

日本生理學雜誌

第 8 卷 第 7,8 號

昭和 18 年 8 月 13 日 發行

原 著

大 野 眞 一：筋短縮機構に就ての研究 (31) 骨骼筋纖維の二色性に 關する研究 (其 1)	389
仁 木 庸 次 郎：筋短縮機構に就ての研究 (32) 骨骼筋伸張殘遺の研究 (3)	394
仁 木 庸 次 郎：筋短縮機構に就ての研究 (33) 骨骼筋伸張殘遺の研究 (4)	414
仁 木 庸 次 郎：筋短縮機構に就ての研究 (34) 骨骼筋伸張殘遺の研究 (5)	420
美 甘 守：筋短縮機構に就ての研究 (35) 骨骼筋の短縮に於ける 等質不等質部短縮配分の研究	427
保 田 止 郎：筋短縮機構に就ての研究 (36) 餓或時の筋の緊張に就て (1)	440
和 田 惠 州 男：特異性筋萎縮に就ての研究 (13) 特異性筋隆起の 生起條件に就て	446
名取禮二・川上正義：筋短縮機構に就ての研究 (37) 骨骼筋の線膨脹係數に就て (2)	453
高 橋 史 郎：指趾皮膚血管に於ける寒冷反應の習慣による増進	461
篠 崎 尙 次：肺臓に分布する血管收縮神經の本質に就て	483
篠 崎 尙 次：小血管系に對する acetylcholine, histamine の作用に就て	487
吉川春壽・福山富太郎：血液及び尿中焦性葡萄糖の定量法	492

會 報 (會 員 移 動)

大 日 本 生 理 學 會

略名・日本生理誌

Nihon Seiri. Z.



アベラー・ビーイチ

純ビタミンB₁ 結晶注射液

強力1號	1cc = 0.25 瓩 = 100 瓩單位 (250 國際單位)
強力2號	1cc = 0.5 瓩 = 200 瓩單位 (500 國際單位)
強力3號	1cc = 1.0 瓩 = 400 瓩單位 (1000 國際單位)
強力4號	2cc = 2.5 瓩 = 1000 瓩單位 (2500 國際單位)
強力5號	2cc = 5.0 瓩 = 2000 瓩單位 (5000 國際單位)
強力6號	2cc = 10.0 瓩 = 4000 瓩單位 (10000 國際單位)

各一〇管・五〇管

V.B₁ V.B₂

第一製藥株式會社

カタフラビン

純ビタミンB₂ 劑

特許方法により純粹に精製したるV.B₂の溶液にして、顯著なる發育促進作用を營み、ペラグラ様皮膚炎、眼疾患等に卓效を奏する新劑にして1管2cc中V.B₂ 1瓩を含有す。(1日1—2筒を皮下又は靜脈内に注入)。

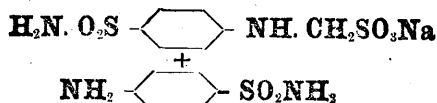
包裝 = 2cc (1.瓩) 5管、10管

第一製藥株式會社

東京・日本橋區江戸橋三丁目
大阪・東區道修町一丁目

NEO-RUBIASIL

連鎖狀並葡萄狀球菌 淋菌性疾患特效



絶 讚!!

ズルフォ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・腎盂炎等

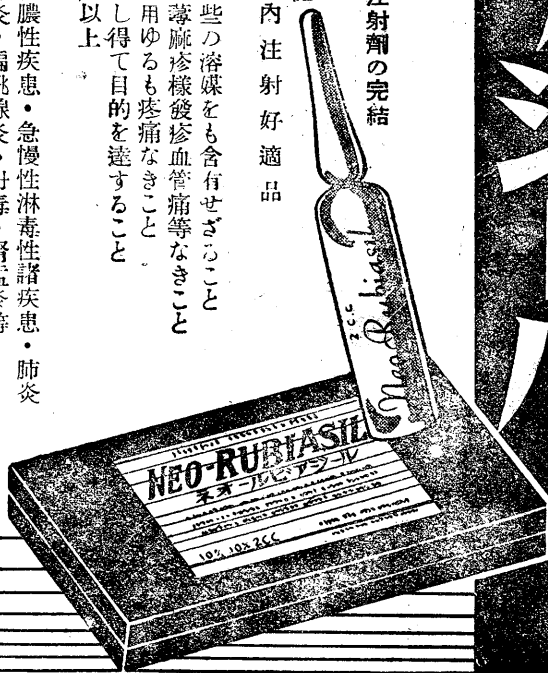
皮下筋肉靜脈兼用

二〇 一〇〇管 五〇管
一〇三 一〇〇管 五〇管
一〇三 一〇〇管 五〇管

發賣元

日東製藥株式會社

特約店
東京市目黒區下目黒二丁目二五番
電話大崎(49)一〇九六
岩城市太田區本町四番
安原市日本區本町二番
大阪市東區道修町二丁目
井原市東區道修町二丁目



ネオ・ルビアシール

唯一邦本

AZO

赤色アゾ色素剤

アゾチン

A-15

丹毒・産褥熱・敗血症・中耳炎・扁桃腺炎・猩紅熱・蜂窩織炎・淋巴腺炎・膿胸・癰・癰・面疔・膿疱疹・瘰癧・淋疾その他の尿路疾患・腹膜炎・蟲様突起炎・クループ性肺炎・腦膜炎・小兒膿尿リツテル氏病・口内炎・齒槽膿漏・齒齦炎等

凡有る連鎖狀並葡萄狀球菌性疾患に對する治療的効果は全く特效的にして、既に齊しく臨牀家各位の確認さるゝ處、特に副作用絶無なる點に到つてはスルホンアミド劑に比し遙かに勝れたる長所である

注射液 (118) 10管 3.00 50管 14.00

(533) 5管 3.00 10管 6.00 50管 29.00



社名變更

新社名 塩野義製藥株式會社

(舊社名 鹽野義商店)
本店 大阪市東區道修町三丁目
支店 東京市日本橋區本町二丁目
支店 京城市府黃金町二丁目

Ⓟ Philopon

M38N

除倦覚醒剤

ヒロポン

「製法特許」

集成

2-1-phenyl-2-methylamino-propan- $\bigcirc$ CH₂-CH.NH.CH₂-CH₃ S
塩酸塩

作用及び特徴

- 一、本剤は強力なる中枢性興奮作用を有し精神的及び肉體的活動を著明に亢進し、判断力、思考力の増加と力行慾、作業能の昂揚を來す
- 二、疲勞を豫防或は除去し、又沈鬱、不安を除き元氣を恢復し、氣分を爽快にする
- 三、特異にして強度の睡眠除去、覺醒作用があり不快感の少しもない不眠状態とする
- 四、強力にして持續的な血壓上昇作用を有し、殊に低血壓、虚脱状態には甚だ偉効がある

適應領域

- 一、健康者に於ける應用
過度の精神的並に肉體的活動が一時的に要求される場合
徹宵、夜間作業、その他睡氣除去を必要とする凡ゆる場合
- 二、醫療方面の應用
患者の苦惱、不安の軽減、抑止性憂鬱症、メラニコリー、各種の昏睡よりの覺醒、低血壓症及びその隨伴症狀、各種原因による疲勞状態、手術中及び後の虚脱状態、麻醉よりの覺醒促進、手術後の乏尿或は無尿

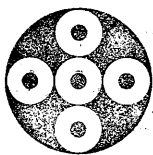
包裝

錠劑 (錠中0.015瓦含有) 三錠 五錠 十錠 五十錠 一百錠
散劑 (100倍稀釋、二瓦中0.015瓦含有) 二瓦 三瓦 十瓦 五十瓦 一百瓦
注射劑 (13中0.003瓦含有) 13 五管 十管 五十管

文献申込次第贈呈

製造元
發賣元

大阪市東區道修町三丁目
大日本製藥株式會社
支店 東京市日本橋區本町二丁目
支店 奉天市大和區浪速通



卵胞

ホルモン剤の

最高水準

イスタモン

本剤は純正なる化學的組成を有する合成發情物質にして、從來の製劑に比し遙かに優れたる卵胞ホルモン作用により、少量にて偉効を發揮し且つ内服によるも何等効力に損減を來さない。又本剤の有する末梢血流の改善作用は著明なる効力を發揮し、凍傷、潰瘍、四肢冷感に對して卓効を現出す。



包 裝	注射液	0.1瓶(2.000I.E)	10瓶	50錠
	(0.5cc)	0.5瓶(10.000I.E)	10瓶	50錠
		1.0瓶(20.000I.E)	10瓶	50錠
	錠劑	0.1瓶(2.000I.E)	50錠	100錠
				500錠

製造發賣元・大阪市東區道修町 田邊製藥株式會社
關東販賣元・東京都日本橋區本町 株式會社 田邊元三郎商店

北里研究所製品要目

新發賣

葡萄球菌抗毒血清
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 |
| ライル氏病治療血清(出血性黃疸スピロヘ
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

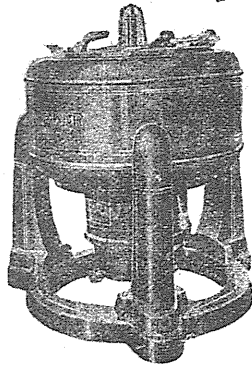
塩野義商店 株式會社

東京本町

中村瀧商店 株式會社

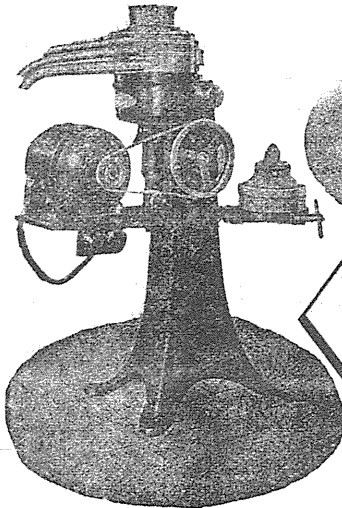
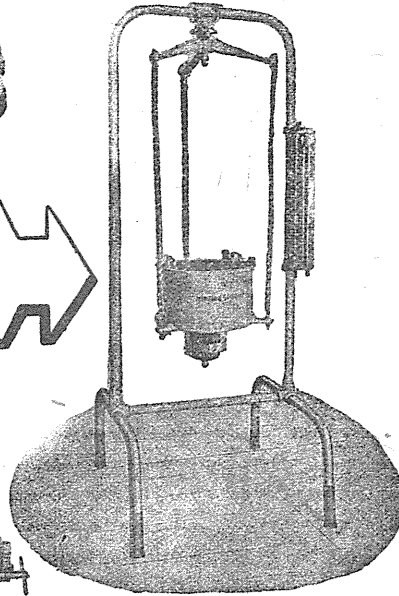
研究室備品

マルサン式遠心器



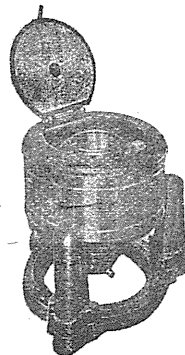
研究室=最速遠心器
No.90 三基懸垂式遠心器
50cc x 4本架 R.P.M. 4,000
沈澱分離用 容量 50cc ~ 500cc.

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



細菌及び微細沈澱物連続分離
エマルジョン及び油水、完全連続分離
連続式遠心分離器
濾液及び沈澱用
1/2馬力 毎時40立処理可能=大量用アリ

濾過、脱水、清澄、残渣採取
實驗用 小型脱水器
(ステンレス製耐酸耐アルカリ用)
R.P.M. 4,000 迴轉調節器付、使用遠程アリ
バスケット径 15cm, 20cm, 25cm, 他=大型用アリ
吸引ロータ代用、フィルタープレス代用



ステンレス製バスケット

御 報 次 第 各 種 總 合 型 録 謹 呈

東 門 製 作
佐 久 間 寧 二 商 店

営業所 東京市日本橋區宝町三丁目一番地
電話 日本橋(24) 三九五二・五四七八
支 店 東京市墨田區南六郷三丁目十六番地
電話 墨田 二二七〇

筋短縮機構に就ての研究 (31) 612.741.4;9

骨格筋纖維の二色性に関する研究 (其 1)

(文部省科學研究費に依る研究)

東京慈惠會醫科大學生理學教室

大 野 眞 一

Ono-Sinito

(昭和18年5月8日受附)

I. 緒 言

最近吾々の教室では筋短縮機構研究の一部として骨格筋の分子構造闡明を目的とする綜合研究を行ひつゝあるが(1, 3), 此報告は其一環として骨格筋の二色性に就て1, 2の検討を試みたものである。元來二色性なる現象は着色礦物結晶を透過光線で觀察する場合其面により色が異なるのを名付けたものであるが, Ambronn(2)により植物纖維も之を染色すると二色性を呈し, 之が micell 排列と一定の關聯を有することが發見せられるに及び, 纖維構造研究の有力なる方法となつたのである。例へば micell 排列の整つた纖維を congo red で染色し, 偏光顯微鏡下に觀察すると, 纖維の長軸が Nicoll の振動面と一致するとき最も強い赤色を呈し, 直角になると無色になるので, micell の排列が整つてゐるもの程強い二色性を呈すると云はれて居る。従つて筋纖維の二色性を調べることによつて筋の micell 排列を推知し得る譯で, 既に Schmidt(4, 5)等により1, 2の研究が行はれてゐるが, 死筋を對象とする場合は兎に角, 生きてゐる筋の micell 構造を求めやうとする場合には, 染色するのが難かしく從來植物纖維に用ひられた方法では其目的を達し得ないのである。特に染色に依る激しい痙縮及び次いで起る筋の死滅は本研究の致命的障礙になる。そこで余は筋二色性研究は先づ餘り筋の分子構造を變へない染色技術を發見することより始めねばならぬと考へ, 組織像, 生成乳酸量を指標として染色技術の検討を行つたのである。

II. 實 驗 方 法

A. 實驗材料には藁の縫匠筋より剔出分離した單一筋纖維を用ひた。

緒言に述べた目的から明らかな様に, 此實驗では染色液の決定が一番大きな問題になる。然し何が良いかは實驗して見ねば判らぬので, 色々試みたが, 兎に角硝酸銀とか鹽化金とか云ふ様な金屬鹽を用ひなければ染色できなかつた。そこで Schmidt の報告を参考に, 一先づ鹽化金を用ひることにして, 之を Ringer 液の中に溶解せしめ種々の濃度の鹽化金 Ringer 溶液を作つた。

還元剤としては Hydrazinhydrat 溶液を用いた。先づ以下の実験に用ひる染色法の大要を述べると、Objektglas 上に Vaseline で固定した単一筋繊維に鹽化金 Ringer 溶液を滴下し、次で一定時間暗室中に放置した後之を取出してよく水洗して筋繊維以外に附著してゐる鹽化金を除去し、前記の Hydrazinhydrat 溶液中に此の標本を一定時間浸漬した後之を再び取出して Ringer 液中で入念に水洗するのである。此時の水洗には Ringer 液を入れた容器として第 1 第 2 の 2 つを用意して置き、第 1 容器内で大部分の Hydrazinhydrat 液を水洗除去し、次で更に第 2 容器に於て充分水洗し、Hydrazinhydrat を完全に除去する様にしなければならなかつた。之等の操作は可及的敏捷に施行して Hydrazinhydrat 溶液から標本を取出した後に於ける Hydrazinhydrat の過剰な還元作用を阻止する様にした。

III. 実験成績

A. 二色性測定に必要な染色技術に関する実験

実験の第 1 は上述した染色方法の基礎的事項を決定するのが目的であつた。そこで染色液の好適濃度、好適作用時間等を追求して見た。

1. 染色液の好適濃度決定の実験

染色液として用ひたのは既述の如く AuCl_3 -Ringer 溶液と Hydrazinhydrat 溶液であるが、先づ AuCl_3 溶液は、0.25%、0.5% の二種の濃度のものを試用して見た。その結果 0.25% で充分である様に思はれたので爾後の研究には 0.25% のものを用ふことにした。

次に Hydrazinhydrat 溶液は最初原液を用ひ標本を之に浸漬したり或は Hydrazinhydrat の蒸氣(4)を用ひ標本をその中に放置してみたが、孰れも数秒間に強度の還元作用が起り、標本が眞黒となり顕微鏡的觀察には不都合であることを知つた。そこで約 250cc の Ringer 液中に Hydrazinhydrat 原液 3 滴を滴下した極めて稀薄な溶液を作り之を用ひて見た處標本が淡紫色に染色され、偏光顕微鏡下に觀察すると明らかに二色をあらはしたので、この濃度を用ひることにした。但し此時の室温は何れも 12~15°C であつた。

2. 染色液の好適作用時間決定の実験

暗室中に於ける AuCl_3 -Ringer 溶液の作用時間は偏光顕微鏡下に觀察する場合、其色が餘り濃過ぎたり薄過ぎたりしないで薄紫色になるのが良いので、之を目標にして種々實驗した處、12~17°C の環境温度では 40~60 分位が最適であり、又 Hydrazinhydrat 溶液中に於ける浸漬時間は 40 秒前後が最適であることを認めた。但しこの場合の浸漬時間は溶液の新舊、並に標本の良否に影響されるものであつて、前記の 40 秒は新調の Hydrazinhydrat 溶液であり、単一筋繊維も充分被刺激性のあるものを使用した場合のことである。

B. 正常筋繊維に就ての実験

以上の實驗より一應染色法が判つたので、次は単一筋繊維を染色した場合、筋繊維にどんな變化が現はれるかを等質部不等質部の幅員及び乳酸量の上から検討して見た。

實驗は先づ分離した單一筋纖維を約1時間 Ringer 液中に放置した後、之を Objektglas 上に取り前記の實驗方法に従つて、 AuCl_3 -Ringer 液並に Hydrazinhydrat 溶液で處理する操作を加へ、その染色標本に就て明暗兩帶の幅員を計測した。結果は第1表に示す様に恰も標本が痙縮を起してゐるかの如き状態を表した。表中 I は明帶、A は暗帶の幅を意味し、其數値は Okularschraubenmikrometer の讀みで、其單位は 0.05μ に相當する。

第1表 明(I)暗(A)兩帶部の幅の計測値 (室溫 16°C)

標 本 別 實 驗 番 號	第 1 標 本		第 2 標 本		第 3 標 本	
	A	I	A	I	A	I
1	18	19	18	16	12	13
2	19	16	16	17	12	10
3	15	14	15	15	14	12
4	19	15	14	17	11	12
5	18	17	14	14	9	11
6	19	19	14	14	10	14
7	16	16	13	14	14	12
8	19	16	16	17	13	11
9	16	18	19	17	11	11
10	18	19	19	13	10	12
11	17	17	14	15	13	12
12	19	17	19	14	13	13
13	14	16	15	16	14	11
14	16	17	15	16	13	13
15	18	16	16	17	13	11
16	20	14	18	16	15	14
17	16	15	20	16	14	12
18	14	15	17	16	12	13
19	19	15	19	14	12	11
20			14	17	12	12
平 均	18.5	17	16.3	16.5	12.4	12.0
百 分 率	52	48	50	50	51	49

第1表から本法による染色標本が痙縮を起してゐる事を推知し得るが、念の爲め縫匠筋の全筋に就て同様の染色操作を加へ、乳酸の定量を行つた結果第2表の數値を得た。

第2表 乳酸發生量

標本別	實驗例	第1例	第2例
染色標本		70.5mg/100g	82.0mg/100g
對照標本		10.1mg/100g	10.3mg/100g

第3表 明(I)暗(A)兩帶部の幅の計測値
(室温 16°C)

實驗 標本 番 號	第1標本		第2標本	
	A	I	A	I
1	29	14	25	19
2	22	13	31	18
3	17	14	37	16
4	23	16	39	15
5	24	15	36	18
6	24	14	28	18
7	22	13	30	14
8	24	15	35	13
9	18	15	37	16
10	24	15	31	16
11	25	17	33	17
12	28	16	34	11
13	26	14	30	20
14	23	15	35	20
15	25	14	35	13
16			34	18
17			33	18
18			40	21
19			28	27
20			36	18
平均	23.6	14.8	33.3	17.4
百分率	61.5	38.5	66	34

C. 麻醉筋纖維に就ての實驗

以上の實驗より生筋をいきなり AuCl_3 で染色したのでは著るしい痙縮を起し、多量の乳酸を產生するので、靜常筋の微細構造の研究には到底役立たないことが判つたので、次に何とかして痙縮を起さない様にしながら染色する方法を考へて見た。それには先づ麻醉薬を用ひるのが良いと考へたので、單一筋纖維を 0.1% の鹽酸 cocain 溶液で處理し、之を上述の如く染色し、其場合の明暗兩帶の幅を測定して見た。その結果は第3表になり明暗兩帶の幅の相對的大さに關する限りに於ては略々靜常態にある筋と相似する結果を得た。

第1圖は第3表に於ける第1標本の顯微鏡寫眞であり、第2圖は第2標本の寫眞である。従つて鹽酸 cocain 作用筋は横紋像の幅員を指標とする限り、 AuCl_3 で染色しても微細構造に余り變化が起らないと推定されるので、麻醉筋の二色性を調らば、之を複屈折、X線像の研究等と相連關せしめれば一應筋分子構造研究に役立つものと考へられる。勿論 AuCl_3 で染色した標本は再び被刺激性を恢復しないから、此方法でも正しく正常筋の分子構造を求める譯にはいかないの、尙將來の研究に俟つ處が多い。

IV. 摘 要

1) 骨骼筋の分子構造闡明を目的とする筋二色性研究の基礎實驗として、二色性検査の爲の染色技術に就て、1,2の檢

討を行った。

2) 骨骼筋を染色するには AuCl_3 を用ひ、之を Hydrazinhydrat で還元するのが便利であつた。

3) 正常筋繊維を AuCl_3 溶液中に浸すと著るしい収縮を起し、多量の乳酸が産生された。

4) 鹽酸 cocain で麻痺せしめた筋繊維に AuCl_3 を作用させ、之を Hydrazinhydrat で還元しても等質、不等質部の幅員を指標とする限り、殆んど變化が認められなかつた。

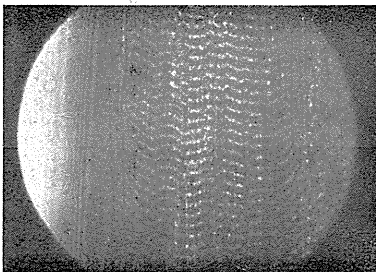
5) 以上より靜常筋繊維の二色性研究は、麻痺筋を用ひることにより一應その目的を達し得ることが推定された。

擧筆するに際し浦本教授の懇篤なる指導と校閲、杉本助教授、名取講師の援助に深謝す。又東京工業大學星野愷助教授及び本教室先輩藤本博士の御厚意を銘謝す。

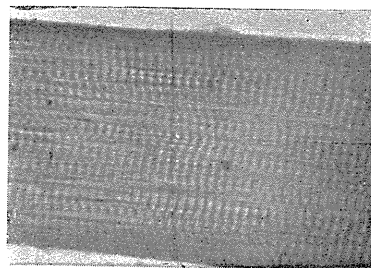
文 獻

- 1) 秋元新平 (2603) 日本生理誌 8 76
- 2) Ambronn, H. (1896) Ber. Sächs. Ges. Wiss. 613
- 3) 名取禮二・川上正義 (2603) 日本生理誌 8 67
- 4) Schmidt, W. J. (1935) Z. Wiss. Mikroskop. 52 8
- 5) Schmidt, W. J. (1936) Z. Wiss. Mikroskop. 52 397

第 1 圖



第 2 圖



筋短縮機構に就ての研究 (32) 612.741.4;9

骨 骼 筋 伸 展 残 遺 の 研 究 (3)

(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

Nikki-Yōzirō

(昭和18年2月5日受付)

I. 緒 言

茲に報告する實驗は、曩に樫井(2)、次で余(6)が伸展殘遺に就て行つた實驗の繼續である。この實驗をやり始めたのは、筋粘弾機構に就ての吾々の教室の研究(4,9)の結果、粘弾機構を主にして見れば、等質部は不等質部より一層複雑であるやに思はれ、例へば等質部は不等質部よりも伸び縮みが緩慢であるなども、その現れの一端であるが、上記の推定を實驗的に一層確實にする事によつて、筋粘弾機構を更に掘り下げて見ようとしたのであつた。

實驗は大體3種に分かれる。第1の實驗はおほまかな全體に見透しをつけるための實驗で、剔出せる墓縫匠筋に20gの負荷を加へ、10秒を經過したところで負荷を取り去り、その機械曲線より初伸展と初短縮と又後伸展と後短縮との比を見たものである。第2の實驗はいくつかに分れるが、夫等の實驗では筋の伸びを初伸展の終らないうちに、負荷が負荷として働いては居るが或る位置で停り、筋がそれ以上伸びない、換言すれば後伸展を起さぬやうな裝置を考案し、その状態で種々の時間間隔を措いた後に負荷を取り去り、その後起る初短縮を前記の初伸展と比較した實驗である。この實驗には溫度の影響なども觀察した。次に第3の實驗は、一定の負荷を筋に加へ、10秒後に負荷を取り去る操作を反復繰り返した後、第2と同じ比較の仕方を行つて見たものである。夫等の詳しい實驗條件は各實驗の章に述べる。

この實驗は2601年8月から翌年3月までの間に於て行つたもので、その成績は第4回大日本生理學會小講演會に發表した。

II. 實 驗 成 績

A. 第1實驗の成績

緒言に述べた如く、この實驗は比較的操作の簡単な實驗で、實驗標本、筋の伸び縮みを描寫する裝置及筋の濕室は總て前報告(6)に於けると同様である。初めに筋に5gの負荷を加へ、20分經過したところで20gの負荷を10秒間追加して筋の伸びを描寫し、次で追加負荷を取り去り、10秒間にわたり筋の縮む經過を描寫すると、余の前報告(6)の第1圖に示した如き伸び

縮みの経過曲線が観られる。其處で余は初伸展 (Ad-Anfangsdehnung), 後伸展 (Nd-Nachdehnung), 初短縮 (Ak-Anfangsverkürzung), 後短縮 (Nk-Nachverkürzung) の大きさを計測し Ak/Ad 及 Nk/Nd を求めた。その結果の一部を示すと第1表の如くである。尙機械曲線は6倍に擴大されたもので表の数値はその儘の値である。

第1表 初伸展と初短縮, 後伸展と後短縮の比

實驗番號	溫度°C	Ad mm	Ak mm	Ak/Ad	Nd mm	Nk mm	Nk/Nd
1	26	18.1	16.6	0.92	2.5	1.2	0.48
2	26	19.5	17.8	0.91	1.6	0.7	0.44
3	26	15.9	14.9	0.94	1.9	0.8	0.42
4	25	14.7	13.5	0.92	2.6	1.2	0.46
5	25	16.0	14.5	0.91	1.7	0.8	0.47
平均				0.92			0.45

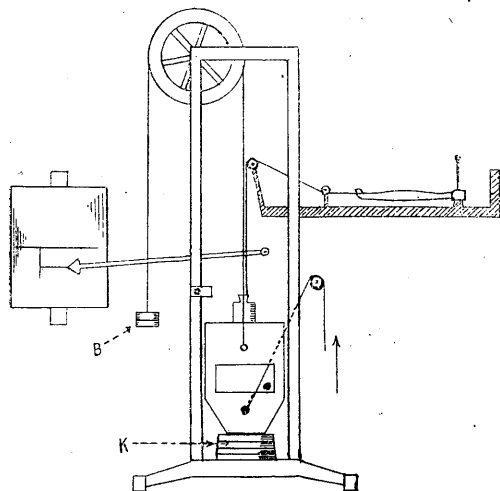
この結果で注意されることは、Ak/Ad が1に近いのに、Nk/Nd が0.5 以下である事である。この事實は從來の吾々の業績 (4, 8) に照し合せて見ると、後伸展に對し不等質部よりも等質部が一層多く關與することを示して居る。若し名取 (4, 5) が主張した様に、骨骼筋の力學的機構が粘性抵抗を受けつつある彈性撥條の如き稍々簡単な粘弾機構をもつものと、より複雑な簡単な模型的表現の出來ぬものとの2つから成り、且つ等質部は多分に後者の機構を持つものであり、初伸展・初短縮は前者、後伸展・後短縮は後者の伸び縮みによるものであるとすれば初伸展と初短縮の差と、後伸展と後短縮の差とを比較すれば、伸展殘遺が上記の孰れの筋内分子構造により多く依存してゐるかの判定が出来る。而して、上述の様に初伸展と初短縮の比は大體1に近いに拘らず後伸展と後短縮の比が0.45 内外である事は、伸展殘遺が主として後伸展に關與すると思はれる、縮み方の遅い等質部によるものである事が推定される。然し茲で初伸展と初短縮の比が必ずしも1でなく、常に初短縮の方が幾分小さいことは留意されねばならぬ、この事實は初伸展に關與するものが必ず常に伸展殘遺を起さぬと言ふのでなく、伸展の持續する時間の長さが或程度まで伸展殘遺に關係することを示し、従つて筋の粘弾機構のうちで初伸展に與かる簡単な様式を持つ構造すら尙且つ完全彈性體の態度を示さぬ事となり、極めて興味ある問題を提起するものである。従つてこの事實は更に詳細な検討を要請するわけであり、次の實驗を展開するに至つた。

B. 第2實驗の成績

第1實驗の成績に就ての考察から、粘弾機構に於てより簡単な機構を持つ不等質部に就き、それが伸展殘遺に關與する關係を見る事が先づ要請された。依つて余はこの要請を充たすため

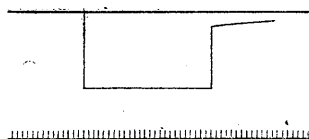
に次の如き実験を行つた。從來初伸展は主として不等質部の伸びによると見做されたところから、筋の伸びを初伸展の終らぬうち、即ち後伸展を起す前に伸びを停める様な特殊の装置を工夫した。之は第1圖に示す如く Ach の落下装置を利用し、受金 K の高さを加減し、圖

第1圖 実験装置略圖



に見る如く負荷が或位置で停り、筋が初伸展を越えて伸びない様に工夫した。尙筋の伸びは成る可く等速度で行はれるよう、別に平衡錘 B を利用した。斯る装置により初伸展だけ行はれたところで、一定の時間間隔を措いた後負荷を取り去ると、第2圖に示す様な機械曲線が得られる。

第2圖 機械曲線



機械曲線が得られる。其處でこの様な機械曲線から初伸展と初短縮の比を、伸びて居る時間を色々にしたり、筋に藥液を加へたり、血流保有の原位筋を使つたり、或は環境温度を變化したりする條件の下に検討した。夫等の實驗は以下4種に分けてその成績を記載する。尙剔出靜常筋を用ひた第1種の實驗では彈性餘効の顯著な筋に比較する意味で、彈性餘効の少いゴム紐を用ひて對照實驗とした。

1. 剔出靜常筋に就ての實驗 この實驗は前節の實驗の如く初めに筋に負荷を加へる事なく急に 20g の負荷を加へ、初伸展の終りに近づいたところで伸びを停める様にし、負荷を取り去る迄の時間間隔を極めて短い1秒以内の時間(表には瞬間と記載した)から、漸次5秒ずつ延長して60秒迄、更に特別の場合として90秒と120秒迄延長した時間間隔を措いて負荷を取り去り短縮の機械曲線を描寫した。尙一定の時間間隔を措いた實驗を行つてから伸展停止時間をより長く延ばした次の實驗に移る迄には、常に3分以上の間隔を措くことにした。この成績は印刷の都合上2つに分け第2—3表に示した。又對照實驗に用ひたゴム紐の實驗成績はこれを第4表に示した。

尙ゴム紐は長さ 20mm, 斷面積 1.5mm² の包装用ゴム紐を材料とし、5g の負荷を用ひ、但しこの場合には負荷の持續中伸びる所まで伸ばし、夫れの持續する時間は1秒以内の短時間(表には瞬間と記載した)から順次10秒宛遞増して60秒迄7段階とし、その伸び縮みの經過曲線から Ak/Ad 値を算出した。

第2表 負荷持続時間 瞬間より30秒迄の成績

實驗 番號	負荷持 續時間 (Sek)	瞬 間			5			10			15			20			25			30		
		Ad mm	Ak mm	Ak/Ad	Ad mm	Ak mm	Ak/Ad	Ad mm	Ak mm	Ak/Ad	Ad mm	Ak mm	Ak/Ad	Ad mm	Ak mm	Ak/Ad	Ad mm	Ak mm	Ak/Ad	Ad mm	Ak mm	Ak/Ad
6	19	20.9	20.9	1.00	20.9	19.0	0.91	20.4	18.6	0.91	20.0	18.4	0.92	19.9	17.9	0.90	19.3	17.4	0.90	19.0	17.1	0.90
7	18	27.5	27.1	0.99	26.6	24.8	0.93	25.9	23.6	0.91	25.3	22.9	0.91	24.7	22.4	0.91	24.5	21.9	0.89	23.8	21.2	0.89
8	20	13.7	13.7	1.00	13.7	12.6	0.92	13.2	12.1	0.92	12.7	11.2	0.88	12.5	11.1	0.89	12.4	11.0	0.89	12.0	10.6	0.88
9	18	16.4	16.0	0.98	13.9	12.7	0.91	13.2	11.9	0.90	12.9	11.5	0.89	12.5	11.3	0.90	12.0	10.5	0.88	12.0	10.5	0.88
10	18	17.1	16.7	0.98	16.4	15.1	0.92	15.7	14.3	0.91	15.2	13.5	0.89	14.8	13.4	0.91	14.5	13.1	0.90	14.1	12.8	0.91
11	18	15.2	14.8	0.97	14.8	13.7	0.93	14.2	13.2	0.93	13.8	12.7	0.92	13.4	11.9	0.89	13.1	11.8	0.90	13.2	11.8	0.89
12	18	20.3	20.0	0.99	20.0	18.9	0.95	19.7	18.2	0.92	19.2	17.5	0.91	18.5	16.9	0.91	18.0	16.4	0.91	17.6	16.0	0.91
13	18	20.2	19.9	0.99	20.2	19.0	0.94	20.1	18.7	0.93	19.6	17.7	0.90	19.4	17.7	0.91	19.2	17.5	0.91	19.0	17.2	0.91
14	18	16.8	16.6	0.99	16.8	15.9	0.95	16.2	15.1	0.93	15.8	14.5	0.92	15.4	14.1	0.92	15.0	13.8	0.92	14.8	13.5	0.91
15	18	18.3	17.8	0.97	17.6	16.2	0.92	16.8	15.5	0.92	16.5	15.1	0.92	15.8	14.5	0.92	15.6	14.2	0.91	15.0	13.6	0.91
Ak/Ad平均値				0.99			0.93			0.92			0.91			0.91			0.90			0.90

第 4 表 ゴム紐に於て負荷持続時間 瞬間より60秒迄の成績

実験 番號	負荷持 續時間 (Sek)	瞬 間			10			20			30			40			50			60		
		Ad mm	Ak mm	Ak/Ad	Ad mm	Ak mm	Ak/Ad	Ad mm	Ak mm	Ak/Ad	Ad mm	Ak mm	Ak/Ad	Ad mm	Ak mm	Ak/Ad	Ad mm	Ak mm	Ak/Ad	Ad mm	Ak mm	Ak/Ad
16	12	12.9	12.8	0.99	12.8	12.2	0.95	12.5	12.0	0.96	12.5	12.0	0.96	12.5	12.0	0.96	12.5	12.0	0.96	12.5	12.0	0.96
17	12	13.8	13.5	0.98	13.5	12.8	0.95	13.1	12.6	0.96	13.1	12.6	0.96	13.1	12.4	0.95	13.1	12.4	0.95	13.1	12.4	0.95
18	12	13.4	13.4	1.00	13.4	12.7	0.95	13.4	12.7	0.95	13.1	12.6	0.96	13.1	12.6	0.96	13.1	12.6	0.96	13.1	12.6	0.96
19	12	13.3	13.3	1.00	13.3	12.6	0.95	13.3	12.7	0.95	13.3	12.6	0.96	13.2	12.5	0.95	13.2	12.5	0.95	13.2	12.5	0.95
20	12	11.8	11.8	1.00	11.8	11.3	0.96	11.8	11.3	0.96	11.8	11.3	0.96	11.7	11.2	0.96	11.7	11.2	0.96	11.7	11.2	0.96
21	12	12.4	12.3	0.99	12.3	11.7	0.95	12.0	11.4	0.95	12.0	11.4	0.95	12.0	11.4	0.95	12.0	11.4	0.95	12.0	11.4	0.95
Ak/Ad平均値				0.99			0.95			0.96			0.96			0.96			0.96			0.96

2. 環境温度を変更せる実験 温度は余の前報告(6)に倣ひ $0 \sim 30^{\circ}\text{C}$ を7段階に分け、負荷の持続する時間はゴム紐の場合と同様7段階に分け、その他は上述せる筋の場合と同様の条件で行つた。その成績は第5—11表に示した如くである。

3. 血行保有の原位筋に就ての実験 土橋の報告(7)に記載してある注意の下に、縫匠筋を原位の儘に材料とし、負荷の持続する時間はゴム紐の実験と同様にした。今その20例の成績を表示すれば第12表の如くである。

4. 薬液侵害筋に就ての実験 この実験では筋を30分間 0.2 g/dl 鹽酸 Cocain-Ringer 液, KCl 缺除類 Ringer 液, 0.05 g/dl KCl 過剩類 Ringer 液, 0.01 g/dl Acetylcholin-Ringer 液, 0.05 g/dl Eserin-Ringer 液に浸してから前同様の実験を行つたものである。但し負荷の持続時間の段階を前記の諸実験よりも簡略し、間隔を10秒宛遞増して50秒を最長間隔とした。今8例宛の成績を表示すれば第13—17表になる。

