の選擇を誤り、私達のいはゆる逆轉作用前後の、所見一定を缺く附近を觀たためであらうと思はれる。

之等の諸業績中 Kahn, Lucas の兩者以外は神經刺激、この兩者は筋刺激に就て見られたの

であるが、之等を通じて同様に觀察される基電流と $\lambda$ その他との變化關係は、本論文により筋の隔絶刺激に於て廣汎に且つ系統的に美しく實證されたのである。従つて基電流の大きさが $\lambda$ 等の大きさと大小を逆に變化してゆくといふ關係は、筋と神經とを通じて、即ち一般興奮性形體に於て、夫等が種々の環境狀況の變化を受けてその電氣的被刺激性を變化してゆくとき、その強さ要素と強まり要素とが共に變はつてゆく典型的の變化形式であると云ふことができる。この兩要素の變化が之等の値のかゝる形式の變化に於て現はれるといふことの、本當の意味を更に考へてみよう。

抑も強まり要素を示す諸値の内、 $\lambda$  (Hill), C.S. (Lapicque), 直線恒數 (constante linéaire de Fabre), 忍込時間 (Einschleichzeit von Schriever) 等と最小勾配 (minimal gradient of Lucas), 刺激商 (v. Kries) 等とは互に逆の方向に大小を變へる値であるが、之等の内 $\lambda$ と直線恒數とは同じ數に當り、夫は又最小勾配と逆數をなす (之等の事に就ては鈴木 17 参照) 關係にあつて、最も見透しの附け易い値である。即ち $\lambda$ と直線恒數は、云はゞ基電流を基電流と同じ單位で表はされた最小勾配で割つた數である。換言すれば直角に上る刺激電流閾値と、刺激し得る限り徐ろに強まる電流の強まり方との比である。従つて基電流が大となると $\lambda$ が小になるといふことは、 $\lambda$ は上の始き分數であるから、上記の徐ろ電流の強まり方 (分母) が基電流 (分子) の大となるより著しく大きくなることを示すに外ならない。即ち直角電流の閾値が大きくなるよりも、更に著しく強まり方の閾が増大する、換言すれば忍込の易さの増大は直角電流の閾値より急激に増大するといふことである。逆に基電流が小さくなることと $\lambda$ が大きくなることとが伴ふといふことは、直角電流閾値が小さくなるよりも強まり方の閾値の方が著しく小さくなる、即ち徐ろに強まる電流による刺激され易さの方が直角電流に對する刺激され易さよりもより強く増すことを表はすのである。即ち大小何れの方向を問はず、直角電流閾値と強まり方の閾値とは同じ方向に變はり、後者の方が前者よりもより強く變はる、即ち強さ要素の變化より強まり要素の變化の方が常により激しく起るといふことになる。然るに基電流の大小の變化と $\lambda$ , C.S. 等の變化との常に逆の方向に相伴ふことが、上記の如く典型的の變化形式と見られるのであるから、一般興奮性形體が環境狀況の變化によりその電氣的被刺激性を變化するときには、その強さ要素と強まり要素とは常に同一方向に變化し、前者よりも後者の方がより激しく變はるものであると結論することができるのである。

## V. 結 び

1) 石井 (1) が曾て蛙の縫匠筋隔絶刺激に於て、その強まり要素を示す恒數  $\lambda$  (Hill) 或は climalyse 閾値 (Lapicque) に對する、アルカリ及びアルカリ土各イオンの作用を系統的に觀察した成績に就き、今回特に基電流のみに對する各場合の作用を再檢し、之等イオンの基電流に及ぼす影響を見ると共に、強さ要素と強まり要素とがどんな關係で變化してゆくかを検討した。

2) アルカリ土イオンは何れも基電流を上昇せしめ、その作用は濃度大なる程強い。又各イ

オン間には  $\text{Ca}^{++} > \text{Mg}^{++} > \text{Sr}^{++}$  といふ順序をつけ得る。之等の事柄及びその作用の繼時的経過等何れより見ても、石井が之等イオンに就て見た  $\lambda$  に對する低下作用と全く軌を同じくして起る。

3) アルカリイオンに於ては、濃度小なるとき基電流を低下せしめ、大なるとき上昇せしめ、その間に作用逆轉 臨界濃度がある。そしてその臨界濃度の上下に於て各作用は、夫々濃度大なる程強く現はれる。各イオン間には  $\text{K}^+ > \text{NH}_4^+ > \text{Na}^+$  と順序がつけられる。之等の事柄を石井の見た C.S. に對する作用と較べるに、 $\text{NH}_4^+$  及び  $\text{Li}^+$  に於ける若干の數量的ずれを除外して、基電流の大小と C.S. の大小とは常に互に逆の方向の變化として相伴ひ起るのを見る。

4) 之等の基電流に對するイオン作用は1時間乃至數時間に於ける云はゞ略々恒常的の作用であるが、從來の文獻に多く見られた所の數分乃至數十分の云はゞ過渡的の作用に對し、性質上同様の又面白い對照をなす所見である。

5) 兩種イオンを通じての、基電流の大きさと  $\lambda$  或は C.S. とが大小の方向を逆に變へつゝ相伴ふ事實は、從來の文獻に散見した種々の環境狀況に於ける同種所見を、系統的に美しく補つたものと見るべく、一般興奮性形體が環境條件に従ひその電氣的被刺激性を變へる際の、強さ要素と強まり要素とが共に變化する典型的形式を示すものである。而して  $\lambda$  なる値の吟味により、この變化形式はかゝる環境狀況の變化に依つて、強さ要素が大又は小の方向に變はるとき、強まり要素が同じ方向により激しい程度に於て變はることを表はすものであることが考察されてある。

## 文 獻

- 1) 石井恒夫 (2602) 日本生理誌 7 1
- 2) Hill, A. V. (1936) Proc. roy. Soc. Lond. B. 119 305
- 3) Höber, R. u. H. Strohe (1929) Pflügers Arch. 222 71
- 4) 福島敏夫 (2602) 岡山醫會誌 54 589
- 5) Jahn, D. (1924) Pflügers Arch. 206 66
- 6) Kahn, E. (1912) Pflügers Arch. 143 426
- 7) 小島利顯 (2604) 日本生理誌 9 101
- 8) Lapicque, L. (1937) C. r. Soc. Biol. 125 256, 588, 701
- 9) Lucas, K. (1908) J. Physiol. (Brit.) 37 459
- 10) 岡部精一 (1935) Jap. J. med. Sci. Biophysics 3 1
- 11) Schriever, H. (1933) Z. Biol. 93 143
- 12) Schriever, H. u. R. Cebulla (1939) Pflügers Arch. 241 1
- 13) Solandt, D. Y. (1936) Proc. roy. Soc. Lond. B. 119 355
- 14) 杉崎行三 (2598) 日本生理誌 3 236
- 15) 砂田惠一 (1924) J. Biophysics 1 155
- 16) 砂田惠一 (1930) Jap. J. med. Sci. Biophysics 1 217, 235
- 17) 鈴木正夫 (2598) 日新醫學 27 1565
- 18) 鈴木正夫 (2602) 日本生理誌 7 354
- 19) 鈴木正夫 (2603) 日本生理評論 2 113

## 温血動物の筋に出入する神経纖維の分析的研究 612.817

(文部省科學研究費による研究)

慶應義塾大學醫學部生理學教室

塚 越 三 好

Tsukagoshi-Miyoshi

(昭和19年3月14日受付)

### I. 緒 言

蟄の脊髓より出て筋に入る運動神経纖維には、それに單一の神経衝撃を送り込むと筋に認め得る收縮を起して來る以前から知られてゐた纖維の外に、反復する神経衝撃を送り込むと遅い筋收縮を起して來る細い運動神経纖維があることが最近明かになり、この2種類の運動神経纖維の諸性質に就ては精細な比較研究がなされた(田崎 7, 吉岡 8, 9, 10).

又蟄の筋に發足し後根を経て脊髓に神経衝撃を傳へる求心性神経纖維には緊張性(tonic)の筋知覚纖維と時相性(phasic)の筋知覚纖維の少くとも2つの異つた纖維の存することを、別出單一神経纖維の働作電位を目標とせる最近の研究は示してゐる(湯淺 11). 之等の研究は何れも極めて決定的な研究ではあるが、觀察の對象が冷血動物(蟄或は蛙)に限られてゐるので、これ等の遠心性並に求心性の筋神経纖維が温血動物に於て如何なる形で存在してゐるかは未だ詳かでない。こゝに於て余は温血動物に就て筋に出入する神経纖維の分析的研究に着手した。即ち、筋に入る神経幹中より種々の太さの神経纖維を興奮傳導を營む状態に於て夫々唯1本だけ分離別出し、運動神経纖維に就てはその分離された單一神経纖維を経て筋に送り込まれた衝撃により筋に起る働作電位を記録し、求心性神経纖維に就ては筋に種々の操作を加へる時にこの單一神経纖維の働作電位を觀察したのである。その結果2,3の新知見を得ることが出來たので、ここにその大要を報告する。

### II. 實驗材料及び實驗方法

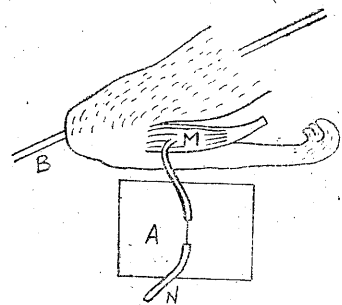
實驗動物には成熟せる猫を用ひた。温血動物の筋に於てはその血流を斷ちて後約10分にしてその興奮性乃至收縮性が消失するを以て、冷血動物の筋に於ける様に神経筋標本を體外に取り出して實驗に使用することが出來ないので、この點に就て多大の苦心を要した。先づ成熟せる猫をエーテル麻酔の下に特種なる金屬製の固定臺上に固定し、その腦を四丘體間にて切斷して去腦(decerebration)を行ふか或は第10乃至第12脊椎の部に於て脊髓切斷(spinal transection)を行つた。余は好んで脊髓猫を使用した。その理由は1つには手術が簡單である爲と、2つには去腦猫を使用する際には體温を保持する爲の装置を要し又多くの場合人工呼吸装置を必要と

するのに比して、脊髓猫はかかる操作の必要がなく長時間に亘つて安易に實驗觀察を行ふことが出来るからである。脊髓猫では脊髓切斷施行後24時間を経た頃に實驗に供して何等の支障も來さなかつた。

此の様にして脊髓と大脳との連絡を斷ちたる猫を腹位に固定した。下肢の固定には特に大なる努力を拂ひ、大腿大轉子部と膝蓋骨部に皮膚切開を加へて大腿骨の兩端即ち轉子窩 (Fossa trochanterica) 及び膝側面 (Facies patellaris) より大腿骨の髓腔中にドリルにより穴を穿ち、これに直径約4mmの鐵線を通してその兩端を動物固定臺の適當な位置に固定した。單一神経纖維の生體分離剔出を行ふ操作は先に郭(2)が報告せるものを更に改良して採用した。先づ坐骨神経幹を形成する多數の神経纖維束について夫々の支配筋を鑑別し、それ等の神経纖維束を鋭利なる小刀で分離し實驗に使用する筋に入る神経枝を残して他を全部切斷した。

之を第1圖の様に硝子板上に載せ、2本の鋭利な針を使用して單一神経纖維を分離する微細な手術を行つた。光源としては200Wの電燈を使用し、之を固定臺の右上側方より照射し硝子板の下方に取りつけた凹面鏡により光を硝子板の面に直角に上方に反射させた。この際光源よりの直射光線は硝子板上にも術者の眼にも直接這入らない様にし、剔出操作時硝子板上のチロージェ液の蒸發を防ぎ組成の變化を可及的少くして良結果を得た。尙硝子板の直下方より凹面鏡に反射して來た光線が硝子板を透して直上方に向ふ爲、操作中移動筒顯微鏡を剔出裝置上に持ち來り豫め顯微鏡の焦點を硝子板上に合せておくことにより、剔出せる神経纖維の太さを簡単に檢查することが出来た。

第 1 圖



- A. 硝子板
- B. 固定用鐵線
- M. 下肢の1つの筋
- N. 坐骨神経より筋に這入る神経枝

實驗には主として坐骨神経より分れて前脛骨筋、比目魚筋及び長趾伸筋に入る神経枝を單一神経纖維に剔出して使用した。以上の手術操作中、出血は出来るだけこれを防ぎ、又實驗に使用する筋に出入する血管の保存に對しては特に注意を拂つた。血流が阻害されて筋が暗紫色となれば直に實驗を中止した。この様にして作つた標本に於て、神経の手術部位即ち單一神経纖維に分離してある部位を筋の表面に附着させて置いて、その近心部位に一對の白金電極を當て、之を感應電氣器の第2次輪道に連絡し單一又は反復する電撃を神経纖維に與へ、單一神経纖維を経て筋に送り込まれた衝擊により筋に起る收縮或は動作電位を觀察した。此の際筋に起る動作電位を誘導するには、血流を阻害しない範圍内に於て出来る限り、筋を下端の附着部より上方に向ひ周圍より遊離せしめ、之に當てる誘導電極の極間距離を相當廣くし得る様にした。誘導電極にはガーゼを卷いた銀板にチロージェ液をうるほしたものを用ひた。この様にして筋に發現する動作電位を誘導電極により、三段の増幅器に導き更にブラウン管に繋ぎ、筋が收

縮するかどうかを見乍ら働作電位の経過をブラウン管上に於て観察した。尙働作電位を記録するには、上記のブラウン管上に観察しつつある電位の變動を更に一段増幅して、横河製のオツシログラフ(B型)に導く方法を取つた。

次に以上の方法により筋に認むべき収縮も現れず、且筋働作電位も發現せざるものに就ては、1つのガーゼ巻銀板誘導電極を筋の一部に當て、他の一方の誘導電極(ゲラチン・リングル銀板電極)を單一神経纖維剔出部位より近心側の神経幹に當てて、筋に伸展等の各種の操作を加へる時引起される單一神経纖維の働作電位を誘導し、前と同様にして観察し記録した。筋を伸展させる時伸展の程度の時間的経過の大體を知るために、筋の遊離端を直接光楕杆に連絡し、光楕杆の動きを働作電位曲線と同時に同一のプロマイド紙上に記録した。尙この際單一神経纖維剔出部の一部分を筋表面より少しつり上げ其の周囲の媒質をこの部で隔絶すると、筋の働作電位は全然見られないで筋より脊髓に向ふ神経衝擊のみが観察される。

以上の實驗中實驗動物の體温の冷却を防ぐためと神経を出来るだけ乾燥させないために、少し室温を高め(21~25°C)同時に湿度を高めることに留意した。ブラウン管及び増幅器は常教室で組立てたもので、其の装置の概要は余及び田崎が Jap. J. Med. Sci. III. Biophysics 誌上に發表することになつてゐるので之を略した。

神経纖維の太さの測定は先づ纖維を分離するや否や直に弱擴大顯微鏡を以つて行ひ、次いでその纖維に就て種々の觀測を行つた後更にその直徑の正確な計測を行つた。その際使用した顯微鏡は接眼レンズ K 20, 對物レンズ 5(千代田)のもので、對物レンズの焦點距離を比較的大とした理由は、生きに纖維をチロデ液中に浮べて觀察しなければならなかつたからである。直徑の測定には對物測微尺を用ひて行つた。

### III. 實驗結果

#### A. 運動神経纖維に就て

我が教室の田崎(7)は蓋に於て速運動神経纖維竝に遅運動神経纖維によつて支配された筋の働作電位を記録することに成功した。單一遅運動神経纖維の刺戟によつて生ずる筋の働作電位は、單一の速運動神経纖維の刺戟によつて生ずる筋の働作電位に比して、その持続は著明に長く(約5倍)、その強さは遙かに弱い(約 $\frac{1}{20}$ )ことを觀察した。余は温血動物に於ても同様のことが見られるのではないかとこの豫想のもとに、筋の働作電位を目標として筋に入る運動神経纖維の分析的研究を試みた。先づ初め豫備實驗として猫の下腿の皮膚を少し切つて、前脛骨筋の下半分を露出して此の筋の表面に誘導電極を置いて見ると、筋の働作電位中にその持続やや長いと思はれるものと著明に短いものが混在して現はれるのを見た。筋が見かけ上全く収縮してゐない時にはこの持続や長い働作電位のみが現はれて、大腿の内側の皮膚面に壓を加へるとき或はその筋を軽く伸展せしめる時に比較的緩かな働作電位の増加するのを見た。又猫に自動的運動が起つたとき或は急に筋を伸展するとき、大きな持続の短い蓋に於ける速運動神経纖維

の興奮による筋の働作電位に相當すると思はれる働作電位が猛然と現れるのを見た。

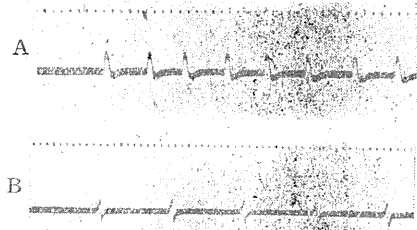
本實驗としては、坐骨神経から下肢の筋主として前脛骨筋に入る神経枝のうちで先づ直径の大なる纖維に注目して單一神経纖維を別出した。この標本を使つて坐骨神経に單一又は反復する感應電撃を與へて、筋に生ずる働作電位を觀察した。單一神経纖維の太さが $16\mu$ 前後にして之に單一の神経衝撃を送つて筋に收縮が認められた場合には、その際に見られる筋の働作電位は蓋に於ける速運動神経纖維の興奮による筋の働作電位と全く同様と思はれる持続の比較的短い(約 $15\text{mm}/\text{sec}$ )のものであつた。第2圖は之をプロマイド紙に記録したものである。この際前脛骨筋の頭側の約 $1/3$ を残して、この末梢側約 $2/3$ を周圍より遊離して之に當てた誘導電極の極間距離を $2\text{cm}$ 以上とした。筋と周圍の組織との剝離が充分でなく誘導電極間の距離がせまい時は、働作電位は小さくて屢々記録することが困難であつた。

次に蓋に於ける速運動神経纖維に相當する比較的細い運動神経纖維を求めて、前述同様坐骨神経前脛骨筋標本より直径 $8$ 乃至 $12\mu$ 程度の神経纖維を數回に亘り唯一本だけ分離した。而してかゝる單一神経纖維に反復して感應電撃を作用させて、筋に極めて緩かな收縮が起るかどうかを検査したが、筋收縮は一度も見られなかつた。次にこの筋にガーゼ卷銀板誘導電極を當て、單一神経纖維を経て單一又は反復する電撃を筋に送つて、筋に働作電位が發現するかどうかをブラウン管上に觀察した。そして蓋の速運動神経纖維に於けると同様に持続の長い(約 $22\text{mm}/\text{sec}$ )働作電位の發現を見る事が出來た。この單一速運動神経纖維によつて生じたと思はれる筋働作電位は、明かに悉無律に従つて發現し、その時間的経過によりかなり明瞭に速運動神経纖維による筋の働作電位と區別することが出來た。第3圖はこの様な筋働作電位を示す。

吾人は勿論分離された單一神経纖維の太さを検査することのみによつてその纖維が果して遠心性のものであるか求心性のものであるかは全然判定出來ないから、上記の直径を持つた單一神経纖維を分離した際に緩かな筋働作電位が見られるとは限らない。余は多數の實驗例中僅か

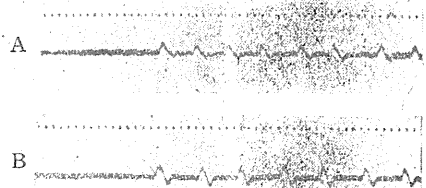
第2圖 速運動神経纖維の興奮により前脛骨筋及び比目魚筋に起つた働作電位

- A. 前脛骨筋の働作電位  
神経纖維の太さ  $15.5\mu$   
室温  $24^{\circ}\text{C}$
- B. 比目魚筋の働作電位  
神経纖維の太さ  $10\mu$   
室温  $24^{\circ}\text{C}$



第3圖 速運動神経纖維の興奮により前脛骨筋に起つた働作電位

- A. 神経纖維の太さ  $8.5\mu$   
働作電位の持続約  $25\text{mm}/\text{sec}$   
室温  $21^{\circ}\text{C}$
- B. 神経纖維の太さ約  $10\mu$   
働作電位の持続約  $15\text{mm}/\text{sec}$   
室温  $21^{\circ}\text{C}$



に2例に於て完全に議論の餘地なき緩かな筋働作電位を記録し得たのみ(残りの大部分は次に述べる求心性神経繊維であつた)であるので、遅運動神経繊維の諸性質に就ては尙今後の研究に待たねばならぬ點が多い。一般に猫に於ては速及び遅運動神経繊維に電撃を與へて之によつて起る筋の働作電位の持続は、藁に於けるよりもかなり短く前者は約 15mm/sec, 後者は約 25mm/sec であつた。

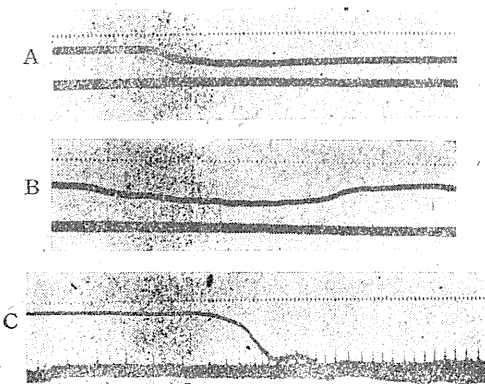
#### B. 求心性神経繊維に就て

次に、猫の坐骨神経前脛骨筋乃至比目魚筋標本を使用し、筋に發足する求心性神経繊維の働作電位を目標として筋に入る求心性神経繊維の分析を試みた。先づ豫備實驗としては、前脛骨筋に入る神経枝を前述の單一神経繊維分離操作により、神経繊維を數本だけ残して他を切斷した標本を作り、筋に種々の操作を加へて之等數本の神経繊維より誘導した働作電位に就て觀察を行つた。此の際坐骨神経幹に感應電撃を加へ筋に働作電位の發現しないことより、之等數本の神経繊維は凡て運動神経繊維でないことを豫めたしかめておいた。かかる標本では求心性衝撃の自然的放出(Spontaneous discharge)は殆んど常に見られた。筋腹を硝子棒で押へるとやゝ振幅の大なる働作電位が現はれ、この働作電位の發現は筋に壓を加へてゐる間申續いた。筋を急に伸展する時は一過性に働作電位の増加するのが見られた。尙針で筋の表面上の或部位を刺すときはその都度働作電位の急に増加するのが觀察された。

次の本實驗に於ては、筋に入る神経繊維の中から種々の太さの求心性神経繊維を唯1本だけ分離別出して、筋に種々な操作を加へてこの單一神経繊維より働作電位を誘導してその模様を觀察した。その結果藁に於けると同様、求心性神経繊維には緊張性及び時相性の少くとも2つ

第4圖 緊張性筋知覚繊維の働作電位(前脛骨筋)

- A. 神経繊維の太さ 15 $\mu$ .  
筋を引張つた時の働作電位
- B. 神経繊維の太さ 15 $\mu$ .  
筋を引張り(約4~5mm)後弛めた時の働作電位の發現の模様
- C. 神経繊維の太さ 16.5 $\mu$ .筋を急に引張つた時に現はれた働作電位の模様



の生理學的性質を異にした2群の筋知覚神経繊維の存することを知つた。

#### 1. 緊張性筋知覚神経繊維

實驗には主として坐骨神経前脛骨筋の標本を使用した。唯1本だけ分離して實驗に供した神経繊維の太さは15 $\mu$ 前後にして、筋に張力を加へない時にはこの繊維への神経衝撃の自然的放出が存する場合と存せざる場合とがあつた。筋を伸展するときは衝撃の急激な増加或は發現を來し伸展してゐる間中衝撃の放出が續き、筋を弛めることにより衝撃の頻度が元に戻る事が見られた。第4圖はこの模様を記録したものである。又筋腹に壓を加へると同様に衝撃の頻度の増加が認められ、この

頻度増加は壓を取り去るまで續いた。但し筋を押へ或はつまむ事により働作電位の發現する場所は、明瞭に限局されて常に筋の中央よりやや上部に存した。次に筋の兩端に於て筋膜を剝離して筋を伸展せしめたところ、同様に働作電位が發現したことから、これ等の緊張性筋知覺纖維は筋膜に發足するものでないことが確められた。

## 2. 時相性筋知覺纖維

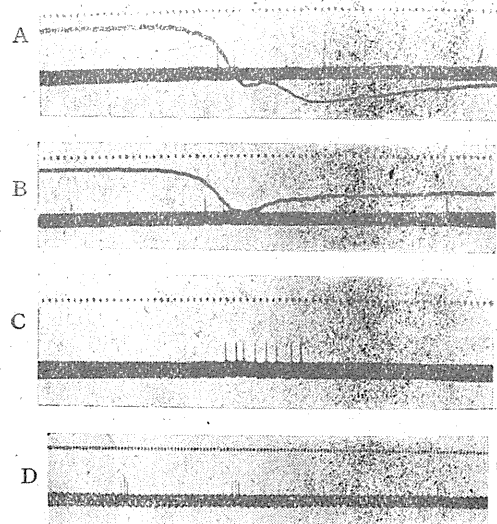
實驗には坐骨神経前脛骨筋乃至比目魚筋の標本を用ひた。この種の神経纖維の太さは主として8乃至 $11\mu$ の間にあつて比目魚筋より出るものに於ては之よりやや細かつた。この纖維には緊張性筋知覺纖維の場合の様な神経衝擊の自然的放出は全く見られなかつた。筋を伸展する時一過性に働作電位が現はれ、伸展を續けてゐる間中は働作電位が見られず、弛緩させる時伸展の時と同様一過性の働作電位の發現が見られた。又筋の表面の或限局した部位を針で刺すとき、その部の筋膜或は筋の實質を鉋で切るときは、常に明瞭な働作電位の發現を見た。この種の單一神経纖維によつて支配された筋表面の受容領野は常に數 $\text{cm}^2$ 以上で、全筋表面積の大約半分に及ぶものも稀でなかつた。又1例に於ては、膝關節に近い筋の内側表面の約 $1\text{cm}^2$ の範圍に於てのみ筋表面は所謂痛的(painfull or noxious)刺戟に應じ、筋の外側表面及びその他の部位は全く之に應じなかつた。第5圖はこの種の纖維への働作電位發現の模様を示すものである。尙筋腹を硝子棒で押へること或は指でつまむことによつてはこの種の纖維に働作電位は全く現はれなかつた。

### C. 各種神経纖維の太さその他に就て

完全に1本の神経纖維だけを分離別出して之に就て觀察を行つた例數は、下表の通り12例であつた。但し、括弧内の數字は大體同一の太さの纖維が2本あるもので觀察を行つたものである。この12の例に於て單一神経纖維の分離別出に成功するために、余は約40匹の猫に就て百數十回の分離別出操作を繰返へしてゐる。勿論實驗の方法や操作が上に述べた様に改良された後に於ては、單一神経纖維の分離別出の操作が全く失敗に終る事は比較的少くなり、屢々1匹の動物(3, 4回の操作を行ひ得る)に就て2度以上成功する様になつた。勿論完全に1

第5圖 時相性筋知覺纖維の働作電位

- A. 神経纖維の太さ  $11\mu$ (前脛骨筋)  
筋を引張つた時の働作電位
- B. 神経纖維の太さ  $11\mu$ (前脛骨筋)  
筋を引張つた時の働作電位
- C. 神経纖維の太さ  $11\mu$ (前脛骨筋)  
筋の表面を針で刺した時の働作電位
- D. 神経纖維を數本殘した標本(比目魚筋)  
で筋をびくびく引張つた時の働作電位



本だけを分離せずに数本を残したままで種々の観測を行つた例も多数あつた。その様な例も考慮に入れて各種の神経繊維の太さを論ずると、結局、速運動神経繊維は最も太く  $20\mu$  以下  $14\mu$  附近までの種々の太さのものを含み(但し比目魚筋を支配するものは少し細い)、緊張性筋知覚繊維之に次ぎ、遅運動神経繊維は速運動神経繊維の太さの半分程度、時相性筋知覚繊維は最も細く約  $12\mu$  以下極めて細きものまでの各種の太さのものを含む様であつた。

猫の速運動神経繊維の太さに就ては、郭(2)は既に詳細な測定を行つてゐて、それは  $20\mu$  乃至  $17\mu$  (但し比目魚筋を支配するものは  $15.5\mu$  乃至  $14.5\mu$ ) であると報告してゐる。この結果は余の結果とよく一致してゐる。又網藏(1)は下肢長趾伸筋の腱部に發足し同側伸筋反射を制止

各種神経繊維の太さ ( $\mu$ )

支配筋名 神経繊維名	前脛骨筋	比目魚筋	長趾伸筋
速運動神経繊維	16.5 15.5	10	15.5
遅運動神経繊維	8.5 (10.0)		
緊張性筋知覚繊維	12.5 15 16.5		
時相性筋知覚繊維	9 11 8.5	7	

する働きを有する神経繊維を分離別出して、その太さは  $11\mu$  乃至  $15\mu$  であると報告してゐる。この繊維は腱部に發足し腱に壓を加へた時に衝撃を送り出すものである故、余の観察したものとは全く別種のものであると考へられる。尙 Matthews(3, 4, 5)も猫の筋に發足する求心性神経繊維に就て詳細な報告をなしてゐるが、彼は完全に1本の神経繊維に就て観察を行ふことが出来

ず従つて各種の繊維の區別を單に働作電位發現の模様のみを頼つて行つてゐるので、その結果を直接余の結果と比較することは困難な様である。

・上記の4種の神経繊維の體内に於て演ずる役割に就ては、先づ速運動神経繊維は速かな強い時相性の筋収縮を惹起するのに役立つ、遅運動神経繊維に送り込まれた衝撃は緩かな緊張性の筋収縮を生ずるものと考へられる。又緊張性筋知覚繊維は持続的に筋に發生してゐる張力を中樞神経に傳へて反射的に筋緊張を保持させるに役立つものであらう。而して、時相性の筋知覚繊維は Sherrington(6)の言ふ筋の pain-fiber に相當するものと考へられ、之は恐らく筋痛を惹起する知覚末梢器に連絡してゐて、之を反復的に興奮せしめると同側屈筋に反射性収縮と同側伸筋の反射性の制止とを起して來るものと推論される。體内に於ける筋活動は之等の繊維の調和のとれた同時的活動によつて保持されるものと考へられる。

#### IV. 總括及び結論

著者は猫の主として坐骨神経前脛骨筋標本を用ひて次の如き觀察を行つた。即ち

1. 筋の血流を斷つことなく筋に入る神経枝より單一の運動神経繊維を別出し、この單一神経繊維を経て神経衝撃を筋に送り込む事によつて生ずる筋働作電位を觀察した。そして持続比較的短き(約  $15\text{mm/sec}$ )筋働作電位が現はれた場合には同時に單一の或は反復する電撃によつて筋収縮が惹起される事が認められ、この時の神経繊維の太さは  $16\mu$  附近にあつた。持続やや長い

(約25mm/sec)筋動作電位が発現する時には、筋に認め得べき収縮が起る事なく、この際の神経繊維の太さは約 $8\mu$ であつた。この2種の遠心性神経繊維の内前者は墓に於ける速運動神経繊維に該当し、後者は遅運動神経繊維に該当する。

2. 筋に入る神経枝より単一の求心性神経繊維を別出して、筋に伸展等の種々の操作を加へた際に筋に發足する求心性衝撃を、この単一神経繊維の働作電位を目標として觀察し、その中に生理學的性質を異にせる2種の神経繊維の存在を認めた。1つは筋の伸展に際し神経衝撃を送り出し、然も伸展してゐる間中持續的に衝撃の放出を營むもので、その神経繊維の太さは $15\mu$ 附近にあつた。他は筋を急に伸展する時及び弛める時に一過性に働作電位を發現するもので、その神経繊維の太さは $10\mu$ 附近にあつた。

稿を終るに臨み、恩師加藤教授の御懇篤なる御鞭撻と田崎講師の御熱心なる御指導並に御校閲に對しまして深甚なる謝意を表します。

#### 文 獻

- 1) 網藏平三郎 (1943) 慶應醫學 23 485
- 2) 郭在禧 (1937) 慶應醫學 17 1373
- 3) Matthews (1929) J. Physiol. 67 169
- 4) Matthews (1931) J. Physiol. 71 64
- 5) Matthews (1933) J. Physiol. 78 1
- 6) Sherrington, C. S. (1924) Nature. 113 732, 892~894, 924~932
- 7) 田崎一二 (1942) 條件反射 第5輯 89
- 8) 吉岡 薫 (1942) 東京女醫學 12 359
- 9) 吉岡 薫 (1942) 東京女醫學 12 365
- 10) 吉岡 薫 (1942) 東京女醫學 12 369
- 11) 湯淺國三郎 (1943) 慶應醫學 23 757

## 神經幹の麻醉に於ける消滅時間の研究補遺 612.816.7

慶應義塾大學醫學部生理學教室

塚 越 三 好

Tsukagoshi-Miyoshi

(昭和19年3月14日受付)

### I. 緒 言

神經筋標本の神經幹の一部に麻醉薬を作用させ始めてから、この麻醉部位の近心側神經幹部に作用させた感應電撃が筋收縮を起させなくなるまでの時間、即ち所謂消滅時間は、麻醉部位の長さが約10mmより充分大であるならば、麻醉薬の擴散によつて神經幹の各神經纖維の周圍に到達する迄の時間に外ならぬことは、吾教室で行はれた諸研究によつてもはや議論の餘地がない(古山 1, 井上 3, 水島 5, 佐藤 7, 田崎 8)。即ち、一定の濃度を持つた麻醉薬が別出された神經纖維に作用する時には、纖維の麻醉薬によつて侵害された程度は長時間一定に止まり、麻醉薬の濃度が或一定値(臨界濃度)より大である時には、別出單一神經纖維に於ける興奮傳導の中断は極めて短時間内に到來するのであるから、神經幹の消滅時間は其幹の中心部に存する神經纖維の周圍に於ける麻醉薬濃度が上記の臨界濃度に達する迄の時間でなければならぬ。神經幹に作用せしめる麻醉薬の濃度を増せば、當然神經幹中に於ける麻醉薬濃度の上昇速度が大となつて消滅時間は短縮する。

