

日本生理學雜誌

第 8 卷 第 5 號

昭和 18 年 5 月 13 日 發行

原 著

- 神 部 勝 之 助 : 重量感覺に就いての研究 (1) 重重感覺の識別閾に就て…………… 241
- 神 部 勝 之 助 : 重量感覺に就いての研究 (2) 判斷時による重量感覺敏度に就て…………… 250
- 土 橋 英 夫 : 壓覺に就ての實驗 (1) 種々なる實驗條件下に於ける
壓點の刺激閾に就ての研究…………… 259
- 土 橋 英 夫 : 壓覺に就ての實驗 (2) 所謂一壓點の反復頻數刺激による
壓覺刺激閾の時間消長に就ての研究…………… 260
- 神 部 勝 之 助 : 體力に關する研究 (9) 疲勞と重量知覺に就て (1) …………… 275
- 名取禮二・土橋義雄・和田惠洲男・古川誠・阿部祐吉・日比敬行 : 體力に關する研究 (10)
疲勞と重量知覺に就て (2)…………… 281
- 上 岡 文 雄 : 體力に關する研究 (11) 疲勞度測定示標としての膝蓋腱反射刺激閾値に就て… 288
- 仁木庸次郎・朝井清・秋元新平・池上銀十郎・佐々木謙三 : 體力に關する研究 (12)
疲勞計としての膝蓋腱反射閾値法に關する批判實驗…………… 299
- 遠 藤 尙 義 : 蛙皮の動電力竝に呼吸に對する諸種要因の選擇的影響に就て…………… 303

會 報 (會 員 移 動)

大 日 本 生 理 學 會

略名・日本生理誌

Nihon Seiri. Z.

VITAMIN

B₂

B₁

生産力擴充によるB₁の値下斷行

アベリ！・ビーイチ

V・B₁剤の最高峰として賞讃せらるゝ本剤は防腐劑、麻酔劑等の混入絶對になく皮下・筋肉内・靜脈内何れにも任意に適用し得る高單位品なり。病症の程度に應じ任意量のB₁補給に適する様各種強度品を用意せり。

カタフニビン

— 純ビタミンB₂注射液 —

顯著なる發育促進作用を有し、ペラグラ様皮膚炎、眼疾患等に卓効を奏するのみならず、ビタミンB₁・Cの需要調節等に對し新治療學上重要な意義を以て使用せらる皮下（筋肉内又は靜脈内）に適用。

包裝 2cc（1・0cc）五管 100管



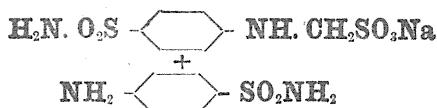
第一製藥株式會社

東京市日本橋區江戸橋三丁目
大阪市東區道修町一丁目

ABC-1

NEO-RUBIASIL

連鎖狀並葡萄狀球菌 淋菌性疾患特效



絶 賛!!

スルフオンアミド注射劑の完結

一〇%純水溶性

大量靜脈内注射好適品

(本劑の特徵)

- 一、純水溶性にして些の溶媒をも含有せざること
- 一、副作用絶無殊に蕁麻疹様發疹血管痛等なきこと
- 一、皮下筋肉何れに用ゆるも疼痛なきこと
- 一、婦人小兒も連用し得て目的を達すること
- 一、効果優秀九〇%以上

(適應症)

敗血症・產褥熱・化膿性疾患・急性慢性淋毒性諸疾患・肺炎
子宮附屬器炎・中耳炎・扁桃腺炎・丹毒・腎孟炎等

皮下筋肉靜脈兼用

發賣元

日東製藥株式會社

二cc 一〇管 五〇管
一〇cc 一〇管 五〇管
二〇cc 一〇管 五〇管

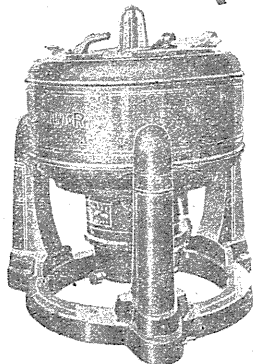
特約店

東京市目黒區下目黒二丁目二五番五
電話大崎(49)一六四九
岩城市太郎商店
安原市三太郎商店
大阪市東區西町二丁目
大阪市東區西町二丁目



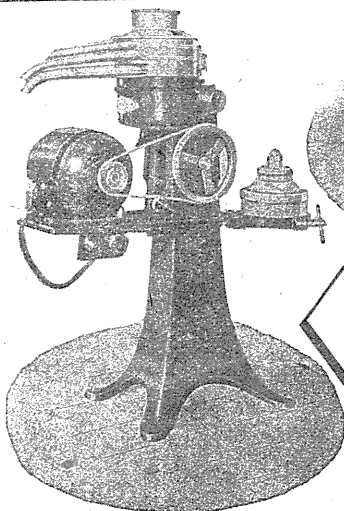
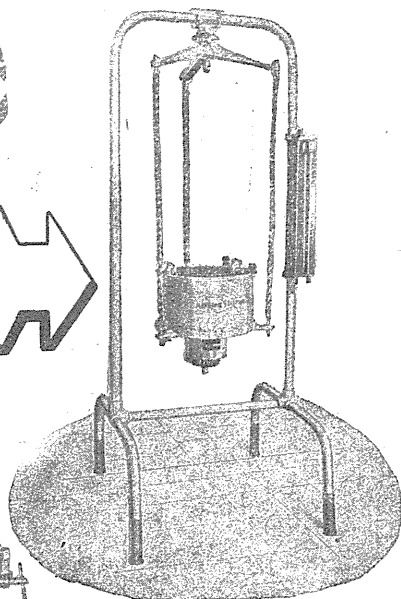
研究室備品

マルサン式遠心器



研究室=最速/遠心器
No.90 三基懸垂式遠心器
50cc x 4本架 R.P.M. 4,000
沈澱分離用 容量 50cc ~ 500cc

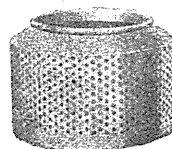
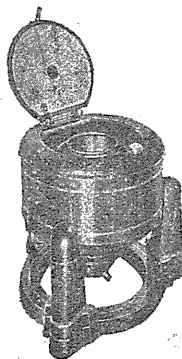
コロイド及び濾過性病原体
沈降分離研究用
No.180 超高速懸垂式遠心器
5cc x 8本架 R.P.M. 12,000 ~ 16,000
他=大型超高速遠心器アリ



細菌及び微細沈澱物/連續分離
エマルジョン及び油・水・完全連續分離
連續式遠心分離器
濾過及び濾液用
1/2馬力 毎時40公升處理他=大量用アリ

濾過、脱水、清澄、残渣採取
實驗用 小型脱水器
(ステンレス製耐酸アルカリ用)

R.P.M. 4,000 迴轉調節器付、使用法種々アリ
バスケット径 15cm, 20cm, 25cm, 他=大型用アリ
吸引ロート代用、フィルタープレス代用



ステンレス製バスケット

御一報次第各種總合型録謹呈

専門製作
佐久間寧二商店

営業所 東京市日本橋區家町三丁目一番地
電話 日本橋(24) 三九五二・五四七八
工場 東京市葛飾區南六郷三丁目十六番地
電話 葛田 五二七〇

重量感覺到就いての研究 (1) 612.821.88

重量感覺の識別閾に就いて

東京慈惠會醫科大學生理學教室

神 部 勝 之 助

Kambe-Katsunosuke

(昭和 18 年 2 月 5 日受付)

I. 緒 言

2595 年以來、著者は感覺生理學の領域に於て重量感覺到關する研究に従事した。夫等の成績を實驗方法を異にする實驗群に整理し乍ら順次報告しやうと思ふ。此第 1 報告は次の 2 つの實驗を 1 つに纏めたものである。

實驗第 1 は、その目的を、比較的軽い範圍の重量に於て最小識別閾を測定し、その結果を Weber (8) 又は Fechner (2) の法則と對比して見るにあつた。方法上の詳細は次章に記載するが、その概要は、被験者の前膊を肘關節で直角に曲げた姿勢をとらしめ、水銀微量滴下裝置によりその手掌に 7.2—100g の範圍の原重量を負荷し、短い間隔の後之に追加重量を負荷してその最小識別閾を求め、それを求め終ると次には少々長い間隔を措き、原重量と追加重量を加へたものを第 2 の原重量とし、前同様にその最小識別閾を求め、かやうにして次々に原重量を増してゆく條件下に各原重量に對する最小識別閾を求めたものである。

實驗第 2 は、その目的とする所實驗第 1 と多少の類似はあるが、方法に於て全く異り、10g より 110g まで 10g づつ重さを増した 11 種の原重量を定め、同じく手掌を用ひ、それらの原重量を 1 度掌上に乗せてその重量を記憶せしめ、次で重錘を取り去り、改めて一定の重量を増加又は減少したものを一定時間後に掌上に乗せ、初めの重量より重くなつたか、軽くなつたかと識別せしめたものである。これは實驗第 1 の場合の最小識別閾とは負荷が繼續的に掌上に加つて居ないことに於て異なるのであるが、一應最小識別閾と名づけることにし、その識別閾を 11 種の原重量に就いて、各重量の順序を定むる事なく、色々の配列のもとに觀察した。かやうに實驗第 1 では次々に連續して次第に原重量が増して行く場合の最小識別閾を觀察したので、一系列の測定が相當長い時間に亘るが、實驗第 2 では原重量の 1 つ 1 つに實驗が切斷されてゆく形であつた。

實驗は 2596 年 3 月より同年 5 月迄の間に行ひ、其要旨は第 17 回大日本生理學會に於て發表した。

II. 實 驗 方 法

A. 被験者 被験者は男女總數 17 名であつた。夫等の性、年齢、職業、體位の概評、實驗期

間等を示せば第1表の如くである。

第 1 表

姓 名	性 年齢	職 業	體位概評	實 驗 期 間
手 塚 玄	男 43	醫 師	正 常	1/IV~16/V
鈴 木 一 雄	男 41	醫 師	正 常	1/IV~16/V
神 部 勝 之 助	男 39	醫 師	正 常	11/III~25/IV
土 橋 英 雄	男 38	醫 師	正 常	1/IV~16/V
原 田 久 雄	男 38	醫 師	正 常	1/IV~16/V
中 村	男 16	小 使	正 常	1/IV~16/V
神 部 千 代	女 34		普 通	24/IV~15/V
齋 藤 智 恵 子	女 17	女 學 生	正 常	18/III
宮 地 久 子	女 17	女 學 生	普 通 稍 弱	20/IV~25/IV
沖 晴 美	女 17	女 學 生	正 常	18/IV~25/IV
岩 井 は る 子	女 17	女 學 生	正 常	24/IV
小 高 成 子	女 16	女 學 生	正 常	10/III~23/V
河 奈 光 枝	女 15	女 學 生	正 常	10/III~23/V
奥 田 正 子	女 15	女 學 生	正 常	18/III
鈴 木 靜 江	女 14	女 學 生	正 常	7/V
和 賀 美 枝 子	女 14	小 學 生	正 常	18/III
篠 原 滋 子	女 14	小 學 生	正 常	18/III

B. 實驗裝置 實驗第1に於ては Mariott 瓶を應用し水銀の微量を滴下し得る微量水銀滴下装置を用ひた。之より水銀を手掌上加へるには、豫め直徑 6.5cm, 深さ 1.2cm のエポナイト製の重さ 7.2g の天秤皿を水銀受皿とし、その上に微量水銀を滴下して實驗した。水銀を微量に流出せしめるには、Mariott 瓶に連結せるゴム管の尖に口徑 0.5mm, 長さ約 1cm の硝子管を連結し、流出する微量の水銀を加減するには、Mariott 瓶の括栓の開き方とゴム管を挟む Klemme の絞りを適宜に調節してその目的を達した。第2の實驗に於ては實驗第1の場合と同じ皿を用ひ、重量の増減には軽い範圍では砂、重い範圍では天秤の重錘などを用ひた。

C. 實驗の實施 實驗は靜かな離れた室で行ひ、實驗の時刻は色々であつたが、いづれも晝間であつた。實驗第1, 第2とも被験者の姿勢は坐位をとらしめ、視聽刺激を避ける目的で、眼帯及び耳栓を施した。尙實驗第1に於ての追加負荷は約 2cm の高さより滴下し、滴下後 2~25 秒以内に重さが増したとの知覺がなかつた場合には、一定時間 (15~30 秒) を措き、負荷を前回より少しく多くする方法の下に最小識別重量を測定した。此場合最も問題になるのは水銀滴下の衝撃と重量知覺の關係であるが、滴下時に衝撃を感じる場合と感じない場合とがあり、

色々であつた。この事に就いては尙後に論ずる心算である。さて最小識別重量 ΔR を測定し得たならば、水銀受皿を手掌より外して約 30~60 秒間の休憩を挟み、次には $R + \Delta R_1$ を原重量とし、前回と同様の操作を繰り返して新たな R_1 に對する ΔR_2 を測定し、水銀受皿を合算して 100g 近くまで觀察した。尤も實驗時間は短きは 15 分、長きは 1 時間 55 分であり、其間測定回数は少きは 13 回多きは 198 回であり、其際の 1 系列の實驗での重量範圍は少きは 10g、多きは 50g、一般には 30g 前後であつた。尙また最初の前重量を色々に変へて行つた。同一人で一時に 7.2g より 100g 近くまで實驗することは、實驗時間が長くなり疲勞が現はれて來るので出来なかつた。然し同一人につき數日に涉り再三再四、その最初の前重量も色々な重さから出發して實驗した場合もあつた。

次に實驗第 2 に於ては 10—110g まで 10g づつ重さを増した 11 種の重量を原重量とし、それに對する重さを増したり減じたりする場合の ΔR を比較測定した。實驗に際して各原重量に序列を定めなかつた事は既に述べたが Weber の注意を参照し、連續して實驗するのに行ける原重量への知覺の記憶像になるべく消えぬうちに、即ちその確度を生かすやうにし、 R を加へてから ΔR を加へるまでの時間を短かくすることにし、之を 10 秒と定めた。此實驗でも同一人につき數回行つたものと然らざるものとある。

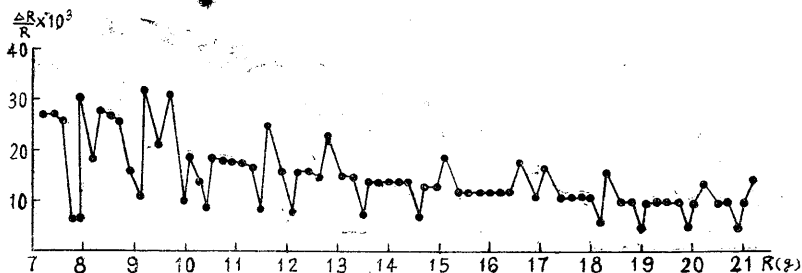
III. 實驗成績

A. 第 1 實驗の成績

實驗は前章記載の如く同一被験者に異時的に數系列の検査を行つたものもあつたので、一系列の實驗記録は 75 例に達した。夫等の成績は記載を省略し、7.2g から 100g 近くまでの重量範圍を、2 人の被験者の實驗範圍で繋ぎうるやうな 2 系列の實驗成績を擧げるととどめる (第 2~3 表)。表には R と ΔR との外にその比 $\frac{\Delta R}{R}$ を算出して記入した。尙全成績の概観は別に graph から觀察する事にする。

横軸に R 、縦軸に $\frac{\Delta R}{R}$ をとつて 75 系列の實驗成績を graph にして觀ると、その graph は相當まちまちであつた。1 例を示せば、第 1 圖は 7.2g より 21g までの範圍まで實測した一系列の實驗である。この圖で注意されることは、最小識別閾が規則的に偏差の少く變化する

第 1 圖



第 2 表

31/Ⅲ 河 奈 光 枝 (其の9)

開始 10°10' A. M.
終了 0°05' P. M.

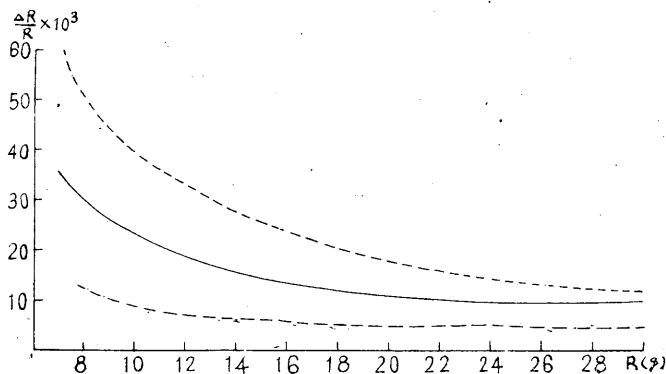
R	ΔR	$\frac{\Delta R}{R}$	R	ΔR	$\frac{\Delta R}{R}$	R	ΔR	$\frac{\Delta R}{R}$	R	ΔR	$\frac{\Delta R}{R}$	R	ΔR	$\frac{\Delta R}{R}$
7.2	0.2	0.027	17.55	0.15	0.0085	23.20	0.05	0.0021	34.20	0.4	0.011	45.50	0.3	0.0065
7.4	0.2	0.027	17.70	0.1	0.0056	23.25	0.1	0.0043	34.60	0.3	0.0086	45.80	0.3	0.0065
7.6	0.4	0.052	17.80	0.1	0.0056	23.35	0.3	0.012	34.90	0.3	0.0085	46.10	0.5	0.010
8.0	0.3	0.037	17.90	0.2	0.011	23.65	0.4	0.016	35.20	0.1	0.0028	46.60	0.4	0.0085
8.3	0.4	0.048	18.10	0.1	0.0055	24.05	0.4	0.016	35.30	0.2	0.0056	47.00	0.4	0.0085
8.7	0.25	0.028	18.20	0.15	0.0082	24.45	0.3	0.012	35.50	0.2	0.0056	47.40	0.2	0.0042
8.95	0.25	0.027	18.35	0.1	0.0054	24.75	0.3	0.012	35.70	0.2	0.0056	47.60	0.4	0.0084
9.2	0.3	0.032	18.45	0.1	0.0054	25.05	0.3	0.011	35.90	0.2	0.0055	48.00	0.3	0.0062
9.5	0.3	0.031	18.55	0.25	0.013	25.35	0.25	0.0098	36.10	0.3	0.0083	48.30	0.3	0.0062
9.8	0.3	0.030	18.80	0.1	0.0053	25.60	0.2	0.0078	36.40	0.2	0.0054	48.60	0.3	0.0061
10.1	0.3	0.029	18.90	0.15	0.0079	25.80	0.4	0.015	36.60	0.15	0.0040	48.90	0.4	0.0081
10.4	0.2	0.019	19.05	0.2	0.010	26.20	0.3	0.011	36.75	0.2	0.0054	49.30	0.3	0.0060
10.6	0.1	0.0094	19.25	0.1	0.0051	26.50	0.3	0.011	36.95	0.35	0.0094	49.60	0.4	0.0080
10.7	0.25	0.023	19.85	0.1	0.0051	26.80	0.2	0.0074	37.30	0.3	0.0080	50.00	0.4	0.0080
10.95	0.15	0.013	19.45	0.05	0.0025	27.00	0.2	0.0074	37.60	0.2	0.0053	50.40	0.3	0.0059
11.1	0.2	0.018	19.50	0.1	0.0051	27.20	0.3	0.011	37.80	0.3	0.0079	50.70	0.6	0.011
11.3	0.25	0.022	19.60	0.05	0.0025	27.50	0.3	0.010	38.10	0.3	0.0078	51.30	0.1	0.0019
11.55	0.15	0.012	19.65	0.1	0.0050	27.80	0.4	0.014	38.40	0.3	0.0078	51.40	0.3	0.0058
11.7	0.2	0.012	19.75	0.2	0.010	28.20	0.3	0.010	38.70	0.15	0.0038	51.70	0.3	0.0038
11.85	0.35	0.029	19.95	0.3	0.015	28.50	0.5	0.017	38.85	0.35	0.0090	52.00	0.4	0.0076
12.2	0.2	0.016	20.25	0.1	0.0049	29.00	0.25	0.0086	39.20	0.3	0.0076	52.40	0.4	0.0076
12.4	0.35	0.028	20.35	0.1	0.0049	29.25	0.3	0.010	39.50	0.2	0.0050	52.80	0.3	0.0056
12.75	0.15	0.011	20.45	0.1	0.0048	29.55	0.3	0.010	39.70	0.3	0.0075	53.10	0.3	0.0056
12.9	0.4	0.031	20.55	0.15	0.0072	29.85	0.25	0.0083	40.00	0.3	0.0075	53.40	0.4	0.0074
13.3	0.3	0.022	20.70	0.1	0.0048	30.10	0.3	0.0099	40.30	0.3	0.0074	53.80	0.3	0.0055
13.6	1.1	0.080	20.80	0.05	0.0024	30.40	0.3	0.0098	40.60	0.4	0.0098	54.10	0.4	0.0073
14.7	0.3	0.020	20.85	0.1	0.0047	30.70	0.25	0.0081	41.00	0.3	0.0073	54.50	0.3	0.0055
15.0	0.3	0.020	20.95	0.05	0.0023	30.95	0.35	0.011	41.30	0.3	0.0072	54.80	0.5	0.0091
15.3	0.25	0.016	21.00	0.1	0.0047	31.30	0.3	0.0095	41.60	0.3	0.0072	55.30	0.3	0.0054
15.55	0.25	0.016	21.10	0.1	0.0047	31.60	0.2	0.0063	41.90	0.2	0.0047	55.60	0.3	0.0053
15.8	0.2	0.012	21.20	0.1	0.0047	31.80	0.4	0.012	42.10	0.5	0.011	55.90	0.4	0.0071
16.0	0.2	0.012	21.30	0.1	0.0046	32.20	0.2	0.0062	42.60	0.2	0.0046	56.30	0.3	0.0053
16.2	0.2	0.012	21.40	0.05	0.0023	32.40	0.2	0.0061	42.80	0.2	0.0046	56.60	0.4	0.0070
16.4	0.25	0.015	21.45	0.5	0.023	32.60	0.3	0.0092	43.00	0.3	0.0069	57.00	0.3	0.0052
16.65	0.2	0.012	21.95	0.15	0.0068	32.90	0.3	0.0091	43.30	0.3	0.0069	57.30	0.3	0.0052
16.85	0.1	0.0059	22.10	0.3	0.013	33.20	0.3	0.0090	43.60	0.4	0.0091	57.60	0.2	0.0034
16.95	0.1	0.0058	22.40	0.2	0.0089	33.50	0.3	0.0089	44.00	0.4	0.0090	57.80	0.3	0.0051
17.05	0.2	0.011	22.60	0.25	0.011	33.80	0.1	0.0029	44.40	0.3	0.0067	58.10	0.3	0.0051
17.25	0.1	0.0057	22.85	0.2	0.0087	33.90	0.1	0.029	44.70	0.4	0.0089			
17.35	0.2	0.011	23.05	0.15	0.0064	34.00	0.2	0.0058	45.10	0.4	0.0088			

第 3 表
小 高 成 子 (其の5)
759.4Hg. 開始 3°30'
24°C 終了 3°55'

R	ΔR	$\frac{\Delta R}{R}$	R	ΔR	$\frac{\Delta R}{R}$	R	ΔR	$\frac{\Delta R}{R}$
57.2	0.7	0.012	71.9	0.5	0.0061	84.3	0.4	0.0047
57.9	0.6	0.010	72.4	0.5	0.0069	84.7	0.9	0.010
58.5	0.6	0.010	72.9	0.9	0.012	85.6	0.4	0.0046
59.1	0.7	0.011	73.8	0.4	0.0054	86.0	1.0	0.011
59.8	0.6	0.010	74.2	0.6	0.008	87.0	0.5	0.0057
60.4	0.6	0.0099	74.8	0.7	0.0093	87.5	0.5	0.0057
61.0	0.7	0.011	75.5	0.5	0.0066	88.0	0.5	0.0056
61.7	0.8	0.012	76.0	0.5	0.0065	88.5	0.7	0.0079
62.5	0.5	0.008	76.5	0.7	0.0091	89.2	0.5	0.0056
63.0	0.5	0.0079	77.2	0.5	0.0064	89.7	0.5	0.0055
63.5	0.5	0.0078	77.7	0.5	0.0064	90.2	0.6	0.0066
64.0	0.7	0.010	78.2	0.5	0.0063	90.8	0.7	0.0077
64.7	0.5	0.0077	78.7	1.0	0.012	91.5	0.5	0.0054
65.2	0.8	0.012	79.7	0.3	0.0037	92.0	0.4	0.0043
66.0	0.5	0.0075	80.0	0.3	0.0037	92.4	0.5	0.0054
66.5	0.4	0.0060	80.3	0.4	0.0049	92.9	0.6	0.0064
66.9	0.6	0.0089	80.7	0.5	0.0061	93.5	0.4	0.0042
67.5	0.5	0.0074	81.2	0.3	0.0036	93.9	0.5	0.0053
68.0	0.7	0.010	81.5	0.4	0.0049	94.4	0.6	0.0063
68.7	0.6	0.0087	81.9	0.3	0.0036	95.0	0.5	0.0052
69.3	0.5	0.0072	82.2	0.5	0.0060	95.5	0.5	0.0052
69.8	0.6	0.0085	82.7	0.3	0.0036	96.0	0.5	0.0052
70.4	0.5	0.0071	83.0	0.4	0.0048	96.5	0.5	0.0051
70.9	0.5	0.007	83.4	0.4	0.0047			
71.4	0.5	0.007	83.8	0.5	0.0059			

ところと然らざるところとがあり、即ち感覚に明暗の波が観られる事である。次に實驗重量範圍で重り合ふところの $\frac{\Delta R}{R}$ の平均値をとつてみると、第2圖の如く、これは最も多く實驗した重量の範圍であるが、太線で表はされる曲線となり、最小識別閾の偏差の上限下限を結んでみると、上下の點線となつた。

第 2 圖



今第2圖の太線につき實驗式を作つてみると R と ΔR との關係は略々1式を満足する。

$$\frac{\Delta R}{R} = aR^n \dots\dots\dots (1)$$

この式に於て a は常數で被験者の性、年齢、性格等によつて異なるが、 n は -1.18 となつた。此の重量範圍は Weber の法則に當倣まらず Fechner の法則に當倣ることになる。尤も $30g$ 以上では曲線は次第に直線とな