第5表 環境温度 0°C の場合の成績

負荷持続時間 (Sek)	瞬間	10			20			30			40			50			60		
		Ad mm	Ak mm	Ak/Ad	Ad mm	Ak mm	Ak/Ad	Ad mm	Ak mm	Ak/Ad	Ad mm	Ak mm	Ak/Ad	Ad mm	Ak mm	Ak/Ad	Ad mm	Ak mm	Ak/Ad
実験番号																			
22	19.2	18.5	14.8	0.80	17.2	13.6	0.79	16.0	12.6	0.79	15.4	12.0	0.78	15.0	11.7	0.78	14.6	11.4	0.78
23	10.1	9.9	7.5	0.76	8.9	7.1	0.80	8.4	6.6	0.79	8.1	6.1	0.75	8.0	6.0	0.75	7.9	5.9	0.75
24	18.0	16.9	13.6	0.80	15.6	12.4	0.79	14.7	11.6	0.79	14.2	11.1	0.78	13.6	10.7	0.78	13.3	10.4	0.78
25	16.9	16.3	15.0	0.85	14.8	12.4	0.84	14.3	11.8	0.83	13.6	10.6	0.78	13.3	10.4	0.78	13.1	10.2	0.78
26	14.3	13.8	11.3	0.82	13.1	10.6	0.81	12.4	9.7	0.78	12.1	9.2	0.76	11.2	8.5	0.76	10.8	8.2	0.76
27	17.8	17.4	14.9	0.85	17.1	13.6	0.80	16.3	12.7	0.78	16.1	12.4	0.77	16.0	12.3	0.77	15.8	12.1	0.77
Ak/Ad 平均値				0.81			0.81			0.79			0.77			0.77			0.77

第 6 表 環境温度 5°C の場合の成績

負荷持續時間 (Sek)	瞬 間			10			20			30			40			50			60		
	Ad mm	Ak mm	Ak/Ad	Ad mm	Ak mm	Ak/Ad	Ad mm	Ak mm	Ak/Ad	Ad mm	Ak mm	Ak/Ad	Ad mm	Ak mm	Ak/Ad	Ad mm	Ak mm	Ak/Ad	Ad mm	Ak mm	Ak/Ad
28	22.2	21.3	0.96	21.6	18.3	0.85	20.4	17.3	0.85	19.2	15.8	0.82	18.3	14.7	0.80	18.7	14.9	0.80	18.4	14.7	0.80
29	15.1	14.7	0.97	13.3	11.3	0.85	12.7	10.4	0.82	12.2	10.0	0.82	12.5	9.7	0.78	11.3	9.2	0.81	10.8	8.7	0.81
30	19.1	18.6	0.97	18.6	15.6	0.84	16.6	13.9	0.84	15.8	13.1	0.83	15.1	12.1	0.80	14.5	11.6	0.80	14.3	11.5	0.80
31	21.2	20.5	0.97	20.9	17.8	0.85	19.6	16.7	0.85	19.0	16.0	0.84	18.7	15.0	0.80	18.3	14.7	0.80	17.9	14.4	0.80
32	21.3	20.7	0.97	20.7	17.3	0.84	19.4	16.7	0.84	18.6	15.2	0.82	18.2	14.6	0.80	17.7	14.1	0.80	17.6	14.0	0.80
33	21.3	20.6	0.97	19.8	16.6	0.84	19.5	16.4	0.84	19.3	15.1	0.78	18.6	15.1	0.81	18.7	15.1	0.81	18.4	14.7	0.81
Ak/Ad平均値			0.97			0.85			0.84			0.82			0.80						0.80

第 7 表 環境温度 10°C の場合の成績

負荷持續時間 (Sek)	瞬 間			10			20			30			40			50			60		
	Ad mm	Ak mm	Ak/Ad	Ad mm	Ak mm	Ak/Ad	Ad mm	Ak mm	Ak/Ad	Ad mm	Ak mm	Ak/Ad	Ad mm	Ak mm	Ak/Ad	Ad mm	Ak mm	Ak/Ad	Ad mm	Ak mm	Ak/Ad
34	13.4	12.6	0.94	13.1	10.7	0.82	12.8	10.5	0.82	12.1	9.9	0.82	11.7	9.5	0.81	11.1	9.0	0.81	11.4	9.2	0.81
35	19.1	18.6	0.97	19.0	16.0	0.84	17.9	15.0	0.84	17.0	14.2	0.84	16.7	13.7	0.82	16.4	13.5	0.82	15.9	13.1	0.82
36	16.4	16.1	0.98	16.1	13.7	0.85	15.2	12.9	0.85	14.5	12.1	0.83	14.0	11.5	0.82	13.6	11.2	0.82	13.2	10.8	0.82
37	15.6	14.9	0.96	15.0	12.8	0.85	14.1	12.0	0.85	13.8	11.6	0.84	13.6	11.0	0.81	13.0	10.5	0.81	13.0	10.5	0.81
38	19.0	18.5	0.97	18.8	15.7	0.84	17.5	14.5	0.83	17.6	14.6	0.82	16.9	13.7	0.81	16.4	13.3	0.81	16.0	13.0	0.81
39	18.6	18.5	0.99	18.6	15.8	0.85	17.9	14.8	0.83	17.4	13.9	0.80	17.2	13.9	0.81	16.8	13.6	0.81	16.7	13.6	0.81
Ak/Ad平均値			0.97			0.84			0.84			0.83			0.81						0.81

第 8 表 環境温度 15°C の場合の成績

負荷持続時間 (Sek)	瞬 間			10			20			30			40			50			60		
	Ad mm	Ak mm	Ak/Ad	Ad mm	Ak mm	Ak/Ad	Ad mm	Ak mm	Ak/Ad	Ad mm	Ak mm	Ak/Ad	Ad mm	Ak mm	Ak/Ad	Ad mm	Ak mm	Ak/Ad	Ad mm	Ak mm	Ak/Ad
40	16.7	15.9	0.95	14.2	12.2	0.86	13.5	11.4	0.85	13.2	11.1	0.84	12.6	10.5	0.83	12.3	10.2	0.83	11.5	9.6	0.83
41	16.0	15.8	0.99	16.0	13.6	0.85	15.5	13.1	0.85	15.1	12.5	0.83	14.6	12.0	0.82	14.4	11.8	0.82	14.2	11.6	0.82
42	15.5	15.0	0.97	15.0	12.7	0.85	13.2	11.1	0.84	12.8	10.7	0.84	12.2	10.1	0.83	12.0	10.0	0.83	12.0	9.9	0.83
43	18.6	18.0	0.97	18.2	15.9	0.87	17.2	14.7	0.85	16.8	14.3	0.85	16.4	13.5	0.82	16.4	13.5	0.82	15.8	12.9	0.82
44	17.4	17.1	0.98	17.0	14.4	0.85	16.0	13.6	0.85	15.4	13.1	0.85	15.1	12.5	0.83	14.3	11.8	0.83	13.9	11.5	0.83
45	14.2	13.7	0.97	13.7	11.2	0.82	12.8	10.6	0.83	12.7	10.4	0.82	12.2	9.9	0.81	11.8	9.6	0.81	11.4	9.3	0.81
Ak/Ad平均値			0.97			0.85			0.85			0.84			0.82			0.82			0.82

第 9 表 環境温度 20°C の場合の成績

負荷持続時間 (Sek)	瞬 間			10			20			30			40			50			60		
	Ad mm	Ak mm	Ak/Ad	Ad mm	Ak mm	Ak/Ad	Ad mm	Ak mm	Ak/Ad	Ad mm	Ak mm	Ak/Ad	Ad mm	Ak mm	Ak/Ad	Ad mm	Ak mm	Ak/Ad	Ad mm	Ak mm	Ak/Ad
46	17.8	17.3	0.97	15.7	13.6	0.87	15.4	13.3	0.86	14.8	12.6	0.85	14.6	12.1	0.83	14.3	11.9	0.83	13.9	11.5	0.83
47	24.4	24.4	1.00	24.4	20.9	0.86	22.8	19.4	0.85	22.2	18.9	0.85	21.6	18.0	0.83	21.1	17.6	0.83	20.6	17.2	0.83
48	23.0	22.4	0.97	22.9	19.6	0.86	21.5	18.2	0.85	20.8	17.6	0.85	20.4	17.2	0.84	19.8	16.7	0.84	19.4	16.3	0.84
49	28.2	27.7	0.98	27.3	24.2	0.89	24.7	22.0	0.89	23.5	19.6	0.83	23.4	19.4	0.83	22.0	18.3	0.83	20.7	17.1	0.83
50	22.8	22.2	0.97	22.8	19.9	0.87	20.9	18.2	0.87	20.2	16.9	0.84	19.6	16.3	0.83	19.2	15.9	0.83	18.4	15.2	0.83
51	15.1	14.7	0.97	15.1	13.3	0.88	14.8	12.8	0.86	14.3	12.1	0.85	14.2	11.9	0.84	14.0	11.7	0.84	14.0	11.7	0.84
Ak/Ad平均値			0.98			0.87			0.86			0.85			0.83			0.83			0.83

第 10 表 環境温度 25°C の場合の成績

負荷持続時間 (Sek)	瞬 間			10			20			30			40			50			60		
	Ad mm	Ak mm	Ak/Ad	Ad mm	Ak mm	Ak/Ad	Ad mm	Ak mm	Ak/Ad	Ad mm	Ak mm	Ak/Ad	Ad mm	Ak mm	Ak/Ad	Ad mm	Ak mm	Ak/Ad	Ad mm	Ak mm	Ak/Ad
52	20.3	19.5	0.96	17.9	16.1	0.90	17.5	15.5	0.89	17.2	14.8	0.86	16.8	14.3	0.85	16.6	14.1	0.85	16.5	14.0	0.85
53	15.6	15.3	0.98	15.3	13.3	0.87	14.0	12.0	0.86	14.5	12.4	0.86	13.8	11.6	0.84	14.7	12.3	0.84	14.0	11.8	0.84
54	13.6	13.2	0.97	13.4	11.9	0.89	13.0	11.3	0.87	12.9	11.1	0.86	12.6	10.6	0.84	12.0	10.1	0.84	11.6	9.7	0.84
55	22.9	22.9	1.00	22.9	20.5	0.90	22.3	19.3	0.87	21.4	18.4	0.86	21.1	17.7	0.84	20.4	17.1	0.84	20.1	16.8	0.84
56	23.3	22.7	0.97	23.0	20.3	0.88	22.4	19.8	0.88	21.2	18.5	0.87	17.8	15.0	0.84	17.4	14.7	0.84	16.6	13.9	0.84
57	22.0	21.2	0.96	21.5	18.8	0.87	20.4	17.1	0.84	19.8	16.7	0.84	19.3	16.4	0.85	18.9	15.9	0.84	18.2	15.2	0.84
Ak/Ad平均値			0.97			0.89			0.87			0.86			0.84			0.84			0.84

第 11 表 環境温度 30°C の場合の成績

負荷持続時間 (Sek)	瞬 間			10			20			30			40			50			60		
	Ad mm	Ak mm	Ak/Ad	Ad mm	Ak mm	Ak/Ad	Ad mm	Ak mm	Ak/Ad	Ad mm	Ak mm	Ak/Ad	Ad mm	Ak mm	Ak/Ad	Ad mm	Ak mm	Ak/Ad	Ad mm	Ak mm	Ak/Ad
58	19.9	19.6	0.98	19.9	18.1	0.91	19.5	17.5	0.90	18.5	16.4	0.89	17.8	15.1	0.85	17.1	14.6	0.85	16.7	14.2	0.85
59	22.6	22.2	0.98	22.2	19.9	0.90	21.3	19.2	0.90	21.1	18.8	0.89	20.8	17.7	0.85	20.2	17.1	0.85	20.1	17.1	0.85
60	19.6	19.6	1.00	19.6	17.6	0.90	19.7	17.6	0.89	19.1	17.0	0.89	18.6	16.0	0.86	18.6	16.2	0.87	18.1	15.5	0.86
61	19.6	18.7	0.95	18.8	16.1	0.86	17.7	15.5	0.88	16.8	14.7	0.88	16.6	13.9	0.84	16.0	13.9	0.84	15.5	13.0	0.84
62	11.0	10.9	0.99	11.0	9.8	0.89	10.6	9.3	0.88	10.1	8.7	0.86	10.5	8.9	0.85	10.5	8.9	0.85	10.3	8.7	0.85
63	14.4	13.9	0.97	13.9	11.9	0.86	12.0	10.6	0.88	12.8	10.9	0.85	12.6	10.6	0.84	12.2	10.3	0.84	12.0	10.1	0.84
Ak/Ad平均値			0.98			0.89			0.89			0.88			0.85			0.85			0.85

第 13 表 0.2 g/dl 鹽酸 Cocain-Ringer 液を用いた場合の成績

實驗番號	負荷持續時間 (Sek)	瞬 間			10			20			30			40			50		
		Ad mm	Ak mm	Ak/Ad	Ad mm	Ak mm	Ak/Ad	Ad mm	Ak mm	Ak/Ad	Ad mm	Ak mm	Ak/Ad	Ad mm	Ak mm	Ak/Ad	Ad mm	Ak mm	Ak/Ad
84	16	17.4	16.7	0.96	16.7	12.9	0.77	15.1	11.7	0.77	14.6	11.3	0.77	13.8	10.6	0.77	13.5	10.4	0.77
85	16	14.3	13.7	0.96	13.7	11.1	0.81	12.8	10.4	0.81	12.2	9.9	0.81	11.6	9.4	0.81	11.3	9.1	0.81
86	16	24.6	24.0	0.98	24.4	19.6	0.80	23.3	18.0	0.77	22.4	17.3	0.77	21.6	16.7	0.77	20.7	15.9	0.77
87	16	21.4	21.2	0.99	21.2	16.7	0.79	20.3	16.1	0.79	19.6	15.4	0.79	18.8	14.7	0.78	18.7	14.7	0.79
88	16	21.2	20.2	0.95	20.8	16.3	0.78	19.7	14.6	0.74	18.6	13.8	0.74	17.7	13.1	0.74	17.3	12.8	0.74
89	16	19.3	18.7	0.97	19.3	15.1	0.78	18.1	13.6	0.75	17.3	13.0	0.75	16.5	12.3	0.75	15.6	11.7	0.75
90	16	19.0	18.6	0.98	19.0	14.8	0.78	17.8	13.9	0.78	17.3	13.5	0.78	16.4	12.8	0.78	15.8	12.3	0.78
91	16	23.0	22.4	0.97	22.8	18.3	0.80	21.6	17.3	0.80	20.9	16.8	0.80	20.4	16.3	0.80	19.7	15.8	0.80
Ak/Ad 平均値				0.97			0.79			0.78			0.78			0.78			0.78

第 14 表 KCl 缺除類 Ringer 液を用いた場合の成績

實驗番號	負荷持續時間 (Sek)	瞬 間			10			20			30			40			50		
		Ad mm	Ak mm	Ak/Ad	Ad mm	Ak mm	Ak/Ad	Ad mm	Ak mm	Ak/Ad	Ad mm	Ak mm	Ak/Ad	Ad mm	Ak mm	Ak/Ad	Ad mm	Ak mm	Ak/Ad
92	18	20.3	19.9	0.98	19.9	17.5	0.88	18.0	15.2	0.86	16.7	14.6	0.87	15.6	13.5	0.87	15.2	13.0	0.86
93	15	17.8	17.2	0.97	17.5	15.2	0.87	16.2	14.1	0.87	15.8	13.6	0.86	15.1	13.2	0.87	14.8	12.8	0.86
94	15	21.4	20.5	0.96	20.5	18.1	0.88	19.4	17.2	0.89	19.0	16.8	0.88	18.5	16.1	0.87	18.0	15.5	0.86
95	15	15.9	15.5	0.97	15.5	12.9	0.83	14.5	11.8	0.81	13.6	11.0	0.81	14.0	11.3	0.81	13.2	10.7	0.81
96	15	14.2	13.5	0.95	13.5	10.9	0.81	12.1	9.9	0.82	11.7	9.5	0.81	11.1	9.0	0.81	10.6	8.6	0.81
97	16	20.4	19.7	0.97	19.7	16.5	0.84	18.2	15.0	0.82	17.1	14.1	0.82	16.2	13.1	0.81	15.6	12.6	0.81
98	16	17.5	16.8	0.96	16.8	14.4	0.86	15.8	13.6	0.86	15.5	13.1	0.85	15.0	12.7	0.85	14.8	12.6	0.85
99	16	16.9	16.1	0.95	16.1	13.3	0.82	14.5	11.9	0.82	13.6	11.1	0.82	12.8	10.4	0.81	12.2	10.0	0.82
Ak/Ad 平均値				0.96			0.85			0.84			0.84			0.84			0.84

第 15 表 0.05 g/dl KCl 過剰類 Ringer 液を用いた場合の成績

実験番号	負荷持続時間 (Sek)	温度 °C	瞬 間			10			20			30			40			50		
			Ad mm	Ak mm	Ak/Ad	Ad mm	Ak mm	Ak/Ad	Ad mm	Ak mm	Ak/Ad	Ad mm	Ak mm	Ak/Ad	Ad mm	Ak mm	Ak/Ad	Ad mm	Ak mm	Ak/Ad
100	15	21.0	20.6	0.98	0.75	18.8	13.4	0.71	17.5	12.4	0.71	16.3	11.6	0.71	15.3	10.9	0.71			
101	15	14.3	13.4	0.94	0.75	12.1	9.0	0.74	11.3	8.4	0.74	10.5	7.8	0.74	9.6	7.1	0.74			
102	15	23.5	22.3	0.95	0.83	20.7	16.8	0.81	19.5	15.6	0.79	19.0	15.0	0.79	18.6	14.7	0.79			
103	15	22.3	21.8	0.98	0.85	21.1	16.9	0.80	19.7	15.7	0.80	18.6	14.9	0.80	18.2	14.3	0.79			
104	15	16.5	15.9	0.96	0.81	14.5	11.8	0.81	13.3	10.8	0.81	12.1	9.8	0.81	11.6	9.4	0.81			
105	15	29.7	28.6	0.96	0.85	26.7	22.5	0.84	24.9	21.0	0.84	24.3	20.3	0.84	23.6	19.8	0.84			
106	15	18.8	18.4	0.98	0.84	17.1	14.3	0.84	15.3	12.8	0.84	14.9	12.5	0.84	14.2	11.8	0.83			
107	15	21.6	21.1	0.98	0.83	19.3	15.5	0.80	18.3	14.7	0.80	17.2	13.8	0.80	16.7	13.4	0.80			
Ak/Ad 平均値				0.97	0.81			0.79			0.79			0.79			0.79			

第 16 表 0.01 g/dl Acetylcholin-Ringer 液を用いた場合の成績

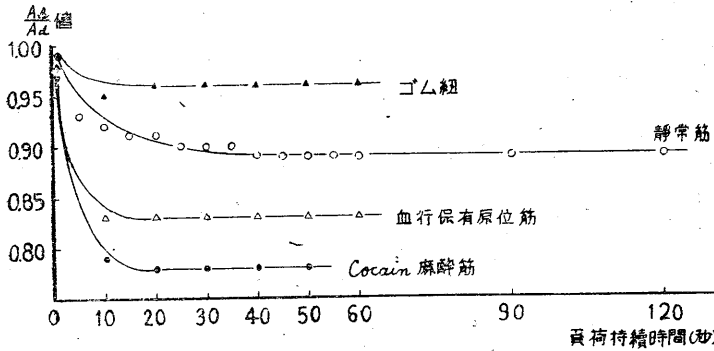
実験番号	負荷持続時間 (Sek)	温度 °C	瞬 間			10			20			30			40			50		
			Ad mm	Ak mm	Ak/Ad	Ad mm	Ak mm	Ak/Ad	Ad mm	Ak mm	Ak/Ad	Ad mm	Ak mm	Ak/Ad	Ad mm	Ak mm	Ak/Ad	Ad mm	Ak mm	Ak/Ad
108	15	20.5	19.5	0.95	0.84	18.0	14.6	0.81	17.0	13.8	0.81	16.0	12.8	0.80	15.2	12.2	0.80			
109	15	15.9	15.5	0.97	0.83	14.8	12.2	0.82	14.2	11.2	0.79	13.6	10.8	0.79	13.2	10.4	0.79			
110	13	28.8	28.0	0.97	0.83	26.1	21.3	0.82	24.8	19.6	0.79	23.5	18.7	0.80	22.5	17.7	0.79			
111	13	23.3	22.2	0.95	0.76	18.7	15.0	0.80	17.1	13.6	0.80	16.4	13.0	0.79	15.4	12.2	0.79			
112	13	22.3	21.6	0.97	0.86	20.1	16.3	0.81	19.1	15.5	0.81	18.7	14.9	0.80	18.1	14.5	0.80			
113	13	26.0	25.8	0.99	0.87	24.2	21.2	0.88	23.3	20.0	0.86	22.4	19.1	0.85	21.8	18.5	0.85			
114	13	13.8	13.2	0.96	0.83	12.5	10.1	0.81	11.8	9.3	0.79	11.2	8.9	0.79	10.9	8.8	0.81			
115	13	21.5	20.4	0.95	0.81	18.6	15.2	0.82	18.1	14.9	0.82	17.8	14.5	0.81	17.4	13.9	0.80			
Ak/Ad 平均値				0.96	0.83			0.82			0.81			0.80			0.80			

第 17 表 0.05 g/dl Eserin-Ringer 液を用いた場合の成績

実験番號	負荷持続時間 (Sek.)	瞬 間			10			20			30			40			50		
		Ad mm	Ak mm	Ak/Ad	Ad mm	Ak mm	Ak/Ad	Ad mm	Ak mm	Ak/Ad	Ad mm	Ak mm	Ak/Ad	Ad mm	Ak mm	Ak/Ad	Ad mm	Ak mm	Ak/Ad
	溫度 °C																		
116	14	23.2	22.4	0.97	22.4	16.9	0.75	20.2	15.3	0.76	19.1	14.4	0.75	18.3	13.8	0.75	17.7	13.2	0.75
117	14	23.6	23.1	0.98	23.1	18.0	0.78	21.1	16.4	0.78	20.4	15.3	0.75	19.4	14.6	0.75	18.6	14.0	0.75
118	14	18.0	17.0	0.94	17.2	14.2	0.83	16.3	12.8	0.79	15.6	12.2	0.78	15.3	11.9	0.78	14.9	11.6	0.78
119	14	21.7	21.1	0.97	21.4	16.8	0.79	20.2	15.9	0.79	19.5	15.2	0.78	18.7	14.6	0.78	17.8	13.8	0.78
120	14	24.1	23.7	0.98	23.4	19.3	0.82	23.1	18.3	0.79	22.3	17.5	0.78	21.8	16.1	0.74	21.4	15.9	0.74
121	14	19.0	18.6	0.98	19.0	14.2	0.75	17.4	12.3	0.71	16.1	11.4	0.71	14.0	10.0	0.71	14.6	10.2	0.70
122	14	22.5	21.8	0.97	22.5	17.5	0.78	22.2	15.9	0.72	21.4	15.1	0.71	20.2	14.4	0.71	20.0	14.1	0.71
123	14	21.4	20.5	0.96	19.1	13.8	0.72	18.2	13.0	0.71	17.3	11.6	0.67	16.5	11.0	0.67	15.6	10.4	0.67
Ak/Ad 平均値				0.97			0.78			0.76			0.74			0.74			0.74

第2表より第17表に至る成績を一目瞭然たらしむるため、横軸に負荷の持続時間を取り、縦

第 3 圖



軸に A_k/A_d 平均値を

とつて見ると、第3圖

より第5圖に示す關係

になる。第3圖から判

るやうに、筋が初伸張

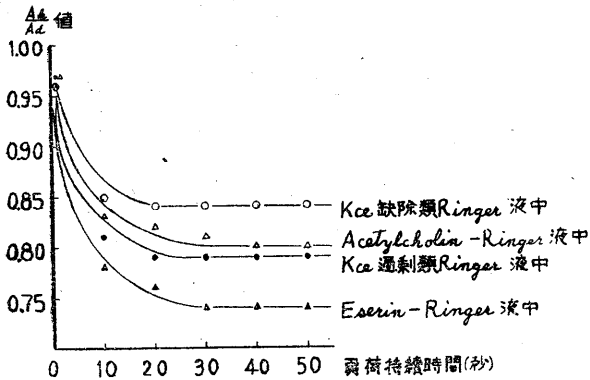
をなした後負荷が瞬間

的に取り去られると、

筋は即座に殆ど原長に

復歸する。この事實は

第 4 圖



Blix (1) の報告とよく一致する。然

し負荷の持続時間が延長すればする

程筋が原長に戻る経過が遅くなり、

A_k/A_d 値は小さくなるが、負荷持

続時間が40秒以上になるとその値は

略々一定となる。吾々の教室に於け

る筋粘弾機構の研究(4)によると、

急速に筋を引き伸ばせば先づ不等質

部が伸び、次で等質部が伸びる様

になるが、その時には逆に不等質部

は縮む形になるのである。従つて上述

の實驗に於ける伸びを主として不等

質部の夫れに歸着させる譯にはいか

ない。然し余の實驗に關する限りそ

の實驗條件により、伸ばされる部分

は大體不等質部で等質部の二次的伸

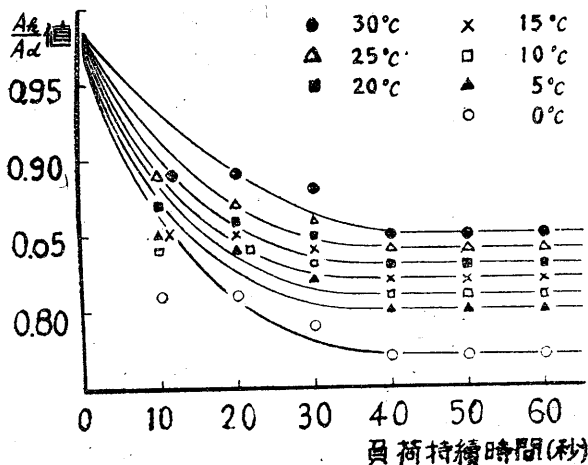
展はあまりないと考へてよいやうに

思ふ(註)。元來不等質部は比較的簡

單な粘弾機構をもつのであるから、

負荷を取り去れば原狀に復歸するこ

第 5 圖



(註) 此處に附記しなければならぬことは、本實驗は全筋に就て行つたもので、この結果を直ちに單一筋纖維の實驗から演繹された等質部及不等質部の機構で説明づけることには大きな飛躍があることで、従つて以下述べる諸事項のうちで等質部及不等質部の機構として記載したことは一つの假設的説明の域を脱しない。

とは容易に理解される。然るに伸ばされてゐる時間が延長すると筋蛋白體分子の配列状態が漸次變り、負荷を取り去つても舊態に戻り得なくなり、 Ak/Ad 値は次第に小さくなる。40秒位の負荷持続時間で Ak/Ad 値が一定になるのは、その程度の時間を描くと筋内の分子配列状態が新しい平衡状態に達するためと考へられる。ところで對照實驗のゴム紐の場合にも Ak/Ad 値は1よりも小さくなる事が知られ、ゴムにも多少類似の成形性が觀られる。然し第4表、第3圖から明かな様に、その量は極めて僅かで、筋の粘弾機構がゴムの夫れより遙かに複雑なものであることは容易に推定せしめられる。次に第5圖で明かな様に、 Ak/Ad 値は温度が低い程小さく、それが一定になる負荷の持続時間は孰れも40秒であつた。この事實は前述の様に Ak/Ad 値が筋蛋白體分子の配列状態の變化に従つて變るものとすれば、温度が高い程分子運動は活潑であり、従つて成形性が少なくなることから理解出来る。第3圖の如く、血行を保有する原位筋の Ak/Ad 値は、剔出筋の夫れと大差ないが、それが一定値になる迄の負荷持続時間は剔出筋に較べて遙かに短かく、約10秒で新しい平衡状態に達する。この事實は極めて興味深いことで、神經支配を受けた血流保有の場合でも剔出筋と同じ成形性を示すことを意味し、従つてこの成形性なる事實は、一面には上述の様に筋蛋白體分子の配列の變化と云ふやうな物理學的解釋を肯定するが、他面には新しい平衡状態に達する迄の負荷持続時間が剔出筋の夫れよりも遙かに短かく、對照實驗のゴム紐の場合の如く約10秒であることから、この成形性に筋の生理的狀態が密接不可分の關係を有つことを示してゐる。又ゴムなどの場合は、繰り返へされる、若くは一定時間持続された伸展による分子配列の變形が、その儘ゴムの脆弱化を意味するが、筋の場合は一度攣縮せしむると再び元の粘彈性機構に戻り、構造の變化が固定されぬ。即ち筋の粘弾機構は單に物理學的解釋を以て凡てを説明する譯にはいかぬ生機的なものと考へる。

次に Cocain 麻酔筋では負荷を取り去つてから原長に縮む能力は靜常筋の場合よりも著明に低下し、且つ Ak/Ad 値の一定となる迄の負荷持続時間が短かい。吾々の教室の業績(9)から Cocain 麻酔筋では複雑な粘弾機構を有つ等質部が單純な彈性體に轉化し、著しく不等質部化されることが明かにされてゐる。この事實から、筋を引き伸ばした場合假に靜常筋と同じ程度に伸びても、此際は不等質部のみならず等質部迄も伸ばされることが考へられる。茲で負荷を取り去つた場合を考へると、不等質部には前述の如く筋蛋白體分子の配列状態が變つて縮み足りぬ部分を生じ、更に第1實驗の考察から伸展殘遺は不等質部よりも等質部に於て著明であると思へられるから、麻酔により不等質部化した等質部も未だ尙伸展殘遺を起す性質を保有するものと考へられる。従つて兩部分の伸展殘遺の合成により、縮み足りぬ筋内部分は靜常筋の場合に比較して大となる譯で、上述の成績は一應理解される。更に麻酔作用により筋内分子間相互の牽引力が減弱した結果、靜常状態よりも速かに新しい平衡状態が到來するものと云へよう。その他の藥液侵害筋に於ける成績は吾々の教室の等質部及不等質部の研究(3)の成績と一

第 18 表 伸展 1 回より 5 回迄の成績

実験番号	伸展回数 温度 °C	1			2			3			4			5		
		Ad mm	Ak mm	Ak/Ad	Ad mm	Ak mm	Ak/Ad	Ad mm	Ak mm	Ak/Ad	Ad mm	Ak mm	Ak/Ad	Ad mm	Ak mm	Ak/Ad
124	11	17.3	16.0	0.92	16.7	16.0	0.96	16.7	16.0	0.96	16.7	16.1	0.96	16.7	16.4	0.98
125	12	21.8	20.2	0.93	21.1	20.2	0.96	20.7	20.0	0.97	20.5	20.0	0.98	20.5	20.2	0.99
126	9	18.0	16.0	0.89	16.8	15.6	0.93	16.3	15.3	0.94	15.9	15.3	0.96	15.7	15.0	0.96
127	11	24.9	24.4	0.98	24.9	24.4	0.98	25.0	24.8	0.99	24.9	25.0	1.00	25.1	25.0	1.00
128	9	23.1	20.8	0.90	22.5	20.6	0.92	22.3	20.9	0.94	22.2	21.2	0.95	22.1	21.2	0.96
129	10	20.4	19.3	0.95	20.1	19.3	0.96	20.0	19.3	0.97	19.9	19.0	0.95	19.9	19.4	0.97
130	12	19.2	17.9	0.93	18.3	17.7	0.97	18.3	17.7	0.97	18.3	17.7	0.97	18.2	17.2	0.95
131	12	15.2	14.3	0.94	15.2	14.3	0.94	15.2	14.6	0.96	15.2	14.7	0.97	15.2	14.8	0.97
132	12	16.7	15.1	0.90	16.1	15.1	0.94	16.1	15.1	0.94	16.1	15.2	0.94	16.0	15.4	0.96
133	12	16.4	15.3	0.93	16.2	15.1	0.93	16.1	15.8	0.98	16.4	16.0	0.98	16.4	16.1	0.98
134	12	17.0	16.1	0.95	16.8	16.5	0.98	16.8	16.6	0.99	16.9	16.8	0.99	17.0	17.0	1.00
135	12	18.8	16.6	0.88	18.0	16.8	0.93	17.7	17.2	0.97	17.5	17.3	0.99	17.6	17.5	0.99
136	10	14.1	13.5	0.96	14.1	13.6	0.96	14.1	13.6	0.96	14.1	13.8	0.98	14.2	13.9	0.98
137	10	15.6	14.9	0.96	15.6	14.9	0.96	15.4	15.1	0.99	15.6	15.3	0.98	15.6	15.6	1.00
138	10	15.5	14.2	0.92	15.3	14.9	0.97	15.4	15.0	0.97	15.4	14.9	0.97	15.4	15.2	0.99
Ak/Ad 平均値				0.93			0.95			0.97			0.97			0.98

第 19 表 伸張 6 回より 10 回迄の成績

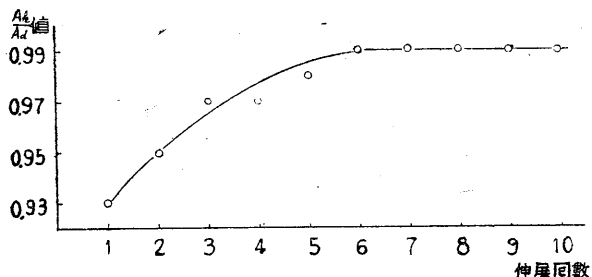
実験番號	伸張回数 溫度 °C	6			7			8			9			10		
		Ad mm	Ak mm	Ak/Ad	Ad mm	Ak mm	Ak/Ad	Ad mm	Ak mm	Ak/Ad	Ad mm	Ak mm	Ak/Ad	Ad mm	Ak mm	Ak/Ad
124	11	16.7	16.5	0.99	16.7	16.7	1.00	16.7	16.7	1.00	16.5	16.5	1.00	16.5	16.5	1.00
125	12	20.5	20.2	0.99	20.3	20.1	0.99	20.3	20.2	1.00	20.3	20.3	1.00	20.4	20.5	1.00
126	9	15.3	15.1	0.99	15.2	14.9	0.98	15.1	14.9	0.98	15.1	14.9	0.98	15.1	14.9	0.98
127	11	25.0	24.8	0.99	24.9	24.8	1.00	24.9	24.8	1.00	24.9	24.8	1.00	24.9	24.8	1.00
128	9	22.0	21.5	0.97	22.0	21.7	0.99	22.0	21.7	0.99	22.0	21.7	0.99	22.0	21.7	0.98
129	10	19.9	19.6	0.98	19.7	19.5	0.99	19.7	19.5	0.99	19.7	19.6	0.99	19.7	19.6	0.99
130	12	18.0	17.6	0.98	18.0	17.6	0.98	17.8	17.4	0.98	17.3	17.1	0.99	17.3	17.1	0.99
131	12	15.4	15.0	0.97	15.4	15.0	0.97	15.4	15.0	0.97	15.4	15.1	0.99	15.4	15.2	0.99
132	12	16.0	15.4	0.96	16.0	15.5	0.97	16.0	15.5	0.97	16.0	15.5	0.97	16.0	15.7	0.98
133	12	16.4	16.1	0.98	16.4	16.2	0.99	16.4	16.4	1.00	16.5	16.5	1.00	16.6	16.6	1.00
134	12	16.9	17.0	1.01	17.0	17.0	1.00	17.0	17.1	1.01	17.0	17.0	1.00	17.0	17.3	1.02
135	12	17.6	17.5	0.99	17.5	17.2	0.99	17.5	17.5	1.00	17.5	17.5	1.00	17.5	17.5	1.00
136	10	14.1	14.0	0.99	14.4	14.2	0.99	14.4	14.2	0.99	14.4	14.4	1.00	14.4	14.4	1.00
137	10	15.7	15.7	1.00	15.7	15.7	1.00	15.7	15.8	1.01	15.8	15.8	1.00	15.7	15.6	0.99
138	10	15.5	15.4	0.99	15.5	15.5	1.00	15.5	15.5	1.00	15.5	15.5	1.00	15.4	15.4	1.00
Ak/Ad 平均値				0.99			0.99			0.99			0.99			0.99

應一致する所があるやうに思はれる。

C. 第3實驗の成績

この實驗は第1及第2實驗に對する檢證實驗である。第1實驗の項で述べたと同様の操作を5分の間隔を置いて10回反覆して筋に加へ、その伸び縮みの経過を描寫し、得た機械曲線から

第 6 圖



各回毎に初伸展 (Ad), 初短縮 (Ak) の大きさを計測し, Ak/Ad 値を算出した. その 15 例に就ての成績を表示すれば第 18—19 表 (印刷の都合上 2 表に分ける) の如くであり, 重複するか横軸に伸展回数, 縦軸に Ak/Ad 値の平均値を取つて作圖すれば第 6 圖の關係になる.

この圖から Ak/Ad 値は伸展回数の重なるに従つて漸増し, 6 回以上になると毎常一定値を示すことが判る. 上述のやうに伸展殘遺は筋の或種の成形性に依存するもので, 一方には本來の性質として等質部様機構の成形性と, 他方には負荷持續時間の経過によつて新たに持ち來される不等質部様機構の成形性に依存することが判つてゐるので, 若し何回も繰返し伸ばしたり縮めたりすると, 等質部様及び不等質部様の兩機構に於ける成形性が極限に達し, 遂には Ak/Ad 値が 1 にならなければならぬと考へて行つたものである. ところが Ak/Ad 値は 6 回の伸縮以後は殆ど増加せず, 決して 1 にはならぬ. この事實から考へると, 伸展殘遺は大部分筋の成形性に依存するが, 一部は内部抵抗による勢力消費に伴つて起る二次的な筋内部の構造上の變化に因るものと考へなければならぬ.

III. 摘 要

1. 骨骼筋の伸展殘遺を筋の等質部と不等質部の伸び縮みの性質に聯關せしめて究明することを目的とし, 剔出靜常筋, 鹽酸 Cocain, KCl 缺除類 Ringer 液, 0.05 g/dl KCl 過剩類 Ringer 液, 0.01 g/dl Acetylcholin-Ringer 液, 0.05 g/dl Eserin-Ringer 液を以て侵害せる剔出筋, 神經支配を受け血流を保有する原位筋等を材料とし, 主として初伸展のみを起させた筋の縮み方を觀察することにより, 更にそれに対する溫度の影響を觀察し, また彈性餘効の少ないゴム紐を對照に用ひて實驗した.

2. 筋に一定の負荷を懸け, 一定時間に互り後伸展を起させて後, 負荷を取り去つて充分縮ませた場合に, 初伸展と初短縮, 後伸展と後短縮の比を求めると, 前者は平均 0.92, 後者は平均 0.45 であつた. 若しこの實驗を一定の時間間隔で繰返すと初伸展と初短縮の比は次第に大きくなり, 6 回目位から一定になつた.