さて、エチル・ウレタン、エチル・アルコール等の如き麻醉薬に於ては、別出單一神經纖維を用ひて測定した臨界濃度は、各種の條件による測定誤差少く信頼すべき一定の値を與へる。従つて之等の麻醉薬に於て、麻醉薬濃度と消滅時間との關係を追求するならば、その結果より麻醉薬の神經内部への擴散の模様を知る事が出來、同時に、麻醉薬濃度と消滅時間との關係を明かにする事が出來ると考へられる。斯様な考へから著者は、種々の濃度のウレタン・リンゲル溶液を大體太さ一定な神經幹部に作用させて消滅時間を測定し、次いでその神經筋標本を用ひて臨界濃度を測定して、その結果を統計的に處理しやうと試みたのである。

### II. 實 驗 方 法

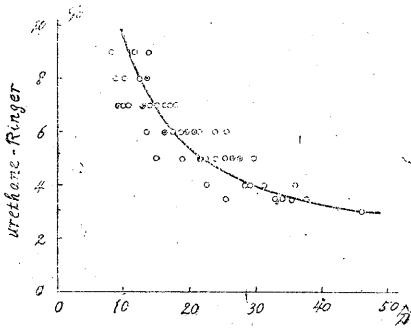
實驗材料は中等大の雄蟻の坐骨神經腓腸筋標本、麻醉部位は坐骨神經の太さ最大且一樣な分枝のない部分、即ち、測微尺を附した弱擴大の顯微鏡で検査して直徑1.1mmと0.96mmとの間のものを選んで使用した。麻醉部位の長さは約15mmであつた。麻醉箱はエポナイト製で箱と神經幹との境はワセリンで封じた。消滅時間は、麻醉箱中に麻醉薬を導入した後約15秒毎に標本の近心神經幹部に單一の感應電撃を作用させ、筋收縮の有無を検することによつて測定した。臨

界濃度は次の様にして測定した。即ち、神経幹の筋に近い部位に於て、単一神経繊維剔出法に倣つて内部の神経繊維を數mmに亘つて露出し、その部に直接先づ 1.7% のウレタン・リングル溶液を作用させ、約5分以内に傳導中斷が到達しない時には更に 1.9% のウレタン・リングル溶液を作用させ、逐次麻酔藥濃度を 0.2% づつ増して5分以内に傳導中斷に陥らしめるに必要な濃度を測定したのである。鹽酸コカインをリングル液に溶したものを麻酔藥として使用した際には、臨界濃度は正確には定め難かつた。此の實驗は昭和13年の冬期に行つたので、室温は大體 9°C と 11°C との間にあつた。

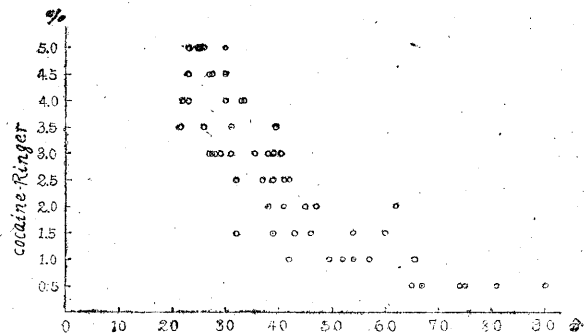
### III. 實驗結果

ウレタン・リングル溶液を用ひて行つた實驗の例数は65であつて、之等の殆んど總ての例に於て臨界濃度は 1.9 或は 2.1% で、その平均値は約 2.0% となつた。各麻酔藥濃度に對する消滅時間は第1圖に黒丸を以て之を示した。第2圖はコカイン・リングル溶液を用ひて行つた同様の實驗結果であるが、同時に測定して行つた臨界濃度は多くの場合 0.01% と 0.05% との間にあつた。

第 1 圖



第 2 圖



### IV. 考 察

神経は周知の様に、厚い結締織の層を以て包まれてゐる。この結締織だけを神経幹より取去ると消滅時間は大體 4 分の 1 以下に短縮することは井上 (3) が既に示したところである。従つて、結締織鞘が麻酔藥の神経幹内への浸入を遅らせる最大の原因の 1 つである事は疑ひない。今假に麻酔藥の神経幹中への擴散の速さがこの結締織鞘のみによつて決定されると考へると、神経幹の外部に一定濃度の麻酔藥を適用させ任意の時間を経た後に於ける神経幹内の麻酔藥濃度は、次の考へによつて之を知る事が出来る。即ち、この場合には神経の結締織鞘より内側に位する部位に於ける麻酔藥濃度は大體に於て一樣(場所によつて差がない)で、與へられた神経幹に就ては用ひた麻酔藥濃度と麻酔開始後の時間とのみによつて決定されると考へられる。一般に擴散の速さは濃度の差に比例する故、神経幹内部の麻酔藥濃度を  $u$  で表はすならば、この濃度の上昇の割合  $\frac{du}{dt}$  は神経幹内外に於ける麻酔藥濃度の差 ( $c-u$ ) に比例すると考へられ

る。但し  $c$  は神経外部の麻酔薬濃度即ち外部より適用した濃度である。この比例の恒数を  $k$  とすれば

$$\frac{du}{dt} = k(c-u)$$

この式を、 $t=0$  即ち麻酔開始の瞬間には内部の麻酔薬濃度は零であることに注目して積分すれば

$$u = c(1 - e^{-kt})$$

を得る。消滅時間は神経幹の外部の麻酔薬濃度を零から  $c$  に變へた後、神経幹内部の麻酔薬濃度  $u$  が臨界濃度  $G$  に達する迄の時間であるから、今改めて  $t$  を消滅時間と見れば  $t$  は

$$G = c(1 - e^{-kt})$$

なる関係を満足する筈である。之より

$$c = \frac{G}{1 - e^{-kt}} \dots \dots \dots (1)$$

を得る。

ウレタン・リングル溶液を使用した際には前記の様に臨界濃度の平均値は 2.0% となつた。若し上の理論が正しいならば實測した麻酔薬濃度  $c$  と消滅時間との関係は、式 (1) の中の唯一つの未定の常數  $k$  を適當に取つただけの式で表はされることとなる。第 1 圖の黒丸は實測によつて得られた點で、實線は式 (1) で臨界濃度  $G$  を實測値の平均 2.0% と置いて

$$k = \left( \frac{1}{2.3 \times 100} \right) \text{min}^{-1}$$

と置いた式

$$c = \frac{2}{1 - 10^{-t/100}}$$

によつて算出されたものである。之を見ると計算値と觀察値が非常に一致してゐることが分る。

コカイン・リングル溶液を用ひて行つた同様の實驗では、臨界濃度は 0.01% と 0.05% との間にあつた。この様に臨界濃度が甚だ小さく、然もその値は之を溶すリングル液の性状により著しい影響を受け、それを正確に決定することが出来なかつた。又一方、麻酔實驗に使用した麻酔薬濃度はその 50 倍から 500 倍 (即ち、0.5% 乃至 5%) 程度であるから、この場合神経幹内部の濃度が何處も一樣な値を持ち乍ら徐々に上昇して遂に臨界濃度に達するといふ風に考へることは、明かに無理である。この場合に於ける麻酔薬の擴散の問題は式 (1) よりずつと面倒な微分方程式を取扱はなければならぬ。又之を解いて得た解の中には 3 つ以上の計算値と實驗結果とを合はせる爲に適當にとらなければならぬ常數が這入つて來ると思はれる。従つてこのコカイン・リングル溶液に就て得た結果に就て上記の消滅時間に就ての考へが正しいか否かを吟味することは極めて困難である。それで第 2 圖ではただ使用したコカイン・リングル溶液の濃度  $c$  とその時に實測して得られた消滅時間  $t$  との関係を示すだけにとどめた。

結局、著者はこゝで神経幹に作用させた麻酔薬の濃度と消滅時間との間の関係は、従來の實驗式(Kuusisto 4)や吸着の考へより導かれた式(原島 2, Ostwald 6)の代りに、擴散の理論から導かれるものでなければならぬ事を強張してゐるのである。

#### V. 結 論

蓋の坐骨神経腓腸筋標本で神経幹の太さの大差のないものを選んで、麻酔薬(ウレタン・リソゲル溶液)濃度  $c$  と消滅時間  $t$  との関係を探した結果、その實測値は式

$$c = \frac{G}{1 - e^{-kt}}$$

より算出された計算値によく一致することが見られた。

稿を終るに臨み恩師加藤教授の御鞭撻、田崎講師の御懇篤なる御指導並に御校閲に對して謹んで謝意を表します。

#### 文 獻

- 1) 古山 實 (1941) 慶應醫學 21 201
- 2) 原島 進 (1930) 慶應醫學 10 441
- 3) 井上 政 (1937) 慶應醫學 17 1177
- 4) Kuusisto, P., Y. K. Suominen, and Y. Rengvist, (1924~1925) Skandinav Arch. f. Physiol. 46 (Winterstein H. に依る)
- 5) 水島 茂 (1941) 慶應醫學 21 1157
- 6) Ostwald, Wo. (1905) Pflüger's Arch. f. d. ges. Physiol. 106
- 7) 佐藤郁哉 (1937) 慶應醫學 17 1299
- 8) 田崎一二 (1938) 慶應醫學 18 387

## 體力に關する研究 (18) 612.766.1:612.833

### 膝蓋腱反射閾の季節的變動

東京慈惠會醫科大學生理學教室

上 岡 文 雄

Kamioka-Humio

(昭和19年3月20日受付)

#### I. 緒 言

この報告は余の前報告(1)、即ち慈大式疲勞度計を用ひた膝蓋腱反射閾値測定法(膝閾法)の實驗を更に展開した實驗である。被験者は前報告と同じく東京芝浦電氣芝浦支社鶴見工場の男女工員、竝に男女事務員であつた。而してその大部分は前回の被験者と同じであつたが、其中5名だけ缺けることになつた。元來この實驗の目的は前報告の實驗が冬季極寒の候に於ける測定であつたので、それに對し夏季極暑の候を撰び、膝閾の季節的差異を觀ると共に、間接に夏季と冬季の疲勞の仕方の異同、出來れば能率の差異等も觀るにあつた。

實驗は昭和16年7月より8月に亘つて行つたものである。

#### II. 實 驗 方 法

A. 被験者 緒言に述べた如く被験者は前報告の被験者と同じである。唯その中不参加の5名は前報告第1表中の1番、16番、25番、31番、第2表中の12番であり、この實驗では従つて男女工員41名、男女事務員9名、計50名であつた。夫等の被験者の性、年齢、勤務年限、作業の強度等に關しては前報との重複を避けて記載を省略する。

B. 實驗裝置 實驗裝置は前報告と同じに慈大型膝蓋腱反射測定器を用ひた。

C. 實驗の實施 實驗は既述の如く、7、8月の間に行つた。季節的關係からこの時期に於ける工員竝に事務員の作業開始は午前7時半であり、午前11時半に午前中の作業を終り、午後は零時に作業を開始し3時半より4時まで休憩し、4時に作業再開5時半に終了の日課であつたが、この實驗では作業前の午前7時に基準になる作業前の閾値を觀察し、次で9時、11時、1時、3時及び作業終了直後の5時半に第6回目の測定を行つた。即ち測定時刻は總て冬季に於けるよりも1時間づつ繰上げの形ちであつた。1日の測定人數は5名とし、但し同一作業の工員を撰んだ。測定は現場で行つたのであるが、毎1人への測定所用時間は初めは7、8分を要したが後には熟練の結果5分以内に完了した。

#### III. 實 驗 成 績

實驗成績の記載は前報告に倣ひ作業種類別に分けて記載すると以下第1~11表になる。

第1表 製罐工夏季及冬季成績比較表 (0)

試行 番号	時期 季節	作業前	開始後2時間	開始後4時間	開始後6時間	開始後8時間	作業後
		1	夏	欠	欠	欠	欠
	冬	45	55	60	70	75	80
2	夏	60	70	80	85	90	95
	冬	55	70	70	75	85	80
3	夏	60	80	95	105	110	120
	冬	55	65	75	90	95	100
4	夏	45	50	45	55	60	65
	冬	35	40	50	45	50	60
5	夏	50	60	75	75	80	90
	冬	45	50	55	70	75	80
平均	夏	54	65	74	80	85	95
	冬	47	56	62	70	76	80

第2表 煨工夏季及冬季成績比較表 (0)

試行 番号	時期 季節	作業前	開始後2時間	開始後4時間	開始後6時間	開始後8時間	作業後
		6	夏	50	60	75	80
	冬	45	55	65	55	70	80
7	夏	40	50	50	60	65	70
	冬	30	40	45	45	40	45
8	夏	35	35	40	55	60	60
	冬	35	50	50	55	55	55
9	夏	70	70	75	80	80	85
	冬	65	55	60	60	60	65
10	夏	25	35	35	35	45	50
	冬	20	25	30	30	30	35
平均	夏	44	50	55	62	67	70
	冬	35	45	54	49	51	55

第2表 電氣熔接工夏季及冬季成績比較表 (0)

試行 番号	時期 季節	作業前	開始後2時間	開始後4時間	開始後6時間	開始後8時間	作業後
		11	夏	50	65	65	65
	冬	30	45	45	55	45	50
12	夏	50	55	65	65	70	70
	冬	35	35	45	50	50	50
13	夏	60	75	85	95	100	110
	冬	45	60	65	75	90	90
14	夏	70	80	90	120	130	130
	冬	60	65	70	80	90	100
15	夏	20	30	40	55	65	70
	冬	40	45	50	60	65	70
平均	夏	50	61	69	80	85	92
	冬	42	50	55	64	65	72

第4表 プレス工夏季及冬季成績比較表 (9)

番号	時刻 季節	作業前	開始後2時間	開始後4時間	開始後6時間	開始後8時間	作業後
		16	夏	欠	欠	欠	欠
	冬	45	50	55	55	60	65
17	夏	45	50	55	55	55	60
	冬	35	40	40	55	55	50
18	夏	30	35	40	50	55	55
	冬	40	45	50	50	45	50
19	夏	45	60	60	60	70	65
	冬	40	45	45	50	50	55
20	夏	70	105	105	110	120	120
	冬	50	35	40	40	45	50
平均	夏	48	61	65	65	75	80
	冬	39	45	46	50	51	54

第5表 仕上工夏季及冬季成績比較表 (9)

番号	時刻 季節	作業前	開始後2時間	開始後4時間	開始後6時間	開始後8時間	作業後
		21	夏	45	55	60	60
	冬	35	40	45	45	45	50
22	夏	20	25	30	40	40	40
	冬	15	25	25	25	25	20
23	夏	35	40	45	45	45	45
	冬	30	35	40	35	35	40
24	夏	35	45	50	55	55	60
	冬	25	35	45	45	40	40
25	夏	欠	欠	欠	欠	欠	欠
	冬	35	40	40	45	45	50
平均	夏	34	39	46	50	50	51
	冬	26	35	39	39	38	41

第6表 組立工夏季及冬季成績比較表 (9)

番号	時刻 季節	作業前	開始後2時間	開始後4時間	開始後6時間	開始後8時間	作業後
		26	夏	25	30	30	30
	冬	25	30	35	35	35	35
27	夏	30	35	35	40	40	40
	冬	25	30	30	35	35	35
28	夏	25	30	30	30	30	40
	冬	25	30	30	35	30	35
29	夏	25	35	45	50	55	55
	冬	25	30	30	30	35	35
30	夏	50	60	70	65	70	75
	冬	40	45	50	50	55	55
平均	夏	31	38	42	43	46	49
	冬	27	33	35	37	38	39

第7表 旋盤工夏季及冬季成績比較表 (9)

時刻 番号	季節	作業前	開始後2時間	開始後4時間	開始後6時間	開始後8時間	作業後
		夏	欠	欠	欠	欠	欠
31	冬	35	40	50	60	60	65
	夏	35	40	45	45	50	50
32	冬	25	30	30	30	35	35
	夏	45	55	55	60	65	65
33	冬	35	35	40	40	40	45
	夏	40	40	45	45	45	50
34	冬	30	35	35	35	35	40
	夏	30	30	35	35	40	40
35	冬	35	35	40	45	50	50
	平均	38	41	45	46	50	54
平均	冬	32	36	39	42	44	47

第8表 男子事務員夏季及冬季成績比較表 (9)

時刻 番号	季節	作業前	開始後2時間	開始後4時間	開始後6時間	開始後8時間	作業後
		夏	35	45	50	55	55
36	冬	30	35	35	40	40	40
	夏	30	40	45	45	50	60
37	冬	25	30	30	35	35	35
	夏	45	50	60	65	70	80
38	冬	35	35	40	45	50	50
	夏	35	40	45	45	50	55
39	冬	25	30	35	40	45	45
	夏	40	45	50	50	55	55
40	冬	30	35	35	40	45	45
	平均	37	44	50	52	56	62
平均	冬	29	33	35	40	43	43

第9表 女子ペーキング工夏季及冬季成績比較表 (9)

時刻 番号	季節	作業前	開始後2時間	開始後4時間	開始後6時間	開始後8時間	作業後
		夏	40	55	65	70	80
41	冬	30	40	40	45	50	55
	夏	40	45	50	50	65	65
42	冬	30	35	40	45	45	45
	夏	45	45	60	75	80	80
43	冬	40	50	55	50	50	45
	夏	90	90	100	100	120	120
44	冬	50	70	70	75	80	95
	夏	70	85	90	95	120	130
45	冬	45	60	65	55	70	60
	平均	55	64	73	74	93	95
平均	冬	39	50	54	56	59	60

第10表 女子捲線工夏季及冬季成績表 (9)

時刻 番号	季節	作業前	開始後2時間	開始後4時間	開始後6時間	開始後8時間	作業後
		46	夏	90	75	80	110
	冬	40	50	55	60	70	75
47	夏	40	40	60	60	80	90
	冬	30	30	35	40	40	40
48	夏	50	60	65	70	80	90
	冬	40	45	55	55	60	60
49	夏	80	70	90	100	110	110
	冬	40	45	55	60	70	70
50	夏	40	55	60	60	65	70
	冬	35	40	40	40	35	40
平均	夏	48	60	73	80	89	94
	冬	37	42	48	51	55	57

第11表 女子事務員夏季及冬季成績比較表 (9)

時刻 番号	季節	作業前	開始後2時間	開始後4時間	開始後6時間	開始後8時間	作業後
		51	夏	45	50	60	60
	冬	40	40	50	50	50	50
52	夏	欠	欠	欠	欠	欠	欠
	冬	45	50	55	55	55	55
53	夏	40	50	65	70	75	85
	冬	35	45	50	55	65	70
54	夏	35	35	35	40	45	45
	冬	25	30	30	35	40	40
55	夏	35	40	45	50	50	60
	冬	35	35	40	45	50	50
平均	夏	39	44	51	54	59	64
	冬	36	40	45	48	52	53

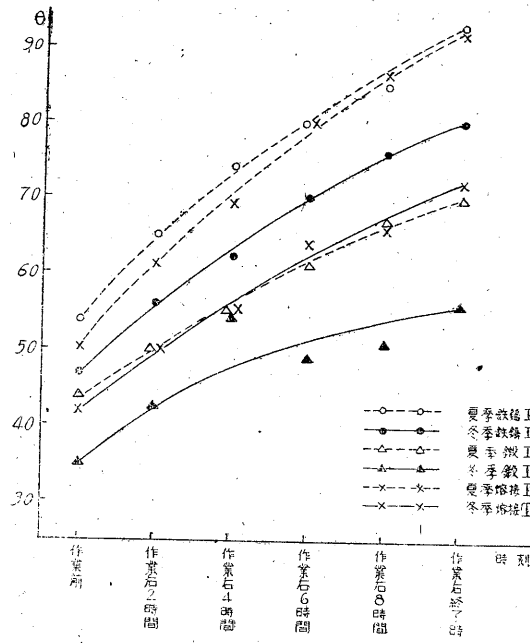
前述の如く測定時刻が冬季の場合と1時間のづれがあるが、夏季と冬季の成績を比較するため前報告の成績を併記した。被験者は一種の作業に就き5名であるが、夏季実験に不参加のものは表中に欠の記號を入れた。尙現場の温度及び湿度は実験の成績に相當影響するが夫等は繁を避け測定日の記載と共に總て省略し、單に夏季と冬季の比較を示すに止めた。

#### IV. 實驗結果に對する考察

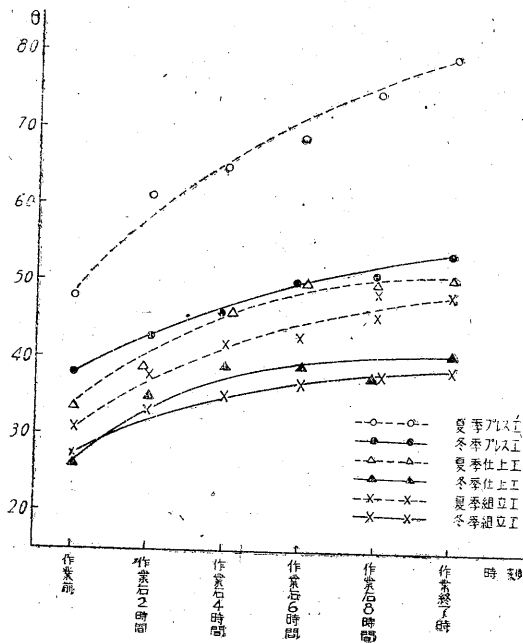
實驗結果に就き先づ男子に就ては作業の強度に従ひ重、輕、中の3つに分け作業經過膝閾曲線を求め、女子に就ては同様の曲線を事務員工員を一緒にして求めて見た(第1~4圖)。

これ等の結果を總覽すると夏季の閾値は作業の種類及強度に拘り無く冬季よりも高くなつて居る。此事は測定方法が異なるが Wickwire (3) の成績と一致して居る。又作業經過に於ける閾値の變化は一見すると冬季のそれと同様に次第に高くなつて居るが、仔細に検討すると重作業

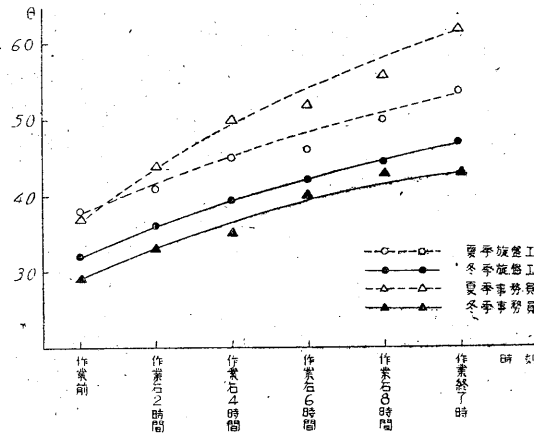
第1圖 男子重作業夏季及冬季の成績比較



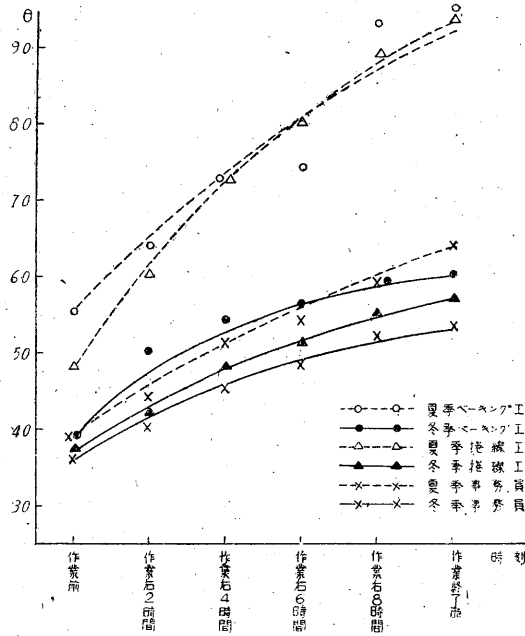
第2圖 男子中等及輕作業夏季及冬季成績比較



第3圖 男子輕作業及事務員夏冬成績比較



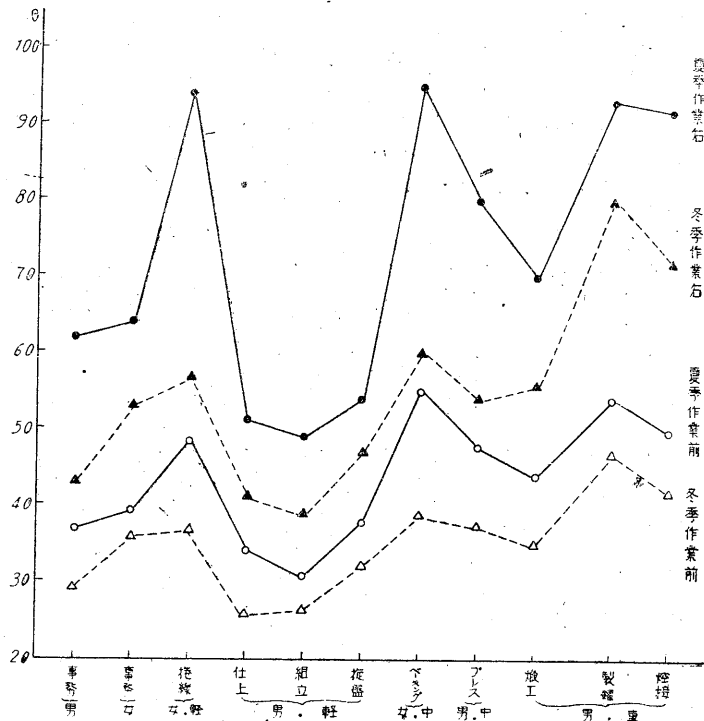
第4圖 女子夏冬成績比較



に於ては鍛工，中等度作業に於てはプレス作業，輕作業に於ては事務に於て作業経過と共に閾値の開きが大きくなつて來る傾向が見られ，更に女子に於てはベーキング工，捲線工共に時間経過と共に閾値の開きが著しく大きくなつて居ることが注目される。以上の關係を分りやすくするため横軸に作業別強度別を配列し縦軸に閾値を取つて夏季と冬季の作業前後の膝閾の開きを比較して見ると第5圖になる。

この圖で目に付くことは女子に於ては工員のみならず事務員に於ても作業前後に於ける閾値の差異が冬季よりも夏季が著しいことである。この點は女子の耐暑力が男子に比し低いとも考

第 5 圖



へられ、夏季に於ける女子の勞務対策に或る示唆を與へる様に思ふ。

次に慈大式疲労度測定法に關し名取等 (2) は作業強度により作業前の膝閾値がそれぞれ一定であるのは1つには膝蓋腱の刺激に對する中樞神経系の興奮性が一定の適應を示したものと見做すと共に一方には過疲労に於ては翌朝まで完全に恢復しない結果として疲労の殘留であるとも考へて居る。そこで以上の余の成績に就てこの點を考察して觀ると、膝閾値が夏季に於て著しく高いのは未だ以て疲労の殘留とは認め難く、寧ろそれ自體が季節的性格であると認むべきものの様である。但し作業經過と共に膝閾値の開きが大きくなるのは確に氣温の高き場合は疲労し易いことを示して居る。尙以上の成績に關し作業別に觀察すれば考察すべき點が少くないが、夫等に就ては讀者の判斷にまかせ之を省略する。

### V. 摘 要

1. 慈大式疲労度測定法に就ての余の前實驗を更に展開し東京芝浦電氣芝浦支社鶴見工場の男女工員並に男女事務員50名を被験者とし前報告が冬季極寒の候に於ける成績であるのに對し夏季極暑の候に於ける膝閾に就ての季節的差異を觀察した。

2. 夏季に於ける作業前の膝閾値は冬季に於けるよりも一般に高く、これを百分比にして比較すると15%以上になり、女子工員に於ては殊に著しかつた。

3. 作業經過に於ける膝閾値の上昇は冬季の場合と同じく次第に高くなつたがその高くなり

方は夏季に於て著しく殊に作業に就ては男子プレス工，女子ベーキング工竝に捲線工に於て著しく，又男子事務員に於て著しかつた。

4. 3より女子の耐暑力は男子に比し低いことを示すものである。
5. 膝閾値が冬季にくらべ夏季に高いのは名取の云ふ疲勞の殘留ではなく季節的性格と思はれる。

擧筆に當り浦本教授の指導と校閲竝に杉本助教授各取大村兩講師の援助を銘謝す。

#### 文 獻

- 1) 上岡文雄 (2603) 日本生理誌 8 288
- 2) 名取禮二・大村正・川上正義・堀口正史・朝井清・和田惠州男 (2604) 日本生理誌 9 223
- 3) Wickwire, G. C., H. L. Terrig, Ruth Krouse, W. E. Burge, & C. D. Monson (1938) Amer. Journ. Physiol. 123 213

體力に關する研究 (19) 612.766.1 : 612.833

日常生活時並に運動による膝蓋腱刺激閾の變動

東京慈惠會醫科大學生理學教室

上 岡 文 雄

Kamioka-Humio

(昭和19年3月20日受付)

I. 緒 言

この報告は余の前報告(2)の展開實驗として東京芝浦電氣芝浦支社青年學校短期養成工10名を被験者とし運動による膝閾の變化を觀ると共に内2名に就き1日24時間の膝閾の逐時的變化を觀た實驗である。

實驗の目的は曩に膝閾の季節的變化を觀たのに對し、同じく基準になるべき日常生活の膝閾の逐時的變化を求めると共にこの膝閾法による疲勞度計が一般の作業に就ては相當良く適用されるのに對し、比較的短時間の且つ急激な運動による疲勞の測定にどの程度に適用し得るものかを確認するため以下述べる如き4種の運動後の膝閾の變化を追究して觀たのであつた。

實驗は昭和16年10月より11月に亘り前記青年學校にて行つた。

II. 實 驗 方 法

A. 被験者 被験者の年齢範圍は14歳より19歳まであつた。短期養成工とは滿20歳未満の未経験工で3ヶ月間、半日は實習、半日は教練及體操等の特別教育を受けるものである。被験者には健康と認められる者のみを選び、この検査の性質上特に脚氣症の者並に膝蓋腱反射異常者と認むべき者は除外した。

被験者の年齢、體格及體力は第1表に示す如くである。

第1表 被験者年齢、體格、體力表

項目 番号	姓名	年 齡	身 長 Cm	体 重 Kg	胸 圍		坐 高 Cm	背 筋 力 Kg	握 力 Kg		肺 活 量 CC	脈 搏		血 壓 mm	
					Cm	差			左	右		分	大	小	
1	野村	17	165	57	80.4	7.5	88	145	32	45	2900	70	115	75	
2	谷本	16	159.9	53	85.4	6.9	88.8	135	38	43	3400	60	110	65	
3	小澤	19	155.8	46.5	80.3	6.3	86.7	125	40	39	3200	60	98	50	
4	佐藤	18	166.4	50.5	81	7.5	87.5	120	35	40	3200	72	148	80	
5	網本	17	161.7	46	82.3	5.3	87.3	140	31	40	3100	78	110	65	
6	小笠原	17	165.8	59	85.4	9.5	89.6	145	45	41	4100	66	105	70	
7	角田	16	167.4	50.5	81.8	6.1	93.8	110	35	40	2900	70	105	70	
8	山本	16	156.8	51.5	82.3	5	88	120	36	42	3200	63	108	68	
9	長谷川	14	155	42.5	74	5.2	84.1	100	30	31	2800	74	120	75	
10	山川	18	153.6	47	4.9	4.5	84	100	39	33	3200	60	110	70	

B. 實驗の實施 膝閾の測定法は前報告のものと同様である。日常生活時に於ける膝閾の逐時

的變化は第1表中1番と7番の2名を撰び午前6時の起床時より午後10時の就寢時までには1時間毎に、午後10時の睡眠後より翌朝6時の起床時までには2時間毎に測定した。但し起床直後より午前7時までには特に15分毎に、また午前7時より9時までは30分毎に稍々精しく起床後の變化を觀察した。猶就寢後の測定は被験者を覺醒せしめ、覺醒直後に測定した。

次に運動後の膝關の變化に就ては先づ運動の種目を40kgの負荷の50m運搬、100m疾走、2000m疾走、5000m速歩の4種に限定して實施した。實施の順序は第1日午前8時に5000m速歩、午後1時に50m運搬、第2日午前8時に100m疾走、午後1時に2000m疾走を行はし

第2表 日常生活時に於ける膝關の逐時的變化 (9)

番号	被験者	午前6時	4	6時	6.15	6.30	6.45	7	7.30	8	8.30	9	10	11	午後9時	7	8	9	10	11	12					
1	野村	55	60	60	60	55	40	40	40	35	40	40	40	40	40	45	45	45	50	50	50	45	45	45	45	40
7	角田	50	60	60	60	55	35	40	40	40	40	45	45	45	50	50	50	50	55	55	60	60	45	45	40	40

第3表 50m運搬時成績 (9)

番号	被験者	所要時間分	1/2 m/s <sup>2</sup>	運動前後の膝關θ									
				前	直後	15分	30	45	60	90	120		
1	野村	12	852.5	50	60	55	50	50	50	50	50	50	50
2	鈴木	11	941.0	25	35	35	30	25	25	25	25	25	
3	小澤	13	828.1	30	30	30	30	30	30	30	30	30	
4	佐藤	12.0	657.0	30	30	30	30	30	30	30	30	30	
5	岡本	12	775.9	30	35	35	35	30	30	25	30	30	
6	小笠原	10.4	1237.5	25	35	25	25	25	25	25	25	25	
7	角田	14	589.6	60	60	60	70	65	65	60	60	60	
8	山本	12.8	664.2	50	60	50	50	50	50	50	50	50	
9	長谷川	17.2	349.0	30	35	35	35	30	30	30	30	30	
10	山川	12.0	628.1	55	65	65	65	55	55	55	55	55	

第4表 100m疾走時成績 (9)

番号	被験者	所要時間分	1/2 m/s <sup>2</sup>	運動前後の膝關θ								
				前	直後	15分	30	45	60	90	120	
1	野村	14.4	1477.4	40	50	40	40	40	40	40	40	40
2	鈴木	16.4	1052.8	10	20	20	15	15	15	10	10	10
3	小澤	15	1054.9	30	30	30	30	30	30	30	30	30
4	佐藤	15	1144.7	35	40	40	35	35	35	35	35	35
5	岡本	16.2	1017.4	30	40	40	40	35	35	30	30	30
6	小笠原	16.2	1150.1	15	25	20	20	15	15	15	15	15
7	角田	16.2	1111.9	45	60	60	55	55	55	50	50	50
8	山本	16	1031.9	35	40	35	35	35	35	35	35	35
9	長谷川	17.2	746.4	35	35	35	35	35	35	35	35	35
10	山川	17	818.0	45	65	55	50	45	45	45	45	45

第5表 2000m疾走時成績 (9)