第 4 表

り Weber の法則に近づいた。又 ΔR の偏差も第2~3表に見る如く漸次小さくなつた。

尙偏差の動搖の最も少い時期は、實驗全體を通覽すると、實驗開始後 10 分位のところであり (第1圖では相當動搖してゐるが)、最も激しい時期は實驗開始後 30 分~40 分位のところであつた (第4表)。

被験者番號	識別力が最鋭敏になる實驗開始後の時點 (分)	識別力が最鈍感になる實驗開始後の時點 (分)
1	10.0	50~55
2	7.0	45.0
3	10.0	28.0
4	12.0	28.0
5	10.0	25.0
6	10.0	23.0
7	14.5	37.5
8	10.0	47.0
9	11.0	20.0

B. 第2實驗の成績

此實驗に於ては5名の被験者に就いて行つた。既に述べた如く、前實驗とは異り個々の各種原重量に對する増減重量の識別閾を觀たものであるが、かゝる實驗では、 $\frac{\Delta R}{R}$ が第1實驗に較べて著しく大となつたので、經驗の結果重量増減の單位を $1g$ とし、常にその整数倍の重量を増減する條件の下に行つた。1つの原重量につき略々10回前後の觀察を行ひ、それらに就いての ΔR の増減の平均値をとつてみると第5表の如くである。表中+は重量の増加へ-は減少への識別重量である。各被験者につき増加重量識別閾だけを graph に示すと第3圖になる。こ

第 5 表

被験者 番 號	増 減 方 向	11 種 of 原重量に對する $\frac{4R}{R}$ の値										
		10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110
1	+	1.00	0.25	0.10	0.075	0.08	0.05	0.057	0.062	0.077	0.06	0.063
	-	1.00	0.3	0.23	0.17	0.12	0.08	0.100	0.075	0.55	0.06	0.072
2	+	1.00	0.25	0.17	0.17	0.08	0.05	0.07	0.087	0.077	0.08	0.072
	-	0.5	0.30	0.20	0.17	0.12	0.08	0.085	0.075	0.077	0.06	0.063
3	+	0.8	0.30	0.13	0.12	0.10	0.10	0.055	0.075	0.088	0.09	0.072
	-	0.9	0.30	0.17	0.15	0.12	0.08	0.055	0.075	0.10	0.12	0.09
4	+	0.8	0.25	0.17	0.12	0.08	0.05	0.08	0.05	0.06	0.06	0.072
	-	0.90	0.30	0.17	0.17	0.12	0.08	0.07	0.08	0.088	0.08	0.072
5	+	1.2	0.30	0.20	0.12	0.08	0.06	0.04	0.06	0.088	0.06	0.09
	-	0.70	0.40	0.25	0.17	0.14	0.10	0.06	0.06	0.010	0.10	0.10

第 3 圖

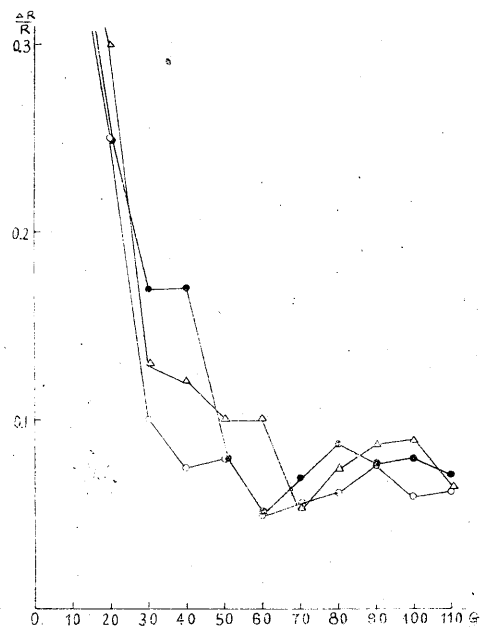
の圖に於ても R と $4R$ は指數函数的關係になることは實驗第1と變りがなかつた。尙第1の實驗では實驗時間は概ね60~70分を要したが $4R$ の動搖の小なる時期と大なる時期とを各被験者に就いて見るに、夫々多少の差があり、また嚴密な精確さは持たないが大體第4表の關係となつた。この表に於て、 $4R$ の小なる時期は大なる時期よりも被験者による差違が少いことを知つた。

IV. 實驗成績に對する考察

上述の成績に就き考察するに、實驗1,2に於て $\frac{4R}{R}$ の値は余の實驗範圍では、軽い重量に於ては Fechner の法則に合致し、重くなるに従ひ Weber*の法則が妥當する様に思

はれた。この事實は Fechner (2), Stratton (6), Dohrn (1) 等も最初の重量が 7.5—250g であれば殆んど Weber や Müller (5) の要求する處と一致するが、10—50g の範圍では最初の重量が小であればある程識別閾が大であるとするのと同じである。

次に余の第1,第2の實驗に於て、實驗重量の範圍が變らぬにも拘らず、 $\frac{4R}{R}$ の値がかなりの懸隔を示した。この差異は何に起因するか、第1には實驗方法上第1では原重量が持続的に負



荷されて居り、 ΔR の識別に注意が集中されてゐるのに、第2では原重量が持続的に負荷されぬため、その記憶に注意が集中されることが最も大きい原因と考へられる。尙又重量の加はり方(第2實驗では減り方もあるが)も第1實驗では水銀の微量滴下の法であり、第2實驗では1g 單位づつ變化せしめた重量を掌上に置いたための壓の加はり方の差に因るものと思はれる。重量感覺では衝撃の加はり方の影響が深部知覺の外に表在する觸覺壓覺の關係から極めて重要で、夫故に次の Handmask を用ひた實驗に移ることになつたのであつた。

次に連續して實驗してゐるうちに偏差の極めて少くなる時期と、逆に多くなる時期とか週期的に現はれ、感覺の明暗の波を示した。この週期の長さはかなりまちまちではあるが、凡そ3〜5分の範圍と認めて差支ないやうである。これは呼吸等とは關係のない中樞的なものである。

次に第2實驗に於ては重量増加への識別閾が減少への夫より低かつた。之は林氏(3)の同一重量を度々負荷して重くなつたか軽くなつたかを判斷させると、増加せりと判斷する場合が多い實驗事實より一般に感覺は消極的な場合よりも積極的な場合に鋭くなるが如く思はれるが、これは1つの心理的な現はれである。元來 Weber の法則に就き Seashores (7), Halls u. Motoras (4) 等は、色々な心理的要素が介入する時には當筈まらぬと主張してゐるが、生理學的研究はその心理的なものを出来るだけ生理的なものに移して行かねばならぬ。余は順次實驗をその方向に進めるつもりである。

次に第1實驗でも第2實驗でも感覺敏度の最も鋭い時期は實驗開始後10分前後であり、略々一致し、最も鈍い時期は稍まちまちであつたが、大方30—40分位であつた。これは一般作業に見る能率の現はれ方と類似する。

V. 摘 要

1. 重量感覺に關して2つの實驗を行つた。1は7.2gより100gまでの重量範圍を手掌で原重量を持続的に負荷しながら追加重量に對する最小識別閾を求めた。2は10gより10gづつ増加した11種の原重量に就き、手掌に一應原重量を戴せた後取り去り、一定時間の後、記憶像を基楚とし、各原重量に對する最小識別閾を求めた。

2. 第1の實驗から原重量が30gより輕ければ概ね Fechner の法則に當俵り、それより重ければ漸次 Weber の法則に當俵る形になる傾向が知られた。

3. 第1の實驗では持続的に實驗してゐると感覺敏度は實驗開始後10分前後で一番鋭く30—40分の経過で鈍くなつた。尙又3—5分位の週期で感覺の敏度が變り、明暗の波を示した。

4. 第1の實驗と第2の實驗とでは $\frac{\Delta R}{R}$ の値が相當に違つた。この事は持続的に負荷される場合の追加重量に對する識別力が、記憶するものより遙に正確であることを示すものと認められる。

5. 第2の實驗から追加又は減少する場合の重量識別力は原重量より重量が増す場合の方が

減る場合よりも鋭かつた。この事は感覚が積極的な方向に強化される事を示すものと思はれる。

摺筆に當り恩師浦本教授の指導と校閲、竝に杉本助教授、名取講師の援助を深謝す。

文 献

- 1) Dohrn, (1861) Zeitschr. f. rat. Medizin 10 339
- 2) Fechner, G. Th. (1889) Elemente der Psycho-physik.
- 3) 林 銑藏 (1937) 心理學研究 12 577
- 4) Halls und Motoras (1887) Amer. Journ. of Psychol. 1 72
- 5) Müller, G. E. (1905) Zur Grundlegung der Psychophysik 233
- 6) Stratton (1896) Wundts philos. Stad. 12 525
- 7) Seashores (1896) Stad. from the Yale Psychol. Laborat. 4
- 8) Weber, E. H. (1846) Der Tastsinn und das Gemeingefühl in R. Wagners Handwörterb. d. Physik 3, 2 Abt., 481

重量感覺到就いての研究 (2) 612. 821. 88

判斷時による重量感覺敏度に就て

東京慈惠會醫科大學生理學教室

神 部 勝 之 助

Kambe-Katsunosuke

(昭和 18 年 2 月 5 日受付)

I. 緒 言

茲に報告する實驗は表題に關する余の前報告 (5) の繼續實驗である。この實驗の目的は先づ重量知覺なるものを觸覺乃至壓覺から離し、より純粹の形に於て見やうと云ふことに出發した。その結果 Guttapercha 製の Handmask を案出したが、一方 Handmask 法では一應觸覺は取除き得たが、最小識別閾は著しく大きくなることを免れなかつた。そこで實驗は最小識別閾を観察することよりも、先づ掌上に重量を載せ、重量が加はつたと識別するに要する時間即ち判斷時(t)と重量(R)との關係から見て行かねばならなかつた。

實驗は2つに分れる。第1實驗は Handmask 法に就き色々の觀察を行つた後、此方法を用ひた場合の判斷時に關し刺激の加はり方(速度)、呼吸運動の時相との關係、呼吸運動に伴ふ手の動きとの關係等を觀察した。

第2の實驗は 1—200g の重量範圍に於て、色々の重さにつき或る場合には輕より重に増し、或る場合には重より輕に減じ、或る場合には順序不同にし、更に或る場合には一定間隔を措いて同一重量を繰り返し Handmask 上に載せる方法の下に判斷時が如何に變つてくるかを觀た。

實驗は 2596 年 3 月より 2597 年 3 月迄の間に行ひ、其の要旨は第 17 回、第 18 回大日本生理學會に於て發表した。

II. 實 驗 方 法

A. 被驗者 被驗者は 11 歳より 40 歳に至る男女 26 名で、中には前報告に被驗者となつて貰つた人もある。夫等の人々の年齢、性、職業、健康概評及實驗時期等は第 1 表の如くである。

B. 實驗方法及裝置 實驗第 1 に於ては、前述の如く皮膚の表在知覺、特に觸覺を遮斷する目的で、厚さ 2mm、廣さ 10×30cm の Guttapercha の板を 45°C の湯に浸し、適當に軟かにし、各被驗者の右の手掌に合せて手型を作り、10—500g の重量範圍に於て或一定の重量を手型上に載せ、重量が加はつたとの判斷を求めた。判斷時を求める條件は、呼吸相との關係、刺激の加はり方(速度)手を固定した場合と然らざる場合又重量を取り去る時等である。判斷時

第 1 表

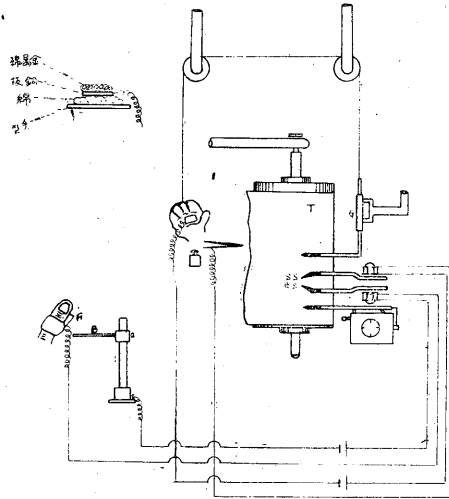
姓 名	性	年 齢	實 験 時 期	職 業 體 位
浅 井 孝 祐	男	40	7/V	會社重役 强 健
中 山 能 郎	男	40	7/V	會社重役 强 健
太 田 衡 太 郎	男	36	19/V	電氣技師 强 健
黒 田 林 三 郎	男	32	2/II	醫 師 强 健
黒 羽 根 忠 雄	男	28	4/II	醫 師 强 健
山 崎 良 三 郎	男	27	27/III~16/VII	學 生 强 健
高 橋 正 夫	男	27	4/V	研究助手 纖 弱
神 部 節 之 助	男	25	25/III~16/VII	學 生 强 健
清 水 隆	男	14	27/III~16/VII	給 仕 强 健
坂 野 佳 二	男	14	8/V	給 仕 强 健
神 部 千 代	女	35	23/II~27/V	中 等 健
伊 藤 照 子	女	26	6/III~15/VII	女 學 校 員 强 健
太 田 鶴 子	女	19	20/III~29/V	女 學 生 纖 弱
荒 木 敬 子	女	18	22/III	女 子 藥 專 徒 弱
吉 田 舒 子	女	18	19/III	女 學 生 健
大 島 綾 子	女	18	19/III	女 學 生 健
小 高 成 子	女	17	27/II~17/IV	女 學 生 强 健
沖 春 子	女	17	2/III~15/VII	女 學 生 中 等 健
鳥 山 愛 子	女	17	12/IV~13/IV	女 學 生 中 等 健
柳 原 愛 子	女	17	12/IV~14/IV	女 學 生 中 等 健
名 執 弘	女	17	16/IV~17/IV	女 中 强 健
河 奈 光 枝	女	16	17/IV	女 學 生 强 健
太 田 豐 子	女	13	26/III~29/V	小 學 生 中 等 健
木 村 賀 津 代	女	13	11/IV	小 學 生 中 等 健
飯 塚 文 子	女	13	11/IV	小 學 生 中 等 健
木 村 富 美 子	女	11	11/IV	小 學 生 中 等 健

は Hipp の反應計を用ひ、左の示指で記號することにし、重量の加はる速度の調節には Ach の落下器を用ひ、落下速度は毎秒の平均速度を 10mm と 5mm とした。尙對照實驗として Handmask を用ひない場合に就ても行つた。

次に第 2 實驗では同様に Handmask を作り、Zuntz の Kymographion を用ひ、呼吸運動や、それに伴ふ手の微動、刺激時點、識別時點等を記録するやう第 1 圖の如く裝置し、10—200g の重量範圍に就て前同様判斷時を觀察した。圖に示すやうに刺激記號も識別時記號も電

磁記號器を用ひ、それが爲には手型上に銅の薄板、金屬綿等を戴せ、その上に重錘を戴せると電路が閉鎖されるやうにした。識別時記號には第1實驗と同じに實驗に使用しない左の手指で行つた。

第 1 圖



III. 實驗成績

A. 第1實驗の成績 先づ Handmask を用ひて見ると觸覺は確に取り除き得るやうであつた。然し追加重量に對する最小識別閾を見ると、甚しく大きくなり、50g 以下では識別し難いことを認めた。そこで實驗は自然最小識別閾を觀察することより一定の重量を加へた場合の判斷時を觀察することになったのであつた。以下前章記載の實驗條件下の成績の一部を示せば第2—6表の如くである。表中—の符號は重量を加へても感覺の起らなかつた印である。

第 2 表 手掌の條件を變へて重量を加へる場合の判斷時 msec

被 驗 者	手 掌 の 條 件	被 驗 重 量 (g)								
		10	30	50	70	100	200	300	400	500
神 部 勝之助	直 手	280	257	235	165	137	150	135	200	205
	手 型	390	345	285	185	165	165	180	167	180
土 橋 義 雄	直 手	285	255	192	195	165	142	170	240	215
	手 型	365	335	295	205	155	150	165	235	185
鈴 木 一 雄	直 手	272	250	240	242	235	205	200	225	260
	手 型	338	320	280	250	240	222	250	255	205
原 田 久 雄	直 手	192	170	232	188	195	175	190	240	280
	手 型	365	305	297	207	210	190	185	230	260
土 橋 英 夫	直 手	260	243	205	200	198	195	208	255	270
	手 型	305	287	245	195	200	205	195	280	245

第 3 表 重量を取り去つた場合の判断時 msec

被 験 者	手 掌 の 條 件	被 験 重 量 (g)								
		10	30	50	70	100	200	300	400	500
神 部 勝之助	直 手	268	205	215	150	120	132	115	157	210
	手 型	360	298	270	166	145	142	170	188	215
土 橋 義 雄	直 手	264	232	170	175	158	122	165	215	222
	手 型	348	316	200	185	145	160	155	225	162
鈴 木 一 雄	直 手	256	236	218	222	215	188	175	215	180
	手 型	315	315	220	240	231	200	228	230	240
原 田 久 雄	直 手	172	155	220	168	177	156	189	212	235
	手 型	290	256	285	190	190	175	165	235	270
土 橋 英 夫	直 手	242	223	215	182	178	192	198	265	220
	手 型	300	287	225	165	192	188	175	230	264

第 4 表 重量を加へる速度の差異による判断時 msec

被 験 者	手 掌 の 條 件	被 験 重 量 (g)								
		10	30	50	70	100	200	300	400	500
神 部 勝之助	速	265	240	245	135	137	160	165	155	140
	緩	(-)	340	305	240	180	255	360	345	370
土 橋 義 雄	速	280	250	190	200	175	165	142	190	170
	緩	(-)	362	300	290	235	290	445	385	410
鈴 木 一 雄	速	270	250	230	260	232	215	220	255	208
	緩	(-)	(-)	280	245	220	210	455	420	400
原 田 久 雄	速	188	172	220	190	185	170	195	230	210
	緩	(-)	380	240	192	175	235	220	280	385
土 橋 英 夫	速	250	245	190	200	188	192	210	230	235
	緩	(-)	290	275	240	245	380	420	435	462

第 5 表 前膝を机に固定せる場合の重量判断時

被 験 者	手 掌 の 條 件	被 験 重 量 (g)									
		10	20	30	50	70	100	200	300	400	500
神 部 勝之助	直 手	320	310	257	235	165	137	145	138	160	225
	手 型	382	350	315	255	185	165	165	178	210	215
土 橋 英 夫	直 手	246	290	245	215	187	220	180	205	260	232
	手 型	390	347	246	225	190	190	195	210	272	250
鈴 木 一 雄	直 手	285	272	260	255	260	200	205	190	250	265
	手 型	325	290	280	245	257	210	218	220	272	245

第 6 表 重量感覚判断時と呼吸相との関係 msec

被 験 者	呼 吸 相	被 験 實 量 (g)			
		100	70	50	30
土 橋 英 夫	呼 氣 { 中 間	320	243	325	356
		302	232	265	380
	吸 氣 { 中 間	352	425	420	412
		290	370	340	353
神 部 勝之助	吸 氣 { 中 間	225	247	230	267
		172	214	218	245
	呼 氣 { 中 間	230	232	305	356
		210	245	265	380
鈴 木 一 雄	吸 氣 { 中 間	220	225	300	312
		200	180	265	275
	呼 氣 { 中 間	202	265	275	305
		218	240	232	280

B. 第2實驗の成績 先づ判断時を同一重量につき數回繰り返し觀察した。Kymographionを廻し始めて重量を戴せるまでの時間を記入したのは Kymographion の廻轉が結局實驗用意の注意を被験者に與へることになるので注意力の影響を顧慮したのである。尙輕重の順序は不同であつた。次に輕より重へ、重より輕へ、又順序不同に負荷を與へた場合の成績の一部を示せば以下第 7—8 表の如くであつた。

第 7 表 同一重量を繰り返し載せた場合の判断時(秒)

被験重量 (g)	負荷回数	Kymographion を廻し始めてより、重量を載せる までの時間 (秒)	判 断 時 (秒)
10	1	15	1.2
	2	23	0.4
	3	28	2.2
	4	35	0.5
	5	42	0.8
	6	50	1.5
20	1	15	0.8
	2	19	2.7
	3	30	0.7
	4	35	1.2
	5	42	1.0
	6	49	0.7
50	1	19	1.3
	2	22	0.5
	3	32	1.0
	4	36	0.3
	5	41	1.2
	6	46	0.7
100	1	12	1.4
	2	16	0.6
	3	19	1.5
	4	23	0.6
	5	26	0.5
	6	30	2.1
200	1	15	1.2
	2	21	0.5
	3	25	1.0
	4	28	0.3
	5	32	0.8
	6	37	0.2

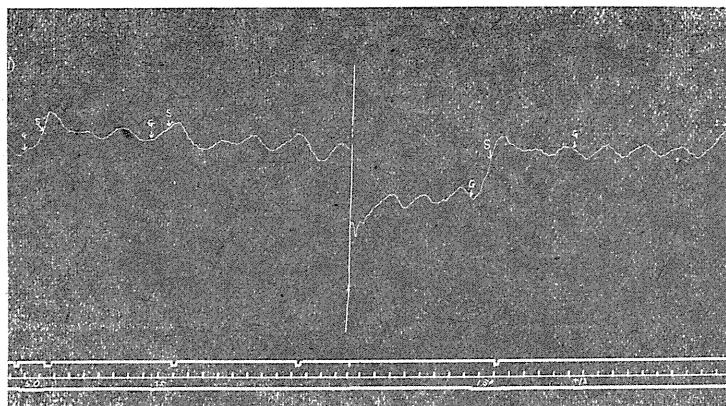
第 8 表 重量を載せる序列を種々變更した場合の判断時(秒)

重量荷載 序 列	被験重量 (g)	Kymographion を廻し始めてより、重量を載せる までの時間 (秒)	判 断 時 (秒)
重 よ り 輕	200	13	0.5
	100	28	0.8
	80	35	0.8
	60	44	1.0
	50	57	0.9
	40	70	1.5
	30	78	1.0
	20	82	0.9
	15	92	1.5
	10	105	3.0
	7	112	(一)
輕 よ り 重	10	17	2.5
	15	28	1.5
	20	36	2.0
	30	48	1.8
	40	61	1.0
	50	69	5.0
	60	78	0.4
	80	92	0.2
	100	111	0.3
	150	119	0.4
	200	135	0.2
序 列 不 同	50	12	0.8
	100	19	0.6
	20	28	3.0
	30	41	2.2
	200	55	0.8
	70	67	1.5
	40	91	1.8
	150	102	0.3
	80	120	0.5
	60	141	0.5
	100	160	0.2
	10	178	(一)

以上の實驗に於て注意された事は重量の感覚が概ね、呼氣の始め、若くは吸氣の終りに於て起つた事である。第2圖はその關係を示したものである。この點に就いては後に考察する。次に或重量を原重量として其判斷時を求め、次で其重量に或追加重量を加へ、その際の判斷時を測定して觀た。その結果は第9表に示す如くであつた。判斷時は余の前實驗に比べるとかなり違つてゐる。此事は既に本報告の實驗第1に述べた所であるが、それよりも一層注意される事は、單獨な重量の判斷時と、同じ重量に就いて追加重量を加へる場合では著しく遅くなる事を觀察した(第7—8表参照)。

この理由に就いては後に記載する。

第 2 圖



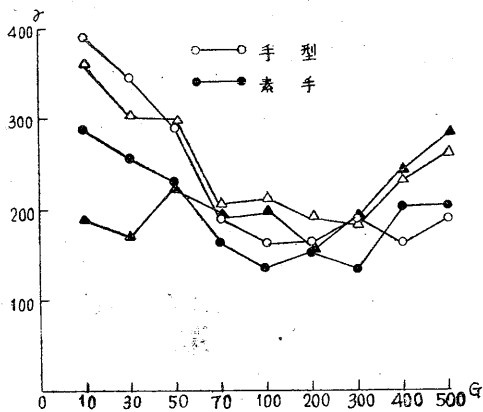
第 9 表

被 験 者	呼 氣 相					吸 氣 相				
	Kymographion を廻してより、 重量を載せる迄 の時間 (秒)	原重量 (g)	追 加 重 量 (g)	原重量 判斷時 (秒)	追 加 重 量 判斷時 (秒)	Kymographion を廻してより、 重量を載せる迄 の時間 (秒)	原重量 (g)	追 加 重 量 (g)	原重量 判斷時 (秒)	追 加 重 量 判斷時 (秒)
河 奈 光 枝	5—9	200	15	1.2	2.3	8—13	200	15	2.0	4.6
小 高 成 子	12—18	60	6	1.2	0.7	13—23	60	6	4.8	4.8
山 崎 良 三 郎	10—17	30	3	2.2	1.5	17—25	30	3	2.5	5.0
清 水 隆	15—25	50	5	1.2	5.6	14—25	50	5	1.5	2.3
沖 春 子	10—22	100	10	2.0	1.4	14—22	100	10	2.5	5.5
太 田 鶴 子	13—24	150	15	2.7	2.6	12—24	150	15	2.3	3.7

IV. 實驗成績に對する考察

第1實驗の成績から、横軸に重量、縦軸に判斷時をとり、即ち重量の判斷時曲線をとつてみると、第3圖の如く、50g 以上では Handmask を用ひないでもそれ程の相違を見ない。然るに 50g 以下では、Handmask を用ひると重量知覺は鈍くなり、兩曲線は重量が輕くなる程開

第 3 圖



立つことを示すわけである。

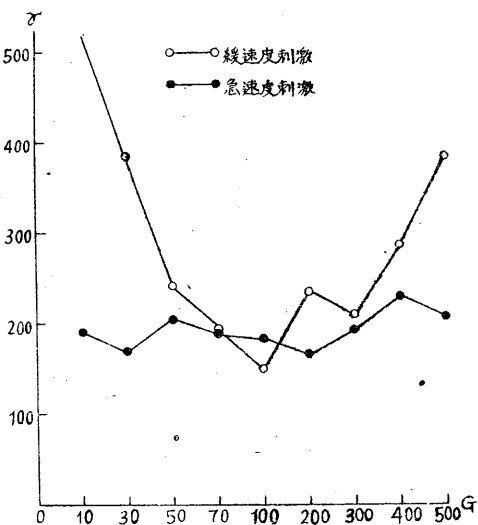
次に重量の加り方の緩急に依つて重量判断時曲線は第4圖の如き相違を示した。即ち余の實驗では 50—250g (既に述べた如く Weber の法則によく適合する重量範囲) では餘り差異がないが、それより軽いかによつて開きが出来、重錘の落下速度の毎秒平均 5mm の方が 10mm よりも判断が鈍くなつた。この事實は刺激生理學的に明らかなことである。250g 以上で開くのはその重さでは Handmask を當てても皮膚變形に相當影響する結果と考へられるが重量を増すに従ひ深部知覺器の關與の重要さを示す。