3. 2. の事實は筋粘彈機構の研究に色々の示唆を含むので, 第 1 に筋の伸びを初伸展の範圍

に停め、負荷は依然として加はつて居るやうに工夫し、その負荷持続時間を色々に變へ、負荷を取り去つた後の初短縮と初めの初伸展を比較してみた。かくすると Ak/Ad 値は負荷の持続時間40秒迄は漸減し、40秒以上は一定になった。

4. Cocain 麻醉筋では Ak/Ad 値が著しく小さく、且つその値が一定になる迄の負荷持続時間は靜常筋に較べて著しく短かつた。

5. KCl 缺除及び過剩類 Ringer 液, Acetylcholin, Eserin 侵害筋に於ても Ak/Ad 値は Cocain 麻醉筋同様の傾向を示した。

6. 神経支配を受け血流を保有する原位筋に於ても Ak/Ad の關係は剔出筋と同様に成立した。

7. Ak/Ad 値は溫度が低くなる程小となつた。

IV. 結 論

上述の如き諸事實から骨骼筋の伸展殘遺は、一方には本來の性質として等質部様機構のもつ成形性と、他方には負荷持続時間の経過によつて新たに持ち來される不等質部様機構の成形性に依存するところが頗る多いことを推定せしめるが、更に内部抵抗による勢力消費に伴つて起る二次的な筋内部の構造上の變化も伸展殘遺に聯關を有つものと考へるを至當とする。茲に不等質部様機構の成形性とは、筋蛋白體分子の配列狀態が伸展持続時間に伴つて漸次變化し、負荷を取り去つても舊態に戻り得なくなることを意味する。この筋内分子の配列狀態は40秒以上伸ばされてゐると新しい平衡狀態に達する。ゴムにも多少の成形性を認めるが、筋に較べると僅かである。この事は筋の粘弾機構がゴムの夫れよりも遙かに複雑なことを示す。血行を保有する原位筋も成形性を示すことから、この成形性なる性質は筋の生理的狀態と密接不可分の關係を有し、従つて筋の粘弾機構は單なる物理學的解釋を以てしては凡てを説明づけられぬ生機的なものと考へる。

拙筆に臨み浦本教授の懇篤なる指導と校閲並びに杉本助教、名取講師の援助を銘謝す。

文 獻

- 1) Blix, M. (1892-95) Skand. Arch. f. Physiol. 3 295, 4 399, 5 150, 173
- 2) 櫻井道仁 (2602) 日本生理誌 7 418
- 3) 町田憲二 (2601) 日本生理誌 5 340
- 4) 名取禮二 (2601) 日本生理誌 5 356
- 5) 名取禮二 (2601) 日本生理評論 1 87
- 6) 仁木庸次郎 (2602) 日本生理誌 7 663
- 7) 土橋英夫 (2601) 日本生理誌 6 358
- 8) 土橋英夫 (2601) 日本生理誌 6 566
- 9) 山口重方 (2600) 日本生理誌 5 266

筋短縮機構に就ての研究 (33) 612.741.4 9

骨 格 筋 伸 展 残 遺 の 研 究 (4)

(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

Nikki-Yōziriō

(昭和18年2月5日受付)

I. 緒 言

茲に報告する實驗は骨格筋の伸展殘遺に關する榎井(4)及余(7, 8)の實驗の繼續業績である。本實驗は以下述べるが如き考への下に展開された。Botazziの筋機構二元説(1)によると、骨格筋では原纖維そのものが運動機であり、纖維間隙を満たしてゐる肉漿は緊張機(Tonusのための装置)であり、原纖維は彈性撥條のやうによく伸び縮みが出来るのに對し、肉漿は滑平筋類似の定型的掣働(Sperrung)を示すものとされてゐる。若し Hill(2)等による粘彈性なる概念を以上の考へに導入すれば、原纖維はまさしく彈性成分、肉漿は粘性成分に當るわけである。然るに吾々の教室に於て名取(5, 6)其他により不等質部が所謂粘性少なき彈性機構、等質部が粘性多き彈性機構のものとして筋の力學的機構を説明し、余も亦その觀點より前報告(8)に於て筋の伸展殘遺の本態的解析を行つた。吾々は Hürthle(3)等と同じ立場で、原纖維と肉漿とは本來分離出来るものではなく、兩者を分離して考へるのは單なる模型的概念なりとし、筋纖維の長軸に沿ふ力學的機構の異同のみを問題としてゐたのである。然し研究の進展につれ、一應は Botazzi 等の筋機構二元説の當否を検討することも必要であると考へ、Botazziの所謂肉漿多き筋たる赤筋と、肉漿少なき筋である白筋とに就て、骨格筋伸展殘遺の異同を検討した。

次にこの實驗の第2の目的は次の問題の解決に一步を進めた事である。從來は生物學的觀點からの必然な要求として、骨格筋はそれが姿勢の保持の如き靜的活動をなすものと、之に反し所謂運動などを主として司る動的な機能を主演するものでは、それぞれの機能に即應して筋機構に自らなる特性を附與する事になり、前者の如く主として緊張を司る筋と、後者の如く主として運動を司る筋とに分けられると考へられて居た。然るに Sommerkamp(9), Wachholder及其門下(10)は、Acetylcholinに對する反應の仕方により、緊張性筋及非緊張性筋に分類し、前者が後者よりも所謂緊張性收縮を起し易いことを報告し、從來の觀念的な考へに對し實證性を附與した。依つて余は是等兩種の筋に就き伸展殘遺の大きさを比較検討し、それにより筋の力學的機構の究明に一步を進めて見ようと思つた。

實驗は2602年6月から11月迄の間に行つた。

II. 實驗方法

實驗は大體2群に分れる。實驗方法は、刺激及描寫裝置、筋温室等悉く余の前報告(7)に倣つた。第1實驗では蛙及蟾の坐骨神經縫匠筋標本を用ひ、第2實驗では1匹の蟾から第3脊髓神經烏喙橈筋標本と坐骨神經縫匠筋標本とをつくつた場合、また神經を有たぬ上記と同じ2つの筋を取り出した場合、更に1匹の蟾から烏喙橈筋、直腹筋(最下腿部より停止部迄)、縫匠筋、長内轉筋、二頭股筋、長脛前筋(後腹)、腓腸筋を剔出して用ひたる3種類の實驗を行つた。第2實驗の第2、第3部の實驗では、筋の單一攣縮には直接刺激を用ひた。第2部の實驗では環境溫度を14°C及25°Cに変更せしめてその影響を觀察した。

實驗實施上各筋は豫め原位に於ける長さを計測し、第1實驗では蛙の縫匠筋を、第2實驗では烏喙橈筋を基準とし、對照筋はそれと略々同等度の伸びを起す様に負荷を加減して實驗を進めた。尙上述した筋の伸びとは負荷 xg を加へて10秒目に於けるものを意味する。

III. 實驗成績

第1實驗中の成績を5例、第2實驗中第1部の成績を5例、第2部の成績を10例、第3部の夫れを5例に就き表示すれば第1—4表の如くである。是等の伸びの項に記入される値は前章に述べた時點に於ける値であり、伸展殘遺の項に記入する値は前報告(7)に倣ひ、單一攣縮後1分に於けるもので、孰れも曲線分析の結果其儘の値である(擴大9倍)。尙最後の項は基準筋と對照筋とで前二者の比率を比較して表したものである。

IV. 實驗成績に對する考察

第1實驗の成績から蛙の縫匠筋の伸展殘遺は蟾の同名筋の夫れよりも大なることが判つた。是は緒言で述べた Botazzi の所説(1)より推定されるところとは逆の結果になる。即ち Botazzi の考へを適用すれば、蟾筋は蛙筋に比し原纖維に對する肉漿の量的割合が大きい筈であり、且つ又肉漿が緊張機(Tonus 裝置)であるから、伸展殘遺も當然大きいことになる。従つて伸展殘遺は、謂はば筋の粘弾性の不完全性即ち所謂攣動(Sperrung)を意味するものと考へるのはよいとしても、筋を弾性系である原纖維と攣動系である肉漿とに分離し、肉漿の意義を特に強調する譯にはいかぬと考へられる。Botazzi 等の言ふ如く肉漿が原纖維間にあるとしても、それは筋の粘弾機構に關して主役を演ずるものではなく、原纖維自體の働きが筋の粘弾機構を営むものと考へた方がよいと思ふ。即ち余は Hürthle(3)等の言ふ様に、筋原纖維と肉漿とを分離して考へる必要が無いと思ふ。

次に第2實驗の成績から、筋の伸展殘遺は緊張性筋たる烏喙橈筋に於て、非緊張性筋たる縫匠筋よりも一般に大であるが、その差は夏季には僅かで冬季に著しいことが判つた。更に第2部の實驗から、筋の伸展殘遺の本態は、筋の内部生活條件の季節的變動によるといふよりは寧ろ單に環境溫度の變化に歸せらるべきであり、冬季にも環境溫度を夏季と同一にすれば、差が

第 1 表 蛙と蟄の縫匠筋に就ての伸展残遺比較実験の成績

実験番號	筋 種	温 度 °C	筋 長 mm	伸 び mm	伸展残遺 mm	伸展残遺 伸び × 100	比
1	蛙 蟄	24	28.0	23.0	2.0	9	100.0
			52.0	42.5	2.5	6	66.7
2	蛙 蟄	24	28.0	19.3	1.2	6	100.0
			46.0	31.9	1.2	4	66.7
3	蛙 蟄	24	25.0	20.1	1.6	8	100.0
			46.0	36.9	1.5	4	50.0
4	蛙 蟄	24	28.0	21.5	1.0	5	100.0
			46.0	36.1	1.6	4	80.0
5	蛙 蟄	24	24.0	16.0	2.0	13	100.0
			44.0	30.1	2.0	7	54.0
平 均	蛙 蟄						100.0
							63.5

第 2 表 夏季に於ける緊張性筋と非緊張性筋とに就ての伸展残遺比較実験の成績

実験番號	筋 名	温 度 °C	筋 長 mm	伸 び mm	伸展残遺 mm	伸展残遺 伸び × 100	比
1	烏喙橈筋 縫 匠 筋	24	21.0	18.6	1.1	6	100.0
			49.0	42.8	2.0	5	83.3
2	烏喙橈筋 縫 匠 筋	24	23.0	22.2	1.9	9	100.0
			43.0	41.0	2.8	7	77.8
3	烏喙橈筋 縫 匠 筋	24	23.0	24.2	1.8	7	100.0
			43.0	45.1	3.3	7	100.0
6	烏喙橈筋 縫 匠 筋	25	18.7	23.4	1.9	8	100.0
			43.0	54.2	3.7	7	87.5
10	烏喙橈筋 縫 匠 筋	26	20.5	22.5	1.7	8	100.0
			43.2	47.8	3.3	7	87.5
平 均	烏喙橈筋 縫 匠 筋						100.0
							87.2

第 3 表 冬季に於ける緊張性筋と非緊張性筋とに就て環境温度 14°C 及 25°C
に於ける伸展残遺比較實驗の成績

實驗番號	筋 名	筋 長 mm	温 度 °C	伸 び mm	伸展残遺 mm	伸展残遺 伸び×100	14°C に 於ける比	25°C に 於ける比
1	烏喙橈筋	23.2	14 25	18.6 20.1	5.8 1.8	31 9	100.0	100.0
	縫 匠 筋	49.7	14 25	89.2 42.3	4.3 3.8	11 9	35.5	100.0
2	烏喙橈筋	24.0	14 25	15.6 15.8	3.7 1.6	24 10	100.0	100.0
	縫 匠 筋	46.0	14 25	30.8 31.4	3.0 2.5	10 8	41.7	80.0
3	烏喙橈筋	21.9	14 25	15.6 15.7	3.3 1.2	21 8	100.0	100.0
	縫 匠 筋	47.5	14 25	34.0 32.5	4.0 2.3	12 7	57.1	87.5
5	烏喙橈筋	21.7	14 25	14.9 14.1	2.4 1.1	16 8	100.0	100.0
	縫 匠 筋	40.0	14 25	27.8 27.2	2.5 2.0	9 7	56.3	87.5
6	烏喙橈筋	24.0	14 25	18.9 18.9	2.4 1.5	13 8	100.0	100.0
	縫 匠 筋	50.9	14 25	39.5 39.9	2.4 2.2	6 6	46.2	75.0
11	烏喙橈筋	23.0	14 25	18.6 19.4	2.5 1.2	13 6	100.0	100.0
	縫 匠 筋	47.0	14 25	37.6 40.4	2.7 2.3	7 6	53.8	100.0
12	烏喙橈筋	22.0	14 25	16.7 16.5	3.0 0.9	18 5	100.0	100.0
	縫 匠 筋	45.0	14 25	33.8 33.8	4.0 2.0	12 6	66.7	120.0
13	烏喙橈筋	22.0	14 25	17.1 16.6	2.8 1.2	16 7	100.0	100.0
	縫 匠 筋	43.5	14 25	34.5 32.5	3.4 1.9	10 6	62.5	85.7
14	烏喙橈筋	24.0	14 25	16.6 17.1	3.2 1.0	19 6	100.0	100.0
	縫 匠 筋	45.0	14 25	31.8 31.8	2.9 2.2	9 7	47.4	116.7
16	烏喙橈筋	23.0	14 25	16.0 15.0	3.5 1.0	22 7	100.0	100.0
	縫 匠 筋	43.0	14 25	30.6 28.0	4.1 1.7	13 6	59.1	85.7
平均	烏喙橈筋			—			100.0	100.0
	縫 匠 筋			—			52.6	93.8

第 4 表 藁の種々の筋に就ての伸展残遺比較實驗の成績

實驗系列 番 號	筋 名	溫 度 °C	筋 長 mm	伸 び mm	伸展残遺 mm	$\frac{\text{伸展残遺}}{\text{伸 び}} \times 100$	比
2	烏喙橈筋	15	25.4	18.1	3.7	20	100.0
	直 腹 筋		23.8	17.1	4.6	27	135.0
	縫 匠 筋		48.1	35.4	3.5	10	50.0
	長内轉筋		37.8	27.0	2.8	10	50.0
	二頭股筋		31.7	22.3	4.2	19	95.0
	長脛前筋		30.4	21.9	2.3	11	55.0
	腓 腸 筋		34.9	25.2	2.8	11	55.0
3	烏喙橈筋	15	22.0	19.7	3.6	18	100.0
	直 腹 筋		23.0	20.9	5.1	24	133.3
	縫 匠 筋		46.1	40.9	4.7	11	61.1
	長内轉筋		36.1	32.8	3.5	11	61.1
	二頭股筋		32.7	28.7	4.1	14	77.8
	長脛前筋		30.0	27.0	3.0	11	61.1
	腓 腸 筋		33.6	30.0	3.7	12	66.7
4	烏喙橈筋	15	24.7	18.4	3.6	20	100.0
	直 腹 筋		24.0	18.6	6.4	34	170.0
	縫 匠 筋		47.1	35.4	4.0	11	55.0
	長内轉筋		37.9	27.7	2.7	10	50.0
	二頭股筋		34.3	25.3	6.4	25	125.0
	長脛前筋		31.4	23.2	2.9	13	65.0
	腓 腸 筋		36.2	26.7	4.0	15	75.0
5	烏喙橈筋	15	23.8	16.9	3.6	21	100.0
	直 腹 筋		21.6	15.2	4.1	27	128.6
	縫 匠 筋		45.8	31.7	4.2	13	61.9
	長内轉筋		35.8	25.7	2.7	11	52.3
	二頭股筋		35.0	24.7	6.6	27	128.6
	長脛前筋		31.3	23.8	4.0	17	80.9
	腓 腸 筋		34.4	24.4	3.0	12	57.1
6	烏喙橈筋	15	25.4	18.2	3.0	16	100.0
	直 腹 筋		25.8	18.0	6.2	34	212.5
	縫 匠 筋		49.0	33.7	4.4	13	81.3
	長内轉筋		36.3	25.9	3.2	12	75.0
	二頭股筋		34.9	24.2	4.0	17	106.3
	長脛前筋		29.1	20.0	2.8	14	87.5
	腓 腸 筋		33.3	22.4	3.1	14	87.5
平 均	烏喙橈筋				—		100.0
	直 腹 筋				—		155.9
	縫 匠 筋				—		61.9
	長内轉筋				—		57.7
	二頭股筋				—		106.5
	長脛前筋				—		69.9
	腓 腸 筋				—		68.3

少くなることが判つた。この事實は一面環境温度が高ければ緊張性筋と非緊張性筋とで力學的機構に見掛上それ程異同のないもので、機能上緊張・非緊張の違いが起るのは、寧ろ前者が後者よりも興奮時に Acetylcholin の Cholinesterase による分解が緩徐であると言ふ如き刺激生理學的の異同を考慮すべきことを示唆するものと思ふ。又所謂緊張性筋と非緊張性筋の粘弾性の温度に對する關係が非常に違ふことは、兩者の粘弾機構そのものが相當異なるものと考へなければならぬ。この本態は本實驗の限りでは尙明かにし得ぬが、それ等に就ては次報に發表する。

V. 摘 要

1. Botazzi の筋機構二元説の當否を検討するため、又緊張性筋と非緊張性筋との力學的機構の異同を検討する目的で、蛙筋と蟄筋、緊張性筋と非緊張性筋とに就てその伸展殘遺を比較研究した。

2. 筋の伸展殘遺は蛙筋に於て蟄筋より大である。その比率は 100:63.5 であつた。

3. 筋の伸展殘遺は緊張性筋の方が非緊張性筋より大である。

4. 筋の伸展殘遺は夏季には緊張性及非緊張性筋に於て差異少なく(100:87.2), 冬季には著しくなる(100:52.6)。然るに冬季に於ても環境温度を夏季と同一にすれば差が少くなる(100:93.8)。

5. 以上の諸實驗事實より、Botazzi の所説は一應否定せられ、筋の力學的機構に對する役割を考へるのに、筋原纖維と肉漿とを別々にして考へる意味は不徹底であり、その必要は無いと考へられる。又緊張性筋と非緊張性筋とでは、粘弾機構そのものは相當異なるものと推定される。

擱筆に臨み浦本教授の懇篤なる指導と校閲を深謝し、杉本助教授、名取講師の援助を感謝す。

文 獻

- 1) Botazzi, P. (1901) Arch. f. Physiol. 377
- 2) Hill, A. V. (1922) J. Physiol. 56 19
- 3) Hürthle (1909) Pflügers Arch. 126 1.
- 4) 櫻井道仁 (2602) 日本生理誌 7 418
- 5) 名取禮二 (2601) 日本生理誌 5 356
- 6) 名取禮二 (2601) 日本生理評論 1 87
- 7) 仁木庸次郎 (2602) 日本生理誌 7 663
- 8) 仁木庸次郎 (2603) 日本生理誌 8 394
- 9) Sommerkamp, H. (1928) Arch. f. exper. Path. 128 99, 679
- 10) Wachholder (1930-31) Pflügers Arch. 225 627, 226 255, 274, 228 183

筋短縮機構に就ての研究 (34) 612.741.4;9

骨 格 筋 伸 展 残 遺 の 研 究 (5)

(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

Nikki-Yôzîrô

(昭和18年2月5日受付)

I. 緒 言

曩に余は緊張筋及非緊張筋の伸展残遺を比較検討し(3), 伸展残遺は一般に前者が大であり, その差は夏季に少なく冬季に多く, 冬季に於ても環境溫度を夏季と同一にすれば, その差は夏季の夫れに近づいて少くなる事實を認め, 筋の伸展残遺の本態は, 筋の内部生活條件の季節的變動に因るよりも, 寧ろ環境溫度の變化に歸せらるべきことを思はしめた.

緊張・非緊張兩種の筋に於て溫度に對する粘弾性の現はれ方がかやうに異なることは, 兩者の粘弾機構そのものに相當の差異あることを推定せしめる. そこで余は第1に緊張筋の伸展残遺に及ぼす溫度の影響を觀察し, 第2に兩種の筋の粘弾性の現はれ方が麻酔によつてどの様に影響されるかを検討し, 緊張・非緊張筋の粘弾機構の本態の究明を一步進めてみようとした. これが本實驗の目的である.

實驗は2602年12月から翌年2月迄の間に行つた.

II. 實 驗 方 法

緒言に述べた如く實驗は2部に分れる. 實驗方法は刺激や筋伸縮機械曲線の描寫裝置, 筋濕室の他, 伸展残遺の測り方等悉く余の前報告(1,2)と同じである. 但し本實驗では筋に對する追加負荷を10gとし, 負荷除去後5分目に直接刺激によつて筋に單一攣縮を起させた. 溫度條件は前報告に倣つて5~30°Cを6段階に分け, 順次に上昇せしむる條件下に實驗した.

次に筋標本は, 第1實驗では藁の烏喙橈筋を, 第2實驗では藁の烏喙橈筋の他に縫匠筋を用ひ, 麻酔は孰れも0.2g/dl 鹽酸 Cocain-Ringer 液を用ひ, 各標本とも30分間その中に浸してから實驗した. 麻酔實驗では比較の基準を求めるため豫め靜常筋に就き實驗し, 然る後麻酔筋の實驗に移つた.

III. 實 驗 成 績

第1實驗中5例, 第2實驗中10例に就きその成績を表示すれば第1—4表となる. 表中伸展残遺, Ad(初伸展), Nd(後伸展), Ak(初短縮), Nk(後短縮)の各項に記入される値は曲線分

析その儘の値で、實際は擴大率9倍であるから此數で割ればよい。尙第1實驗の成績のうち第2, 3表の成績と對照するため、余の前報告 (1) で溫度漸増條件の下に縫匠筋に就て行つた機械曲線の5例より、それに相當する各項の値を計測比較すれば第5, 6表になる。

第1表 種々の溫度に於ける伸展殘遺

實驗番號	溫度 °C 實測値 mm	5	10	15	20	25	30
2		4.1	3.6	2.8	1.7	1.1	0.8
3		4.2	4.0	3.6	2.1	1.4	0.8
4		4.6	4.2	3.7	2.0	1.1	0.8
5		5.5	4.2	2.7	2.1	1.1	0.9
7		5.0	4.0	3.6	2.4	1.3	0.9

第4表 麻醉による緊張筋及非緊張筋に於ける伸展殘遺

實驗番號	溫度 °C	鳥 喙 筋			縫 匠 筋		
		伸 展 殘 遺 mm		$\frac{C}{N} \times 100$	伸 展 殘 遺 mm		$\frac{C}{N} \times 100$
		靜常狀態 (N)	麻醉狀態 (C)		靜常狀態 (N)	麻醉狀態 (C)	
1	9	3.3	2.7	82	3.3	3.0	91
2	9	4.2	3.1	74	2.8	1.9	68
3	9	5.1	3.8	75	4.1	3.7	90
4	9	3.7	3.4	92	3.4	2.7	79
5	9	4.1	3.3	80	1.7	1.5	88
6	9	5.1	4.4	86	3.2	2.4	75
7	9	4.1	3.4	83	4.4	3.5	80
8	9	4.3	3.3	77	3.0	2.5	83
9	9	4.9	4.1	84	2.7	2.2	81
10	9	4.0	3.2	80	2.8	2.0	71
平均				81.3			80.6

第 2 表 種々の温度に於ける鳥喙挽筋に就ての成績

温度 °C	5			10			15			20			25			30		
實驗 番號	Ad mm	Ak mm	Ak/Ad	Ad mm	Ak mm	Ak/Ad	Ad mm	Ak mm	Ak/Ad	Ad mm	Ak mm	Ak/Ad	Ad mm	Ak mm	Ak/Ad	Ad mm	Ak mm	Ak/Ad
1	12.0	7.2	0.60	12.9	7.6	0.59	13.4	8.9	0.66	14.2	10.2	0.72	14.0	10.4	0.74	13.8	11.1	0.80
2	14.6	8.6	0.59	14.7	8.9	0.61	15.3	9.9	0.65	15.4	10.9	0.71	15.0	11.7	0.78	15.4	11.9	0.77
4	12.2	9.2	0.75	12.7	10.2	0.80	13.4	11.2	0.84	13.7	11.6	0.85	14.1	12.0	0.85	14.1	12.0	0.85
7	9.5	6.8	0.72	12.2	7.6	0.62	12.8	7.8	0.61	13.3	9.4	0.71	13.3	10.1	0.76	12.7	10.1	0.80
8	15.6	8.5	0.54	14.0	8.4	0.60	14.4	10.3	0.72	15.0	11.2	0.75	14.4	11.8	0.82	14.1	11.5	0.82
平均			0.64			0.64			0.70			0.75			0.79			0.81

第 3 表 種々の温度に於ける鳥喙挽筋に就ての成績

温度 °C	5			10			15			20			25			30		
實驗 番號	Nd mm	Nk mm	Nk/Nd	Nd mm	Nk mm	Nk/Nd	Nd mm	Nk mm	Nk/Nd	Nd mm	Nk mm	Nk/Nd	Nd mm	Nk mm	Nk/Nd	Nd mm	Nk mm	Nk/Nd
1	3.4	1.6	0.47	2.5	1.5	0.60	1.5	1.1	0.73	1.4	1.1	0.79	1.4	1.1	0.79	1.5	1.3	0.87
2	2.8	1.6	0.57	2.1	1.4	0.67	1.8	1.4	0.78	1.6	1.3	0.81	1.6	1.4	0.88	1.5	1.4	0.93
4	3.5	1.4	0.40	2.0	1.1	0.55	1.4	1.0	0.71	1.4	1.0	0.71	1.2	1.0	0.83	1.2	1.0	0.83
7	2.7	1.1	0.41	2.3	1.1	0.48	1.4	1.1	0.79	1.2	1.0	0.83	1.2	1.0	0.83	1.2	1.0	0.83
8	2.5	0.8	0.32	1.8	1.0	0.56	1.3	0.9	0.69	1.2	0.8	0.67	1.2	0.8	0.67	1.1	0.8	0.73
平均			0.43			0.57			0.74			0.76			0.80			0.84

第 5 表 種々の温度に於ける縫匠筋に就ての成績

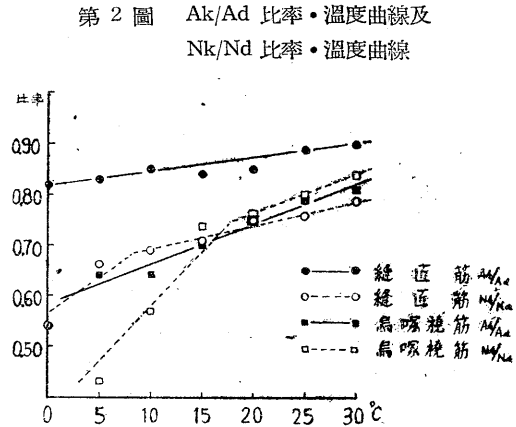
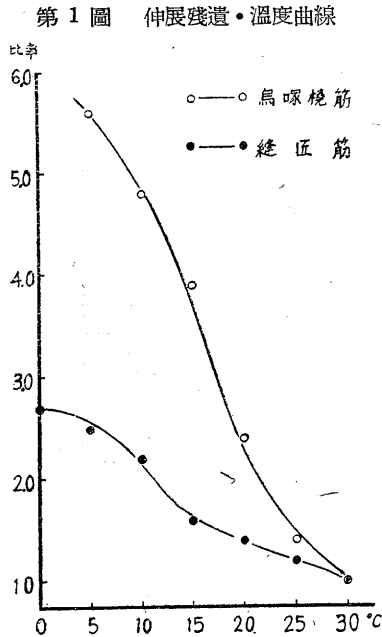
温度 °C	0			5			10			15			20			25			30		
実験番號	Nd mm	Nk mm	Ak/Ad	Ad mm	Ak mm	Ak/Ad	Ad mm	Ak mm	Ak/Ad	Ad mm	Ak mm	Ak/Ad	Ad mm	Ak mm	Ak/Ad	Ad mm	Ak mm	Ak/Ad	Ad mm	Ak mm	Ak/Ad
1	16.0	12.8	0.80	16.2	12.8	0.79	16.4	13.5	0.82	16.5	13.6	0.82	16.5	13.8	0.84	17.0	15.6	0.92	17.4	15.7	0.90
5	18.1	15.0	0.83	18.2	15.5	0.85	18.3	15.7	0.86	18.3	16.0	0.87	18.4	16.0	0.87	18.6	16.9	0.91	19.1	17.8	0.93
6	20.4	16.2	0.79	20.4	16.8	0.82	20.5	17.2	0.84	20.9	17.8	0.85	21.0	16.5	0.79	21.2	18.3	0.86	21.9	19.2	0.88
7	16.3	13.1	0.80	16.4	13.3	0.81	16.5	13.8	0.84	16.6	14.0	0.84	16.8	14.8	0.88	16.9	15.4	0.91	18.1	16.4	0.91
8	15.8	13.8	0.87	16.0	14.1	0.88	16.2	14.2	0.88	17.1	14.3	0.84	17.5	15.4	0.88	18.1	15.6	0.86	17.7	16.0	0.90
平 均			0.82			0.83			0.85			0.84			0.85			0.89			0.90

第 6 表 種々の温度に於ける縫匠筋に就ての成績

温度 °C	0			5			10			15			20			25			30		
実験番號	Nd mm	Nk mm	Nk/Nd	Nd mm	Nk mm	Nk/Nd	Nd mm	Nk mm	Nk/Nd	Nd mm	Nk mm	Nk/Nd	Nd mm	Nk mm	Nk/Nd	Nd mm	Nk mm	Nk/Nd	Nd mm	Nk mm	Nk/Nd
1	4.7	2.5	0.53	3.4	2.3	0.68	3.2	2.3	0.72	2.9	2.1	0.72	2.6	1.9	0.73	2.5	1.9	0.76	2.4	1.8	0.75
5	3.2	2.0	0.63	2.6	2.0	0.77	2.0	1.6	0.80	2.4	1.9	0.79	2.3	1.9	0.83	2.2	1.9	0.86	2.2	2.0	0.91
6	4.0	2.1	0.53	3.5	2.1	0.60	3.2	2.0	0.63	3.0	2.0	0.67	2.9	2.2	0.76	2.9	2.2	0.76	2.6	2.1	0.81
7	3.4	1.7	0.50	2.5	1.5	0.60	2.1	1.3	0.62	2.0	1.3	0.65	1.9	1.3	0.68	1.8	1.2	0.67	2.0	1.5	0.75
8	3.2	1.6	0.50	2.4	1.6	0.67	2.2	1.5	0.68	2.3	1.7	0.74	2.2	1.6	0.73	2.1	1.6	0.76	2.1	1.6	0.76
平 均			0.54			0.66			0.69			0.71			0.75			0.76			0.79

IV. 實驗成績に對する考察

第1表の成績を一目瞭然たらしむるため、假りに 30°C に於ける伸展殘遺の大きさを1として基準にとり、各溫度に於ける夫れの比率を求めると第7表となり、横軸に溫度を、縦軸に比率の平均値をとつて、伸展殘遺・溫度曲線を作ると第1圖になる。既に述べたやうに圖中縫匠筋



筋の曲線は前報告(1)の成績に據つた。更に重複するが第2, 3, 5, 6表の成績を、横軸に溫度を、縦軸に A_k/A_d 及 N_k/N_d の平均値をとつてみると第2圖になる。

第1圖から明かな様に、緊張筋たる烏喙橈筋と非緊張筋たる縫匠筋の伸展殘遺・溫度曲線には著しい差異が見られる。即ち第2圖の兩筋の A_k/A_d 比率・溫度曲線が示すやうに、兩者の間には量的の差異があり、縫匠筋に於て烏喙橈筋よりも大である。この事實は兩筋の粘弾機構が本質的に異なることを示唆し、烏喙橈筋では初伸展・初短縮に關與する機構すら、伸展殘遺を起す性質が縫匠筋のそれよりも著しく、弾性が極めて不完全であり、滑平筋の彈性機構の現

第7表 種々の溫度に於ける伸展殘遺の比率

溫度 $^{\circ}\text{C}$	5	10	15	20	25	30
實驗番號	比率					
2	5.1	4.5	3.5	2.1	1.4	1.0
3	5.3	5.0	4.5	2.6	1.8	1.0
4	5.8	5.3	4.6	2.5	1.4	1.0
5	6.1	4.7	3.0	2.3	1.2	1.0
7	5.6	4.4	4.0	2.7	1.4	1.0
比率平均値	5.6	4.8	3.9	2.4	1.4	1.0

はれ方に類似してゐることを示してゐる。この事實を分子構造論的に追究すれば、烏喙橈筋では分子構造が非常に不規則であることが推定せられる。その詳細な點は將來の研究に俟つもので、現在吾々の教室で行つてゐる重屈折性の研究などもそれが闡明の一端となるものと思ふ。

次に兩筋の Nk/Nd 値を較べると、 20°C 以上では略々等しいが、 15°C 以下では烏喙橈筋の値は急に小さくなつてゐる。余の前報告 (2) に述べた如く、後伸展・後短縮に關與する機構は初伸展・初短縮に關與する機構よりも伸展殘遺を起し易いと考へられるので、上述した兩機構の關係から觀て、烏喙橈筋の伸展殘遺が 15°C 以下で急激に大となることが説明づけられる。尙縫匠筋に於ても、 10°C 以下での Nk/Nd 値は小さくなつてゐる。かやうに Nk/Nd 比率・溫度曲線が或る溫度から屈曲する本態に關しては、本實驗の限りでは尙不明であるが、若し若干の推論が許されるとすれば、それは烏喙橈筋と縫匠筋との等質部と不等質部の粘弾機構そのものにも本來相違あることが考へられる。

然し第4表に示した如く、兩種の筋が麻酔されると伸展殘遺の現はれ方が略々等しくなることは極めて興味ある事實で、粘弾機構の現はれ方は烏喙橈筋と縫匠筋とに於て、根本的に違つてゐる譯ではなく、初伸展・後伸展のそれぞれに關與する筋内部の有つ分子構造的な成り立ちの量的割合が違ふに過ぎぬことを推定せしめる。

V. 摘 要

1. 緊張・非緊張筋の粘弾機構の本態を究明するため、蓋の烏喙橈筋と縫匠筋を材料とし、伸展殘遺を示標とし、環境溫度を變化せしめ、また筋を麻酔せしめた條件下に粘弾性の現はれ方を検討した。
2. 烏喙橈筋の伸展殘遺は縫匠筋に於けると同様に溫度が低くなる程大となるが、その比率は 20°C 以下になると前者に於て急激であつた。
3. 烏喙橈筋の Ak/Ad 値は縫匠筋のそれよりも小であるが、兩者共溫度低下に伴つて直線的に減少した。
4. 烏喙橈筋の Nk/Nd 値は縫匠筋のそれと較べ、 20°C 以上では稍々大、 20°C 以下では逆に著しく小となる。烏喙橈筋では 20°C 附近、縫匠筋では 10°C 附近で低減率が大となつた。
5. Cocain 麻酔により烏喙橈筋も縫匠筋も靜常筋に較べ、その伸展殘遺は約 80% の大きさを示した。
6. 以上の諸實驗事實は、縫匠筋に較べて烏喙橈筋の筋内部の分子構造が極めて不規則であり、兩筋に於ける等質部と不等質部の粘弾機構にも必然的に相違ありと見做される。然しそれは本質的な差異ではなく、筋内部の持つ分子的な構造に於ける粘弾機構に關與する物質の量的割合に差異があるものと推定される。
7. 而して、烏喙橈筋と縫匠筋との粘弾機構の現はれ方は、前者が後者に較べて滑平筋に近

いと謂ふべく、此事實を一般化すれば、緊張筋は非緊張筋よりも粘弾性に於て滑平筋に近い性質を持つことを歸納せしめる。

擧筆に臨み浦本教授の懇篤なる指導と校閲を深謝し、杉本助教授、名取講師の援助を感謝す。

文 献

- 1) 仁木庸次郎 (2602) 日本生理誌 7 663
- 2) 仁木庸次郎 (2603) 日本生理誌 8 294
- 3) 仁木庸次郎 (2603) 日本生理誌 8 414

筋短縮機構に就ての研究 (35) 612.741.13
骨格筋の短縮に於ける等質不等質部短縮配分の研究

(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

美 甘 守

Mikamo-Mamoru

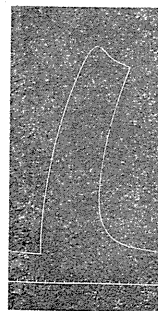
(昭和18年2月5日受付)

I. 緒 言

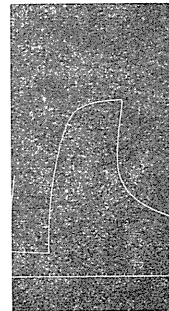
骨格筋の短縮率は、刺激生理學的な一般法則に従ひ、勿論刺激強度乃至頻度に關係する。然しそれとは無關係に、筋は夫れ夫れ特有の短縮率を持つて居る。Beritoff はこの事に就き詳細な研究 (1, 2, 3) を發表して居る。然し Beritoff の主張する如く、個々の筋の收縮限度が、筋束 (Muskelbündel) の長短のみに依存すると斷定することは、決して充分なる實證性を持つものとは云ひ難い。それは Beritoff の實驗方法なるものが、本來巨視的觀點を出てゐないために、筋纖維に於ける短縮の本質的な問題に觸れてゐないからである。例へば今迄吾々が等尺性攣縮 (isometrische Zuckung) と呼んだものは、長さの變らぬ收縮と云ふことになつて居たが、それは實際筋が短縮し得ぬやうに固定されてゐるから、その長さは外見上變らないけれども、之を顯微鏡下に觀察すれば、筋纖維の内部に於ては、その不等質部は收縮し、逆に等質部は引伸されて居ると云ふ關係にあることが判つた (4, 5) それ故に、外見上形の變化が無くても、Hill が觀察したやうに却つて普通の攣縮より發熱反應が高いと謂はれるわけである。とにかく巨視的觀察と微視的觀察の違ふよい例である。かやうに筋短縮の問題は巨視的觀察のみならず微視的觀察をも加へ、夫等の綜合的觀察を以て夫れ夫れの筋の短縮率の特異性を究明しなければ完璧を期し難い。

巨視的觀察の實驗に於て、吾々が最も屢々用ふるのは縫匠筋と腓腸筋である。これらの2筋は夫れ夫れ收縮率の限度が異なるのみでなく、收縮の仕方も亦自ら異つて居る。これは第1圖、第2圖に示す如く、兩筋の強縮時の機械曲線を比較すると容易に判る。その特徴の一端を指摘すれば、例へば刺激頻度が或程度以上ならば、縫匠筋の強縮はその始期に最大短縮率を示し、時間経過と共に短縮率は減少する。此傾向は少くとも