番号	被験者	所要時間分	1/2 m/s <sup>2</sup>	運動前後の膝關θ								
				前	直後	15分	30	45	60	90	120	
1	野村	7.41	526.9	40	90	90	85	85	80	80	80	80
2	鈴木	7.47	489.9	20	40	40	40	40	30	25	25	25
3	小澤	8.07	395.0	30	35	35	35	35	30	30	30	30
4	佐藤	8.40	368.2	30	40	40	40	35	35	35	35	35
5	岡本	7.45	480.7	30	50	40	35	35	35	35	35	35
6	小笠原	7.44	539.3	15	25	25	20	20	20	20	20	20
7	角田	7.45	471.5	60	100	90	85	85	60	55	55	55
8	山本	7.15	526.6	35	40	40	40	40	35	35	35	35
9	長谷川	8.26	327.0	35	75	50	50	40	40	35	35	35
10	山川	7.42	424.5	45	65	65	60	55	50	50	45	45

めたもので、各被験者に就き2日に亘つて検査を行つた。測定は各運動とも運動前に先づ基準になる膝關を測定し、運動後は直後の外に15、30、45、60、90、120分と2時間に亘り7回測定して恢復經過に對する膝關値の變化を觀察した。

尙この實驗では被験者は運動後仰臥状態で絶對安靜を保たしめた。

III. 實驗成績

實驗の成績は第2~6表の如くである。尙表には毎秒の運動量を算出して記入した。これらの成績に就ては章を改めて考察する。

IV. 實驗に對する考察

1. 日常生活時の膝關の逐時的變化を午前零時を起時として2名の被験者の結果を曲線に現はすと第1圖になる。

圖より判るやうに就寢後約2時

間目の午前零時、4時間目の2時、6時間目の4時の閾値は何れも高く午前6時の覺醒時は野村の場合は最高を示し、角田では4時より稍々低くなり、其點に於て兩者間に異同ある他、日中作業時には兩名とも殆んど同じ経過を取つて居る。

即ち目醒ると共に膝閾は一應段々低くなり、午前6時半から8時半位迄即ち起床後約2時間が最も低い時期である。基礎代謝の測定なども此時期の値を基準に採ると對照して觀ると興味がある。

以上の結果より1日24時間の膝閾の變化は大體4期に分けることが出来る。即ち第1期は起床後最低閾値を示す期間、第2期は日中活動時で次第に閾値の上昇する期間、第3期は午後5時より就寝まで次第に閾値の低下する休養期又は恢復期と云ふべき時期、第4期は就寝より翌朝起床まで最低閾値を示す睡眠時期である。即ち第1期は靜常期、第2期は活動期、第3期を休養期、第4期は睡眠期である。謂ふまでもなく閾値の高いところは反射中樞の興奮性としては最も低いところで、従つて第4期の睡眠期は最も低くこの時期は疲勞の最もよく恢復する時期であり、而して早朝の第2期はその疲勞の恢復した興奮性の最も高い時期となり、第3期の活動期は活動と共に疲勞が蓄積して興奮性が次第に低くなる時期であり、第4期は一應活動を停止して再び興奮性の低くなる時期と云ふわけであり、この點はよく理解が就くやうである。

以上は大體 Wickwire 等 (9) の成績とも一致し、彼等も夜の休息により刺激閾は段々低下し、翌朝は前日と同様の値を示したと述べて居る。尙第3期の活動期に膝閾が次第に高くなることは、この膝閾法による疲勞度計が疲勞度計として極めて合理的であり實用價值を持つことの根據になると思ふ。

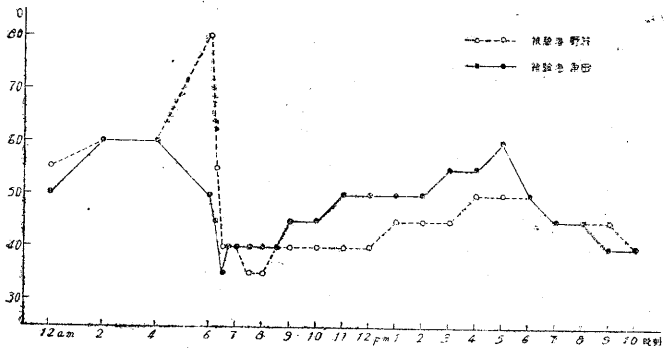
2. 次に4種の運動後の閾値の變化に就き全被験者の平均値を取つて膝閾の時間曲線を作つて觀ると第2圖の如くなる。

この曲線は運動後の身體諸機能の一般の恢復曲線(1, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 10, 11) とよく似てゐる。

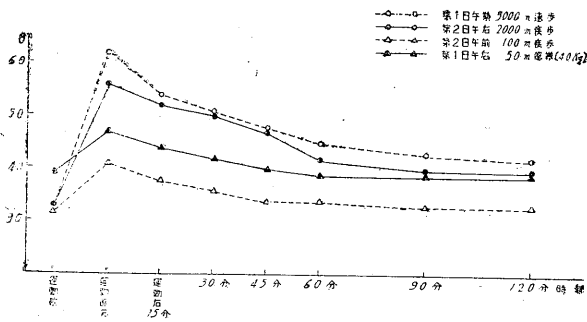
第6表 5000m速歩時成績(6)

番号	被験者	所要時間分	$\frac{1}{2} m v^2$	運動前後の膝閾							
				前	直後	15分	30	45	60	70	120
1	野村	38.42	137.9	40	90	90	80	80	70	70	70
2	鈴木	38.40	129.3	25	40	40	40	35	30	30	30
3	小澤	39.00	103.6	25	40	35	35	30	30	25	30
4	佐藤	42.34	102.0	25	40	35	35	35	35	30	30
5	岡本	46.00	96.0	25	40	40	35	35	35	35	30
6	小笠原	38.22	142.8	20	45	35	30	30	30	25	20
7	角田	36.32	123.4	35	110	90	90	80	80	80	70
8	山本	35.54	137.5	50	65	55	55	50	50	50	50
9	長谷川	35.54	113.7	25	40	40	35	30	30	30	30
10	上川	36.42	113.7	55	110	80	70	60	55	55	55

第1圖 日常生活時に於ける膝反射刺激閾の逐時的變化



第2圖 各種運動時に於ける膝反射刺激閾の變化



測定時間の間隔が割合に長いので曲線には陰性相を現はしてゐないが、実際には現れる場合を屢々経験した。又この曲線を概観すると勢力消費量の異なるものほど直後の閾値が高く (5000m>2000m>100m>50m>運搬) 恢復がまた緩慢であることがよく判る。尙注意すべきことは第1日の午後50m運搬前の値が相當に高くなつてゐることである。これは午前に5000mを走り、その疲労が充分恢復してゐないことを意味するものである。それに較べると第2日目の午後運動前の閾値は低くなつて居るが、これは午前中の100m疾走による疲労は比較的速かに恢復して居ることを意味するものと認められる。

尙圖より500m運搬や100m疾走の如き短時間の全運動量の小さい運動に於ては膝閾は45分乃至60分で殆んど完全に恢復するが、2000m疾走や5000m速歩の如き比較的長時間の全運動量大なる運動に於ては閾値は60分乃至90分までは速かに恢復し、其後は徐々でありなかなか恢復しない。この閾値變化が直ちに疲労度を示すとは斷言出来ないが凡そ兩者の間に併行關係に近いものがあると認められる。少くとも2000m疾走乃至5000m速歩に相當する程度の重運動では膝閾法を以て疲労度を判定することが可能と認むべきである。

## V. 摘 要

1. 膝閾法による慈大式疲労度計の應用化を目標とし、青年學校短期養成工10名を被験者とし、内2名に就て1日24時間に於ける閾値の逐時的變化を求めると共に全被験者に4種の運動を行はしめた後の閾値の變化を測定した。

2. 日常生活時の閾値の變化は明かに一定の規則性を示し4期を區別することが出來た。第1期は起床後2時間の間で閾値は最も低く其後午後5時乃至6時の勤務中は閾値は次第に向上し、歸宅後就寢迄は再び閾値は下降し、就寢時には再び上昇する經過を示した。此日常作業中に閾値の次第に上昇することは膝閾法が特に疲労度計として用ひ得るよき根據となると認められる。

3. 運動後の閾値の變化は運動の身體諸機能の恢復曲線と略々一致する形をとつた。而して全運動量の多い2000m疾走、5000m速歩に於ては100m疾走、50m荷重運搬に較べて閾値の上昇が大で恢復も亦緩慢であつた。この事實は膝閾法による疲労度計が運動後にも特に全運動量の大きい運動では疲労度計として充分用ひ得ることを意味するものと思ふ。

摺筆に當り浦本教授の指導と校閲並に杉本助教名取大村兩講師に銘謝す。

## 文 獻

- 1) 飯野富雄・北條和雄・湯田勝年 (2600) 慈惠醫大生理學論文集 **IV** 499
- 2) 上岡文雄 (2603) 日本生理誌 8 288
- 3) 村上 昇 (2600) 慈惠醫大生理學論文集 **IV** 537
- 4) 村上 昇 (2600) 慈惠醫大生理學論文集 **IV** 544
- 5) 佐々木進 (2600) 慈惠醫大生理學論文集 **IV** 516
- 6) 佐藤市四郎・藤田裕・高木秀雄・飯野富雄 (2592) 慈惠醫大生理學論文集 **II** 479
- 7) 佐藤市四郎 (2594) 慈惠醫大生理學論文集 **III** 49
- 8) 杉本良一・佐藤市四郎・飯野富雄・北條和雄 (2594) 慈惠醫大生理學論文集 **III** 87
- 9) Wickwire, G. C. & W. E. Burge (1936) Amer. Journ. Physiol. 116 161
- 10) 知久源次郎・毛塚好忠・飯野富雄・佐々木進・松山龍一 (2600) 慈惠醫大生理學論文集 **IV** 488
- 11) 知久源次郎・佐々木進・松山龍一 (2600) 慈惠醫大生理學論文集 **IV** 508

體力に關する研究 (20) 612.766.1 : 612.833

災害頻發者と無災害者の作業時の膝閾の差異

東京慈惠會醫科大學生理學教室

上 岡 文 雄

Kamioka-Humio

(昭和19年3月20日受付)

I. 緒 言

この報告は昭和16年4月より5月にかけて東京芝浦電氣芝浦支社鶴見工場に於て工員中災害頻發者と認められて居るもの24名對照群として無災害者20名計44名を被験者とし日中の作業期間を目標とし午前8時、10時、正午、午後2時、4時、6時の6回に亘り慈大式疲勞度計により膝閾の逐時的變化を測定した實驗である。

午前8時の測定は作業直前に相當し午後6時の測定は作業直後に當るものである。

この實驗の目的は災害の重要なる原因が疲勞に歸すべきものであるとの見解より作業中に於ける膝閾が所謂災害頻發者と無災害者との間に如何なる相違があるかを觀、進めて災害豫防に對する科學對策を究むるにあつた。

II. 實 驗 方 法

A. 被験者 實驗は輕作業としての旋盤工と重作業としての製罐工に限定して行つた。被験者44名に就き以上の作業別に分け、姓名、年齢、勤續年限、過去1ヶ年の災害回数及既往症若くは現症を記載すると第1表及第2表の如くである。表に示す如く過去1ヶ年の災害回数は3回乃至6回に及んで居るが普通災害頻發者と云ふのは年3回以上の災害を起すものを云つてゐる

第1表 輕作業(旋盤)被験者一覽表

群別 番号	災 害 頻 發 者					無 災 害 者				
	姓名	年齢	勤 務 年 限	過去一ヶ年の 災害回数	既往症 現 症	番号	姓名	年齢	勤 務 年 限	既往症 現 症
1	壺井山	34	7.4	4	ナ	15	平田	49	21年5月	ナ
2	青木	31	7.4	3	ナ	16	古川	32	5.11	86-13 石助腹疾
3	山田	29	6.11	6	ナ	17	畑中	29	6.0	ナ
4	津路	25	1.0	6	86.12 脚安	18	杉崎	29	6.9	ナ
5	竹上	22	2.11	4	ナ	19	田村	23	1.6	ナ
6	青藤	22	1.7	3	86.13 下腿痛	20	佐藤	22	5.9	ナ
7	佐藤	21	1.9	4	86.14 腰痛	21	谷内	19	4.11	ナ
8	大野	20	3.9	4	ナ	22	河原	19	2.5	86.14 脚痛
9	菅野	20	3.3	4	ナ	23	菅原	19	1.10	ナ
10	田代	19	1.9	4	ナ	24	石塚	18	1.4	ナ
11	菅野	19	3.3	4	ナ					
12	高橋	19	2.3	5	ナ					
13	甲斐	18	2.4	5	ナ					
14	坂本	18	1.5	4	ナ					

第2表 重作業(製罐)被験者一覽表

群別	災 害 頻 發 者					無 災 害 者				
	番号	姓 名	年 齢	勤 務 年 限	過去一ヶ年の災害回数	既往症現 在	番 号	姓 名	年 齢	勤 務 年 限
25	金 澤	42	14.11	3	ナ シ	35	何 右	35	8.2	脚.0 虫食災
26	須 小	41	16.9	4	ナ シ	38	鹿 中	31	2.11	ナ シ
27	須 小	40	14.10	3	ナ シ	37	高 翠	30	6.0	ナ シ
28	平 中	39	15.7	3	ナ シ	38	天 野	27	4.0	脚.15 マダリ
29	木 盛	33	5.6	4	ナ シ	39	入 倉	27	1.9	ナ シ
30	長 法	27	4.9	4	ナ シ	40	原 田	27	4.10	ナ シ
31	佐 木	26	16.3	3	脚.15 右助災	41	長 尾	26	1.7	ナ シ
32	堤 隆	26	3.6	4	ナ シ	42	長 谷 川	26	4.0	ナ シ
33	渡 辺	22	3.1	3	ナ シ	43	盛 野	24	2.4	脚.15 虫食災
34	瀧 野	21	16.3	5	脚.11 右助災	44	山 岸	23	4.3	脚.15 マダリ

る。然しながら何れの被験者も経験工であり最も短きものの勤勞年限は1年長きものは16年9ヶ月に及んで居る。ただ災害頻發者の中に腱反射消失のもの1名、異常に亢進せるもの3名、又無災害者中に腱反射の消失せるもの1名あつた。これらは被験者として不適當と思ひ除外した。一般に疾病畸形の認められぬ自覺的にも他覺的にも一應健康者と認められるものを採用したのであつた。

**B. 實驗裝置及實施** 實驗裝置は前報告(4)の實驗に用ひた慈大式疲勞度計を用ひた。災害の發生頻度は一般に週日の進むと共に多くなり、ただ土曜日には少くなるのが一般であるが、この實驗では日、月、土を除いた他の週日に於て行つた。又膝閾の測定は何れも左足に就て行ひ測定には分度計の讀取を5度を單位として刺激強度を變へることにし刺激間隔は一般に3分とした。

### III. 實 驗 成 績

實驗の成績を第1表、第2表の分類に従つて、作表して觀ると第3、4表の如くになつた。

被験者各個性によつて膝閾値の逐時的變化には相當の動搖があるが一應各被験者群に就て平均値を記入した。

第3表 輕作業(旋盤)成績表

群 別	災 害 頻 發 者						無 災 害 者						
	實驗時刻 通過	3a.m	10	12	2p.m	4	6	實驗時刻 通過	3a.m	10	12	2p.m	4
被験者番号	0	0	0	0	0	0	被験者番号	0	0	0	0	0	0
1	60	70	80	90	95	100	15	25	35	40	45	50	50
2	35	40	50	60	60	65	16	50	55	60	65	70	70
3	40	50	60	65	65	70	17	25	30	35	40	40	40
4	40	45	50	50	55	60	18	50	55	60	70	80	75
5	50	60	70	100	100	115	19	25	25	30	35	40	45
6	40	45	50	65	65	70	20	50	50	55	55	60	60
7	40	45	50	55	60	65	21	35	40	50	55	55	60
8	35	45	50	70	85	90	22	35	40	40	40	45	50
9	30	40	45	55	55	55	23	40	50	60	55	55	60
10	60	70	80	90	110	115	24	50	55	60	70	60	75
11	30	35	45	50	60	65							
12	35	40	40	40	45	50	平 均	37	42	45	50	54	56
13	60	70	75	90	95	100							
14	40	45	45	50	55	60							
平均	43	50	56	59	73	77							

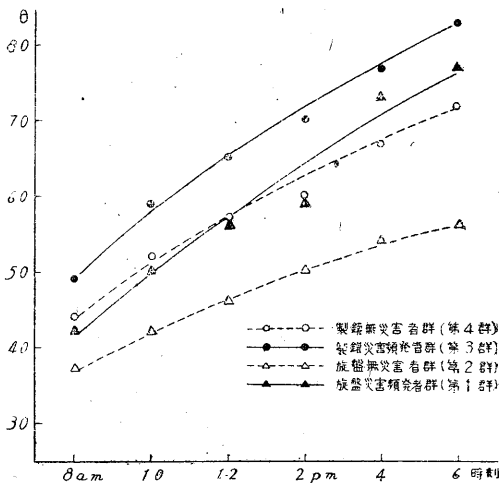
第4表 重作業(製罐)成績表

群別 被験者番号	災害頻發者						無災害者					
	8a.m	10	12	2p.m	4	6	8a.m	10	12	2p.m	4	6
25	55	65	65	65	75	85	35	45	55	70	75	80
26	60	70	90	85	105	110	36	50	55	60	65	70
27	50	65	70	70	75	85	37	25	25	35	35	40
28	50	60	65	70	85	95	38	50	60	65	70	85
29	45	50	55	70	75	80	39	50	55	55	60	70
30	40	45	55	55	60	60	40	30	35	35	40	40
31	40	55	55	55	55	60	41	45	55	60	60	70
32	55	65	75	90	95	100	42	45	55	55	55	60
33	55	70	70	75	85	95	43	45	60	70	80	85
34	35	40	45	50	50	55	44	50	60	65	75	85
平均	47	57	63	67	73	79	平均	44	52	57	60	67

IV. 實驗成績に就ての考察

實驗結果に就き先づ全般的觀點から考察するため重複するけれども、第3, 4表に於ける膝閾の平均値より膝閾時間曲線を求めてみると第1圖に災害頻發者と無災害者との間に著明な相違のあることが解る。その

第1圖 無災害者及災害頻發者群離反射閾の逐時的變化



特徴として挙げ得ることは第1に作業直前の閾値が災害頻發者に於て高いこと、第2に作業経過と共に閾値の上昇率が兩群に於て異なること、特にその関係は旋盤工に於て著しいこと等である。

次に各被験者に就ての特徴を観るに災害頻發者と無災害者とを比較して観ると殆んど差異の無いものが少なくないが、違ふ場合には作業前の閾値が比較的lowくその點無災害者と似ておるに拘らず作業経過に於て閾値の上昇が極めて急激なものが多い。例へば被験者番號 2, 8 等がこの例である。次に

は午前中には閾値がそれ程上昇しないが午後になつて急激に上昇する場合が少なくない。例へば被験者番號 5, 10, 13, 32 等がこの例である。更にもう一つの特徴を挙げれば無災害者では午後4時と6時に於て閾値の變らないものが多く場合によると反つて減少ある場合さへ觀られるのに災害頻發者に於ては殆んど何れも例外なく増してゐることである。

以上の結果から災害頻發者と無災害者に於ける作業時の閾値の變化は餘り變化のないものも少なくないが變化のある場合には相當に開きがあることが解り、且つ膝閾をもつて疲勞度を示すとすれば災害頻發者は疲勞し易い體質をもつて居るものと認めて差支へない様である。無災害者と閾値が餘り變りないのに災害を頻發するものは鈴木 (10) 等が指摘して居る様に體力そのものよりも精神的面に於て感覺力、注意力、反應力等に特異性をもつてないかと考へられるが、この實驗ではその點まで追究しなかつた。

元來工場に於ける災害の原因は相當複雑であり、少なくとも人的條件、物的條件、管理的條件等が挙げられ物的條件としては更に作業體系即ち作業の工程と作業環境が挙げられるが、之れ

等の諸要因が相互に係り合つて災害の原因をなして居る。併し從來の災害統計によれば人的條件が最も多く、余の實驗した鶴見工場でも昭和12年度の重大災害の原因別統計では、人的原因83.3、管理的原因9.4、物的原因7.3%となつて居る(11)。勿論これは余の實驗した旋盤工、製罐工だけでなくその他の作業をも含めた統計であるが、一般に災害原因の80%は人的條件によると謂はれて居る様である。

猶災害頻發者に就ては Moede (7)、Greenwoode 及 Wood (3)、Newbolde (9)、Marbe (8) 等心理學的研究が少なく、災害頻發者は素質上或は日常の心構へに於て又その習慣性に於て缺陷があると言はれて居る。とにかく鈴木 (10) も主張して居る如く精神能力に於て特異性をもつて居ることも考慮せねばならぬが、この實驗ではそれ等の研究を行はなかつたのでその點にふれ得ない。然し少くともこの實驗で明なやうに災害頻發者と無災害者との間に作業時の閾値が明に違つて居るから、災害頻發者は單に心理的要因のみによるものでないと考へられる。尙災害頻發者に就き生理學的研究として Farmer (1) は感覺運動能力の缺陷をあげ、福原、古澤 (2) は協調能力の重要性を認めてゐるが、余は先づもつて兩者に於ける閾値の相違を強張する。

#### V. 摘 要

1. 工場災害豫防の科學的對策を目標とし、輕、重2種の作業につき災害頻發者と無災害者との間の作業経過に於ける膝蓋腱反射刺激閾の差異を測定し、間接に兩者の疲労の在方を觀察した。
2. 一般に災害頻發者の膝閾は無災害者に較べ作業開始直前に於て高く、その比は輕作業(旋盤)では43~37、重作業(製罐工)では47~44である。
3. 作業中の膝閾の變化は災害頻發者に於ては無災害者に比し常に逐時的増加率が高い。特に午後に於て急激に高くなり兩者の膝閾時間曲線は作業の経過と共に開く傾向を示してゐる。
4. 災害頻發者中には膝閾が無災害者と變らぬものも少くない。それにも拘らず兩者の平均値に著明な差異のあることは災害頻發者中に膝閾の相當に高いものがあることを示してゐる。
5. 2, 3 項より災害頻發者と無災害者との差異は體力的に前者は疲労し易く恢復し難い性質を持つものと認められる。

綱筆に當り浦本教授の指導と校閲並に杉本助教授名取大村兩講師の援助を銘謝す。

#### 文 獻

- 1) Farmer, E. (1926) Report No. 38, 55, 68 Indust, Fatigue Res. Board.
- 2) 福原誠一・古澤一夫 (2600) 産業醫學 17 3
- 3) Greenwood, M. and H. M. Wood, (1919) Report No. 40 Indust Fatigue Res. Board.
- 4) 上岡文雄 (2603) 日本生理誌 8 288
- 5) 上岡文雄 (2604) 日本生理誌 9 596
- 6) 上岡文雄 (2604) 日本生理誌 9 605
- 7) Moede, W. (1934) Indust. Psychotechnik 11
- 8) Marbe, K. (1926) Praktische Psychologie der Unfälle und Betriebschäden
- 9) Newbold, E. M. (1926) Report No. 34 Indust. Fatigue Res. Board.
- 10) 鈴木達也 (2600) 産業醫學 17 8
- 11) 高橋美則 (2598) 雑誌しばうら

體力に関する研究 (21) 612.766.1 : 612.833

作業時の膝蓋腱反射閾に及ぼす Vitamin B<sub>1</sub> の影響

東京慈恵會醫科大學生理學教室

田 中 稔

Tanaka-Minoru

(昭和19年3月20日受付)

I. 緒 言

この報告は軽作業及重作業に従事する工員各35名を被験者とし、Vitamin B<sub>1</sub> を與へたものと然らざるものとの作業経過に於ける尿中 Vitamin B<sub>1</sub> と膝閾の逐時的消長の異同を観察した實驗である。

實驗の目的は凡そ次の如くである。近來 Vitamin B<sub>1</sub> が疲労を軽減し或は疲労の恢復を促進する働きがあると云はれ、例へば岩松(8, 9), 深山(19), Csik 及 Bencsik(2)等は Vitamin B<sub>1</sub> を投與すれば運動後の脈膊及血壓の變化が少く且つ恢復速度が大となると云つてゐる。この事實なども上記する學説の一端であるが、その機序は Vitamin B<sub>1</sub> が Cocarboxylase として炭水化物の中間代謝産物たる乳酸竝に焦性葡萄糖の生成を抑制することと關聯するであらう。然しこの事實を以て直ぐに疲労の軽減乃至疲労恢復の促進作用と見做し得るかは遽かに斷言し得ない。然るに吾々の教室では慈大式疲労度計として上岡の報告(15, 16, 17, 18)以來膝蓋腱反射の閾値が疲労度に比例して上昇する事實を認め、目下その實驗を更に展開せしめつつある(21)。その實驗の一環として余は體内に於ける Vitamin B<sub>1</sub> の消長と疲労との關聯を膝閾の變化を尺度として検討し、一方に於て疲労と Vitamin B<sub>1</sub> との關係を觀、他方に於て膝閾法を基礎とする慈大式疲労度計の應用化を意圖したのであつた。

實驗は昭和17年5月より7月迄の間に行ひ、その結果の概要は第20回大日本生理學會に於ける總括報告(27)に於て發表した。

II. 實 驗 方 法

實驗は重作業群と軽作業群の2群に分けて行つた。ここで重作業とは鍍金工、クレン運動工であり、軽作業とは旋盤工である。實驗の1は先づ普通の場合の座軽作業各5名に就き1日の作業過程(12時間、内休憩1時間)に於ける膝閾の消長と尿中に排出せられる Vitamin B<sub>1</sub> の量を逐時的に測定して基準實驗とし、實驗の2では重軽兩作業群各30名に就き3時間毎に500rを含有するメタボリン錠2個づつを経口的に與へ、第1實驗と同様に1日の作業過程に於ける膝閾竝に尿中の Vitamin B<sub>1</sub> 排出量を計測した。膝閾の測定は上岡の方法(15)に従

つたのであるが、使用器が第二次試作品であり槌子が稍々重かつたため上岡の場合より單位として用ゐる槌子の落下角 $\theta$ が凡そ10~15度少なかつた。尿中 Vitamin B<sub>1</sub> の定量法は多數あるが(10, 11, 12, 13, 14, 20, 22, 23, 24, 26, 27, 28), この實驗では藤田の比色定量法(3, 4, 5)を用ひ、尿は測定の都度排尿せしめて、rの百分含有量を單位とし全尿量に換算した値を求めた。

それらの測定時刻は作業開始の午前8時, 11時, 午後2時, 5時及び終業時の午後8時の5回であつた。

III. 實驗成績

實驗の1及び2の成績を纏めると第1~3表になる。表には Vitamin B<sub>1</sub> 排出量並に膝關の平均値を求めて併記した。以上の成績に就ては章を改めて考察する。

IV. 實驗成績に對する考察

實驗成績に就き先づその概要を考察するため判り易く全表の平均値より Vitamin B<sub>1</sub> を與へ

第1表 V. B<sub>1</sub> を投與せざる重軽作業者群の尿中V. B<sub>1</sub> 排出量及膝蓋腱反射閾値の變化

被験者	年齢	午前8時		午前11時		午後2時		午後5時		午後8時	
		V.B <sub>1</sub> 排出量	膝蓋腱反射閾値	V.B <sub>1</sub> 排出量	膝蓋腱反射閾値	V.B <sub>1</sub> 排出量	膝蓋腱反射閾値	V.B <sub>1</sub> 排出量	膝蓋腱反射閾値	V.B <sub>1</sub> 排出量	膝蓋腱反射閾値
重作業者群	18	13	10	11	14	22	18	15	24	12	31
	22	16	11	17	15	25	17	21	23	18	29
	19	15	12	12	16	18	19	15	27	12	34
	25	7	10	6	13	12	16	10	26	9	35
	16	14	12	12	14	19	20	14	28	13	36
平均	13.4	13.2	11.6	14.4	19.2	18.0	15	25.6	12.8	33.0	
軽作業者群	20	11	10	9	13	14	16	8	20	6	28
	18	17	12	15	16	23	17	19	21	14	27
	20	11	12	19	15	17	15	22	22	10	26
	19	5	10	14	12	17	16	5	24	4	30
	17	20	13	13	16	19	25	14	26	12	32
平均	12.4	11.4	14.4	14.4	18	15.6	10.6	22.6	9.2	24.2	

第2表 軽作業者群の尿中 V. B<sub>1</sub> 排出量並に膝蓋腱反射閾値の變化

被験者	年齢	午前8時		午前11時		午後2時		午後5時		午後8時	
		V.B <sub>1</sub> 排出量	膝蓋腱反射閾値	V.B <sub>1</sub> 排出量	膝蓋腱反射閾値	V.B <sub>1</sub> 排出量	膝蓋腱反射閾値	V.B <sub>1</sub> 排出量	膝蓋腱反射閾値	V.B <sub>1</sub> 排出量	膝蓋腱反射閾値
1	19	2	6	37	20	50	20	12	12	6	10
2	19	5	6	36	20	46	20	17	12	9	10
3	19	10	15	46	24	49	15	22	20	8	13
4	18	7	11	32	20	50	24	25	19	10	11
5	20	8	10	27	24	37	20	16	15	10	11
6	18	10	11	24	20	38	20	11	14	11	11
7	17	16	17	30	24	36	25	15	15	11	13
8	17	5	12	27	26	39	24	24	20	15	14
9	20	11	14	34	26	39	29	25	20	8	15
10	19	3	12	28	20	34	25	19	15	7	10
11	17	9	14	15	25	23	25	13	17	11	12
12	17	15	14	21	25	22	28	15	21	6	13
13	18	8	11	14	27	25	29	17	20	13	14
14	18	10	11	25	29	28	20	8	21	6	14
15	19	7	15	25	26	26	8	20	6	15	
16	22	9	11	27	19	25	48	21	27	15	15
17	19	6	15	24	32	64	33	33	30	25	13
18	22	11	15	21	34	34	21	24	19	12	
19	19	9	11	13	30	29	33	31	21	17	15
20	26	1	12	30	30	30	29	13	23	17	14
21	28	4	12	35	32	35	26	26	7	15	
22	22	17	16	34	31	29	36	33	30	13	21
23	20	3	11	20	25	20	25	15	20	9	10
24	17	12	13	16	20	23	21	15	20	11	13
25	26	7	10	15	29	32	30	19	20	5	10
26	19	14	14	29	31	35	32	17	18	12	12
27	19	10	13	14	20	35	32	21	14	15	17
28	21	11	15	16	22	28	30	15	20	10	12
29	29	13	21	17	34	14	29	8	20	4	10
30	19	22	16	24	21	41	23	22	13	10	11
平均		9.2	12.2	25.8	25.8	33.1	27.6	19.1	20.5	10.5	12.9

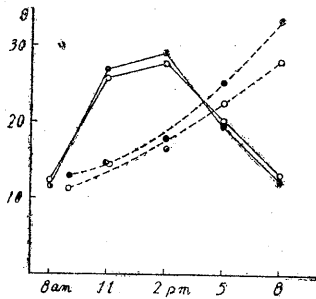
第3表 重作業者群の尿中 V. B<sub>1</sub> 排出量並に膝蓋腱反射閾値の變化

被験者	年齢	午前8時		午前11時		午後2時		午後5時		午後8時	
		V.B <sub>1</sub> 排出量	膝蓋腱反射閾値	V.B <sub>1</sub> 排出量	膝蓋腱反射閾値	V.B <sub>1</sub> 排出量	膝蓋腱反射閾値	V.B <sub>1</sub> 排出量	膝蓋腱反射閾値	V.B <sub>1</sub> 排出量	膝蓋腱反射閾値
1	22	13	25	25	32	32	30	16	20	9	10
2	29	6	10	11	25	26	30	23	12	8	10
3	25	6	11	16	13	18	20	7	20	4	11
4	22	3	8	15	28	24	28	11	16	5	11
5	19	8	12	27	29	20	26	6	17	10	12
6	27	10	12	27	31	38	33	31	27	11	15
7	28	8	13	23	31	47	32	28	25	9	17
8	42	8	15	15	30	25	30	10	20	5	13
9	17	8	10	24	26	25	25	13	15	10	11
10	17	5	11	15	30	23	28	18	21	10	12
11	40	12	16	25	30	55	34	32	24	12	16
12	20	6	11	22	20	28	30	32	20	5	12
13	21	6	10	10	20	42	31	13	16	10	11
14	26	10	12	25	27	29	30	20	20	11	15
15	23	5	12	27	30	12	31	8	20	5	13
16	24	4	12	42	25	36	30	30	20	10	12
17	19	13	14	25	26	30	26	14	19	9	11
18	27	7	11	14	30	29	31	24	20	6	15
19	29	3	12	26	27	32	32	16	20	6	14
20	18	10	12	10	25	27	30	8	18	13	12
21	26	7	10	29	30	45	32	20	11	13	
22	25	12	6	32	31	63	32	18	21	10	12
23	23	6	10	22	25	14	30	10	23	5	14
24	31	5	12	12	30	33	33	13	26	6	15
25	30	5	8	15	28	49	31	23	17	10	12
26	36	3	9	8	17	38	30	15	16	4	11
27	33	4	11	14	28	25	27	6	16	4	11
28	32	9	12	14	30	15	31	15	17	5	11
29	27	7	11	25	25	40	26	12	15	8	11
30	24	5	8	30	28	43	30	17	16	3	10
平均		7.3	11.6	21.7	27.1	32.1	29.2	17.5	19.6	7.9	12.4

たものと然らざるものと膝關・時間曲線及び尿中 Vitamin B<sub>1</sub> の排出量・時間曲線を求めると第1, 2圖の如くなる。

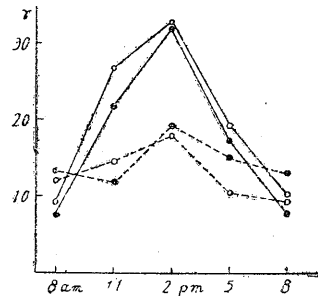
第 1 圖

Vitamin B<sub>1</sub> を投與せざる場合の髓反射閾値  
 Vitamin B<sub>1</sub> を投與せる場合の髓反射閾値



第 2 圖

Vitamin B<sub>1</sub> を投與せざる場合の尿中 B<sub>1</sub> 排出量  
 Vitamin B<sub>1</sub> を投與せる場合の尿中 B<sub>1</sub> 排出量