次に呼吸との關係は、第1實驗では第6表に示す如く、第2實驗では第2圖の曲線に示した如く吸氣の初め、若しくは呼氣の終りに鋭敏であつた。土橋(6)の反應時の最短期とは僅かに時相がそれるけれども餘り變つてはゐない。尠くとも吸氣相若しくは呼氣相の中間期ではない。即ち呼氣より吸氣に移る變化の時期であることは確である。一方その際の手の微動との連關を見ると、吸氣では手は上方に向ひ、呼氣では下方に向ふのであるが、重いものでは手の上向、下向に餘り關係がないが、軽いものでは下向の終り上向の始に過敏である事は力學的に加速される關係にあるから當然であると思ふ。

次に第2の實驗では、最初の實驗で或重量に對する判断時が、實驗用意を知らしめる Kymographion の廻り始めてから重さを加へる迄の時間と重量への判断時との間には何等定まつた關

いて來る。之は Gatti(4), Frey(1)等が壓迫感覺の生起には刺激部の皮膚變形が重要因になつてゐるといふことや, Albert, Freiberg (3) が刺激強度が強ければ強い程, 壓刺激に對する潜伏時間が短縮する事實と聯關があるわけである。即ち一定重量以上に達すると, 重量知覺は表在する觸壓覺よりは深部知覺に依存する爲に判断時に差異がなくなつて來ることを示すものであり, 表在知覺は主として軽い重量知覺に役

第 4 圖



係はみられなかつたが、同一重量に對して判斷時に長短が生じ、知覺の明暗のある事は明かであつた。次に重量を逐次増す場合と減らす場合では、増す場合に於てその判斷時が短くなつた。この事實は余の前報告に於て積極性を持つた方が感覺が鋭くなる事實と一致する。次に單一重量を判斷する場合と同じ重量に就ての單獨判斷時でもそれへの追加重量の最小識別閾を求めやうとする場合には著しく違つて來たことは未來が現實を規定してゐる中樞性抑制の働きであることは云ふまでもない。未來が常に現實に加入してゐる事實の生理的實證と云はねばならぬ。

V. 摘 要

1. 重量知覺を出来るだけ純粹の形に於て觀察する爲め、表在知覺特に觸覺の關係を除去する目的で、Guttapercha で作つた手型を用ひ、2つの實驗を行つた。1つは手型を用ひた場合と素手の場合の $\frac{4R}{R}$ を比較し、次で 10—500g の範圍に於て重さを戴せた場合の重量識別時を觀察し更にそれを呼吸との關係、或は重量を加へる速度との關係を觀た。その2は 1—200g の重量範圍で、一定の基準重量を定め同じ重量を一定間隔で再繰返し戴せたり、重量を漸次増加したり、減少する場合の判斷時の變化を觀察し、更にそれと呼吸との關係を觀察した外、單一重量だけに就いての重量識別時と、その重量に對する追加重量識別閾を見る場合のその原重量だけに就ての識別時を比較検討した。

2. 50g 以下の重さでは素手と手型を用ひた場合とを比較すると Weber の法則に當應る 50—250g の範圍では兩者等しく、それ以下又はそれ以上では一致しなかつた。

3. 第1, 第2實驗を通し、重量に對する識別力の最も鋭敏な時相は呼吸の終りから吸氣の始であり、手が呼吸運動に伴れて降りきつた時から昇らうとする時點に相當することを知つた。その原因には身體的な原因と物理的な原因とが考へられた。

4. 一般に識別力は刺激の加はる速度が大になる程敏の形に現はれた。

5. 重量の識別力の鋭さは重量が減る時よりも増す時が鋭敏になつた(第1報告, 第5表参照)。

6. 第1, 第2實驗を通し、一般に繼續して實驗する時には、重量識別力に明暗の波があることが知られた。

7. 或重量に對する重量知覺は單にその重量だけに對する識別時間を求める場合と、その重量に就いての最小識別閾を求めようとする場合では、同じ原重量だけに就いての判斷時が著しく變り、後者に於て延長した。この事は一般に判斷するといふ生理的働きが未來に豫定された出來事に制約される事實を示すものである。

擱筆に當り恩師浦本教授の指導と校閲、並に杉本助教、名取講師の援助を深謝す。

文 獻

- 1) Frei, M. V. (1899) Arch. f. d. ges. Physik. 59
- 2) Frey, Fischer, Grundig (1928) Zeitschr. f. Biol. 86 503
- 3) Freiberg, A. D. (1937) Amer. J. Psychol. 49 23
- 4) Gatti, A. (1924) Arch. ital. d. Psicol. 3 133
- 5) 神部勝之助 (2603) 日本生理誌 8 241
- 6) 土橋義雄 (2602) 日本生理誌 7 432

壓覺に就ての實驗(1) 612.794

種々なる實驗條件下に於ける壓點の刺激閾に就ての研究

東京慈惠會醫科大學生理學教室

土 橋 英 夫

Tutihasi-Hideo

(昭和18年2月5日受付)

I. 緒 言

1882年 Blix(1)は壓點を發見した。其後 Frey 及 Kiesow(4), Hansen(8)等が刺激毛を用ひて壓點の分布狀態や刺激閾値を探究して以來、所謂壓點は壓覺に於て受感器にも相當するやうな重要なものと認められるに至つた。然し一方に於て Goldscheider 及び Hoefer(6)等は所謂壓點間の皮膚表面でも壓覺の起ることを指摘し、若干の問題を残した。然るに近時 Becker, Fröhle(2), Guilford, Lovewell(7)等は壓點間の皮膚表面も亦一般に壓に對する知覺能力があり、所謂壓點は他の部に比し知覺が鋭敏であるに過ぎない。従つて壓覺の受感器として壓點のみを考へるのは誤りであると主張してゐる。然し孰れにしても所謂壓點が壓覺に對し最も鋭敏の個所であることには變りがない。

そこで余は特殊な壓覺の検査器を考案し、その裝置に於て、刺激毛の皮膚接觸面積を3種に變へ、第1には身體表面で壓覺の鋭いところ、鈍いところ、中等度のところの3個所を選び、所謂壓點のみならず壓點外の皮膚表面の壓に對する閾値を比較検討し、閾値を示標として壓點なるものの意義を吟味し、第2には所謂壓點だけを選び刺激の加はり方の速さを2様に變へてみることににより壓覺の性質を検討してみた。

實驗は2601年4月より10月迄の間に行ひ、その要旨は日本生理學會第4回小講演會に於て發表した。

II. 實 驗 方 法

被驗者には成人男子5名を依頼した。夫等の人々の年齢、出生發育地、基本體格、基本體力を示せば第1表の如くである。

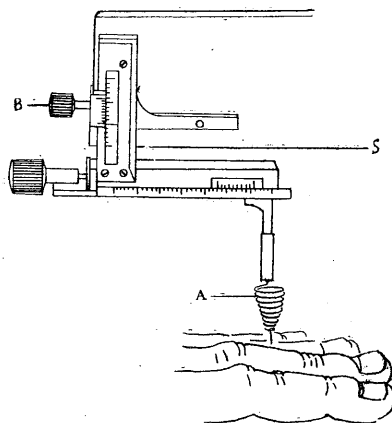
余の考案せる壓覺閾測定裝置は第1圖の如く細銅線で作つた撥條Aを十字盤の下方に取り付け、更にその一端に同じく銅線の斷面積 0.075 , 0.100 , 0.150mm^2 の3種を刺激毛として取り付けたものである。刺激毛は垂直の位置で皮膚を壓するやうにし、壓力は撥條の縮み方から測るので、これは十字盤の副尺で讀み取つた。即ち刺激毛の尖端が皮膚を壓し乍ら撥條 1mm を縮ましめる力は、刺激毛の尖端 0.075mm^2 のものでは皮膚の單位面積(1mm^2)に就き 1.10g 、 0.100mm^2 のものでは 0.83g 、 0.150mm^2 のものでは 0.55g に相當した。尙刺激毛で皮膚を壓

第 1 表

被験者	出生 發育地	性	格	年齡	身長		體重	胸圍	脈搏	呼吸	血 壓		握 指叩打		背筋力	握 力		肺活量	反 應			時	
					cm	kg	kg	cm	分	分	大	小	左	右	kg	左	右	kg	cc	光			
																				赤	白		青
K. Y	青 森	兩向性		37	160.6	56.0	86.2	60	17	120	60	244	291	158	48.5	55.5	4200	131	110	135	110	130	
H. H	長 野	內向性		38	157.5	65.0	86.0	72	18	120	75	264	267	150	42.0	45.0	2900	181	237	200	124	186	
Y. T	新 潟	外向性		34	166.0	52.5	81.5	76	18	102	60	200	245	150	41.0	54.5	3960	166	168	156	135	196	
K. S	靜 岡	內向性		41	164.8	56.0	81.5	70	19	115	75	220	232	110	43.7	43.5	3960	183	178	225	121	185	
G. T	茨 城	外向性		43	158.0	50.5	78.2	75	18	118	72	235	245	135	42.0	48.5	3400	175	210	220	120	165	

する速度は B の小ネジを略毎秒 5mm の速度で廻したのである。また被験部の皮膚は毛を剃つて他の壓點への壓の波及を防止した。閾値を測定する皮膚部位は實驗目的に應じ色々の所を撰んだが、そのことに就ては其他の實驗條件と共に各實驗の成績のところに記載する。

第 1 圖



III. 實驗成績

A. 壓點密度の異なる3つの皮膚部位に就ての壓覺閾値の觀察

本項の實驗は室温 (20—25°C) で行つた。皮膚區域を中指の背面、手の背面、下腿の前面の3ヶ所を撰び各 1cm² の小區域を定め、その部の毛を剃り且つインクで區劃し、測定個所は別に順序をつけずに、この小區域内の點々する約30個所に就て閾値を測定した。測定修了の個所は赤インクで印を附けていつた。1個所の測定が済んで次の個所を測定するのには別に間隔を挿むことなく、連續的に30個所の閾値を測定した。この測定は皮膚接觸面積の最も小さい刺激毛から實驗し始め、それが済むと、同じ30個所を次の大きさの刺激毛で實驗し、最後に最も大きい接觸面積の刺激毛を用ひ、結局30個所の部位に付き3回づつ閾値測定をしたのである。閾値を測つた30個所の相互間隔は約 2mm

第 2 表 中指背面 1cm², 30 個點に就て求めた壓覺閾値

被 驗 者	刺 激 毛		壓 覺 を 感 じ た 撥 條 の 讀 み (mm)									
	種 類	觸 接 面 積 mm ²										
湯 田 勝 年	I	0.075	17.5	19	13	18.5	16	20	15	17	19.5	15
			18	14	15	16.5	13	18	20	15	11.5	16
			13	11.5	17	12.5	18	13	17	19	15	14.5
	II	0.100	11	9.5	8	8.5	10	14.5	12	12.5	9.5	15.5
			10.5	13.5	8.5	14.5	9	12	14	10	8	12
			9	11.5	16	8	12.5	10	13	14.5	15	10
	III	0.150	8	5.5	7	8.5	6	11.5	6	9.5	7.5	10.5
			6.5	8	6	9	10	7.5	9	6	7	8.5
			6.5	9	7.5	7	7.5	6	8	8	9.5	7
原 田 久 雄	I	0.075	20	11.5	16.5	12	14	12.5	20	11	13	18
			12.5	18	18	15	17.5	15.5	14	13.5	20	12.5
			13	17	11	20	16.5	12	16	17	16	13
	II	0.100	13	11	8.5	9	15	12	11.5	9.5	8	10
			8	7	14.5	8	9	8.5	9.5	13	11	12
			11	10	7.5	15.5	13.5	14	8.5	10.5	9	7.5
	III	0.150	8.5	6	7	10	8.5	7	6.5	12	9	11
			10.5	9	7	5.5	6	7	8	9.5	6.5	6
			7	11	6.5	8	8	8.5	6	9.5	10	7.5
土 橋 義 雄	I	0.075	20	13	18	14	15	19	14.5	17	12.5	13
			13.5	18	16.5	20	13	17	17	14	18	20
			14.5	20	17.5	13.5	19.5	13	20	17	17	15
	II	0.100	17	14	11	12	16	9.5	14.5	17	12	9
			15	9	13	17.5	10	13	11.5	16	10.5	15.5
			13	10	9.5	14	16.5	16	16	11	12	15
	III	0.150	11	8.5	11.5	12	7.5	11.5	10	10	8.5	10.5
			10.5	9	10	8	9	9	12.5	7.5	10	11.5
			10.5	8.5	11.5	9	11	12	8	10	11	9

第 3 表 手背面 1cm², 30 個點に就て求めた壓覺閾値

被 驗 者	刺 激 毛		壓 覺 を 感 じ た 撥 條 の 讀 み (mm)									
	種 類	接 觸 面 積										
湯 田 勝 年	I	0.075	15	18	20	(-)	14	(-)	19	13.5	14	(-)
			17.5	12	(-)	10	15.5	9	(-)	20	14	17
			15	19.5	18	20	12	16.5	18	(-)	13	(-)
	II	0.100	12.5	(-)	14	16.5	12.5	20	15	11	15	11.5
			15	9.5	19	12	14	10	13	(-)	10	13.5
			17	16	13	15	10.5	11	13	19	10	17
	III	0.150	6.5	11	13	7.5	16.5	10.5	14	7.5	11	17
			6	13.5	9	14	12	8.5	9	14.5	9	17.5
			15	9	8	14	11.5	12	7	15	6.5	6
原 田 久 雄	I	0.075	(-)	11.5	17	15	(-)	13	20	14	18.5	12
			19	14	12	(-)	19	15	11	18	14	11
			11	20	12.5	18	16.5	13.5	(-)	12	17.5	13
	II	0.100	14	20	18	13.5	(-)	20	11	19	15	15
			10	18.5	16	10.5	19	17	14.5	10	16	17
			17	13	11	20	15	12	20	10.5	16	11.5
	III	0.150	13	9	17	11	7	15	15	10	18	11.5
			7.5	12	16	10	12.5	8	17	13	11	14
			9.5	15.5	10	14	16.5	9	7.5	12	8.5	17
土 橋 義 雄	I	0.075	13.5	16.5	14	(-)	18	20	(-)	16	(-)	17
			12	19	17	19.5	14	18	12.5	20	14	19
			15	(-)	13	20	(-)	18	20	19.5	(-)	15
	II	0.100	16	(-)	14.5	12	18	17	19	13	20	14
			15	13	18	12	19.5	13	17	13.5	16	19
			17.5	12.5	13.5	20	19	12.5	(-)	18	13	17
	III	0.150	11	14	18	8	10	14.5	11	10	15	18
			8	16	13	12	10	8.5	17	15	13.5	17
			15	12	9	9	17.5	14	15	10.5	9.5	8.5

第 4 表 下腿前面 1cm², 30 個點に求めた壓覺閾値

被 驗 者	刺 激 毛		壓 覺 を 感 じ た 撥 條 の 讀 み (mm)									
	種 類	接 觸 面 積										
湯 田 勝 年	I	0.075	(-)	18	19.5	16	(-)	16	17.5	(-)	14.3	20
			14	(-)	20	17.5	(-)	(-)	19	14.5	19	(-)
			18.5	(-)	17.5	16	(-)	18.5	(-)	17	(-)	(-)
	II	0.100	20	17.5	13.5	12.5	20	11	15	13	13	20
			11.5	(-)	16.5	13.5	18	(-)	16.5	19	14	18
			14.5	17	18	13	18.5	14	15	(-)	14.5	(-)
	III	0.150	17	13	11.5	15	(-)	13	15	14	9.5	13
			9	18	14	11.5	18	10.5	16.5	12.5	15	13
			13	16.5	12	13	16	11.5	18.5	10	17.5	19
原 田 久 雄	I	0.075	15	(-)	20	12.5	(-)	16.5	13	(-)	17.5	14
			12	17.5	14	16	15	20	13	(-)	(-)	20
			13.5	17	(-)	14	(-)	17	(-)	(-)	15	13
	II	0.100	14	18	19	13.5	(-)	11.5	10	18	16	14.5
			11	17	12.5	16	17	15	20	(-)	(-)	20
			11.5	15	(-)	14.5	16	18	(-)	18.5	14	15
	III	0.150	10.5	15	14	11	16.5	10.5	11	14	13	13
			10	12	13.5	14	14	13	12	16	13.5	15
			11.5	13	16	13	12	14.5	11.5	12	12	13.5
土 橋 義 雄	I	0.150	20	12	12	(-)	(-)	20	17.5	20	16.5	20
			16	(-)	18	19	(-)	19	19.5	12.5	(-)	13
			16.5	(-)	12	13	13.5	20	(-)	(-)	12.5	(-)
	II	0.100	18.5	11	13.5	17	20	16	16	15.5	14	18
			14.5	20	16	14	(-)	13.5	17	13	(-)	14
			12	18	16	15	13	17	(-)	20	20	(-)
	III	0.150	15	9.5	13.5	11	14.5	13	13	10.5	12	10.5
			9	15	12	10	14	9	15	13	16	12.5
			14	16.5	11	11	12.5	14	14	15.5	10	16.5

であつた。それらの成績は第2表より5表に示す如くである。尙表中には所々に—の記號がある。これは撥條を十字盤の移動限界 20mm まで縮めても、つまり scale out しても感覺が起らなかつた場合である。また此表より皮膚の單位面積に働く力を求むるには読み取り値に表の第2項に記入した數を乗すればよい。

B. 壓點密度の異なる3つの皮膚部位に就ての所謂壓覺閾値の刺激速度による變動

壓覺の生起には外力が如何に皮膚に働くかの働き方、つまりその速度が重要である。本項の實驗はその點を主眼としたものである。元來刺激毛皮膚接觸面を小さくし、且つこれを3種に區別して準備したのは、外力による皮膚の凹みが、壓迫面が小さければ小さい程皮膚の性狀に關係しなくなるとの Frey (7) の考によつたのであつた。然し余の用ひた刺激毛の皮膚接觸面はあまり小さいと云ふほどでもなかつた。これは撥條裝置に制限され、これ以下の細さにするのに具合が悪かつたためである。然し接觸面が大き過ぎても亦隣接する壓點に力が波及する關係から不適當である。かやうな意味で余の用ひた刺激毛は一應は適當なつもりで撰擇したのであ

第 5 表 身體 2, 3 部位に於ける刺激速度の差異による所謂壓點の刺激閾

被 驗 者	身體部位 刺激點	肩 胛 部		前 膊 伸 側 面		中 指 背 面	
		10mm	2mm	10mm	2mm	10mm	2mm
湯 田 勝 年	I	12.5	7	11	15	7	15
	II	9	15.5	9	13	5.5	12
	III	8	10	6	8	3	8.5
原 田 久 雄	I	15	17	12	16	6.5	13
	II	10	13	8	12.5	4	10
	III	6.5	11	5.5	8.5	3.5	7
土 橋 義 雄	I	16	18	14	19	6.5	14
	II	12	14	10	9	6	10
	III	10.5	12	7	8.5	4.5	8
鈴 木 一 雄	I	15.5	18.5	13	17	8.5	16.5
	II	11	13	9	12	5	12
	III	8.5	13	7	8	3	7
手 塚 玄	I	15	17.5	13	18	7	15
	II	11	14	8.5	11.5	6.5	12
	III	9	11	8.5	9	4	6.5

つた。一方外力の皮膚への働き方は、皮膚そのものの組織のみならず、皮下組織の性状や深部の硬組織により、皮膚の被壓迫性は色々に變るので、前項の實驗では中指の背面、手の背面、下腿の前面を撰んだが、本項の實驗では中指第2節背面、前膊の伸側面、肩胛部を撰んだ。

一方本項の實驗で最も重要な點は刺激毛の皮膚を壓する速度である。之は2種に區別した。1は撥條が毎秒 2mm, 1 は毎秒 10mm 縮むやうに十字盤の小ネズを廻したのであつた。

本項の成績は前頁の第5表に示す。表の読み方は前の3表と同じである。

IV. 實驗成績に對する考察

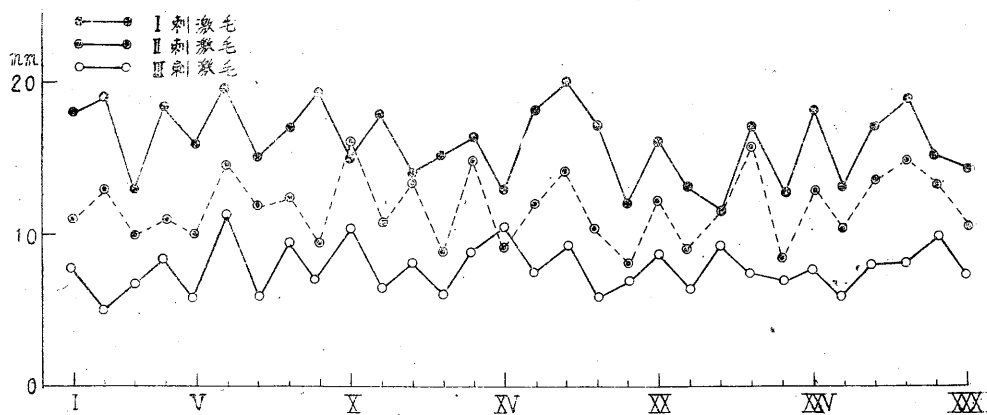
實驗を行つてみて、著者が第1に感じたことは、壓點を明確に決めることは不可能に近いと云ふ感じを持つたことである。その理由は色々挙げられるが、緒言にも述べたやうに、最近壓點の實在に對して疑問を生じてゐることなども暗に著者の觀念に影響してゐるかも知れない。そのやうな説がなければ、壓點は定まつてゐるものと云ふ觀念で實驗を進めたかも知れない。

それは兎に角、以上の實驗成績を考察するのに、表だけではわかり難いから、重複するやうであるが皮膚の3つの部位に就て3種の刺激毛を用ひた第2—4表の結果を、縦軸に外力、横軸に測定した30個所の閾値を順に取り、各閾値を結ぶ曲線を作つて見る。第2—4圖がこれであるが、この圖で氣の付くことは、先づ第1に閾値連結線の下限が中指<手背<下腿の順序になる。一般に下限が低いほどその皮膚面の壓覺が鋭敏であることを示すものであり、第2に中指では3つの刺激毛を用ひた時の閾値連結線が互に併行する場合が多く、且つ30個の測定個所に於ける3種の刺激毛に對する閾値の變動が少いの、手背では連結線の併行性が少々亂れると共に前記の閾値の動搖が大きくなり、更に下腿前面になると連結線は交叉する場合が非常に多く且つ閾値の動搖は更に大きくなつてゐることである。依つて先づ以上の事柄の意味から考へやう。

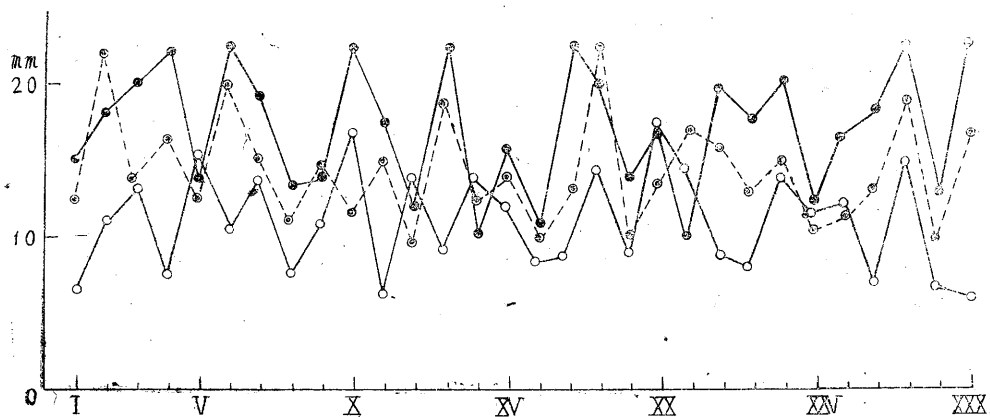
中指の背面に於て同じ刺激毛で各部位の閾値の動搖の少いことは、若し壓點の存在を肯定すれば、その密度が大なるための結果であると見做すことも出来る。この圖でどの個所が壓點に當るか云へば、外力が弱くても感覺を起した個所即ち閾値が横線に近い個所でなければならぬ。圖で觀るとその個所が概ね1つ越しか2つ越しになつてゐる。その數を數へてみると、從來成書に報告された壓點の數に比し遙かに多いことになり、況んや測定個所の相互間隔たる2mmの間で測定漏れがありとすると更に壓點の數は多いことになる。成書の記載が間違なければ、閾値が横線が一番近い測定個所で、確かに壓點であるのと、そうでないものがあることになる。だとすると、壓點は壓に對し鋭敏な個所だと云つても、その閾値の差異は極めて僅かで、謂はば閾値の勾配は不連続的であるよりも連続的で、到底壓點を嚴密に區別し得ないやうに思ふ。

中指の場合は閾値連結線の形が刺激毛の種類によつてあまり變りがなく、略々平行してゐるが、之を下腿前面の場合に觀察してみると、その關係は少々異つて來る即ちこの場合は閾値の