第 1 圖



第 2 圖



刺激頻度が毎秒20回以上ならば観取出来る。然るに腓腸筋では、第2圖に示す如く強縮の経過と共に短縮率が増大する期間が長い。この2種の筋に観られる縮み方の相異は、果して筋繊維の長短乃至その配列の相異に起因すると云へるであらうか。夫等は今日尙未解決の問題である。

本実験の目的は、以上述べた諸問題につき、先づ巨視的觀察から出發し、漸次筋繊維の微細構造のもつ筋短縮機構との關係に食ひ入り、即ち微視的觀點からの實驗を加へて標題の問題の本質に觸れやうとしたのであつた。

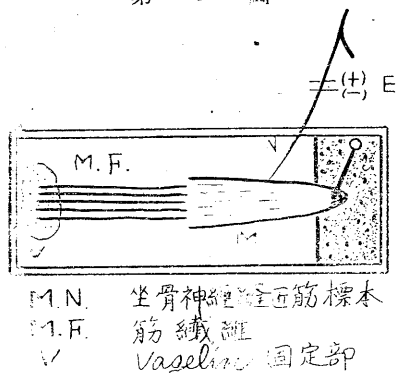
實驗は2601年10月より2602年2月迄の間に行ひ、その一部は第4回日本生理學會小講演會に報告(6)した。

II. 實驗方法

實驗方法は概括して2つに分け得る。

第1實驗の方法 實驗標本には蓋の縫匠筋と腓腸筋より分離せる單一筋繊維を用ひ、刺激は直接及び間接の強縮刺激を用ひ、直接刺激は從來吾々の教室に於て行つてゐた方法(7)を踏襲し、間接刺激には新裝置を考案し、次の如く行つた。先づ縫匠筋及び腓腸筋の坐骨神經標本を作り、縫匠筋では近心端より、腓腸筋ではその遠心端より、何れも約2cm離れたところで5

第 3 圖



—7本の筋繊維を分離し、之を第3圖に示す如く、縦7cm、横2.5cm、深さ0.5cmの硝子製温室に入れ、Ringer液に浸し、筋繊維の遊離端をVaselineで固定し、他側の全筋端は温室の内壁に取付けたコルク板上に留針で止め、刺激は毎秒80回の正極大感應電氣刺激を坐骨神經に與へた。直接刺激でも刺激頻度は同様である。

以上の第1法による實驗は、間接刺激に於ては、筋繊維の遊離端のVaseline固定部より約2cm離れた

個所で強擴大(約1000倍)下に強縮時の顯微鏡瞬間撮影を行ひ、直接刺激では既報告(7)の如く、標本中央部のVaselineで固定せる部位につき同様の瞬間撮影を行つた。それらの寫眞像は之を分析して等質不等質の幅を読みとり、それぞれの短縮配分の關係を比較研究した。尙實驗方法上筋繊維の一部をVaselineで固定してゐるから、幾分短縮が制限され、謂はば半等尺性攣縮と云ふべきものである。此攣縮條件は極めて重要である。それに就ては實驗成績の考察のところで觸れることにする。尙瞬間撮影は木澤の方法(4)に依つたもので、顯微鏡寫眞の分析には本來1000倍に擴大されてゐる像を更に3倍または4.5倍に擴大して計測した。

第2實驗の方法 實驗材料として縫匠筋及び腓腸筋の外に、半膜様筋・外股筋・長内轉筋・腸骨腓筋・半腱様筋・前脛骨筋・烏喙橈骨筋等の9種の筋を選び、直接刺激下の強縮狀態を顯

微鏡下に観察し、刺激開始後5秒、15秒、30秒、1分、3分、5分の時間経過に於て夫れ夫れ瞬間撮影を行ひ、以下前實驗法に従つてその結果を分析検討した。

III. 實 驗 成 績

第1實驗の成績 縫匠筋と腓腸筋とに就ては多數の實驗を行つた。今夫等の成績を第1—4表

第 1 表

番 號	靜 常 時			間 接 刺 激 牽 引 性 強 縮					
	A+I	A	I	強 縮 1 秒 後			強 縮 5 秒 後		
				A+I	A	I	A+I	A	I
1	1.92	1.27	0.65	1.75	0.65	1.10	1.46	0.53	0.93
2	2.02	1.30	0.72	1.69	0.99	0.69	2.03	0.65	1.38
3	1.94	1.36	0.58	1.79	0.99	0.80	1.46	0.78	0.68
4	1.98	1.36	0.63	1.96	0.94	1.02	2.07	0.93	1.14
5	1.98	1.38	0.60	1.84	1.01	0.83	2.14	1.00	1.14
6	1.95	1.39	0.56	2.05	1.04	1.01	2.10	1.10	1.00
7	2.11	1.40	0.71	1.94	1.06	0.88	2.10	1.16	0.94
8	2.13	1.41	0.72	1.82	1.11	0.71	2.08	1.23	0.85
9	2.12	1.42	0.70	1.74	1.14	0.60	2.19	1.43	0.76
10	2.29	1.60	0.69	1.79	1.14	0.65	2.15	1.47	0.68
平 均	2.044	1.388	0.657	1.836	1.007	0.828	1.978	1.028	0.95
%				10.2	27.4	26.3	3.2	25.9	45.0

第 2 表

番 號	直 接 刺 激 半 等 尺 性 強 縮					
	強 縮 1 秒 後			強 縮 5 秒 後		
	A+I	A	I	A+I	A	I
1	1.18	0.52	0.66	0.96	0.36	0.60
2	1.26	0.52	0.74	1.04	0.44	0.60
3	1.34	0.62	0.72	1.38	0.46	0.92
4	1.50	0.62	0.88	1.38	0.46	0.92
5	1.55	0.64	0.91	1.18	0.48	0.70
6	1.55	0.69	0.86	1.40	0.49	0.91
平 均	1.396	0.601	0.795	1.223	0.448	0.775
%	31.7	56.7	22.1	40.2	67.7	19.0

第 3 表

番 號	靜 常 時			間 接 刺 激 牽 引 性 強 縮					
	A+I	A	I	強 縮 1 秒 後			強 縮 5 秒 後		
				A+I	A	I	A+I	A	I
1	1.59	0.95	0.64	2.05	1.01	1.04	1.68	0.97	0.71
2	1.85	1.05	0.79	2.02	1.11	0.91	2.02	1.02	1.00
3	2.17	1.14	1.03	2.09	1.14	0.95	1.78	1.02	0.76
4	2.00	1.25	0.75	1.95	1.15	0.80	2.28	1.04	1.24
5	2.03	1.29	0.74	2.12	1.18	0.94	2.09	1.07	1.01
6	2.01	1.31	0.70	2.05	1.20	0.85	2.02	1.15	0.87
7	2.21	1.33	0.87	1.98	1.20	0.78	2.00	1.20	0.80
8	2.41	1.46	0.95	2.14	1.27	0.87	2.23	1.27	0.96
平 均	2.032	1.222	0.810	2.086	1.199	0.886	2.012	1.093	0.919
%				2.7	1.9	9.4	0.98	10.6	13.5

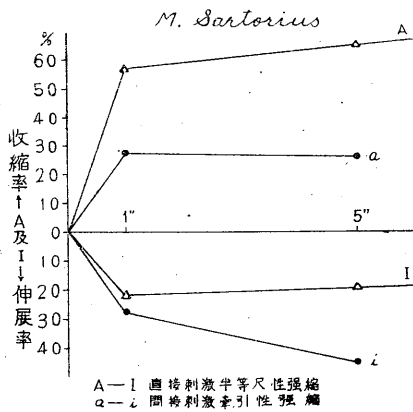
第 4 表

番 號	直 接 刺 激 半 等 尺 性 強 縮					
	強 縮 1 秒 後			強 縮 5 秒 後		
	A+I	A	I	A+I	A	I
1	1.42	0.68	0.74	0.98	0.38	0.60
2	1.66	0.70	0.96	1.36	0.46	0.90
3	1.65	0.79	0.86	1.06	0.48	0.58
4	1.66	0.80	0.86	1.18	0.56	0.62
5	1.72	0.86	0.86	1.42	0.60	0.82
6	1.80	0.92	0.88	1.44	0.46	0.78
平 均	1.652	0.792	0.860	1.240	0.523	0.716
%	18.7	35.2	6.2	39.0	57.2	11.6

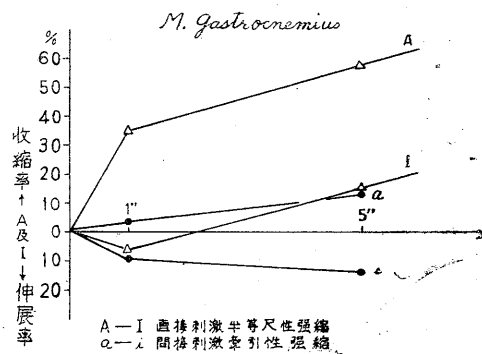
に示す。第1表と第2表とは縫匠筋に就ての成績で、第2表が直接刺激による半等尺条件下の成績、第1表は間接刺激による牽引条件下の成績である。第3表と第4表とは腓腸筋に就ての成績で、第4表が直接刺激による半等尺条件下の成績で、第3表は間接刺激による牽引条件下の成績である。強縮に於ては勿論筋繊維の部分により短縮度が異なる筈であるが、余は局限せられたる部位に就て概ね20個以上の Inokomma の等質、不等質の幅を読み取り、夫等の平均値

によつて短縮率を計測した。尙靜常時に於ける I 及び A の絶對値は 0.76μ , 1.22μ に相當する。又第1表, 第2表の成績を圖示したものが第4圖であり, 第5圖は第3表, 第4表の成績を圖示したものである。

第 4 圖



第 5 圖



第2實驗の成績 本實驗は縫匠筋と腓腸筋に就て第1實驗よりも更に長い時間の経過を辿つて觀察したものと, 外に7種の筋を擇び之等に同様の實驗を行つた。夫れ等の成績は總て第5表, 第6表に示す。

第 5 表 不等質部の短縮率

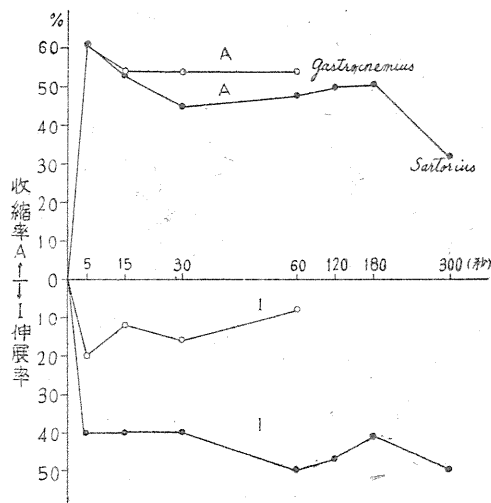
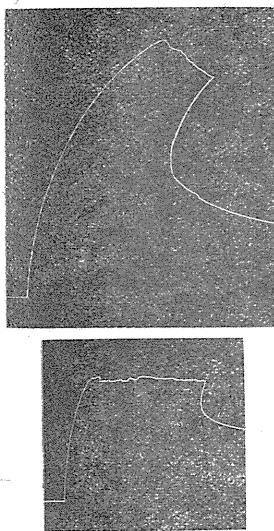
筋	時間(秒)	5	15	30	60	120	180	300
	短縮率%							
Sartorius		61.3	52.8	45.3	48.1	50.0	50.9	32.1
Gastrocnemius		60.9	53.7	53.7	53.7			
Sart. ($\frac{1}{2}$ Länge)		55.3	44.7	36.8	31.6	42.1		
Semimembranosus		60.8	47.1	25.5	28.4	27.5	21.6	
Vastus ext.		58.9	50.5	54.2	56.1			
Adduktor long.		63.6	54.5	50.9	52.7			
Ileo-fibularis		36.4	32.8	30.7	26.1			
Semitendinosus		40.0	10.0	15.0	17.5	15.0	17.5	
Tibialis ant.		52.2	54.3	39.1	54.3			
Coraco-radialis		55.0	40.0	27.5	10.0	7.5	0	

第 6 表 等質部の伸展(短縮)率

筋	時間(秒)	5	15	30	60	120	180	300
	伸展 (短縮) 率%							
Sartorius		39.7	39.7	39.7	50.0	46.5	40.6	50.0
Gastrocnemius		20.0	12.0	16.0	8.0			
Sart. ($\frac{1}{2}$ Länge)		34.6	19.2	19.2	23.1	26.9		
Semimembranosus		20.7	0	31.0	17.2	37.9	34.5	
Vastus ext.		27.3	2.3	18.2	29.5			
Adduktor long.		21.4	7.1	(10.7)	(3.6)			
Ileo-fibularis		12.3	36.8	19.3	17.5			
Semitendinosus		65.2	30.4	43.5	52.2	52.2	60.9	
Tibialis ant.		(8.8)	(17.6)	(13.2)	(17.6)			
Coraco-radialis		(14.8)	(22.2)	(14.8)	(3.7)	(3.7)	(3.7)	

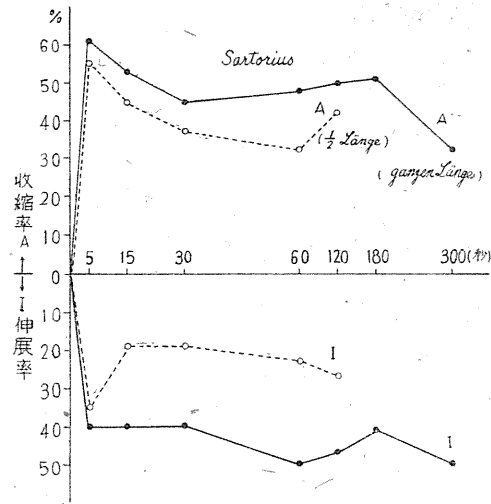
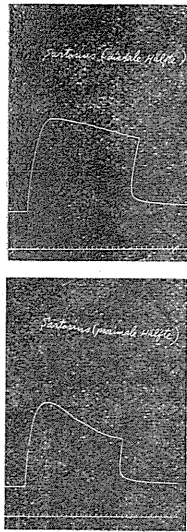
1. 縫匠筋と腓腸筋とに就て強縮5秒より15, 30, 60, 120, 180, 300秒の7時點に於て觀察した成績を圖示すれば第6圖の如くである。

第 6 圖



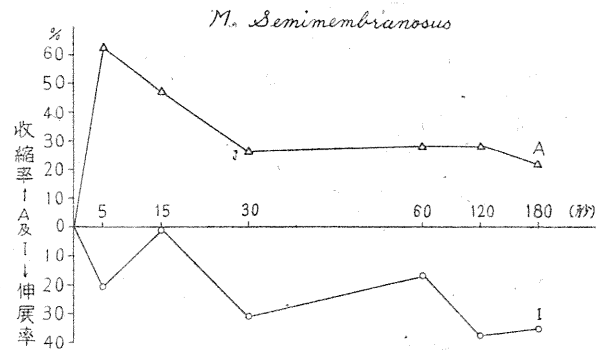
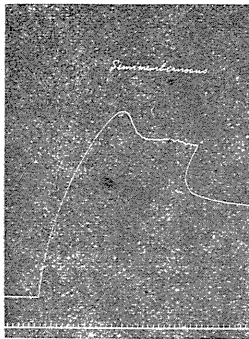
2. 縫匠筋の單一筋纖維に就て、筋纖維の長さを原位長のものと1/2原位長に切斷したものと比較成績は第7圖の如くである。

第 7 圖

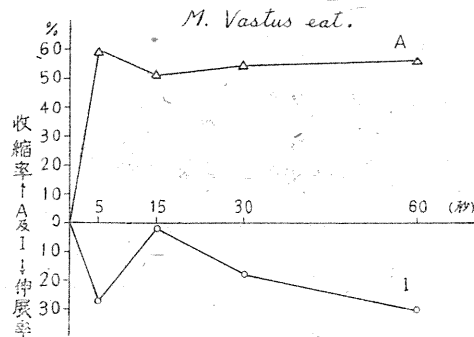
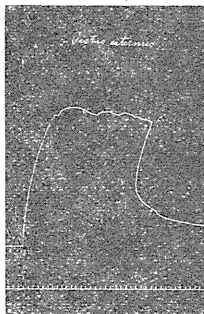


3. 縫匠筋の如く單純な筋構造を有する筋, 例へば半膜様筋, 外股筋, 長内轉筋に就ての成績は夫々第8圖, 第9圖, 第10圖に示す。

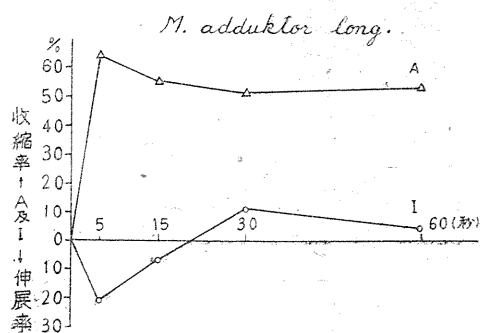
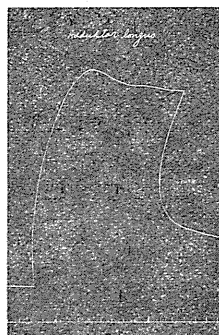
第 8 圖



第 9 圖

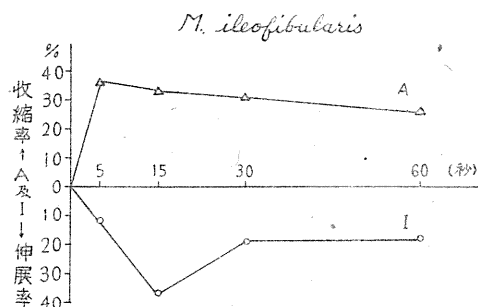
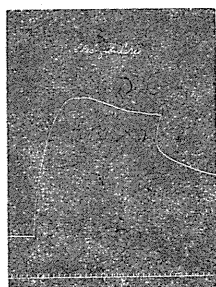


第 10 圖

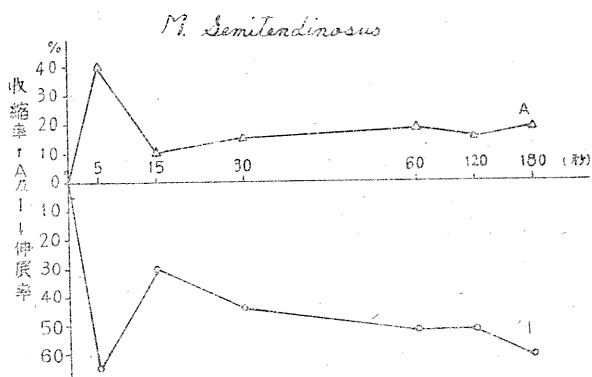
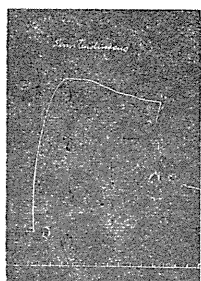


4. 腓腸筋の如く所謂羽狀構造を有する筋、例へば腸骨腓筋、半腱様筋、前脛骨筋に就ての成績は夫々第11圖、第12圖、第13圖に示す。

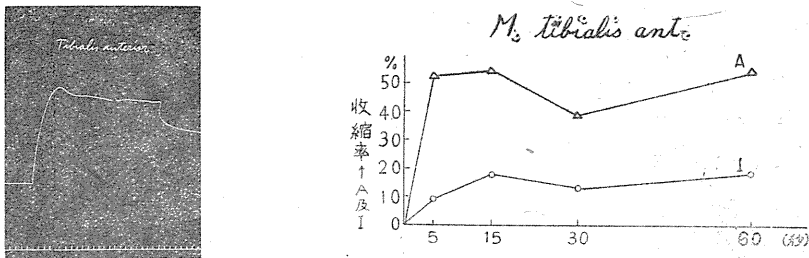
第 11 圖



第 12 圖

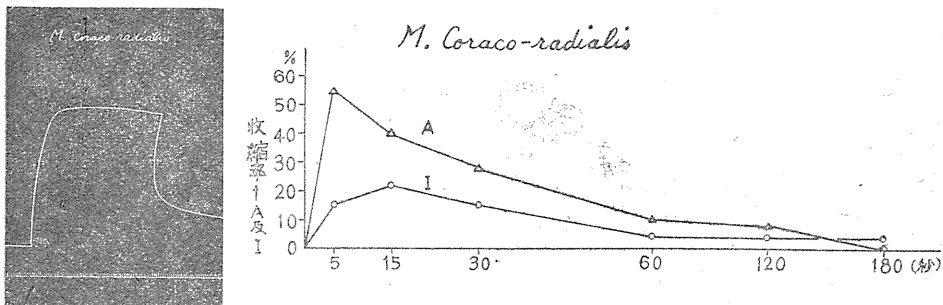


第 13 圖



5. 所謂緊張筋の代表筋として烏喙橈骨筋に同様の実験を行つた成績は第14圖に示す如きものであつた。

第 14 圖



IV. 實驗成績に對する考察

第1實驗の成績を見ると、筋纖維に直接刺激を加へた場合、即ち半等尺性の強縮と見做される場合に於ても、又間接刺激による牽引條件下の強縮に於ても、縫匠筋と腓腸筋では時間経過に伴つて等質、不等質部の變化する状態が明かに相異なる。その一端を指示すれば先づ縫匠筋では強縮1秒後と5秒後の不等質部の短縮率の變化は極めて少く、寧ろ強縮の頭初に於て最高の短縮率を示し、5秒後に於ては却つて低下するのが認められる。然るに之とは反對に腓腸筋では強縮1秒後に於ける不等質部の短縮率は極めて低く、5秒後に至つて著しく増大するのが見られる。他方等質部に就ては不等質部に見られる様な特異な相異は認められない。斯の如く縫匠筋と腓腸筋に就て見られる顯微鏡的な相異は、直接刺激による半等尺性の強縮に於ても又間接刺激による牽引條件下の強縮に於ても同様に認められる傾向であるから、先づ Endoplatte の興奮とは別個な筋纖維自體の本質的な相異と見做す事が出来る。

從來單一筋纖維の實驗は殆んど總て縫匠筋を用いてゐた關係から、縫匠筋を材料として得た實驗の成績は兎もすれば全般的なものとして考へられて來たのであるが、本實驗の結果よりすれば從來吾々の考へて居た筋の粘彈性其他に關する一元的な考へ方を更に一步進めて、個々の筋に見られる本質的な相異に就て追求して行かなければならぬ事が理解される。

次に第2實驗の成績を綜合して考へると、縫匠筋と腓腸筋とは強縮時に於ける長時間の経過に於ても、短縮率の増減に特異の變化を示す。此處で一應問題になる事は筋纖維の長さであるが、縫匠筋は平行纖維筋であるから筋纖維の長さは全筋の長さと略々同一であるが、腓腸筋の如き羽狀筋では分離した筋纖維は全筋の長さより遙かに短い。其處で腓腸筋と縫匠筋の筋纖維の長さを同一に保つために、縫匠筋の筋纖維を切斷により1/2原位長とし、腓腸筋の筋纖維と比較した結果は第7圖に示すが如く、縫匠筋は筋纖維の長短に拘る事無く、縫匠筋固有の縮み方をする事が判つた。次に縫匠筋と略々同一の筋構造を有する諸筋に就て見ても、縮み方は必ずしも一樣の形を示さないで、夫れ夫れ筋固有の特性を表して居る。斯の如く同一の筋構造を有する筋に就て見ても各々特異の縮み方があるのであるから、勿論筋構造の相異した場合は、筋構造に呼應する機能的な特異性を示すのは當然の事と考へられる。

斯の如く骨骼筋は個々の筋によつて夫れ夫れ異つた縮み方をするが、斯る相異が筋纖維の長短若くは配列の如何に關する事は少く、寧ろ微視的な筋纖維短縮機構の本質的な相異に起因するものである事が判る。然し Wachholder (8) 一派の人々によつて提唱された所謂緊張筋乃至非緊張筋の生理學的差異は筋纖維自體の本質的な相異のみに基くものでない事は本實驗の結果から見ても明かである。

V. 摘 要

1. 縫匠筋と腓腸筋とに就て、強縮時に於ける等質・不等質部短縮配分の相異を検討した。
2. 縫匠筋では不等質部が、強縮1秒後に於て最高の短縮率を示し、5秒後には寧ろ低下を示す。之に反し腓腸筋では1秒後よりも5秒後に於て遙に高い短縮率を示した。
3. 縫匠筋と腓腸筋に就て、更に長い時間経過を辿つて強縮時に於ける短縮配分の關係を觀察して見ても、兩筋は全く異つた收縮の形を示す事が判つた。
4. 縫匠筋、腓腸筋の外に半膜様筋、外股筋、長内轉筋、腸骨腓筋、半腱様筋、前脛骨筋の6筋に就ても同様、各筋は夫れ夫れ特異の縮み方をする事が明になつた。
5. 所謂緊張筋の代表筋と見做される烏喙橈骨筋では、等質部の縮み方が非緊張筋に較べて稍々異つた形を示した。

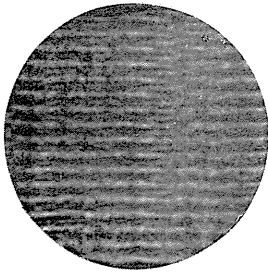
摺筆に臨み浦本教授の懇篤なる指導と校閲並びに直接實驗を指導せられたる名取講師に深甚なる謝意を表す。

文 獻

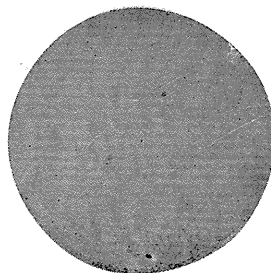
- 1) Beritoff, J. u. D. Iaschwilli, (西 1924) Pflügers Arch. 205 465
- 2) Beritoff, J. u. D. Iaschwilli, (西 1924) Pflügers Arch. 205 475
- 3) Beritoff, J. (西 1925) Pflügers Arch. 209 763
- 4) 木澤 和 (2600) 日本生理誌 5 55
- 5) 木澤 和 (2600) 日本生理誌 5 70
- 6) 美甘 守 (2602) 日本生理誌 7 5, 6
- 7) 大川徳重 (2599) 日本生理誌 4 23
- 8) Wachholder, K. (西 1930) Pflügers Arch. 225 627

附圖 I. 縫 匠 筋

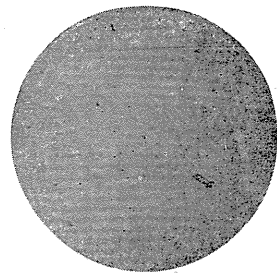
a. 靜 常 時



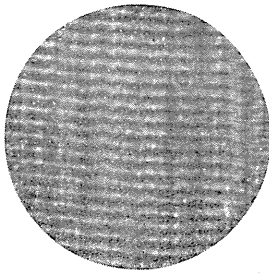
b. 直接刺激半等尺性强縮 1 秒後



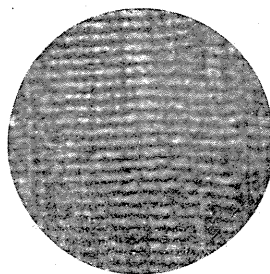
c. 同 5 秒 後



d. 間接刺激牽引性强縮 1 秒後

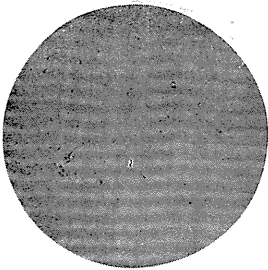


e. 同 5 秒 後

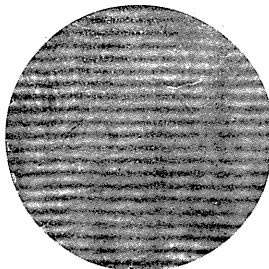


附圖 II. 腓 腸 筋

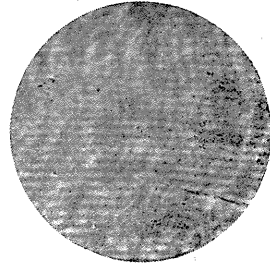
a. 靜 常 時



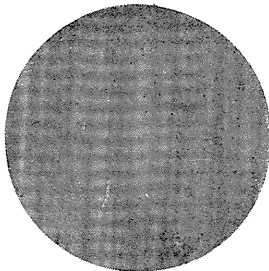
b. 直接刺激半等尺性强縮 1 秒後



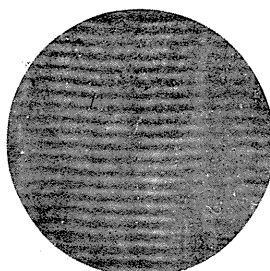
c. 同 5 秒 後



d. 間接刺激牽引性强縮 1 秒後

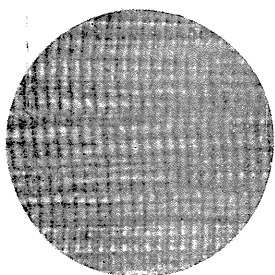


e. 同 5 秒 後

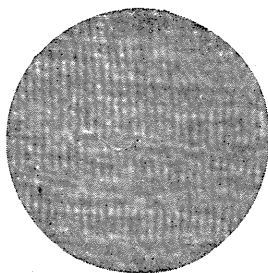


附圖Ⅲ. 縫匠筋

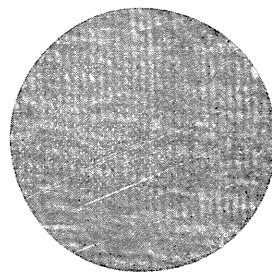
a. 靜常時



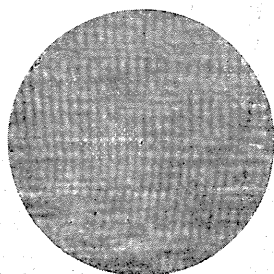
b. 直接刺激半等尺性强縮5秒後



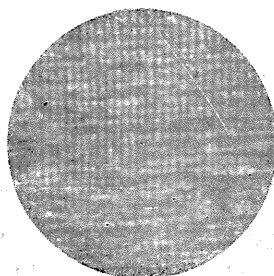
c. 同15秒後



d. 同30秒後



e. 同1分後

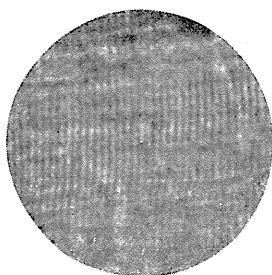


附圖Ⅳ. 腓腸筋

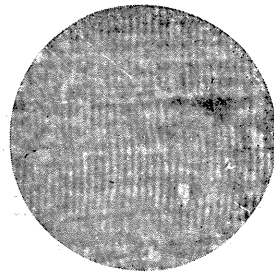
a. 靜常時



b. 直接刺激半等尺性强縮5秒後



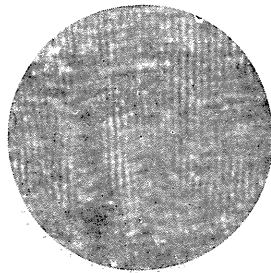
c. 同15秒後



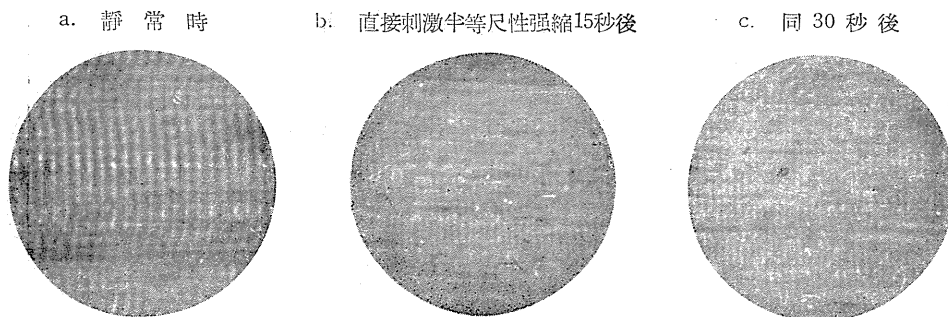
d. 同30秒後



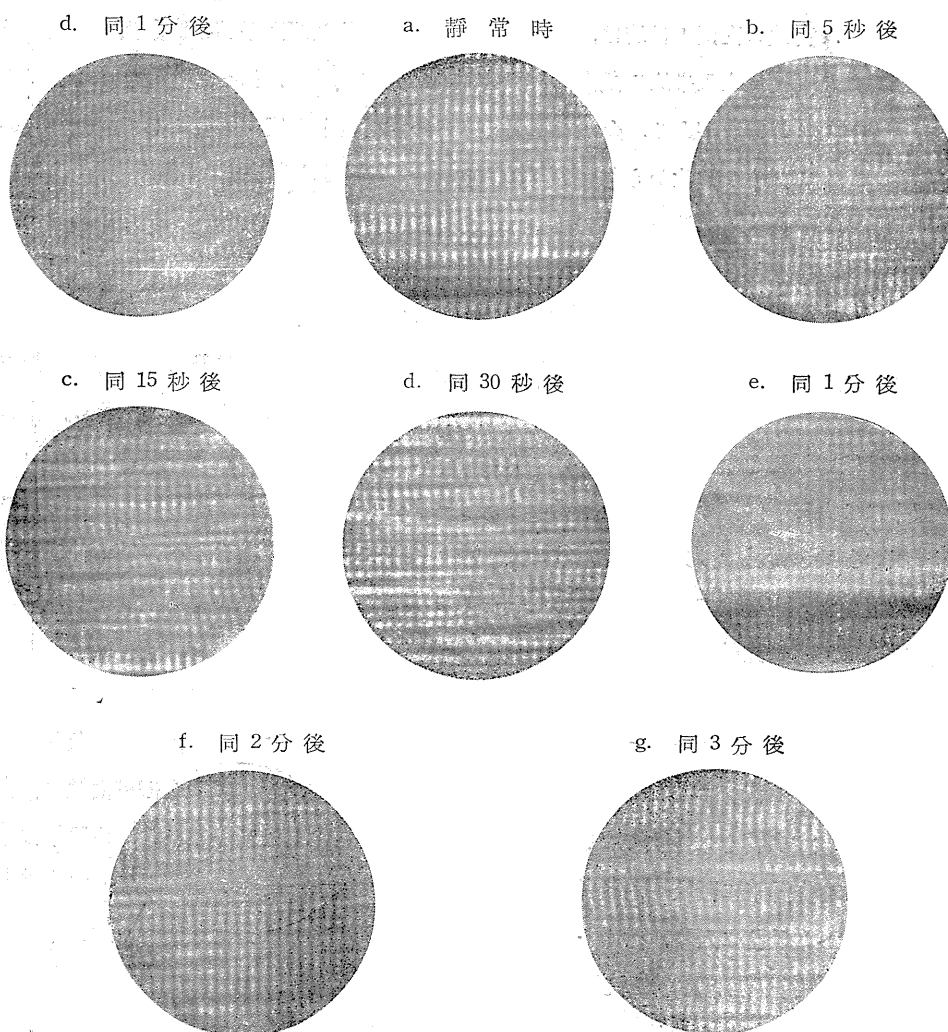
e. 同1分後



附圖 V. 外 股 筋



附圖 VI. 半 腱 樣 筋



筋短縮機構に就ての研究 (36) 612.741.63

饑餓時の筋の緊張に就て (1)

東京慈惠會醫科大學生理學教室

保 田 止 郎

Yasuda-Siro

(昭和18年2月5日受付)

I. 緒 言

この報告は吾々の教室に於ける筋短縮機構に就ての研究の一環として、筋緊張態に就て實驗したものである。實驗の直接の目的は、饑餓時に於ける骨格筋及び滑平筋の筋緊張の變化を見るにあつた。筋の緊張を生理學的に觀察するには、筋の物象的示指、例へばその堅さや伸び方などを觀察する色々の方法がある。余はそれらのうち比較的容易な實驗方法として、饑餓時の筋の伸び方の時間に對する變化から觀察した。

實驗は2回に分かれ、その第1回は2601年10月より同年末迄の冬期に、第2回は2602年6月より7月の夏期の間に行つた。

II. 實 驗 方 法

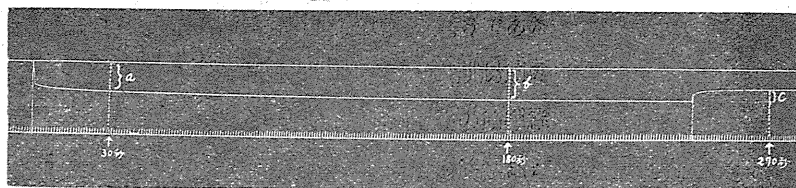
實驗動物は15g内外の白色雄性のマウスを用ひた。動物を1匹ずつ隔離して一定時日飼育し、發育狀態の健常なるを確めた後、その飼料を斷つて漸次絶對饑餓に陥らしめ、その間1日2日と逐次饑餓の過程を追ひ乍ら實驗を進めた。

實驗標本には血行を保持する原位の腓腸筋と、2~3 cmの長さに切り出した直腸管を用ひた。第1回の冬期の實驗では夫等を37°CのRinger液下に一定の負荷を加へ、筋の伸びを描記し、第2回の夏期の實驗では、更にその負荷を取り去つた後の筋の縮み方をも描記し、伸び方や縮み方を健常筋に比較検討した。

實驗の實施は、マウスにaether麻酔を施し、腓腸筋標本での實驗は下腿の外側方に皮膚切開を加へて皮膚を剝離し、アヒレス腱を切斷してその中樞端を筆杆に連結し、5gの負荷を加へ、擴大率を7倍とし、比較的緩徐に廻轉する描寫圓筒を用ひて、その伸びを機械曲線に描寫した。夏期の實驗で負荷を取り去つた後の筋の縮み方の描寫も同じ方法を用ひた。直腸管標本は同様にaether麻酔下に開腹し、直腸部を2~3 cmの長さに切斷し、豫め用意せる37°C Ringer液を湛へた装置に入れ、標本の一端を固定し、他端に2gの負荷を加へ、擴大率を7倍としてその伸びを機械曲線に描寫した。