先づ膝關の作業経過に於ける消長を觀るに、Vitamin B<sub>1</sub> を投與しない場合の成績は大體に於て上岡の成績と一致し、但し落下角  $\theta$  の値は上記の如く上岡の場合より小さくなつてゐるが作業経過と共に閾値は上昇してゐる。尙又重作業群の値を輕作業群の値に較べると膝關は既に作業前に於て前者が幾分高くその特徴を現はし、作業の後期に於ては兩曲線は次第に開き重作業群がより疲勞する形を示してゐる。この點も上岡の成績と一致してゐる。然るに Vitamin B<sub>1</sub> を與へた者と然らざる者とはその關係が著しく異なり、作業開始後3時間目の午前11時の膝關は Vitamin 投與群では著しく上昇し、Vitamin 非投與群の午後6~7時頃の値に相當し、2時以後は著しく低下し、作業終了時刻には殆んど作業開始前に近い値を示してゐる。この事實を如何に解釋すべきかは更に綜合的の實驗觀察を必要とするが實に著明な相違といはねばならぬ。尙又 Vitamin を與へた場合には重輕作業群に於て午後2時迄の期間には閾値に多少開きがあり、重作業群で稍高いが、午後2時以後の下降線では兩者の間に殆んど閾値の開きを見ない。此點も注目されることの1つであらう。

次に Vitamin を與へた者と然らざる者の尿中 Vitamin B<sub>1</sub> の排出量の關係を觀るに、Vitamin を與へない日常の作業での排出總量は重作業群に於て平均72r、輕作業群に於て64.8rを示した。この相違は恐らく重作業群の攝食量が輕作業群の攝食量より多いためと思はれる。

一般の成人1日 Vitamin B<sub>1</sub> の尿中排出總量は、文獻を按ずるに第4表の如く、實驗者により相當の開きがあるが、澤田(25)は1日の正常排出總量を大體100r前後と推定してゐる。

余の實驗は作業期間12時間の總量であるが、之を24時間値にすれば大體澤田の値と近いものと推定される。

次に Vitamin 投與群と非投與群との排出量の差異は第2圖に見る如く午後2時迄は膝關時間曲線の場合に似てゐるが、その後の關係は全く別になり、投與群も非投與群も共に減少し、

減少の仕方は Vitamin を與へた者に著明

## 第 4 表

である。即ち體内に攝取された Vitamin B<sub>1</sub> は午後2時以後に於てより多く活用せられるもののやうである。血液中の Vitamin B<sub>1</sub> 量を測定すればこの事實を一層明瞭ならしめ得たと思ふが、この實驗ではそこまで實驗しなかつた。

Karrer (11) (1937)	60~240r (平均 120r)
Ritsert (18) (1938)	110~520r
Wang, Hallis (23) (1939)	90~540r
Hills (7) (1939)	50~170r
Borson (1) (1940)	75~290r
Mcalpine, Hills (17) (1941)	50~171r (平均 100r)
田畑 (27)	平均 193r

一方重軽兩作業群に於ける Vitamin B<sub>1</sub> の排出量は普通の作業では重作業群の方が幾分多く、Vitamin 投與の際は逆に軽作業群の方が幾分多い結果となつた。この事實は重作業群で Vitamin B<sub>1</sub> の利用率の多いことを示すものとも思はれる。

次に被験者個々の成績に就て觀察すると相當の個性差が認められる。然しそれらの一々に就ての考察は省略する。兎に角以上の成績より膝閾が疲勞度を表はすものとすれば、Vitamin B<sub>1</sub> は作業の後半に於ては疲勞度を著しく軽減せしめる形である。但し作業の前半に於ては普通の状態よりも膝閾が著しく高くなり、恰かも餘分に疲勞せしめるかの如き形である。この事はその場合に大いに作業能率を高めたのかも知れぬが、その點の精細はもつと綜合觀察をやらなければ斷言出来ない。然し Vitamin を與へた工員の自覺的な感じを聞合せた限りでは Vitamin B<sub>1</sub> を與へられた場合の方が疲勞感が著しく少なかつたといつてゐる。

## V. 摘 要

1. Vitamin B<sub>1</sub> が疲勞を軽減し若くは疲勞の恢復を促進するとの事實を慈大型疲勞度計を應用して檢索する目的で重軽作業員 70 名を被験者とし Vitamin B<sub>1</sub> 投與者と然らざる者に就き作業経過に於ける膝閾及 Vitamin B<sub>1</sub> の尿中排出量を測定した。

2. Vitamin B<sub>1</sub> を與へぬ日常作業での膝閾値は上岡の成績と一致して作業経過と共に上昇し、重作業者は軽作業者より若干高い値を示した。

3. Vitamin B<sub>1</sub> を與へぬ場合の尿中 Vitamin B<sub>1</sub> 排出量は 12 時間繼續作業中の排出總量が重作業者では平均 72r、軽作業者では平均 64.8r であつた。

4. Vitamin B<sub>1</sub> を與へたものと然らざるものの膝閾の差異は相當著しく、殊に午後 2 時以後前者では膝閾は低下の一途を辿つた。即ち Vitamin 投與群では疲勞軽減の傾向を示した。

5. 然るに午前中の膝閾は前項と逆の関係になり、Vitamin 投與群に於て非投與群より高い値を示した。此事實は Vitamin 投與群に於てより多く作業能を高めた結果であるが、それとも他の原因によるか尙不明である。

6. 12 時間の作業を通じ Vitamin 投與は膝閾に示された結果は疲勞を軽減したものの如く認められ、被験者の自覺に於ても此事實が認められた。

摺筆に際し浦本教授並に杉本助教授の懇篤なる指導と校閲を銘謝す。

## 文 獻

- 1) Borson (1940) *Ann. Int. Med.* 14 1
- 2) Csik u. Bencsik (1940) *Kl. Wschr.* 6 49
- 3) 藤田秋治・淺利てつ・土肥圭三郎 (2601) *日本醫學及健康保險* 3244 8
- 4) 藤田秋治・淺利てつ・土肥圭三郎 (2601) *日本醫學及健康保險* 3246 12
- 5) 藤田秋治・松川男兒 (2600) *東京醫事新誌* 3188 1
- 6) Gstirner (1940) *Chemisch-Physikalische Vitamin-Bestimmungsmethoden*
- 7) Hills (1939) *Bioch. J.* 33 1966
- 8) 岩松 榮 (2603) *日新醫學* 32 59
- 9) 岩松 榮 (2603) *日新醫學* 32 224
- 10) Jansen (1936) *Trav-chim. P. B.* 55 1046
- 11) Karrer (1939) *Helv.* 20 269 1147
- 12) 加藤正吉・佐々木理喜 (2600) *日本醫學及健康保險* 3197 18
- 13) 川崎近太郎・未永泉二・三浦よし (2601) *日本衛生化學會誌* 13 49
- 14) 川崎近太郎 (2601) *實驗治療* 21 573
- 15) 上岡文雄 (2603) *日本生理誌* 8 288
- 16) 上岡文雄 (2604) *日本生理誌* 9 596
- 17) 上岡文雄 (2604) *日本生理誌* 9 605
- 18) 上岡文雄 (2604) *日本生理誌* 9 610
- 19) 深山 果 *Acto spoliae medioinalis univ. imperi. in Kioto* 13 412
- 20) Mcalpine, D. and G. M. Hills, (1941) *Quarterly J. of Med.* 31 10
- 21) 名取禮二 (2603) *日本生理誌* 8
- 22) Ritsert (1938) *Deut. Med. W.* 64 481
- 23) Ritsert (1938) *Klin. W.* 17 1397
- 24) Ritsert (1939) *Klin. W.* 18 137
- 25) 澤田藤一郎 (2602) *日新治療* 297 483
- 26) 田畑武夫 (2601) *北海道婦人科學會雜誌* 3 1
- 27) 浦本政三郎・杉本良一・名取禮二・大村正 (2603) *日本生理誌* 8
- 28) Wang, Y. L. and L. D. Harris, (1939) *Bioch. J.* 33 1356
- 29) Wang, Y. L. (1940) *Bioch. J.* 34 343

## 體力に關する研究 (22) 612.766.1

### 游泳訓練の筋諸機構に及ぼす影響

(文部省科學研究費による研究)

東京慈惠會醫科大學生理學教室

保田 止郎

Yasuda-Siro

(昭和19年3月20日受付)

#### I. 緒 言

この報告は體力に關する基礎的研究の一環として訓練が骨筋の諸機構に如何なる影響を及ぼすかを従來吾々の教室の研究方法(6, 7, 9)を用ひて検討し、所謂練成の實質的效果の一端を窺はんとした實驗である。

實驗は廿日鼠と白鼠とを用ひ、一定條件の下に游泳訓練をなさしめ、訓練期間の體重及び活動筋の重量の變化を觀察せる他、活動性肥大 (Aktivitätshypertrophie) を起しつつある腓腸筋を材料とし、第1にその伸展殘遺及び筋粘弾諸係数を比較検討し、第2には組織切片標本より筋纖維の直徑及び筋稜柱 (Inokomma) の等質部及不等質部の幅員と複屈折性の變化を觀察し、第3には生きた儘に數本の筋纖維束を分離した標本に就き第2と同じ諸變化を觀察した。而して第1第2の實驗には廿日鼠を第3の實驗には白鼠を用ひた。

實驗は昭和18年6月より11月までの間に亘つて行つた。

#### II. 實驗方法

1. 實驗動物及びその飼育法 實驗動物は前述の如く廿日鼠と白鼠とを用ひ、廿日鼠は體重15g内外、白鼠は200g内外のものであつた。飼育方法は廿日鼠では余の報告(12)に従ひ、白鼠では井上・矢作(4)の方法に做つた。

2. 訓練方法 廿日鼠では直徑1.20mの水槽を用ひ、白鼠では廣さ5×6m、深さ0.8mのプールを用ひて游泳訓練せしめ、游泳時間は廿日鼠では正午毎日1回30分間、白鼠では毎日1回5分間とした。訓練日數は廿日鼠に於ては20日間、白鼠に於ては21日間であつた。溫度は後に掲ぐる表に示す如く自然氣溫に伴ふ水溫であつた。

3. 伸展殘遺の觀察 仁木(9, 10)及び余(13)の報告と同じ方法に做つた。但し初負荷を1g、追加負荷を20gとし、基準とする筋の單一攣縮は負荷除去後2分目に筋直接の電氣刺激下に行つた。

4. 組織切片標本の觀察 標本の固定、包埋、染色法は余の報告(12)に倣ひ、組織標本の檢

索は町田(8), 伊藤(5)の方法に従ひ, 單一筋纖維の幅や等質部及不等質部の幅員の變化を計測し, 複屈折度の測定は秋元(1)の方法に倣つた。

5. 分離筋纖維束に就ての實驗 これは上記組織標本の場合と同様な檢索を行つた。この實驗は本來は單一筋纖維標本を材料として行ふのが理想的であるが, 溫血動物で單一筋纖維を分離することは可なりの技術を要すると云ふよりも作操に時間を要し, ために殘生條件を悪化せしめる恐れがあるため比較的分離し易い數本の筋纖維束を用ひて結果の正確を期したのであつた。

尚以上の實驗の第1項, 第2項に就ては訓練第5, 10, 15, 20日目に, 實驗第3では訓練第7, 14, 21日目に行ひ, 同時に對照筋の成績と比較検討した。

### III. 實驗成績及其考察

#### A. 訓練經過に於ける體重と筋重量の變化

廿日鼠に於ての游泳訓練は毎日30分づつ20日間の訓練實驗であつたが, 先づ體重に就ては

第1表 廿日鼠に於ける場合(毎日1回游泳30分訓練)

検査月日	経過日数	室温 °C	水温 °C	對照群 體重			訓練群 體重		
				體重 g	増加量 g	増加率 %	體重 g	増加量 g	増加率 %
30/VI	1	21	20	16.3		0	16.5		0
1/VII	2	22	19	16.5	0.2	1.2	16.5	0	0
	3	23	20	16.7	0.4	2.4	16.3	0.3	1.3
	4	23	21	16.8	0.5	3.0	16.7	0.2	1.2
	5	22	21	17.0	0.7	4.2	16.9	0.4	2.4
	6	22	20.5	16.7	0.4	2.4	16.9	0.4	2.4
	7	22	21	17.1	0.3	4.9	16.7	0.2	1.2
	8	22	21	17.1	0.3	4.9	16.6	0.1	0.6
	9	24	22	16.8	0.5	3.0	16.5	0	0
	10	24	21.5	17.0	0.7	4.2	16.5	0.1	0.6
	11	26	22	17.5	1.2	7.3	16.7	0.2	1.2
	12	27	23	17.5	1.2	7.3	16.5	0	0
	13	28	23.5	17.5	1.2	7.3	16.6	0.1	0.6
	14	28	23.5	17.5	1.2	7.3	16.6	0.1	0.6
	15	29	24	17.7	1.4	8.5	16.6	0.1	0.6
	16	29	24	17.9	1.6	9.8	16.7	0.2	1.2
	17	30	24.5	17.8	1.5	9.2	16.3	0.3	1.3
	18	28	24	17.8	1.5	9.2	16.7	0.2	1.2
	19	27	23.5	17.8	1.3	7.9	16.3	0.3	1.3
	20	27	23.5	17.6	1.3	7.9	16.7	0.2	1.2

無訓練の對照群の3匹と訓練群の3

匹の平均體重を比較した。第1表はその成績である。第1表より訓練群の體重増加は對照群に比して甚だ少い。毎日30分間の水中游泳訓練は稍過度の訓練であり過勞に陥つたやうであつた。それは30分間の訓練經過中に游泳力を失ひ頭を水中に没するもの少くなかつたことでも知れる。

斯る際には實驗動物を棒で突衝き元

氣を出させ再び浮き上らせてやつ

た。白鼠の游泳訓練は毎日5分間21

日間に亘つたが, 同様對照群實驗群

とも3匹づつの體重變化を代表的に

計測した。その結果は第2表に示す如

く, 對照群と訓練群とは略々平行し

て増加の傾向を示した。但し訓練群

の體重増加は對照群に比し幾分少な

かつた。白鼠に就ての實驗は10月30

日より11月19日の間に行ひ, 水温も

可なり低下(11~15°C)してゐたの

第2表 白鼠に於ける場合(毎日1回游泳5分訓練)

検査月日	経過日数	室温 °C	水温 °C	對照群 體重			訓練群 體重		
				體重 g	増加量 g	増加率 %	體重 g	増加量 g	増加率 %
30/X	1	14	14	185		0	187		0
31	2	15	14	192	7	3.7	198	11	5.3
1/XI	3	14	12	192	7	3.7	199	12	6.4
	4	15	12.5	202	17	9.1	199	12	6.4
	5	15	12	208	23	12.4	201	14	7.4
	6	14	12	212	27	14.5	205	16	8.5
	7	13	11	214	29	15.5	205	16	8.5
	8	12	12	217	32	17.2	204	17	9.0
	9	14	12	216	31	16.7	205	18	9.3
	10	14	15	218	33	17.8	205	16	8.5
	11	14	11	222	37	20.0	206	19	10.1
	12	12	11.5	217	32	17.2	205	18	9.5
	13	12	12	228	43	25.2	211	25	12.8
	14	12	12	225	40	21.3	208	21	11.2
	15	13	12	226	41	22.1	211	24	12.3
	16	14	12	232	47	25.4	217	30	16.0
	17	15	13	233	48	25.9	220	33	17.3
	18	14	12	229	44	23.7	213	25	13.9
	19	14	12	232	47	25.4	215	29	15.6
	20	15	12	237	52	28.0	218	31	16.5
	21	11	11	237	52	28.0	220	33	17.6

で、毎日5分間の水中訓練も温度の影響大なるものがあつたように思はれる。

次に骨骼筋のうち腓腸筋だけの重量の變化を體重とも脱み合せ、訓練第7, 14, 21日目に於

第3 訓練白鼠に於ける體重に對する腓腸筋の百分率

例	初 期			7			14			21		
	體重 g	腓腸筋重 g	百分率 %	體重 g	腓腸筋重 g	百分率 %	體重 g	腓腸筋重 g	百分率 %	體重 g	腓腸筋重 g	百分率 %
1	248	1.30	0.52	160	0.95	0.59	230	1.35	0.58	225	1.15	0.51
2	229	1.32	0.57	157	1.00	0.63	230	1.32	0.57	205	1.15	0.56
3	220	1.22	0.55	182	1.00	0.54	226	1.27	0.55	210	1.25	0.59
4	235	1.42	0.59	182	1.10	0.60	252	1.56	0.53	240	1.50	0.62
5	250	1.27	0.55	235	1.22	0.52	200	1.10	0.55	219	1.40	0.64
平均		0.55 ± 0.03			0.57 ± 0.09			0.57 ± 0.09			0.58 ± 0.06	

第4表 訓練時骨骼筋粘彈諸係數

例	訓練日数	Md	Ad+Nd	Ad+Nd	h	h/Ad	Ad	AK	AK/Ad	Nd	NK	NK/Nd
		mm	mm	Md	mm		mm	mm		mm	mm	
對照	1	14.1	12.1	0.85	1.7	0.17	10.3	8.3	0.81	1.8	1.0	0.55
	2	13.0	10.0	0.77	1.2	0.15	8.3	7.0	0.85	2.0	1.0	0.50
	3	11.5	10.7	0.93	0.7	0.08	9.2	7.8	0.85	1.5	0.7	0.47
	4	11.0	13.1	1.12	2.3	0.21	10.9	8.5	0.78	2.2	1.0	0.45
	5	12.4	10.3	0.83	1.4	0.16	8.5	7.2	0.84	1.7	1.0	0.59
	6	10.5	11.0	1.10	1.5	0.15	10.3	8.5	0.83	1.3	0.6	0.46
	7	12.4	11.5	0.93	2.0	0.20	10.0	8.1	0.81	1.5	0.7	0.47
	8	12.4	10.6	0.85	2.1	0.23	9.3	7.7	0.83	1.3	0.6	0.46
平均		12.2	11.3	0.93	1.8	0.17	9.6	7.9	0.83	1.7	0.8	0.50
5	9	12.7	13.0	1.10	2.2	0.19	11.0	9.1	0.77	2.2	1.1	0.50
	10	12.4	13.5	1.09	2.2	0.19	11.3	9.1	0.81	2.2	0.9	0.41
	11	12.6	10.9	0.87	1.0	0.10	9.6	6.4	0.69	1.1	0.5	0.46
	12	13.0	11.0	0.89	1.8	0.19	9.4	8.4	0.89	2.2	0.9	0.41
	13	12.2	11.2	0.92	1.5	0.16	9.2	7.6	0.83	2.0	1.0	0.50
	14	11.5	10.6	0.91	2.4	0.28	8.6	7.0	0.81	2.0	1.3	0.65
	15	10.3	10.3	1.00	1.2	0.13	8.9	7.0	0.79	1.5	0.7	0.47
	16	11.0	10.1	0.92	1.6	0.20	8.2	7.0	0.85	1.9	1.2	0.65
	17	12.0	11.5	0.96	2.4	0.25	9.5	7.2	0.76	2.0	1.0	0.50
	18	12.0	10.8	0.90	1.4	0.16	8.6	7.1	0.83	1.7	0.9	0.53
平均		12.1	11.4	0.95	1.9	0.19	9.5	7.8	0.82	1.9	1.0	0.51
10	19	12.4	13.0	1.12	2.0	0.17	12.0	10.0	0.85	1.9	1.0	0.53
	20	10.9	12.2	1.12	2.7	0.27	10.0	7.8	0.78	2.2	1.0	0.46
	21	10.5	12.2	1.16	2.9	0.29	10.0	7.6	0.76	2.2	1.1	0.50
	22	10.8	11.1	1.08	1.0	0.11	9.0	6.0	0.69	2.1	0.9	0.43
	23	11.2	9.0	0.80	0.9	0.11	8.3	7.1	0.86	1.5	0.8	0.53
	24	11.0	8.5	0.86	1.5	0.19	7.8	6.6	0.85	1.7	0.8	0.47
	25	11.7	12.6	1.08	1.8	0.17	10.5	8.1	0.77	2.1	0.9	0.43
	26	11.5	11.6	1.01	2.5	0.23	10.0	8.1	0.81	1.6	0.8	0.50
	27	12.0	10.9	0.91	1.0	0.11	9.2	7.9	0.86	1.7	0.9	0.53
	28	11.8	10.7	0.91	1.1	0.12	9.2	7.7	0.82	1.5	0.8	0.53
平均		11.3	11.5	1.01	1.7	0.18	9.6	7.9	0.82	1.9	0.9	0.49
15	29	13.5	12.0	0.89	1.4	0.13	11.0	9.6	0.87	1.0	0.5	0.50
	30	13.1	11.9	0.91	1.2	0.11	10.6	9.3	0.88	1.3	0.7	0.54
	31	13.3	11.5	0.86	1.5	0.15	10.0	8.7	0.87	1.5	0.6	0.40
	32	12.8	12.2	0.95	2.7	0.26	10.5	7.8	0.74	1.7	0.8	0.47
	33	12.9	13.5	1.04	1.9	0.18	10.7	8.2	0.77	2.8	1.5	0.54
	34	13.1	12.5	0.95	1.9	0.18	10.6	8.4	0.79	1.9	1.0	0.53
	35	13.4	12.3	0.92	1.8	0.17	10.6	8.5	0.80	2.0	1.0	0.50
	36	11.5	14.1	1.23	1.7	0.15	11.9	9.1	0.77	2.2	1.1	0.50
	37	12.7	12.3	1.01	1.8	0.16	11.1	9.8	0.88	1.7	0.9	0.53
	38	13.0	12.5	0.96	1.7	0.16	10.5	9.1	0.87	2.0	0.8	0.50
平均		13.0	12.6	0.97	1.9	0.17	10.8	8.9	0.82	1.8	0.9	0.50
20	39	13.0	13.2	0.94	2.5	0.24	10.6	9.0	0.85	2.5	1.2	0.46
	40	13.0	13.1	1.01	2.3	0.21	10.3	8.7	0.81	2.3	1.2	0.52
	41	13.2	13.2	1.00	2.0	0.19	10.8	9.8	0.92	2.4	1.0	0.42
	42	12.9	12.0	0.93	1.0	0.10	10.0	7.2	0.72	2.0	0.9	0.45
	43	11.5	11.9	1.03	1.9	0.19	10.1	8.0	0.79	1.8	1.0	0.56
	44	12.4	13.7	1.10	2.5	0.20	11.7	9.8	0.84	2.0	1.0	0.50
	45	13.0	12.4	0.89	1.3	0.13	10.0	8.7	0.87	2.4	1.0	0.42
	46	13.3	12.3	0.92	1.6	0.15	10.6	8.7	0.82	1.7	0.7	0.41
	47	13.5	13.5	1.08	1.4	0.12	11.8	10.3	0.87	1.7	1.0	0.58
	48	12.8	13.9	1.08	1.1	0.09	12.6	11.1	0.88	1.3	0.9	0.69
平均		12.9	12.9	1.00	1.7	0.16	10.9	9.0	0.83	2.0	1.0	0.50

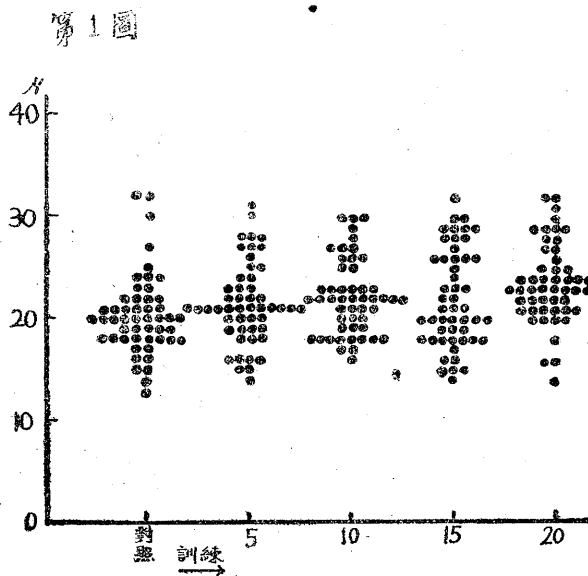
て各5匹に就き測定した。成績は第3表に示す如くである。即ち筋重量に對する體重の百分比を採つてみると對照群よりも訓練群に於て比率は高く訓練の進むに従つてその値は幾分づつが大きくなる傾向を示した。然しながらこの程度の訓練日數では筋の活動肥大はそれほど著明に現はれてゐるとは云へぬ程度であつた。

**B. 伸展殘遺及筋粘彈諸係數の成績**

第4表に示す如く  $Ad$  (初伸展) +  $Nd$  (後伸展) /  $Ml$  (筋長),  $h$  (伸展殘遺) /  $Ad$ ,  $Ak$  (初短縮) /  $Ad$ ,  $Nk$  (後短縮) /  $Nd$  等の各粘彈諸係數を對照筋と訓練筋とに就いて比較検討するに、骨節筋の粘彈諸係數はこの實驗の訓練日數の限りでは殆ど變化を認めなかつた。然し訓練日數が經つてに従ひ多少筋の伸びが好くなつた。即ち Hill (3) 等に依る筋の粘性が減じたとも思はれるが、先づ實驗誤差範囲にはいるので、この實驗の限りでは明確なことは斷定し難い。

**C. 組織標本に於ける所見**

訓練第5, 10, 15及20日目の各筋に就て組織切片標本を作り、それより單一筋纖維の幅の變化



第 5 表

訓練日數 試 験 日 次	對 照		5		10		15		20	
	A	I	A	I	A	I	A	I	A	I
1	12	11	10	9	13	9	12	10	14	12
2	13	12	10	8	14	11	11	9	15	11
3	22	8	11	10	11	8	12	11	12	10
4	12	11	11	10	11	10	11	9	12	11
5	15	11	12	11	14	12	14	9	15	11
平 均	12.6	10.6	11.0	10.0	12.6	10.0	12.0	9.6	12.8	11.0

を計測し之を對照筋と比較すれば第1圖の如くである。對照筋の單一筋纖維の幅は13~32 $\mu$ を示し、平均して18~21 $\mu$ のものが多かつた。訓練第5日目の筋では14~31 $\mu$ 、平均して19~21 $\mu$ 、第10日の筋では16~30 $\mu$ 、平均して18~23 $\mu$ 、第15日の筋では14~32 $\mu$ 、平均して18~26 $\mu$ 、第20日目の筋では14~32 $\mu$ 、平均して20~24 $\mu$ のものが多かつた。以上より訓練による單一筋纖維の幅はこの程度の訓練日數に於ても漸次増大を示した。

肉眼上對照筋と訓練筋との區別は困難であつたが、微視的に觀察すると單一筋纖維の幅は訓練筋に於て増大の傾向を示した。

次に Inokomma の等質部

異及不等質部の幅員は第5表に示す如く、余の實驗の限りでは對照筋と訓練筋との間に殆ど差を認め得なかつた。

第 6 表

訓練日数 例	對 照			5			10			15			20		
	a°	b°	$i = \frac{1}{2}(a-b)^\circ$	a°	b°	$i = \frac{1}{2}(a-b)^\circ$	a°	b°	$i = \frac{1}{2}(a-b)^\circ$	a°	b°	$i = \frac{1}{2}(a-b)^\circ$	a°	b°	$i = \frac{1}{2}(a-b)^\circ$
1	28.7	24.1	2.3	29.0	24.5	2.2	28.8	24.0	2.4	28.9	24.1	2.4	29.0	23.2	2.9
2	29.0	23.0	2.6	29.3	24.0	2.6	28.8	24.2	2.3	28.7	24.0	2.3	29.0	23.5	2.7
3	29.7	23.8	2.4	29.4	23.8	2.9	28.7	24.1	2.3	29.0	24.0	2.5	29.0	23.5	2.7
4	28.1	24.2	1.9	28.7	24.4	2.1	29.0	23.8	2.6	29.0	24.3	2.3	29.5	23.2	3.1
5	28.5	24.4	2.0	28.2	24.2	2.0	29.0	23.9	2.9	30.1	23.2	2.3	29.3	23.9	2.9
平均			2.2			2.3			2.4			2.5			2.6

第6表は對照筋及訓練筋の組織切片標本で筋纖維の複屈折度に關し、廻轉角 a, b 及び  $\frac{1}{2}(a-b)$  の比較表である。今  $\frac{1}{2}(a-b)$  の各平均値をとり  $\Gamma$  を計算し位相差で表はすと第7表の如く訓練筋は訓練日數の

第 7 表

訓練日数 例	i	log i	$\log \Gamma / \log i + \log c$	$\Gamma (M\mu)$
對 照	2.2	7.169	2.107	12.6
5	2.3	7.207	2.145	13.9
10	2.4	7.244	2.182	15.2
15	2.5	7.280	2.218	16.5
20	2.6	7.316	2.254	17.8

經過に従ひ對照筋に較べ僅かであるが増加の傾向を示した。然しながらこの實驗では組織切片標本を材料としたため筋纖維の横紋の重り合ひやズレ等多分に考慮すべき難點があり、尙斷定的な事を云ふには尙早のやうである。

D. 分離筋纖維束に於ける所見

生きた儘の數本の分離筋纖維束を材料として觀察したのであるが、Inokomma の等質部及不等質部の幅員計測の成績は第8表に示す如く、對照筋と訓練筋との間に殆ど差異を認めなかつた。

第 8 表

訓練日数 例	對 照		7		14		21	
	A	I	A	I	A	I	A	I
1	13	12	14	14	17	14	12	11
2	15	12	14	14	15	11	14	13
3	12	11	15	14	15	11	14	14
4	15	13	14	12	12	10	14	12
5	13	10	12	10	12	9	14	12
6	17	14	13	9	14	15	13	10
7	14	12	16	13	13	11	15	11
8	16	11	17	14	15	12	17	13
平均	14.3	11.3	14.3	12.3	15.1	11.3	14.1	12.0

第 9 表

訓練日数 例	對 照			7			14			21		
	a°	b°	$i = \frac{1}{2}(a-b)^\circ$	a°	b°	$i = \frac{1}{2}(a-b)^\circ$	a°	b°	$i = \frac{1}{2}(a-b)^\circ$	a°	b°	$i = \frac{1}{2}(a-b)^\circ$
1	33.1	19.5	6.0	33.4	19.2	6.9	33.3	19.7	6.8	33.0	19.5	7.0
2	33.0	19.1	7.3	34.6	19.3	7.0	33.7	19.1	7.3	34.3	18.3	8.0
3	34.9	18.8	8.1	33.8	19.3	7.2	35.0	17.3	8.9	32.1	19.1	6.5
4	33.7	19.2	7.3	34.0	17.3	8.3	33.0	19.7	7.0	34.6	18.4	8.1
5	33.8	19.4	7.1	33.3	17.0	8.1	34.2	18.2	8.0	33.1	19.0	7.0
6	34.0	19.0	7.5	33.0	18.2	7.7	34.6	18.0	8.3	33.9	18.2	7.8
7	33.3	18.0	7.3	33.5	18.4	7.5	33.8	18.0	8.9	34.2	18.2	8.3
8	34.1	18.5	7.8	34.3	19.4	7.4	33.9	19.5	7.2	34.5	18.0	8.2
平均			7.4			7.5			7.6			7.6

次に複屈折度は第9~10表に示す如き結果となり、位相差を示標として兩筋を比較すると、訓練筋の複屈折度はより大なる値を示した。この場合も數本の筋纖維束を材料としたため多少測定上難點が無いではな

第 10 表

訓練日数 例	i	log i	$\log \Gamma / \log i + \log c$	$\Gamma (M\mu)$
對 照	7.4	6.221	3.159	144
7	7.5	6.223	3.169	148
14	7.3	6.267	3.235	150
21	7.6	6.224	3.182	152

いが、兎に角前項 C の組織標本での成績と一致する結果を得た。従つて一般に訓練筋は非訓練筋に較べ複屈折性が多少増加するものと認めてよいやうである。即ち筋の微細構造の上では變化が起つてゐると云へやう。複屈折度の増加は主として不等質部の機構が變つた事を意味し、二次彈性現象の變化は主として等質部の變化によると考へてよいから (2, 11) 訓練による効果は、訓練の第一段階に於て先づ不等質部の複屈折度を増すやうな分子構造上の變化を來し、短縮力を増すと共に、訓練の進んだ第二段階に於て等質部内な分子構造の變化を來し短縮時に抵抗となるやうな所謂粘性の減少を來すものと思はれる。

#### IV. 摘 要

1. 體力に關する基礎的研究の一環として、温血動物たる廿日鼠及白鼠に游泳訓練をなさしめ、訓練時の體重の變化を見ると共に骨筋の重量の變化、又活動性肥大を起しつつある筋纖維の分化の仕方、粘彈性の變化、複屈折性の變化等を筋諸機構上より比較検討した。
2. 毎日30分間游泳訓練廿日鼠の體重増加は對照群に比して甚だ少く寧ろ停止の状態にあつた。毎日5分間游泳訓練白鼠の體重増加は對照群に比し少なきも大體増加の傾向を示した。
3. 體重と或る特定の骨筋(腓腸筋)の重量百分比は對照筋では0.55%、訓練筋では第7日及び第14日に0.57%、第21日では0.58%であつた。
4. 筋粘彈性係数の  $Ad+Nd$   $Ml$ ,  $h/Ad$ ,  $Ak/Ad$  及び  $Nk/Nd$  等の値は、この實驗の訓練日數の限りでは、對照筋と訓練筋との間に殆ど差異を認めなかつたが、訓練日數が進むと多少筋の伸びが好くなつたように思はれた。
5. 組織切片標本より計測した廿日鼠腓腸筋單一筋纖維の幅は、訓練日數の進むに従つて僅微ながら漸次増大の傾向を示した。Inokomma の等質部及不等質部の幅員は、余の實驗の限りでは兩者に於て殆ど變りがなかつた。複屈折度を位相差を示標とすれば、對照筋では平均  $12.8\mu$  で、訓練筋では多少大なる傾向を示し訓練第20日では  $\Gamma$  で  $20.7\mu$  であつた。
6. 被刺戟性のあまり減弱してゐない新鮮な白鼠の腓腸筋分離纖維束で計測したInokomma の等質部及び不等質部の幅員は、余の實驗の限りに於て、對照筋と訓練筋とに殆ど差異は認められなかつた。複屈折度の變化は位相差を示標として現はせば、對照筋で  $\Gamma$  は  $144\mu$  で、訓練第7日の筋では  $148\mu$ 、第14日  $160\mu$ 、第21日では  $152\mu$  を示し訓練筋に於て大となる傾向にあつた。

摺筆に際し浦本教授の懇篤なる指導と校閲並に名取講師の指導援助を銘謝す。

#### 文 獻

- 1) 秋元新平 (2603) 日本生理誌 8 76
- 2) 土橋英雄 (2601) 日本生理誌 6 566
- 3) Hill, A. V. (1922) J. Physiol. 56 19
- 4) 井上・矢作 (未發表)
- 5) 伊藤正徳 (2604) 日本生理誌 9
- 6) 木澤 和 (2600) 日本生理誌 5 55
- 7) 櫻井道仁 (2602) 日本生理誌 7 418
- 8) 町田憲二 (2600) 日本生理誌 5 340
- 9) 仁木庸次郎 (2602) 日本生理誌 7 663
- 10) 仁木庸次郎 (2602) 日本生理誌 8 394
- 11) 名取禮二 (2601) 日本生理誌 5 356
- 12) 保田止郎 (2604) (未發表)
- 13) 保田止郎 (2603) 日本生理誌 8 440