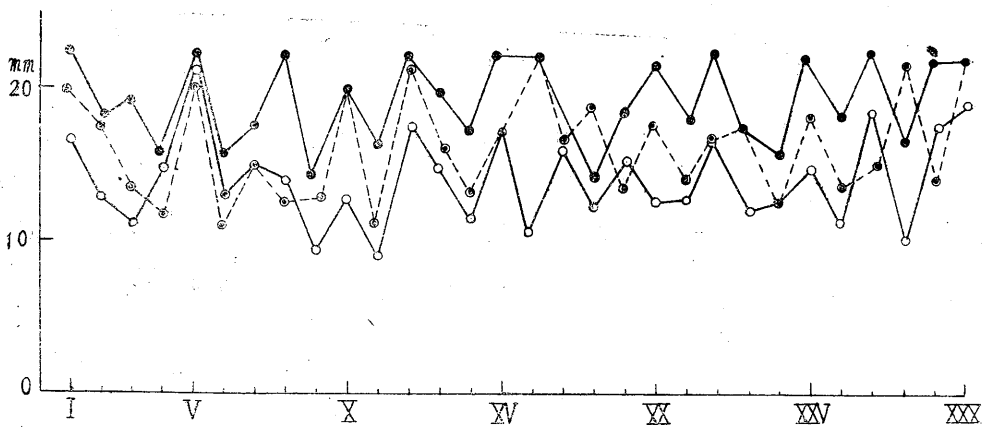
第 2 圖 中指背面



第 3 圖 手背面



第 4 圖 下腿前面



動搖が激しく、第3の刺激毛では閾値の低い點が1つ越しか、せいぜい2つ越しに、つまり壓點と思はれる部位が存在するのに、第2、第3、殊に第3の刺激毛で實驗すれば3つ或は4つ越しに閾値の低い個所があることになる。若し第3刺激毛での實驗成績を基準にすれば、大腿前面でも壓點は相當に多いことになる。成書では 1cm^2 に就き 5—7 で、中指背面で算出した方法を取れば、第1刺激毛では勿論、第3刺激毛でも壓點の數は相當に多くなる。これでは到底壓點を決定することは不可能だと云ふ感じを持つのも又當然であらう。かと云つて、各部位の閾値に勾配のあることは明らかであるから、この實驗成績から壓點の存在を否定し去ることも出来ない。こうなつてくると組織學的實驗を待たなければ壓點の決定は不可能に近いかに思はれる。

一方皮膚接觸面の廣い刺激毛で撥條の單位の縮みに對し外力の加はり方の大きいもので實驗すると、閾値連結線に動搖の少くなるのは、外力が隣接する壓點乃至感覺面に波及し易いことを意味する。殊に壓點の密度の大なる所ではそうである。

次に第2實驗の成績を觀るに、この實驗では一番閾値の低い壓點のみに付き觀察したからでもあるが、第1に氣の付くことは孰れの刺激毛を用ひても、壓點の密度の大きい所程壓の加はる速度の影響が大である。即ち肩胛部では左程影響はないが、指背では速度の速い方が遅い方の 1.5—2 倍となつてゐる。又外力の加はり方が徐々であると身體各部の閾値にあまり變化がないが、外力の加はり方が早ければ成績が著しく違ひ、肩胛部では前膊伸側面の 1.5—2 倍、中指の背面では 2—3 倍であつた。元來の余の實驗は、外力により生ずる皮膚の壓力皺壁が皮膚の性狀により影響されない限界内で實驗してゐるから、肩胛でも、指の背面でも、皮膚の被壓迫性には無關係の筈であるのに、上記の如き差異を生ずる所以は、恐らく Helmut(9) の主張する如く、壓點の密度が大なる程、受感器より發する衝擊の頻度が増加し、かくて中樞への求心性興奮が加重されると云ふ所説より、壓の加はる速度の影響は、受感器裝置の粗密に應じ、身體各部の皮膚面で壓覺閾値に大きな差異を生ずるものと思ふ。

V. 摘 要

1. 特殊の壓覺閾測定器を考案し、皮膚への接觸面積の異なる3種の刺激毛を用ひ、色々の皮膚面に就て壓覺閾を測定し、Frey などの主張する壓の傳搬波及を中心とする壓覺の機序を批判檢討して壓點存否の問題に及び、進んで身體の2、3部位で、閾値の低い所謂壓點に就いて刺激速度の影響を實驗した。以下實驗結果より次の數項を摘録する。

2. 閾値の勾配は連續してゐる。従つて壓點なるものを餘り明確に定め難い。

3. 余の測定せる範圍では、孰れの刺激毛を用ひても、閾値の高低は、中指背面<手の背面<下腿の前面の序列となつた。

4. 中指背面では3種の刺激毛に對し閾値連結曲線が併行し且つ曲線に變動が少なかつた。然し手の背面や下腿前面と壓點密度が粗となるに従ひ連續曲線に併行性が亂れた。即ち閾値の

勾配が斷續性に傾いた。

5. 孰れの刺激毛を用ひても外力の加はり方が徐々であると身體各部の閾値の變化は少くなり、壓點の密度の大なる所程、刺激速度の影響が大なるものを示めた。

擧筆に際し恩師浦本教授の指導と校閲竝に杉本助教授名取講師の援助を深謝す。

文 獻

- 1) Blix, M. (1882) Zeitschr. f. Biol. 20 141
- 2) Becker, H. & H. Fröhle (1937) Pflügers Arch. 238 592
- 3) Erey, M. v. (1913) Handbuch der normalen und pathologischen Physiologie Bd. 2
- 4) Frey, M. v. & F. Kiesow (1899) Zeitschr. f. Psychol. u. Physiol. d. Sinnesorgane. 20 144
- 5) Frey, M. v. & F. Kiesow (1904) Handbuch der Physiologie des Menschen von Nagel Bd. 3 668
- 6) Goldscheider, A. & P. Hoefer (1923) Pflügers Arch. 199 292
- 7) Guilford, J. P. & Edna M. Lovewell (1936) J. gen. Psychol. 15 149
- 8) Hansen, K. (1913) Zeitschr. f. Biol. 12 536
- 9) Helmut, W. (1938) Physiol. Anst. univ. Jena. Diss. 72

壓覺に就ての實驗(2) 612.794

所謂壓點の反復頻數刺激による壓覺刺激閾 の時間的消長に就ての研究

東京慈惠會醫科大學生理學教室

土 橋 英 夫

Tutihasi-Hideo

(昭和18年2月5日受付)

I. 緒 論

茲に報告する實驗は、表題に關する余の前報告(8)の繼續實驗である。前報告では3種の大きい皮膚接觸面の刺激毛を用ひ、主として閾値を中心に所謂壓點の性質を探究した。この報告に於ては、唯1種の刺激毛を用ひ所謂壓點と認むべき部位を撰擇し、一定間隔を措いて反復刺激を繰り返す場合の閾値の變動を觀察したるものである。従つてこの實驗は感覺敏度の明瞭またはその週期的變動を觀察せるのみならず、Frey(5)、Goldman(7)、Freiberg(2)等の主唱する、受感器竝に神經の疲勞、或は適應等の問題、竝に Heines, Marion(3)、Bermann(1)、Kolbe-Hans(4)等の唱道する血流阻害、壓迫麻痺等が皮膚知覺に影響するところを問題にとり入れ、壓覺の閾値を示標にして、感覺一般の構造の問題に觸れることになる。

實驗は2601年10月より翌年3月迄の間に行ひ、その成績の一部は日本生理學會第4回小講演會に於て發表した。

II. 實 驗 方 法

被驗者には前回と同じに成人男子5名を依頼した。

實驗裝置には余の考案せる壓覺閾値測定器(8)を用ひ、頻數刺激を與へるには Metronom または彈狀板斷續器の一端に皮膚接觸面積 0.15mm^2 の細銅線を附したものをを用ひた。

實驗は室温 $10-20^{\circ}\text{C}$ のところで、中指第2節背面部の毛を剃り、壓覺閾値測定器を用ひて數個の所謂壓點を探し求め、その1つに反復刺激を與へて閾値の變動を觀察した。尙ほ皮膚への加壓速度は毎秒 5mm とし、頻數刺激の場合は刺激強度を閾刺激と閾上刺激の2種とした。この2種の刺激強度を一定するには刺激毛の尖端と皮膚との距離を略 $5-10\text{mm}$ の間に適宜に一定することとした。又頻數刺激は Metronom の拍節に合はせるが、彈狀板裝置で毎秒1回または5回とし、如何なる時點で感覺が鋭くなつたり鈍くなつたりするかを知る爲め、刺激繼續時間を10、30、60秒の3種とし、刺激中止直後に發條のある刺激毛で、その壓點の刺激閾を求め、その成績より色々な刺激條件下の感覺敏度の消長を觀察した。

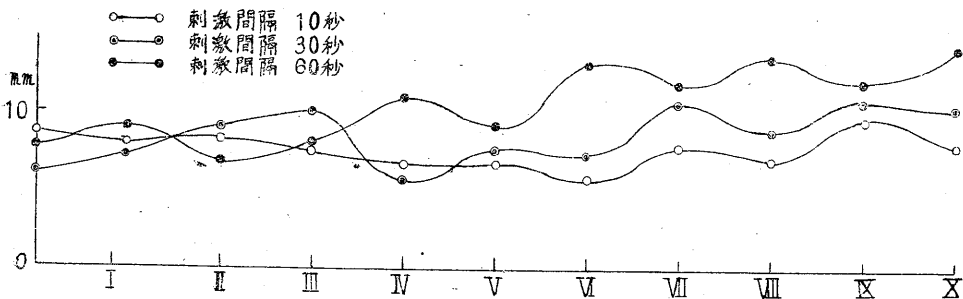
III. 實驗成績

1. 第1實驗の成績 この成績は第1表に示す如くである。今縦軸に閾値、横軸に刺激回数を取り、前實驗の場合の如く、但し直線でなく圓味を持たせた線で閾値連結曲線を代表的な成績に付き示してみると第1圖の如くである。圖より刺激間隔60秒は第6回目の閾値測定の際か

第1表 所謂壓點の反復刺激による閾値の變動

實驗者	刺激間隔	正常値	各時點に於ける壓點刺激閾 mm									
			I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X
湯田勝年	10''	8.0	8.5	7.5	8.5	11.0	9.5	13.0	12.0	13.5	12.0	14.5
	30''	7.0	7.0	9.0	10.0	6.5	8.5	7.5	10.5	9.0	11.0	10.5
	60''	8.5	7.5	8.5	8.0	7.5	7.5	6.5	8.5	7.5	9.5	8.0
原田久雄	10''	7.0	7.0	7.5	7.0	9.0	8.0	12.0	11.5	12.0	13.0	12.0
	30''	8.0	9.0	11.0	11.0	7.0	9.0	10.0	9.0	8.5	10.0	11.0
	60''	8.0	7.5	7.5	10.0	11.5	7.0	10.0	7.5	10.5	8.0	9.0
土橋義雄	10''	9.0	8.0	9.0	7.5	10.0	9.0	11.5	12.5	11.0	13.5	13.0
	30''	8.5	8.0	8.0	9.0	12.0	11.5	11.0	9.5	9.0	11.0	11.0
	60''	9.5	10.0	10.5	10.0	9.5	9.0	9.0	10.5	9.0	11.0	9.5
鈴木一雄	10''	10.5	10.5	11.0	12.0	12.0	11.5	13.0	13.0	13.5	13.0	12.5
	30''	10.0	10.5	11.0	11.0	12.5	9.0	13.5	13.0	12.0	12.0	11.5
	60''	10.5	10.0	7.0	11.0	9.0	10.0	11.0	10.5	9.0	10.0	11.0
手塚玄	10''	11.0	11.5	10.5	10.5	11.5	13.0	12.5	14.0	13.0	14.0	15.0
	30''	11.5	11.0	10.5	9.5	10.5	12.0	12.0	11.5	11.5	13.0	12.5
	60''	11.0	11.0	11.0	12.0	10.0	12.5	12.5	11.0	11.0	11.5	12.0

第1圖



ら閾値が動搖し始め、30秒間隔では夫よりも稍々早く、刺激間隔10秒では第2回の閾値測定の時から値は動搖を示めた。夫等の動搖は刺激間隔の長短に拘らず常に波形に動搖して居るので、週期は一定でなく、唯感覺の明暗のみを示した。而して閾値は實驗の進行と共に高くなり、その高くなり方は刺激間隔が短い程激しくなつてゐると云ふ結果になつた。

2. 第2實驗の成績 刺激強度を強弱2種頻度を毎秒1回とし、その繼續時間を10, 30, 60秒の3種とした結果は第2表の如く、又頻度を毎秒5回とした實驗の成績は第3表の如くであつた。この表に於て(20+x)は scale out して、本裝置で閾値が測れなかつた場合である。これは余の裝置で壓力を極限に變へても尙且つ閾値が測れぬ程低下した場合のあることを示したものである。

第2表 頻度毎秒1回、強度2種、繼續時間
3種の刺激諸条件下の閾値の變動

被験者	繼續時間 刺激強度 維持時間		10''		30''		60''	
			強	弱	強	弱	強	弱
Y.K	6.4	6.8	6.4	7.2	6.8	13.5	11.5	
H.H	7.0	7.0	6.5	7.4	7.2	16.2	14.5	
Y.T	7.5	7.2	7.5	7.8	7.8	15.8	13.6	
K.S	8.2	7.5	8.0	9.2	8.5	17.0	15.4	
G.T	8.5	9.2	7.8	8.5	9.0	16.4	16.0	

第3表 頻度毎秒5回、強度2種、繼續時間
3種の刺激諸条件下の閾値の變動

被験者	繼續時間 刺激強度 維持時間		10''		30''		60''	
			強	弱	強	弱	強	弱
Y.K	6.4	12.0	8.0	20+x	14.2	20+x	18.0	
H.H	7.0	13.8	7.0	20+x	15.4	20+x	16.5	
Y.T	7.5	7.8	9.2	18.0	13.0	20+x	15.8	
K.S	8.2	8.5	8.0	19.0	15.2	20+x	17.0	
G.T	8.5	14.0	8.2	16.5	16.2	20+x	18.0	

第 4 表

被験者	靜常閾	刺激強度	刺激中止後の時間経過による壓覺刺激閾							
			直 後	60''	120''	180''	240''	300''	360''	420''
K.Y	6.5	強	20+x	18.0	13.8	10.0	9.8	6.8	7.6	6.2
		弱	14.5	10.0	6.8	7.4	6.5	7.2		
H.H	7.0	強	20+x	20+x	16.5	13.2	7.5	7.5	8.2	6.2
		弱	16.0	11.2	6.5	7.8	7.2	7.2		
Y.T	8.5	強	20+x	17.0	17.0	15.4	10.0	8.5	10.0	7.8
		弱	15.5	10.8	8.2	9.0	8.0	8.5		
K.S	10.2	強	20+x	19.2	16.5	12.8	11.0	9.8	10.5	10.5
		弱	16.8	16.2	13.5	10.0	12.3	11.8		
G.T	11.5	強	20+x	20+x	16.2	14.8	12.0	12.8	11.5	10.8
		弱	18.5	17.0	12.0	11.2	12.6	10.8		

第 5 表

被験者	靜常閾	刺激強度	刺激中止後の時間経過による壓覺刺激閾							
			直 後	60''	120''	180''	240''	300''	360''	420''
K. Y	6.5	強	20+x	17.0	10.0	6.2	6.5	7.4	6.8	8.0
		弱	10.2	6.8	7.2	6.0	6.8	6.0		
H. H	7.0	強	16.5	13.0	13.0	10.0	9.8	7.0	8.0	6.5
		弱	12.8	12.5	6.5	7.6	6.2	7.2		
Y. T	8.5	強	18.2	15.0	11.5	8.8	8.0	8.8	7.6	8.2
		弱	13.0	8.8	10.2	9.5	8.0	8.5		
K. S	10.2	強	20+x	16.3	14.0	13.8	9.6	10.7	9.2	9.2
		弱	11.5	10.5	9.2	10.5	9.8	10.0		
G. T	11.5	強	20+x	20+x	14.8	12.0	11.8	12.5	10.7	11.0
		弱	15.2	12.0	10.6	12.5	11.6	11.0		

3. 第3實驗の成績 次に實驗第2に於て感覺の消退せる場合に付き、刺激中止後1分間隔を以て靜常閾に恢復する迄の時間経過を觀察した。その結果は第4表、第5表の如くであつた。

IV. 實驗成績に對する考察

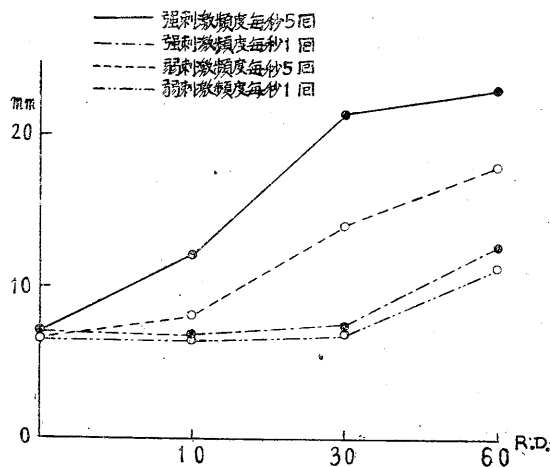
先づ第1實驗の成績から考察するに、刺激を反復する場合刺激間隔が短ければ反復して居る間に閾値が高くなることは刺激生理學的常識で容易に解決されるが、閾値が波形になることに就いては簡単に解決出来ない。なんとすれば、閾値の動搖が刺激間隔の長さに無關係に波形に上下して居るから、感覺に於ける明暗の週期ではなく、むしろこの實驗方法に對する心理的な機序に依存する處多いやうに思ふ。殊にその波は、その波形が刺激間隔が長ければ長い程、實驗の後期に起つてくるから一層心理的なものと考へなければならぬやうに思ふ。孰れにしてもこれだけの實驗では解説し得ないといふのがいつわりのないところであらう。

次に第2實驗に於て、頻度毎秒1回、又は5回とし、刺激強度を2種その繼續時間を3種にした條件下の成績を觀るに、刺激の繼續時間が長くなる程閾値が高くなつてゐる。又頻度は毎秒1回の時には左程でもないが、頻度毎秒5回になると強刺激に對してはより閾値が高くなる。この事實は刺激生理學的觀點から容易に首肯されるところである。尙ほ縱軸に閾値を横軸に刺激の繼續時間を示し、その結果を Graph に示せば第2圖の如くであつた。

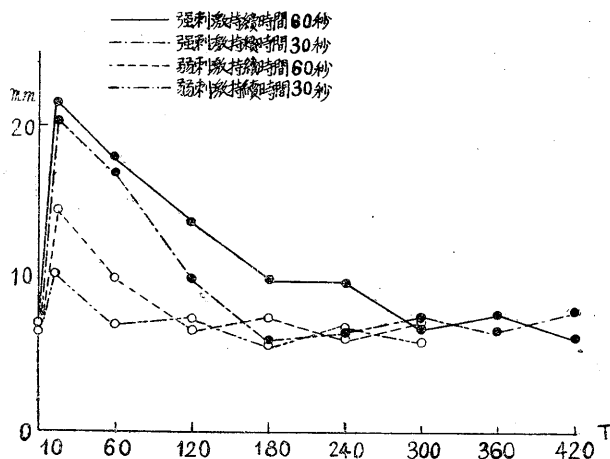
次に強弱の刺激を各々30秒、60秒加へた後、1分間毎に閾値を測定した場合の恢復曲線を解り易くする爲め、縱軸に閾値、横軸に時間をとると第3圖の如くであり、之亦刺激生理學的觀點から容易に解釋される如き曲線で、僅かではあるが過剩期 (Supernormal phase) が現は

れて居り、之は運動生理に於ける陰性相と同じ形である。

第 2 圖



第 3 圖



尙ほ被験者5人に就き、もつと個人差があると思つたが、年齢や生活條件等が同じやうな實驗者だつた爲めに個人差は現はれて來なかつた。

V. 摘 要

前報告の壓覺測定器を應用し、壓覺に於ける感覺の明暗及敏度の變化を、刺激條件を種々に變更し、反復刺激と頻數刺激の下に測定した。實驗結果は余の測定せる閾値からは

1. 反復刺激の結果は刺激間隔が長ければ閾値は略々恒常の値を保持し乍ら明暗の動搖を示し、刺激間隔が短かければ同様に明暗の波を示し乍ら漸次閾値は高くなることを認めた。
2. 頻數刺激の結果は刺激強度が強い程又繼續時間が長い程且頻度多い程、閾値が上昇した。

3. 感覺消退後の恢復は刺激強度の弱い程また頻度の少い程早く正常閾値に復する。反對に頻度多い程恢復は遅い。

擲筆に際し恩師浦本教授の指導と校閲並に杉本助教授名取講師の援助を深謝す。

文 献

- 1) Bermann, E. V. (1913) Pflügers Arch. 151 125
- 2) Freierg, A. P. (1937) Amer. J. Physiol. 49 23
- 3) Heines, Marion (1931) Zeitschr. f. Biol. 91 449
- 4) Kolbe, Hans (1936) Zeitschr. Sinnesphysiol. 67 53
- 5) Frey, M. v. (1915) Zeitschr. f. Biol. 65 417
- 6) Frey, M. v. (1913) Ergebn. d. Physiol. 131 96
- 7) Frey, M. v. & A. Goldman (1915) Zeitschr. f. Biol. 65 183
- 8) 土橋英夫 (2603) 日本生理學雜誌 8 259

體力に關する研究 (9) 612.766; 744.21

疲勞と重量知覺に就て (1)

(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

神 部 勝 之 助

Kambe-Katsunosuke

(昭和 18 年 2 月 5 日受付)

I. 緒 言

重量の知覺の生起は主として筋膜、關節、骨膜、腱等にある深部知覺の末端に生ずる求心性衝擊に關與し、筋自體は夫程關與しないことは Goldscheider (1) 以來多くの人々から支持されて居る。併し筋に全く無關係とは云へない。例へば日常よく經驗するやうに、筋が疲勞すると同じ重量に對し疲勞前よりも重く感ずる。どうして重く感ずるかの理由も、また筋疲勞と重量知覺の間にどんな關係があるかも、今日未だ判然たる解析が試みられて居ない。そこで余は Mosso の Ergograph を用ひて疲勞曲線を描寫し乍ら、疲勞の恢復經過に於ける重量知覺の鋭さの變化を追求し、上記の問題に就て 1, 2 の檢討を試みた。

此研究は感覺生理學的意味合が主であるが、兼ねて吾々の教室に於ける勞働生理學の研究にも關連して居り、重量知覺の識別閾の消長が、筋疲勞の一示指として疲勞測定に役立つか否かを觀ることも實驗目的の1つであつた。

實驗は 2601 年 5 月より 8 月の間に行つた。

II. 實 驗 成 績

被驗者は 16 歳より 41 歳に至る男子 11 名を依頼した。夫等の人々の基本體格及基本體力を示せば第1表の如くである。

A. 疲勞の前後に於ける重量知覺の變化

Mosso の Ergograph を用ひ、右手の中指の末節に 200, 400, 600, 800, 1000g 等5種 of 原重量(R)を懸け、懸けて直ぐに夫々の R に對する最小識別量 Δr を、少々精密を缺くやうではあるが、10g を單位として重量を増減する方法のもとに求め、その値を疲勞前に於ける重量知覺の鋭さの基準とし、次で中指の末端に 2000g の重錘を掛け更へ、Metronom に合はせ乍ら毎秒1回の屈伸運動を屈伸不能になるまで營ましめた後、手早く其重錘を初めの原重量に取り更へ、其の直後及び2, 3, 4, 5分後の Δr を求めてそれを基準の Δr に比較して見た。重錘の懸け更へには約 60 秒を要したから、直後とは、實際には屈伸不能になつた時點から少し餘

第 1 表 被験者 11 名の基本體格及基本體力一覽表

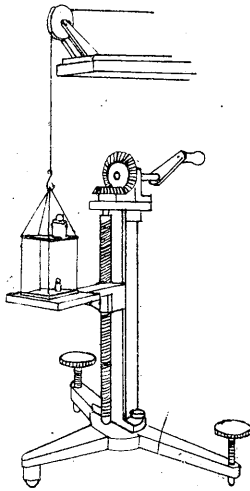
被檢者 年 齡 番 號	身 長 (cm)	體 重 (kg)	胸 圍 (cm)	脈 搏 (分)	呼 吸 (分)	血 壓 (Hg mm)		拇 指 叩 折 (分)		背筋力 (kg)	握 力 (kg)		肺活量 (cc)	反 應 (s)				時	
						壓		折			力			光					
						大	小	左	右		左	右		赤	白	青	音		
1	33	167.4	61.0	85.7	70	15	110	70	247	259	163	48.0	55.0	4100	208	186	220	143	131
2	34	165.0	57.0	84.5	72	24	130	70	197	215	150	45.0	55.0	3600	194	190	212	130	182
3	31	171.0	57.0	79.0	73	18	116	74	206	192	115	38.0	34.0	3800	226	249	239	180	191
4	38	160.3	61.0	84.0	78	17	100	60	197	250	125	41.0	48.0	3500	203	195	180	100	125
5	38	157.5	65.0	86.0	72	18	120	75	264	267	150	42.0	45.0	2900	181	237	200	124	186
6	33	156.0	47.5	75.0	65	18	124	76	203	250	110	39.0	41.0	2700	146	142	174	90	103
7	34	166.0	52.5	81.5	76	18	102	60	200	245	150	41.0	54.5	3960	166	168	156	135	196
8	41	164.8	56.0	81.5	70	19	115	75	220	232	110	43.7	43.5	3960	183	178	225	121	185
9	31	166.5	60.5	85.0	66	18	105	65	192	262	140	48.0	52.0	2400	178	153	192	121	120
10	16	156.5	43.0	77.5	80	20	105	68	195	212	65	30.5	35.5	3000	229	242	204	182	184
11	37	160.6	56.0	86.2	60	17	120	60	244	291	158	48.5	55.5	4200	131	110	135	110	130

裕を措いて 90 秒後と定めた。2, 3, 4, 5 分と稱するのも實際はこの 90 秒の加入した値である。原重量に對する $4r$ を求むるには、第 1 圖に示す如く、Ludwig の載物支臺を Mosso の

第 2 表

被験者番號	原重量 (R)	最 小 識 別 追 加 重 量 ($4r$)						
		安 靜 時	負荷直後	1 分	2 分	3 分	4 分	5 分
1	1000	90	100	—	80	—	—	70
6	400	70	90	—	—	80	—	70
7	200	50	200	150	—	70	—	20
10	600	70	—	80	—	—	70	—
4	800	80	190	—	120	—	—	80
1	400	110	140	—	120	—	—	100
7	200	30	90	—	—	50	—	20
6	1000	180	230	—	180	—	160	—
4	800	130	—	180	—	150	—	130
11	600	110	—	190	—	150	—	130
7	400	90	190	—	120	—	—	90
4	200	90	—	100	—	80	—	90
1	600	110	200	160	—	150	—	110
6	800	160	220	—	180	—	170	—
11	1000	170	160	—	170	—	—	170
1	200	60	140	—	100	—	50	40
11	800	130	—	170	—	140	—	—
7	1000	140	160	—	150	—	130	—
4	600	120	160	—	140	—	—	130
3	400	120	180	160	—	120	—	130
1	200	30	110	90	—	50	—	30
4	800	120	160	—	140	—	130	—
11	400	100	200	180	—	140	—	110
7	1000	120	160	—	140	—	—	130
6	600	110	150	140	—	—	110	120