被驗筋に荷重を加へてからの伸び方は第1圖に示す如くであるが、一應之を全體として觀察

第 1 圖

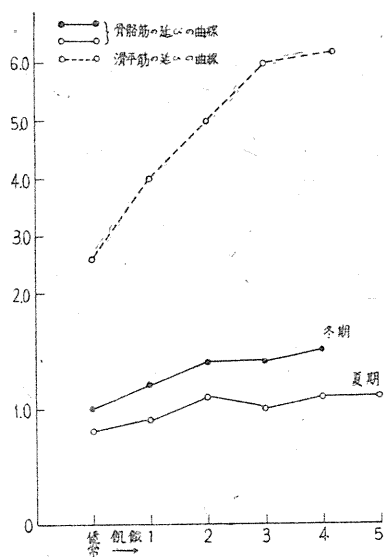


し、次で比較の便宜上負荷を加へてからの30秒時に於ける伸びを a とし、また180秒後の伸びを b とし、圖より $a \sim b$ を計測し、夏期の實驗では負荷を加へてから240秒後に負荷を取り去り、其後30秒を経過した時の筋の縮みを c とし、 c の a に對する百分率を求め、それぞれに就て健常筋と饑餓筋との數値を比較した。

III. 實驗成績

實驗成績を簡単に示すため、骨骼筋たる腓腸筋と滑平筋たる大腸管との2つの場合につき成績を表示すると、骨骼筋は第1—2表、滑平筋は第3表に示す如くである。尙この結果を一目瞭然たらしめるため骨骼筋竝に滑平筋に於て、健常筋と饑餓筋との伸びの差を各期の成績に就

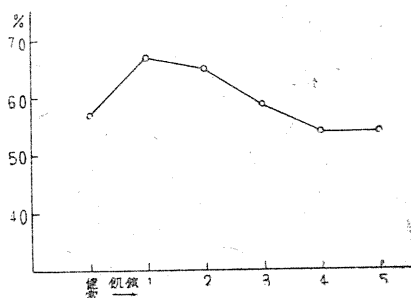
第 2 圖



ての總平均値をとり曲線に示せば第2圖の如くである。

尙第2表に示した健常筋と饑餓筋との負荷を取り去つた後の $\frac{c}{a}\%$ を曲線に示せば、第3圖になる。

第 3 圖 骨骼筋の縮みの曲線



第 1 表 マウス饑餓時の骨骼筋の伸び(冬期)

實驗番號	實驗月日	室溫 °C	マウス體重 g	腓腸筋別 左 右	a	b	a~b mm
					30秒後の 伸び mm	180 秒後の 伸び mm	
1	20/X	16	14.5	左右	8.5	9.6	1.1
2	"	"	13.8	左右	7.3	7.9	0.6

健 常 時	3	"	"	14.0	左右	8.9	10.0	1.1
	4	"	"	12.5	左右	7.9	9.0	1.1
	5	"	"	12.4	左右	7.1	7.9	0.8
	13	27/X	"	15.6	左右	7.9 8.2	8.8 9.0	0.9 0.8
	14	"	"	19.4	左右	8.6	9.3	0.7
	15	"	"	12.4	左右	7.7 8.0	8.5 9.3	0.8 1.3
	16	"	"	13.8	左右	8.8 8.3	9.8 9.2	1.0 0.9
	36	31/X	15	9.0	左右	8.5 10.0	9.3 11.5	0.8 1.5
饑 餓 第 一 日	6	21/X	16	14.5	左右	10.0	11.3	1.3
	7	"	"	13.2	左右	10.1	11.2	1.1
	8	"	"	16.8	左右	12.1 9.4	13.8 10.6	1.7 1.2
	17	28/X	15	12.4	左右	10.9 9.4	12.5 10.0	1.6 0.6
	18	"	"	17.0	左右	8.1 8.3	10.6 9.5	2.5 1.2
	19	"	"	11.0	左右	10.0 9.7	10.8 10.6	0.8 0.9
	20	"	"	12.6	左右	8.6 8.6	9.7 10.1	1.1 1.5
	21	"	"	11.0	左右	7.3 7.7	8.8 8.9	1.5 1.2
	22	"	"	13.3	左右	6.7 7.5	7.4 8.4	0.7 0.9
	9	22/X	16	14.1	左右	9.8 8.9	11.1 9.9	1.3 1.0
饑 餓 第 二 日	10	"	"	13.6	左右	8.0 10.9	9.2 12.2	1.2 1.3
	23	29/X	15	12.2	左右	11.0 10.7	12.8 12.3	1.8 1.6
	24	"	"	10.8	左右	10.0 9.2	11.2 12.0	1.2 2.8
	25	"	"	12.0	左右	10.5 11.6	12.0 13.0	1.5 1.4
	26	"	"	10.5	左右	6.7 6.2	7.8 7.3	1.1 1.1
	27	"	"	12.1	左右	9.0 7.5	9.8 8.9	0.8 1.4
	11	23/X	15	16.3	左右	13.0 12.0	14.3 13.1	1.3 1.1
	12	"	"	14.3	左右	9.0 6.0	10.0 7.1	1.0 1.1
饑 餓 第 三 日	28	30/X	"	13.8	左右	11.1 9.4	12.1 10.6	1.0 1.2
	29	"	"	12.4	左右	10.6 11.3	12.3 13.3	1.7 2.0
	30	"	"	11.9	左右	8.1 10.5	9.4 12.1	1.3 1.6
	31	"	"	11.7	左右	10.9 11.0	12.5 12.4	1.6 1.4
	32	"	"	10.8	左右	12.4 9.2	14.1 10.3	1.7 1.1
	33	31/X	15	8.6	左右	10.2 11.7	11.5 13.9	1.3 2.2
	34	"	"	9.8	左右	12.8 9.5	14.0 10.8	1.2 1.3
饑餓第四日	35	"	"	9.3	左右	12.0 10.3	13.6 11.8	1.6 1.5

第 2 表 マウス饑餓時の骨骼筋の伸び及び縮み(夏期)

第3表 マウス餓餓時の滑平筋の伸び

	実験番号	実験月日	室温 °C	マウス體重 g	a	b	a~b mm
					30秒後の 伸び mm	180 秒後 の伸びmm	
健 常 時	36	11/X	15	10.3	4.2	6.2	2.0
	37	"	"	10.5	4.8	6.5	1.7
	38	"	"	11.2	8.0	10.5	2.5
	39	"	"	12.1	7.0	10.1	3.1
	40	"	"	11.8	8.0	10.3	2.3
	47	"	"	14.0	2.4	3.5	1.1
	48	"	"	13.4	5.4	7.9	2.5
	55	17/X	13	14.5	9.6	14.7	5.1
	56	"	"	14.6	4.9	7.2	2.3
	57	"	"	13.6	7.9	10.9	3.0
餓 餓 第 一 日	41	12/X	13	13.5	4.5	7.6	3.1
	42	"	"	10.8	5.0	8.5	3.5
	43	"	"	11.7	12.6	17.5	4.9
	44	"	"	11.0	8.0	14.7	6.7
	45	"	"	12.1	4.6	8.4	3.8
	46	"	"	14.6	8.8	13.0	4.2
	58	18/X	14	13.2	5.4	8.1	2.7
	59	"	"	13.6	6.5	10.2	3.7
	60	"	"	11.5	6.7	10.0	3.3
餓 餓 第 二 日	49	13/X	12	10.4	6.9	10.6	3.7
	50	"	"	10.1	8.7	13.3	4.6
	51	"	"	10.8	5.1	9.2	4.1
	52	"	"	11.0	8.2	19.6	11.4
	53	"	"	12.7	12.3	16.7	4.4
	54	"	"	10.5	11.3	15.0	3.7
	61	19/X	15	11.6	4.0	8.8	4.8
	62	"	"	12.3	3.4	7.2	3.8
	63	"	"	13.2	5.4	11.0	5.6
餓 餓 第 三 日	64	"	"	10.2	6.0	9.7	3.7
	65	20/X	15	10.2	4.2	6.7	2.5
	66	"	"	10.5	7.6	13.2	5.6
	67	"	"	8.5	7.2	15.2	8.0
	68	"	"	9.1	5.6	9.6	4.0
	69	"	"	9.2	11.2	23.0	11.8
餓 餓 第 四 日	70	"	"	10.9	6.7	11.0	4.3
	71	21/X	13	8.5	8.4	13.1	4.7
	72	"	"	11.0	13.7	21.0	7.3
	73	"	"	8.9	10.2	16.7	6.5

IV. 實驗成績に對する考察

以上の成績より、饑餓筋と健常筋との伸び方の差は、骨骼筋も滑平筋も、共に饑餓の度の進むに従つて漸次大きくなつてゐる。筋の緊張度を筋の伸び方で現はし得るものとすれば、饑餓時の筋は健常筋より伸び易く、即ちその緊張は饑餓の度に比例して減弱するものと云へる。

一方負荷を取り去つた後の筋の縮み方は、饑餓第1日及び第2日では寧ろ健常筋より大きく更に饑餓が進むとその縮み方は小となつた。饑餓に陥ると筋の伸びは増す一方であるのに、その縮み方は饑餓の初期に却つて大きくなるのは、筋の膠状態が變り完全弾性體に近くなることを示すが、之は生活體に於ける1つの代償能力又は一種の順應作用とも認められる。即ち伸び過ぎたものを恢復させようと云ふ力が合目的に保持されるかの如くである。此の點は更に緊張筋と非緊張筋について改めて實驗し、その性格を比較することによつて此問題の究明に1歩を進めて見たい意向である。

V. 摘 要

1. マウスを饑餓に陥らしめ、其の骨骼筋と滑平筋の伸び方と縮み方を觀察することにより饑餓筋の緊張の問題を取扱つて見た。

2. 饑餓時の骨骼筋の伸び方は饑餓の進むに従つて伸び易くなつた。筋の緊張度を筋の伸び方で現はし得る限りでは、その緊張は饑餓の度に比例して減弱した。この傾向は滑平筋に於ても同じであつた。

3. 負荷を去つた後の骨骼筋の縮み方は、饑餓の初期には寧ろ大きくなり、然る後伸び方とは反對に漸次小となつた。饑餓の初期の筋の縮み方が大きいのは伸びを恢復せしめるための代償的又は適應的な働きと思はれる。

撰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。

特異性筋隆起に就ての研究 (13) 612.741.14

特異性筋隆起の生起條件に就て

東京慈惠會醫科大學生理學教室

和田 惠州 男

Wada-Esuo

(昭和18年2月5日受付)

I. 緒 言

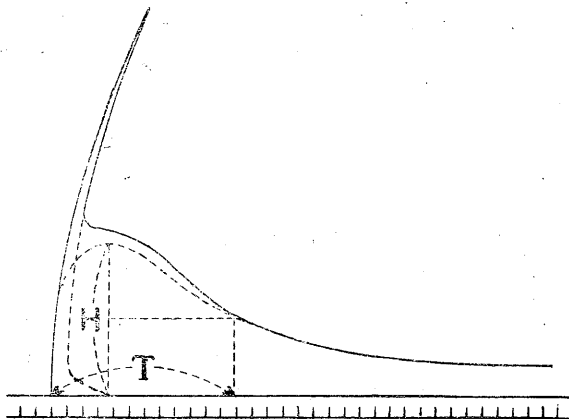
特異性筋隆起に就き、吾々の教室では菅原(9,10)西谷(4)高橋(11)名取(6)廣瀬(1,2)大村(7,8)手塚(12,13)土橋(14)等が色々の觀點から實驗を進めた。夫等の結果のうち最も重要な點は、この特異性筋隆起なるものが勢力消費の極めて經濟的に行はれる特殊の筋短縮狀態であると云ふ點である。これだけでも一般の攣縮或は強縮とは大分趣が異つて居る。偕此現象を更に本態的に究めるには一應順序として刺激強度に對する隆起の大きさや持續の如き、其間の量的な連りを求めることがどうしても必要である。本報告はその手始めの實驗である。

實驗は2601年10月より翌年1月末迄の間に行ひ、其要旨は大日本生理學會第4回小講演會に報告した。

II. 實 驗 方 法

實驗標本は總て雄蟻の縫匠筋を用ひた。刺激は從來の報告にある様に刺激槌を用ひ、槌の重量(w)、槌の落下距離(h)、刺激部面を示す槌の叩打面特にその幅(s)を色々に變更し、それら

第1圖 靜 常 筋



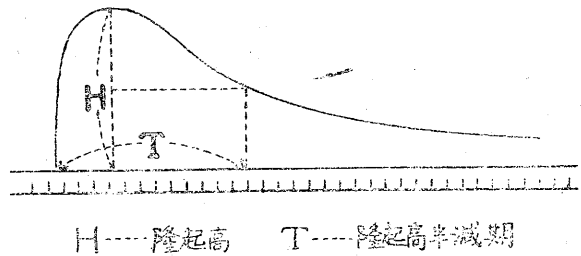
H 隆起高 T 隆起高半減期

の條件の中2つを一定し、他の1つを色々に變へる條件のもとに實驗した。一方特異性筋隆起は第1圖に示す様な短縮の仕方をする筋收縮であるから、之を量的に表すのに短縮の極大を示す意味で、隆起の高さ H を、又その持續時間を示す意味で隆起の高さが半分に低下する迄の時間(隆起高半減期 T)を採つて示標とした。ところが正常筋では機械刺激に際し全筋の攣縮を伴ふため筋隆起だけの大きさを求め難い。そこで余は、

正常筋に就て實驗した他に全筋攣縮を伴はぬ麻酔筋を用ゐた(第2圖)。

それには 0.1 g/dl の鹽酸 Cocain・Ringer 液を用ひ、筋を其中に30分間浸漬した上で實驗した。尙實驗の實際に於て、 w と h の變更には廣瀬の方法(1)に、又 s に就ては菅原

第2圖 麻 酔 筋



の方法に倣つた。即ち (1) h を變更する時には w を 35g に一定し、 h は 1cm より始め漸次 1cm づつ増し、全實驗を通じて 18cm 迄高くしてみた。それより高くすると墓の縫匠筋は斷裂して實驗不能になるからであつた。次に (2) h を一定し、 w を變更する實驗では、 w は 15g より始め逐次 10g づつ増し、120g に達すると筋斷裂を起すので中止した。次に (3) s の變更實驗は w を 35g、落下角度を15度とし、 s は 2mm より始め、2mm づつ増加し、最大 14mm 迄行つた。それより幅が廣くなると筋隆起は起り難くなつたからである。尙恒常的に筋に加へた負荷は 5g であり、叩打部位は標本の略々中央に定めた。實驗の實施は1つの標本につき5分の間隔を措いて、同一個所に2回刺激を加へることとし、その際大部分の實驗は變更する刺激を一段階づつ増加することにし、小數の實驗では逆に一段階低くしてみた。

III. 實驗成績と其考察

實驗成績は第1表より第4表に示す如くである。以上の實驗成績より筋隆起の大きさ(H)並に筋隆起持續時(半減期 T)と筋隆起の生起する爲の各條件(h, w, s)との關係を求めてみよう。元來叩打刺激の強度は h, w, s の3要素で定り、單位面積に對する叩打力の強度は $\frac{wh}{s}$ になるから、先づ s が一定で、 wh だけが變る第1、第2表の成績を通覽すると、 wh の大小と H 並に T の關係はまちまちで、 wh の大きな場合にも H が大きいとは限らない。然し概然的には、 H 及 T が wh に無關の様に見える。更に表には記載してゐないが、 wh が表中の最小値 35gcm 以下では筋隆起が起らぬ場合が多く、起れば其の大きさは表中のものとあまり變らなかつた。従つて上述の成績より筋隆起と叩打力との間には悉或無的な關係がある様に考へられる。尙吾々の教室で明らかにした様に(3, 5)、骨骼筋では、等質部、不等質部それぞれの粘弾機構が違ひ、短縮に與かるのは主として不等質部であるから、叩打槌の運動量 wh が同じでも落下速度の大きい時と、槌の重量の大きい時とは筋に及ぼす働きが違ふと考へられる。然し上述の如く、 H 及 T が wh に關係しないので、この差はわからなかつた。

次に第1、第2表を通覽すると、統計的に1つの規則性が見られる。それは同一標本に就て2回叩打を加へてみると、第1叩打の際の H と T は第2次叩打の夫れに較べて何れの場合でも大きく、而も其の比が略々等しいことである(第5乃至第7表)。尤も此場合第3表迄は第1次叩打の wh が第2次叩打のそれより大きいので、當然とも考へられるが、第4表の如く第2

第 1 表 刺激槌の落下距離と隆起形成との関係

実験番号	第 一 次 刺 激			第 二 次 刺 激		
	槌の落下距離	隆起高×6	隆起高半減期	槌の落下距離	隆起高×6	隆起高半減期
	cm	cm	秒	cm	cm	秒
1 2 3	1	0.74 0.14 0.70	27 3 17	2	0.91 0.46 1.21	29 19 19
4 5 6	2	0.72 0.85 1.51	14 21 25	3	0.97 1.14 1.64	17 23 23
7 8 9	3	1.05 1.26 0.95	40 21 28	4	1.23 1.29 1.23	49 25 32
10 11 12	4	1.18 0.69 0.81	16 12 13	5	1.41 0.78 0.82	26 13 16
13 14 15	5	1.25 0.71 0.81	21 11 13	6	1.36 0.95 0.91	23 13 15
16 17 18	6	8.20 0.43 0.55	14 8 8	7	9.40 0.85 0.71	16 11 10
19 20 21	7	0.94 0.85 0.71	16 14 14	8	1.14 0.99 0.99	18 15 19
22 23 24	8	0.95 0.78 1.21	15 19 25	9	1.30 1.00 2.05	20 21 26
25 26 27	9	0.68 1.06 0.55	10 20 12	10	1.07 1.24 0.64	18 21 14
28 29 30	10	0.80 0.97 0.59	16 19 13	11	1.50 1.07 0.86	17 23 15
31 32 33	11	1.27 1.12 2.53	27 28 26	12	1.47 1.23 2.67	29 29 31
34 35 36	12	0.90 0.65 1.12	11 12 42	13	1.09 0.90 1.27	20 14 46
37 38 39	13	3.20 0.74 0.32	25 57 27	14	3.32 1.41 0.87	27 59 41
40 41 42	14	0.91 0.57 1.97	16 17 48	15	0.98 0.67 2.42	19 18 53
43 44 45	15	0.72 0.36 0.50	17 6 15	16	0.90 0.46 0.57	18 13 17

第2表 刺激髓の重量と隆起形成との関係

実験番号	第 一 次 刺 激			第 二 次 刺 激		
	髓の重量	隆起高×6	隆起高半減期	髓の重量	隆起高×6	隆起高半減期
	g	cm	秒	g	cm	秒
1	10	0.40	7	20	0.70	12
2		0.97	12		1.15	16
3		1.14	15		1.60	17
4	20	0.50	16	30	1.00	19
5		0.65	13		1.10	16
6		1.30	15		1.80	17
7	30	1.37	22	40	1.60	23
8		1.35	20		1.60	21
9		0.95	21		1.20	22
10	40	1.20	25	50	1.40	26
11		1.25	26		1.60	27
12		0.85	22		1.00	23
13	50	1.90	18	60	2.10	20
14		1.10	20		1.30	24
15		0.60	21		0.75	25
16	60	1.25	13	70	2.00	16
17		1.20	25		1.40	27
18		0.75	19		0.90	21
19	70	0.40	12	80	0.75	18
20		0.90	13		1.20	16
21		1.50	20		2.00	23
22	80	2.05	45	90	3.90	49
23		1.51	27		2.10	30
24		1.36	24		1.45	29
25	90	1.23	17	100	1.60	21
26		1.36	26		2.14	29
27		2.05	45		2.50	48
28	100	1.60	21	110	1.80	24
29		1.18	26		1.38	31
30		1.29	38		1.51	40

第3表 刺激髓の接觸面の幅と隆起形成との関係

実験番号	第 一 次 刺 激			第 二 次 刺 激		
	髓の筋に接する面の幅	隆起高×6	隆起高半減期	髓の筋に接する面の幅	隆起高×6	隆起高半減期
	mm	cm	秒	mm	cm	秒
1	2	1.78	30	4	0.77	26
2		1.13	23		1.08	20
3		1.16	25		1.03	20
4	4	0.80	12	6	0.57	10
5		1.09	28		0.87	26
6		1.07	14		0.87	13
7	6	0.68	15	8	0.45	12
8		1.47	11		1.02	10
9		0.92	17		0.86	13
10	8	2.40	28	10	1.12	26
11		1.14	23		0.54	19
12		0.86	13		0.65	10
13	10	0.78	12	12	0.67	10
14		0.96	21		0.73	19
15		0.94	13		0.66	10
16	12	0.66	11	14	0.57	9
17		0.74	20		0.72	16
18		2.08	21		1.78	19

第 4 表

實驗 番 號	第 一 次 刺 激		第 二 次 刺 激	
	隆起高×6	隆起高 半減期	隆起高×6	隆起高 半減期
	cm	秒	cm	秒
1	0.53	19	0.36	15
2	0.89	24	1.20	38
3	1.10	40	1.60	32
4	0.40	13	0.90	28
5	0.30	11	0.49	15
6	0.70	12	0.80	13
7	0.23	10	0.68	18
8	0.47	8	0.65	41
9	0.68	17	0.54	18
10	0.79	28	0.99	31

第 6 表

刺激髓の 重 量	$\frac{H_2}{H_1}$	$\frac{T_2}{T_1}$
g		
10—20	1.37	1.36
20—30	1.58	1.13
30—40	1.20	1.09
40—50	1.21	1.04
50—60	1.15	1.15
60—70	1.33	1.10
70—80	1.41	1.30
80—90	1.51	1.12
90—100	1.34	1.13
100—110	1.15	1.14

第 5 表

刺激髓の 落下距離	$\frac{H_2}{H_1}$	$\frac{T_2}{T_1}$
cm		
1—2	1.62	1.38
2—3	1.21	1.05
3—4	1.15	1.17
4—5	1.12	1.29
5—6	1.16	1.13
6—7	1.19	1.20
7—8	1.25	1.13
8—9	1.48	1.11
9—10	1.29	1.28
10—11	1.44	1.12
11—12	1.09	1.11
12—13	1.22	1.22
13—14	1.30	1.17
14—15	1.18	1.11
15—16	1.20	1.23

第 7 表

髓の筋に接 する面の幅	$\frac{H_2}{H_1}$	$\frac{T_2}{T_1}$
mm		
2—4	0.71	0.85
4—6	0.78	0.89
6—8	0.76	0.86
8—10	0.52	0.86
10—12	0.78	0.87
12—14	0.88	0.82

、次叩打が第1次叩打より小さい場合でも、以上の関係が見られるので、此事は筋隆起の發現にも筋攣縮時の階梯現象に類似な過程が起ることを示すと思はれる。尙實驗方法の條下に記載した如く、本實驗では、第1次叩打と第2次叩打の間隔が5分間であつたから、第1次叩打の効果は相當長時間續くものと言へよう。

次に wh を一定にし s を變へた場合は、第2次叩打の H 並に T が第1次叩打の夫れより小さい。然し上述の wh を變へた場合と同様に、 s が大きい程 H 及 T が小さくなると云

ふ釋でなかつた。従つて筋隆起の發現は、この報告の實驗條件の限りでは、 s に餘り關係しない様に思へる。この本態的説明は尙今後の研究に待たなければならないが、筋隆起が叩打面の兩端の、壓勾配が最大なる部位に起ると假定すれば、 s が大となつても H が大きくならない譯で、一應理解出来る。次に s を變へた場合には第2次叩打による階梯現象様の過程の起らない。此事實は第2次叩打に於て最大の壓勾配を受ける筋の部位が新たになり、第1次の隆起發現により、引伸ばされたと思はれる部が叩打されたときは短縮高が小さくなることを示すと考へられる。

IV. 摘 要

1. 特異性筋隆起の大きさ及びその持続と叩打力の強度との量的關係を求める爲に、叩打槌の重量、落下距離、叩打槌の表面積の幅を種々に變更する實驗條件下に隆起高及び隆起高半減期を測定した。

2. 叩打力が 35~540gcm で、叩打槌の幅が 0.3cm であれば、隆起高及び隆起高半減期は叩打力に關係せず、常に等しいと認められた。

3. 叩打力が一定で、叩打面積の違ふ場合は (2~14mm の幅)、隆起高及び隆起高半減期の大きさに差異が認められなかつた。

4. 筋隆起の生起は標本による個性差が大きいが、同一標本の同一個所を、5分間隔で2回叩打すると、必ず第2のものが大であり、その比が略々一定(1.26)であつた。

5. 第2次叩打の叩打面の幅を變へると、筋隆起の生起は必ず小となり、その比は略 (0.67) であつた。

6. 以上余の實驗條件の限りでは、菅原 (9) の謂ふ特異性筋隆起に對する至適叩打力は求め難かつた。廣瀬 (1) は同一個所を再三叩打すれば、隆起は次第に小となることを明らかにして居り、また剔出後時間が経つと起り難くなることは余の經驗からも明らかであるが、筋が麻醉し、その興奮性を失つた後に於ても尙且つ隆起が起ると云ふ特殊性格を持つのであるから、正常状態での筋短縮機構とは本質的に異なることが明らかである。従つて上記の如く、或る範圍で叩打力と隆起との間に比例的關係が成立しないでも必ずしも不思議とするには當らない。この解決は更に隆起生起の物理的、化學的機序の闡明に待たねばならぬ。

擧筆に際し浦本教授の懇篤なる指導並に校閲を銘謝し、杉本助教授、名取講師の助力を深謝すると共に手塚博士の協力を謝す。

文 獻

- 1) 廣瀬甚吾 (2601) 日本生理誌 6 19
- 2) 廣瀬甚吾 (2601) 日本生理誌 6 25
- 3) 木澤 和 (2600) 日本生理誌 5 55
- 4) 西谷喜助・高橋達彌 (1938) 慈惠醫大生理論文集 1 133
- 5) 名取禮二 (2601) 日本生理誌 5 356

- 6) 名取禮二 (2601) 日本生理誌 6 16
- 7) 大村 正 (2601) 日本生理誌 6 32
- 8) 大村 正 (2601) 日本生理誌 6 42
- 9) 菅原頼悌 (2597) 慈恵醫大生理論文集 4 124
- 10) 菅原頼悌 (2597) 慈恵醫大生理論文集 4 131
- 11) 高橋忠幸 (2599) 慈恵醫大生理論文集 4 137
- 12) 手塚 玄 (2601) 日本生理誌 6 348
- 13) 手塚 玄 (2601) 日本生理誌 6 353
- 14) 土橋英夫 (2601) 日本生理誌 6 38

筋短縮機構に就ての研究 (37) 612.741.9

骨格筋の線膨脹係數に就て (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 ・ 川 上 正 義

Natori-Reiji • Kawakami-Masayosi

(昭和18年2月5日受付)

I. 緒 言

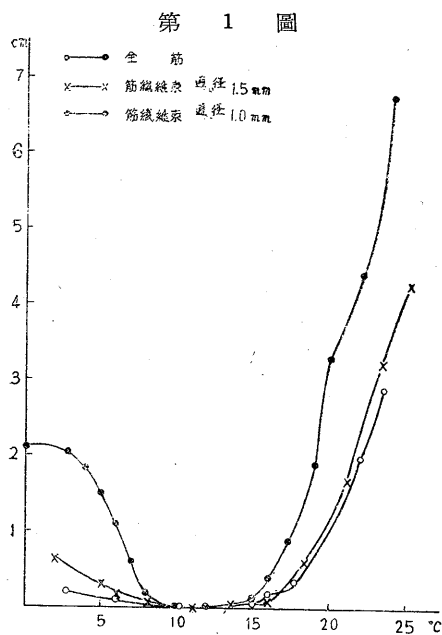
骨格筋を斷熱的に引伸すと熱發生が見られ、筋の線膨脹係數 (L. A. K.) が負の符號を持つことは Heidenhain (3), Mayerstein-Thiry (6), Schmulewitsch (12), Roy (11), Hartree Hill (2), Wöhlisch-Clamann (13), Meyer-Picken (7) 等の研究により確定的な事實として承認されて居る。之は Gough-Joule の効果或は高彈性異常と云はれ、廣く高彈性體に見られる特有な現象であるが、筋の場合にはその Young 率が小さい割に高彈性異常の現れ方が少く、この點明確な解釋が行はれて居なかつた。然るに吾々は、曩に單一筋纖維或は筋纖維束を材料として L. A. K. の詳細な検討を行つた結果 (8), 骨格筋では L. A. K. の正の符號の成分と負の符號の成分との組合せを考へなければならぬことを明かにし、これより上述の事項の説明を行ふと共に、進んで骨格筋の分子構造と高彈性異常の關聯に就て1つの新しい考へ方を示してみたのである。然し吾々の測定した莖筋の L. A. K. の値と Wöhlisch 等により求められて居る蛙のそれとは Order に於て相違があり、この點一應再検討が必要であつた。そこで吾々は先づ蛙筋と莖筋とに就き全筋、筋纖維束、單一筋纖維を材料とし、それぞれの L. A. K. の値を比較検討してみたのである。

次に實驗を進めて居る間に、同一標本で數回 L. A. K. を測定すると毎常同じ値が得られぬこと、また値が季節的に變動することがわかつたので、之が詳細なる検討を行つてみた。一方 Wöhlisch, Meyer 等の研究より、無伸展靜常筋の L. A. K. が正の符號を持つか、負の符號を持つかに就き全く相反する結果が報告され、最近 Wöhlisch 等 (10) は筋膜の L. A. K. が正の符號を持つことが斯る實驗値の異同を來すものと推定し、筋膜剝離標本を用ふべきことを主張して居るが、尙明確な結論が得られて居ない。そこで之が検討を兼ね、伸展度を種々に變更する實驗條件下に筋の L. A. K. に就ての實驗を進めたのである。

實驗は2601年10月より2602年4月の間に行ひ、その要旨の一部は第4回及び第5回大日本生理學會小講演會に於て發表した。

II. 實驗方法と其の成績

實驗材料には蟾及び蛙の縫匠筋を用ひた。標本は全筋のまゝのもの、筋膜を剝離したもの、また若干の筋纖維束、單一筋纖維に分離したもの等を用ひ、L. A. K. の測定装置は前報告(8)に記載したものを利用した。尙加温及減温の條件は所定温度の範圍で連續的に變化させ、實驗擔當者の1名が温度を読み、他のものが描寫面上の光點の位置をその度に鉛筆で記入する方法を用ひた。

1. 全筋、筋纖維束に就ての L. A. K. の比較 筋温室内の Ringer 液の温度を $0 \sim 23^{\circ}\text{C}$ の

筋原長 $l=4.5\text{cm}$ (左右共) 伸展率 4%
擴大 $\times 300$ 測定月日 2月4日

第 1 表 蛙筋の筋長温度關係
(温度上昇時の例)

筋原長 $l=2.8\text{cm}$ 伸展率 5%
擴大 $\times 300$ 測定日 4月2日

全 筋		筋 纖 維 束 (直徑 0.5 mm)	
Δt $^{\circ}\text{C}$	Δl mm	Δt $^{\circ}\text{C}$	Δl mm
0→12	±	0→15	±
12→22	0.4	15→25	3.5
22→27	1.1	25→28	2.2
27→30	1.5	28→30	2.5
30→32	6.7	30→32	8.5

間で變更する條件下に、全筋、筋纖維束のそれぞれの L. A. K. を求めた。その結果の 1 例として、右側の縫匠筋を筋膜だけ剝離して全筋で、左側の縫匠筋よりは 2 つの筋纖維束を分離して行つた成績を示すと第 1 圖の如くである。この成績では、筋纖維束標本で筋纖維の数の少い程 L. A. K. の値は大きかつた。

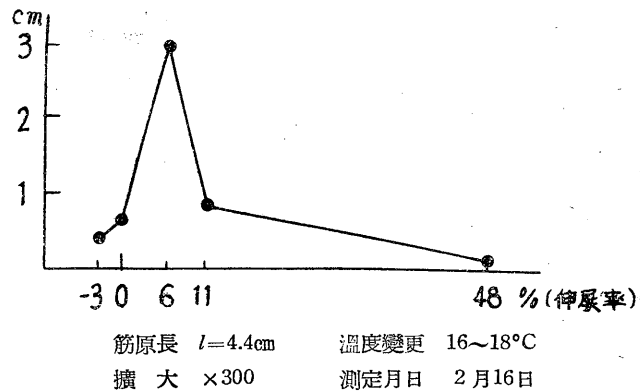
2. 蛙筋と蟾筋の L. A. K. の比較 緒言に述べた如く、曩に吾々の報告した蟾の縫匠筋の L. A. K. の値は Wöhlisch 等の報告した蛙のそれより遙かに大きい。そこで蛙の縫匠筋の L. A. K. を求めてみた。その成績は第 1 表の如く、蛙の縫匠筋の全筋標本に就ての値は Wöhlisch 等の報告して居る値に近く $10^{-5} \sim 10^{-6}$ の Order であつたが、筋纖維の数が少い時は値が大きく、 10^{-4} の Order のものが得られた。

3. 伸展度と L. A. K. の大きさとの關係 蟾の縫匠筋の筋纖維束標本を用ひ、筋原長を基準とし、50%迄の間で種々伸展度を變更せしめた場合の L. A. K. を測つた。この實驗では特に留意しなければならぬ事項があるので先づそのことに就て述べる。伸展度を色々變へて線膨脹係數を測定するには負荷を加へて筋を引伸ばさねばならぬ。然るにその場合は所謂筋の二次彈性現象である後伸展が起り、

後伸展の終る時間は標本によつて差異があり、15分位で終るものもあれば、數十分を経て尙完結しないものもある。然もその時間経過は法則的なものでなく、特に剔出後間もない標本では筋緊張の變化が加入するためか極めて不安定な場合が多い。然るに若し後伸展の経過中加温或は減温すれば、加温時には後伸展が増し、減温時に減る。即ち L. A. K. の符號が見掛上正になる。勿論この場合の筋の伸び縮みは前報告に述べた如く、筋の高彈性異常とは關係のない別個の機序によるものと推定されるから、後伸展の経過中に L. A. K. を測つても意味が少い。そうかと云つて後伸展が長時間繼續する場合、之の終るのを待つて居たのでは標本の生理學的條件が變り、乳酸蓄積等の影響より正常筋標本でなくなる恐れがある。そこで吾々は負荷を加へた後の後伸展が15～30分間に終了した標本のみに就て L. A. K. の値を求めることにしたのである。この場合にも標本を作製してから L. A. K. を求める迄の時間が區々であるため、標本の新鮮度を一定に保つわけにゆかなかつた。かくの如き實驗條件下の成績の一部を示すと第2圖になるが、總ての成績

第 2 圖

より統計的に求めた伸展時の L. A. K. の値を表示すると第2表になる。即ち筋は無負荷のときでも L. A. K. の値は、明かに負の符號を持ち、5～7%の伸展度で極大となり、それ以上引伸すと漸次小さくなる。然し 30～40% 引伸しても尙負の符號を保持し、正の



符號にならなかつた。更に伸展度を増すと後伸展がどうしても15分位で完結せず、數十分経過した後遂に切れて終ふので、後伸展の終つた後に調べるわけにはゆかなかつた。尙ほ本實驗實

第 2 表 伸展時の筋長、温度關係

各例の實驗値に相當差異があるため原長時の $10\rightarrow 20^{\circ}\text{C}$ の温度變化に對する伸縮を1として換算した

伸展率%	無 負 荷	原 長	輕 伸 展	中等度伸展	強 伸 展
温度變化 $^{\circ}\text{C}$	-3~-5	0	5~10	10~15	30~50
10→12	0.2	1.0	1.1	0.1	±
12→14	0.5	1.1	5.1	0.3	±
14→16	0.7	2.3	10.1	1.0	0.2
16→18	1.7	3.0	14.2	3.0	0.5
18→20	2.9	3.9	16.3	7.2	0.4

第3表 10%伸展後負荷を取去つた場合の成績
筋原長 $l=2.9\text{cm}$ 筋繊維束の直径 1.0mm
擴大 $\times 300$

下 降		上 昇	
Δt °C	Δl mm	Δt °C	Δl mm
30→20	0.2	10→15	9.2
20→15	1.5	15→19	4.5
15→12	0.3	19→25	3.0
12→10	±	25→30	7.5

施中氣の付いたことを附記すると、上の如く標本に負荷をかけて引伸し、L. A. K. を測つた後負荷を取去ると、標本は伸展殘遺(4)を残して少々伸びたまゝ新しい平衡状態に移るが、ここで再び加温、減温に對する筋長の變化を求めると、第3表の如く、減温では殆んど伸びず、加温の際のみ縮み、而もその縮み方は前報記載(8)の筋長、溫度關係と全く異なり、加温し始めに著しく、溫度の高低とは別に關係がなかつた。

4. 同一標本に就き繰返し數回測定した場合竝に新舊標本の L. A. K. の比較 以上行つた諸實驗の中にも記載したやうに、標本の新舊と L. A. K. の値との間には一定の關聯があるものと認められたので、同一標本を繰返し加温或は減温して L. A. K. の値を求め、又剔出せる標本に就て剔出直後より横紋像が崩壊する迄追時的に L. A. K. を求めてみた。先づ剔出後短

第4表 繰返し加温、減温したときの筋長の變化(2月4日測定 of 1例)
筋原長 $l=4.5\text{cm}$, 筋繊維束の直径 1.0mm , 伸展率 3%, 擴大 $\times 300$

Δt °C	16→20	20→15	15→19	19→15	15→20	20→16
Δl mm	11.0	7.5	4.5	4.4	1.4	1.5

第5表 筋長溫度關係に及ぼす標本剔出後の時間經過

(1月31日測定 of 1例, 溫度上昇時の成績のみを示す)

筋原長 $l=5.1\text{cm}$, 筋繊維束の直径 0.5mm , 伸展率 4~5%, 擴大 $\times 300$

25分		1.5時		4.5時		23時	
Δt °C	Δl mm	Δt °C	Δl mm	Δt °C	Δl mm	Δt °C	Δl mm
6→8	-9.3	5→9	-1.5	6→9	-1.2	4→6	-0.3
8→10	-14.2	9→10	±	9→12	0.1	6→10	0.7
10→12	-2.9	10→13	0.6	12→17	0.7	10→11	±
12→16	3.5	13→15	1.5	17→22	1.5	11→13	0.2
16→17	7.4	15→16	1.0	22→23	1.5	13→15	-0.2
17→19	9.0	16→19	2.0	23→24	1.8	15→17	0.3
19→20	13.5	19→20	3.7	—	—	17→18	0.5
20→21	14.4	20→22	3.0	—	—	18→20	-0.1
21→24	24.5	22→23	4.0	—	—	20→22	0.3