## 體力に關する研究 (23) 612.766.1

### 低榮養の筋諸機構に及ぼす影響

(文部省科學研究費による研究)

東京慈惠會醫科大學生理學教室

保田 止郎

Yasuda-Siro

(昭和19年3月20日受付)

#### I. 緒 言

この報告は從來吾々の教室で行つてゐる筋機構に關する綜合研究の一環となると共に最近吾々の教室で始めた低榮養時の體力に關する基礎的研究の一環ともなるもので、低榮養が筋機構に如何なる影響を及ぼすかを觀察したものである。

實驗は廿日鼠を用ひ、先づ一定の低榮養飼育をなし、發育の状態を觀察すると共にそれら低榮養飼育動物の骨骼筋に就ては、第1に一定量の負荷に對する筋の伸び方と負荷除去後の縮み方とを觀察し、第2に筋の伸展殘遺を主題として低榮養状態が骨骼筋の粘彈性に及ぼす影響を比較検討し、第3に筋の組織標本を用ひ筋纖維の幅、等質部及不等質部の幅員及複屈折性の變化等を觀察したものである。

實驗は昭和18年6月より10月に至る間に行つた。

#### II. 實驗方法

實驗動物は15g内外の成熟期に近い白色雄性の廿日鼠を用ひた。檢索に供せる筋は全部腓腸筋であり、觀察は概ね血行保持の状態で行つた。飼料は主食に2分搗米を用ひ、他に1gの野菜を與へた。低榮養開始に先立ち廿日鼠の1日の飽食量を測定し、之を基準として低榮養群は絶對饑餓に近い飽食量の90%減の飼料で飼育したものに就て實驗を行つた。實驗は先づ第1に低榮養飼育時の觀察より初め、一應完了したところで、筋に就ての觀察を行つた。その場合の第1は一定負荷下の筋の伸びと負荷除去後の縮みを觀察した。實驗方法は手塚(6)、土橋(7)の原理に基き土橋(8)及び余の報告(9)に用ひた方法に倣ひ、負荷は5gとし30秒と180秒の経過に於ける伸びを基準として比較検討し、負荷を加へてから240秒後に取り去り、其の時の筋の縮み方を求めた。次に伸展殘遺及筋粘弾諸係數に就ての觀察は櫻井(3)、仁木(5)及び余(10)の行つた實驗方法を用ひた。但し初負荷を1g、追加負荷を20gとし、直接刺激を與へ筋に單一攣縮を起させる時期は負荷除去後2分目と定めた。次に組織切片標本を用ひた觀察は實驗筋を10倍フォルマリン水で固定し、パラフィン包埋後切片を作り、ヘマトキシリン・エオジン複染

色を施して檢鏡した。組織切片標本に就て、單一筋纖維の幅や等質部及不等質部の幅を計測するには、町田(4)、伊藤(2)の報告に従ひ、水銀ランプ(マツダ 300)を光源に用ひた。複屈折度の測定方法は秋元(1)の方法と全く同じであつた。

III. 實驗成績及其考察

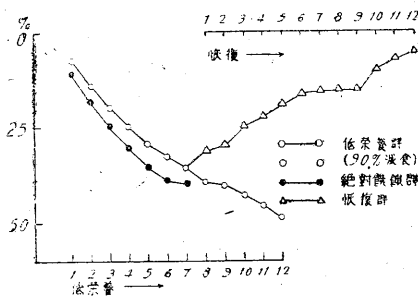
A. 低栄養飼育時の觀察

先づ準備實驗として成熟期に近い健常廿日鼠を2分搗米を主食として飼つた時の1日の主食攝食量を觀察した。その結果は余の行つた實驗期(13/VI~17/VI)及飼料條件では第1表に示す第1表 マウス1日攝食量(2分搗米) 如き關係となつた。5匹につき各5日間の總平均値をとつて

實驗番号	飼育日数	ようす 体重 g	1日 攝食量 g	3日間 攝食量 g
1	1	15.8	3.5	0.21
	2	16.4	2.5	0.17
	3	17.2	3.1	0.18
	4	17.3	3.5	0.19
	5	17.7	3.2	0.18
平均			3.1	0.19
2	1	17.2	3.1	0.18
	2	17.5	2.2	0.15
	3	18.2	2.2	0.12
	4	18.2	2.0	0.11
	5	17.9	2.0	0.11
平均			2.3	0.15
3	1	14.7	3.0	0.27
	2	15.4	3.5	0.23
	3	15.3	3.5	0.23
	4	16.4	2.3	0.18
	5	16.8	2.5	0.18
平均			3.2	0.21
4	1	17.2	3.4	0.20
	2	17.9	2.4	0.15
	3	18.8	2.2	0.12
	4	18.3	2.3	0.15
	5	18.5	3.0	0.15
平均			2.8	0.15
5	1	15.8	2.0	0.13
	2	15.7	1.7	0.11
	3	15.6	2.7	0.17
	4	15.2	3.2	0.20
	5	16.8	4.2	0.25
平均			2.8	0.17
總平均			2.9	0.17

みると2.9gとなつた。勿論野菜は毎日1gづつ與へてゐるのである。この量を基準とした90%減食群30例と絶對饑餓群10例の各體重減少率及び生存日数を觀察し、90%減食群に就ては低栄養第7日目より再び飽食せしめてその體重恢復を觀察した。それ等の測定値の記載を省略して曲線だけで示せば第1圖の如くなる。この圖から判るやうに90%減食群の體重は絶對饑餓群の體重と略平行して減少した。90%減食群に於てその過半数(53.0%)は第7日目に死亡し、1例のみ12日間生存した。その時の原體重に對する體重總減少率は48.5%であつた。絶對饑餓時の最長生存日数は7日でありその時の體重總減少率は40.2%を示した。野菜も水分も與へない余の實驗條件下の90%減食低栄養は絶對饑餓とあまり變りがないことを示した。若しこの場合野菜を少量でも與へてゐたらその生存日数は尙延長したと思はれ、生體の生存維持には如何に水分が必要なるかを思はしめた。次に上記低栄養飼育の恢復狀態を觀察するに恢復第12日目には略低栄養第1日の體重に迄恢復した。この恢復の速かつたのは野菜を補給したためと思はれる。但し攝食能力著しく低下して斃死せる2例及び攝食しても體重減少を示した4例もあつたが、これ等は實驗例から除外した。

第1圖



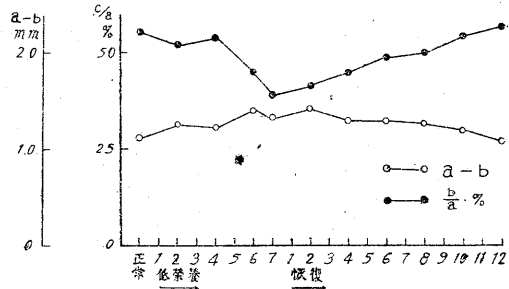
第1圖

B. 筋機構に就ての成績

1. 筋粘弾性の變化 一定負荷下の筋の伸び方と負荷除去後の縮み方とを90%減食群に於ては第2, 4, 6, 7日目に、また恢復群に於ては第2, 4, 6, 8, 10, 12日目に觀察した。その結果を横軸に低栄養

養及恢復經過を、縦軸に實測値の平均をとつて示せば第2圖の如くになつた。圖より判るように後伸展の伸展度 (a~b) は低栄養動物に於ては對照筋に比し經過日數と共に大きくなつた。一方恢復期に於ては伸展度は體重増加に比例して小さくなり、余の實驗では恢復第10日目には正常値に復した。従つて絶對饑餓に近い90%減食低栄養

第2圖



群の骨格筋の粘彈性に對する影響を後伸展の觀點より検討する時は、吾々の教室の業績より筋の等質部的機構にも或程度の影響を與へる事が推定される。次に負荷を加へてから240秒後に負荷を取り去り、其後30秒を經過した時の筋の縮みをcとし、負荷を加へてからの30秒時に於

第2表 90%減低栄養時骨格筋粘彈諸係數

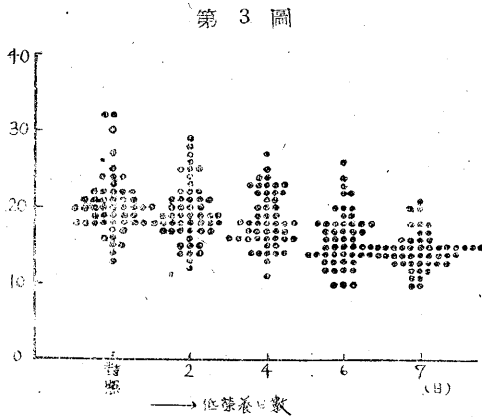
實驗日數	M	Ad·Nd	Ad·Nd·ML	h	h/Ad	Ad	AK	AK/Ad	Nd	NK	NK/Nd	實測値
												m m
對照	1	14.1	12.1	0.85	1.7	0.17	10.3	8.3	0.81	1.8	1.0	0.55
	2	13.0	10.0	0.77	1.2	0.15	8.2	7.0	0.85	2.0	1.0	0.50
	3	11.5	10.7	0.93	0.7	0.08	9.2	7.8	0.85	1.5	0.7	0.47
	4	11.0	13.1	1.19	2.3	0.21	10.2	9.5	0.78	2.2	1.0	0.45
	5	12.4	10.3	0.83	1.4	0.16	8.6	7.2	0.84	1.7	1.0	0.59
	6	10.3	11.8	1.10	1.5	0.15	10.3	8.5	0.83	1.3	0.6	0.45
	7	13.4	11.5	0.85	2.0	0.20	10.0	8.1	0.81	1.5	0.7	0.47
	8	12.4	10.6	0.85	2.1	0.23	9.3	7.7	0.83	1.3	0.6	0.46
平均	12.2	11.5	0.90	1.6	0.17	9.6	7.9	0.83	1.7	0.6	0.50	
2	9	11.7	11.3	1.05	1.6	0.16	10.0	8.0	0.80	1.3	0.6	0.45
	10	11.8	11.8	1.05	1.6	0.16	9.8	7.7	0.79	2.0	0.9	0.45
	11	13.1	10.3	0.78	1.2	0.21	8.8	7.3	0.83	1.5	0.8	0.53
	12	11.0	15.8	1.45	2.8	0.25	11.2	9.6	0.86	1.6	0.9	0.56
	13	13.2	12.2	0.92	1.5	0.15	10.0	8.2	0.82	2.2	1.1	0.50
	14	13.5	14.1	1.04	2.2	0.18	12.2	10.1	0.83	1.9	1.0	0.53
	15	10.7	12.1	1.13	1.6	0.15	10.5	8.5	0.81	1.5	0.9	0.55
	16	12.7	11.9	0.94	1.7	0.17	9.8	8.3	0.85	2.1	1.0	0.48
平均	11.9	12.1	1.06	1.9	0.18	10.3	7.2	0.82	1.8	0.9	0.51	
4	17	10.8	11.6	1.07	2.0	0.21	9.5	7.5	0.79	2.1	0.7	0.35
	18	10.7	11.5	1.07	2.1	0.23	9.3	7.5	0.79	2.2	1.0	0.46
	19	10.9	13.6	1.25	1.6	0.17	11.5	9.1	0.79	2.0	1.0	0.50
	20	10.5	12.4	1.18	1.8	0.17	10.7	8.6	0.82	1.7	1.0	0.59
	21	10.9	12.2	1.12	1.4	0.14	10.1	8.4	0.83	2.1	1.2	0.57
	22	10.7	9.8	0.92	2.2	0.27	8.2	8.0	0.91	1.6	0.7	0.44
	23	10.6	12.4	1.17	1.4	0.14	10.3	8.4	0.82	2.1	1.2	0.57
	24	11.0	11.7	1.06	2.0	0.21	9.7	7.7	0.80	2.0	1.0	0.50
平均	10.9	11.0	1.11	1.8	0.20	9.9	8.0	0.81	2.0	1.0	0.49	
6	25	11.3	11.8	1.04	1.5	0.16	9.8	8.0	0.82	2.0	0.8	0.40
	26	11.1	10.7	0.96	1.5	0.16	9.1	7.2	0.80	1.6	0.8	0.50
	27	10.2	10.6	1.04	1.6	0.18	8.9	7.0	0.80	1.8	0.9	0.50
	28	10.5	10.1	0.96	2.1	0.25	8.5	6.5	0.78	1.8	0.8	0.44
	29	10.7	11.0	1.03	1.4	0.16	9.0	7.5	0.81	2.0	1.0	0.50
	30	13.9	10.5	0.75	1.7	0.20	8.6	7.0	0.81	1.9	0.9	0.47
	31	11.2	10.4	0.90	2.5	0.27	9.1	7.5	0.82	1.3	0.6	0.40
	32	11.0	10.2	0.93	1.7	0.19	8.9	7.1	0.81	1.4	0.8	0.57
平均	11.0	10.7	0.98	1.8	0.20	8.9	7.2	0.80	1.7	0.8	0.48	
7	33	10.4	12.9	1.24	2.0	0.18	10.9	8.8	0.81	2.0	0.8	0.40
	34	10.5	13.6	1.30	2.0	0.18	11.0	8.6	0.78	2.6	1.3	0.50
	35	12.4	12.0	0.97	1.6	0.17	9.6	7.8	0.81	2.4	1.0	0.42
	36	12.8	11.3	0.88	1.8	0.20	9.0	7.3	0.81	2.3	1.0	0.41
	37	10.5	14.7	1.40	2.5	0.20	12.4	9.9	0.80	2.3	1.0	0.44
	38	13.7	11.8	1.10	2.2	0.23	9.7	7.9	0.81	2.1	1.1	0.52
	39	13.9	12.7	1.17	1.8	0.15	10.5	7.9	0.76	2.2	1.2	0.55
	40	12.0	11.5	0.96	1.7	0.17	10.0	8.2	0.82	1.5	0.8	0.55
平均	11.3	12.6	1.12	1.9	0.19	10.4	8.3	0.80	2.2	1.0	0.48	

ける伸び  $a$  に對する百分率 ( $c/a\%$ ) を求め、これを曲線上から觀察すると、第1圖に示す如く筋の縮み方は低榮養の度の進むに従つて漸次小さくなり、恢復時には次第に大となり略第10日目には正常値に戻る事が判る。

2. 筋の伸展殘遺 筋の伸展殘遺に關し低榮養動物群と對照群に就き、Ad(初伸展)+Nd(後伸展)/MI(筋長)、h(伸展殘遺)/Ad、Ak(初短縮)/Ad、Nk(後短縮)/Nd等の諸係數に就て比較検討した結果は第2表になる。

以上の成績より對照筋と低榮養筋との間に或程度の差異が認められる。勿論偏差が大きいので確實な事は判らないが、大略的には  $(Ad+Nd)/MI$  値が低榮養筋に於て對照筋より大となり、 $h/Ad$  値も漸増の傾向を、又  $Ak/Ad$  及び  $Nk/Nd$  値は漸減の傾向を示した。これらの事實の意味に就てはその場合の化學的な部面を明らかにしなければ斷定し難いが、兎に角低榮養によつて筋粘彈性に影響を及ぼしてゐる事は確かである。

3. 筋組織切片標本に就ての所見 低榮養群の筋は對照群の筋に比し全體として萎縮し、筋纖維及び核等の縮小が觀察された。次に Okular-Schraubenmikrometer を用ひて單一筋纖維



第 3 圖

の大きさを計測して見ると第3圖に示す如く、對照筋の單一筋纖維ではその幅は  $13\sim 32\mu$ 、平均して  $18\sim 22\mu$  のものが多かつたが、低榮養群では飼育経過の進むに従つて逐次小さくなり、第2日目では  $12\sim 29\mu$ 、平均して  $17\sim 21\mu$  のもの多く、第4日では  $11\sim 27\mu$ 、平均して  $14\sim 18\mu$  のもの多く、第6日では  $10\sim 26\mu$ 、平均して  $12\sim 18\mu$  のもの多く、第7日のものでは  $10\sim 26\mu$  を示し、平均して  $12\sim 15\mu$  のものが多かつた。

第 3 表

日	對 照		2		4		5		7	
	A	I	A	I	A	I	A	I	A	I
1	12	11	13	13	12	12	13	10	11	11
2	13	12	12	9	13	12	10	8	12	11
3	12	8	14	12	11	9	14	10	13	10
4	12	11	11	11	15	10	11	10	11	9
5	16	11	9	10	10	9	15	15	13	13
平均	12.6	10.6	11.3	10.3	12.2	10.4	12.4	10.6	12.0	10.3

次に Inokomma 等質部及不等質部の幅は第3表に示す如く余の實驗の限りでは、兩者の間に殆ど差異は認められなかつた。

第 4 表

日	對 照			2			4			5			7		
	a'	b'	$\frac{1}{2}(a-b)^2$	a'	b'	$\frac{1}{2}(a-b)^2$	a'	b'	$\frac{1}{2}(a-b)^2$	a'	b'	$\frac{1}{2}(a-b)^2$	a'	b'	$\frac{1}{2}(a-b)^2$
1	25.7	23.1	2.7	25.0	23.5	2.7	25.7	23.3	2.5	26.4	24.2	2.5	26.0	23.5	1.8
2	23.0	21.0	2.0	22.1	21.0	2.0	22.0	21.7	2.1	23.1	21.7	2.5	23.9	21.0	2.3
3	26.7	23.9	2.4	25.6	23.1	2.2	23.3	21.6	2.3	24.7	22.2	2.2	25.2	23.0	2.1
4	20.2	21.2	1.9	23.0	23.0	3.1	23.1	23.0	2.7	23.1	21.2	1.5	23.6	21.6	2.0
5	26.0	21.1	2.0	23.5	22.9	2.5	23.0	23.1	2.2	23.2	21.6	2.1	23.9	23.1	1.6
平均			2.2			2.5			2.5			1.8			2.3

次に複屈折度に関し、廻轉角  $a$ ,  $b$  及び  $1/2$   
( $a-b$ ) を讀取り、對照群と低榮養群とに就て  
比較すると、その結果は第4表の如く、 $1/2$   
( $a-b$ ) の平均値をとつて  $\Gamma$  を比較してみる

第 5 表

飼育日数	$i$	$\log i$	$\log \sqrt{2} \log i + \log c$	$\rho(\mu\mu)$
2	2.2	7.169	2.107	12.8
4	2.3	7.207	2.145	13.9
6	2.3	7.207	2.145	13.9
7	1.9	7.041	1.979	9.5
7	2.0	7.086	2.024	10.6

と第5表になる。即ち  $\Gamma$  は低榮養飼育第2~4日に於ては對照と殆ど變りがなかつたが、第6~7日では減少を示した。この事實は低榮養のため、筋の分子構造に變化を生じた事を意味する。元來筋の複屈折を左右する部分は、不等質部であるから、如上の事實は不等質部の機構が變つたことを示してゐる。又複屈折性は筋の結晶構造に關係し、之が強い程筋が伸び難く且短縮力が大きいと考へられるから、低榮養群の骨骼筋が然らざるもの筋より伸び易くなり短縮力の減退が現はれることが理解出来る。

## IV. 摘 要

1. 低榮養時の體力に關する基礎的研究の一環として、飽食に對し90%減食低榮養群に就き1. 血行を保持せる廿日鼠の腓腸筋を材料とし、一定負荷に對する筋の伸び方と負荷除去後の縮み方、2. 伸展殘遺を目標とする筋粘彈諸係數の變化、3. 腓腸筋組織切片標本を材料として、單一筋纖維の太さ、Inokomma の等質部及不等質部の幅の變化、複屈折性等の筋諸機構に及ぼす影響を觀察した。

2. 90%減低榮養時廿日鼠の最長生存日数は12日で、大多數は第7~8日目に斃死した。その體重の減却狀態は絶對饑餓のそれに近似しそれと略々平行して減却し、原體重に對する體重總減少率は低榮養第12日で48.5%を示した。

3. 一定負荷に對する筋の伸び方を後伸展度より觀察する時は、90%減低榮養群では對照筋に比し、低榮養經過日數と共に逐次大となり、又低榮養恢復時には逆に漸次小となり恢復第10日には略正常値に戻つた。

4. 負荷除去後の筋の縮み方は、低榮養末期に最小となり、恢復時には次第に大きくなつた。

5.  $Ad+Nd/Mi$  及び  $h/Ad$  値は對照に比し低榮養時に大となり、 $Ak/Ad$  及び  $Nk/Nd$  値は漸減の傾向を示した。

6. 組織切片標本上の單一筋纖維の太さは、低榮養經過日數の進むに従ひ漸次小さくなつた。對照筋では13~32 $\mu$ 、平均して18~22 $\mu$ のもの多く、低榮養末期の第7日目の筋では10~26 $\mu$ 、平均して12~15 $\mu$ のものが多かつた。

7. Inokomma の等質部及び不等質部の幅員は、余の實驗の限りでは兩者の間に殆ど差異を認めなかつた。

8. 組織切片標本上より觀察した限りでは、複屈折性を位相差を示標とすれば、對照筋で12.8 $\mu\mu$ 、低榮養第2, 4, 6, 7日の各筋では各々13.9 $\mu\mu$ , 13.9 $\mu\mu$ , 9.5 $\mu\mu$ , 10.6 $\mu\mu$ であつた。

擱筆に際し浦本教授の懇篤なる指導と校閲並に、名取講師の指導援助に深謝す。

## 文 獻

- 1) 秋元新平 (2603) 日本生理誌 8 76
- 2) 伊藤正徳 (2604) 日本生理誌 9 128
- 3) 櫻井道仁 (2602) 日本生理誌 7 418
- 4) 町田憲二 (2600) 日本生理誌 5 340
- 5) 仁木庸次郎 (2602) 日本生理誌 7 663
- 6) 手塚 玄 (2601) 日本生理誌 6 570
- 7) 土橋英雄 (2601) 日本生理誌 6 566
- 8) 土橋義雄 (2602) 日本生理誌 7 427
- 9) 保田止郎 (2603) 日本生理誌 8 440
- 10) 保田止郎 (2604) 日本生理誌 9 619

## 航空生理學の研究 (11) 612.47 遠心力耐性に関する1, 2の實驗 (I)

(文部省科學研究費による研究)

東京慈惠會醫科大學生理學教室

幕内 精一・岩淵 好二

Makuuti-Seiiti・Iwabuti-Yosizi

(昭和19年3月20日受付)

### I. 緒 言

この報告は廿日鼠を實驗動物とし、その遠心力耐性を一定期間に亘つて觀察した實驗である。實驗は2つに別れる。第1は普通に飼育した廿日鼠を用いた實驗で、實驗の直接の目的は從來余等の教室で行つてゐる航空生理學的研究の一環とし、遠心力耐性の性格、訓練時の體力變化特に體重の變化と訓練死などに就て觀察した。第2は最近我々の教室でやり始めた低營養時の體力に関する綜合的研究の一環として低營養状態の廿日鼠を材料とし上記の第1實驗と略々同様の實驗を行つたものである。この第2の實驗は第1の實驗結果を検證する意味をも持つことは云ふまでもない。第1、第2の2つの實驗は本來一連の實驗であつたのであるが、この第1報告は普通に飼育した動物だけを用いた第1實驗に就ての報告である。

實驗は昭和18年6月初めより6月迄の間に行つた。

### II. 實驗方法

廿日鼠は雄だけを用ひ生後約3ヶ月を経た時期から實驗し初めた。實驗を初めた折の平均體重は15.7g(±1.52g)であつた。飼育法は廣さ21×15cm、深さ16.5cmの飼育箱に4匹宛を容れ、食餌は粃のままの大麥を食ふだけ與へた他に野菜として人參、胡瓜、大根等を與へた。

遠心力を加へる實驗裝置は簡単な手廻し遠心器を利用した。廿日鼠が丁度一杯に容る位の6×2.5×2cmの長方形のボール紙箱を2つ作り、箱の一端に麻絲を取り付け、それを遠心器の沈澱管を容れる金屬杆に結び付け、回轉圓の半徑を22cmとした。この裝置で遠心器の回轉數を恒常にする練習を行ひ、充分自信を得たところでやり始めた。實際は遠心器の把手を22秒間に15回廻せば沈澱管を容れる金屬杆が毎秒9.9回轉することになり、その時の遠心力は85Gとなるのである。

尙把手を廻し始めてから遠心力が恒常になるまでの遠心力漸増時間は0.8秒、把手を止めて漸減する時間は凡そ1.0秒であつた。

實驗は次の如く實施した。豫め同じやうな發育状態にある109匹の廿日鼠中7匹は對照實驗

群として體重の基準を定むるだけに用ひ、残る 102 匹を 2 群に分け、第 1 群は遠心力が頭部より尾部の方向に加はるもの(以下これを正の遠心力と名づけよう)、第 2 群は逆に尾部より頭部に向つて加へたのである(以下これを負の遠心力と名づける)。更に各群を 2 つに分け、甲は 1 日 1 回の訓練實驗をなすもの、乙は約 5 時間の間隔をもつて午前と午後の 2 回に訓練實驗を行つたものである。遠心力を加へる時間は孰れも 22 秒間に一定した。訓練期間は 30 日間であるが、その間の觀察は第 1 に毎日體重の變化と食慾其他の一般的狀況を觀察し、第 2 に訓練期間の訓練死の統計觀察をなし、第 3 に訓練死を遂げた動物に就て死亡の直接原因を探ぐるため内臟諸臓器に就き肉眼的剖檢を行つた。尙體重の測定は訓練時を差し挟み午前と午後の 2 回に測定した。

### III. 實驗成績

前項記載の方法による實驗の結果に就き先づ全期間を通しての總括表を示して見ると第 1 表

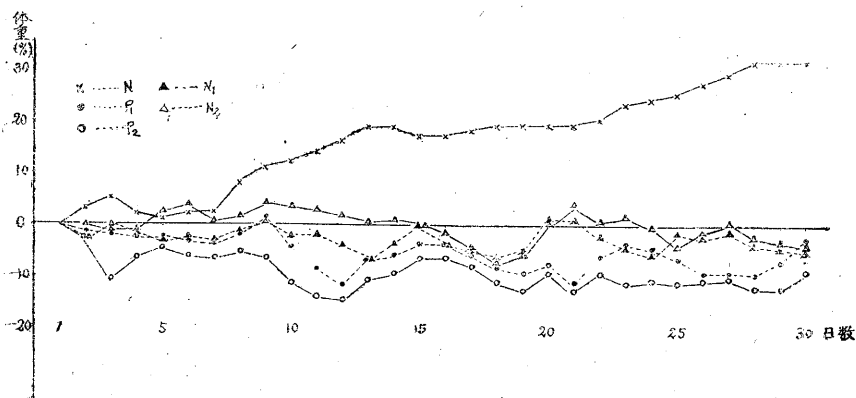
第 1 表 實驗の總括表

遠心力の加へ方	正		負	
	1	2	1	2
1 日の訓練回数	1	2	1	2
實驗當初の動物數	30	24	27	21
訓練期間中の訓練死を起せる動物數	19	19	23	20
實驗完了時の動物數	11	5	4	1

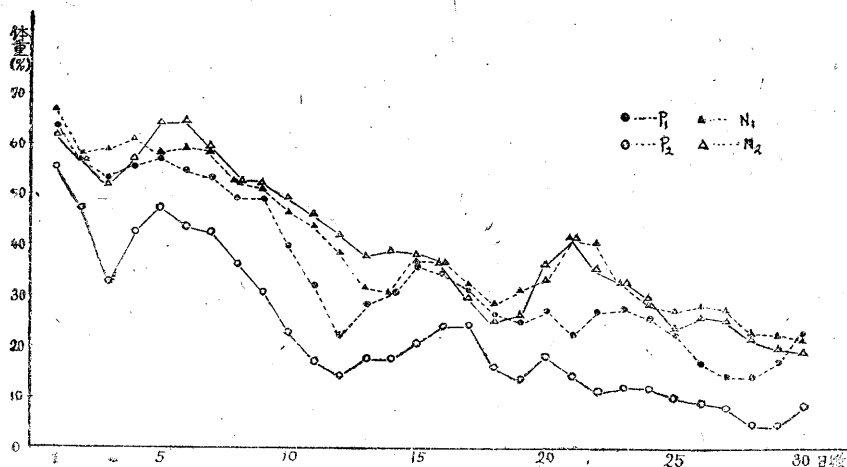
となり訓練期間中の體重變化は第 1 圖及第 2 圖に示される。即ち第 1 圖は訓練當初の平均體重を基準とし訓練経過と共に體重の増減を觀たもので、N は對照、P<sub>1</sub> は正遠心力の 1 日 1 回、P<sub>2</sub> は同 2 回、N<sub>1</sub> は負遠心力の 1 日 1 回、N<sub>2</sub> は同 2 回の訓練動物の平均體重である。一方第 2 圖は對照實驗群の逐日の平均體重を基準とした訓練動物の訓練経過に於ける平均體重百分比である。

訓練動物の訓練期間に於ける體重の變化は動物が成長期に在るにも拘らず著しく悪く、第 1 圖に於て實驗當初の平均體重を基準に比較すれば、その基準(横軸)より僅に上る場合を見る他大部分はそれ以下に落ちてゐる。若し第 2 圖の如く訓練せざる對照實驗群の平均體重を基準に

第 1 圖 訓練當初の平均體重を基準とせる全訓練期間の體重の消長



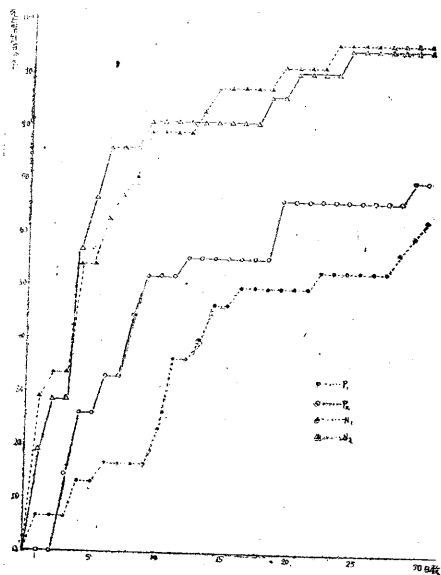
第2圖 對照群の日日の平均體重を基準とせる全訓練期間の體重の消長



比較すれば體重は日日に遞減の一路を辿つてゐることがよく判る。一方實驗前迄は極めて元氣であつた動物が遠心力耐性の訓練が開始されると共に日毎に不活潑、不敏捷となり、食慾も亦減退を示した。但し3週間目頃になると抵抗力の強いものが残つたためか、こうした變化の裡にもそれらの生活状態に一應の安定性が見られ、毎日訓練の直後に見る遠心力昏睡、全身の回轉又は反轉運動等の苦悶の徴候は實驗當初に於て最も激しく訓練を重ねるに従つて輕減していつた。然しそれが全然見られなくなると云ふことはなかつた。

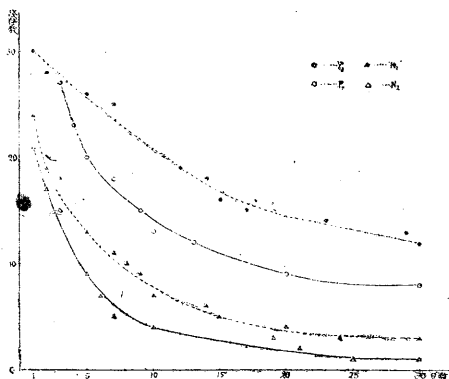
次に第3圖は訓練死の統計的觀察として實驗經過中の死亡動物の百分率累計曲線を示すものである。それによれば訓練當初の各群動物數を基準とし訓練經過と共に増加してゆく訓練死數

第3圖 訓練死の百分率累計曲線



が示される。即ち  $P_1$  は正の1日1回、 $P_2$  は同2回、 $N_1$  は負の1日1回、 $N_2$  は同2回の累計訓練死數を示したものである、亦日日の残存動物數は第4圖の如くであつた。圖に於て各群數を表示す

第4圖 残存動物曲線



る  $P_1, P_2, N_1, N_2$  は第3圖と同じ分類に従つてゐる。尙この場合訓練中又は直後に死亡する訓練死が98%を占め残る2%が翌日の訓練迄に死亡せるものであつた。第3, 4圖から死亡率に就て  $P_1 < P_2, N_1 < N_2$  の結果が得られた。

訓練死體に就ての剖檢所見は豫想せられた如く力が頭→尾の方向に作用する正の遠心力に於ては兩下肢殊に足蹠に充血を來たし、訓練開始後15日目に訓練死せるものには肝臟表面に針頭大點狀溢血斑が多數見られ、30日目に剖檢せるものでは此點狀溢血斑は消失し肝臟全體が充血してゼリー様外觀を呈してゐた。腸管にも溢血斑の發現を豫想したが之は1例も發見出來なかつた。腹腔内の血管は胸腔内の血管に比し認められる程の努張はなかつたが僅に門脈系に充血が認められた。胸腔血管の貧血状態も左程目立たず僅に正常に比し各血管の太さを減じてゐるかと感ぜられた程度であつた。然し斯る胸腔内血管の收縮及擴張等の諸像は遠心力の除去と同時に殆んど正常に復するもので死後の剖檢では左程縮張の差異を残さないと考へられる。腦表面には僅に貧血が認められたが腦實質の損傷は認められなかつた。

力が尾→頭の方向に加はる負の遠心力に於ては訓練中の鼻出血、眼球突出、眼窠出血、耳殼の點狀溢血斑、耳根部鼻尖部竝に頭部の皮下出血、腦表面の微小點狀溢血斑等を認めた。兩側頸動脈竝に腦血管は稍充血努張が認められ腹腔内諸臟器は一般に僅に貧血を呈してゐた。假死に陥つたものを直ちに開胸すると正負共に心室は收縮の状態で停止しており殊に左室には全然血液の滯留なく右室には僅少の血液を残してゐる。左右房は擴張位にて血液を多量に含み訓練死の直後に於ては殆んど凡ての例に於て右房靜脈竇の孤立性搏動が認められ中には20分の長さに涉つて搏動するものもあつた。