第 1 圖



Ergograph に組合せ、R は何時も指に懸り、載物臺を下方に降せば $4r$ を測るための重量は直ぐに指に懸るやうに裝置した。かくて中指の屈伸運動が出来なくなつたところで、2000g の重錘を取りはづし、手早く基準になる重錘を懸け換へてそれに對する $4r$ を求めた。前に述べた此間の短い所要時間に疲労は多少恢復してゐるわけであるが、それは此實驗方法では避け難かつたので問はぬことにした。尙5種 of 原重量は最大 1000g までであつたが、中指の屈伸運動を 2000g を懸けて行つたので、且つその取りはづしに 60—90 秒を要したため、その時間だけ中指に 2000g を懸けて居ると感覺敏度はどのやうに變るかを、對照實驗の意味で 2000g を 90 秒間中指に懸け、屈伸運動をせしめずにその時の $4r$ を求めてみた。以上の實驗成績

は 2, 3 表に示す如くである。

B. 負荷經過に於ける重量知覺敏度の消長

第2表に見る如く、中指に或る重量を負荷した時の $4r$ は個々人で違つてゐる。そこで大體被験者の中指に或る負荷を加へた場合の $4r$ を豫め測定し、一定の時間の休憩の後、再びその重量を附加し 30 秒又は 90 秒間隔で、被験者個有の $4r$ に相當する重量を懸け、但しこの場合も $4r$ は 10g を單位とした値であるが、重くなつた感覺の有無を 15—30 回に亘り繰り返してみた。そうすると重量知覺の敏度は週期的に

變るかの如き成績を得た。今この種の實驗のうち代表的に原重量を 500g とし 60'' 間隔で 15 回繰返した場合を表示すれば第 4 表の如くである。表中 (+) は重量追加を識別し得た場合、

第 3 表 對 照 實 驗

被験者番號	最小識別追加重量	
	安 靜 時	2000g 直後
2	120	130
5	130	170
1	80	90
11	130	150
3	140	160
10	120	140

第 4 表

被験者番 號	R (g)	$4r$ (g)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15 (分)
3	500	70	+	-	-	+	+	+	-	+	+	-	+	-	+	+	+
8	500	80	-	+	-	+	-	+	+	+	+	-	+	+	-	-	+
7	500	70	-	+	+	-	+	+	-	-	+	+	+	+	-	-	-
2	500	50	-	+	+	-	+	-	-	-	-	+	+	+	+	+	-
11	500	70	+	+	+	-	-	-	+	+	+	-	-	-	+	+	+

(一)は識別し得なかつた場合を意味する。

III. 實驗成績に對する考察

以上の成績に若干の考察を加へやう。先づ第2表から判る事は、(1) 指が疲勞すると $4r$ が大となり識別閾が高くなること、(2) 指を休めると余の實驗條件の限りでは約 5—6 分で靜常値に復歸すること、(3) 場合によつて疲勞後 $4r$ が却つて小さくなつて過常期に相當する様相を呈する事等である。

筋疲勞のために重量識別値が大になる事は、從來重量感覺は關節、靱帶、筋膜等に於ける神經末端器が一定の張力を受けることより起るものとされてゐるが、單にこれらの張力のみによるとすれば、一定張力下に同様の重量感覺を起す筈である。然るに上述の如く變化するから重量感覺は單に上記の末端器に及ぼす張力ばかりでなく、筋自體の緊張狀態に關係する。筋疲勞時に筋を或長さに短縮せしめんとする爲には筋に於ける神經末端器からの求心性衝擊により、中樞よりの遠心性興奮が正常筋に於ける頻度高きことが要請される。依つて神經末端器に及ぼす張力と筋に働く中樞よりの頻度刺激とが全機的に重量感覺を起すと考へれば、筋疲勞により重量感覺識別閾が變つて來る譯である。従つて重量感覺は單に從來知られて居る受感器に及ぼす張力だけでなく、重量を保持するための中樞の興奮過程が相加つて始て感覺としての性格を表すものと云へよう。斯様に考へれば、筋疲勞と重量知覺との間に不可分の關係のあることが判り、重量知覺の識別閾を求めるこ

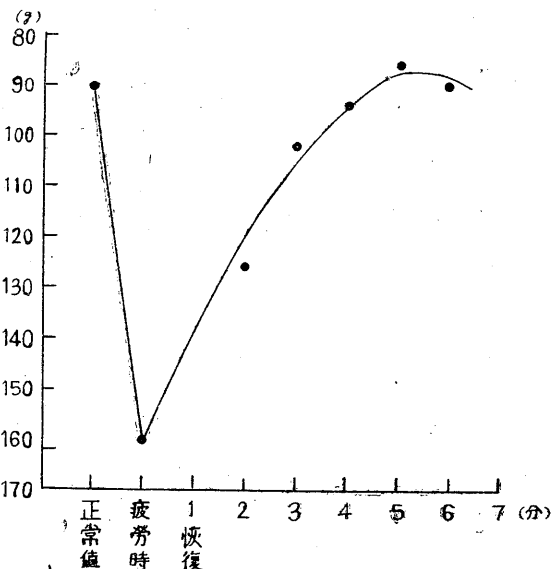
とより、筋疲勞度の或程度の示指は出来る様に考へる。特に第2圖に示したやうに疲勞恢復と重量識別閾の恢復との間に略々平行關係が推定されることも注目しやう。

尙本實驗で指の疲勞が 5—6 分で恢復するのは少し早過ぎるやうに考へられるが、1つは Ergogram の上で指の屈伸が出来なくなつた直後であり、末だ極大疲勞にならぬためとも考へられ、又部分的疲勞は極めて恢復し易いものとも考へられる。

第3表の成績は上述の實驗で指先

に重量を懸けたため指先の血液循環を阻害し、末梢神經を麻痺せしめたため重量感覺に變化を來すのではないかと考へられたので、此點を吟味した成績であつた。然るに表に表す如く同じ重量を懸け、指の運動を営ましめることなく、指面を壓迫し血行を阻害しただけでは殆んど重

第 2 圖



量感覺に影響ない事が判つた。勿論多少識別閾が高くなるが、之は Hines (2) 等により指摘されて居る如く、重い重量を支へた後に重量感覺の鋭敏度は悪くなり且又それが正常値に復歸するのに一定の時間を要すると云ふ實驗事實から説明し得る事である。

次に第4表より、一定の R に對する $4r$ の値は常に一定するものでなく、或追加重量を時に識別し得たり又識別し得なかつたりする事が判る。が、特に重要なものは上述の様に何回も繰り返し實驗する場合、一定の時間間隔を措けば、段々と識別力が低下するわけではなく、大ざつぱに觀て或週期を以て鋭鈍明暗の二相が現れることである。余の實驗では時間間隔が 30—60'' で週期を云々するには少し長過ぎるが、兎に角重量の識別閾を一定回数測定し、之を平均すれば大體一定の値が得られるから重量識別閾を筋疲勞測定の一示標に用ひ得ることが判る。

IV. 摘 要

1. 中指に重量を懸けて指を疲勞させた後に追加重量に對する識別閾の消長を檢討した。
2. 指筋が疲勞すると識別閾が高くなるが約 5—6 分で正常に還つた。その際過常期に相當する時期が見られた。識別閾が完全に正常値に戻つたところで Ergogramm を描寫すると描圖は正常時のものと略々等しくなるから筋疲勞と重量識別閾との間に密接な關係がある。
3. 重量識別閾は同一實驗條件でも常に等しいものでなく、一定の時間間隔を措いて識別閾が週期的に變動する。

擧筆に際し恩師浦本教授の指導と校閲とを深謝し併せて手塚博士の助力を謝す。

文 獻

- 1) Goldschdr (1902) Nagel. Handbuch d. Physiologie d. Menachen B. 1 Hälfte. 756
- 2) Hines, M. (1931) Z. Biol. 91 449

體力に關する研究 (10) 612.766; 744.21

疲勞と重量知覺に就て (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

名 取 禮 二・土 橋 義 雄・和 田 惠 洲 男

Natori-Reiji・Tutihasi-Yosio・Wada-Yesuo

古 川 誠・阿 部 祐 吉・日 比 敬 行

Furukawa-Makoto・Abe-Yukiti・Hibi-Keiko

(昭和 18 年 2 月 5 日受付)

I. 緒 言

曩に神部は Mosso の Ergograph を用ひ、中指の重錘懸垂運動で指の屈伸が不能になつた状態では最少追加重量識別閾が正常時に比し著しく鈍くなり、疲勞が恢復すれば再び元の閾値に戻ることを報告し(2)、重量識別閾の消長を疲勞測定の一示標となし得ることを示唆した。此報告は之が實用化を目的とした實驗であるが、神部の識別閾測定方法が時間を要した點に鑑み、新たに撥條を利用した装置を作り、簡單且つ短時間の測定に便ならしめた。

實驗は3つに分かれる。其第1は基礎的なものとして、前膊筋群の活動前後の重量識別閾の時間的變化を追求し、神部の報告の展開を試みたものであり、第2は100m 疾走後の重量識別閾の變化より全身運動による心身諸變化との關連を、第3は實際勞務者に就て日時的變化を求め、作業疲勞との關係を検討したものである。

實驗は 2602 年 8 月より 9 月の間に行つたものである。

II. 實驗方法と成績

1. 追加重量識別閾測定装置の考案 追加重量識別閾 (S. G. S.) の測定にはこれまで多く重錘が用ひられた。例へば手掌上に載せて測るが如きである (2)。然るに此方法は重錘を換へたり、重量を追加したりするに時間を要する點が缺點である。又重さの加はり方が不連續になる。そこで余等は之に撥條を利用してみた。これは重量變化に相當する壓力變化が連續になる。装置は極めて簡單なものであり、撥條を金屬筒の中にをさめ、筒の一部に細隙を作り、撥條の伸縮をその下端に附した印しの動きを読みとれるやうにしたものである。撥條の力を色々に作れるが、吾々の用ひたものは 1cm の縮みが 100g に當るやうにした。この装置では撥條を押したり離したりする速さが、馴れない實驗者では手加減で違ふ惶れがあり、それだけ正確さは少くなるが、測定が極めて簡單なため、約 10—20 秒で閾値が求められ實用的には便利の

ものと考へられた。

2. 筋作業と S. G. S. 實驗は共同實驗者を相互に被験者とした。實驗の實施に當つては 1500g 位の砂嚢を作つて原重量とし、これを椅座して膝の上に載せた手掌上に置き、砂嚢の上を平にし、その上に平らな板をのせ、撥條の先端を板上に接着せしめ壓の傳播が一樣になる様にして測定した。測定には出来るだけ撥條を一定の速さで伸縮させるやうにし、逐次撥條の縮度を増し、丁度重量が追加されたと知覺したとき之を合圖させた、先づ安靜時の追加重量識別閾 Δr を求め、次で握力計型 Ergograph を利用して毎秒 1 回づつ 1 分間 60 回の握り運動を行はしめ、直後より 1 分間隔で 10—15 分間に亘り Δr の變化を追求した。その成績は第 1 表の如くである。

第 1 表 毎秒 1 回宛 60 回握り運動を行つた後の S. G. S.

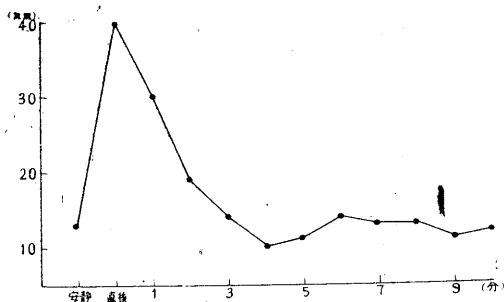
(表中單位は mm, 1mm は 10g に當る)

時間經過 被験者																
	前	直後	1 分	2 分	3 分	4 分	5 分	6 分	7 分	8 分	9 分	10 分	20 分	30 分		
和田	12	20	10	10	11	7	10	11	11	10	11	11	—	—		
阿部	8	13	9	9	10	9	9	8	9	8	8	9	7	7		
朝井	14	40	30	19	14	10	11	14	13	13	11	12	—	—		
土橋	21	31	20	12	14	16	12	15	18	16	19	21	—	—		
秋元	24	30	14	23	16	20	19	21	20	22	18	17	—	—		

上表を見ると、運動の直後の Δr は非常に大きく、その後 Δr が大小種々に變動し各時點の値を結ぶと減衰振動の様な形で漸次靜常値の夫れに近づいた (第 1 圖)。

次に間隔を 3 秒とし、180 回の握り運動を行はしめたときの Δr の變化を見た。その成績は第 2 表の如くである。

第 1 圖 毎秒 1 回宛 60 回握り運動を行つた後の S. G. S. の時間的變化



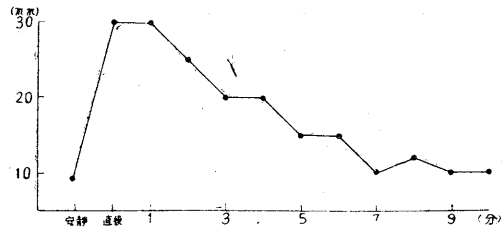
第 2 表 毎 3 秒 1 回宛 180 回握り運動を行つた後の S. G. S.

時間經過 被験者																
	前	直後	1 分	2 分	3 分	4 分	5 分	6 分	7 分	8 分	9 分	10 分	20 分	30 分		
古川	10	30	30	25	20	20	15	15	10	12	10	10	—	—		
朝井	15	33	24	24	23	21	16	22	17	16	18	17	—	—		
和田	16	29	20	23	24	21	25	19	20	21	20	22	20	20		

上表によると運動直後は Δr が大きくなるけれども時間経過と共に次第に小さくなり、一般には漸次靜常値に近づき、時には靜常値より大きい値で新しい平衡状態に入るのが觀られた(第2圖)。

3. 全身運動と S. G. S. の影響 被験者は前項の實驗と同じである。この實驗は 100m 疾走の前後に於ける身體諸機能の變化を綜合的に見ることを目的と

第2圖 毎3秒1回宛180回握り運動を行つた後の S. G. S. の時間的變化



し、S. G. S. と共に S. K. R. (膝蓋腱反射閾), 空間閾, 最大及最少血壓, 呼吸數, 脈搏數, 體溫等の測定を行つた。S. K. R. の測定は總て後報(1, 3)に倣つた。

實驗の實施は被験者を椅座させて約 10—20 分経たところで S. K. R. 空間閾, 呼吸數, 脈搏數, 血壓等を測り、次で上述の方法により S. G. S. を測り、安靜時の基準値とした。全部測定し終つたところで被験者に椅子から 50m 離れた處迄往復疾走せしめ、直ちに椅座せしめ、疾走直後より 5 分, 10 分, 15 分, 20 分, 30 分, 40 分, 50 分の経過後に S. G. S., S. K. R., 空間閾, 呼吸數, 脈搏數, 血壓の順に測つた。尙 S. G. S. を先きに求めると S. K. R. は約 30 秒至乃 1 分近く遅れて測らなければならなかつたので、一部の試験では S. K. R. の測定を中止めた。

實驗成績は第 3, 4 表の如くである。勿論諸測定にはそれぞれ時間を要するので、各項の値は測定順位に少しづつ時間がずれてゐることは云ふ迄もない。

上表を見ると S. G. S. の値は運動直後に最大で時間経過につれて漸次靜常値に近づき、多くの場合陰性相と見做される時期が觀られた。又呼吸數, 脈搏數, 血壓等の運動後の増加は S. G. S. が靜常値に近づく時に略々安靜値に復歸した。之に對し S. K. R. は被験者によつて運動直後に高まる場合と逆に低くなるときがあつた。

4. 勤勞時の S. G. S. 疲勞の示標に S. G. S. を用ふるには、勞務者の勤勞時の實際に就き、逐時、逐日的に其消長を測定し、之を基礎的實驗の成績と比較對照して検討することが必要である。依つて精神作業を主とする本實驗擔當者のうち 5 名と肉體作業を主とする鐵道従業員のうち連結手 4 名を被檢者とし、S. G. S., S. K. R. を繼時的に求めた。尙連結手の作業は 1 個約 9.4kg の鐵靴を兩手に 1 つづつ持ち所定の位置より 70m 位前方に疾走しレール上に之を置き、坂阜上より切離され下降して來る車輛を停止させ、次で車輛を押し緩かに所定の位置迄進むやうにすることであつた。

實驗成績は第 5, 6 表の如く精神作業者では S. G. S. に夫程變化なく、筋肉作業者では S. G. S. が時間経過につれて増大するのが常であつた。尙 S. K. R. は略々 S. G. S. と類似の變動を示した。

第 3 表 100m 疾走後に觀られる心身諸變化の時間經過

被験者	項 目	時 間						
		安靜時	直 後	5 分	10 分	20 分	30 分	40 分
阿 部 祐 吉	S. G. S. (mm)	14	28	19	18	17	15	13
	S. K. R. (度)	25	21	26	25	24	24	23
	空間 閾 (cm)	1.3	1.3	1.2	1.3	1.1	1.2	1.1
	血 壓 { 最 大	90	112	98	94	88	90	88
	疾走時間 壓 { 最 小	64	48	52	58	56	42	48
	28.6 秒 呼 吸 數 (分)	10	21	10	9	8	8	9
	脈 搏 數 (分)	79	126	83	82	81	80	79
	體 溫 (度)	36.4	36.0	36.2	36.0	36.3	36.5	36.2
古 川 誠	S. G. S. (mm)	12	16	14	12	14	13	14
	S. K. R. (度)	32	33	28	—	35	37	32
	空間 閾 (cm)	1.2	1.1	1.1	—	1.2	1.1	0.9
	血 壓 { 最 大	100	138	120	110	102	104	98
	疾走時間 壓 { 最 小	70	66	62	60	62	68	60
	20.5 秒 呼 吸 數 (分)	15	27	20	16	13	18	21
	脈 搏 數 (分)	53	99	72	71	62	59	57
	體 溫 (度)	35.2	35.2	35.2	35.3	35.4	35.1	35.2
土 橋 義 雄	S. G. S. (mm)	13	17	15	12	13	13	13
	S. K. R. (度)	25	33	29	29	26	14	28
	空間 閾 (cm)	0.9	1.1	—	—	—	1.5	—
	血 壓 { 最 大	106	132	106	—	—	98	—
	疾走時間 壓 { 最 小	64	58	64	—	—	68	—
	21.2 秒 呼 吸 數 (分)	19	27	19	—	—	14	—
	脈 搏 數 (分)	65	94	68	—	—	66	—
	體 溫 (度)	36.2	35.8	36.0	—	—	35.8	—
秋 元 新 平	S. G. S. (mm)	21	32	22	27	25	21	23
	S. K. R. (度)	47	47	47	48	43	40	45
	空間 閾 (cm)	1.1	1.5	—	1.4	1.0	0.8	0.8
	血 壓 { 最 大	102	134	112	94	102	98	98
	疾走時間 壓 { 最 小	58	56	56	60	62	70	60
	21.3 秒 呼 吸 數 (分)	18	24	16	13	19	11	12
	脈 搏 數 (分)	62	84	74	73	66	67	66
	體 溫 (度)	36.0	36.1	36.0	36.5	36.2	36.1	36.0
和 田 惠 洲 男	S. G. S. (mm)	8	11	9	7	8	7	—
	S. K. R. (度)	60	65	55	—	50	65	—
	空間 閾 (cm)	1.8	1.8	1.9	—	1.6	1.7	—
	血 壓 { 最 大	108	138	112	108	104	106	—
	疾走時間 壓 { 最 小	60	60	60	60	56	58	—
	23.9 秒 呼 吸 數 (分)	13	20	15	17	15	14	—
	脈 搏 數 (分)	52	71	56	57	56	56	—
	體 溫 (度)	35.8	35.9	36.1	35.9	35.8	36.2	—
日 比 敬 行	S. G. S. (mm)	5	7	5	6	6	5	—
	S. K. R. (度)	55	55	50	—	50	60	—
	空間 閾 (cm)	1.1	1.0	1.2	—	1.0	0.9	—
	血 壓 { 最 大	116	148	130	120	108	98	—
	疾走時間 壓 { 最 小	70	70	68	70	60	46	—
	18.2 秒 呼 吸 數 (分)	7	20	10	7	7	8	—
	脈 搏 數 (分)	64	134	107	104	97	91	—
	體 溫 (度)	36.1	36.0	35.9	36.1	35.7	35.8	—

第 4 表 100m 疾走後の S. G. S. の時間的變化

被験者	時 間		安 靜 時 直 後 2 分 5 分 7 分 10 分 12 分 15 分 17 分 20 分 25 分 30 分 40 分 60 分												
和 田	12	19	14	11	11	11	—	—	—	12	—	11	—	12	
古 川	15	25	25	25	20	25	18	18	15	15	15	15	12	15	
阿 部	8	15	15	14	12	12	—	10	—	10	—	8	—	8	

第 5 表 S. G. S. 及 S. K. R. の時間的變化

主として精神作業を行ふ被験者

被験者	項 目	測 定 時				
		8 時	11 時	13 時	15 時	17 時
阿 部	{ S. G. S.	10	8	8	8	9
	{ S. K. R.	24	23	26	28	29
土 橋	{ S. G. S.	14	13	15	13	15
	{ S. K. R.	18	27	27	27	28
和 田	{ S. G. S.	15	15	14	14	14
	{ S. K. R.	—	—	—	—	—
古 川	{ S. G. S.	15	18	16	14	15
	{ S. K. R.	25	23	25	27	30
日 比	{ S. K. S.	8	6	7	7	9
	{ S. K. R.	48	50	50	55	53

第 6 表 S. G. S. 及 S. K. R. の時間的變化

主として筋肉作業を行ふ被験者

測定項目	測 定 時				
	8 時	11 時	13 時	15 時	17 時
{ S. G. S.	12	13	19	20	22
{ S. K. R.	26	25	35	35	40
{ S. G. S.	13	13	14	16	17
{ S. K. R.	26	27	28	38	41
{ S. G. S.	24	25	25	27	29
{ S. K. R.	30	38	33	40	47
{ S. G. S.	20	19	19	22	32
{ S. K. R.	40	45	45	47	58

III. 實驗成績に對する考察

實驗 1 の成績より S. G. S. は筋作業後變化し、活動筋群の疲勞恢復と共に S. G. S. も靜常値に近づく事が判つた。此事實は神部の報告を再認するものであるが、特に重要と思はれたのは急激な筋勞作による S. G. S. の變化が減衰振動型の經過をとるのに對し、より緩徐な筋勞作では S. G. S. が漸近的に恢復し、恢復の殘留を起し易いことである。即ち急激な運動後に短週期の陰性相様過程が觀られる。勿論連續的に S. G. S. を測つたのでないから本來の週期過程かどうか判らぬが、之が後述の如く他の心身諸變化と併行するものであれば、所謂陰性相が作業強度の時間勾配が激しい程短週期であらば、1つの自然變動と見做すべき性格を持つことを歸納する一根據になると考へられる。

以上は S. G. S. と筋活動との關係であるが、第 3 表の成績より、全身運動によつても S. G. S. の値が變り、運動直後に著しく鈍感になることが判る。この事實は S. G. S. は單に重量感覺に直接關與すると見做される筋群のみに依存しないことを推定せしめ、感覺生理學的にも極めて興味ある結果を與へるが、更に S. G. S. の恢復が呼吸數、脈搏數、血壓等の植物性官能系統の恢復と時相的に略々一致するのは、全身運動後の身心諸變化の程度を表はす1つの示標となり得ることを示すやうに考へられる。猶同時に行つた S. K. R. の値が、運動直後大きくなる場合と小さくなる場合とあるのは留意さるべきことで、一般に少々疲勞の蓄積したと思はれる被檢者の場合に高まり、無疲勞と見做されるもので低くなるやうであつた。此點に就ては吾々の一部が別に検討を進めつつある。

第3に實際勞務者に就ての成績をみると、精神作業者の S. G. S. は作業時間の經過につれてあまり變らぬのに對し、肉體作業者では S. G. S. の値が時間經過につれて高まることが觀られる。此場合 S. K. R. にも同様な過程が觀取されるから、本試験は精神作業者があまり疲勞しなかつた場合とも考へられる。然し精神作業者の S. G. S. の値は S. K. R. と違ひ遞増せず、種々變動を示すのに對し、肉體作業者の夫れは S. K. R. とよく一致して遞増するところを觀ると、S. G. S. は精神的疲勞より寧ろ肉體的疲勞をよりよく表はすもののやうに考へられる。従つて勞務者の疲勞測定には好都合のものと思はれる。然し S. G. S. は上に述べた如く運動により容易に高まり、其の恢復時に大きな週期的動搖を示すので、被檢者が測定前に少々急激な運動をなした場合等は種々考慮しなければならぬ點がある。即ち作業による直接的な疲勞を示す外に一時的な變動が加入される恐れがある。従つて S. G. S. のみをもつて勞務者の疲勞測定の示標とする譯にはいかないが、上述の如く S. K. R. 等と併立的に行へば相當の實用價值を示すものと考へられる。

IV. 摘 要

1. 神部により重量識別閾 (S. G. S.) が疲勞測定に利用し得ることが示唆されたので新に S. G. S. 測定装置を考案し、前膊筋群の活動、100m 疾走、勞務作業前後の S. G. S. の時間

的變化を求め、疲勞と S. G. S. の關係を檢討した。

2. 短時間の筋活動直後に S. G. S. の値が著しく高まり次でその値が減衰振動様經過で漸次靜常値に近づいた。

3. 少々緩徐な筋活動後にも S. G. S. の値が高まるがその恢復經過は減衰振動様でなく漸進的に靜常値に近づいた。

4. 100m 疾走後に S. G. S. は高まり前膊の筋活動時の夫れと類似な經過で恢復した。

5. 精神作業者では S. G. S. が時間經過と共にあまり高まらぬのに對し肉體作業者では次第に高くなりその經過が膝蓋腱反射閾の變動と略々一致した。

6. 以上の成績より S. G. S. は主として肉體疲勞の一示標として利用し得ることが判つた。

擧筆に際し浦本教授の御校閲を銘謝す。

文 獻

- 1) 上岡文雄 (2603) 日本生理誌 8 288
- 2) 神部勝之助 (2603) 日本生理誌 8 275
- 3) 仁木庸次郎・朝井 清・秋元新平・池上鈿十郎・佐々木謙三 (2603) 日本生理誌 8 299