時間内の標本に就ての成績は第4表の如くで、筋を初めて加温或は減温して求めた時の値が一番大きく、回数が増すに従ひ値が小さくなった。次に時間が経過すると段々 L. A. K. の値は小さくなり、横紋像等からみて筋内崩壊過程の起つたとみられる時に L. A. K. の符號が正になつた(第5表)。尙筋の横紋像に變化が起つたかどうかを判定するには暗室中で筋温室の外側より點狀光源で筋を透光せしめて筋分光像を観察することにより目的を果した。即ち横紋像が壊れて居ない時は美しい筋分光像が見られ、崩壊してゆくに従つて筋分光像は消えてゆくのである。

5. L. A. K. の季節的變動 L. A. K. の値が筋の生理學的條件に如何に關聯あるかを検討する1つの實驗として、L. A. K. の値が季節的に變るかどうかを調べてみた。實驗では L. A. K. の値が比較的大きく出るやうに加温或は減温の速さを30秒間に $5\sim 10^{\circ}\text{C}$ と規定した。その成績は第6表の如く、1,2月の L. A. K. が最も大きく、10~12月、3,4月の L. A. K. が之より小さかつた。

第6表 筋長溫度關係の季節的變化

9月30日		10月21日		11月20日		12月5日		1月30日		2月16日		4月2日	
$\Delta t^{\circ}\text{C}$	$\Delta l/\text{mm}$	$\Delta t^{\circ}\text{C}$	$\Delta l/\text{mm}$	$\Delta t^{\circ}\text{C}$	$\Delta l/\text{mm}$	$\Delta t^{\circ}\text{C}$	$\Delta l/\text{mm}$	$\Delta t^{\circ}\text{C}$	$\Delta l/\text{mm}$	$\Delta t^{\circ}\text{C}$	$\Delta l/\text{mm}$	$\Delta t^{\circ}\text{C}$	$\Delta l/\text{mm}$
15→20	1.5	15→20	1.8	15→20	1.5	15→21	2.0	15→20	5.2	15→20	7.8	15→20	1.2
$l=5.0$		$l=4.7$		$l=4.6$		$l=4.1$		$l=5.2$		$l=4.8$		$l=3.9$	

III. 實驗成績に對する考察

先づ實驗1の成績より、筋纖維束標本では纖維數が多い程値が小さいことが判つた。ところで前報告に述べた如く、骨骼筋の熱彈性機構は全く對蹠的な2種類の構成成分の寄集りと考へられ、高彈性異常を示す構成成分は環境溫度の變化に對應して速に伸縮するのに對し、正常熱効果を示す構成成分は極めて徐々に縮伸するため、例へば加温した場合には先づ前者が短縮し、次で後者が徐々に伸び、全體として短縮度が次第に減するものと考へられる。然るに環境溫度が變つた場合は、外側の筋纖維と内部の筋纖維とは同時に溫度變化を受けるのではないから、表在の筋纖維が極大の短縮高を示す場合、内部の筋纖維は尙短縮に到らず、次で表在の筋纖維が伸びた時に内部の筋纖維が短縮することが推定される。勿論この推定は更に筋の比熱、熱傳導速度等の詳細な検討を要するが、兎に角常に一部の筋纖維だけが短縮或は伸展して居るため、筋長の變化が少くなるものと考へられ、上述の成績がよく理解されると共に、又從來の業績のやうに全筋で L. A. K. を測つたのでは眞の値は得られぬことが判る。尙本項の L. A. K. の最大値は前報(8)のそれより大きいが、之は加温、減温を連續的に行つたため、前報記載の縮伸の

遅れ或は正の符號を持つ成分の介入が少いためと思はれる。

次に實驗2の成績より蛙筋の L. A. K. は $10^{-4} \sim 10^{-5}$ の Order であることが判る。この成績は4月に行つたもので冬期の蓼筋の L. A. K. と俄かに比較することは出来ないが、4, 10月頃の成績と比較しても蓼筋の方が少々大きいことが推定出来る。この事實は蛙筋の Young 率が蓼のそれよりも大きく、且又複屈折度が大きいと云ふ事實 (1) から説明出来る。即ち蓼筋を構成する分子に比較して蛙筋のそれは結晶化部分が多いことを推定出来るから、長鎖分子の分子内廻轉が分子相互間の Van der Waals の力等により束縛されたものが蛙筋分子に多いと考へられる。従つて高彈性體の分子統計理論を認容すれば、元來分子内廻轉の自由な長鎖分子に起るべき高彈性異常は蓼筋の方が蛙筋より著しいことになる。尙又等質部と不等質部の幅員の比をみると、蓼筋では不等質部が等質部より廣いのに対し、蛙筋では丁度逆になるから (5, 11) 若し等質部様機構の分子の L. A. K. が正の符號を持ち、不等質部様機構の分子の夫れが負の符號を持つとすれば (8), 蛙筋では蓼筋より等質部様機構の伸縮の影響が大きく、従つて全體として L. A. K. の値は小さくなると考へられる。

次に實驗3の伸展度を變更した場合の成績から觀ると、L. A. K. の値は 8°C 以上では伸展度の如何に關らず常に負の符號を持つことが推定される。この事實は Meyer の所説に反し、Wöhlich の報告を裏書するものであるが、之からみれば骨骼筋の分子構造はゴム等と異ひ、無伸展時でも長鎖分子が伸された状態にあり、毬狀になつて居ないことが推定される。若し不等質部が高彈性異常を起す如き分子構造を等質部より多分に持つものとすれば、不等質部は元來強い複屈折性を持ち、而もこの複屈折が固有複屈折の他に形態複屈折を持つものであるから (1), 長鎖分子が毬状態でないことと云ふことは容易に首肯されることであらう。又伸展度と L. A. K. の絶對値との關係は、形の上で大體 Wöhlich 等の成績と類似して居る。然し、Wöhlich 等によれば筋を 40% 位引伸すと L. A. K. の符號が正に變ると云つて居るが、吾々の行つた限りでは 40% 位引伸しても尙負の符號を持ち、それ以上引伸すと後伸展が終る頃筋が切れて測定出来なかつたのである。若し Wöhlich 等の實驗が後伸展の終らぬ前に行つたものとすれば、L. A. K. の符號が正だと云ふのは温度變化による後伸展の一時的増減で、眞の L. A. K. の測定には役立たぬ。がそうでなく後伸展が終つた處で測つたとすれば、複屈折の變化等から觀て (1), 蛙筋では伸展度が 40% 位迄は筋の分子構造の配列が漸次規則的になるが、それ以上引伸すと逆に配列が亂れてくる場合があるのを推測するのに充分であるから、崩壊による L. A. K. の變化を示すものと考へられる。本項に附した第3表の成績からみると、伸展殘遺のある筋を加温、減温すると、加温時にのみ著しい短縮を來し、減温時には筋長が殆んど變らぬことが判つた。この事實は温度が高い程伸展殘遺が小さいと云ふ仁木の報告 (9) から考へて、加温する場合短縮が加速されたもので、筋の L. A. K. を求めるとき伸展殘遺の有無を嚴密に考慮しなければならぬことを示すものと考へられる。

次に実験4の成績から同一標本を繰返し加温したり減温したりして伸び縮みを生ぜしめると段々伸び縮みが少なくなることが判る。この事實は極めて興味あることで、金屬等の L. A. K. を測る場合には數回繰返して測定してもその値に殆んど變化が起らぬのに、骨骼筋では Order の相異が起るのであるから、筋の彈性機構は簡単な物理學的解釋だけでは闡明する譯にゆかぬ特殊なものであることが考へられる。勿論加温或は減温による筋長の變化は比較的長時間經なければ完結せぬものであり、従つて加温による分子機構の變化が減温時に迄殘留し、又減温時の變化が加温時に迄及ぶことも考慮に入れなければならない。然し繰返せば繰返す程次第に小さくなり、而もそれが Order で異つてくることの本態は伸縮の殘留のみには歸し難い。従つてこの本態的機構に對しては尙將來の研究に俟たねばならぬが、筋の彈性機構が極めて複雑なものであることを推定するに充分であり、極めて興味ある事實と考へる。

尙剔出後の時間經過の長い標本程 L. A. K. の値が小さく、横紋像が崩壊したと認められる時 L. A. K. の符號が正に變るのは、時間經過が進む程筋が切れ易くなることから考へて、長鎖分子構造が破れ毬狀分子になつたためと考へられる。

最後に実験5の成績から L. A. K. の絶對値が季節的に變動することが判る。この事實は曩に述べた筋を繰返し加温或は減温して L. A. K. を測つた時の値の變動とも相關聯し、筋の彈性が1つの生彈性であることの一面を示すものと考へられるが、物理學的に考へれば、高彈性異常を起す成分が高彈性異常を示さない他の成分と確然と分離したものでなく、分子の在り方で長鎖分子の分子間の Van der Waals の力などによる束縛が少い部分と多い部分があり、その量的割合が季節によつて異なるものと考へられる。

IV. 摘 要

1. 骨骼筋の線膨脹係數 (L. A. K.) を 2, 3 の實驗條件下に求め、筋分子構造に對し 1, 2 の考察を進めた。

2. 全筋、筋纖維束等に就て筋長、溫度曲線を求めると、筋纖維の數が少い場合程、溫度の變化に對する筋長の伸縮が著しかつた。従つて全筋で求めた L. A. K. の値は單一筋纖維のそれを示さない。

3. 蛙の縫匠筋の L. A. K. は蟄のそれより小さかつた。従つて蛙筋の方が高彈性異常を呈するやうな分子構造部分の少いことが推定される。

4. 蟄の縫匠筋の L. A. K. の符號は無伸展時、伸展時を問はず必ず負であり、その値が極大となるのは 5~6% 伸展した場合であつた。従つて骨骼筋の構成分子は無伸展時にも少々伸ばされた状態にあり、内部構造が崩壊せぬ限り、高彈性異常を示さぬ程引伸ばされることはないと考へられる。但し 8°C 以下では L. A. K. の符號が一般に正であつた。

5. 同一標本に就て繰返し L. A. K. を求めると、次第にその値が小さくなり、又剔出標本は剔出後の時間經過につれて L. A. K. の絶對値が小さくなり、筋分光像が見られなくなると

符號が正に變つた。

6. L. A. K. の値は季節的に變化し、1, 2 月頃の値が最大であつた。

7. 5 及び 6 の事實から筋は 1 つの生彈性機構を持ち、無機物の如く簡單に取扱へぬことが判る。

擱筆に際し恩師浦本教授の懇篤なる御校閲を銘謝す。

文 獻

- 1) 秋元新平 (2603) 日本生理誌 8 76
- 2) Hartree, W. & A. V. Hill (西 1920) Phil. Trans. Roy. Soc. 211 153
- 3) Heidenhain, R. (西 1863) Zentralblatt. med. Wiss. 1 545
- 4) 櫻井道仁 (2602) 日本生理誌 7 418
- 5) 木澤 和 (2600) 日本生理誌 5 55
- 6) Meyerstein u. L. Thiry (西 1863) Zeit. ration. Med. 20 45
- 7) Meyer, K. H. & L. E. R. Picken (西 1937) Proc. Roy. Soc. 124 55
- 8) 名取禮二・川上正義 (2603) 日本生理誌 8 67
- 9) 仁木庸次郎 (2602) 日本生理誌 7 663
- 10) Renk, F. u. E. Wöhlisch (西 1940) Pflügers Arch. 243 110
- 11) Roy, Ch. S. (西 1880) J. Physiol. 3 125
- 12) Schmulewitsch, I. (西 1867) Zentralblatt. med. Wiss. 5 81
- 13) Wöhlisch, E. u. H. G. Clamann (西 1931) Z. Biol. 91 399

指趾皮膚血管に於ける寒冷反應の習慣による増進 612.592

京都帝國大學醫學部生理學教室及衛生學教室 (久野寧教授指導)

高 橋 史 郎

Takahasi-sirô

(昭和18年4月10日受付)

I. 本研究の趣旨

人體の手指を氷冷の水を以て冷却する時、其の皮温は一時水温の附近迄下降すれど、數十分に於て自然に著しき上昇を始め、此の上昇一定度に達したる後、再び凡そ舊値に下降し、其の後斯の如き皮膚温の波動狀動搖が不規律ながら週期的の形を以て反復することは Lewis (10) の發見したる事實である。同氏の報告に據れば、此の現象は 15°C 或は 18°C の冷却に於て既に現はれ得るものではあるが、 0°C の水を用ひた場合に於て顯著であつて、甚だしき場合には上昇度 10°C にも及び、之と共に感覺にも著變あり、即ち冷却に従つて起る指の痛感ハ皮膚温の上昇開始と共に消退して漸次快適となり、被験者は此の自覺によりて皮膚温轉換の時點を指摘し得る程であると云ふ。

Lewis は手指の外、足趾、鼻尖、耳朵、頤部等に於ても實驗を試み、何れも(中には輕度の場合もあるが)同様の反應を認めることが出來たが、前膊の皮膚に於ては殆ど之を認め得なかつた。尙同氏(11)は $4.5-7^{\circ}\text{C}$ の気温の戸外に於て、露出せる指に同様の現象の起ること、並に顔面の皮膚は此の條件に於ては反應せず、唯皮膚温 12°C に下降したる耳朵に於て僅かに其の形跡を認めたることを報告した。

Lewis (10) は此の反應の器械學に關しても種々の實驗を試みた結果、一時は同氏の曾て立證したる皮膚に於ける Histamine 様物質の產生を以て之を説明せんとする考に傾いた。即ち寒冷刺激によりて皮膚内に該物質が產生し、之に因り惹起せられたる知覺神經の軸索反射によりて血管の擴張が起り、其の結果皮膚が加温せられると云ふ解釋であつた。然るに此の實驗と殆ど時を同じうして開始された同教室の Grant の動靜脈吻合枝に關する研究が本現象の器械學の説明に有力な根據を與ふることとなり、Lewis (4 参照) 自己も前説を翻して此の現象は主として此の吻合枝の開閉に起因することを認めることとなつた。Grant (3) は先づ家兎の耳の動靜脈吻合枝を形態的並に官能的に研究して、動物の身體の加温されたる時は此の吻合枝は極度に擴張して體温放散の役目を果し、又耳の甚だしく冷却されたる場合にも亦擴張して其の過度の冷却を防止する作用を有することを明かにしたのであつたが、更に Grant and Bland (4) は鶏の趾、人の手指、足趾、手足の諸部、前膊及び下脚其他の皮膚に就て動靜脈吻合枝の分布密度と冷却に對する反應とを併せ研究したる結果、主として (1) 冷却時の上記反應が大體に於て

其の局所に於ける吻合枝發達の度に比例すること、(2) 毛細管も亦冷却時に擴張するけれども其の變化は皮膚溫の動搖とは更に一致せざること、(3) Histamine の皮内注射は皮膚溫を上昇するけれども、其の程度の微弱なること等の事實によりて、冷却時の皮膚溫自然上昇の現象は主として吻合枝の擴張による皮膚血行の増進に起因するとの結論に到達したのである。最近奥田(13)は人の指を冷却して其の容積と皮膚溫との變化を觀察し、指の容積を變化する血管と皮膚溫を變化する血管とは別個のものであつて、即ち前者は毛細管を含む小血管部、後者は恐らく動靜脈吻合枝であると云ふ成績を挙げた。是も亦以上の結論を補證するものである。然しながら此の結論には多少の疑問がないのではない。それは人類の耳朵に於ては未だ動靜脈吻合枝の存在を確實に認めた者が無いのに、冷却に對する皮膚溫の波動的動搖の存在することは上述の如くであるからである。即ち茲に今後の研究を要する問題が残つてゐるのではあるが、少くとも指趾に關する限りに於ては、上述の結論は恐らく不動のものと看做し得るであらう。

抑も動靜脈吻合枝は Hoyer(6)、Grosser(5)の研究によりて其の存在確實となつたものであつて(其の前後に於て多數の報告あり、是等文獻は Clara(1) 及 Clark(2) の纂著に集められてゐる)、名の如く細動脈と細靜脈との間を連絡する小血管枝で、其の形態は必ずしも一樣でないけれども、大體に於て動脈より起始する部は細く、靜脈に流入する部は太く、其の中間部は管壁が厚くて筋纖維が發達し括約筋とも稱すべき状態に在り、即ち充分の收縮力を有することが推定される。即ち平素は此部の緊張性收縮によりて其の血流は杜絶してゐるので、血液は毛細管を流れるのであるが、機に臨んで此枝が擴張すれば大量の血液が茲を通過することとなる(吻合枝の内徑は凡そ $20-70\mu$ で毛細管より遙かに太い)。此の吻合枝は指趾端、爪床、鼻尖等の外、生殖器海綿體部、腎臟被膜、尾閥骨球及び少數ながら硬腦膜にも在り、其の所在の異なるに従つて官能も亦等しからざることが推定せられ、又内には其の官能の奈邊にあるかを假想することさへも困難なものもあるが、少くとも指趾端に於ては前述の如く此の枝が冷却時に擴張し、毛細管血行を犠牲として此の枝内に大量の血液が流れ、其の結果として其の周圍組織が加溫せられて凍傷の危險に對して有力なる防禦効果を現はすものと信ぜられるものである。

實際問題として、寒冷の季節に於ける吾々の手足の溫度竝に寒冷の感覺には甚しき個人差があり、凍傷發生の危險も亦人により一樣ならざるものであつて、之に對して此の吻合枝の官能如何が重要な關係を有することは容易に推定し得る所であるが、是は各人に於ける吻合枝發達の素質的差異に起因するか、將た又生活様式等による吻合枝官能の後天的差異に起因するかと云ふ點は研究を要する興味ある問題である。元來此の吻合枝は胎生期中には存在せず、新産兒に於ても未だ認められず、其後の生活に於て始めて發生するものである (Grant and Bland 4, Grosser 5)。從て其の發生竝に官能に對して生活様式、殊に手足の冷却又は加溫が影響を與へ得るであらうことが想像せられるのである。

著者は以上の如き考按の下に主として指趾皮膚溫の冷却時に見る反應性上昇が、手足の反復

冷却實驗により又は生來手足冷却の習慣によりて増進し得るや否やを檢查した。本編に述べるのは此の研究成績の大要である。

本研究は昭和14年2月を以て完了し、既に其前年大要を報告し(14)、翌年久野(8,9)により稍や詳細に報告されてゐる。其後本邦に於て村上及天野(12)並に飯田(7)の報告が發表せられた。前者は指、趾及耳に於て反應性上昇の事實あることを記録せるに止まるものなれど、後者は其の上昇發生に關する種々の條件に就き觀察を行つてゐる。

II. 實驗方法

本實驗は手又は足を(少數の例に於ては前膊をも)冷水中に長時間浸漬し、其の間の指又は趾の皮膚溫(少數の例に於ては手背又は前膊下端的皮膚溫)の變化(反應性上昇)を測定し、此の操作を一手又は一足に於て連日反復冷却鍛鍊したる後、該手足と對側の手足とに於て皮膚溫の變動に差異を生ずるや否やを檢查したものである。尚ほ生來足部冷却の習慣ある者に就き其の趾溫の反應狀況を觀察した實驗もある。

皮膚溫の測定には總て銅コンスタンタンの單線接合を使用し電位差計を用ひて溫度を計測した。指の實驗では示指と中指、趾に於ては拇趾と第二趾との末節にて兩指趾面の接觸する部の末端に近き部に接合端を挟み、兩指趾を密着し、之を絆創膏を以て纏絡固定した。手背の實驗では其の中央部に、前膊の實驗では其の後面の下端、橈骨莖狀突起の上方3cmの部に、共にアドヒジンを以て接合端を皮膚に密着し其の上を長さ1.5cm、幅0.5cm、深さ0.2cmのセルロイド皿を以て被つた。少數の例では指趾の先端皮膚溫を測定したが、此の場合でも小さきセルロイド皿を以て之を被つた。即ち何れの場合でも接合端は水と直接してゐないこととなる。尚ほ足の實驗に於ては、薄き木綿靴下を穿ち、其の上を薄きゴム膜にて包みたる上冷水中に浸漬した。手の實驗でも多くはゴム膜を用ひたが、中には直接浸漬した場合もある。冷却には氷片を加へた鹽水を使用し、手に在りては腕關節上10cm、足に在りては足關節上25cmの部位迄此の内に浸漬した。

皮膚溫の測定は冷却前より開始し、其の後水中に浸漬したる後實驗終了に至る迄5分間毎に之を反復し、其の間指趾の疼痛及び知覺麻痺等の起る時點を記録した。先づ豫備實驗として10名の被験者に就き、水溫を最低 -14°C 、最高 $+5.8^{\circ}\text{C}$ の間にて種々の高度を用ひて觀察を行つた結果、皮膚溫の下降急速なれど凍傷の危險なく、且つ反應性上昇の現はれ易き溫度を定め本實驗には總て之を用ひることとした。即ちゴム膜を使用した場合の水溫は多くは -2 乃至 -5°C 、裸手の場合は凡そ $+2$ 乃至 $+6^{\circ}\text{C}$ である。前者に於ては時々氷塊及び鹽を追加して攪拌し、後者に於ては別に冷水を充したタンクより之を循環せしめて水溫を一定に維持するに努めたれども、冷却期間中其の溫度の漸昇を避ける事が出来なかつた。

偕、前述の如く本實驗の大半は冷却鍛鍊實驗であるが、之等の實驗に於ては、最初兩足又は兩手を同時に同一の水中に浸漬して兩側に於ける成績を觀察比較し、然る後其の一手又は一足

のみを連日1回(稀には隔日1回、或は1日2回)反復冷却(總回数少きは9回、多きは21回に及ぶ)し、然る後其の次日に於て、又は長日月を經過せる後再び兩側同時冷却を試みて成績が初回のそれと差異あるや否やを檢查した。毎回の冷却持續は多くは50—70分間であつたが、稀には100分に及んだ場合もある。

使用した被験者及び實驗の行はれた部位及び回数は第1表に示す通りである。

第1表 實 驗 表

被 験 者				實驗を行ひたる部位 (數字は實驗回数)		
番 號 (姓)	性	年 齡	職 業	足	手	前 膊
第1號(榎本)	男	30	自由勞働者	21	—	—
第2號(岡川)	男	40	〃	9	10	10
第3號(溝口)	男	30	〃	18	17 (手背 6)	10
第4號(松本)	男	53	〃	20	17	15
第5號(大橋)	男	31	百 姓	20	—	—
第6號(中澤)	男	28	な し	20	—	—
第7號(武田)	男	37	自由勞働者	13	—	—
第8號(小西)	女	7	な し	16	—	—
第9號(坂尾)	女	11	な し	14	—	—
第10號(S.Y.)	男	30	友禪染水洗業	1	—	—
第11號(中田)	男	40	〃	1	—	—
第12號(山本)	男	40	〃	1	—	—

III. 實 驗 成 績

(甲) 足に於ける實驗

本實驗は足部を冷却して趾間の皮膚溫(以下之を趾溫と云ふ)の變化を測定したものであつて、7名の成人(第1表1—7號)と2名の小兒(8—9號)に就て前述の如き冷却鍛鍊實驗を行ひ、更に3名(10—12號)の水洗業者に就て各1回の觀察を行つたものである。

鍛鍊實驗成績は各被験者に於て少からざる差異があつた。其の差異は獨り鍛鍊效果の差のみでなく、第1回の冷却實驗に於ける趾溫變動の狀況が各人同一でない、即ち個性差が認められた。以下成人、小兒及び水洗業者の3項に分けて成績の概要を述べることとする。

(I) 成人に於ける成績

(A) 鍛鍊效果の認められたる例

(i) 被験者第1號の成績

本被験者は第2表に示す如く16日間に合計21回左足冷却(内2回は左右兩足冷却)を行つた

ものである。何れの場合に於ても冷却開始と共に趾温は急に下降し 16—28 分間にして最低となる。反應上昇の起る前の最低温度は 0—8.5°C であつて、此の趾温低下の度及び時間は水の温度の高低により、又冷却前の趾温の如何により差があるのであるが、必ずしも之に關與せず不明の理由により毎實驗少からざる差異がある。趾温は斯の如くして最低となりたる後、自然に上昇に轉ずる、即ち皮膚血管の擴張反應(反應性上昇)が始まるのである。本被験者は第 1 回の冷却實驗より此の反應が充分に認められたが、後述の他の被験者中には此の反應の殆ど全く現れない者もある。即ち個人的差異が著しい。此の上昇は早きは凡そ 10 分、遅きは凡そ 25 分

第 2 表 第 1 號被験者 左足冷却反復 20 回

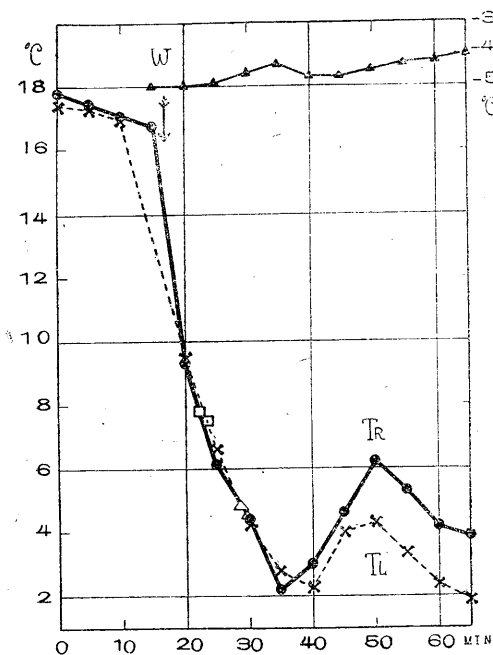
日 附	室 温 (°C)	水 温 (—°C)	冷却持 續時間 (分)	趾 温					趾温上昇反應		
				初 温 (°C)	反應發 現直前 温 (°C)	反應發 現迄の 時間 (分)	疼の起 る時の 温度 (°C)	シビレ 起る時 の温度 (°C)	反應によ る最高温 (°C)	最高と反 應に上 る迄の 時間 (分)	反應に よる上 昇度 (°C)
26/IV	16.8	5.0—4.0	48	右16.8 左16.8	2.2 2.3	19 24	7.8 7.5	4.8 4.5	6.2 4.3	15 15	4.0 2.0
28/〃	17.0	5.0—3.8	58.5	16.3	2.8	28.5	7.6	5.4	9.9	15	7.1
28/〃	17.4	5.0—3.9	58	18.0	3.6	24	7.8	3.7	9.9	15	6.3
29/〃	16.2	6.2—5.2	53	16.6	3.2	29	6.0	3.6	10.3	10	6.9
30/〃	16.7	6.2—5.2	58	16.2	0	33	5.6	0.3	8.6	15	8.6
30/〃	17.1	5.0—3.8	58	20.5	4.9	18	6.0	9.0	10.2	10	5.3
1/V	17.2	6.0—5.2	63	21.0	5.0	23	8.2	6.2	11.1	10	6.1
1/〃	16.8	5.7—4.8	58	20.0	5.4	18	7.9	6.0	8.1	10	2.7
2/〃	17.2	5.0—3.8	53	20.0	8.5	23	9.8		11.4	10	2.9
3/〃	17.6	5.5—4.3	63	18.1	6.6	16	7.5	7.6	8.7	25	3.4
3/〃	18.0	5.0—2.9	68	19.1	5.3	28	7.4	5.2	9.0	10	2.4
4/〃	18.7	5.3—3.5	73	冷却せるも皮温測定せず							
4/〃	18.4	7.0—4.8	68	19.3	2.2	28	6.0	2.6	11.8	15	9.5
6/〃	17.6	5.0—4.0	73	20.3	7.1	23	7.5		15.2	15	8.1
8/〃	19.6	4.8—3.6	73	21.4	7.4	18	7.4		15.4	20	8.0
8/〃	18.6	5.3—3.0	58	19.7	7.0	23	7.3		15.0	15	8.0
9/〃	19.1	5.0—4.0	58	20.0	5.0	23	5.0		13.9	20	8.9
9/〃	18.8	6.0—5.3	53	18.6	3.3	18	5.0		13.4	15	10.1
10/〃	18.7	5.0—3.8	58	18.7	6.0	28	6.2		16.2	15	10.2
11/〃	18.3	3.0—1.0	67	右20.4 左20.4	8.2 8.4	22 22	10.8 8.6		11.6 14.1	9 9	3.4 5.7

(註) 最終實驗に於て終了後左足は發赤あるも右足は稍白色氣味にして回復は左足早し。
又實驗中の疼痛は遙に左足輕し。

にして頂點に達し、それより下降に轉ずる。冷却長時に及ぶ時は一旦下降したる後再び上昇が起り、斯くして不規則ながら波動狀の趾溫變動が見られるのである（第2表には最初の上昇の頂點に達した以後の成績は記載されてゐない）。

緒、冷却反復によりて是等の反應に如何なる影響が現はれたかと云ふに、是は先づ反應性上昇の程度（即ち最低溫より第1回反應上昇の頂點に至る迄の溫度の差）に於て或る程度の變化を認めることが出来る。即ち第2表に示す如く此の上昇度は最初の6回の冷却實驗では相當顯著であつたが（ $5.3-8.6^{\circ}\text{C}$ ）、それに次ぐ4回の冷却では何故か著しく減弱した（ $2.4-3.4^{\circ}\text{C}$ ）。然るに其の次の實驗（冷却第11回）より急に是が増大し、其れ以後は例外なく頗る著明となつた（ $8.0-10.2^{\circ}\text{C}$ ）。此の反應性上昇によりて到達する趾溫の最高度に就て觀るも、第15回以後の實驗に於ては概して高いことが認められる。即ち冷却の反復は其の中途に於て一時反應性上昇を減退せしめた時期があつたけれども、後に至つて之を増進せしめたものと解し得るのである。他の成人被験者に於ては諸實驗の成績は不規則であつて、斯の如き中間の制止現象の有無は明瞭でない。又後述の小兒に於ける成績は遙に規則正しいが、之に於ては全く斯様な制止期は認められぬ（第3及第4表参照）。

第1圖 兩足冷却實驗（鍛鍊前）



被験者第1號 室温 16.8°C

曲線 W は水溫、TR は右側、TL は左側趾溫。
（總ての圖に於て右側を實線、左側を點線を以て表はす）。矢の部に於て足を冷水中に浸す。

曲線上門印は疼痛の發生、△印は其麻痺を意味す。以下諸圖之に同じ。

以上の變化は大體の傾向として認め得るのであるが、何分にも各實驗の成績には不規則の點があり、是が實驗室の溫度、實驗當日の氣象其の他の條件により影響される所少からずと思はれるが、是等の點に關しては充分の觀察をすることが出来なかつた。然しながら冷却鍛鍊が實際效果のあつた事は第1回及び最終回の兩足同時冷却に於ける左右兩趾溫變化の差異によりて一層之を明かにすることが出来る。第1及第2圖に示すのが即ち其の成績である。兩實驗共幸に左右の趾溫は冷却前同高であつて、即ち兩足の實驗前の條件の凡そ同一なることを示してゐる。而して第1圖に於ては冷却の開始された後左右共殆ど同時に趾溫が下降し、之に次で起つた反應性上昇は右足（圖中實線）に於て稍や著明である。然るに左足鍛鍊後の第2圖では左足（點線）に於て反應が遙かに顯著となつてゐる。又左趾溫の反應は第1圖に比し著しく増強してゐる

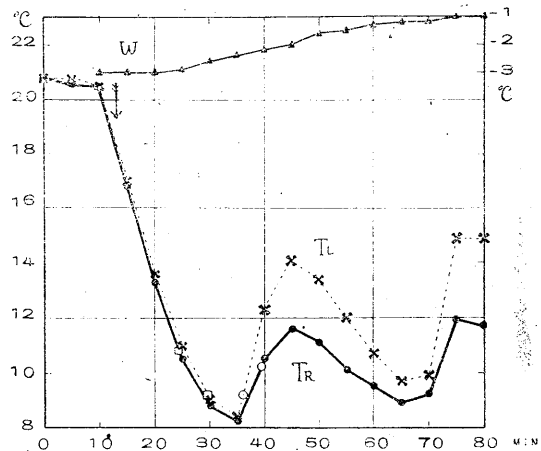
關係も亦此の圖に就て認めることが出来る。

冷却中足部殊に趾端に起る感覺の上にも鍛鍊効果が認められる。何れの實驗に於ても趾温が低下して凡そ $6-10^{\circ}\text{C}$ となる頃、趾端には劇しき疼痛が起るものであるが、冷却の其の後の進行と共に此の痛は多くは消退する。然し其の消退には2種ある。其の一は趾温の一層低下する場合に起る消退で是は恐らく神經麻痺に原因するもので、其の感覺も「しびれ」様のものである。其の二は之と反對に趾温の反應性上昇と共に起る疼痛緩解で、是は疼痛の原因たる冷却の除かれた快適感である。鍛鍊効果としては第1の場合が少くなり第2の場合が多くなることが理論上推定せられ、又それが事實としても認められるのであるが、それのみならず疼痛の程度が遙かに輕減するのである。此の事實は第2表の最後の例の如く、長期鍛鍊の後兩足を同時に冷却する實驗に於て殊に著しく自覺される、即ち鍛鍊足に於ては其の趾温の變化は對照足と同一であるのに、疼痛の發現が遅く且つ其の度が遙かに輕いのである。以上の外に鍛鍊足に於ては冷却終了後に於ける發赤が對側の足に比し遙かに著しいことが認められた。是は他の被驗者に於ても必發の現象である。

(ii) 被驗者第2號の成績

本被驗者も前者と同じく本來趾温の反應性上昇の相當著明な者であつて、而かも7回の冷却によりて既に相當の鍛鍊効果を認め得た。即ち其の右足を連日7回約1時間づつ冷却したる翌日、兩側を同時に冷却した結果、第3圖に示すが如き成績を得た。本圖の示す如く右趾温は左趾温に比し冷却による下降が少く、反應性上昇が顯著である。加之疼痛の起る溫度が左足より

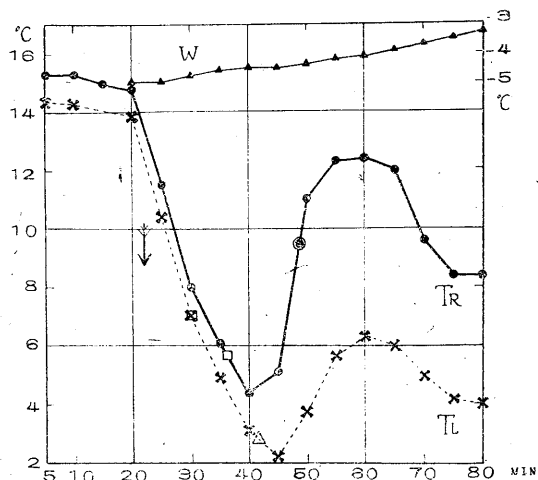
第2圖 兩足冷却實驗(左足鍛鍊後)



被驗者第1號 室温 18.3°C

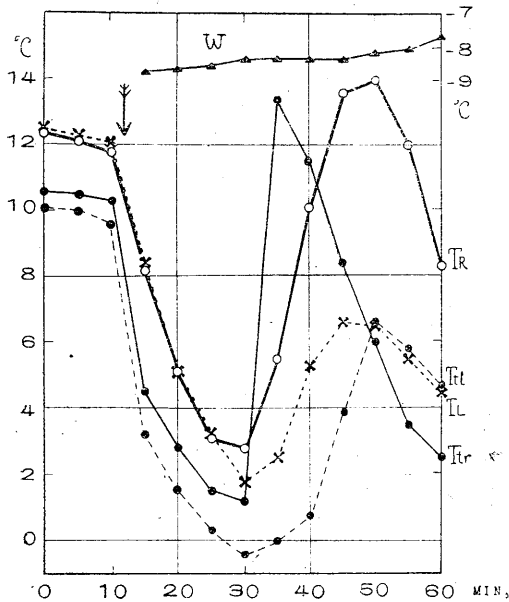
諸記號前圖に同じ。但し曲線上○印は疼痛の緩解を意味す。

第3圖 兩足冷却實驗(右足鍛鍊後)



被驗者第2號 室温 13.8°C

第4圖 兩足冷却實驗(第3圖鍛鍊實驗の後約1個年を経たる後の實驗)



被験者第2號 室温 8°C

Ttr は右側, Ttl は左側趾尖端の皮温.

其他の記號は第1圖に同じ.

も明かに低い. 又左足では更に冷却の結果麻痺が起つたけれども, 右足ではそれが起らず, 趾温上昇と共に疼痛が解消した.

以上の實驗は昭和13年3月に行はれたものであるが, 其の後全く中絶して翌年2月に至り再び同様の冷却實驗を行つた處, 依然として鍛鍊足の反應の顯著なることが認められた. 短期間の鍛鍊が斯の如く長時日に亘り維持されてゐたことは全く吾人の豫想を超越する驚異的事實であつたが, 次に述べる第3號被験者に於ても亦同様の事實が認められた.

第4圖に示すは翌年の實驗例である.

此の實驗は他の實驗例と少しく異なる所がある. それは趾の温度の測定を恒例の如く趾間に於て行ひたる外, 更に第3趾

の趾端(其の最尖端)の皮膚温をも同時に測定したことである. 其の成績を觀るに後者は前者よりも温度が低いのであるが, 其の變動は大體に於て兩者一致し, 鍛鍊足たる右足に於て反應性上昇が遙かに著しい. 然し茲に注意すべきことは趾端皮膚温は始め趾間温よりも低位にあるけれども, 反應性上昇の頂點は兩者殆ど同一であつて, 即ち上昇度が前者に於て大であることである. Lewis(10), Grant and Bland(4)は指の尖端, 爪床部, 中節掌面及び中節背面にて同時に皮膚温を測定し, 反應性上昇の度が尖端に於て最も著しく以下順次に減することを認め, Grant and Blandは掌面の諸點に於て之に類する差あることを認め, 共にそれが動靜脈吻合枝發達の度に比例してゐると述べてゐる. 本實驗の成績も亦之に一致してゐる.