#### IV. 實驗成績に就ての考察

本實驗の成績に就て考察すべきことはそれ程多くはない、然しこの實驗は第2章記載のやうに從來の業績からみれば唯1回の賦課だけで死亡する筈の強烈な遠心力を加へたに拘らず、實驗動物の大半が數日の訓練に耐え、30日の遠心力訓練後も正の遠心力では被檢動物の30%、負では約5%が生残つてゐた。勿論遠心力作用時間が短い場合には身體諸機構の緩衝的作用により遠心力が大でも致死的に影響を與へ得ぬが本實驗の如く極めて大なる遠心力を22秒間作用させても實驗動物の個性により耐え得るものが出ることは從來の業績に對し興味ある問題を提出するものと考へる。次にそれ等に就て1, 2の關係を觀ると先づ第1に遠心力耐性訓練と體重變化との關係に就ては前章第1, 2圖の關係になり、訓練せざる對照實驗群に比べると發育が相當抑制され、對照群では30日間に平均32.2%の體重増加を來してゐるのに訓練群では訓練開始時より體重が減つてゐる。同じ訓練群でも正の場合が負の場合より體重減却率大きく、亦2回訓練群は1回訓練群より減却率大であつた。この原因は第1に正の場合は腹部諸臟器に加はる力が負よりも大であり、第2に負の場合には死亡率が初期に高いため頑健な動物のみが残つたためかと思はれる。正の場合に腹腔循環の變調、停止及腹部諸臟器の充血、點狀溢血、索張等

により消化器の障碍をもたらすことは何人も想像のつくことで、余等の實驗に於ても肝臓の點狀溢血斑の發現を認めた。1939年 O. Gauer 及 S. Ruff (2) は6匹の家兎を用ひ背部→胸部の方向に遠心力を14日間加へ最後の日に14~15Gを60~90秒加へた。そして2日後に死んだのを解剖したところ腸殊に大腸に點狀溢血斑竝に肝表面に血性滲潤を認めたことを報告してゐる。H. Peiffer (3) は同年 +4.4Gを可成り長い間作用せしめて肝臓の高度充血を認めてゐる。1939年 Ruff 及 S. Strughold (4) は+6Gを10秒間人體に加へることにより被實驗者が兩下肢殊に脾腸部の疼痛を訴へ亦兩下腿、足に溢血斑が發現したと云つてゐる。又肝臓の高度充血、溢血斑の發現等も報告されてゐるが、これは正の遠心力が動物體では實質性臟器として最も大きく且つ重い肝臓に最も大きな影響をもたらすことを證する一端とならう。正負に係らず一般に遠心力耐性訓練では唯に體重減少を來たすばかりでなく曩にも述べたやうに訓練開始と共に一般生活状態が次第に不活潑となり、食欲も減退し餘り餌を活潑に攝らなくなる。之を無訓練の對照群に比すれば明らかに體力が消耗してゐることが動物の動作等より視はれた。余の實驗では訓練は僅に1日1回又は2回であつたにも拘らず、これだけの遠心力を加へることは成長期の雄廿日鼠にとつて過度の訓練であつたことを示してゐる。この事實は死亡率が相當高いことでも判る。但しその死亡の仕方は一樣に進まないで第3圖に示す如く訓練を開始してから初期の中に死んでいつた。亦第3, 4圖に示す如く同じ遠心力でも正の場合より負の方が死亡率が高く亦訓練回数が1回のもより2回の方が大であつた。即ち負の場合には6日乃至9日で80%前後に達し其後は緩く上昇し、正の場合には12日乃至16日で50%に達した。以上の成績から考へると正より大なる死亡率をもたらす負の遠心力が如何に大きな障害を生體機能に及すかが視はれる。Armstrong (1) は5~6Gで實驗動物は失心し腦出血のない場合でも其恢復に數時間を要し、更に大きな遠心力になるとそれに續く昏睡状態は長くなり死の危険も大きくなる。亦腦の顯微鏡的所見として外側の層に非常に廣い恐らく水腫の結果と思はれる多くの空所があると云つてゐる。斯く余等の實驗竝に諸家の實驗によれば負の遠心力は中樞神経系に最も大なる害作用を及し動物の生命を直接脅すものであることが判つた。

以上は基礎實驗として遠心力訓練による體重の消長竝に死亡率其他個々の觀察であるが、次に30日に亘る訓練による廿日鼠の遠心力耐性の變化を通覽してみる。一般に訓練により耐性が増すことは常識的なことであるが、遠心力訓練で果して耐性を増すか否かは尙検討の餘地がある。余等の實驗では訓練を経るに従ひ遠心力昏睡或は全身の回轉又は反轉運動等の遠心力訓練直後の苦悶徵候が軽減するのが認められたから一應遠心力耐性を得たるもののやうにも考へられた。尤も體重の減却、動作の不活潑及食欲の減退等發育の抑制、體力の消耗或は高い死亡率から判斷してこの場合は眞の遠心力耐性を獲得したとは云ひ難いが、少くとも毎日の訓練に段々練れてくることだけは確かである。

## V. 摘 要

1. 廿日鼠を用ひ遠心力耐性の訓練効果を觀ることを中心課題とし生後3ヶ月を經過した時期から1ヶ月に亘り、毎日1回又は2回とし、85Gの遠心力を22秒間作用せしめる條件のもとに、且つ遠心力は頭→尾の方向と尾→頭の方向とに分け、訓練期間の體重變化、訓練死亡率、屍體の剖檢を行つた。

2. 訓練期間中の體重の變化は毎日正の遠心力の2回訓練のものが減却率最も大きくあつた。その原因は消化器障礙にあると認められた。

3. 従來の業績では殆んど死亡する筈の烈しい遠心力を加へたにも拘らず30日間の正の遠心力訓練では實驗動物の約30%、負のそれでは約5%が耐えた。訓練死の比率は負の遠心力の方が正のそれより大であり且つ訓練回数に正比例した。

4. 剖檢所見は従來諸家の報告せるところと一致してゐた。

5. 余等の實驗の範圍に於ては眞の遠心力耐性を高めることは認められなかつたが、訓練により遠心力昏睡或は全身反轉運動の強度が漸減した。

本業績の發表に際し浦本教授の懇篤なる指導校閲を銘謝し併て杉本助教授名取講師大村講師の懇切なる援助を深謝す。

#### 文 献

- 1) Armstrong (1939) Principles & Practice of Aviation med. 411
- 2) Gauer, O. u. S. Ruff (1939) Luftfahrtmed. 3 225
- 3) Peifer, H. (1939) Luftfahrtmed. 3 82
- 4) Ruff, S. u. H. Strughold (1939) Grundriss der Luftfahrtmed. 137

# 航空生理學の研究 (12) 612.47 遠心力耐性に關する1, 2の實驗 (2)

(文部省科學研究費による研究)

東京慈惠會醫科大學生理學教室

幕内 精一・岩淵 好二

Makuuti-Seiiti・Iwabuti-Yosizi

(昭和19年3月20日受付)

## I. 緒 言

この報告は余の前報告(2)と本來一聯の實驗であつたが、その内容が最近我々の教室でやり始めた低榮養時の體力に關する研究の一環にもなるものであるため、これだけを分離して報告することにした。

實驗目的及方法は前報告に於けると殆んど同様であるが、異なるところは前報告では飽食動物を材料としたのに反しこの報告の實驗では低榮養動物を用ひたことである。尙實驗期日は20日間で前報告の實驗より稍々短かつた。

## II. 實驗方法

廿日鼠は雄だけを用ひた。生後約2ヶ月を経たところで實驗し始めたので實驗當初の平均體重は10.5(±1.3g)であつた。飼育法は飽食群では廣さ21×17cm、深さ16.5cmの木箱に4匹宛を飼ひ、低榮養群では廣さ10×15cm、深さ16.5cmの木箱に1匹宛飼つた。低榮養群は2群に分れ、1群には毎日籾のままの大麥2.5gと胡瓜約1gを與へ、第2群は毎日大麥1.5gと胡瓜約1gを與へたものである。水は別に與へなかつた。

次に遠心力を加へるための實驗裝置は前實驗と同じものを用ひた。但し本實驗では訓練強度を少しく弱め、手廻し遠心器の把手を18秒間に12回轉する様に一定した。斯くすると沈澱管を容れる金屬杆は毎秒8.7回轉することとなり、その時の遠心力は33Gであつた。尙遠心力の漸増時間は0.8秒、漸減時間は凡そ1.0秒であつた。

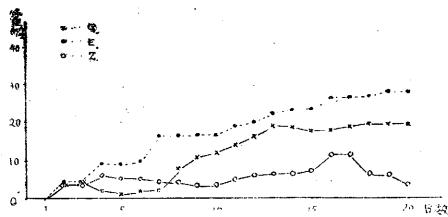
實驗は最初135匹で始めた。内23匹は對照實驗用とした。之は實驗群と同様に食餌量により3群に分れ、訓練期間の基準體重を定めるだけに用ひた。實驗群は飽食群と前記第一、第二低榮養群の3群に分け、各群

第1表 實驗の總括表

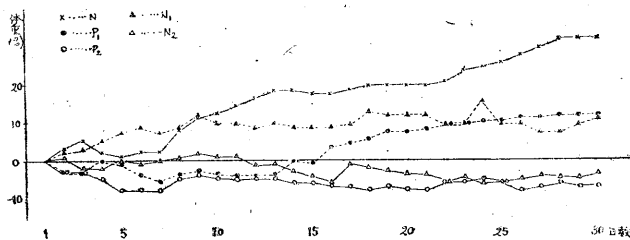
1日の訓練回数	遠心力の加へ方	食餌		
		飽食群(匹)	第1低榮養群(匹)	第2低榮養群(匹)
1	N(-)	8	10	10
	P(+)	8	10	10
2	N(-)	8	10	10
	P(+)	8	8	10
對 照 群		7	8	8

は更に甲乙2群に分かれ、甲は1日1回訓練、乙は約5時間の間隔を措き毎日午前と午後の2回に訓練を行つたものである。更にこの甲乙2群は2つに分れ、Pは正の遠心力訓練を、Nは負の遠心力訓練を行つたものである。尙訓練は20日間に涉つたのであるが、觀察せる事項は前報告と同様に第1に體重の變化、第2に訓練期間の食慾その他の一般的狀況、第3に全訓練期間に於ける訓練死の統計的觀察、第4に訓練死を遂げた動物の内臟諸臓器に就ての剖檢を行つた。毎日の實驗順序は次の通りである。午前8時體重測定、次に甲乙2群の遠心力訓練、次に食餌の投與、午後は15時より甲群第2回目の訓練を行つた。食餌投與時には食餌箱に残つた前日の大麥の粗穀、糞等を捨て箱を清掃してから各群所定の飼量を與へた。

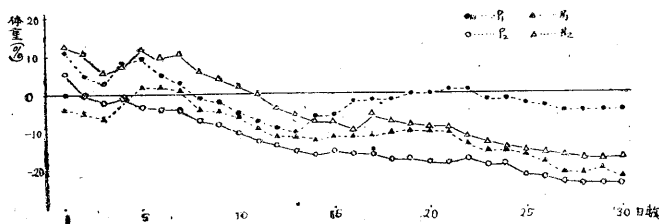
第1圖 實驗當初の平均體重を基準とせる各對照群の平均體重の消長



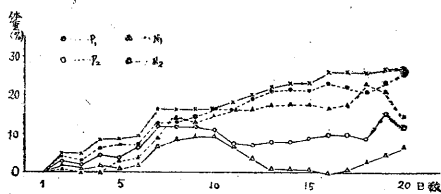
第2圖 實驗當初の平均體重を基準とせる飽食群の體重曲線



第3圖 對照群日々の體重を基準とせる飽食群の體重曲線



第4圖 實驗當初の平均體重を基準とせる第一低營養群の體重曲線



### III. 實驗成績

前報告に倣ひ實驗の成績にして數値を以て表はし得るのは個々の成績を省略し、各群の平均値を示すに止め、且つ簡略して曲線だけを示すことにする。

先づ第1に體重の變化に就き基準となる對照群の飽食群(G)、第一低營養群(E)、第二低營養群(Z)の20日間の變化は實驗當初の平均體重を基準として第1圖に示す曲線になる。

次に訓練群のうち飽食群に就き訓練當初の體重を基準としたものは第2圖、對照群の平均體重の逐日的數値を基準にして比較したものが第3圖に示される曲線である。圖に於てP<sub>1</sub> P<sub>2</sub>は正の遠心力の1日1回及2回群、N<sub>1</sub> N<sub>2</sub>は同様に負の遠心力の1日1回及2回群の成績である。Nは對照群を意味し第3圖では横軸

になつてゐる。

次に第一及第二低栄養群に就て、同様に實驗當初の平均體重を基準にした場合と對照群の平均體重の逐日的數位を基準にした場合の比較曲線を示せばそれぞれ第4, 5圖及第6, 7圖になる。

次に訓練死に就ては以下第8~11圖に示す關係となつた。第8, 9圖は飽食群の成績で第8圖は訓練経過と共に死亡數の増加して行く累計死亡數曲線である。第9圖は訓練経過に於ける残存曲線である。同様の残存曲線を第一第二低栄養群に就て見れば、それぞれ第10, 11圖となる。以上の圖に於てP<sub>1</sub>P<sub>2</sub>N<sub>1</sub>N<sub>2</sub>の曲線記號は前の場合と同様である。尙以上の死亡は訓練中に死亡したものが98%で残る2%は翌日の訓練迄に死亡したものである。

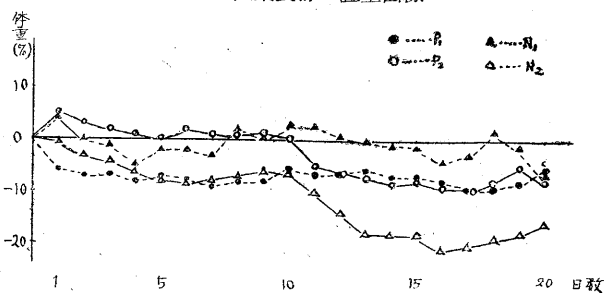
次に訓練死を遂げた屍體の剖檢所見は前報告と略々同様であつたが、正の場合の肝臟の溢血斑及び負の場合の腦表面の溢血斑は全部檢例を通じて認められなかつた。

次に實驗動物の訓練期間中の生活狀態を觀察するに、飽食群では訓練によつて食欲漸次減退し體力も亦消耗して行くものの如く一般に不活潑となつたが、第一、第二低栄養群では飼料を残すことなく良く食べ動作も亦活潑であつた。然し訓練をしない對照群に比べると元氣がなく明らかに體力の減退してゐることが視はれた。

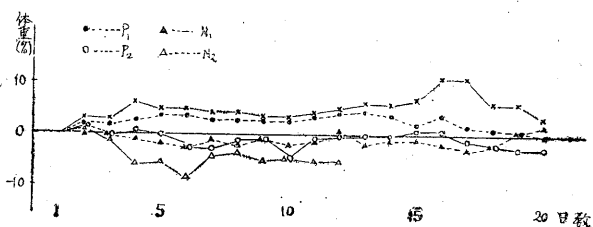
#### IV. 實驗成績に就ての考察

先づ體重の變化より3つの對照群相互の關係を見るに毎日大麥2.5g宛を與へた第一低栄養群が最も良好な體重増加曲線を示し飽食群では左程順調な體重増加を示してゐない。之に對し毎日

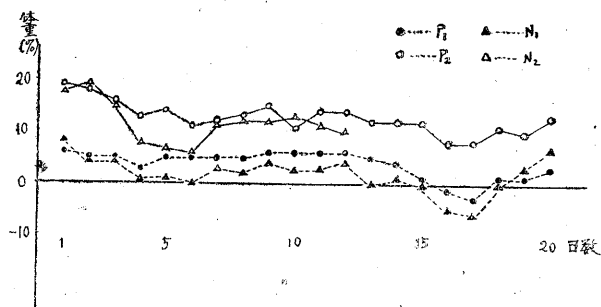
第5圖 對照群日々の平均體重を基準とせる  
第一低栄養群の體重曲線



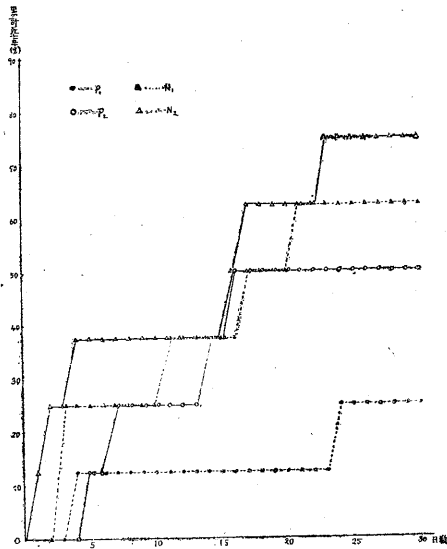
第6圖 實驗當初の平均體重を基準とせる  
第二低栄養群の體重曲線



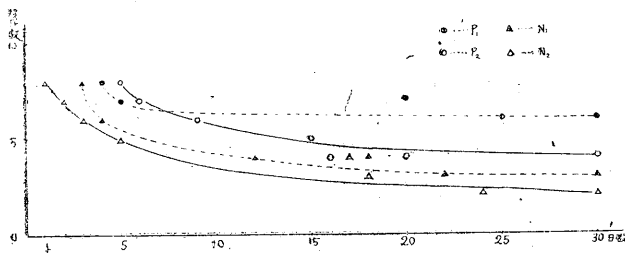
第7圖 對照群日々の平均體重を基準とせる  
第二低栄養群の體重曲線



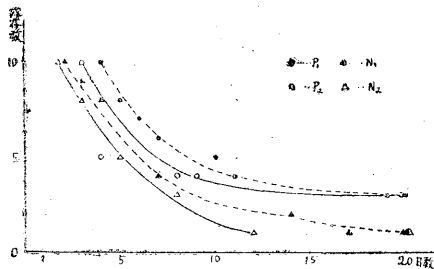
第8圖 飽食群の訓練死の百分率累計曲線



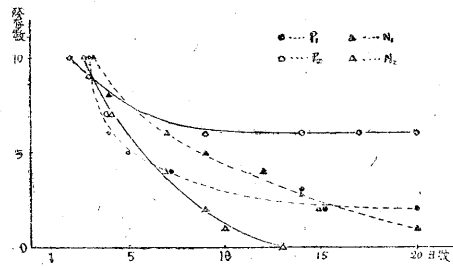
第9圖 飽食群の残存曲線



第10圖 第一低栄養群の残存曲線



第11圖 第二低栄養群の残存曲線



大麥 1.5g宛を與へた第二低栄養群は體重増加が最少である。1日量大麥 1.5gではこの發達期の廿日鼠にとって明らかに低栄養であることを示してゐる。一方飽食群と第一低栄養群との平均體重を比較するに、第一低栄養群では初めの1週間位は大麥 2,3粒を残すものが3, 4匹あつたが、其後は全部食ひ盡し残粒を見られなかつた。亦糞便の排泄量も飽食群に比して少なかつた。これらの點から推して2.5gの量は廿日鼠にとって腹8分目の程度であり、消化吸収率が極めて良好であつたことが判る。飽食群は糞排泄量の多いことから推して消化液の徒費及消化器の過勞を招き、そのため體重増

加に悪影響をもたらしたものと思ふ。然し佐伯等 (I) は飼料の減食によつて常飼料と較べて其消化吸収率は差異を認めないと云つてゐる。

次に遠心力耐性の訓練と食飼量とが體重に及ぼす影響に関しては、飽食群では第2, 3圖に見る如く訓練群は對照群に較べると體重の増加率は悪く、殊に1日2回訓練のものが最も少くない。遠心力の正負の差異と訓練回数の影響は前報告と同様の傾向を見、正の1日2回訓練群が體重の増加最も悪く、正の遠心力と飽食とが消化器に悪い影響をもたらすことが窺はれる。この實驗では相當強い遠心力を加へたにも係らず、正の1日1回訓練群では訓練後13日目から漸

次體重の増加を來たした。これは斯る大なる遠心力訓練に對しても或程度に適應することを示唆するものと考へられる。

次に第一低栄養群の體重變化はその對照群に較べて少く、明らかに發育が抑制されてゐる。全般を通じて見ると正の1日1回訓練が最も發育が良く對照群のそれに接近してゐるが正の1日2回訓練群が最も悪く、恐らく腹部諸臓器を尾側に押し下げ、例へば脱肛等を起す如き障害が加はるためであらう。然し正の遠心力訓練でも1日1回で且つ飼量を或程度減じ消化器の負擔を除いてやれば體重の減少は比較的少く、生體に對し比較的輕度の影響しか及ぼさぬことも示してゐる。この事は第二低栄養群の體重曲線により裏書きされる。即ち全く同じ傾向がここでも見られる。以上の結果より見て遠心力耐性の訓練時などに於ては飽食状態が却つて障害が起り易いこと、然し餘り減食しても亦全體的體力が弱くなり影響され易いことが判る。

次にこの實驗での訓練死は前報告の實驗より訓練強度が稍々輕減せられてゐるため全般の死亡數は多少減少してゐる。然し負の遠心力訓練が正のそれよりより高き死亡率を示す關係は全く同じであり、又1日1回訓練のものより1日2回の方が高いのは當然である。次に飽食群、第一及第二低栄養群の殘存數の比較では飽食群が最も多く第二低栄養群が最も少なかつたがこれも當然である。

## V. 摘 要

1. 廿日鼠を飽食群及低栄養群に分け20日間に亘り遠心力耐性の訓練を行ひ、其期間中の體重の變化、訓練死亡率等より遠心力への適應力を見、又訓練屍體の剖檢を行ひ死因を探求した。
2. 遠心力耐性訓練をなせる實驗群の平均體重は對照群のそれより少なかつた。
3. 訓練期間中の體重の變化は飽食群では正の遠心力2回訓練のものが最大減却を示した。従つて飽食は正の遠心力による消化器障害を助長するものと認められる。
4. 低栄養群での結果は飽食群の場合と逆の結果を示し、飼量の減量によつて正の遠心力による消化器障害が著しく輕減される事實を認めた。
5. この實驗條件での遠心力訓練に耐えたものは正の遠心力訓練では50~75%、負の遠心力訓練では25~35%であつた。従つて遠心力の障害は頭尾側よりも尾頭側へ加はる場合が大きい。
6. 飼量を減量して行くと死亡率は高くなつた。

本業績の發表に際し浦本教授の懇篤なる指導校閲を銘謝し併て杉本助教授名取講師大村講師の懇切なる援助を深謝す。

## 文 献

- 1) 佐伯矩・藤本富太郎・露木 (2601) 榮研報告 10 32
- 2) 幕内精一・岩淵好二 (2604) 日本生理誌 9 631

## 航空生理學の研究 (13) 612. 275

### 低榮養動物の上空耐性

(文部省科學研究費による研究)

東京慈惠會醫科大學生理學教室

古川 誠 ・ 島崎 賢

Furukawa-Makoto ・ Simazaki-Ken

(昭和19年3月20日受付)

#### I. 緒 言

この報告は吾々の教室で昭和18年春より始めた低榮養時の體力に關する綜合的研究の一端となり、と共に従來行つてゐた航空生理學の究研の一環をもなす實驗である。

實驗の目的は島崎の前報告 (2) が普通の榮養状態の動物のみを用ひたのに對し、主として低榮養状態に飼育した動物に就きその上空耐性を觀察するにあつた。

實驗は昭和18年7月より同9月迄の間に行つた。

#### II. 實 驗 方 法

實驗動物は雄性の廿日鼠を用ひた。生後約2ヶ月を経た、即ち體重12~16gの頃から實驗し始めたが、飼育箱は島崎の前報告 (1) と同じものを用ひ1匹ずつ飼育した。飼料は對照實驗群即ち普通榮養の場合では1日量糶のままの大麥3.2g (略々飽食量である) の他、野菜(胡瓜、茄子、蒲公英、人蔘) 3.0g 與へ、低榮養群の方は2群に分け、大麥に就てはA群は1日量2.0g (對照群に對し37%減)、B群は1日量1.0g (69%減) とし、又野菜はA群は1.5g、B群は1.0g とした。以上の如き低榮養状態での發育の度合は毎日體重を測定して觀察した。

次に上空耐性の鍊成に就ては大體島崎の前報告 (2) に用ひた装置及び方法に従つたもので、低榮養飼育開始後毎日5分間隔を以て5回危險壓を測定し、逐日的に10日間その變化を觀察したものである。低壓装置が前記のものを用ひたので減壓及び復壓に要する時間は全く前報告 (1) と同様である。

以上10日間の低榮養状態に於ける低壓状態が終つてから、恢復實驗の意味に於て大麥及び野菜を飽食させると共に體重の恢復過程を觀察し、一方隔日に危險壓を測り上空耐性の鍊成効果としての持續性を觀察した。

更にこのA、B群に對し對照として別にa、b2群を撰んだ。これは飼育條件をそれぞれA、B兩群と同様にし唯毎日1回だけ危險壓を測つたものである。

尙環境溫度は25~31°Cの範圍であつた。

## III. 實驗成績

第1の低栄養群 A, a 群の成績から體重及び危険壓の平均値を記してみると第1及び2表が

第1表 A, a 群低栄養低壓訓練時の成績

日	平均體重(g)		危険壓 (K <sub>m</sub> )					
	A 群	a 群	a 群	A 群				
				第1回	第2回	第3回	第4回	第5回
1	15.14 (±0.69)	13.75 (±1.18)	10.10 (±0.37)	10.10 (±0.36)	11.10 (±0.36)	11.40 (±0.36)	11.60 (±0.40)	11.60 (±0.30)
2	14.32 (±0.69)	13.23 (±1.41)	10.20 (±0.37)	10.30 (±0.36)	11.50 (±0.34)	11.80 (±0.26)	12.00 (±0.32)	12.00 (±0.34)
3	14.14 (±0.77)	12.91 (±1.20)	10.30 (±0.30)	11.10 (±0.38)	11.60 (±0.36)	11.80 (±0.22)	12.00 (±0.20)	12.20 (±0.26)
4	14.11 (±0.72)	12.57 (±0.35)	10.30 (±0.50)	11.30 (±0.44)	11.70 (±0.24)	12.00 (±0.22)	12.20 (±0.14)	12.50 (±0.20)
5	13.74 (±0.71)	12.36 (±1.04)	10.50 (±0.37)	11.50 (±0.40)	11.30 (±0.44)	12.20 (±0.24)	12.40 (±0.24)	12.50 (±0.32)
6	13.13 (±0.31)	12.07 (±1.16)	10.60 (±0.50)	11.50 (±0.36)	11.80 (±0.40)	12.20 (±0.32)	12.40 (±0.36)	12.50 (±0.30)
7	13.15 (±0.39)	12.17 (±1.52)	10.70 (±0.37)	11.70 (±0.26)	12.10 (±0.28)	12.20 (±0.22)	12.40 (±0.30)	12.30 (±0.28)
8	12.35 (±0.33)	12.17 (±1.94)	10.30 (±0.43)	11.30 (±0.28)	12.10 (±0.26)	12.30 (±0.36)	12.50 (±0.28)	12.70 (±0.26)
9	12.30 (±0.98)	12.05 (±1.43)	10.70 (±0.37)	11.30 (±0.33)	12.10 (±0.40)	12.30 (±0.32)	12.50 (±0.34)	12.30 (±0.26)
10	12.35 (±1.13)	12.01 (±1.41)	10.70 (±0.47)	11.30 (±0.34)	12.20 (±0.44)	12.40 (±0.30)	12.50 (±0.32)	12.30 (±0.20)
11	12.72 (±1.20)	11.91 (±1.63)	10.70 (±0.47)	12.00 (±0.34)	12.30 (±0.33)	12.50 (±0.30)	12.70 (±0.24)	12.30 (±0.30)

得られた。第1表は訓練経過、第2表は恢復経過の成績である。但しこれらの表に於て體重及び危険壓の平均値はA群では5匹、a群は3匹のみに就て求めた。これは實驗當初にA群8匹、a群は3匹であつたが、10日間の低栄養飼育低壓訓練でa群は死んだものが無かつたがA群は5匹になつたためである。尙表中第1日は普通栄養時の成績である。

次に第二低栄養群 B, b 群の成績は第3及び4表に示す關係となつた。

第3表は訓練経過、第4表は恢復時の成績で、この場合も體重及び危険壓の平均値はB群は5匹、b群は3匹に就て求めた。この實驗でも當初B群は12匹、b群は3匹であつたが、10日間の低栄養低壓實驗で最後にそれだけ残つたのであつた。

## IV. 實驗成績に對する考察

第1表及び第3表の成績より危険壓・訓練経過曲線を作つてみると、第1, 2圖になり、圖より低栄養状態に飼育した廿日鼠の土空耐性の鍊成過程の度合が知られ、之を同じ動物で普通栄養状態に飼育した島崎の前報(2)の訓練効果と比較検討してみると、その差異が第4圖に知られる。即ち栄養が低くなるに従つてその鍊成効果は減少する。例へば普通の栄養では最終訓

第2表 A, a 群恢復實驗成績

日	平均體重(g)		A群危険壓 (K <sub>m</sub> )
	A 群	a 群	
13	15.09 (±1.45)	12.34 (±1.38)	11.70 (±0.32)
15	12.77 (±1.69)	12.75 (±1.10)	11.60 (±0.24)
17	12.45 (±1.59)	13.05 (±1.00)	11.50 (±0.24)
19	12.60 (±1.72)	12.94 (±0.92)	11.40 (±0.26)
21	12.66 (±1.39)	13.31 (±0.37)	11.40 (±0.22)

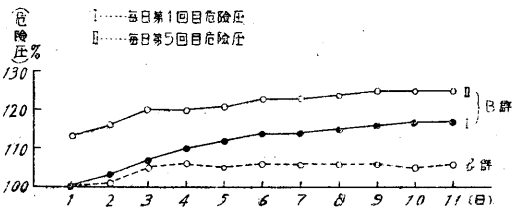
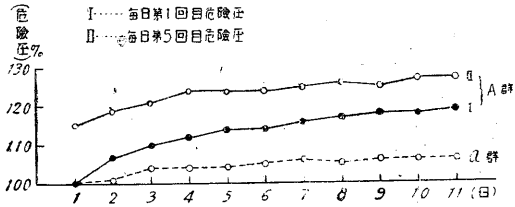
第3表 B, b 群低栄養低壓訓練時の成績

日	平均体重(g)		危険度 (Km)					
	B 群	b 群	c 群	B 群				
				第1回	第2回	第3回	第4回	第5回
1	15.10 (40.68)	14.25 (41.55)	10.20 (40.10)	10.30 (40.44)	10.30 (40.28)	11.20 (40.28)	11.30 (40.34)	11.60 (40.34)
2	13.96 (40.72)	13.71 (41.55)	10.30 (40 )	10.60 (40.48)	11.50 (40.34)	11.70 (40.34)	11.70 (40.42)	11.90 (40.42)
3	13.27 (40.77)	13.02 (41.27)	10.70 (40.17)	11.00 (40.56)	11.70 (40.36)	12.00 (40.54)	12.30 (40.44)	12.40 (40.40)
4	12.65 (40.78)	12.61 (41.19)	10.80 (40.54)	11.30 (40.54)	12.00 (40.30)	12.20 (40.38)	12.30 (40.50)	12.40 (40.40)
6	12.01 (40.87)	12.10 (41.14)	10.70 (40.10)	11.50 (40.56)	12.00 (40.44)	12.30 (40.34)	12.40 (40.40)	12.50 (40.36)
8	11.68 (41.03)	11.99 (41.19)	10.80 (40.13)	11.70 (40.40)	12.20 (40.48)	12.40 (40.56)	12.60 (40.32)	12.70 (40.44)
7	11.38 (40.67)	11.89 (41.61)	10.80 (40.17)	11.70 (40.32)	12.10 (40.30)	12.30 (40.40)	12.30 (40.46)	12.70 (40.40)
8	11.13 (40.80)	11.73 (41.76)	10.80 (40.07)	11.80 (40.40)	12.30 (40.38)	12.30 (40.18)	12.60 (40.33)	12.80 (40.38)
9	10.29 (40.76)	11.56 (41.59)	10.80 (40.10)	11.90 (40.32)	12.30 (40.38)	12.50 (40.38)	12.70 (40.44)	12.80 (40.36)
10	10.66 (40.76)	11.48 (41.59)	10.70 (40.10)	12.00 (40.36)	12.40 (40.30)	12.50 (40.34)	12.70 (40.32)	12.90 (40.36)
11	10.46 (40.74)	11.07 (41.58)	10.30 (40.07)	12.00 (40.30)	12.60 (40.30)	12.70 (40.34)	12.80 (40.36)	12.90 (40.40)

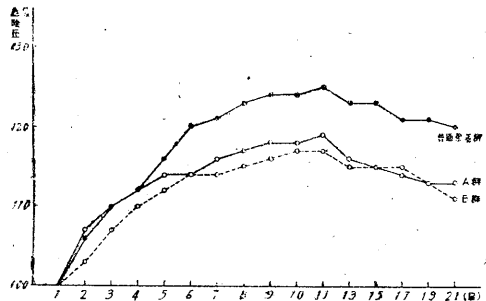
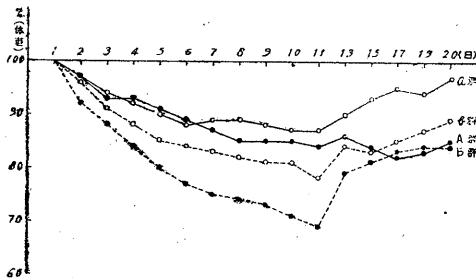
第1圖

第4表 B, b 群恢復實驗成績

日	平均体重(g)		B群危険度 (Km)
	B 群	b 群	
13	11.95 (40.95)	11.32 (41.52)	11.30 (40.20)
15	12.26 (40.56)	11.80 (41.42)	11.30 (40.24)
17	12.48 (40.68)	12.11 (41.47)	11.80 (40.22)
19	12.61 (40.74)	12.40 (40.84)	11.60 (40.12)
21	12.71 (40.71)	12.75 (40.35)	11.40 (40.16)



第3圖



練日の第1回目の危険壓は第1日第1回目の値に比し25%上昇してゐるのに第1低榮養群Aでは19%、第2低榮養群Bでは17%の上昇に過ぎない。

次に體重に就ては第3圖より訓練方法が同じ場合には低榮養の程度が大となるに従つて體重の減少度が大となり、體重の恢復過程は低榮養の度が大となるにつれて恢復し難く、發育は一層障碍されることが判る。

體力的觀點より訓練經過中の死亡率を觀るにB群の方がA群より大であり、低榮養の度が大となる程低壓訓練に耐えぬことを示してゐる。

一方訓練によつて高まつた危険壓は訓練中止後漸次低くなるが、第2、4表及び第4圖の如く訓練中止後10日を経た後にも尙訓練前より高い値を維持してゐる。この事實は正常動物に就ての島崎の前報告(2)の成績を確證すると共に低榮養動物でも正常榮養動物でも訓練によつて得た危険壓の持続力、換言すれば舊に還る速度は略々類似してゐることが認められる。この高空耐性の残留作用の本態は尙將來の研究に俟たねばならぬが、一應獲得した上空耐性の自然推移の一般的經過を示すものと云へる。