體力に關する研究 (11) 612. 766 : 821. 53

疲勞度測定示標としての膝蓋腱反射刺激閾値に就て

東京慈惠會醫科大學生理學教室

上 岡 文 雄

Kamioka-Humio

(昭和 18 年 2 月 5 日受付)

I. 緒 言

疲勞は生活活動を営むものの必ず當面する問題であるが、疲勞現象は活動する器官に局限するものでなく、全身器官の有機的聯關に於て全一態として現はれるものであるから疲勞現象の本態的把握は、從つてまたその測定は、極めて困難な問題になつて來る。

斯くの如き複雑な疲勞現象であるから、之を一面的にある種の身體的變化から計測して、疲勞度の判定を下すことは極めて困難である許りでなく、思はぬ過誤に陥る虞れなしとしない。從つて疲勞度を比較的完全に判定するためには、多面的な測定から綜合判定を下すことが最も理想に近い方法であると云はねばならぬ。

然るに現下戰時産業の目覺しい發達に伴ひ、勞務者の不足は勤務時間の延長、夜間勤務時間の増加を餘儀なくせられ、過勞に依る勞務者の罹患率の上昇、能率の低下、或ひは災害發生の増加等を見る現狀を招來し、産業疲勞の正しき檢討は誠に現下喫緊を要する重大問題なりと考へられる。曩に余は此産業疲勞の問題に關聯して實際勞務者に適用し得らるべき幾多の疲勞度測定法に就いて検討したが(3)、其中で操作が最も簡單でしかも比較的適確に疲勞度の示標たり得るものとして論じたのは膝蓋腱反射刺激閾値法であり、茲に報告する處の實驗結果に基づいたものである。

膝蓋腱反射の刺激閾が肉體的疲勞度のみならず精神的疲勞度の示標にもなり得ると云ふことは既に Wickwire (11, 12) 等の主張して居る處である。然し Wickwire 等の方法は膝蓋腱叩打に用ふる槌子の重りを増減することに依つて閾値を決定して居るが、此操作は實際の使用に當つては相當の不便を感じたので、先づ簡易なる閾値測定裝置を考案製作し、實際に工場勞務者に應用して産業疲勞の測定に役立つものであるか否かを検討した。

實驗は昭和 16 年 1 月より 2 月に互り東京芝浦電氣芝浦支社鶴見工場に於て工員事務員等男女合計 55 名に就て行つたものである。

II. 實驗裝置並に實驗方法

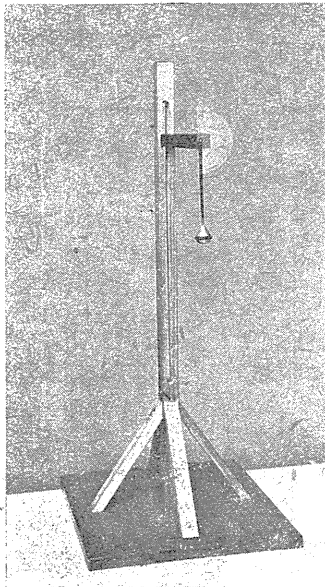
緒言に於ても述べたやうに Wickwire 等の膝蓋腱刺激法は振子裝置になつた槌子に適宜の

荷重を加へたものであるが、此荷重は任意に増減することに依つて槌子の重量を變化せしめて閾値を求めて居るのである。然し乍ら實際に短時間に検査を施行する場合には可なり不便が多い。

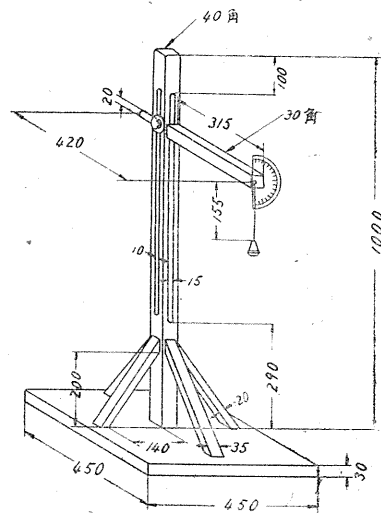
従來膝蓋腱反射測定に振子装置を用ひて居るものには Sommer (6), Weiler (13), Tuttle (9), Lombard (4), Pereira (5), 高橋 (10) 等の方法もあるが、之等は何れも刺激強度を數量的に現はすことをやつて居らない。

余の考案した刺激装置の特徴は刺激強度を槌子の落下角度に依つて變化せしめたことにある。装置は第1圖竝に第2圖に示す如く、槌子の廻轉軸に分度計を取付け刺激強度を直ちに分度

第 1 圖 實驗裝置寫眞



第 2 圖 實驗裝置型圖



計の目盛から讀み取れるやうに作つた。従つて Wickwire の方法の如く叩打のたびに槌子の荷重を取換へる必要がないから、その取扱は非常に簡便である。この装置では槌子の重量は 130g、槌子柄の長さは 18cm であつた。今此落下角度から實際の叩打力 F を求めるとすれば、槌子柄は非常に軽く、叩打錘は鉛製で重く、且叩打面(ゴム輪)の近くに重心があるやうに作られて居るから、之を簡単に單一振子と見做しても差支ないと考へられ、従つて落下角を θ 、廻轉軸から叩打面までの長さを l 、叩打錘の重さを M 、加速度を g とすれば、 $F = Mgl(1 - \cos\theta)$ erg で大體の力は求められると思ふ。但し本實驗の記載には單に落下角度 θ のみを舉げて實際の叩打力 F は求めなかつた。

被験者は緒言でも述べたやうに工員事務員等男女合計 55 名を用ひたが、これら被験者の年齢、勤務年限、作業名、作業の大體の強度を挙げれば第1表竝に第2表の如くなる。

即ち男子は 19—37 歳、女子は 17—24 歳のもので、何れも疾病や畸形の認められぬ自覺的

第 1 表 男子被驗者一覽表

番 號	姓 名	年 齡	勤務年限	作 業 名	作業強度
1	Y. A.	24 年	3 年 10 月	製 罐	重 作 業
2	K. W.	23 年	2 年 9 月	製 罐	重 作 業
3	W. Y.	24 年	3 年 11 月	製 罐	重 作 業
4	S. K.	33 年	2 年 1 月	製 罐	重 作 業
5	H. K.	26 年	3 年 11 月	製 罐	重 作 業
6	M. S.	20 年	6 月	鍛 工	重 作 業
7	M. S.	22 年	2 年 6 月	鍛 工	重 作 業
8	T. I.	37 年	2 年 4 月	鍛 工	重 作 業
9	M. M.	27 年	2 年 2 月	鍛 工	重 作 業
10	T. M.	27 年	10 月	鍛 工	重 作 業
11	G. S.	27 年	1 年 11 月	電 氣 熔 接	重 作 業
12	Y. W.	29 年	3 年 6 月	電 氣 熔 接	重 作 業
13	N. H.	31 年	3 年 6 月	電 氣 熔 接	重 作 業
14	T. O.	28 年	1 年 5 月	電 氣 熔 接	重 作 業
15	I. N.	29 年	2 年 7 月	電 氣 熔 接	重 作 業
16	K. A.	27 年	2 年 4 月	ブ レ ス	中 等 度 作 業
17	K. S.	27 年	2 年	ブ レ ス	中 等 度 作 業
18	K. N.	27 年	1 年	ブ レ ス	中 等 度 作 業
19	T. Y.	24 年	2 年 7 月	ブ レ ス	中 等 度 作 業
20	U. S.	26 年	1 年 11 月	ブ レ ス	中 等 度 作 業
21	F. K.	26 年	3 年 5 月	仕 上	輕 作 業
22	M. S.	28 年	5 年 5 月	仕 上	輕 作 業
23	T. T.	24 年	3 年 2 月	仕 上	輕 作 業
24	E. K.	23 年	7 年 9 月	仕 上	輕 作 業
25	M. O.	26 年	2 年 10 月	仕 上	輕 作 業
26	I. N.	19 年	2 年	組 立	輕 作 業
27	E. S.	22 年	1 年 1 月	組 立	輕 作 業
28	T. M.	27 年	1 年 4 月	組 立	輕 作 業
29	Y. T.	28 年	2 年 10 月	組 立	輕 作 業
30	T. T.	26 年	4 年 2 月	組 立	輕 作 業
31	T. T.	25 年	5 年 5 月	旋 盤	輕 作 業
32	S. S.	23 年	2 年 6 月	旋 盤	輕 作 業
33	T. T.	23 年	1 年 2 月	旋 盤	輕 作 業
34	E. S.	20 年	2 年 2 月	旋 盤	輕 作 業
35	M. A.	31 年	7 年	旋 盤	輕 作 業
36	K. A.	27 年	1 年 9 月	事 務	
37	S. K.	22 年	2 年	事 務	
38	M. Z.	23 年	2 年 1 月	事 務	
39	T. T.	21 年	3 年 10 月	事 務	
40	M. K.	23 年	1 年 9 月	事 務	

第 2 表 女子被験者一覽表

番 號	姓 名	年 齡	勤 務 年 限	作 業 名	作 業 強 度
1	H. Y.	21 年	3 年 9 月	ベーキング	中等度作業
2	S. I.	25 年	6 年	ベーキング	中等度作業
3	H. O.	24 年	3 年 9 月	ベーキング	中等度作業
4	K. H.	19 年	3 年 6 月	ベーキング	中等度作業
5	S. T.	19 年	3 年 6 月	ベーキング	中等度作業
6	K. N.	19 年	3 年 8 月	捲 線	輕 作 業
7	K. M.	18 年	11 月	捲 線	輕 作 業
8	K. E.	19 年	3 年 8 月	捲 線	輕 作 業
9	K. S.	21 年	2 年 6 月	捲 線	輕 作 業
10	A. N.	23 年	3 年 11 月	捲 線	輕 作 業
11	N. W.	22 年	2 年 11 月	事 務	
12	S. K.	17 年	10 月	事 務	
13	S. T.	18 年	10 月	事 務	
14	T. N.	21 年	1 年 9 月	事 務	
15	K. I.	21 年	4 年 8 月	事 務	

にも他覺的にも健康と見られる者のみを用ひ、特に脚氣患者其の他膝蓋腱反射異常者はこれを除外した。

膝蓋腱反射閾値測定に當つては先づ被験者を椅子に坐せしめ、目を閉じ下腿を自然に懸垂させ、可及的外來刺激其他の影響のないやうに注意した。次で上述の測定装置の槌子を懸垂靜止位に置いて叩打面が丁度膝蓋骨下縁の中央に於て膝蓋靱帶に輕く直角に接觸する如く調節し、しかる後槌子を一定角度まで引上げて自然に落下せしめ、その叩打刺激に依つて腱反射を起すか否かを檢した。分度計は5度を單位とし初め弱い刺激から段々に刺激強度を強くし、且つ刺激の重疊を避けるため、大體1分以上の間隔を置いて觀察した。かくして初めて膝蓋腱反射を起した最少の刺激を以つて刺激閾値とした。

尙被験者の作業疲勞を判定する意味に於て測定したのであるから、検査時刻は就業前の午前8時、同10時、正午、午後2時、同4時及び作業終了直後の午後6時の6回に亘つて行つた。猶又實驗條件をなるべく同じくするために休日の前後日を避けた。

III. 實驗成績竝に考察

測定結果を夫々男女別竝びに作業別に分けて表示すると第3—13表の如くなる。

第 3 表 男子製罐工の成績 (9)

時刻 番號	8a.m	10	12	2p.m	4	6
1	45	55	60	70	75	80
2	55	70	70	75	85	80
3	55	65	75	90	95	100
4	35	40	50	45	50	60
5	45	50	55	70	75	80
平均	47	56	62	70	76	80

第 4 表 男子鍛工の成績 (9)

時刻 番號	8a.m	10	12	2p.m	4	6
6	45	55	65	55	70	80
7	30	40	45	45	40	45
8	35	50	50	55	55	55
9	45	55	80	60	60	65
10	20	25	30	30	30	35
平均	35	45	54	49	51	56

第 5 表 男子電気溶接工の成績 (9)

時刻 番號	8a.m	10	12	2p.m	4	6
11	30	45	45	55	45	50
12	35	35	45	50	50	50
13	45	60	65	75	80	90
14	60	65	70	80	90	100
15	40	45	50	60	65	70
平均	42	50	55	64	66	72

第 6 表 男子プレス工の成績 (9)

時刻 番號	8a.m	10	12	2p.m	4	6
16	45	50	55	55	60	65
17	35	40	40	55	55	50
18	40	45	50	50	45	50
19	40	45	45	50	50	55
20	30	35	40	40	45	50
平均	38	43	46	50	51	54

第 7 表 男子仕上工の成績 (9)

時刻 番號	8a.m	10	12	2p.m	4	6
21	35	40	45	45	45	50
22	15	25	25	25	25	25
23	30	35	40	35	35	40
24	25	35	45	45	40	40
25	35	40	40	45	45	50
平均	26	35	39	39	38	41

第 8 表 男子組立工の成績 (9)

時刻 番號	8a.m	10	12	2p.m	4	6
26	25	30	35	35	35	35
27	25	30	30	35	35	35
28	25	30	30	35	30	35
29	25	30	30	30	35	35
30	40	45	50	50	55	55
平均	27	33	35	37	38	39

第 9 表 男子旋盤工の成績 (6)

時刻 番號	8a.m	10	12	2p.m	4	6
31	35	40	50	60	60	65
32	25	30	30	30	35	35
33	35	35	40	40	40	45
34	30	35	35	35	35	40
35	35	35	40	45	50	50
平均	32	36	39	42	44	47

第 10 表 男子事務員の成績 (6)

時刻 番號	8a.m	10	12	2p.m	4	6
36	30	35	35	40	40	40
37	25	30	30	35	35	35
38	35	35	40	45	50	50
39	25	30	35	40	45	45
40	30	35	35	40	45	45
平均	29	33	35	40	43	43

第 11 表 女子ペーキング工の成績 (6)

時刻 番號	8a.m	10	12	2p.m	4	6
1	30	40	40	45	50	55
2	30	35	40	45	45	45
3	40	50	55	50	50	45
4	50	70	70	75	80	95
5	45	60	65	65	70	60
平均	39	50	54	56	59	60

第 12 表 女子捲線工の成績 (6)

時刻 番號	8a.m	10	12	2p.m	4	6
6	40	50	55	60	70	75
7	30	30	35	40	40	40
8	40	45	55	55	60	60
9	40	45	55	60	70	70
10	35	40	40	40	35	40
平均	37	42	48	51	55	57

第 13 表 女子事務員の成績 (6)

時刻 番號	8a.m	10	12	2p.m	4	6
11	40	40	50	50	50	50
12	45	50	55	55	55	55
13	35	45	50	55	65	70
14	25	30	30	35	40	40
15	35	35	40	45	50	50
平均	36	40	45	48	52	53

以上の結果を見ると例外なく何れの作業に従事するものでも、膝蓋腱反射刺激閾値は就業前の値が最低であつて、それから逐時的に1日の作業過程が進むにつれて閾値は上昇して行く。即ち1日の作業過程の進行に比例して全身の疲勞現象も進むものと考へれば、腱反射閾値は一應疲勞現象の示標として用ひ得られるやうに考へられる。

さて産業勞務者の疲勞に就いては勿論個人の體力の強弱、作業能力の大小、健康度の良否其他に依つて左右せられるではあらうが、作業強度の大小に依つて影響せられる事最も大なるべきは論ずるまでもない。然らば此作業強度の大小を比較するには、作業の繼續時間、反復回數等作業内容の複雑な點も顧慮せねばならぬが、大體作業強度は其作業の Energie 代謝率 $(= \frac{\text{作業に要した Energie 量}}{\text{基礎代謝量}})$ に準據して比較すべきである事は古澤 (2) 等の常に主張して居る處である。本實驗は各種の作業に従事する被験者 5 名宛に就いて測定したものであるが、之等作業内容の概略と其作業強度の大小を一括して示すと第 14 表になる。

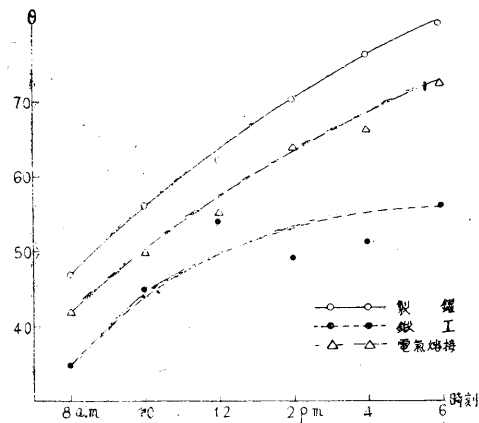
第 14 表 各種作業の概略と大體の作業強度

作 業 名	作 業 の 概 略	作 業 強 度 の 分 類	大體のEnergie 代謝率
製 鋳	主として變壓器を製作する作業にして鐵板をローラーで處定の形狀になしアングル捲を行ふ。10—15ポンド兩手ハンマーを使用するものである。	重 作 業	2.7—3.7
鍛 工	1100°C 位の爐にて加熱せる 300—1000kg の鐵材料を水壓鍛鍊機にて處定の形狀に火造する作業で1回の加熱時間1—2時間位、加工時間は30—40分位、加工後再び爐で加熱する。繼續作業でない。	重 作 業	4.9—13.4
電 氣 熔 接	直流或は交流熔接器によつて變壓器の熔接作業を行ふもの。	重 作 業	2.7
ブ レ ス	變壓器及電動機發電機等の鐵心を規定の寸法形狀に打抜く作業。	中等度作業	0.5—1.1
仕 上	電動機部分品の軸受等を鋳にて摺合せ加工する作業。	輕 作 業	0.4—2.6
組 立	電動機及發電機等の部分品を組立て、成品とする作業。	輕 作 業	0.4
旋 盤	電動機及發電機のカドーム等を規定の寸法に旋削する作業。	輕 作 業	0.4
ベーキング (女子)	變壓器及電動機發電機等の鐵心にワニスや吹付けベルトコンベアで爐の中に入れ焼付け絶縁する作業。	中等度作業	1.7—2.7
捲 線 (女子)	捲線機械により電動機及發電機等に使用する電線を綿テープ又は紙テープで被覆絶縁する作業。	輕 作 業	0.6—0.8

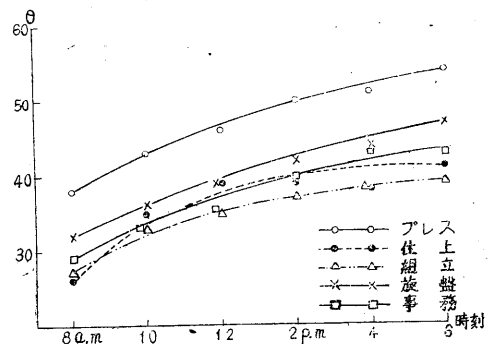
此表に掲げた Energie 代謝率は男女勞務者に就いて長年調査せられた日本勞働科學研究所の資料 (7, 8) 並びに本實驗を行つたと同じ工場に於て蓮村, 田中 (1) の測定した値を參照したものである。尙此表に於て作業強度を重作業, 中等度作業及び輕作業に分類してあるが, 上述の Energie 代謝率並に作業繼續時間等を顧慮して分けたものである。

第 3 圖に示す曲線は上表の男子重作業群(製罐, 鍛工, 電氣熔接作業)の腱反射刺激閾値(平均値)を逐時的に圖示したものであり, 第 4 圖も同様男子の中等度作業群(プレス作業), 輕作業(仕組, 組立, 盤務)の逐時的變化を圖示したものである。

第 3 圖 男子重作業群作業別平均刺激閾の逐時的變化



第 4 圖 男子中等度作業, 輕作業, 事務員作業別平均刺激閾の逐時的變化



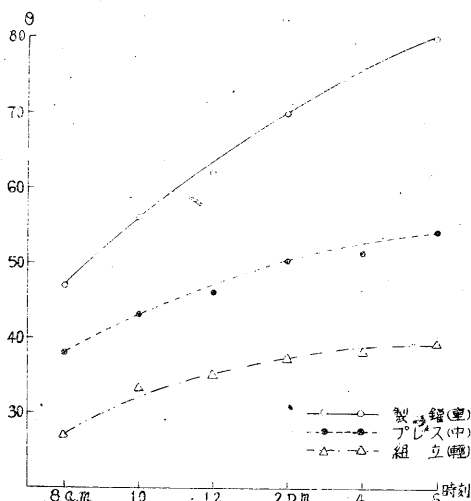
業群(仕上, 組立, 盤務)及び事務員の逐時的變化を圖示したものである。

之等第 3, 4 圖の曲線を比較して見ると作業強度の強いもの程逐時的な刺激閾の高まり方が著しく大きく, 輕作業になると刺激閾の高まり方は落下角 θ にして大體 10° 内外の僅かなものとなり, 机上執務を主として筋勞作を殆どしない事務員のそれと略々同じ状態を示して居る。

更に第 3 圖に示す重作業群に於て Energie 代謝率から見ると鍛工作業は最も作業強度が大なる可き筈であるが, 其作業内容を検討して見ると實際に加工作業に従事するのは 30—40 分で, 其間に鐵材料の加熱せられる迄の 1—2 時間は仕事を休んで居るから, Energie 代謝率の遙かに低い製罐作業や電氣熔接作業よりも刺激閾値の高まり方がずつと低くなつて, 寧ろ中等度作業のプレス工のそれと一致して居る。之等の成績から疲勞度は實際の作業強度に比例し, 又疲勞度に比例して腱反射閾値が上昇するものとすれば, 作業の強度を單に一時的な作業の Energie 代謝率で現はすよりは 1 日の作業の總和に依つて高まつて來る腱反射閾値を以て表現する方が寧ろ妥當な數値を得られるやうにも考へられ, 勞働生理學上極めて重大な示唆を與へるものと信ずる。

更に重作業, 中等度作業及び輕作業群の代表的なものとして, 夫々製罐, プレス, 組立作業に於ける刺激閾値の逐時的變化を同一坐標に取つて見ると第 5 圖の如くなる。

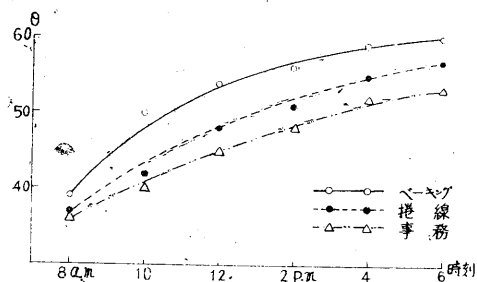
第5圖 男子作業強度別平均刺激閾の逐時的變化の比較



刺激閾値が大體作業強度の強いと思はれるもの程高い事である。此理由に就いては尙判然としな
いが、重作業になる程安静時の閾値が高いので、或ひは重作業に於ては1日の作業に依つて生
じた疲労が完全に恢復しないで、翌日まで持ち越されると云ふやうな事が度々起る爲めに次第
に安静時の閾値を上昇せしめるのではないかと考へられる。兎に角此實驗の限りでは就業前
の閾値を知ることによつて大體如何なる強度の作業に従事して居るものか判定出来るやうにも
見られるが、實際には個性差が大であるために此事は不可能である。

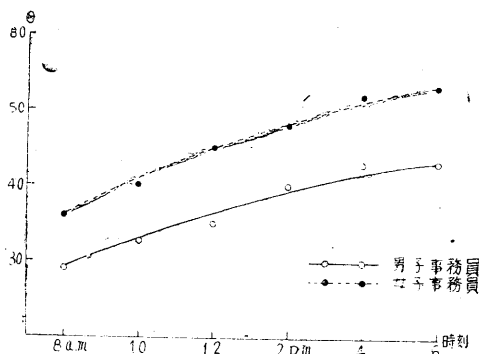
女子に就いて得た結果は第6圖に一括して示した。之等の結果に就いても男子の場合と全く
同様である。即ち女子のペーキング、捲線作業は大體男子の輕乃至中等度作業に匹敵するもの
の如くである。尙男女性別に依る差異を比較する爲め、机上執務を主とする男女事務員に就い
て検討して見た。之は第7圖に示す如く閾値の上昇率は殆ど一致して居るが、就業前の安静時

第6圖 女子作業別平均刺激閾の逐時的變化



各作業強度別に之等閾値の上昇曲線を調
べて先づ氣付かれる事は、重作業に於ては、
逐時的に閾値はどんどん上昇するに對し、
中等度作業並びに輕作業に於ては時間の經
過と共に其上昇度を減じ、定常状態に入る
やうな傾向を示すことである。之は筋勞作
が輕いと疲労は一程度以上餘り進まない
が、勞作の強い時にはどんどん疲労が重加
されて來ると云ふ從來からの考へや吾々の
日常の經驗に照し合せても、腱反射閾値を
以て疲労の示標とすることの妥當性が窺知
せられるやうに考へられる。尙第5圖並び
に第3圖に於て興味あることは就業前の刺

第7圖 男子女子事務員平均刺激閾の逐時的變化の比較



閾値は女子の方が幾分高い傾向を示して居る。

以上の結果から膝蓋腱反射刺激閾値は所謂疲勞現象の示標として充分利用し得られるものと思ふ。而かも閾値の逐時の上昇の傾向から作業の強度を推定することも出来、又此上昇傾向が大なるものは軽作業に従事するものであつても、其者にとつては仕事の負擔が軽作業でなく重作業に匹敵するものであること等が判定せられ、勞務者の適業決定、過勞の防止等に資する所多いと思はれる。

尙事務員の閾値上昇が軽作業群のそれに一致する處から見て、此關係は精神勞働にも適用し得られる如く考へられる。

更に此方法は極めて簡単に何れの場所に於ても實施し得られるから、將來産業疲勞の簡易測定方法として一般に採用されたいと思ふ。

IV. 摘 要

1. 戰時産業の膨大なる發展に伴ひ、勞務管理の上から産業疲勞の正しき検討は現下喫緊の重要問題である。膝蓋腱反射閾値が肉體的並びに精神的疲勞の示標となり得る可能性に着目し、之が實際に産業疲勞の測定に應用し得られるものであるかを検討した。
2. 余は先づ最も簡単に膝蓋腱反射の刺激閾値を測定し得る裝置を考案作製し、之を用ひて東京芝浦電氣芝浦支社鶴見工場の男女工員、事務員 55 名に就いて實驗した。
3. 其結果膝蓋腱反射閾値は作業の種類の如何に關せず常に就業前の安靜値が最低で、1 日の作業過程の進むに伴ひ逐時的に上昇し、其上昇度は作業強度に正確に比例することを知つた。
4. 筋肉勞作を行はぬ事務員に於ても腱反射閾値は軽作業に従事する工員と同様の経過を以て上昇する。従つて精神作業に依る疲勞にも適用し得られる。
5. 3, 4 の結果から膝蓋腱反射閾値の消長は、從來知られて居る多くの疲勞測定法よりも総合的な疲勞の示標として端的な數値が求め得られる。
6. 又此方法は極めて簡単に何れの場所に於ても實施し得られるから、産業疲勞の簡易測定法として非常に普遍性の多いものと信ずる。