(iii) 被験者第3號の成績

本被験者は稍異常の體質者にして, 時々突發的な皮膚温の自然上昇を起す性がある(之に關しては手の實驗の部に述べる). 冷却鍛鍊は左足に行はれ, 3月末より4月初旬迄15日間に17回の實驗が試みられた. 何分にも右の異常體質のため冷却前の趾温は或時は約18°C, 或時は34°Cの如く甚しき變動があり, 従て各實驗の成績も不規則であつて, 反應性上昇の程度には殊に著しき變化があり, 鍛鍊效果の判斷が困難であつたが, 左足を17回冷却した後兩足を同時に冷却した實驗に於ては, 冷却中明かに左趾温が右趾温よりも高く, 且其の反應性上昇の結果左は13.8°Cに, 右は10.1°Cに昇り, 即ち著しき差が認められた. 尙ほ冷却中疼痛が左足に

於て著しく軽度なりしことも前被験者と同様であつた。

尙ほ此の被験者は同年12月(即ち鍛鍊實驗後9ヶ月)に於て更に1回の兩足冷却實驗が行はれたが、其の成績は大體に於て前回と同様であつて、即ち前被験者と同じく此の長期間鍛鍊效果の存續してゐたことが認められた。

(B) 鍛鍊效果不明の例

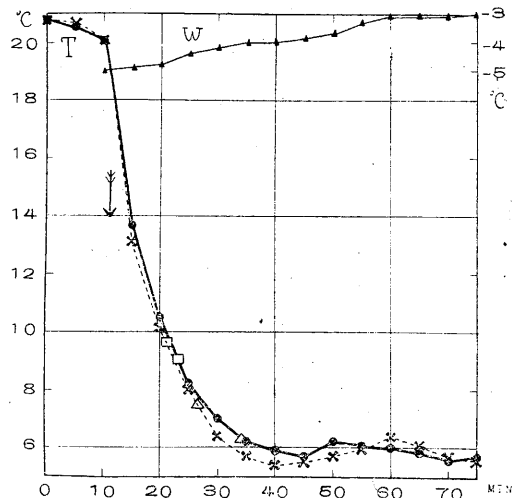
(i) 被験者第4號の成績

本被験者は壯年より約20年間軍艦生活をなし其の間殆ど靴を脱すること稀であつたと云ふ53歳の男子である。冷却時の趾溫の變化は前3者と大に異なり反應性上昇が全く缺如するか或は起つても極めて僅微に過ぎない。従つて趾溫の低下は著しく、往々それが 0°C に下りて凍傷の危險があつた。

本被験者には20回の足部冷却實驗を行つたが、鍛鍊效果は明瞭でなかつた。併しながら僅微ながら其の影響と認められる點もある。第5圖は右足に對し連日1—2回づつ合計11回の冷却を行つた後、對照たる左足と共に冷却した實驗の成績であるが、兩足趾溫の低下狀況には著しい差異が無く、唯疼痛及び麻痺の起る時點が鍛鍊足に於て遅いと云ふ點に於てのみ僅かに鍛鍊效果が認められるに過ぎない。第6圖はそれより更に6回の冷却を反復した後の同様の實驗成績であるが、本圖に於ては概して鍛鍊足の趾溫が高く且つ僅かながら反應性上昇の跡が認められる。疼痛等の感覺の差は前圖と同様である。

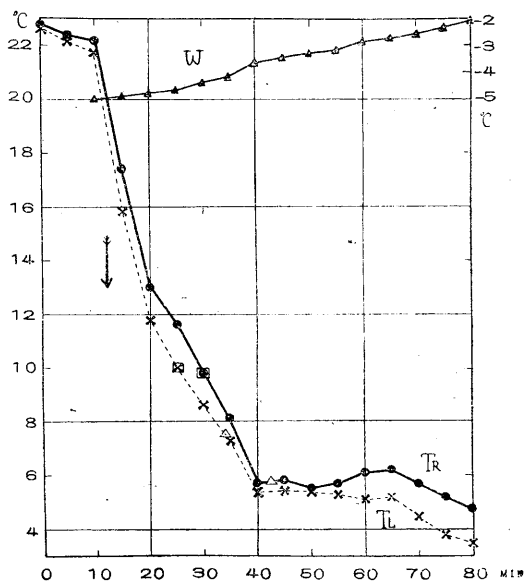
是等の成績から觀れば、本被験者に於ては鍛鍊效果が全然無いとは云ひ得ないが、それが僅微に過ぎないのである。併

第5圖 兩足冷却實驗(右足鍛鍊中)



被験者第4號 室温 14.0°C

第6圖 兩足冷却實驗(右足鍛鍊後)



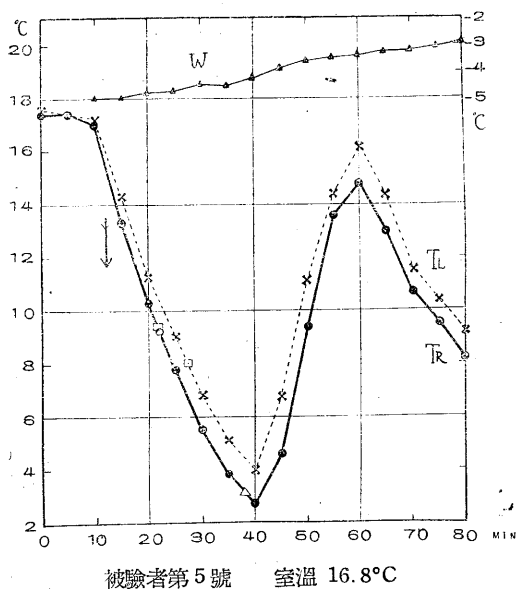
被験者第4號 室温 14.5°C

しながら冷却時の感覺、即ち苦痛は鍛鍊により非常に輕減されたと云つてゐた。尙ほ本被験者に於ても10個月の後に同様の實驗を行ひ、此の程度の効果が依然として維持されてゐることが認められた。

(ii) 被験者第5號の成績

本被験者は、冷却時の趾溫反應性上昇が生來頗る顯著なる點で前者と全く相反する者であるが、鍛鍊の効果が甚だ僅微なる點に於ては相似てゐる。本例は被験者の左足を11日間に19回

第7圖 兩足冷却實驗(左足鍛鍊後)



冷却したものであるが、此の鍛鍊實驗を終つた次日、兩足を同時に冷却した成績は第7圖に示す如くである。即ち反應性上昇は誠に顯著であるけれどもそれは兩足に於て同様であり、唯僅かに鍛鍊足の趾溫が少しく高位にあるだけであり、假りに之が鍛鍊効果であるとしても甚だ輕微と云はねばならぬ。但し本被験者に於ても冷却時の足痛は鍛鍊足に於て著しく輕度なることが感ぜられた。

(iii) 被験者第6號及第7號の成績

此の2人の被験者中第6號には19日間に20回の冷却實驗を、又第7號には13日間に13回の實驗を行つたが、兩者共趾溫

の變動に於ては殆ど全く鍛鍊効果と見るべきものを現はさなかつた。第6號は冷却中の趾溫の反應性上昇が弱き點に於て被験者第4號に類似し、第7號は始より相當顯著なる反應が認められ、即ち第5號被験者に類する素質の人であつた。

但し兩者共冷却の反復と共に其の疼痛の輕減することは明瞭に之を自覺する事が出來た。

(II) 小兒に於ける成績

本實驗は被験者の忍耐を必要とするものであるから、之を小兒に就て行ふには少からざる困難がある。即ち多數の小兒に之を試みたれども完成し得たのは2例に過ぎない(第1表の8及9號)。此の2名の小兒に於ける成績には前述の成人の成績に比し色々相違の點が認められた。今概括的に云へば、(1)小兒に於ては趾溫が成人のそれに比して常に高い(第2表と第3表とを比較すれば其の差が明かである。此の兩表の實驗は凡そ同一季節に行はれた)。 (2)冷却による趾溫の下降する度(即ち最低度)が成人のそれよりも高い。従つて疼痛は殆ど起らぬ。 (3)反應性上昇は成人中顯著なる者と比較すれば遙かに輕度である。 (4)一般に各實驗の成績が成人に於ける如く動搖せぬ。 (5)冷却反復による鍛鍊効果も規則正しい。今兩被験者の成績を挙げ

れば次の如くである。

(i) 被験者第8號(7歳)の成績

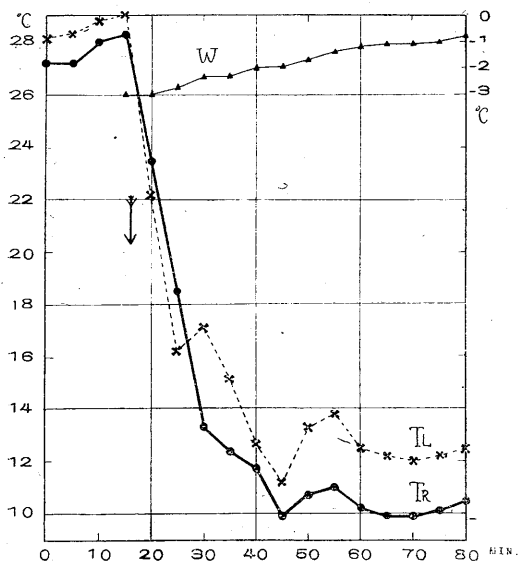
本被験者には13回の左足冷却と、其の途中及び其の後に3回の兩足冷却實驗が行はれた。其の概要は第3表に示す如くである。本表に依れば冷却前の趾温は最低 26.4°C, 最高 34.2°C であつて、冷却に依る最低度は最低 8.2°C, 最高 12.8°C である。即ち上述の如く成人のそれよりも著しく高い。反應性上昇は概して極めて軽度である。

第3表 第8號被験者 左足冷却反復13回

日 附	室 温 (°C)	水 温 (-°C)	冷却持 續時間 (分)	趾 温		趾 温 上 昇 反 應	
				初 温 (°C)	反應發現 直 前 温 (°C)	反應による 最高温 (°C)	反應による 上昇度 (°C)
29/IV	13.7	1.0—+1.3	59	34.3	12.8	—	—
30/〃	16.2	3.3—2.4	63	30.6	10.0	—	—
1/V	15.2	3.3—1.9	58	29.6	10.4	12.3	1.9
2/〃	13.3	3.2—1.8	58	32.1	11.8	12.8	1.0
3/〃	16.4	2.7—1.2	58	28.4	10.2	11.7	1.5
4/〃	17.5	3.0—1.7	58	32.0	10.3	12.0	1.7
5/〃	17.4	3.0—1.4	63	29.7	10.4	12.1	1.7
6/〃	17.8	2.2—0.4	63 {	右 32.7 左 26.5	9.4 9.7	12.4 12.6	3.0 2.9
8/〃	17.6	3.0—1.0	58	32.5	9.7	10.9	1.2
9/〃	18.1	3.0—1.4	63	32.8	9.4	10.6	1.2
10/〃	18.0	3.0—1.0	58	31.0	8.2	9.8	1.6
11/〃	17.6	2.5—0.7	82	33.0	9.1	11.2	2.1
12/〃	16.2	2.0—1.0	55	32.1	10.4	13.4	3.0
13/〃	16.2	3.2—1.7	58	32.8	10.4	17.2	6.8
14/〃	16.0	3.0—1.2	61 {	右 31.1 左 27.5	10.0 11.6	13.8 16.2	3.8 4.6
16/〃	16.7	3.0—0.8	63 {	右 28.3 左 29.0	9.9 11.2	11.0 13.8	1.1 2.6

冷却鍛鍊の効果は先づ軽度ながら反應性上昇の増加により之を認めることが出来る。即ち第1回より11回迄の冷却實驗では、是が一般に輕微(1.0—1.9°C)であつたが、其れ以後の實驗では増進(2.1—6.8°C)の傾向が認められる。次に兩足同時冷却の成績は、第8回の冷却實驗の時は左右殆ど全く差がなかつたが、最後に行はれた2回の實驗では共に鍛鍊された左足の趾温が冷却中右足のそれよりも高位に在り、且つ反應性上昇も著しい。第8圖に示すは最終回の實驗

第 8 圖 兩足冷却實驗(左足鍛鍊後)



被験者第 8 號(小兒) 室温 16.7°C

成績である。即ち本被験者に於ては軽度ではあるが冷却凡そ 12 回の頃より鍛錬効果が現はれたものと認むべきである。

(ii) 被験者第 9 號(11歳)の成績

本被験者は最初 2 回及び最後 1 回の兩足冷却と其間 11 回の右足冷却實驗が行はれた。第 4 表は其の成績の要點を示す。

本被験者は前者に比し最初より反應性上昇が少々高度であつたが、最初の 10 回の冷却實驗では著しき變化が無く其以後明かに増加した。第 9 圖は最後の兩足冷却實驗の成績であるが、其の冷却中左足趾温が概して高く、且つ反應性上昇度の顯著なることが認められる。即ち本被験

第 4 表 第 9 號被験者 右足冷却反復 11 回

日 附	室 温 (°C)	水 温 (—°C)	冷却持 續時間 (分)	趾 温		趾 温 上 升 反 應	
				初 温 (°C)	反應發現 直 前 温 (°C)	反應による 最高温 (°C)	反應による 上昇度 (°C)
13/V	21.5	7.0—4.0	66	右 33.3 左 34.5	10.0 11.8	13.3 15.6	3.3 3.8
14/ "	21.0	5.0—3.0	57	右 28.4 左 26.4	10.7 8.2	13.7 12.2	3.0 4.0
15/ "	21.0	5.2—3.5	59.5	31.0	9.9	12.4	2.5
17/ "	20.5	5.1—2.8	73	26.3	8.7	14.2	5.5
19/ "	23.0	4.5—3.0	54	31.5	9.4	11.6	2.4
21/ "	22.0	5.3—2.8	59.5	23.7	9.3	12.8	3.5
23/ "	21.5	4.5—1.8	56.5	28.6	9.1	11.9	2.8
24/ "	21.0	4.0—2.8	63	29.4	9.5	13.3	3.8
26/ "	22.5	5.1—3.2	68.5	31.1	10.1	16.1	6.0
27/ "	22.5	5.0—3.7	68.5	29.7	8.3	15.3	7.0
29/ "	24.0	5.2—3.0	65.5	31.8	9.8	16.0	6.2
31/ "	25.0	6.0—3.3	54	右 33.2 左 31.4	10.3 9.3	17.5 13.7	7.2 4.4

(註) 18/V, 20/V の兩日は冷却實驗行ふも皮温測定せず。

者も第 11 回の冷却時より鍛錬効果が現はれたと認めることが出来る。

以上の如く小兒に於ける實驗は例數の少きことを遺憾とするが、此の 2 人に於て共に鍛錬効果が認められ、且つそれが兩者凡そ同様に規則正しく現はれてゐることは注目に値する。

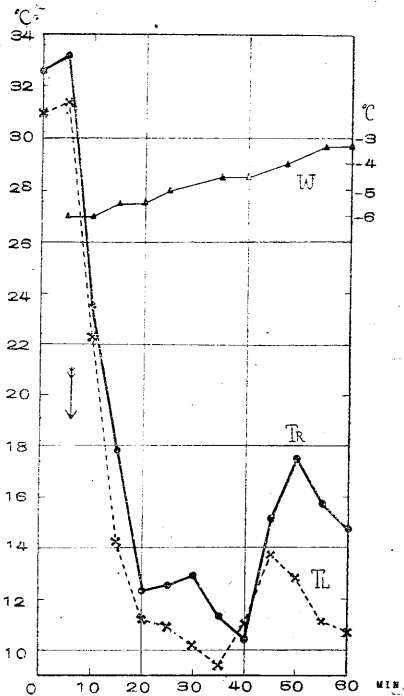
(III) 友禪染水洗業者に於ける成績

以上の諸實驗成績によりて冷却中の趾溫の反應性上昇は成人の間には著しき個人差があること、竝にそれが一部の被驗者に於ては鍛錬によりて増進することを知ることが出来た。茲に於て考へられるのは其の個人差は或は其の生來の生活法、即ち主として足部を冷却する習慣の有無に原因するのでは無からうかと云ふことである。そこで足部冷却の習慣ある人に於ける實驗が最も興味あることとなつた。京都の桂川、鴨川等に於て嚴冬の季節中下脚を水中に没して友禪染を洗ふ業者は恐らく此の目的に最も適する者と思はれたので、此の業者中多年従業せる 3 名の被驗者を得て、其の兩足を同時に冷却する實驗を試みた。第 10 圖は約 10 ケ年此の業に従事した第 10 號被驗者の成績である。

兩足趾溫の冷水中に於ける最初の下降狀況は前掲の諸圖と大差無きもので、兩側共約 17 分間の後 6°C 内外迄下降したが、それに次いで起つた反應性上昇は頗る顯著であつて、10 分間にして兩側共最高 16°C に達し、即ち冷却前の趾溫 (兩側共 14.5°C) を超ゆること 1.5°C となつた。其の後波動狀の動搖あり、再び低下したけれども其の低下の度少きこと (兩側共 8°C 内外) が認められる。

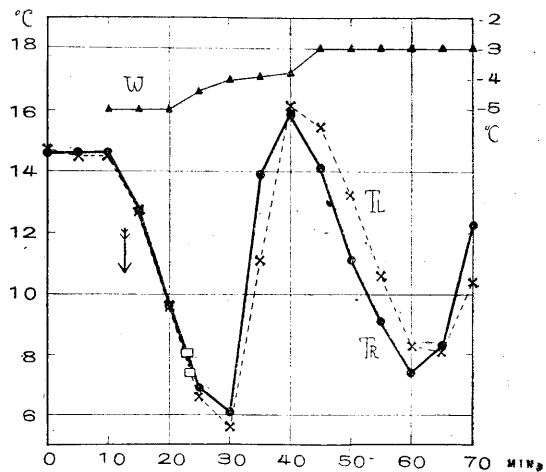
第 11 圖に示すは従業約 20 ケ年に及ぶ第 11 號被驗者に於ける同様の實驗成績であつて、是は一層刮目に値する驚異的の成績である。即ち兩足の趾溫は冷却前 15°C 内外であつたものが冷

第 9 圖 兩足冷却實驗 (右足鍛錬後)



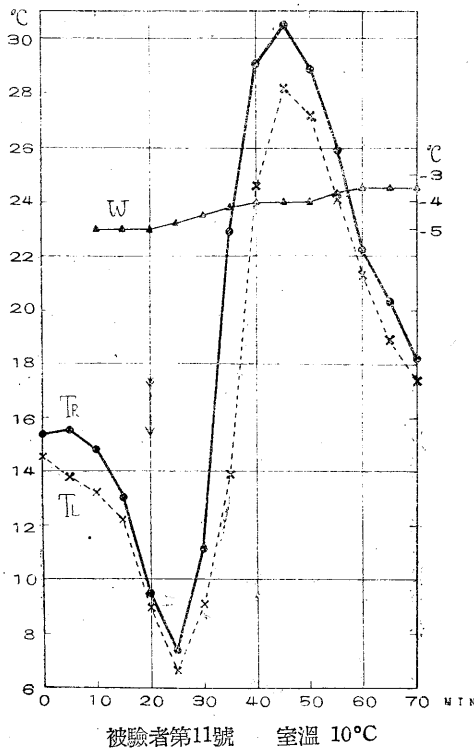
被驗者第 9 號 (小兒) 室温 25.0°C

第 10 圖 水洗業者の兩足冷却實驗



被驗者第 10 號 室温 11.5°C

第 11 圖 水洗業者の兩足冷却實驗



水に浸した後約 15 分にして 7°C 内外まで下降したけれども、其の後奔騰的に上昇して 20 分の後には左は 28°C 餘、右は實に 30.5°C となつた。それより漸次下降したが、遺憾ながら其の下降の限度を測定しなかつたけれども、其の曲線の経過より觀て恐らく冷却前の趾温迄は下降せざることが推定せられる。即ち本被験者は -4°C 内外の氷冷の水中に足を浸しながら、其の趾温は足の空中に在りし場合よりも遙かに高位に在ることとなるのである。

此の事實は被験者の自覺よりも亦之を肯定することが出来た。即ち第 10 圖の被験者は冷水中浸漬後約 10 分に於て趾に軽度の痛みを感じたけれども、趾温の上昇を始めた頃より此の感は全く消失して以後何等の冷感なく、又第 11 圖の被験者は冷水中に在つて何等の冷感

無く、却て足に溫暖の快感ありと訴へた。

第 12 號の被験者は同じく 20 年以上此の業に従事した者であるが、其の成績は前 2 者の如く顯著で無かつた。即ち最初空中に於ける趾温は左右共 17°C 内外、-5°C の水中に足を浸した後、徐々に下降して 35 分の後に 1°C 内外に迄も下降し、それより上昇して最高 12°C となつた。即ち其の反應性上昇は期待の如く大でなかつたけれども、普通人に比すれば顯著と云ふことが出来る。

(乙) 手に於ける實驗

手の冷却實驗は 3 名の被験者に就てのみ行つた (第 1 表参照)。其の成績は個人的に著差あり、更に多數の實驗を行はざれば概括的の結論を得難き状態に在るけれども、其の成績の要點を擧ぐれば次の如くである。

(i) 被験者第 4 號の成績

本被験者には前述の足に於ける場合と同様にゴム膜を用ひて手を反復 (17 回) 冷却し指温 (示指と中指との末節間の温度) の變化を測定する實驗が行はれた。冷却に使用した水温は -6°C - -1.5°C であつて是も亦足の實驗に於けると大差がなかつた。冷却開始後指温は直ちに下降し 20 分以内にて最低となる。此の下降速度は足に於ける場合よりも稍々急な傾向があるけれども、其の最低度は 5-10°C であつて (1 回のみ 1.5°C に下降)、概して趾温に比し稍々高位

に在る。

偕て斯の如く下降した指溫の其の後の経過は毎同一様で無いが、概して云へば、此の最低溫が凡そ 8°C 以上の場合には、其の後の冷却中著しき變化無きか又は極めて輕度の反應性上昇が認められるに過ぎないけれども、それよりも一層低下した時は必ず相當の反應性上昇が現はれた。此の被驗者は右手のみ反復冷却されたのであつたが、此の手の指溫は冷却の反復と共に此の反應の輕度ながら増進することが認められた。

後述の如く本被驗者は此の實驗を終つた後2ヶ月を経て同じく右側の前膊以下手を冷水中に浸す實驗が15回反復せられた。即ち右手としては茲に再び鍛鍊が反復せられたことになる。其の實驗の最後に於て左右の前膊以下手を同時に水中に浸し其の指溫と前膊溫との變動が觀察せられた。後に掲ぐる第14圖が即ち其の實驗の成績である。此の圖の内、指溫の曲線を觀るに、其の冷却による下降が右手では 6.1°C に止まり、左手では 3.8°C に達し、反應性上昇の頂點は右手 8.8°C 、左手 7.0°C であるから、明かなる差異があり、鍛鍊効果が相當著明と看做すべきである。

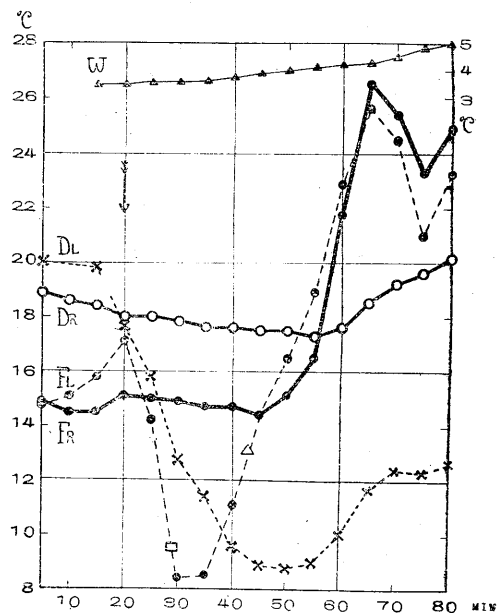
尙は是等鍛鍊實驗の後、寒冷の日に於て右手は左手に比し常に溫暖の感があり、就眠時床中に於ても亦之が著明に感ぜられた。

茲に注意すべきことは、(1) 本被驗者の趾溫に於ては反應性上昇が殆ど全く現はれなかつたのに(第5及第6圖)、指溫に於ては上述の如く相當現はれたこと、並に(2) 冷却鍛鍊の効果は足に於て不明又は輕微であつて、手に於てはそれよりも著明に認められたことである。前述の如く本被驗者は多年靴を穿ち、足部冷却の習慣少き者であつて、此の事が此の手足の差の原因として意味あることであるやにも思はれるが、反應性上昇が手に於て足に於けるよりも著しき傾向は、次に述べる2名の被驗者に於ても亦認められた。

(ii) 被驗者第3號の成績

既に足の實驗の部に於て述べた如く、本被驗者は時々認むべき原因無くして、指趾の溫度に一過性上昇を呈する癖がある。殊に此の現象は指に於て著明であつて、且つそれが或は一手のみ起り、或は

第12圖 左手冷却實驗



被驗者第3號 室溫 9.8°C

FR は右側, FL は左側指溫

DR は右側, DL は左側手背皮溫

兩手同時に現はれ一定しない。第12圖(左手を13回反復冷却した後の左手冷却實驗)は兩側同様に上昇の現はれた場合の例である。此の實驗では左手を冷却し兩手指溫と、兩手手背中央部の皮溫とを同時に測定した。左手の指溫並に手背溫は冷却により著しく下降したが、指溫に反應性上昇が現はれ始めてより10分餘にて、對側指溫に突發的上昇が起り、冷却手指溫も之に一致し、兩者相携へて著しき上昇を示し、兩側手背の皮溫も之と共に輕度ながら上昇を示してゐる。即ち兩手に協同に此の現象が現はれたのである。被驗者は此の際全身に熱感あり、精神興奮の状態にて發汗の氣味あり、又實際右手掌には發汗を認めることが出來た。他の2回の實驗に於て、1回は右指溫に、1回は左指溫にのみ之と同様の突發的上昇が現はれたが、此の2回共對側の指溫には之に伴ふ變化を見ることが出來なかつた。即ち此の現象は片側に限局する場合もあるのである。此の現象は恐らく皮膚血行の一過性増進に因るものであつて、本編の問題とは直接の關係無き事柄であるが、偶發の所見として茲に其の事實を記録したのである。

諸て本被驗者の冷却實驗は左手に於て連日17回に亘り行はれた。指溫の反應性上昇は始めより之を認めることが出來たけれども、毎回の成績が一致せず、頗る不規則であつたが、大體の傾向として、指溫が凡そ 8°C 以下に達した時は必ずそれが現はれた。而して此の反應が冷却の回を重ねると共に其の度を加へ、遂には反應性上昇の結果指溫が冷却前の高度以上となる場合が多くなつた。即ち鍛鍊は效果のあつたものと認められたのである。又此の鍛鍊後長期に亘り左手に常に溫暖の感が自覺せられた點も前例に於けると同様であつた。

是等指溫に於ける成績を同被驗者の趾溫成績と比較すれば、反應性上昇の存在、毎回の成績の動搖、並に鍛鍊效果の認められた點は同様であるが、指溫の反應性上昇の度は趾溫のそれに比して一般に一層顯著であつた。

尙ほ本被驗者に於ては左手鍛鍊實驗の經過中6回の實驗に於て左右手背中央部の皮膚溫が測定せられたが、冷却手の此の皮膚溫は冷却當初指溫よりも稍々緩徐に下降し、凡そ $6-7^{\circ}\text{C}$ の高位に至りて停止し、冷却の回を重ねるも更に反應性上昇を認めることが出來なかつた。第12圖に手背溫の曲線が示されてゐる。此の曲線の實驗後期に於ける上昇の理由は前述の通りであつて、是は普通の反應性上昇ではない。

(iii) 被驗者第2號の成績

本被驗者は指溫と共に腕部皮膚溫をも測定し、前膊以下を冷却したるを以て、上述諸實驗と異なり、手部をゴム膜を以て包むことなく、全部裸出のまま水中に浸した。従つて水溫は $2-6^{\circ}\text{C}$ (多くは $3-4^{\circ}\text{C}$)としたものである。冷却皮面大なる爲被驗者は寒冷を感ずること著しく時々寒戰が起つた。

本被驗者の指溫には當初より著しき反應性上昇が認められ、上昇の極點に於ては、それが冷却前の指溫と殆ど同高度となつた。冷却中或は著しき波動狀の動搖あり、或は一旦上昇の後は比較的高度に止まり、輕度の波動を示した場合もあつた。右手は連日冷却し10回に及んだが、

第7回の實驗に於ては反應性上昇甚しく、冷却前の指溫を超ゆること 6°C に及んだが、第8回以後再び舊態に歸り、結局鍛鍊效果は明に認めることが出来なかつた。即ち此の例は前述足部冷却の部に於ける第5號被験者に於けると同じく生來顯著なる反應性があつて、鍛鍊の效果は認め難き種類に屬するものである。

第13圖に示すは第4回右手(前膊を含む)冷却實驗の成績であつて、右の指溫は上述の如く著しき反應性上昇を呈してゐる。圖中 AR は右, AL は左の前膊皮溫を示すもので、前者は冷却により下降してゐる。之に關しては次項に述べることとする。

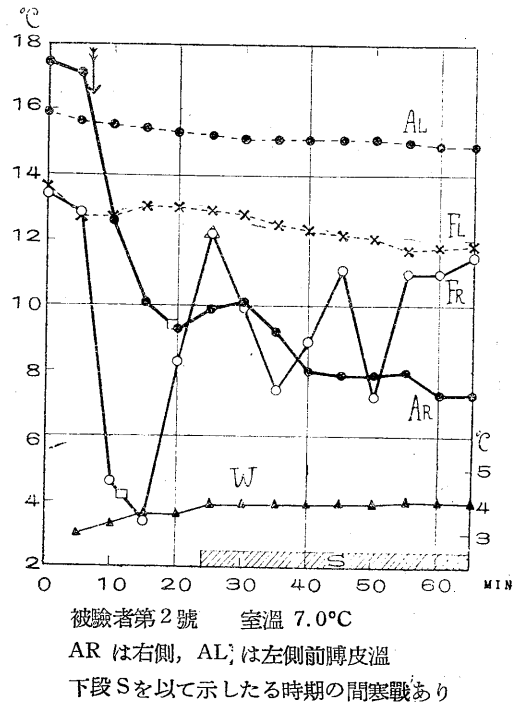
本被験者の足部冷却(前述)と手部冷却とは其の様式に差異あること前述の通りであるから、指溫と趾溫との反應の強弱を比較すること困難であるが、兩者共に冷却中著明な反應性上昇を呈する點に於ては同様である(第3, 4圖及13圖参照)。唯趾溫に於ては冷却鍛鍊效果の現はれざりし以前には反應性上昇が指溫のそれに比し稍々劣るやに思はれる。

(丙) 前膊に於ける實驗

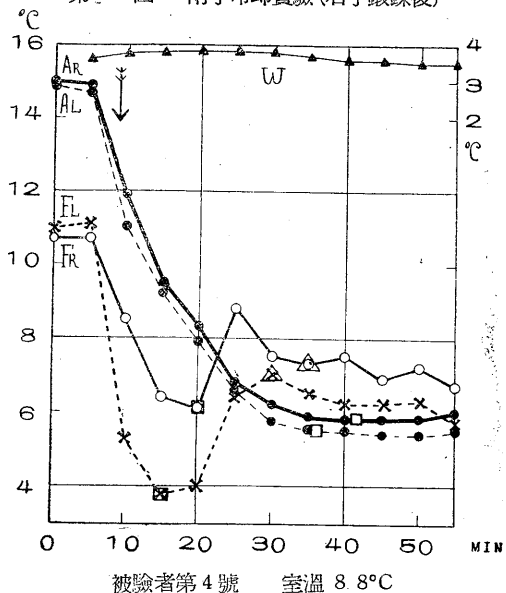
前膊の冷却實驗は第2, 3 及び4號の3人の被験者に就て行ひ前述の如く裸出のまま冷水に之を浸し、前膊皮膚溫を測定したが、時々指溫をも同時に測定した。前膊皮膚溫は何れの場合に於ても指溫より高く、凡そ $7-10^{\circ}\text{C}$ の室温下に於て凡そ $16-21^{\circ}\text{C}$ の間を示し、 $2-6^{\circ}\text{C}$ の冷水に浸した後下降して最低凡そ $6-8^{\circ}\text{C}$ となつたが其の経過には被験者により稍々相違の點がある。

第4號被験者に於ては前膊皮溫は常に漸落の一途を辿りて何等反應性上昇の形

第13圖 左手冷却實驗



第14圖 兩手冷却實驗(右手鍛鍊後)



跡が無く、又 15 回の反復冷却に拘らず鍛鍊効果と認むべきものが無かつた。第 14 圖に示すは右前膊以下を 14 日間毎日冷却した後、左右兩前膊以下を同時に冷却した實驗の成績である。即ち左右兩前膊の経過には殆ど差異が認められぬ。此の實驗に於ては左右の指温をも同時に測定したが之には鍛鍊効果が現はれてゐる。此の點は手の實驗の項に於て既に述べた通りである。

第 3 號被驗者の成績も大體に於て之と同様であつた。但し前膊皮温は前者よりも稍々高く (19—27°C)，冷却により 6°C 内外に下降し、其の後 40—50 分間大體其の位置に止まつたが、時として軽度の一過性上昇が認められた。しかし此の上昇は 1°C 以内であつて果して反應性上昇と認むべきや疑はしき程度のものであつた。

第 2 號被驗者に於ける前膊皮温の経過は第 13 圖に就て見得る如く、下降の途中に於て軽度ながら明かに一過性の上昇を呈した。此の特徴は本被驗者に行はれた 10 回の實驗に於て例外なく認められた事實であつて、何れの場合でも冷却開始後凡そ 15 分に於て開始し、凡そ 20 分を以て経過してゐる。此の上昇の度は必ずしも一樣でないが是亦各例大差がない。第 13 圖は凡そ其の中等の例である。此の被驗者に於ても鍛鍊効果と認むべきものは現はれず、即ち冷却の回を重ねても此の一過性上昇に増進の跡無く、對側前膊の冷却實驗成績と比較しても著しき差が無かつた。

IV. 考 按

(I) 指趾冷却時皮温の變動、殊に其の反應性上昇の概観

上述諸實驗の示すが如く、人體の手足を冷水中に浸すときは其の指趾の表面温度は急に下降し、水温を超ゆること數度の高度に達し、然る後多くは自然に上昇に轉じ、其の後 30 分内外を週期とする波動的動搖を呈する。是は Lewis (10) の報告以來周知の事實であつて、本編の實驗は此の事實の承認上特に追加すべき程の所見を持たぬけれども、唯皮温の下降度並に反應性上昇の程度には人により場合により少からざる差異が認められた。先づ之に就き次の如く考按することが出来る。

冷水中に在る指趾の皮膚は外面よりは水により冷却せられ、内部の血管よりは血液により加温せられる。水中に浸漬せられた當初は外面への放熱量が内部よりの加熱量よりも遙に大であるから、皮膚温は急速に低下するけれども、其の低下と共に前者は漸減し、後者は漸増するから、低下の速度は次第に衰へ、兩者平均するに至つて遂に停止することとなる。従つて諸實驗に於て假に水の冷却度が同一であつたとすれば、皮膚の最低温は其の皮膚の血行速度如何によりて差を生すべき筈である。

今前述の諸實驗例に於て、成人と小兒との間には趾温の下降度に著しき差が認められた。即ち成人に於ては最低 1°C 迄も下降する場合があるが、小兒に於ては最も甚しき場合でも 10°C 以下となることが無かつた。是は畢竟小兒の皮膚の血行の旺盛なるが爲であり、其の血行の實際旺盛なることは小兒の趾温が成人のそれに比し格段に高いと云ふ事實からも推定し得るので

ある。従つて成人の實驗に於て此の下降度に著差のあるのも亦血行度の差に因ることと考へ得るのである。之と同じく趾溫と指溫との實驗に於て概して後者の下降度の小なのは、指に於ける血行が趾のそれに比し旺なる爲と解すべきである。但し茲に血行とは主として毛細管を通する正常の血行路であつて、以上の事實は一定量の皮膚に對する一定時間の給血量が個人的に並に場合により差異あることを意味する。

實際に於ては多くの場合、指趾溫が以上の如くして最低度に達する以前に動靜脈吻合枝の開通によつて新しき血行路が開かれ皮膚が加溫せられるので、茲に皮膚溫の上昇が始まる。但し本編の實驗は是等血管の態度を證明すべき何等の研究を行つてゐないけれども、此の推定に對して異議を挟むべき根據の無いことは序編に述べた通りである。

本編の全實驗例を通じて見られたことは、手足共其の1側だけを冷却した時は當該手足の指趾溫に反應性の波動が起り、冷却せられざる對側の指趾溫には之に一致する何等の動搖が現はれざるに、兩側の手足を同時に冷却した時は兩側指趾溫の反應性波動が常に殆ど並行してそれが同一中樞より來る反射現象であるかの如き觀を呈したことである。本編の實驗では此の機轉を分析考按する材料が無いから、茲には唯其の事實を記錄するに止める。

前述の如く手背皮溫には何等反應性上昇が認められ無かつたが、前膊皮溫には3名の被驗者中1名に於て輕度ながら之に類する上昇が現はれ、他の1名に於ても不鮮明ながらも其の形跡があつた。從來の報告に於て耳にも此の反應の認められてゐることは既述の通りである。前膊及び耳は共に動靜脈吻合枝の存在せざる個所と信ぜられてゐるので、茲に起る反應は其の原因を他に求めねばならぬ。是は今後研究を要する興味ある問題である。

指趾溫の反應性上昇は該溫の冷却による降下の著しき時には強く起り、降下著しからざる時は弱い傾向のあることは前述の通りである。是は恐らく吻合枝に反應性擴張を起さしめる爲には一定程度以上の冷刺激を必要とするからであらう。但し此の反應性上昇の發起した場合の指趾溫は各實驗により同一でなく、本編實驗の全體に就て觀れば、趾溫に於ては最低 2.2°C (1.0°C 以下の3例を除く)、最高 11.0°C であるが多くは凡そ $3-7^{\circ}\text{C}$ の間に在り、又小兒に於ては殆ど總て 10°C 以上であり、指溫に於ては最低 3.4°C 、最高 10.2°C であつた。即ち著しき動搖があるけれども其の溫度は指趾が凍傷の危險に瀕してゐると云ふ程低位のものではない。又 Lewis (10) は 15°C 又は 18°C の如き比較的高溫の水に指を浸した場合にも此の反應が起り得る事を報告してゐる。即ち此の現象は指趾の冷却が未だ劇甚ならざる時期に於て既に起り得るものである。即ち是は指趾が凍傷の危險に直面したる後に起る救急機轉ではなくて、未だ其の危險に瀕せざる間に之を未然に防止する豫防機轉である。換言すれば稀に見る非常機轉ではなくて、冬季に於て日常見る所の常例機轉である。村上及天野 (12) は此の現象を局所死悶と名づくべしと云つてゐるが、斯の如き名稱は誠に不當と云はねばならぬ。