#### V. 摘 要

1. 廿日鼠を用ひ、飽食群より主食(大麥)に就き37%及び69%減の2群の低榮養群に就て一定期間上空耐性の訓練をなし、その訓練効果を觀察すると共に體重の變化を觀、更に訓練中止後獲得せる上空耐性の自然推移の經過を觀察した。

2. 低榮養飼育開始後毎日5分間隔を以て5回危険壓を測定してその練成効果を觀たが、主食37%減のA群では最終訓練日の第1回目の危険壓は第1日第1回目の値に較べ19%の、69%減のB群では17%の上昇を觀た。

3. 訓練によつて一旦獲得した上空耐性の持続性は訓練中止後10日間経た後にも尙訓練前より高い値を持続してゐた。

4. 體重は低榮養状態の程度が大なる程訓練及び低榮養による體重減少度が大で、且體重の恢復は遲延した。

5. 以上の成績より危険壓は榮低養状態の動物でも測定する度毎に上昇するが、低榮養の程度が大なる程高まり方が少いことが判つた。

摺筆に臨み浦本教授の懇篤なる指導と校閲並びに名取講師大村講師の援助を銘謝す。

#### 文 獻

- 1) 島崎 賢 (2604) 日本生理誌 9 546
- 2) 島崎 賢 (2604) 日本生理誌 9 551

## 航空生理學の研究 (14) 612.275

### 上空耐性と赤血球の關係

(文部省科學研究費による研究)

東京慈惠會醫科大學生理學教室

島 崎 賢

Simazaki-Ken

(昭和19年3月20日受付)

#### I. 緒 言

高山に長く滞在するか或は低壓装置内で一定の低壓訓練を受ける場合に血液中の赤血球が増加する事實に就ては多數の報告がある。茲に報告する實驗は從來吾々の教室に於ける航空生理學的研究の一環として、雄性の廿日鼠を用ひ、6000mの高度に相當する低壓環境に毎日1時間づつ曝露させて低壓訓練を行ひ、一方には危険壓の上昇を觀ると共に、他方には間歇的に赤血球の増加を計測し、兩者の關係を觀たものである。

實驗は昭和18年10月初めより同11月迄の間に行つた。

#### II. 實 驗 方 法

廿日鼠は雄性のみを用ひ且つ生後約30日前後から實驗し初めた。飼育箱及び低壓装置等は前報告(7)と同じである。唯飼育に當り箱の中に藁を入れて保温に留意し、又1箱に4~5匹を1群として入れた。飼料は1~2日間水に浸した粃のままの大麥を主食とし、野菜として蒲公英の葉を充分に與へた。赤血球の計算は心臟部より搏出する流血を用ひ、法の如く Thoma-Zeiss 血球計算器に依つて測定した。

實驗の實施は被験動物を7群に分け、豫め實驗の當初に體重及び危険壓を測定して置き、次で毎日1時間づつ6000m(353.8mmHg)の上空に相當する低壓環境に曝露し、第1群は第3日、第2群は第6日、第3群は第9日、第4群は第12日、第5群は第15日、第6群は第18日、第7群は第21日目にそれぞれ危険壓と赤血球數を測定した。以上の7群にはそれぞれ對照實驗群を設けたが、それらの對照群では低壓訓練を行はず、第3、6、9、12、15、18、21日目に危険壓と赤血球數を測定した。

#### III. 實 驗 成 績 と 其 考 察

第1群より第4群までは5匹づつ、第5群より第7群までは4匹づつ用ひたのであるが、個々の實驗動物の成績を記載することを省略して各群の平均値を記せば第1表の如くである。

第1表より知られることは第1に訓練群の危険壓は第6日に略々最高限度に達し其後は多少

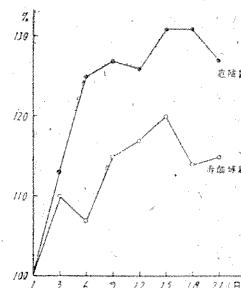
第 1 表

日	第 1 群		第 2 群		第 3 群		第 4 群		第 5 群		第 6 群		第 7 群		
	1	3	1	6	1	9	1	12	1	15	1	18	1	21	
訓練群	体圧 (mmHg)	6.93 (±0.34)	7.39 (±0.35)	6.59 (±0.66)	6.66 (±0.74)	6.56 (±0.72)	7.34 (±0.84)	6.16 (±0.60)	7.57 (±1.03)	6.11 (±0.27)	6.59 (±0.77)	6.46 (±0.51)	7.13 (±1.03)	7.36 (±0.27)	9.48 (±1.21)
	危険圧 (mmHg)	9.9 (±0.40)	11.2 (±0.16)	9.2 (±0.22)	11.5 (±0.24)	9.3 (±0.10)	11.8 (±0.24)	9.7 (±0.40)	12.2 (±0.20)	9.7 (±0.16)	12.7 (±0.48)	9.8 (±0.40)	13.7 (±0.68)	9.8 (±0.20)	13.2 (±0.55)
	赤血球数 (万)		794 (± 35)		811 (± 52)		907 (± 45)		913 (± 29)		1008 (± 65)		1010 (±121)		1009 (± 27)
対照群	体圧 (mmHg)	6.66 (±1.60)	7.46 (±1.28)	6.94 (±0.24)	6.59 (±0.38)	6.54 (±0.09)	7.32 (±1.25)	6.88 (±0.24)	7.35 (±0.20)	7.49 (±0.29)	6.95 (±1.88)	7.01 (±0.57)	6.91 (±1.25)	6.82 (±0.11)	11.23 (±1.84)
	危険圧 (mmHg)	9.3 (±0.50)	10.0 (±0.48)	9.7 (±0.28)	9.9 (±0.39)	9.4 (±0.24)	9.5 (±0.38)	9.7 (±0.35)	9.6 (±0.28)	10.2 (±0.20)	10.2 (±0.23)	9.9 (±0.29)	9.3 (±0.18)	10.0 (±0.18)	10.1 (±0.40)
	赤血球数 (万)		720 (± 14)		784 (± 43)		790 (± 70)		750 (± 61)		843 (± 17)		859 (± 32)		880 (± 68)

の増減はあるが略々恒常状態を示してゐることである。このことは低圧訓練による危険圧の變化を求めた余の前報告(3, 7, 8)と一致する。第2に訓練群の赤血球数は對照群に較べて常に増加し、而して其數値は大體第9日頃から恒常状態を示した。

低壓環境を経験することにより赤血球數が増加することは既に多數の業績の示すところであるが(1, 4, 5, 6, 9, 10, 11), 一部の學者は短時間の低壓曝露では逆に減少することがあり、毎日7時間位曝露する場合始めて赤血球數の増加が低壓曝露時間に比例的關係を示すと云つてゐる(2)。余の成績は從來一般の業績と同じく1時間位の低壓曝露でも赤血球數が増加することを示した。

第 1 圖



以上は危険壓及び赤血球數それぞれに就ての考察であるが、次に兩者の關係をみると第1圖より明らかなやうに時相的に多少づれ、危険壓の上昇より1~2日遅れて赤血球數が増加する。然し上昇經過は兩者よく似て居る。この事實は極めて重要なことで、上空耐性の増強は赤血球數の増加等の示す上空適應作用より先に現れる。即ち、この方が寧ろ一次的な變化であり、漸次赤血球數増加による適應現象が加はつて總體として上空耐性が増すものと思

はれる。従つて高地滞在による上空耐性増強と低壓訓練によるそれとは本態的に異なるものがあるのではないかと思はれる、又上空耐性増強の指標として赤血球數増加は夫程意義多きものではないと考へられる。

V. 摘 要

1. 雄性の廿日鼠を6000mの高度に相當する低壓環境に毎日1時間づつ曝露させて上空耐性の鍊成効果と赤血球數の變化とを觀、且つ兩者の間の關聯を考察した。
2. 上空耐性は第6日まで著しく上昇するがその後は略々安定した上昇を示した。この事實は余の前報告と略々同様であつた。
3. 訓練期間に赤血球數は増加した。その増加の仕方は初め少く第9日頃から著明となり且つ略々安定した値を示し、第15日には對照群に較べて20%の増加を示した。

4. 2と3の事實より上空耐性の獲得は赤血球の増加に先行することが明らかとなつた。して見ると高地滞在による赤血球數の増加を以て上空耐性を獲得したものと見做す考へ方には考慮の餘地がある。

擱筆に臨み浦本教授の懇篤なる指導と校閲並びに名取講師大村講師の援助を銘謝す。

#### 文 獻

- 1) 相木孝行 (2599) 岡山醫會誌 51 2470
- 2) Armstrong, (1939) Principles and Practice of aviation med. 289
- 3) 古川誠・島崎賢 (2604) 日本生理誌 9 642
- 4) 町田憲二・湯田勝年・安井敏夫・松田實 (2603) 日本生理誌 8 336
- 5) 岡村好幸 (2602) 岡山醫會誌 54 468
- 6) 越智幸雄 (2600) 岡山醫會誌 52 1404
- 7) 島崎 賢 (2604) 日本生理誌 9 546
- 8) 島崎 賢 (2604) 日本生理誌 9 551
- 9) 高橋 勳 (2600) 岡山醫會誌 52 308
- 10) 田中眞一 (2603) 航空醫學 1 83
- 11) 俵 英夫 (2601) 海軍醫會誌 30 77

# 藁胃の收縮と血行に就て 612.18.19.327

(慈大辛酉會補助に依る研究)

東京慈惠會醫科大學臨床研究室

市河三太

Itikawa-Santa

(昭和19年4月15日受付)

## I. 緒言

内臓諸器官の運動が血液循環に大きな役を演ずる事は、それが血壓に關係したり、又血流速度を遅速させたりする事より考へられてゐる(1, 2, 3, 5, 6). 而して岡江(10)に依れば、腸は日夜搏動を營みつゝある第2の心臓であると考へられるときへ云はれてゐる。

私は藁胃に就て、其の收縮運動の血行に及ぼす影響を見ようとして實驗を行つた。

## II. 實驗方法

藁 *Bufo vulgaris formosus* の胃血管を灌流後、食道の下部を切斷し、次で幽門部を切斷して氣管 Kanule を挿入し Ringer-Sozi 氏液を以て胃腔内を洗滌した後、胃の食道端を結紮し幽門部に挿入した幽門 Kanule を壓力計に繋ぎ内壓を任意に變更し得る様にした。胃内壓の描記は Malley 氏 Tambour で行ひ、灌流量の變化は靜脈より流出する灌流液を滴數描寫法に依り測定した(第1圖)。

實驗は1943年5月及び10, 11月に之を行つた。

尙、本實驗では胃内壓の變化に依り胃の收縮擴張を表はす事とし、中樞よりの影響を除外する爲内臓神經及び迷走交感神經を切斷した。

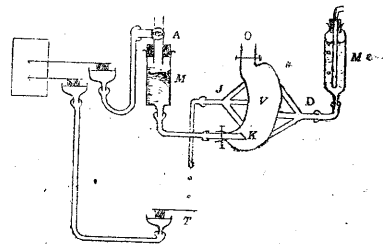
## III. 實驗結果

### 1. 胃内壓と血行に就て

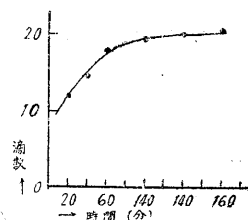
今、胃内壓を 130mmH<sub>2</sub>O に保つて其の時の灌流量を持続測定した所、時間の経過と共に血管 tonus の消失に依るものゝ如く次第に灌流量は増加するを見た(第2圖)。

次に胃の内壓を 130mmH<sub>2</sub>O にした時の灌流量を

- 第1圖 實驗裝置
- A=活栓
  - D=動脈 Kanule
  - J=靜脈 Kanule
  - K=幽門 Kanule
  - M=水壓計
  - Ma=Mariotte 氏瓶
  - O=食道
  - T=滴數描記器
  - V=胃



第2圖 灌流時間と灌流量との關係(單位 1分)  
胃内壓=130mmH<sub>2</sub>O

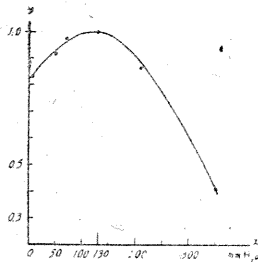


1とし、次で任意の壓 p.の時の灌流量を pv とし、再び 130mmH<sub>2</sub>O に戻した時の灌流量を前と無關係に 1として、任意の壓 p' の時の灌流量を p'/v とする。此の方法に依つて胃の内壓を種々に變化させた時の灌流量を求め、内壓と灌流量との關係を Graph で現はすと第3圖の様になり、之を表示したのが第1表である。

第3圖 胃内壓と灌流量との關係

灌流壓=300mmH<sub>2</sub>O

x軸は胃内壓, y軸に就ての説明は本文中



第1表 胃内壓と灌流量との關係

灌流經過時間	胃内壓	一分間平均滴數
85 分	130 mm H <sub>2</sub> O	24.7 滴
95	50	23.5
100	130	25.2
110	70	25.0
125	130	25.7
135	350	15.4
150	130	25.9
160	5	24.8
170	210	24.6
180	350	15.6

即ち、血行に關して胃には至適内壓が存し其の壓は 100~150mmH<sub>2</sub>O 附近であつた。即ち 100~150mmH<sub>2</sub>O の内壓の時に最も多くの靜脈よりの流出量を見た。尙又、此の範圍内に於ける僅かな内壓の變化に對しては、灌流量は大して變化を見せなかつた。

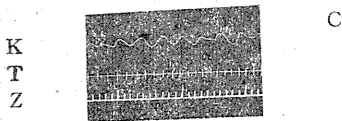
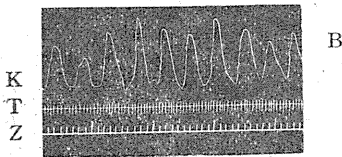
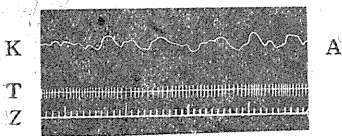
第4圖 胃内壓と胃の收縮運動並に灌流量との關係

囊 V. 300g, 子, 灌流壓=300mmH<sub>2</sub>O, 氣温=20°C

A=胃内壓 30mmH<sub>2</sub>O, B=130mmH<sub>2</sub>O, C=350mmH<sub>2</sub>O

K: 胃内壓の變化(收縮曲線)

T: 滴數, Z: 時間(6秒)



る僅かな内壓の變化に對しては、灌流量は大して變化を見せなかつた。

2. 胃内壓とその收縮に就て

胃の内壓を 100mmH<sub>2</sub>O 以上にすると胃壁の收縮運動が見られ、此の收縮高も亦、130~150mmH<sub>2</sub>O の時に最も大となつた。然し胃内壓が 350mmH<sub>2</sub>O に至るに従つて追々收縮高は微弱になり、又、130mmH<sub>2</sub>O より下降しても追々其の收縮高は微弱となつた。5mmH<sub>2</sub>O に至ると殆んど收縮を示さなくなる。即ち收縮運動に關しても至適内壓があり、其の壓は血行に關しての至適内壓と殆んど同じである。

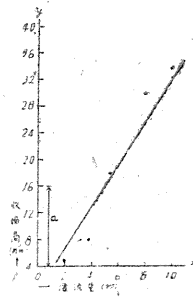
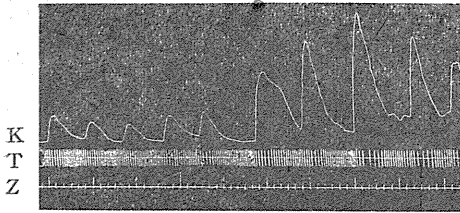
又、收縮の減弱と共に收縮頻度の増加が見られた。即ち 350mmH<sub>2</sub>O で頻度は最も大となり至適内壓即ち 130mmH<sub>2</sub>O の時に最も小となつた(第4圖)。

3. 收縮高と灌流量とに就て

1つの收縮波と灌流量との間には相關關係があり、灌流量は胃の收縮中に甚だしく減少し 1つの收縮波と他の收縮波の間では灌流量が多くなつたが(第5圖)、胃に收縮の見られない時

第5圖 胃の收縮に伴ふ灌流量の變化

K:胃の收縮曲線, T:滴數, Z:時間(10秒)



第6圖 收縮高と灌流量との關係

x軸, y軸に就ての説明本文中  
a=胃收縮に依り胃内の水が  
0.5cc 押し出されるのに  
相當するだけの目盛

には灌流量に増減が認められなかつた。

次に、胃の内壓を 130mmH<sub>2</sub>O に保ち胃に收縮を起させ、收縮高を收縮の始まる點を零とし收縮が頂點に達した時の高さを計り (y 軸)、灌流量は 1 收縮期間中の最も滴數間の間隔の長い時に其の時間を測定して數値を出し (x 軸)、收縮高と灌流量との關係を求めた結果第 6 圖に示した様に大體直線的になつた。

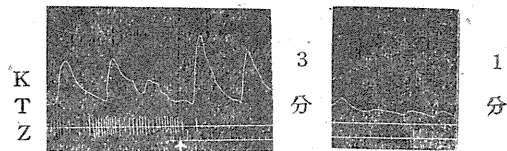
即ち收縮高が大となれば灌流量は少となつた。

依之、胃血管系灌流時に灌流量が凡そ規則的に増減するのは胃の收縮に依ると云ふ事を知る。

第7圖 血行と胃の收縮

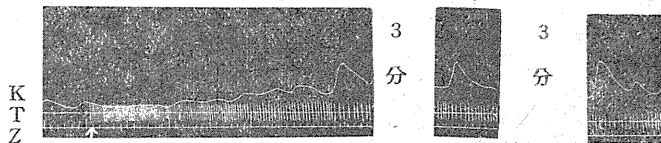
臺 XIV. 250g. 兔. ↑ = 灌流の停止及び開始を示す

K:胃の收縮曲線, T:滴數, Z:時間(10秒)



#### 4. 血行と收縮に就て

灌流を停止すると胃收縮は漸次微弱となり、灌流を再開すれば胃收縮も漸次回復する



が灌流再開直後では灌流量は一過性に激増して、間もなく灌流量は元に復した(第7圖)。

### IV. 考 察

#### 1. 胃内壓と血行に就て

胃の内壓が高い場合、灌流量が減少するのは、胃壁筋の引伸しに依り血管壁が壓迫されて血管腔が狭くなつた爲と考へられる。之は胃血管系を、墨 Ringer-Sozi 氏液で灌流して顯微鏡的に觀察して見た時、内壓が高くなるにつれて胃壁筋肉を走る微細血管系の色調が薄くなり、一部は見えなくなると云ふ實驗に依つても窺ひ知る事が出来る。

至適内壓の時には、灌流量が最も多くなつたが之は陳(12)が肺臓の場合に就て云つてゐる様に、小血管が引延ばされる事に依つて増加するものと思はれる。胃内壓の低い時に再び灌流量の減少を見るのは、胃壁筋に依り微細血管の壁が壓迫、屈曲する爲であらう。

## 2. 胃の内圧と収縮に就て

福原 (8) は、腸に就て至適内圧の時に腸の排出量、即ち収縮の振幅が最も大となると稱し、腸管の運動に關し其の内容物の多少が重要な關係を持つてゐると稱し、心臟に關しても (7)、至適内圧の時に排出量が最も大となる事を報告してゐる。又、大行 (11) は腸管に對する内壓の刺激效果に就て論じ、内壓を加へる事に依り腸運動を誘發し得ると云つてゐるが、私の實驗に就ても、内壓が胃の収縮を起させる重要な一因子をなすと云ふ事を知る。

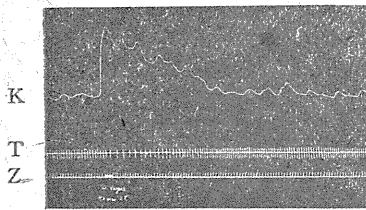
次に収縮頻度が収縮高に反比例して多くなるのは、内壓の上昇、即ち内容物が大となつた時に胃の収縮力が内容物の抵抗に打勝たなくなると収縮が小となるので、其の結果収縮頻度が多くなつたと思考される。

腸、輸尿管の場合には、至適内圧の時には或程度迄は収縮力が強くなると共に収縮頻度が多くなると云ふが (8, 14)、胃の場合には収縮高と収縮頻度と反比例するのを見た。

## 3. 収縮高と灌流量とに就て

横山 (13) は胃の収縮と血行との關係に就て、胃の様な滑平筋臓器に於て収縮に依る産生物質の影響及び血管運動神經の作用が關與しない時には、一般の豫想に反して筋肉の収縮に依る血管の壓迫又は引延ばしが血行全體に著しい影響を與へないと報告してゐる。然し私は本實驗の外に、胃に至る血管運動神經を含有して居ないと云はれてゐる (13)、藁の迷走神經を、Ganglion jugulare より上方に於て、Medulla oblongata より發出した直後の所を刺激した結果、胃の収縮は盛になり tonus の上昇を見、同時に灌流量が明かに減少した (第8圖)。

第8圖 迷走神經刺激  
藁 XII. 200g. ♂. 左側迷走神經刺激  
K: 胃の収縮曲線, T: 滴數,  
Z: 時間 (秒)



中原 (9) は骨骼筋に就て、加重をかけて筋肉を引延ばした時其の加重と大體比例して血管灌流量が減少する事を見て、之には筋肉の引延ばしに依つて血管が壓迫された事が1つの原因を爲してゐると報告してゐる。Dale and Feldberg (4) は、犬に就て實驗を行ひ迷走神經刺激に依り胃の壁から acetylcholine が遊離されると云つてゐる。

胃の血管が此の影響を受けて、灌流量が減少すると考へられるが、此の問題に就ては更に實驗を試みて見ようと考へてゐる。然し乍ら此の外に本實驗に依り胃壁の収縮に依つて血管壁が壓迫されて内腔が狭くなるであらう事も灌流量が減する一因子として考へられる。

## 4. 血行と収縮に就て

灌流量を停止した後、再開すると一過性に灌流量が増加する。その理由は明かでないが、血管擴張物質の蓄積と云ふ事も考へられると思ふ。

依之、胃の収縮運動が其の血行に大きな影響を持つると同様に、血行が又収縮運動に大きな影響を持つ事が判る。

## V. 結 語

1. 胃内壓を 100~150mmH<sub>2</sub>O にした時に其の血管灌流量は最も多く、それより内壓が増減するにつれて少くなる。

2. 胃内壓とその収縮に就ては、本實驗に於て内壓が 100mmH<sub>2</sub>O 以上になつた時始めて収縮が起り、130~150mmH<sub>2</sub>O の時に最も大となつた。即ち胃にも至適内壓があり、至適内壓の時に灌流量も亦収縮も大となつた。それより内壓が増減すると収縮高は小となるが収縮頻度は反つて大となつた。然し此等の事は實驗條件の良い時程、著明であつた。

3. 1つの収縮波の大きさと灌流量とに就ては凡そ直線的に逆比例した。即ち収縮高が大きい時には灌流量が少となつた。

又、胃の血管系を灌流中に灌流量が規則的に増減するのは、胃の収縮運動に基くものである。

4. 灌流を停止すると胃の収縮は微弱となつたが、灌流を再開すると胃の収縮も漸次舊に復した。

## 文 獻

- 1) Anrep, G. V. (1936) Studies in Cardiovascular Regulation, London. 100
- 2) Anrep, G. V., S Cerqua, and A. Samaan, (1934) Proc. of Roy. Soc. B. 114 245
- 3) Barcroft, J., Y. Nisimaru, and F. R. Steggerda, (1932) J. of Physiol. 74 490
- 4) Dale, H. H. and W. Feldberg, (1934) J. of Physiol. 81 320
- 5) Franklin, K. J. (1924) J. of Physiol. 59 74
- 6) Franklin, K. J. (1935) J. of Physiol. 84 342
- 7) 福原 武 (1942) 日本生理誌 7 95
- 8) 福原 武 (1943) 北越醫學會誌 53 296
- 9) 中原一郎 (1943) 日本生理誌 8 688
- 10) 岡江久義 (1935) 京府醫大誌 13 605
- 11) 大行慶三 (1935) 千葉醫學會誌 13 2557
- 12) 陳 錫元 (1937) 東京醫事新誌 2913 165
- 13) 横山 卓 (1936) 成醫會誌 55 434
- 14) 横山正松 (1942) 日本生理誌 7 467

## 頸反射の研究 612.833

猪飼道夫

Ikai-Mitio

(昭和19年4月30日受付)

### I. 緒言

動物體の一部に位置の變化が生ずる時、他の部は之と生理的に聯關して變化して姿勢の調整が行はれる。姿勢の調整機轉を反射的のものとして研究したのは C. S. Sherrington (16, 17) 及び R. Magnus (8, 9) である。前者は去腦猫に於て四肢相互の筋緊張の聯關を明らかにし、後者は去腦猫に於て頭部の位置變化が一定法則に従つて四肢筋に緊張性持續反應を起すことを發見した。R. Magnus (8) によればこの反應には緊張性頸反射と緊張性迷路反射とを含み、頸反射は頭部の軀幹に對する位置の變化に由つて起り、迷路反射は頭部の空間に對する位置の變化に由つて起る。緊張性頸反射は一定の法則に従ひ、頭部前屈の場合は前肢が屈曲し、後屈の場合伸展し、下肢は之に反する。頭部右廻轉(右耳が腹側に移動する)の場合は右前後肢が屈曲し、左前後肢は伸展する。左廻轉の場合は之と逆である。頭部左傾斜の場合は右前後肢が屈曲し、右傾斜の場合は之の逆である。緊張性迷路反射にも一定の法則が認められる。この兩反射を別々に検査するためには緊張性頸反射を見る目的では迷路を曠置し、緊張性迷路反射のみを見るには頸部をギブスにて固定しなければならない。

西端(12)は鳩に就て精細な研究をなし、哺乳動物の四肢に相當して翼と肢とが同意義の反射運動を示すことを認めた。

人間に就ても種々研究され、之に相當した反射運動が認められた場合もあるが未だ不完全である。R. Magnus (8) は人間に於ける緊張性頸反射及び迷路反射は健康成人では認め難く、病的の場合にのみ認め得られるが、前者では大脳皮質の發達の結果かやうな反射が抑制せられると述べてゐる。M. Minkowski (11) は3~5ヶ月の胎兒で認めたと述べた。G. Schaltenbrand (15) は1歳未満の初生兒に於て頸反射及び迷路反射を認めた。

之に反して病的な場合には緊張性頸反射及び迷路反射は著明に現はれ、R. Magnus (8) は腦水腫、腦腫瘍、腦出血及び白痴に於て本反射を認めた。A. Simons (13) は腦銜創の患者に緊張性頸反射を認めた。佐々(14)及び其の門下の人々は骨骼筋トーンスに關し精細に研究し、筋トーンス亢進状態にある患者に於て筋の被動的伸展による抵抗を測定し、頭部の位置變化によつて四肢筋トーンスは變化するが、必ずしも Magnus u. de Kleijn の法則 (9, 10) に従ふとは

限らぬと述べてゐる。同教室河野(5)は健態及び病態に於ける頭部及び肢體變化を研究し、手腕屈及伸筋の伸展抵抗測定をなし、健康成人に於ては頭部を何れの方向に廻轉、傾斜又は屈曲するも筋伸展抵抗に變化を來さざるを通例とし、時として頭部位置の變化により筋抵抗の増強を招致することはあるが、この影響は被檢者が本實驗に馴れない中に認められること多く、反復検査する中に全く變化しない様になる。又パルキンソニスムス及び偏癱等に於ても筋抵抗の變化を認めるが、Magnus u. de Kleijn の法則に一致する變化は認めぬと述べてゐる。横須賀(22)は中樞神経系疾患の場合の體姿を觀察し、自然状態及び上肢前方水平舉上時の頭部位置變化による上肢の位置の變化を研究し、Magnus u. de Kleijn の法則と一致して發現すると解せられる要素もあり、亦他種現象に關すると考へられるものもあると述べた。西端(14)も大脳を有する人間では頸反射は容易に實驗的に出せぬが、或種の疾患に於て出ると述べた。然るに一方 K. Goldstein 及び W. Riese(2)は健康成人に於ても一種の體姿反射を認めたと言ひ、反射を誘出する方法として被檢者を水平背位となし、眼を閉ぢさせ、兩側上肢を45度に舉上伸展せしめ頭部を前屈せしめる時上肢は下方に、後屈時は上方に動くと言ふ。H. Hoff, u. P. Schilder(3)は健康人に於ても頭部位置變化により舉上伸展した上肢に一定の運動の生ずることを認めた。然し乍らこれらの成績から健康成人に頸反射が現出し且つ Magnus u. de Kleijn の法則に従ふ「秩序ある反射」であるか否かは明らかにせられない。然るに運動姿勢を觀察すると、頸反射と認めて理解し易い姿勢が現はれる事が西端(14)及び福田精(4)等に依つて示された。福田は種々の運動姿勢を撮影し、之を姿勢反射の立場から觀察し、“動物に實驗的に證明され臨床的には或る特殊な病的所見として觀察されてゐた位置反射(Lagereflex)が向位反射(Stellreflex)と共に運動の遂行上重要な意義を持つ反射であり、運動の完成された型とは運動姿勢が本反射に合致する場合に得られるものである”と述べ、運動姿勢に頸反射が現はれることを認めた。然しこれは實驗的に證明したものではない。

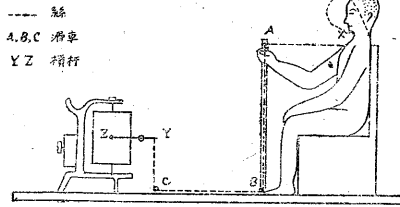
要するに緊張性頸反射は去腦猫其他の哺乳動物及び鳥類では明らかに認められ且つ一定の法則に従ふことが實驗的に證明せられたが、人間に於ては特殊の腦及び中樞神経系の疾患及び胎兒乃至幼兒に證明せられた以外は、健康成人の場合は頸反射を認めないか或は認めてもこれが「秩序ある反射」であるか否かは不明であつた。

著者は後述の實驗方法を用ひ、緊張性頸反射と認められる現象を證明し、これが Magnus u. de Kleijn の去腦猫における成績と同様に一定の法則に従ひ、「秩序ある反射」であることを認めた。次いで本反射を分析研究し、年齢との關係、低壓環境における變化及び操縱動作との聯關を追求した。

## II. 實驗方法

頸反射の檢出には第1圖の如く被檢者を椅子に掛けしめ、眼を閉ぢ背面を椅子の後部に密着させ軀幹を成る可く動かぬ様に固定し、右手に棒を握らせ右肘關節角が約120度となる如くす

第1圖 頸反射測定装置



る。棒の下端を尖らせ、尖端を以て下の臺面に接する如くする。圖に於て右肩 (X) に絲の一端を固定し、その絲を滑車 (A, B, C) によつて記録用の槓杆の一端 (Y) に結ぶ。滑車 A は棒に、B, C は下の臺面にとりつけた。頭部の位置變化に依て右上肢が屈曲すれば、長さ XA は短縮する。長さ AB, BC は一定であるから長さ CY は長くなり、槓杆の記録端 (Z) は下向きに動く。記録は Kymographion で行はれる。

第1表 肘關節角度換算表

肘關節角(度)	棒の長さ 40 cm	棒の長さ 45 cm	棒の長さ 52 cm	棒の長さ 58 cm
2	0.9	1.0	1.2	1.4
4	1.8	2.0	2.2	2.6
6	2.6	3.0	3.6	4.0
8	3.5	4.2	4.8	5.2
10	4.4	5.2	6.0	6.5
12	5.4	6.2	7.2	7.8
14	6.2	7.2	8.4	9.1
16	7.1	8.4	9.5	10.4
18	8.0	9.4	10.7	11.7
20	8.9	10.4	11.9	13.0
22	9.7	11.6	13.0	14.0
24	10.6	12.6	14.2	15.4
26	11.5	13.6	15.4	16.6
28	12.4	14.6	16.5	18.0
30	13.3	15.6	17.8	19.2

被検者の頭部を前屈、後屈、廻轉及び傾斜せしめる時の右肘關節に於ける右上肢の屈曲或は伸展は Kymographion 紙上に曲線の向きと長さによつて記録される。記録は 2.5 倍に擴大した。記録された曲線の振幅を肘關節角度に換算し、角度の大きさを以て頸反射の強さを表はした。

頭部の位置變化を自動的に行ふ場合にも右肘關節の屈伸が現はれるが、條件を單純にするために被検者に豫め何らの用意をさせず他動的に頭部の位置の變化を行つた。この場合被検者の身心の安靜を保つ

ことが必要である。従來人間に就て頸反射を検出するために用ひられた方法は緒言に述べた如く、自然姿勢或は上肢を前方舉上状態に於て肉眼的に觀察したものが多く、實驗装置を用いたものは筋伸展抵抗を腕關節に於て測定したものでありその成績は明瞭でない。著者の方法が従來のものとは異なる要點は次の如き點である。

- 1) 右手に棒を握らせ右上肢筋に軽度の緊張を持たせた事。
- 2) 安易姿勢にてつとめて精神の安靜を保たせ、軀幹の固定を適度の強さにし生理的條件の破れない様にした事。
- 3) 頭部の位置變化を他動的に行つた事。
- 4) 右上肢の屈伸を擴大記録した事。

### III. 實驗成績

#### A. 健康人に於ける頸反射

健康人を被検者となし頭部を被動的に前屈、後屈、右捻轉、左捻轉、左傾斜及び右傾斜を行ふ時、第2圖の如く右肘關節は屈曲或は伸展し、Magnus u. de Kleijn (3, 9, 10) が去腦動物に於て認めた法則に一致して現はれる。この場合の肘關節の屈伸は頭部の位置變化の持續する

間持続し、頭部が復位すると同時に消失する。即ち緊張性の變化である。

頭部の位置を變化させる場合、軀幹が固定されてゐるにも拘らず肩胛部が動揺し、頭部前屈の場合は前方へ、後屈の場合は後方に動く。従つて頭部前屈の場合の右肘關節屈曲は肩胛部の前方動揺のために生じ、後屈の場合の右肘關節伸展は肩胛部の後方動揺のために生ずるものの如く考へられるが、頭部の位置を不變にして肩胛部のみを前方或は後方に動かす場合は右肘關節角は殆んど變化せず右肘關節で屈伸を示さない。第3圖は之を示す。