摺筆に當り浦本教授杉本助教授の指導校閱を銘謝し併せて名取講師の助力を謝す。

文 獻

- 1) 蓮村省三・田中 稔 (未發表論文)
- 2) 古澤一夫・白井伊三郎 (2596) 日本生理誌 1 364
- 3) 上岡文雄 (2601) 日本生理評論 1 356
- 4) Lombard, W. P. (1887) Journ. Physiol. 1 5
- 5) Pereira, J. R. (1925) Brain. 48 255
- 6) Sommer, (1894) Dtsche. Med. Wochenschr. 856
- 7) 暉峻義等 (2601) 勞働科學 18 371
- 8) 暉峻義等 (2601) Ibid. 18 496

- 9) Tuttle, W. W. (1924) Journ. Pharm. Therap. 68 334, 345
- 10) 高橋敏夫 (2595) 東京醫學會誌 49 409
- 11) Wickwire, G. C. & W. E. Burge. (1936) Journ. Physiol. 116 161
- 12) Wickwire, G. C., H. L. Terrig, Ruthkrouse, W. E. Burge, & C. D. Monson (1938) Amer. Journ. Physiol. 123 213
- 13) Weiler, K. (1910) Z. ges. Neurol. u. Psychiat. 1 116

體力に關する研究 (12) 612.766

疲勞計としての膝蓋腱反射閾値法に關する批判實驗

(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

仁木庸次郎・朝井清・秋元新平
Nikki-Yoziro・Asai-Kiyosi・Akimoto-Simpei

池上鉦十郎・佐々木謙三
Ikegami-Todyurō・Sasaki-Kenzō

(昭和18年2月5日受付)

I. 緒 言

この報告は吾々の教室の上岡が曩に發表した膝蓋腱反射閾値法(1)を更に詳細に検討した實驗である。上岡の膝蓋腱反射閾値法は作業の實際に當り勤勞者の膝蓋腱反射の消長を逐時的に求めた結果、閾値の作業経過による消長は作業強度が大きい程上昇し、同時に夫れが疲勞の示標として最も簡単に疲勞を測定し得る疲勞計として役立つと云ふのであつた。膝蓋腱反射を疲勞測定に利用する試みは、上岡に始まるのではないが、從來の方法が主として閾値を測定するよりも反射運動の大きさ、即ち四頭股筋の收縮の大きさに注意が向けられて居たため、満足する域に到達しなかつたが、上岡により閾値を測定する方法が採用され、一新機軸を出した觀があつた。殊に測定装置及その操作が極めて簡單である所に實用價値を賦與せしめたものと認める。依つて吾々は其の實用價値を一層適確にするため、膝蓋腱反射に於ける刺激部位、即ち叩打部位の定め方に就て、また反復刺激による膝蓋腱反射の疎通現象の有無、更に中樞性抑制作用、特に注意力の集中その他の心理的要因の影響等に就て檢索した。

實驗は2602年9月より11月迄の間に行つた。

II. 實 驗 成 績

實驗方法は膝蓋腱反射閾(S. K. R.)の測定に上岡の裝置を用ひた。其他特に記載を必要とする其他の事柄に就ては各實驗成績の項に附記する。

1. 叩打部位と反射閾との關係 觸診で境界のきめられる膝蓋腱の廣さ(Q)は個人に依つて多少異なるが、成人では大體 2.5cm^2 位の廣さを持つて居る。従つて臑部を叩打し、腱反射(K. R.)を起させる場合の叩打部位の選定は相當廣い範圍で自由なわけである。そこで一應その各部位を叩打して閾値に異同あるかどうかを調べて見た。實驗條件は被檢者を机上に腰かけさせ、下腿を自由に垂下させ、上體は正坐の場合の姿勢を保たしめ、次で觸診によりQの境界を赤鉛筆で記し之を柵目に9等分し、各部の中央を叩打して閾値を求め、次でQの中央部に1

cm²の部を定め、之を縦に3等分し各部の閾値を求めた。その成績の一端を示せば第1表、第2表になる。表に於て數値の位置は基盤目に9等分した叩打面の位置に相應させた。

第1表 右足の膝蓋腱部を9等分した各部の中央を叩打した場合の S. K. R.

1	2	3	4	5
52 30 37	80 53 40	50 55 55	29 27 27	30 30 30
52 33 35	70 45 40	50 48 50	27 26 27	27 28 28
70 36 40	60 45 50	55 45 50	27 27 27	30 29 29

第2表 中央1cm²の部を3等分し各部を叩打した場合の S. K. R.

1	2	3	4	5
35	47	47	27	28
32	45	48	26	28
33	44	48	28	28

表によれば各部の閾値は必ずしも等しくない。一般に中央及内側の閾値が低く、外側と腱が骨に接着する部に近いところでは閾値が高い(第1表)。多くの例では中央部及内側の閾値には餘り差異が無いが、少し位置が變つた丈で相當閾値の變つた場合も觀られた(第2表)。従つて數回腱反射閾を測定し、之を正確に比較するには毎回の叩打部位を定めて置く必要がないではない。然し比較的多人數に就き統計的に觀察するには、腱の略々中央を叩打部位と定めて置けば、その範圍で多少叩打位置がすれても餘り問題にならぬ成績を示した。此點は本閾値法が廣く利用されるのに都合のよい事柄である。

2. 姿勢と反射閾との關係 膝蓋腱反射閾値法が一般に應用され、勞務者を對象とし多人數の測定を行ふ場合には、上に述べた如き姿勢を一々正しくとらせることは容易でなく、或は上體を前方に曲げたり、左右に傾けたりする場合が起り得る。その場合姿勢と四頭股筋の緊張狀態との間に一定の關係があると見做されるから閾値が變つて來ないとは限らない。そこで色々の姿勢をとらせた場合の閾値の變化を求めて見た。それらの成績から觀れば僅かな姿勢の崩し方では目盛に現はれる程度の變化は觀られなかつた。次に上述するところと異り、椅子に腰かけさせ足を組ませた場合と足を床につけた時の閾値を調べた。その成績よりすれば四頭股筋の強縮を目標とする限り、上述の姿勢下の結果と殆んど異同がなかつた。但し足を床につけた場合には、足先に少し力を入れさせた丈で閾値が低くなるのが通例であつた。

3. 膝蓋腱反射に於ける抑制と疎通 膝蓋腱反射閾値の測定で留意されねばならぬのは連續叩打の際の刺激の加重、疎通及中樞性又は末梢性の抑制等である。これらに就て以下の實驗を行つてみた。第1は豫め S. K. R. を求め、それより弱い叩打力で數回叩打した場合腱反射が起るやうになるか否か、又起るとすれば何回目位に起るかを調べた。測定器の性能から反復叩打の最少時間々隔は約2秒であつたが、それらの成績は第3表に示す如く、閾値より弱い叩打力でも數回繰返し叩打すると四頭股筋の強縮が觀られた。叩打間隔を長くした場合の成績は第4表の如く、3秒間隔で叩打した場合は加重を起し難く、4秒間隔では閾下刺激の加重では反射運動を起さなかつた。

第3表 2秒間隔の反復叩打による
閾下刺激の重疊

叩打回数 叩打強度	1	2	3	4	5	6	7	8
35	+	+	+	+	+	+	+	+
34	-	+	+	+	+	+	+	+
33	-	-	+	+	+	+	+	+
32	-	-	+	+	+	+	+	+
31	-	-	-	+	+	+	+	+
30	-	-	-	+	+	+	+	+
29	-	-	-	-	-	-	-	-
25	+	+	+	+	+	+	+	+
24	-	+	+	+	+	+	+	+
23	-	+	+	+	+	+	+	+
22	-	-	+	+	+	+	+	+
21	-	-	-	-	-	+	+	+
20	-	-	-	-	+	+	+	+
19	-	-	-	-	-	-	-	-

第4表 3秒間隔の反復叩打による
閾下刺激の重疊

叩打回数 叩打強度	1	2	3	4	5	6	7	8
28	+	+	+	+	+	+	+	+
27	-	+	+	-	-	+	-	+
26	-	-	-	-	-	-	-	-

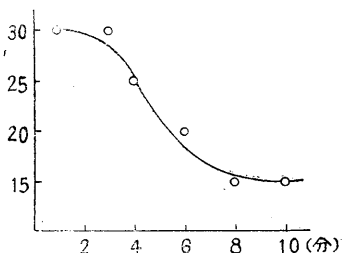
第5表 叩打力を閾値より10°高めた後の
閾値の時間的變化
被檢者 仁木庸次郎

時間(秒)	直後	30	60	90	120
閾値					
35	23	33	35	34	35
34	26	35	35	35	35
37	23	35	36	36	36

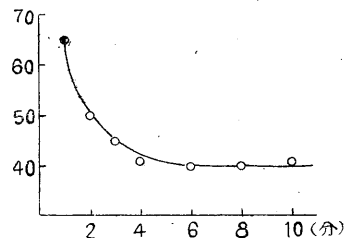
次に豫め求めた閾値より強い力で叩打した場合には明かに一定時間疎通を起した。そこでこの疎通がどの位長く続くかを求めてみた。それらの成績の一部を示すと第5表の如く、叩打力をこの装置で目盛にして10°位高めた時は大體1~2分間持續する疎通現象が觀察された。之は第1回目の叩打力が閾値を越へて大きくなればなる程長時間續いた。

第3に一方の膝蓋腱部を毎分12~14回叩打しつつ、他方の膝蓋腱部の閾値を求めた。それらの成績は第1圖の如く明かに疎通現象が觀られた。

第1圖 左足の腱部を毎分12~14回叩打
右足の S.K.R. = 30
左足の S.K.R. = 36



右足の S.K.R. = 65
左足の S.K.R. = 75



次に所謂中樞性抑制を調べるために空間閾の測定を行つて注意力を膝蓋腱部からそらせた場合とまた故意に反射運動としての足の動きをとめようと意識させた場合等に就て調べて見た。その結果膝蓋腱反射閾は多くは中樞性抑制を起さないで、故意に足の動きをとめようとする場合には四頭股筋の緊張によつて却つて閾値が低くなるのが通例であつた。然し叩打したとき下腿を後方に動かす運動、即ち四頭股筋を反射的に弛緩させると、閾値が非常に高くなつた。

以上の成績より膝蓋腱反射閾を測定する場合留意すべき事項として、(1) 觸診で境界の定められる膝蓋腱各部で求めた閾値が必ずしも等しくないため、數回腱反射閾を測定し之を比較する時は叩打部位を比較的嚴重に定めて置く必要があること、(2) 反復叩打を行ひつゝ閾値を求める場合は、少くとも2秒以上の間隔で叩打すること、(3) 若し閾値を越へた強い叩打力で打つたと認められる場合は、少くとも1分位時間間隔を置いて再び測定をやり直すこと、(4) 一側の膝蓋腱叩打により他側の腱反射閾も低くなること、(5) 一般にはそれ程中樞性抑制を考慮しなくともよいので、却て疎通現象の現はれ易いこと等が判つた。

III. 摘 要

1. 上岡による膝蓋腱反射閾測定の實用價值を一層適確にするため、膝蓋腱反射閾値法に於ける刺激部位、即ち叩打部位の決め方、反復刺激による疎通現象、中樞性抑制等に就て1,2検討を進めた。

2. 觸診で求めた膝蓋腱各部の閾値は必ずしも等しくない。一般に中央及内側の閾値が低く、外側及腱が骨に接着する部に近い所で閾値は高い。多くの例では中央部及内側の閾値には餘り差異がなかつた。

3. 被檢者の姿勢の腱反射閾に及ぼす影響は殆んど認められなかつた。

4. 反復叩打により閾刺激より5°位低い閾下刺激の重疊が認められた。

5. 叩打力が閾値より10°位高い場合には1,2分間疎通現象が觀察された。

6. 多くの例では所謂中樞性抑制が認められなかつたが、故意に足の動きをとめようとする場合には閾値が低くなり、逆に叩打したとき下腿を後方に動かす運動をすれば閾値が高まつた。

擱筆に臨み浦本教授の懇篤なる指導と校閲とを深謝し併せて杉本助教授名取講師の厚意と助力とを多謝す。

文 獻

- 1) 上岡文雄 (2603) 日本生理誌 8 288

蛙皮の動電力竝に呼吸に對する諸種要因の

選擇的影響に就て 612.014.432 : 612.222

東北帝國大學醫學部第2(本川)生理學教室

遠 藤 尚 義

Endo-Naoyosi

・ (昭和 18 年 3 月 20 日受付)

I. 緒 言

酸化作用が蛙皮動電力の發現に關係あることは、Lund(9)の實驗以來注意せられ、William, Sheard(18), Taylor(17), Francis(5), Ponder, Macleod(15), Huf(6)等の研究者達により種々の方面より研究された。此等の研究は蛙皮の酸素消費を妨げるが如き條件、例へば酸素壓の低下、呼吸毒の作用等は蛙皮の靜止電位をも亦低下せしめることを指摘するに止まり、兩者の間に如何なる量的關係が存在するかは不明であつた。

酸化過程は生活エネルギーの源泉であるから之を妨げる時は、凡ての機能が多かれ少かれ影響を受けるのは當然であつて、酸化過程の障礙に依つて蛙皮靜止電位の低下を來すことは直ちに Lund 等の考へる如き兩者の間の直接的な關係の存在を意味するものではない。依つて本川・成田及び遠藤(12)は呼吸作用に障礙を來す如き非生理的な實驗條件を避け、唯温度を生理的範圍に變化せしめることによつて呼吸及び動電力を變化せしめ、以て兩者の間に存する關係を追究した。而して動電力と酸素消費速度の對數との間に直線關係が存在することを確め、Francis(5)の考へる如く、電位の發現に與るイオンが酸化過程に依つて供給されると假定して上述の量的關係を理論的に説明した。又同氏等(12)は蛙皮靜止電位竝に酸素消費と pH との關係を研究し、兩者は互に並行的に變化することを確めることが出來た。此等の實驗は皆兩者の間に直接的な因果關係の存在することを思はしめるが、又一方では Ponder, Macleod の實驗の示す如く Saponin は靜止電位を著しく低下せしめるけれども酸素消費には殆んど何等の影響を興へないと云ふから、之が眞なりとすれば、吾々の確め得た兩者の間の並行關係も偶然なものゝの如くにも思はれるのである。そこで余は本實驗に於て、第1に非生理的な條件、例へば 40~60°C の如き高温の作用、青酸の如き呼吸毒の作用に依つても、生理的條件下と同様な量的關係が兩者間に存在するや否や、若し並行關係が存在しないとすれば如何なる相違があるか、第2に、Saponin は Ponder 及び Macleod の云ふが如く果して兩者に對して選擇的に作用するや否や、又 Saponin 以外には選擇的に作用する物理的乃至は化學的條件があるかどうかを明かにせんと努めた。

II. 實驗方法

廣き水槽中に飼ひ置きたる *Rana nigromaculata* の摘出皮を用ひ、靜止電位の測定は理研製反照檢流計 (10^{-11} A) を零器として用ひ補償法に依り之を行ひ (詳細は 11 を参照のこと)、酸素消費量は Barcroft の檢壓計により測定を行つた (詳細は 4 を参照のこと)。電位並びに酸素消費量の測定溫度は常に $25 \pm 0.1^\circ\text{C}$ であつて、使用した Ringer 液の組成は NaCl 0.6%, KCl 0.02%, CaCl_2 0.02% であつて其 pH は 25°C に於て 5.8~6.0 (比色法による) であつた。尚靜止電位は mV を以て表はし、酸素消費量は蛙皮の乾燥量 1g につき 1 時間の消費量を mm^3 單位で表はした。

III. 實驗成績

豫備實驗 實驗に先立ち檢壓計の誤差を測定する爲に、實驗に用ひると同大の死蛙皮 (1 時間煮沸) を檢壓計容器に入れ本實驗同様の操作を施して檢壓計の讀みを取り、之を生蛙皮の場合の讀みと比較して其標準誤差を算出し、 $\pm 3.38\%$ なる値を得た。

A. 硝酸銀の影響

靜止電位が平衡状態に達した時 20 % の硝酸銀を表皮面或は漿液膜面に、メトロノームを用ひ正確を期して夫々、3 秒、5 秒、30 秒、180 秒間作用せしめた。硝酸銀を作用せしむるときには、靜止電位の測定に於ける如く硝子管の一端に表皮面を外側に漿液膜面を内側に、或は漿液膜面を外側に表皮面を内側に向けて固定し、内側には Ringer 液を入れ、表皮面或は漿液膜面の Ringer 液は吸取紙を以て丁寧に吸ひ取り、所期の硝酸銀を適用しその直後、豫め用意した大量の Ringer 液中にて皮膚面に附着せる鹽化銀を沈澱として除去し、更に今 1 度 Ringer 液中にて充分洗滌した。

表皮面に作用せしめる場合には、硝酸銀適用直後電位下降著しく而も時間的に恢復の微候を示さず或は、抑制も進行することなく、略々一定に止まる。之後述する青酸加里、Saponin 等の作用と著しく趣を異にする點である。作用時間 1 秒並びに 2 秒のものでは電位の減少は 100 % のものあり、又標本に依り然らざるものあり。之に反し、3 秒 (16 例)、5 秒 (8 例)、30 秒 (4 例) にては何れも電位の減少は 100 % である。然るに酸素消費量は 3 秒及び 5 秒にては殆ど抑制されず 30 秒に於て初めて 41.1 % (6 例) に、180 秒では 17.3 % (5 例) に減少する [第 1 表 (a)]。尚漿液膜面に作用せしめる場合には第 1 表 (b) に示す如く靜止電位は 3 秒、5 秒では適用後 1 時間半にして夫々 24.2%, 16.3% に減少し、30 秒、180 秒では適用直後零となる。酸素消費量は 3 秒では 119.3 % (6 例) に、即ち 19.3 % の増加を示し、5 秒では殆ど抑制を受けず、30 秒に至つて 25.3 % に、180 秒では 16.3 % (3 例) に減少す。

即ち、表皮面に作用せしめる場合には Ag. が表皮層に滲透し (切片固定標本による)、靜止電位を零となすものにして、3 秒、5 秒の短時間にては硝酸銀と細胞内蛋白質との結合も少く、又食鹽水 (Ringer) が硝酸銀の擴散を中絶せしめることは既に知られた事實であるから、こ

第1表 (a) 20%硝酸銀を表皮面に
作用せしめたる場合

作用時間	作用後の靜止電位 (作用前に對する%)	作用後の酸素消費量 (對照に對する%)
3秒	0 %	93.0%
5秒	0 %	99.9%
30秒	0 %	41.1%
180秒	0 %	17.3%

第1表 (b) 20%硝酸銀を漿液膜面
に作用せしめたる場合

作用時間	作用後の靜止電位 (作用前に對する%)	作用後の酸素消費量 (對照に對する%)
3秒	24.2%	119.3%
5秒	16.3%	99.8%
30秒	0 %	25.3%
180秒	0 %	16.3%

の爲表皮層への侵入は酸素の消費に大した影響を與へず、30秒、180秒にては硝酸銀の擴散が高度となりたる爲消費量にも影響を與へたるものと考へられる。斯様に表皮面よりの硝酸銀適用が電位に選擇的に作用することより見るも電位は皮膚表層に存在することが推定出来る。又漿液膜面に作用せしめる場合には、3秒、5秒では表皮層にAg. が到達せざる爲電位に對する抑制度は少く、30秒の適用に依り初めて表皮層に到着し、抑制度は100%となる。尙30秒、180秒の適用に於て表皮面より作用せしめたる場合の方が漿液膜面に作用せしめたる場合よりも酸素消費量が多く残るのは、表皮面の方が凡ての物質に對して漿液膜面より抵抗力強き爲と考へられる。

以上の實驗により、靜止電位は表皮面に關係あること明かである。

B. 機械的刺激

皮膚は側方より腹部にかけて左右相稱に摘出し、Leiste 無き部分を用ひた。機械的障害を與へる爲に、蛙皮の縁邊を固定し表皮面又は漿液膜面を1回だけ、安全剃刀の刃を凡そ45度の角度に當て、手前の方に一氣に移動せしめた。然る後電位並びに酸素消費量を測定し、刺激前の値と比較した。加へた力の程度は人間の手背に、同一操作を施せば Petechien が明らかに認められる程度であつた。

第2表 機械的刺激 (安全剃刀の刃にて
一擦り) による影響

作用面	作用後の靜止電位 (作用前に對する%)	作用後の酸素消費量 (對照に對する%)
表皮面	0 %	76.5%
漿液膜面	100.0%	75.2%

第2表に示す如く表皮面に於ては、刺激適用後靜止電位が直ちに零となる(6例)ことは、靜止電位の發現部位が表皮面にあることを發見した du Bois-Reymond (1865) の實驗と同様にして、電位消失が機械的刺激による一時的現象に非ざることは19時間後にも

電位の回復せざるにより明かである。この際、酸素消費量は76.5%(6例)に減少し、漿液膜面に於ては、靜止電位は適用後増加することあり、又之と反對に多少減少することあり、6例平均にて92.7%に減少するも、正常なる蛙皮の左右相稱片の靜止電位は平衡時に於て、數%の差異を示すこと多き點より觀て、漿液膜面に對するこの種機械的障害は靜止電位に變化を起

さしめずと見るべきである。之に反し、酸素消費量は6例平均75.2%に減少した。尙この機械的障害による表皮層の破壊状態を検索する爲、染色固定標本を作成したが、層の脱落状態を明瞭に検鏡し得なかつた。

C. Saponin の影響

Pondër 及び Macleod (15) の行へる實驗に於ては、Saponin の量は頗る少量 (1 cc) に過ぎず、皮膚面より分泌される鹽類などの爲、Saponin のみの影響を見ること不可能と考へ、約15 cc の Saponin (武田化學藥品株式會社製)-Ringer 液に5時間漬け置き、然る後 Ringer に移して靜止電位を、Saponin-Ringer 液 (5時間適用液と同濃度) に移して酸素消費量を測定した。その結果は第3表に示す如く、兩液適用後は完全に靜止電位は零となるに對し、酸素消費

第3表 Saponin-Ringer 液の影響

Saponin-Ringer 液	作用後の 靜止電位 (作用前に 對する%)	作用後の 酸素消費量 (對照に對 する%)
0.05% S.-R.	0 %	74.0%
0.5 % S.-R.	0 %	69.1%

量は 0.05% Saponin-Ringer 液では 74 %, 0.5% S.-R. 液では 69.1% に抑制された。

Ponder 及 Macleod は屢々 Saponin に依て、酸素消費量が増大することを認めたが、自らも認めてゐる如く、恐らく實驗の誤りであらう。余の實驗ではこの原形質毒たる Saponin

は靜止電位は勿論酸素消費をも減少せしめるが、兩者に對する作用の強さは大なる相違があることは確かである。電位の減少も 1% S.-R. では 85 %, 0.2% S.-R. では 50 % 抑制すと云ふ彼等の結果よりも尙一層抑制度著しく、0.05% S.-R. にて既に 100% の抑制を受けるのに酸素消費は僅かに 26 % の減少を見たのみである。この相違は恐らく Saponin の表面活性により表皮層に存する電位が著しく作用されるのに酸素消費は皮膚全體が之に關するものであるから比較的影響されること少きによるのであらう。

D. 温度の影響

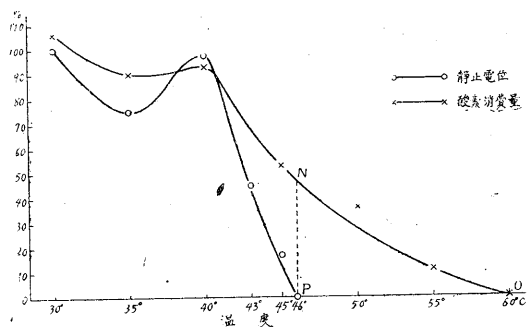
先づ高温が蛙皮の靜止電位及び酸素消費に如何なる影響を及ぼすかを見る爲に、25°C に於ける兩者の平衡値と、高温を一定時間作用させた後再び 25°C に返した時の値とを比較した。

靜止電位は Ringer-Ringer 誘導に於ては、約 1~4 時間を経れば平衡状態に達する。但し茲に平衡とは數十分或はそれ以上に亘り、電位變動が 1 mV 以内に止まる場合を云ふ。この時夫々、30°C, 35°C, 40°C, 43°C, 45°C, 46°C, 50°C, 55°C 及び 60°C の Ringer 液中に 30 分間浸し、直ちに元の恒溫槽 25±0.1°C に入れ測定を行ひ、1~2 時間の後再び平衡状態に達するを以て、この値を前平衡値と比較し、之を其百分率を以て表はすことにした。又酸素消費量の測定は背部正中線及び腹部正中線に於て左右相稱に切り離し、右側半を對照とし左側半を上記各温度の Ringer 液中に 30 分間浸し、之を取り出して檢壓計の容器に入れ 25±0.1°C の恒溫槽中にて測定をなし、測定開始より第 3 時間及び第 4 時間の平均 1 時間の消費量を對照と比較し、其百分率で表はすことにした。

第4表 (a). 温度の影響

水温並に作用時間	作用後の静止電位 (作用前に對する%)	作用後の酸素消費量 (對照に對する%)
30°C 30分	100.0%	105.3%
35°C 30分	73.5%	90.5%
40°C 30分	97.5%	93.3%
43°C 30分	45.0%	—
45°C 30分	17.0%	53.0%
46°C 30分	0 %	—
50°C 30分	0 %	36.6%
55°C 30分	0 %	10.5%
60°C 30分	0 %	0 %

第1圖 温度に依る酸素消費量と静止電位との關係



な關係は存在しないことが判る。例へば 46°C 以上の温度を作用せしめた場合には静止電位は零となるも尚呼吸は相當行はれてゐる所を見ると、静止電位が直接酸素消費と關係を持たないのか或は酸素消費の一部が静止電位に關係し他は之に關係しないと考へるべきか其何れかでなければならぬ。此場合は第1の考へ方が適當と思はれる。又この實驗に於て、蛙皮に於ける呼吸酵素は 35°C 30分間及び 40°C 30分間にては、その破壊顯著ならざるも 45°C 30分間にては急激に酸素消費量が減少することより觀て、呼吸に關係する重要な酵素がこの間の温度に於て破壊せらるゝものと考へられる。30°C 30分間にて酸素消費量が增大するのは 30°C は尚生理的温度の範圍に屬し、この温度上昇による物質代謝の高まりが 25°C に返した後も幾分殘存するものと解することが出来る。尚、第1圖に於て三角形 NOP は静止電位に全々無關係なる酸素の消費であつて N に於ては静止電位は零なれども酸素の消費は尚 46 % 殘ることを示す點で、これが後述する如く M/750—青酸加里—Ringer 液を用ひた場合に於ける静止電位は零、しかも酸素消費量は尚 43 % 殘ると云ふ成績と一致するのは甚だ興味深いことである。

作用温度等しくとも作用時間を種々に變へることの影響、即ち呼吸酵素は作用時によつて如

第4表(a) 及び第1圖に示す如く静止電位は 30°C 30分間作用せしめたのでは、12例に於て影響なく、35°C では 73.5 % (16例平均)、40°C では 97.5 % (18例) となりそれより 45°C まで直線的に下降し、46°C 30分の作用では完全に零となる。之に反し酸素消費量は 30°C 30分にては 105.3 % (5例) の如く、僅か乍ら増加を示し、爾後 40°C 30分までは殆ど變らず、45°C 30分に於ては 53.0 % (5例) となり 55°C 30分まで略々直線的な減少を示し 60°C 30分に於て完全に酸素消費を行はざる状態に達する。即ち呼吸は 55°C の温度を 30分間作用させた後でも尚行はれるにも拘らず、静止電位は 46°C 30分の作用によつて既に零となる。即ち静止電位は温度に對して酸素消費よりも著しく抵抗力が弱い。而して兩者の間には勿論生理的條件下に於て認められた様

何に破壊せられるか又靜止電位との關係如何を検する爲、兩者共に影響せられる 限界の溫度 40°C に於て、作用時間を種々にして検するに第4表(b) に示す如き成績を示した。即ち 40°C

第4表 (b) 作用時間による影響

水溫竝に作用時間	作用後の靜止電位 (作用前に對する%)	作用後の酸素消費量 (對照に對する%)
40°C 60分	100%	91.8%
40°C 120分	5.5%	81.8%

40°C にては30分乃至60分の適用時間では酸素の消費は多少抑制されるが、この程度の抑制では靜止電位に關係なく、120分の作用時間により酸素の消費が更に10%下降したが爲に靜止電位が零に近くなるのである。即ち10%の酸素消費が靜止電位の維持に密接に關係してゐたことが判る。

E. 靑酸加里の影響

靑酸加里の蛙皮靜止電位に及ぼす影響に就ては Lund (10), Adolph (1), Huf (7, 8), 特に成田 (14) により詳細に研究された。余は靜止電位竝に呼吸に及ぼす影響につき右側半を對照とし大量(15~20cc)の靑酸加里に蛙皮を5時間放置し、後酸素消費量は、夫々同濃度の靑酸

第5表 KCN-Ringer 液の影響

KCN-Ringer液	作用後の靜止電位 (作用前に對する%)	作用後の酸素消費量 (對照に對する%)
M/50 KCN-R.	0 %	42.0%
M/200 KCN-R.	0 %	56.7%
M/500 KCN-R.	0 %	41.7%
M/750 KCN-R.	0 %	43.0%
M/1,000 KCN-R.	5.4%	71.5%
M/10,000 KCN-R.	14.8%	72.1%

第6表 M/1,000 KCN-Ringer の酸素消費量に及ぼす影響

對 ($\frac{\text{mm}^3 \text{O}_2}{\text{g, 時}}$ 乾燥量)	作用後の酸素消費量 ($\frac{\text{mm}^3 \text{O}_2}{\text{g, 時}}$ 乾燥量)	%
1231.93	907.98	73.7
1365.17	967.60	70.9
708.01	465.50	65.6
841.67	472.83	56.2
656.96	499.62	76.0
1238.55	1007.18	81.3

60分では靜止電位は11例に於て影響なく酸素消費量は6例に於て91.8%に、40°C 120 分では靜止電位は急激に下降し5.5%(6例)となり、酸素消費量は5例に於て81.8%となつた。即ち

加里-Ringer 液中にて、靜止電位は Ringer 液中にて測定を行ひ、兩者の關係につき検討した。第5表に示す如く靜止電位は M/50 靑酸加里 -Ringer 液では適用後凡そ 30 分にして零となり、M/200, M/500, M/750 靑酸加里 -Ringer 液を作用せしめる場合には、約1時間半にして夫々電位は零となる。即ち濃度の強さに従ひ電位は早く零に達す。

酸素消費量に於ては M/50, M/200, M/500 及び M/750 靑酸加里-Ringer 液にては略々同様に 60 %抑制され常に 40 %は殘存する。M/1,000 及び M/10,000 のものに於ては大體 30 %の抑制を受く(第6表)。

高濃度の靑酸加里により靜止電位が零となることは既に認められ居る所な

るも、酸素消費量に關してはその成績區々にして Adolph (1) は 0.01M の青酸加里は 50 % 抑制するが、0.002M, 0.001M の青酸加里は抑制せずと云ひ、Huf (7, 8) は Warburg の檢壓計を用ひて測定した蛙背皮に於て 0.001M では 45.5% (1例) 抑制され、0.002M では 68.8% (3例) 抑制すると云ひ、又 Winkler の裝置により 0.001M では 82.5% の抑制制度を得てゐる。

何れにしても電位の如く完全なる抑制が認められないのは注意すべきである。

斯くの如き成績の差異は、測定の方法に依るは勿論、蛙皮の季節的狀態、青酸加里適用方法の差異に基くものと考へられる。

IV. 考 察

以上の實驗によつて條件の如何によつては決して蛙皮の電位と酸素消費とは並行するものではなく、或場合には電位が零となるも酸素消費は著しく影響を受けず、又他の場合には其逆となることあるを知り得た。

第1の場合に屬する條件は

- i) 20%硝酸銀を表皮面に3秒乃至5秒作用せしめたる時
- ii) 表皮面を安全剃刀の刃にて摩擦したる時
- iii) Saponin の0.05%液を作用せしめたる時

等であり、第2の場合に屬する條件は

- i) 漿液膜面を機械的に摩擦したる時
- ii) 40°C の溫度を60分間作用せしめたる時

等である。此等の事實は一見、靜止電位の發現と酸素消費との間に何等の關係も無きが如く思はしめるが次の如き事情を考慮する時は必ずしも兩者の關係を否定し去ることは出来ない。本川(13)に依れば蛙皮靜止電位に關係するのは表皮層中の比較的深部に存する生きた細胞層即ち Stratum germinativum に相違ないことが色々の事實から結論されると云ふから、表皮層が障礙を受ける時は電位は減少乃至消失するのは當然である。例へば20%硝酸銀を作用せしめた場合、表皮面を機械的に摩擦した場合等は主なる被害箇所は表皮層と思考すべく、從つて實驗の示す如く靜止電位の消失は此立場より良く理解出来る。然るに酸素を消費する細胞は敢て表皮層中の細胞のみではなく、真皮中の細胞も亦之に關與するのであるから表皮層の障礙によつては酸素消費は多少の低下を來すことあるも全然消失することはあり得べからざることである。

Saponin が電位に對して選擇的に作用することも此立場から容易に理解されるであらう。又第2の場合の如く、漿液膜面の機械的摩擦にては表皮層は殆ど影響を受けないであらうから靜止電位は何等の低下を來さないが、此刺激によつて真皮中の細胞が障礙を受くべきによつて酸素消費が幾分の減少を來したのであらう。

高溫の影響は皮膚中の呼吸酵素の種類によつて抵抗力に相違あるべく、表皮層中のものと真皮中のものとに依つて相違することも考へられる。從つて電位と酸素消費との影響され方の相

違を酵素の相違に歸することも不可能ではないであらうが、之は尙實驗的證明を缺く故に他の事情も考察しなければならぬ。

以上の結果を通覽するに酸素消費は青酸加里、溫度等に對して一般に抵抗力が大であるが、それは本川・成田・遠藤(11)が既に指摘した如く、電位發現の機序を考慮すれば自ら明かとなる。

電位の發現には種々の機序を考へることが出来るが、何れにしても界面の物理化學的性状、竝びにイオン分布の狀態が之を決定してゐると看做して差支へない。而して外より測定される電位は組織中の短絡の値如何によつて甚だしく影響されるのであるから若し溫度、青酸加里其他の作用によつて組織の物理化學的變化を來し、イオンの透過性が著しく増加したような状態になると各細胞が未だ生活能力を全く喪失することなくとも測定される電位が零に近くなることは考へ易い理である。未故に電位と酸素消費量とは並行することなく一般に電位の方が容易に消失するのであらう。即ち電位を消失せしめるには酸化作用を完全に停止せしめる必要はなく、酸素消費を正常時の數分の一に低下せしめれば充分な譯である。

上記の實驗に於て靜止電位を丁度消失せしめる様な溫度を作用せしめた場合に尙殘存する酸素消費量は46%であり、青酸加里の作用によつて將に電位が零にならんとする時の殘存酸素消費量は43%で兩者の間に一致を見るのは此意味に於て注目すべき事實と云はねばならぬ。恐らく正常時の40%内外の酸素消費によつてイオン分配の不平均を維持するに足る組織の膠質狀態が失はれて終ふのであらう。斯く考へれば酸化作用と蛙皮靜止電位とが並行せざることは直ちに、正常時に於て兩者の間に因果關係がないと主張する理由とはならない。さりとて Lund 其他の人々が主張する如く蛙皮靜止電位を酸化還元電位と看做すことの不可なることは先人 [Beutner 及び Lozner (2), Beutner (3), Steru (16), Huf (6) 等] も指摘してゐる通りである。

恐らく兩者は既に Francis・本川・成田・遠藤等が説いた様に酸化作用による膠質狀態の維持乃至は電位發現に與る特殊なるイオンの產出に依つて結びつけられてゐるものであらう。

V. 總 括

蛙皮の靜止電位を補償法で測り之に並行して其酸素消費量を Barcroft の檢壓計で測定し、種々の條件下に於ける兩者の關係を追求した。

1) 20%硝酸銀で表皮面を短時間腐蝕すれば靜止電位は著しく減少するか又は零となるも酸素消費は影響されることが少い。之に反して漿液膜面に作用せしめると靜止電位は酸素消費よりも却つて影響され方が少い場合がある。

2) 表皮面を完全剃刀の刃で機械的に摩擦すれば電位は直ちに零となるも酸素消費は殆んど影響されない、漿液膜面では大體に於て結果は反對である。

3) 0.05%及び0.5% Saponin-Ringer 液は靜止電位も酸素消費も共に抑制するが其抑制度

は電位に於て強い。

以上の諸事實は電位存在の場所が表皮層であると考へれば良く説明が出来る。

4) 30°C 以上の高温を一定時間作用せしめると兩者共減少するが其間に竝行關係はなく、46°C 30分の作用では電位は零となるも酸素消費は尙 46%残る。

5) 青酸加里 M/50 の液を5時間以上作用せしむるも酸素消費は完全に消失しない、M/750 を同様に作用せしめれば丁度静止電位は零となるも酸素消費は尙 43%残る。

4), 5) の結果は電位維持には最低40%以上の酸素消費が必要なることを示すものである。

擧筆に臨み御懇篤なる御指導と御校閲の勞を賜つた恩師本川教授に深甚の謝意を表し、併せて成田講師の御援助に對し感謝の意を表す。

文 献

- 1) Adolph, E. F. (1929) J. Exp. Zool. 53 313
- 2) Beutner, R. u. J. Lozner, (1933) Protoplasma (Berl) 19 370
- 3) Beutner, R. (1934) Arch. exp. Zellforsch. 15 217
- 4) Endo, N. (1943) Tohoku J. 45 218
- 5) Francis, W. L. (1934) J. Exp. Biol. 11 35
- 6) Huf, E. (1935) Pflügers Arch. 235 655
- 7) Huf, E. (1936) Bioch. Z. 288 16
- 8) Huf, E. (1938) Pflügers Arch. 240 573
- 9) Lund, E. J. (1928) J. Exp. Zool. 51 291
- 10) Lund, E. J. (1926) J. Exp. Zool. 44 383
- 11) Motokawa, K., T. Narita, u. N. Endo, (1943) Jap. J. Med., Sci, III Bioph. 8 181
- 12) Motokawa, K., T. Narita, u. N. Endo, (1943) Tohoku J. 46
- 13) Motokawa, K. (1938) Jap. J. Med., Sci., III Bioph. 5 67
- 14) Narita, T. (1942) Jap. J. Med., Sci., III Bioph. 7 241
- 15) Ponder, E. and Macleod, J. (1937) J. of Gen. Physiol. 20 433
- 16) Stern, Elektrophysiologie der Pflanzen.
- 17) Taylor, A. B. (1935) J. Cell. and Comp. Physiol. 7 1
- 18) William, M. M. D. and C. Sheard, (1932) Protoplasma 15 396

會 報 會 員 移 動 (6月20日まで)

入 會 (12名)

	所 屬	住 所	紹 介 者
松 井 喜 三	東京文理大動物	東京都目黒區富士見臺1568	高 槻 俊 一氏
山下富士男	滿洲醫大生理	奉天市渾河區花園街滿飛社宅西19號	緒 方 維 弘氏
福 山 富 太 郎	厚生省研究所	厚生省研究所	吉 川 春 壽氏
密 山 垣 也	東京帝大醫學部生理	東京都板橋區中林町北1ノ9ノ3	福 田 邦 三氏
塚 本 赴 夫	臺北帝大醫學部生理	臺北市大正町3ノ36	細 谷 雄 二氏
岸 本 正 義	慈惠醫大生理	埼玉縣浦和市常盤町5ノ138	浦 本 政 三 郎氏
渡 部 光 雄	同 上	橫濱市中區本牧町4ノ1012	同 上
横 田 備	同 上	埼玉縣入間郡所澤町山口1395	同 上
幕 内 精 一	同 上	東京都目黒區平野176	同 上
井 上 隆 利	同 上	東京都葛飾區本田立石町616	同 上
福 場 友 重	慈惠醫大臨床研究室	東京慈惠會醫科大學臨床研究室	西 丸 和 義氏
定 村 榮 哲	京城帝大醫學部生理	京城府嘉會町33ノ34	大 塚 藤 吉氏

轉 任・轉 居 (5名)

久 崎 章	蒙古聯合自治政府中央醫學院(舊東京都)
土 肥 要	名古屋市東區西裏保健所(舊名古屋市役所)
坂 口 光 洋	東京都芝區三田四國町2ノ17號(舊東京都牛込區)
塚 越 三 好	橫濱市鶴見區更寺尾町1693
福 與 震 作	飯塚市外二瀬町日鐵二瀬中央病院(舊下關市)

退 會 (2名)

三 浦 隆 藏	(千 葉)	赤 枝 祐	(岡 山)
---------	-------	-------	-------

昭和18年5月5日印刷

昭和18年5月13日發行

編輯兼發行者

戸 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 著

武 藤 龜 吉

東京都王子區堀船町1ノ785
(東東 2323)

印 刷 所

文 友 社

東京都王子區堀船町1ノ785

日本生理學雜誌第8卷第5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 0187(4)
振替口座 東京 26240 番
承認番號 40 號

配 給 元 東京都神田區
淡路町二丁目九番地

日本出版配給株式會社

大日本生理學會々則

1. 本會ハ大日本生理學會ト稱ス。
2. 本會ノ目的ハ同學者相ヨリ斯學ノ進歩發展ヲ期スルニアリ。
3. 本會々員ハ本會ノ主旨ニ賛成ナル同學者ニシテ評議員ノ紹介アルモノヨリナル。
4. 本會ハ毎年1回大會ヲ開キ會員ノ業績ヲ發表討議スル他評議員會及ビ會員總會ヲ開ク。
5. 本會ハ雜誌“日本生理學雜誌”ヲ發行ス。
本雜誌ハ會員業績發表機關トシ兼ネテ日本ニ於ケル生理學ノ總覽トス。從ツテ會員ハ如何ナル形式ニ於テ發表シタル生理學業績ト雖モ、原則トシテ本雜誌ニ其ノ抄録ヲ投稿シ且ツ次期ノ大會ニ於テ之ガ質議應答ヲナス義務アルモノトス。雜誌發行ニ關スル規定ハ別ニ之ヲ定ム。
6. 會員ハ會費年額8圓ヲ負擔スベキモノニシテ本會雜誌ニ寄稿シ、ソノ配布ヲ受ケ、且ツ大會ニ學術報告ヲナス事ヲ得。
7. 本會ニ評議員、常任幹事及ビ當番幹事ヲ置ク。
8. 評議員ハ各大學專門學校ノ生理學ノ專任教授及ビ評議員會ノ推薦スルモノヲ以テ之ニ充ツ。
評議員會ハ次期大會開催校ヲ決定スル他本會一般ノ事務ヲ評議ス。
9. 常任幹事ハ若干名トシ庶務・會計・編輯ヲ司ル他評議員會開催ノ時期以外ノ緊急事務ヲ處理ス。
常任幹事ノ任期ヲ3年トシ改選ハ評議員會ノ互選ニヨル。但シ重任ヲ妨デズ。
10. 當番幹事ハ本會大會開催ノ評議員ヲ以テ之ニ充テ大會開催ノ事務ヲ取扱フ。
11. 本會ノ事務報告ハ總會ノ他日本生理學雜誌々上ニ發表ス。
12. 本會ノ事務所ヲ當分ノ内東京帝國大學醫學部生理學教室内ニ置ク。

日本生理學雜誌投稿規定

1. 原稿ハ口語體・平假名交リ・横書キトスル。掲載ノ原稿ハ返還シナイ。
2. 抄録ハ組上リ1 page (約2400字、插圖ノ占メル空間ヲ含ミ)ヲ超過セズ事。掲載料ハ無料デアル。但シ特ニ費用ヲ要スル圖板等及ビ別刷ハ著者ノ負擔トスル。
3. 學會發表前刷リノ原稿ハ抄録ニ準ズル。
4. 原著ノ組上リ2 page 及ビ別刷50部ヲ會デ負擔スル。但シ年度内ニ於ケル會ノ豫算ガ缺乏シタルトキハ全額負擔ヲ願フコトガアル。
5. 原稿ノ第1枚ニハソノ下半分ニ表題、著者及ビソノ所屬、國際十進分類法ニヨル番號、表及插圖ノ數等ヲ次ノ形式ニ從ツテ書き、

(原 著) (圖 3 表 1)

末梢神經の不應期の電氣緊張による變化
に就て 612. 813. 3

東京慈惠會醫科大學生理學教室

瓦 田 只 二

Kawarada-Tadaji

(抄 録) (圖 3 表 1)

戸塚武彦 (Totuka-Takehiko) ・ 佐々木
四郎 (Sasaki-Sirô) (日本醫大生理) 筋の
潜刺激時 (第1報) 荷重と見掛上の潜伏
時との關係 (1935 日醫大誌 6 295)

上部ノ餘白ニハ別刷請求部數等、編輯者ヘノ注意ヲ附記セラレタイ。

6. 原稿ノ項目分ケハ第一章第一節等トスル事ナク、次ノ順ニ從ツテ分ケラレタイ。

I

A

1

7. 脚註ハナル可ク遠慮セラレタイ。

8. (A) 插圖原稿ハ別紙ニ認メ必ズ第何圖ノ番號ヲ附ケル事。(B) 亞鉛凸版用原稿ハ白紙又ハ青色方眼紙ニ墨汁ヲ以テ明瞭ニ書ク事。(C) 圖中ノ文字ハ編輯部ニ於テ淨書スル事ニナツテ居ルカラ鉛筆ニテ書き込マレタイ。(D) 插圖原稿ノ淨寫ヲ專門家ニ依頼シ度イ希望ノ時及ビ原稿ガ餘リニ見苦シイ時ニハ編輯者ニ於テ淨寫スル。(實費著者負擔)。(E) 寫眞ハナル可ク滑面ニシテ光澤アル印畫紙ニ焼付ケラレ度イ。(F) 插圖原稿ハ折り疊ム事ナク送付セラレタイ。

9. 外國語ハ明瞭ナ‘ローマ’字體(ナク可ク Typewriter)ヲ以テ書ク事、文中ノ外國語、外國人名ハ横文字ヲ以テ書カレタイ。外來語ヲ片假名でカクコトハ差支ヘナイ。

10. 數詞ハ‘アラビア’數字ヲ用ヒル、〔例〕第1圖, 100m, 等。〔例外〕一般ニ、數百ノ等。

11. 引用著者名ハ末尾文獻集ノ番號並ニ必要ノ際ハ引用ノ page ヲ括弧ニ入レテ附記セラレタイ。

〔例〕..... (Hofmann, F. B. 3 226), ... F. B. Hofmann (3 226) ニヨレバ.....

12. 末尾引用文獻ハ A B C 順ニ配列シ、番號ヲ附シ、文中ニ引用セラレタルモノニ限ル事。ソノ形式ハ下記ノ例ニ從ハレタイ。孫引キハ特ヲ明記セラレタイ。

〔例〕文 獻

- 1) Gaskell, W. H. (1883) J. Physiol. 4
- 2) Heidenhain, H. (1854) Dissertation, Berlin (Hofmann 1895 ニヨル)
- 3) Hofmann, F. B. (1895) Pflügers Arch. 60
- 4) 高野瑞枝 (1932) 東醫雜 46
- 5) Tigerstedt, R. (1921) Die Physiologie des Kreislaufes 1, Berlin u. Leipzig

北里研究所製品要目

新 發 賣

葡萄狀球菌抗毒血清

甲種 乙種(強力)

ワエルシュ氏

瓦斯壞疽菌血清

包裝 5 cc 20 cc 40 cc

サルモネラ菌屬診斷用

家兔免疫血清

包裝 1 cc

★ 價格表は御申越により郵呈

- | | | |
|--------------------------|--------------------------------|-------------------------------|
| 液體デフテリア血清 | 液體破傷風血清 | 連鎖球菌血清 |
| 強力液體デフテリア血清 | 志賀赤痢血清 | 流行性腦脊髄膜炎血清 |
| ワイル氏病治療血清(出血性黄疸スピロヘータ血清) | 赤痢本型菌血清 | 肺炎球菌血清 |
| 猩紅熱連鎖狀球菌血清 | コレラ血清 | インフルエンザ菌血清 |
| 痘 苗 | 腸チフス血清 | 腺疫血清(馬體用) |
| デフテリア豫防液 | コレラ感作ワクチン | 感作ゴノワクチン |
| 赤痢豫防液 | インフルエンザ感作ワクチン | 百日咳菌感作ワクチン |
| 感作腸チフスワクチン | 疫痢赤痢内服ワクチン | 連鎖球菌感作ワクチン |
| チフス菌バラチフス菌混合感作ワクチン | 狂犬病豫防劑 | 感作葡萄狀球菌ワクチン |
| 流行性腦脊髄膜炎感作ワクチン | 梅野狂犬病豫防劑(犬體用) | 肺炎球菌感作ワクチン |
| 新ツベルクリン | 腺疫ワクチン(馬體用) | 志賀感作結核ワクチン |
| 淺川氏腸チフス診斷液 | 淺川氏丹毒治療液 | ツベルクリン(ビルケー氏用) |
| 腸チフス診斷液 | ツベルクリン(治療用) | ツベルクリン(マンツー氏用) |
| バラチフスA型診斷液 | バラチフスA型菌診斷用家兔免疫血清 | 大原箕田菌診斷用家兔免疫血清 |
| バラチフスB型診斷液 | 腸チフス菌バラチフスA型菌バラチフスB型菌診斷用家兔免疫血清 | 赤痢本型菌志賀菌赤痢異型菌共通大原箕田菌診斷用家兔免疫血清 |
| 腸チフスバラチフスA型バラチフスB型診斷液 | 赤痢本型菌(志賀菌)診斷用家兔免疫血清 | 微毒診斷用アンチゲン |
| 腸チフス菌診斷用家兔免疫血清 | 赤痢異型菌共通診斷用家兔免疫血清 | 血型診斷用血清 |

大 販 賣 所

東京・大 阪
塩野義商店 株式會社

東京 本町
中村瀧商店 株式會社

糖尿病専用

膵臓ラ氏島ホルモン「インシュリン」結合製劑
肝細胞アウトホルモン

レバシュリン-A

「レバシュリン-A」は肝細胞「アウトホルモン」溶液と膵臓ラ氏島ホルモン「インシュリン」とを結合せし淡黄褐色の透明の液にして、二・〇ccの「レバシュリン-A」中に「インシュリン」一〇國際單位を含有す

【薬理作用】

「インシュリン」注射は糖尿病に對する特效藥たる事は周知の事實なり、「レバシュリン」は「インシュリン」と協同作用の機能を有する肝細胞より抽出せる肝細胞「アウトホルモン」とを結合せしめたる注射液なる故に「インシュリン」の作用を増強せしむるのみならず糖尿病患者に屢々起る肝臓機能障礙を豫防せしむる作用を有す

【適應症】糖尿病

【包裝】二・〇cc 一〇管入

(説明書贈呈)

製造元 株式會社 東京藥化學研究所

市川市八幡二一五番地

代理店 株式會社 島居商店

東京市日本橋區本町三丁目三番地

REBASULIN-A

優 良 國 產

久保田式

超短波治療機

特 長

特ニ高周波電流計（同調度指示計）並ニ電流調整器ヲ整備シアル故機器ノ生命タル管球ノ負荷ヲ最低ニ保チツ、最大ノ效果ヲ舉ゲ得

久保田式

超音波發生裝置

應 用

細菌血清等ノ處理・實驗研究ヨリ膠質化學・光學方面・或ハ金屬研究等各方面ニ於テ活用サル

御 納 入 先

陸海軍・厚生省・各大學
民間・一般臨床醫家

型 錄 文 獻 進 呈

株 式
會 社

久 保 田 製 作 所

東京市豊島區西巢鴨一丁目三・二七七番地

電話 大塚 (86) 5.348・6775 番

福岡營業所 福岡市箱崎宮松町二・五八〇番地

電話 東八六七番