又一方右手に握つた棒の上端(右手の位置)が如何なる状態にあるかを見るため、頭部前屈の場合の肩胛部の動揺と同時に棒の上端の動揺を記録した結果は、第4圖に示す如く、頭部前屈と同時に棒は後方へ、肩胛部は前方に移動する。以上2つの實驗からこの場合の右肘關節角の變化は頭部位置變化に起因する反射に依ると見做すことが出来る。

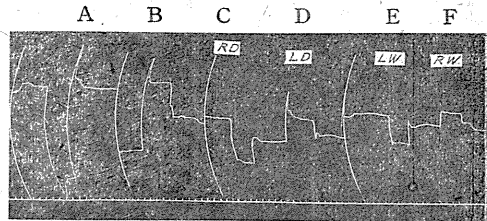
本實驗の場合頭部の位置變化に際して頸部の筋肉及び神経が刺戟を受けるのみならず、前庭迷路が刺戟を受けることが考へられる。然るに迴轉性後眼球震盪缺如の者及び自發性眼球震盪症の者にも著しき差異なく頭部位置變化に應ずる肘關節角變化が現はれることを認めた。このことから本現象には前庭迷路は餘り關與してゐないものゝ様である。

頭部の位置變化を自動的に行はせた場合は他動的に行つた場合より本現象は著明でないがやはり現はれる。又右手に棒を持つ代りに、右手を紐で吊り下げた場合も本現象は同様に現はれるが稍微弱である。

測定に先立ち頭部の位置變化を數回試行し頸筋の不自然な緊張を除くとき、反射的に出現する肘關節角變化は被檢者に略々恒常の値を示し、數回測定した數値の平均値をとれば1日の間

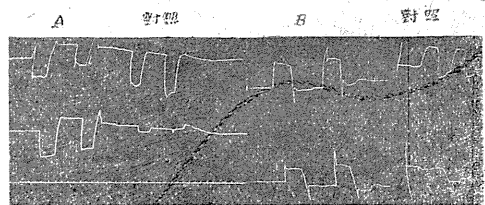
第2圖 頸反射描記圖

曲線の下向きは右肘關節屈曲を示し上向きは伸展を示す。Aは頭部前屈、Bは後屈、Cは右廻轉(右耳が腹側へ出る場合)、Dは左廻轉、Eは左傾斜、Fは右傾斜を示す。

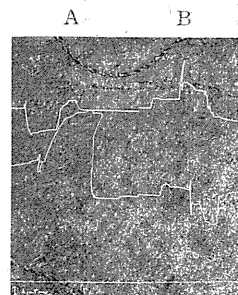


第3圖 右肘關節角の變化と肩の動揺

上の曲線は肩の動揺を示し、曲線の上向きは後方、下向きは前方移動を示す。下の曲線は肘關節角の變化を示し、曲線の上向きは肘關節角の増加、下向きは減少を示す。Aは頭部前屈、Bは後屈を示す。



第4圖 右手に握つた棒の上端と肩との動揺  
上の曲線は肩の動揺を示し、曲線の上向きは後方、下向きは前方移動を示す。下の曲線は棒の動揺を示し、曲線の上向きは後方、下向きは前方移動を示す。Aは頭部前屈、Bは後屈を示す。



第2表 頸反射の時間的偏倚  
 倚頭部前屈の場合を示す

姓名	10時	13時	15時
NY	6	4	4
MY	6	6	6
MN	4	4	4
KA	16	14	18
AK	6	8	4
HZ	6	5	5
OD	6	4	4
SM	4	4	4

に著しい變動はない。第2表は之を示す。

肘關節角の變化は頭部前屈、後屈の場合が最も著明であり、廻轉及び傾斜は之に次ぐ。依て以下の實驗は頭部前屈の場合のみを採つた。

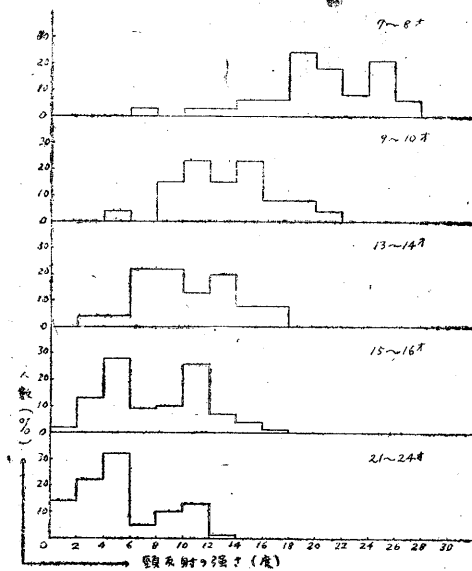
以上の如く健康人に於て頭部の位置變化によつて右肘關節角が變化し、肩の動搖及び迷路刺戟と無關係であり、右肘關節角の變化即ち右上肢の屈伸が Magnus u. de Kleijn の去腦猫に於て見出した

頸反射の成績と全く一致することから、本現象を頸反射と稱して差支ないと考へる。

**B. 頸反射の年齢による差異**

健康人一般に頸反射が現はれることを知つたので健康人の年齢による差異を測定した。被檢者には7~8歳、9~10歳、13~14歳、15~16歳及び21~24歳の男子を選び、頸反射の強さを表

第5圖 年齢別頸反射分布圖



すには頭部他動的屈時の右肘關節角の減少を以てした。成績は第5圖の如く、年齢の増すにつれて頸反射は減退する。角減少の平均値は7~8歳が21°、以下各年齢階級に就て夫々14°、11°、9°及び6°である。

この事實は M. Minkowski (11) 及び G. Schaltenbrand (15) が胎兒及び幼兒に本現象を認めたことと併せ考へると健康人にも頸反射が存在するものならば、年齢の増すに従ひ微弱になると言ふ事はあり得べきことである。これの説明としては、年齢の増すと共に大脳皮質が發達して頸反射の中樞と考へられる脳幹以下の中樞を抑制或は調整することが考へられる。

**C. 頸反射の低壓環境による變化**

健康人一般に頸反射が出現し、年齢の増すと共に減退することを知つたので次には低壓環境と言ふ不利な條件の下では頸反射が如何に變化するかを追求した。

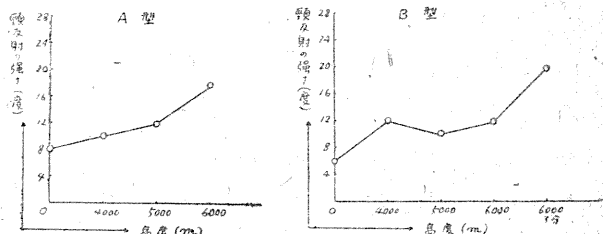
年齢18~20歳の健康男子7名に就き減壓實驗を行ひ、地上の高度4000m、5000m及び6000mに約5分間滞留して頸反射を測定した處、高度6000mに至つて著しく亢進する。然し頸反射の變化の状態は個人差があり、高度と共に次第に亢進する型(A型)と、4000mで亢進を示し5000mで一時減退し後6000mで再び亢進する型(B型)とがある。この時の自覺症其他の一般的狀態からA型の者はB型の者に比較して低壓に對する耐久力が小さい様である。

尙年齢 18~28 歳の者 3 名に就き低壓滞留実験を行つた成績によると、地上と高度 6000m にて酸素吸入を行ふ時との頸反射の強さは著しい差異がない。然し 6000m で酸素マスクを外して滞留する時は、時間の経過と共に頸反射は充進する。この場合も前実験と同様に頸反射の變化に 2 つの型があり、6000m 滞在 5 分後から時間と共に漸次充進する型 (A 型) と 5 分後に充進を示した後次第に減退する型 (B 型) のものとある。後者において頸反射の減退した時に高度 7000m に減壓すると再び充進する。この場合も前同様に自覚症其他の一般状態から A 型の者は B 型の者に比較して低壓に對する耐久力が小さい様である。兩實驗を通じて頸反射の充進した場合酸素吸入を行ふと頸反射は減退し 1~2 分後に地上値に復歸する。このことから低壓の影響は酸素缺乏が主因をなしてゐることは明である。又頸反射の低壓による變化の様子から低壓耐性を分類することが出来る。

第 3 表 減壓實驗における頸反射測定値

高度 T.P.	0m	4000	5000	6000	6200 3分	6000 5分	5000 6分
HY	8	10	12	18	—	—	—
OK	4	6	10	8	—	—	—
OT	6	12	10	12	20	—	—
HT	10	16	12	12	16	18	6
MT	6	8	6	8	24	—	—
OZ	6	14	8	12	8	8	4
AK	6	12	8	10	12	—	8

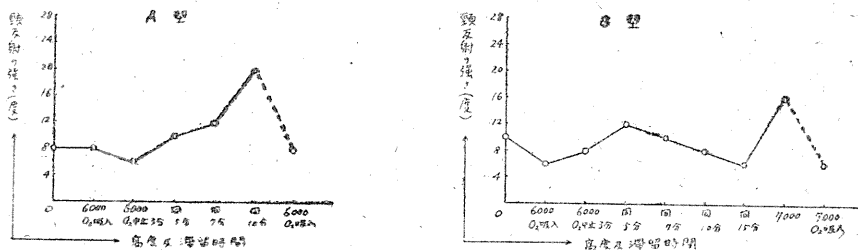
第 6 圖 減壓實驗における頸反射



第 4 表 低壓滞留實驗における頸反射測定値

高度 T.P.	0m	6000 O <sub>2</sub> 吸入	6000 O <sub>2</sub> 吸入 3分	同 5分	同 7分	同 10分	7000	7000 O <sub>2</sub> 吸入
MA	10	6	8	12	10	8	16	6
HA	10	8	8	12	14	16	—	8
AD	8	8	6	10	12	20	—	6

第 7 圖 低壓滞留實驗における頸反射



姿勢反射を低壓室にて研究した M. Steffen (19) は家兎及び鳩を用ひ、頭部に及ぼす立直り反射 (Der Stellreflex auf den Kopf), 軀幹に及ぼす立直り反射 (Der Stellreflex auf den Körper) 及び跳躍準備反射 (Die Sprungbereitschaft) の 3 點に就て低壓時の變化を研究した。頭部に及ぼす立直り反射は 0~5000m では何らの變化なく、6000m に至つて頭部が正常位をとるまでに潜伏時間が永びき、8000~9000m で反射の消失がおこる。軀幹に及ぼす立直り反射は

同様の變化をなし、跳躍準備反射は 8000m までは變化しないが、9000m に至ると消失すると述べた。迷路反射の現はれとして眼球震盪持続時間を低壓内で測定した鳥居(20)の成績によると、4000m にて持続時間が延長することが認められた。

人體に就ては L. Landschek (7), H. K. Treutler (21) は膝蓋腱反射を低壓内で測定し、2000m までは變化せず、3000m から減退し、5000m からは反射亢進が現はれ、酸素吸入を行ふと 2~3 分にて復舊すると述べた。類似の實驗には低壓室内で酸素吸入を行ひつゝ膝蓋腱反射閾値を測定した川上・和田・安井(6)の研究があり、酸素吸入を行つてゐても低壓室内で反射亢進の現はれることを述べてゐる。併し乍ら人體に就て姿勢反射の低壓による變化を研究した業績はない。

著者の成績を上述の諸實驗の成績と比較すると、低壓によつて大脳皮質の機能が衰へ、その結果脳幹及び脊髓の反射中樞の抑制が減退し反射が亢進する一方立直り反射の如き綜合反射は犯されるものと考えられる。即ち頸反射、腱反射、迷路反射の如き個々の反射が亢進を示すことは身體姿勢調整の統合性が失はれた1つの徴候であると考えることが出来る。

#### D. 頸反射と飛行機操縦技能

あらゆる動作の根源に反射動作が含まれてゐることは考へられることであるから、飛行機操縦動作にも反射動作が潜在して關與してゐることは考へられる。併し飛行機操縦には勿論知能を必要とし、判斷及び注意分配等の精神的要素が關與してゐる。

著者は動作と言ふ面から操縦技能を分析する目的を以て以下の測定を行つた。即ち年齢17~18歳の飛行機操縦開始約1ヶ月の者を操縦成績にて全員の上位から2割を「上」、下位から2割を「下」、其の他を「中」とし、その各階級を約50名宛任意に選び頸反射を測定した。その結果は

第5表 操縦成績と頸反射の強さ

反射 成績	2	4	6	8	10	12	14	16
上	14	41	43	2	%			
中	9	33	32	14	10	1	1	
下	4	16	16	33	21	9	1	

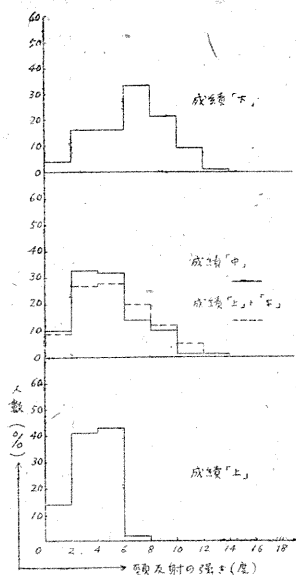
第5表の如く、成績「上」の階級は頸反射が抑制されて居り肘關節角の變化は6度以下の者が多數を占めてゐる。之に反して成績「下」の階級は頸反射が亢進して居り肘關節角の變化が6度以下の者は少數である。成績「中」の階級は兩者

の中間を占めて居る。第8圖は階級別の頸反射の強さの分布状態をヒストグラムにて示す。「上」と「下」との階級を1つに纏めたヒストグラムが「中」のヒストグラムとよく一致することは、これらの分布が不自然でないことを示す。

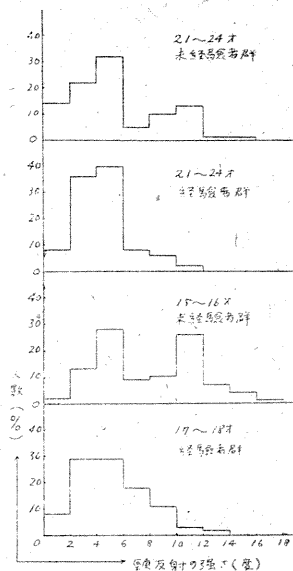
次に上の被檢者を成績に無關係に一括して作つたヒストグラムと略々同年齢の操縦開始前の被檢者のヒストグラムとを比較するとき前者は頸反射が抑制されてゐることが知られる。(第9圖)。これに對して21~24歳の操縦經驗者と未経験者との集團を比較しても同様の事實が知られる(第9圖)。

尙航空事故者5名に就て事故發生後數日にして頸反射を測定した成績は、第6表に示す如く同年齢の被檢者の平均値に比較して亢進してゐる。然し事故の原因は區々であり、反射亢進が

第8圖 操縦成績別頸反射分布圖



第9圖 操縦経験有無別頸反射分布圖



生來のものであるか、疲勞其他の原因によつて起つたものであるか不明であるから一概に論ずることは出來ないが、頸反射亢進と言ふ状態は身體の不調整の1つの現はれと見ることが出来る。このことは上述の操縦成績の下位の者に頸反射の亢進したことが多いことと考へ合せるとよく理解出来る。

併し乍ら頸反射は個人に就て常に固有の強さを持つものであらうか。前述の如く同一の日に數回測定した値は餘り著しい變動はないが長日月に亘つては變動を示す。即ち15~16歳の被檢者に就き體操其他の運動を主とした訓練を2ヶ月實施した後に於ては、實施前に比較して頸反射は減退してゐる(第7表)。この事實は頸反射が動作訓練によつて抑制される可能性を示してゐる。

V. 考 察

從來健康人には緊張性頸反射は一般に認められないとされてゐた。著者の成績から考察すると、頭部の軀幹に對する位置を變化さす場合、頭部は空間に對する位置も變化するから迷路の關與も考慮に入れなければならないが、迷路の機能の缺如又は過敏と思はれる被檢者でも頸反射に著明な變

第6表 航空事故者の頸反射

姓 名	年 齢	一般症状・事故状況	頸反射
H U	21	空墜、腿反射亢進	14度
T A	26	空墜、腿反射亢進	14
M O	21	腕を運骨骨折左肋骨骨折	12
S I	24	夜間飛行に離陸不時着	12
Y A	30	急降下時眩暈あり	10

21~30才標準値：6~7度

第7表 訓練による頸反射の變化

姓 名	入隊時	2ヶ月後
K S	16度	10
T N	12	8
A T	6	4
K N	6	6
W T	14	6
O T	12	6
K D	12	10
I M	6	4
S A	12	6
T M	8	8
Y A	8	4
N A	16	10

化を認めず正常人と同様に現はれること及び R. Magnus 及び A. de Kleijn (8, 9) が動物實驗に於て得た成績と一致してゐることから、健康人に緊張性頸反射が現はれると斷定してよいと考へる。

頸反射は頭部の軀幹に對する位置の變化に由つて起るものであり、頸部筋の自己受容器の刺激によつて起るとされてゐる。頸反射の中樞に就ては R. Magnus (8) は最上位の頸髓分節にあると述べてゐるが、頸髓に直接の中樞があるべきことは疑ふべくもないけれども頸髓のみに局限して考へるべきものではなく、一般に斯かゝる多くの筋群に亘る秩序ある反射に於ては綜合調整の意味に於て腦幹の關與を考慮しなければならない。而して大脳皮質が之に對し抑制或は調整作用を及ぼしてゐるとされてゐる。年齢により頸反射に差異があり、若年者で一般に充進してゐることは、大脳皮質の未發達の故に抑制乃至調整が不充分で腦幹以下の反射興奮性が比較的高いと考へられる。

低壓環境にて酸素缺乏のため頸反射が充進することは酸素缺乏の結果大脳皮質の機能が減退し腦幹以下中樞に對する抑制が減少し頸反射の中樞の興奮性が充まつたものと考へられる。

操縦と言ふ特殊の動作に習熟するためには身體は諸種の意志動作に圓滑に順應する様に用意されてゐなければならぬ。其爲には頸反射の如き哺乳動物の生活に適した原始的な反射動作が強く出易いことは不利であると考へられる。操縦成績「下」のもの多くの多くが頸反射充進し、「上」のもの多くの多くが頸反射の減退してゐる事實は上の如く考へることによつて理解出来る。又航空事故者に頸反射が充進してゐることに就ては、それが事故に如何なる因果關係を持つかは明瞭でないが兎に角動作の調整が不十分な状態であるから、もし事故當時に其状態が存在したのであるならば、一般に操縦拙劣であつたことが推測される。

以上の考察によつて頸反射充進と言ふ状態は生體の調整不全を示す一標徴であることが明らかとなつた。併し年齢によつて正常と見做す値は異なる。即ち年齢別に測定した數値から頸反射の正常範圍を定め、これと比較することによつて被檢者の頸反射の強さの程度が正常であるか否かを判定することが出来る。

## V. 要 約

1. 健康人一般に緊張性頸反射を認める。
2. 頸反射の強さは同一環境に於て個人に固有の値を示す。
3. 頸反射は年齢の増すと共に減退する。
4. 頸反射は低壓環境(酸素缺乏)により充進する。
5. 航空操縦成績良好なる者の多くは頸反射弱く、成績劣等なる者及び航空事故者の多くは頸反射が充進してゐる。
6. 頸反射は動作訓練により減退する傾向がある。

摺筆するに際し渡邊甲一閣下に敬意を表し、御指導を賜はつた東大福田邦三教授、御批判を仰いだ東大

佐々貫之教授、同教室島本多喜雄博士及び慶大西端驥一教授に對し深甚なる謝意を表します。

## 文 献

- 1) Goldstein, K. (1923) Zentralbl. f. d. ges. Neurol. u. Psych. 33, 171
- 2) Goldstein, K. u. W. Riese (1923) Klin. Woch. 2, 1201
- 3) Hoff, H. u. P. Schilder (1927) Die Lagereflexe des Menschen, Wien.
- 4) 福田 精 (昭和 18 年) 耳鼻咽喉科臨床 38, 1
- 5) 河野秀夫 (昭和 9 年) 東京醫會誌 48, 1429
- 6) 川上正義・和田惠州男・安井敏夫 (昭和 18 年) 日本生理誌 8, 319
- 7) Landschek, L. (1938) Luftfahrtmedizin 3, 12
- 8) Magnus, R. (1924) Körperstellung, Berlin
- 9) Magnus, R. u. A. de Kleijn (1912) Pflügers Arch. f. d. ges. Physiol. 145, 455, 147, 403
- 10) Magnus, R. u. A. de Kleijn (1913) Münch. med. Woch. 60 2566
- 11) Minkowski, M. (1923) Zentralpl. f. d. ges. Neurol. u. Psych. 31 87
- 12) 西端驥一 (大正 15 年) 耳鼻咽喉科臨床 19, 537
- 14) 同 (昭和 17 年) 耳鼻咽喉科總論 7 版
- 14) 佐々貫之 (昭和 4 年) 神經學誌 30, 433
- 15) Schaltenbrand, G. (1925) Deutsche Zeitschr. f. Nervenheilkunde 87, 23
- 16) Sherrington, C. S. (1898) Journ. of Physiol. 22, 319
- 17) Sherrington, C. S. (1906) The integrative action of the nervous system, London.
- 18) Simons, A. (1923) Zeitschr. f. d. ges. Neurol. u. Psych. 80, 499
- 19) Stehfen, M. (1939) Luftfahrtmedizin 3 191
- 20) 鳥居惠二 (大正 12 年) 耳鼻咽喉科京都臨床 15, 1
- 21) Treutler, H. K. (1938) Luftfahrtmedizin 2, 367
- 22) 横須賀孝 (大正 15 年) 精神神經學誌 44, 550, 633, 699

日本生理學第9卷第6號正誤表

頁	行	誤	正																	
380	2	R-P, R-P	R-P, R-R																	
"	12	常に竇房誘導	常に竇尖誘導																	
"	第1圖の説明中	下の曲線は竇房誘導	下の曲線は竇尖誘導																	
381	10	Bu <sub>3</sub> を生じ, P <sub>3</sub> も又著しくR <sub>3</sub> に接近 (R <sub>3</sub> -P <sub>3</sub> )	Bu <sub>3</sub> を生じ, P <sub>4</sub> も又著しくR <sub>4</sub> に接近 (R <sub>4</sub> -P <sub>4</sub> )																	
"	11	故にR <sub>3</sub> は	故にR <sub>4</sub> は																	
"	12	僅かに2回	僅かに3回																	
"	13	1つの週期	1つのRの週期																	
382	17	僅かに2回	僅かに3回																	
384	13	滑れて	滑つて																	
"	第8圖説明中	球と室と無關係に	球と室に																	
"	下3	Rの前方に	R <sub>1</sub> の前方に																	
385	3	室の逆行	室への逆行																	
"	8	B <sub>2</sub> 以下で	Bu <sub>2</sub> 以下で																	
"	下5	他のR <sub>1</sub> の	他のRの																	
"	下5	ある故, 或は	ある故, R <sub>2</sub> は或は																	
386	1	0.64秒	0.66秒																	
387	6	d及びcに	d及びe																	
"	18	僅かに2回	僅かに3回																	
388	9	第11圖では	第10圖では																	
"	15	第12圖の	第6圖の																	
389	第1表説明中	比較標	比較																	
"	第1表中	(1) 正常 (秒) (P-P)	(1) 正常 (秒) (P-R)																	
390	1	No. 16 P-Rが	No. 16はP-Rが																	
391	下6	1) Engelm nn	1) Engelmann																	
"	"	G.g.	Jg.																	
393	下5	遠心端(R <sub>1</sub> ), 中央部(R <sub>2</sub> )	遠心端(B <sub>1</sub> ), 中央部(B <sub>2</sub> )																	
394	下12	2.1秒 1.9秒	2.1秒, 1.5秒, 1.9秒																	
395	第1表	<table border="1" style="display: inline-table; vertical-align: middle;"> <tr> <th colspan="2">休止を伴つた場合</th> <th rowspan="2">休 止 時 間</th> </tr> <tr> <th>例 數</th> <th>結 紮 效 果</th> </tr> <tr> <td> </td> <td> </td> <td> </td> </tr> </table>	休止を伴つた場合		休 止 時 間	例 數	結 紮 效 果				<table border="1" style="display: inline-table; vertical-align: middle;"> <tr> <th colspan="3">休止を伴つた場合</th> </tr> <tr> <th>例 數</th> <th>結 紮 效 果</th> <th>休 止 時 間</th> </tr> <tr> <td> </td> <td> </td> <td> </td> </tr> </table>	休止を伴つた場合			例 數	結 紮 效 果	休 止 時 間			
休止を伴つた場合		休 止 時 間																		
例 數	結 紮 效 果																			
休止を伴つた場合																				
例 數	結 紮 效 果	休 止 時 間																		
397	下1	龜の種類	動物の種類																	
398	7	<i>Bufo japonica</i>	<i>Bufo japonicus</i>																	

		<i>Clemmys japonica</i>	<i>Clemmys japonica</i>
"	"	Gaguet 氏	Jaquet 氏
399	第1圖説明中	a...室→球 c...室→球	a...室→房 c...室→房
400	下2	(圖 f)	(圖 b)
頁	行	誤	正
401	第3圖説明	a...B <sub>1</sub> L	a...I.L
402	2	即ち B <sub>1</sub> L で	即ち最大効果は B <sub>1</sub> L で
"	下6	3 圖 e に	5 圖 e に
404	14	論結	結論
405	4	g.g.	J.g.
459	第2表上より10番目	1. 9166	2. 9166
460	7	上述に	上述の
468	下より15	strength-frequency-relation	strength-frequency-relation
471	5	$\frac{\partial V_3(s_2)}{\partial l} > 0$	$\frac{\partial V_3(s_2)}{\partial l} < 0$
"	9	$\frac{\partial \tilde{V}_1(s_1)}{\partial l} < 0$	$\frac{\partial \tilde{V}_1(s_1)}{\partial l} > 0$
476	1	loc. cit.	loc. cit.
479	下より2	$s_1 < x < s_1$	$s_1 < x < s_2$
485	7	足る丈	足る丈
"	下より9	$\frac{V_0}{F_p - E_a}$	$\frac{V_0}{E_p - E_a}$
"	脚註第1行	例へば	例へば
488	下より8	$\left[ \frac{\alpha_2}{1 - \alpha^2} \right]^{\frac{1}{2}}$	$\left[ \frac{\alpha^2}{1 - \alpha^2} \right]^{\frac{1}{2}}$
491	文獻第11號	(1339)	(1939)

# 會 報

## 會員移動 (10月31日まで)

### 入 會 (7名)

	所 屬	住 所	紹 介 者
須 永 幸 久	東京帝大醫學部生理	東京都杉並區西荻窪1の83上野方	福 田 邦 三氏
沖 田 實	横濱醫專生理	横濱市中野區間門町2の308	西 丸 和 義氏
加 藤 勝 治	日本醫大第二小兒科	日本醫科大學第二附屬醫院	戸 塚 武 彦氏
下 泉 重 吉	東京高等師範動物	東京都小石川區	井 上 清 恒氏
仁 木 偉 瑳 夫	慈惠醫大生物	東京都本郷區臺町28北辰館内	同 上
中 西 峻	順天堂醫專生理	東京都目黒區自由ヶ丘48	同 上
内 山 貢	同 上	東京都武藏野町吉祥寺2738鈴木方	同 上

### 轉居・轉任 (9名)

竹 中 繁 雄	東京都武藏野町吉祥寺650(舊臺北)
根 津 美 基	新京特別市興安大路厚生研究所(舊東京)
美 甘 守	臺灣鐵 5452 部隊
杉 下 孝 人	仙臺市大窪谷地84(舊仙臺市裏柴田町)
松 丸 忍	高岡市日本鋼業富山病院(舊東京)
江 田 得 一	茨城縣眞壁郡關本町(舊東京)
西 山 武 男	東京都淺草區橋場町2の2舊隅田別館内
佐 藤 謙 助	東京都中野區大和町48(舊新瀧)
矢 作 光 美	東京都世田谷區北澤1の1172 宮野方

### 退 會 (5名)

米 田 祗 (岡山)	白 岩 延 明 (東京)
------------	--------------

昭和19年8月5日印刷

昭和19年8月13日發行

編輯兼發行者 戶 塚 武 彦

東京都本郷區元富士町  
東京帝國大學醫學部生理學教室  
電話小石川(85)5588

印刷者 武 藤 龜 吉

東京都王子區堀船町1/785

(東京654)

印刷所 文 友 社

東京都王子區堀船町1/785

配 給 元 東 京 都 神 田 區  
渡路町二丁目九番地

日本生理學雜誌第9卷第8號

定 價 1 圓

發行所

大 日 本 生 理 學 會

事務所 東京帝國大學醫學部生理學教室  
振替東京 86430 番 電小石川 5588  
會員番號 216029番

發賣所

岩 波 書 店

東京都神田區一ツ橋通町  
電話九段(33)代表號 0187(4)  
振替口座東京 26240番  
承認番號 40號

日本出版配給株式會社

專賣特許

(日・佛・滿)

陸軍・海軍・鐵道・各大大學病院御採用

即時反應

イモダゲン  
 毒血液着色法

劃期的大發見

ワッセルマン反應に劣らぬ

本藥は各科領域に亘る諸大家が各々專斷的追試實驗で検討され、その效果の偉大なる決してワッセルマン反應に劣らぬと證明されて、既に百に餘る文献が世に公にされて居ります。

試藥及要具

イデチゲン (試藥)

二十アンブル入 (使用説明書附)

四・〇〇

イデチゲン (試藥)

十アンブル入 (使用説明書附)

二・三〇

井出毒反應試驗要具 (使用説明書附)

五・七五

井出擴 大鎮 金拾六圓也

東京都本郷二  
 販賣元 いわしや 大磯商店藥品部

全國著名藥師及藥店  
 にて販賣試驗報告集  
 第一編及二編贈呈

痰痙松咳鎮

“北研” さびとん

北里謙次郎氏創製 理学博士



ムクロシンナトリウムを主成分とする

純化學的製品にして何等の副作用なし。

東京市芝區白金三光町138

北里研究所販賣部

上呈献文

★ 集團接種愈々普及さる ★

細胞に免疫を興へる

結核免疫元 ワクナール

北里研究所製品

“北研”

適應症

内科、小兒科、眼科、婦人科、皮膚科、外科等各科領域に廣く治療効果を認められる。

東京市芝區白金三光町一三八  
 北里研究所販賣部

大販賣所

大阪・東京 株式會社 監野義商店 東京・本町 株式會社 中村瀧商店



# アカチドール

【成分】

フェニールアゾ、  
アセチルアミノ、  
オキシナフタリン  
トリスルホン酸ソ  
ーダ及びフェニ  
ルアゾ、チアミノ  
ピリジン、メタン  
スルホン酸ソーダ  
の二成分よりなる  
赤色アゾ色素劑

注射液  
2cc 5cc  
各 5A 10A 50A

【適應症】 連鎖狀球菌性諸感染（丹毒、産褥熱、關節炎、猩紅熱、敗血症等）連鎖狀及葡萄狀球菌に基因する諸疾患、癰、瘡、面疔、瘰癧、扁桃腺炎、中耳炎、淋巴腺炎、淋疾、眼瞼炎、口内炎等

塩野義製藥株式会社

大阪市東區道修町

# 結核新劑

最高度組織内酸化增強劑（副作用一切なし）

（白金パラチウムーベルオキソターゼ）

結核全般

肺結核・咽頭結核・ルイレキ・腸結核・  
腎臓結核・膜結核。

オキシドールは特殊装置により製作されたる白金・パラチウム電化液にて従來のものと同免疫學上、治療學上根本的に其趣を異にし、腦及び肺臓を主とし、諸臓器組織内深く沈着し、其強力なる接媒性能により組織内酸化工作を最高度に增強し、其寄生する結核菌を酸化撲滅するものなり、また豫防に用ひて効果顯著なり。

定價十管入金十圓（文獻贈呈）

山内製藥所

東京市赤坂區青山南町五ノ七九  
電話青山(36)二六三八番  
振替東京四五八一

# オキシドール

出血注  
素質の  
徹底的  
治療に

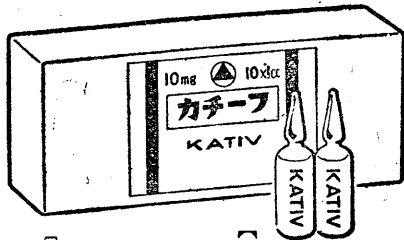
ビタミンK<sub>1</sub> 劑

# スクッテンジ

プロトロンビン減少に基因する各種出血性疾患、殊に早・新生兒の出血性素質は死亡率極めて高くその治療は従來頗る困難とされてゐたがビタミンKたるジエンテックスは劇期的新止血劑として此等諸疾患に費用せられる包装 注 13 (100) 瓶 100管

武田發賣品

製造發賣元 大阪 武田藥品工業株式會社



- ☆ 2・メチル・1・4  
— ナフトキノンの水  
溶液なり。
- ☆ 吸収極めて佳良にし  
て油劑の如き赤發腫  
張等の副作用なし。
- ☆ プロトロンビン量・  
血小板減少を速かに  
恢復せしむ。

V・K水溶液

# カチーフ

【適應症】  
略血、血痰、傳染性疾患  
の腸出血、發熱性黃疸、  
膽汁酸、肝硬變症、  
新生兒出血性紫斑、新重  
兒重症黃疸、早産兒、人  
工業養兒の出血性傾向の  
豫防

【包装】  
10mg 10x3 30錠  
ほかに錠劑(全盛)  
100錠 1000錠

431

## 内服効果を誇る

ステルベン系・卵胞ホルモン劑

# エストロゲン



性	0.1錠	0.5錠	1.0錠
各(0.5CC)	10錠	50錠	
末	(0.1錠)	100錠	500錠
錠	(0.1錠)	50錠	100錠

本劑は合成品なるため力價均齊、奏効迅速にして、確實なる内服効果の特徴とするもので凡ゆる卵胞ホルモン適應症に賞用される。殊に特有の末梢血管擴張作用は末梢血流を改善して新陳代謝を旺盛ならしめ凍傷・凍瘡・凍瘡の新治療劑として益々好評である。

3-115

製造發賣元・大阪市東區道徳町  
田邊製藥株式會社

東京田邊製藥株式會社

# アレルギー性疾患に

ミノファージェンCはアレルギー及び特異體質性疾患を惹起する最も主要器官たるシヨック器官 Retikuloendothelialsystem より抽出せるグルクロン酸を Vital な處置によつて安定化したものである。

### アレルギー性疾患

喘息・蕁麻疹・濕疹・痒痒症・小兒ストロフス・ロイマチス

### 中毒性疾患

サルバルサン・ゾルファミン・プラスモニン・キニーネ等ニ依ル中毒・自家中毒・血油病

合資會社 ミノファージェン製藥本舗  
東京都四谷區内藤町一

# ミノファージェンC