(II) 習慣並に鍛鍊による反應の増進

以上の如き指趾に於ける凍傷豫防機轉が冷却の反復によりて増進し得るや否やを検することは本編實驗の主なる研究題目であつた。而して實驗の結果成人にては一部の者に於て此の鍛鍊効果が認められ、他の被験者に於ては明白に之を認めることが出來ず、小兒に於ては之を認め得たこと前述の通りである。

効果を認め得なかつた實驗例は之を2群に分けることが出来る。其の1は本來反應性上昇が微弱で鍛鍊をしても増進せざりし例であり、即ち被験者第4及び6號の趾に於ける實驗が之に屬する。第2群は之に反し、反應性上昇が本來顯著であるが、鍛鍊によりそれ以上に之を増進せしめることの出來なかつた例であつて、第5及び7號の趾、第2號の指の實驗が即ち之である。恐らく前群の被験者は動靜脈吻合枝の發達不良なるか、或は既に鍛鍊の効果ある時期を失してゐるか（しかし此の被験者中1人は53歳なれど1人は28歳にて、他の効果を舉げた成人被験者の年齢は30—40歳である）、或は鍛鍊の未だ不充分であるが爲めと思はれ、後群の被験者は既に其の生來の習慣により此の反應が充分に發達してゐるので、短期の鍛鍊によりそれ以上増進せしめることが出來なかつたものと考へ得るやに思はれるが、是は素より想像に過ぎない。

しかし習慣の効果の偉大なることは水洗業者の成績により知ることが出来る（第10及び第11圖）。斯の如き顯著なる趾温の上昇は全く吾人の豫想を超越するものであつて、是が同業者3名中2名に於て認められ、他の1名と雖も亦頗る顯著な反應を呈した事實は、其の原因が多年の習慣に在ることを示すものと云はざるを得ないのである。

本編の實驗中、同一の被験者の指と趾とに於て實驗を行つた3例中2例に於て指の反應が遙かに顯著であり、又其の反應性上昇の發現する直前の指温が趾のそれよりも高位に在ることが認められた。是と同様の事實は飯田(7)及び奥田(13)の實驗に於ても亦認められてゐる。又日常生活に於て手指に於けるよりも足趾に於て厥冷を感じる場合の多いことも經驗上知られてゐる事實である。日常の生活に於て足の保温は概して手のそれに勝り、即ち手は足よりも冷却の習慣あることを考へれば、此の習慣の効果が以上手足の差の一部の原因をなすものとも看做し得るであらう。

日常生活に於ける足の保温は人により少からざる差異がある。穿靴の習慣の有無、足袋使用の程度等の如きが即ち其の差異を生ずる原因となる。翻つて諸人の足の感覺を考へるに、或は常に足部厥冷の癖ある者あり、或は之に反し足に常に温感あり嚴冬と雖も足袋を用ふるを嫌ふ者があり、其の差は實に甚大である。斯の如き著しき差に對して生來足部曝露習慣の有無は恐らく有力なる因果關係を有するものであらう。

以上是指趾の温度に關する事項であるが、冷却鍛鍊の効果が此の温度の反應の上に現はれる者と然らざる者との論無く、鍛鍊を行つた手足に於ては冷却時の疼痛感が著しく減弱し且つ概して温暖の感があり、冷却に對する不快感少く之に耐へ得ることが認められた。是は別個の間

題として注目に値することである。之と共に更に注目すべきことは趾温に現はれた鍛鍊効果竝に此の自覺の變化が僅かに十數回の鍛鍊實驗の後、長期に亘り存続することである。本實驗では唯2名につき鍛鍊後1個年以内の觀察を行つたに過ぎぬけれども、是等の例に於てはそれが明かに認められたのである。

以上の所論を基礎として考へれば、我々日本人の足部露出の習慣は耐寒上獎勵すべき良習であり、又手足を反復氷冷の水に浸すことは少くとも一定の人に對しては耐寒力を増進せしむる効果のあるものである。恐らく此の効果は少青年期に於て一層有效であるが、壯年以上の者に於ても屢々效を奏する場合がある。但し此の實際問題、殊に鍛鍊法の形式等に就ては別に研究を必要とする。

V. 摘 要

本編の實驗は1手又は1足を反復冷却し(氷冷の水中に浸す)、冷却中に起る指温又は趾温の反應性上昇の狀況が冷却の回を重ねると共に如何に變化するか、竝に兩手兩足を同時に冷却したる場合、反復冷却したる側と然らざる側との間に此の反應に如何なる差があるかを主なる目標として冷却鍛鍊の効果を判斷することを主目的とし、併せて成人と小兒との比較、職業的足部冷却者に於ける該反應の検査、及び手背竝に前膊皮温に関する検査等を行つたものである。

(1) 足の冷却實驗は7名の成人男子中3名に於て鍛鍊効果が認められた。即ち鍛鍊足の趾温の反應性上昇が顯著となり、非鍛鍊足に比し明かなる差を生じた。内2名に於ては凡そ1ヶ年後の實驗に於て依然として此の効果の存続が證せられた。他の4名に於ては鍛鍊効果が不明であるか或は全く現はれなかつた。2名の小兒に於ては共に是が認められた。

(2) 手の冷却實驗は3名の成人中2名に於て效果を示し、1名に於ては認められなかつた。

(3) 以上何れの場合に於ても反復冷却した手足は冷却中の疼痛が甚だ輕度となつた。

(4) 多年友禪染水洗業に従事した3名の男子では、足の冷却中其の趾温の反應性上昇が頗る顯著であつて、殊に内2名では此の温度が足の冷水中に在る時、空中に在る時よりも遙かに高温度となることが認められた。

以上の成績により指趾温の冷却に對する反應性上昇は手足の冷却鍛鍊により又は生來手足を冷却する習慣により著しく増進し得ることが證せられ、同時に此の反應は指趾が凍傷の危險に瀕せざる以前に起る過度冷却の豫防機轉であることが當時の指趾温の高度より推定された。

(5) 手背皮温竝に前膊皮温の反復冷却に對する變化を検査した結果、前膊皮温實驗の2例に於て極めて輕度ながら之に類する現象が認められた。

本研究の前半は關東廳移民調査會の援助に依り、後半は日本學術振興會の援助に依り行はれた。特記して感謝の意を表す。

文 獻

- 1) Clara, M. (1927) Ergebn. Anat. Ertwick., 27 246

- 2) Clark, E. R. (1938) *Physiol. Review*, 18 229
- 3) Grant, R. T. (1930) *Heart*, 15 281
- 4) Grant, R. T. and E. F. Bland, (1931) *Heart*, 15 385
- 5) Grosser, O. (1901) *Anat. Heft*, 17, Abt. II, 203. (1902) *Arch. mikrosk. Anat.*, 60 191
- 6) Hoyer, H. (1877) *Arch. mikrosk. Anat.*, 13 603
- 7) 飯田敏行 (1942) *日本生理誌* 7 365
- 8) 久野 寧 (1939) *滿洲醫誌* 31 925
- 9) 久野 寧 (1939) *開拓衛生の根本問題*
- 10) Lewis, Sir Thomas (1930) *Heart*, 15 177
- 11) Lewis, Sir Thomas (1931) *Heart*, 15 351
- 12) 村上徳治・天野 榮 (1941) *軍醫團誌* 339號 1053
- 13) 奥田 宣 (1942) *日本生理誌* 7 505
- 14) 高橋史郎 (1939) *日本生理誌* 4 148

肺臓に分布する血管收縮神経の本質に就て 612. 187

(慈大辛酉會補助による研究)

東京慈惠會醫科大學臨床研究室

篠 崎 尚 次

Sinozaki-Naotugu

(昭和18年4月23日受付)

I. 緒 論

肺臓の血管運動神経に就ては 1889 年 Couveur が蛙の肺血行を直接顯微鏡下に觀察しつゝ迷走交感神経を刺激して其の血行の停止するのを見て以來、其の存在が多くの先進に依つて論議されて來た。即ち先に西丸 (6) は蛙、蓼、龜に於て其の存在を主張し、肺に至る血管收縮神経は交感神経を上行して Ganglion jugulare より迷走神経に混入した後肺血管に到達すると報告した。而して最近に於て Barcroft (1) は人體では 1 分間に安靜時には 4l の血液が肺を通過し、活動時には 25~30l の血液が通過する事になるから肺血管は著しい擴張性を有すべきである、従つて肺血管も血管運動神経を有するのではないかと云ふ考へを述べたが、然し McDowall (5) は肺と筋の血管收縮神経はその存在が依然として不明だと云ひ、又 Cannon (2) は Luckhardt 及び Carlson の蛙及び龜の肺に至る迷走神経を刺激すると肺動脈は收縮するが、交感神経では收縮しないと云ふ報告を取り上げて迷走神経が即ち副交感神経に屬する血管收縮神経であり、従つて其の終末からは Sympathine を遊離するのではないかと云ふ疑を持つた。

此等は要するに、血管收縮神経とは何かと云ふ定義が明かでないための混亂に過ぎないのではないかと考へられるので、自分は血管收縮神経が肺血管に分布するものとすれば、其の神経を刺激すれば其の終末から血管收縮神経素を遊離し可きであるから、先に幸野 (4)、百々 (3) が蓼の胃腸血管に分布する内臓神経刺激によつて其の血管收縮神経の終末から adrenaline と同様の物質を遊離する事を確めた方法によつて、之を確め得るものと思つたので、次の様な實驗を行つて之が解決をなし得たと思ふので報告する事とした。

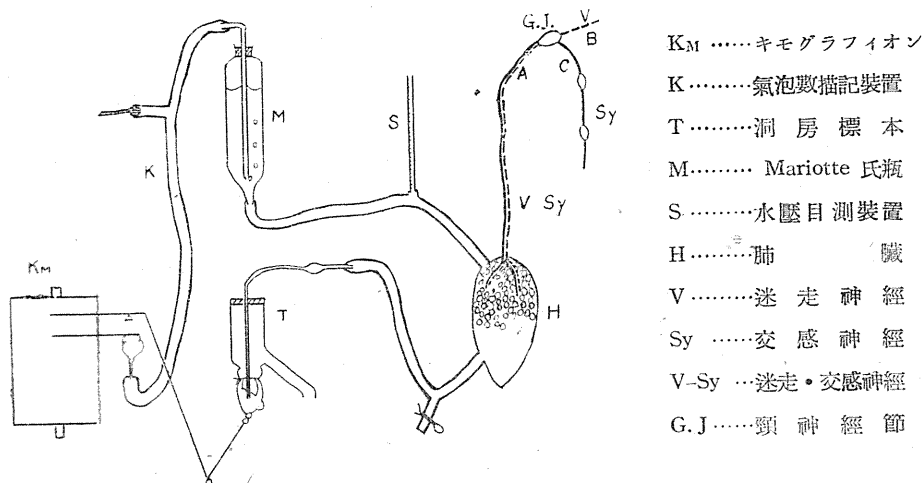
II. 實 驗

(A) 實 驗 方 法

(a) 實驗動物は蓼 (*Bufo vulgaris formorus*) の 200~250g ㇿ を用ひてエーテル麻酔後腹位に固定し、Os fronto-parietale を覆ふ諸組織を剝離して該骨に達し、腦實質を破壊せぬ様に穿孔し Foramen jugulare の上部に於て所謂迷走神経叢を剝離して置き、次いで背位に固定してから所謂 Vago-Sympathicus を Arteria cutanea magna の分枝 R. inframaxillaris に沿つて走る部位から諸組織より剝離し、又迷走交感神経肺枝以外を切除しながら上行して行

(b) 次に西丸 (6) が行ひたると同様な方法で、肺動脈及び之と同側の肺靜脈にカニューレを挿入し、前者は Mariotte 氏瓶に、後者は洞房標本 (7) に連絡し、この洞房標本の收縮機械曲線をキモグラフィオン上に描記し、灌流量は Mariotte 氏瓶よりの氣泡數を描記せしめた (第 1 圖).

第 1 圖 實驗裝置



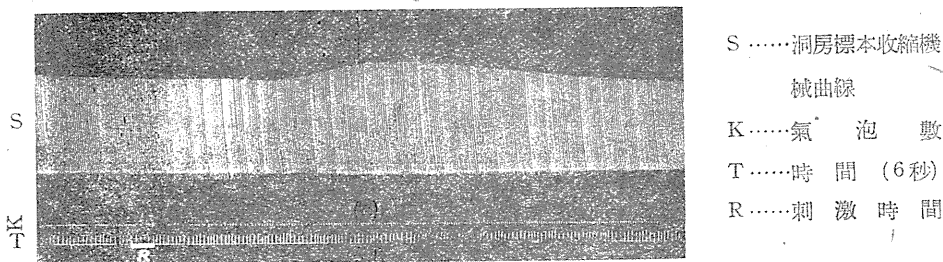
A 點を刺激すれば迷走交感神経を、B 點を刺激すれば迷走神経を、C 點に於ては交感神経を刺激する。

(B) 實驗成績

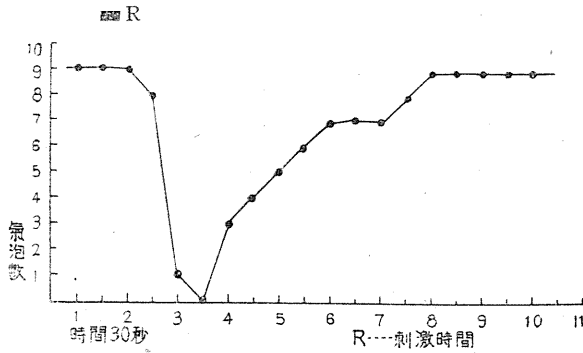
(a) 迷走交感神經刺激

迷走交感神経を感應電流(巻数 10,000 回, 巻軸距離 100~50mm)で刺激すると, 常に灌流の停止又は極度の減少を見, しかも洞房標本に對してはその收縮曲線を大ならしめ, 第2圖(A)の様に變化があり, 又氣泡數の減少度を表示したものが第2圖(B)である. 即ち刺激開始と同時に灌流は停止し, 刺激中止と共に灌流も除々に再び舊に復した.

第 2 圖 (A) 迷走交感神經刺激



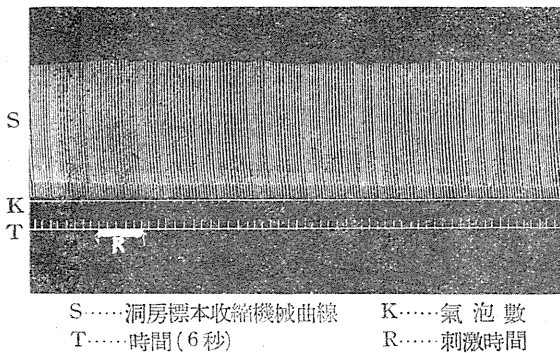
第2圖 (B) 迷走交感神経刺激気泡數變化



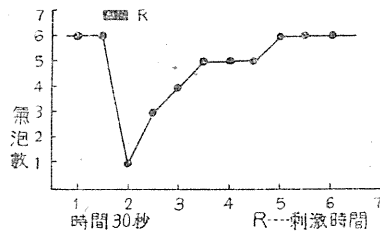
(b) 迷走神経刺激

迷走神経のみを刺激したものは第3圖(A)に示した様に洞房標本には何等其の收縮性に影響する化学的物質が流入したと考へらるゝ變化は見られない。然し気泡數の減少度は刺激開始と同時に灌流停止し、刺激中止と共に灌流も漸次舊に復した。其の気泡數減少度は第3圖(B)に示した。

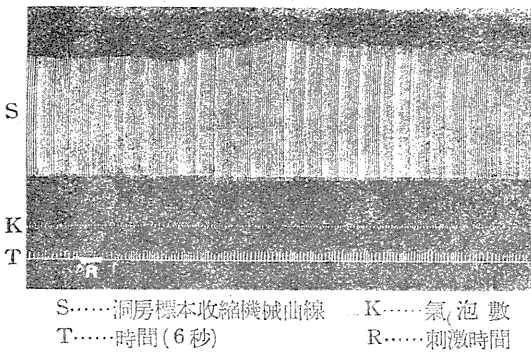
第3圖 (A) 迷走神経刺激



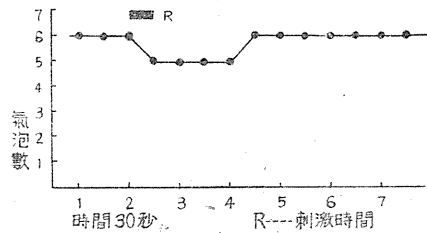
第3圖 (B) 迷走神経刺激気泡數變化



第4圖 (A) 交感神経刺激



第4圖 (B) 交感神経刺激気泡數變化



(c) 交感神経刺激

次に交感神経を刺激するに、灌流の全く停止する様な事は見られないが灌流量の減少を常に

見た。その變化の1例は第4圖(A)であり、此の場合洞房標本に流入した灌流液の其の收縮性に及ぼす影響は迷走交感神経を刺激した時と同様に其の收縮機械曲線を大ならしめた(第4圖B)。

III. 考 察

以上の實驗成績を考察してみると、肺臓に於ても他の部例之胃腸血管系と同様に血管収縮神経の存在する事は確實で、chemical transmission の考へ方よりする自分の實驗に於ても、交感神経の興奮乃至刺激によつて血管収縮神経素がその終末組織から遊離する事は確實と思はれる。迷走交感神経刺激が交感迷走兩神経の作用の和であることは容易に首肯し得られる。又迷走神経の作用に關しては灌流の停止と云ふ現象のみが明らかに見られるが、其の停止が氣管枝筋の收縮に依るか、又は大きな血管の括約的收縮に依るかは次の實驗を待つとしても、迷走神経のみの刺激に依つては現在のところ洞房標本に影響を與へる様な物質の存在乃至は生成は見られなかつた。今墓に於て肺血管に分布する血管収縮神経は存在するもので、先に西丸(6)が報告した様に交感神経幹を上行し Ganglion jugulare に於て所謂迷走神経に混入して肺に至るものである事が一層明かである。

肺臓に分布する血管収縮神経に就ては其の神経の刺激によつて血流を減少せしむるものを漠然と定義したが故に、緒論に於て述べた様な混亂を導いたと云ふべく、今「血管収縮神経とは其の神経の興奮によつて其の終末から adrenaline と同様な物質を遊離して、其の分布する區域の血管を收縮するものを云ふべきであつて」かくすれば此等は容易に解決し得るものであると思ふ處である。

IV. 結 論

蓋肺血管には交感神経に屬し、其の興奮により其の神経終末より adrenaline と同様な物質を遊離して血管を收縮せしむる血管収縮神経が分布する事を確認した。而して迷走神経を刺激する事による肺血行の障害は血管収縮神経によるものではない。

文 獻

- 1) Barcroft, J. (1934) Features in the Architecture of Physiological Function, Cambridge, 335
- 2) Cannon, W. B. and A. Rosenblueth (1937) Autonomic Neuro-Effectors Systems, New York, 31
- 3) 百々芳雄 (1942) 日本生理誌 7 608
- 4) 幸野密二 (1942) 成醫會誌 60 416, 61 531~552
- 5) Mc Dowall, R. J. S. (1935) Physiological Reviews, 15 113
- 6) 西丸和義 (1923) 岡山醫會誌 35 51
- 7) 篠崎尚次 (1942) 日本生理誌 7 675

小血管系に對する acetylcholine, histamine の作用に就て 612.18

(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

篠 崎 尙 次

Sinozaki-Naotugu

(昭和18年4月28日受付)

I. 緒 言

毛細血管に對する acetylcholine 及び histamine の作用に關しては、或は之を擴張せしめ、或は收縮せしめるとも云ひ、又其作用機轉に至つては明らかでない。然し今日 acetylcholine は、正常血行に對しては血管を擴張せしめ、灌流血管に對しては收縮せしむるとし (4)、又 histamine は Dale (1) 等により毛細血管を特に擴張せしめる事によつて血壓を降下せしめると考へられてゐる。然し小血管の構造及び收縮性の明かとなつた今日 (6)、毛細血管に對して acetylcholine 及び histamine がそれを擴張せしめる場合如何なる機轉によるかを追及する事の徒爾でない事を思はしめる。

II. 實 驗

(A) 實 驗 方 法

蛙 (*Rana nigromaculata* Hall) 體重 15~25g に 0.1% curare を其の 1g につき 0.05cc の割合で胸部淋巴囊に注入し、約 4—5 時間後に麻酔の効果が現はれた時に木内 (5) 等の行つた方法に依つて腸間膜を顯微鏡下に觀察しつゝ、各種濃度の acetylcholine 及び histamine-Ringer-Sozi 氏液各 1cc を滴下して、その血行及びその收縮擴張狀態の變化を觀察記載した。尙小動脈、分岐毛細管、網狀毛細管、連絡枝、集合毛細管及び小靜脈を有する一連の血管系を一小血管系と稱する事とし、又小血管系の血管口徑には生理的動搖範圍があるので其口徑は例之 9~11 μ 等と記した。

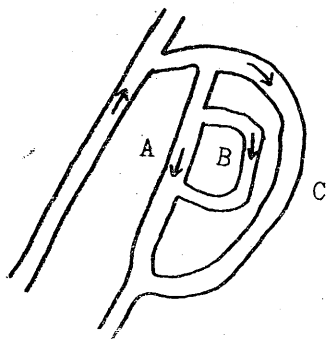
(B) 實 驗 成 績

(a) acetylcholine に就て

小血管系の一部を Ocular micrometer によつて觀察する時は第1圖の様な成績を得、分岐毛細管乃至は網狀毛細管の一部を觀察してその物質に對する active の收縮・擴張を論ずる事の不可なるを察知して、以後一小血管系乃至はそれと連絡枝に依つて交通する二小血管系の血行を觀察する事とした。正常血行及び acetylcholine-Ringer-Sozi 氏液各濃度を腸間膜面に滴下せる時の血行の變化を示せば第2圖の通りであつた。

第 1 圖

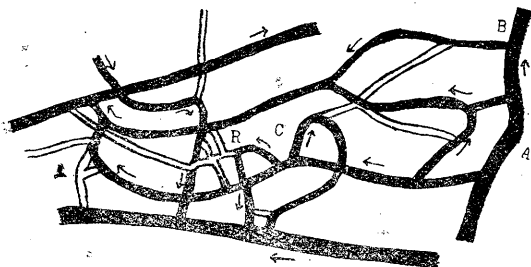
小血管系に対する acetylcholine の作用に依る血行及血管口径の變化



C の部分を ocular micrometer で観察する場合 10^{-6} acetylcholine 0.1cc を腸間膜面に滴下するに、始め $17.8 \sim 20.0 \mu$ あつた血管口径は $17.8 \mu \rightarrow 22.1 \mu \rightarrow 24.5 \mu$ と擴張したが、この時先づ B の血行が停止し次に A の血行が停止して C の部分にのみ血行が認められた。即ち C の部を觀察すれば血管は擴張し A, B を觀察すれば收縮した事になる。

第 2 圖

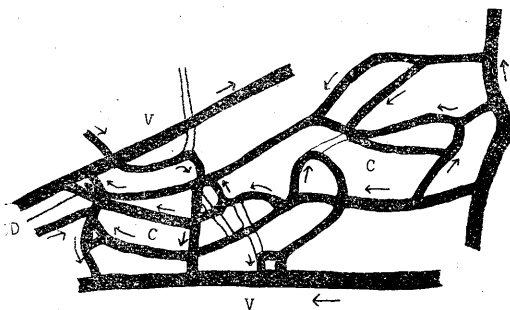
小血管系に対する acetylcholine の作用に依る血行の變化



A.

正常血行

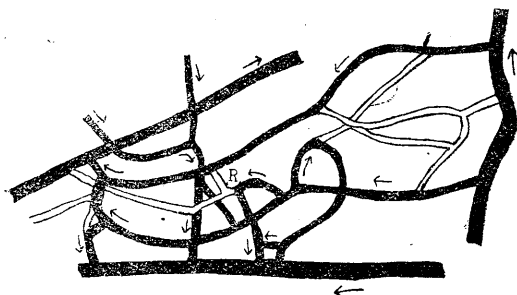
網状毛細管の一部に血行の停止又は緩徐な血行が認められた。



B.

 10^{-3} acetylcholine

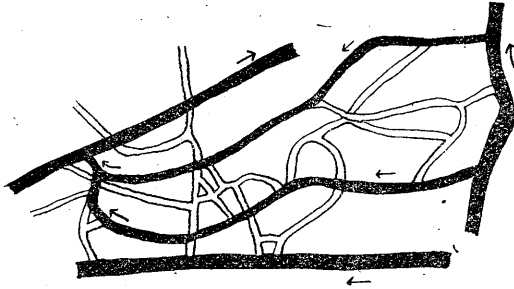
2, 3の連絡枝の部分にのみ血行の停止が認められるが、多くの毛細血管に速かな血流が見られるに至る。



C.

 10^{-3} acetylcholine

一部の分岐部の收縮によりその支配下の毛細血管に血行の停止が見られる。

D.
10⁻³ acetylcholine

小動脈より小静脈への1,2の通路のみ血行あり他はすべて停止する。

A.....小動脈 B.....分岐部

C.....網状毛細管 D.....集合毛細管

V.....小静脈 R.....連絡枝

充實部は血行ある部、空虚部は血行停止又は停止しある事が大部分の部、矢印は血流方向を示す。

Rana ♂ 16g, 0.1% curare 0.8cc 胸部淋巴管に注入。

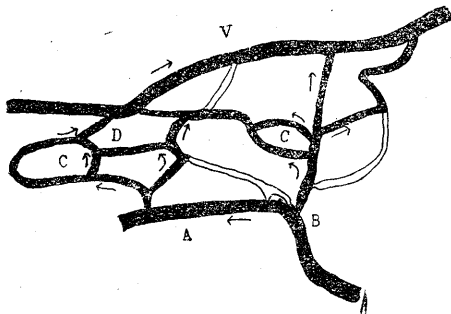
(b) histamine に就て

小血管系に histamine-Ringer-Sozi 氏液各濃度を滴下して血管口径を測定した結果第1表の如き成績を得た。即ち連絡枝のみ血行が停止し、他は其の濃度に拘らず変化がないか又は擴張を示すのを見たので histamine の小血管系に対する影響を観察した結果第3圖の通りであつた。

第 1 表
小血管系に対する histamine の作用による血管口径の変化

名 稱	正常血行	10 ⁻³ histamine	同擴張%	10 ⁻² histamine	同擴張%
小動脈	22.1μ	22.1~24.5μ	10.8%	22.1~24.5μ	10.8%
分岐毛細管及び網状毛細管	7.7μ	7.7μ	0	7.7~9.0μ	16.9%
連絡枝	7.7μ	9.0μ	16.9%	9.0μ	16.9%
集合毛細管	9.0μ	9.0~11.0μ	21.2%	13.4μ	49.0%
小静脈	22.1μ	24.5~26.8μ	21.3%	28.8μ	30.3%

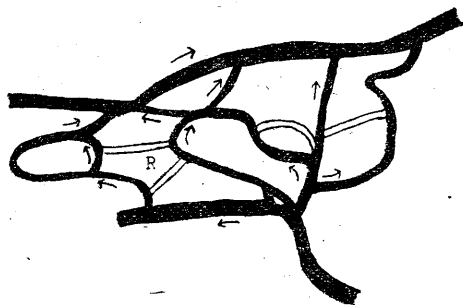
第 3 圖
小血管系に対する histamine の作用に依る血行の変化



A.

正 常 血 行

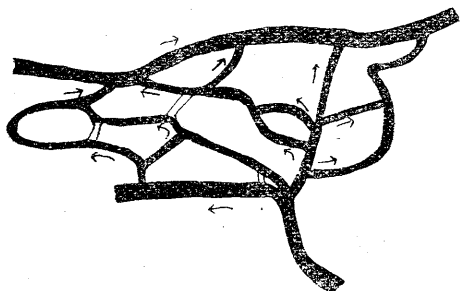
網状毛細管の一部に血行の停止又は緩徐な血行が認められた。



B.

 10^{-6} histamine

A の場合と大差なきも只血行状態が異つた血管に認められ、又 A の場合の血流が停止するものが認められた。



C.

 10^{-2} histamine

連絡枝のみを残して全毛細血管に血流旺となる。

A, B, C, D, R, V 他第2圖説明に同じ。

III. 總説及考察

(A) acetylcholine に就て

acetylcholine は正常血行に於ては、血管の tonus を消失せしめ、而も adrenaline と acetylcholine とは組織を介してのみ明に拮抗するものであつて (7), adrenaline との拮抗點以下に於ては血管系に作用して之を擴張せしめ、拮抗點以上の場合に於ては收縮せしめる。この事は adrenaline に依る tonus の無い Ringer-Sozi 氏液灌流實驗中に於ては毎常收縮作用を有するのを見ても (3) 明かである。第1圖に於ける C の部分の擴張は明らかに passive の擴張でありかゝる濃度の acetylcholine の作用としては A 及び B の部分の收縮が本來の作用と思考せられ、第2圖に於て濃度小な時は小血管系の血流が顯著に増加し、濃度大なるに従つて次第に血行の停止する部が増加する。之れは acetylcholine による血管の收縮が主として Rouget 氏細胞に關係があると思考され、最大濃度に於ては僅かに一小血管系に1條乃至は2條の血行を認めるのみとなる。故に血管收縮神經素が adrenaline と大差なきもの(2)とすれば血管擴張物質で而も副交感神經の終末組織より遊離する acetylcholine は主として adrenaline の存在に於て血管擴張作用を有し、それが血管に對する本來の作用は他の物質と同様に血管收縮作用を有する點に種々なる興味を持たしめると共に血管擴張神經の本態に關しても諸種の暗示を與ふるものと思考せられる。従つて acetylcholine による血管の收縮は該物質が Rouget 氏細胞に直接作用してその小動脈分岐部の active の收縮によつて血行が障礙又は停止した結果の收縮と考へられる。

(B) histamine の作用に就て

histamine の作用に關しては各器官、血管系等に於ても相反する成績報告がある事は如何に該物質の作用本態が不明であるかを物語るものであるが、先に西丸等 (6) は血管收縮性機轉に關して報告した様に histamine は主として active の tonus を減少せしめると思考する處であるが、之れが adrenaline による tonus に關係ありや否やは對 acetylcholine との問題に種々の疑義が存する處であるが、第1表に於けるが如く濃度大なる histamine に於ても尙小血管系の擴張特に動脈系より靜脈系に顯著な變化が認められ、連絡枝に於ては血管口徑は反つて擴張したのに血行の停止が見られた事は、尙一層此の物質による active の收縮性は Rouget 氏細胞に起因するに非ずやとの疑問を生じ、血行の變化を觀察した結果第3圖に於ける様に濃度小な histamine に於ては血流狀態の變化が顯著であつた。之は恐らく acetylcholine 同様 Rouget 氏細胞の收縮力の差によるか、又は正常血行に於ても常に血流狀態には變化があるので、この二者の中何れかは今日の處明かではないが、濃度の大な histamine に於ては僅かに1, 2連絡枝のみを残して他は收縮することなく血行の開始するのを見た。之は histamine が adrenaline の active の tonus を減少せしむるとしても acetylcholine に比してその作用著しく弱く最大濃度に於ても尙血管に擴張的作用を有すると考へられ、正常血行に於て histamine が多くの器官を收縮するものとしても、本實驗よりかゝる小血管系に對して擴張作用を有する事は、血壓の顯著な下降が理解し得られるのではないかと思考される。而して histamine による網狀毛細血管及集合毛細管の擴張は小動脈に比して大である事が知られるが、これは小動脈分岐部の擴張によつて網狀毛細血管及集合毛細管が主として passive に擴張するによるもので Dale 等が考へる様に網狀毛細管が小動脈に比して active により擴張するものではなく、即ち小動脈の分岐部の active の擴張が最も大きな役割を演ずるものであると考へられる。

IV. 結 論

acetylcholine は小血管系に對して濃度小なる時はその active の tonus を減少せしめて血管擴張作用を有し、濃度大なる時は血管の tonus に打勝つてその本來の作用として血管收縮作用を現す。

histamine は小血管系に對して濃度の如何に拘らず之を擴張せしめるが、之は正常血行の血管 tonus に關しては acetylcholine に比して作用力の弱いものと思考せられる。

文 獻

- 1) Dale, H. H. and R. N. Richards (1918) Jour. of Physiol., 52 110
- 2) 百々芳雄 (1942) 日本生理誌 7 608
- 3) 八田博英 (1941) 日本生理誌 6 366
- 4) 八田博英 (1939) 日本生理誌 4 421
- 5) 木内 茂・新妻芳夫 (1938) 成醫會誌 57 2427
- 6) 西丸和義・飯塚壽夫・篠崎尙次 (1943) 日本生理誌 8 54
- 7) 篠崎尙次 (1942) 日本生理誌 7 696

血液及び尿中焦性葡萄糖の定量法 612.122+612.461.251

厚生省研究所生化學研究室

吉川春壽・福山富太郎

Yoshikawa-Haruhisa・Fukuyama-Tomitarô

(昭和18年5月3日受付)

Lu(5) が少量の血液を以て比較的簡単に血液中の焦性葡萄糖を定量する方法を發表してから後は主として此の方法が廣く行はれて居り、又一方原法に種々の改良を施したものも2,3あらはれてゐる。原法竝に其の變法は何れも光電比色計を使用してゐるが、余等は Klein (4) の變法に多少の變改を加へ Stufenphotometer を以て比色する方法を用ゐてゐる。以下血液及尿中の焦性葡萄糖の定量方法を記す。

試薬

Mono-沃度醋酸曹達液：0.5g の Mono-沃度醋酸を 1cc の蒸溜水に溶解し、標示薬として 0.3% m-Nitrophenol を 1 滴加へ、4n-苛性ソーダ液で中和し水で全量を 2cc とする（氷室中に保存し毎週新製する）。

n/12 硫酸

10% Tungsten 酸曹達液

2,4-Dinitrophenylhydrazin-液：0.5g の 2,4-Dinitrophenylhydrazin に 2n-鹽酸 100cc を加へ、冷却器を附し水浴上に加温動搖して溶解せしめ、冷却後必要あらば濾過する。

醋酸-Ethyl：Keton 體不含の純品を要す。

1% 炭酸曹達液：無水物を使用する。

4n-苛性曹達液

定量方法

血液：沃度醋酸曹達液の 0.1cc 及び粉末尿酸加里 10mg に血液 3cc を注加し充分混和する（焦性葡萄糖の變化を妨ぐ爲で採血後 90 秒以内に處理するを要す 1）。此の 2cc を n/12 硫酸 16cc 中に入れ良く混和し、10% Tungsten 酸曹達液 2cc を添加して強く振盪し、10 分以上放置後遠心沈澱する。

此の除蛋白液 10cc を内容約 30cc の共栓試験管に採り、之れに Dinitrophenylhydrazin-液 0.3cc を混和し、室温で 15 分間放置した後醋酸-Ethyl 4cc を加へ試験管を栓塞して緩かに振盪し放置する（この際あまり激しく振盪すると乳化して分層し難くなるから注意を要する。又除蛋白濾液が全く透明でないとやはり分層し難い）。液の分層した後上部の醋酸-Ethyl 層を駒込ビベットで他の共栓試験管に分取し、殘液は更に醋酸-Ethyl の 4cc で 1 回、2cc で 2 回抽出

する。醋酸-Ethyl 抽出液は蒸溜水 2cc と振盪して静置し、分層後下層部分を毛管ピペットで除去し、更に蒸溜水 2cc を以て振盪して 18 乃至 24 時間暗處に放置する（此の間に Aceto 醋酸の Hydrazon は分解してしまふ 4）。

下部の水層を除去した後炭酸曹達液の 2cc を加へ良く振盪し静置し、分層後に下層の炭酸曹達抽出液を他の共栓試験管に毛管ピペットで分取し、残りの醋酸-Ethyl 層は更に炭酸曹達液 2cc で 1 回、1cc で 2 回抽出する。茲に得られた炭酸曹達抽出液は醋酸-Ethyl 1cc と振盪し、分層後に 10cc のメスコルベンに分取し、残りの醋酸-Ethyl 層を炭酸曹達液の 0.5cc で 3 回洗滌して全液をメスコルベン中に合する（炭酸曹達液の所要量 7.5cc である）。此の炭酸曹達抽出液に 4n-苛性曹達液 2cc を動揺しつつ加へ、炭酸曹達液で全量を 10cc とし良く混和すると葡萄酒様の赤色が發現するから 10 分後に Stufenphotometer で S. 53. Filter を用ひて比色する。

尿：尿色素及び其の他反應に妨害となる物質を除くために、前處置を施さなければならない。之には尿の濃度に應じて 1 乃至 10cc を採り、n/10 硫酸の 5cc を加へ水で全量を 20cc とし、酸性白土 1.5g と共に 2 分間強く振盪した後遠心沈澱するか、又は乾燥濾紙で濾過する。此の處理液 10cc を共栓試験管に採り Dinitrophenylhydrazin-液 0.3cc を加へ以下は血液の定量方法の如く處理して比色定量する。

尿の前處理に就ては種々試験を行つてみたのであるが、硫酸と酸性白土による方法が回收試験の結果殆ど 100% を與へたので此の方法によることにした。余等は武田製の酸性白土を使用して好結果を得たが、酸性白土は豫め焦性葡萄糖の基準液で回收試験を行ひ吸着されないものを使用する必要がある。

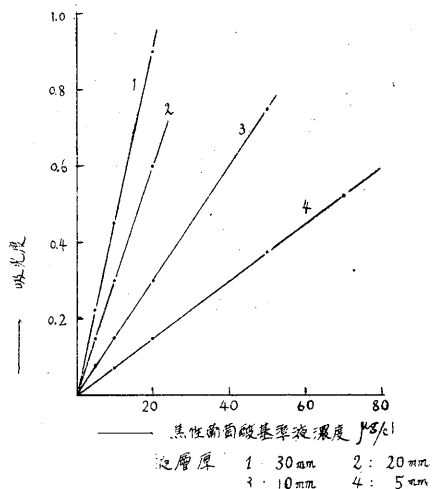
基準曲線：種々の濃度の焦性葡萄糖の基準液を造り、之れに就て上に記したと全く同じ處置をして吸光度の基準曲線を作製してみたが

第 1 圖に示す如く、Lambert-Beer の法則によく従ふ事が確められた。

即ち測定された焦性葡萄糖の量を $x \mu\text{g}$ とし Stufenphotometer の読み（吸光度）を E とすると $x = kE$ なる關係が成立する。 k の値は液層の厚さによるが、余等の實驗に於ては 30mm 液層で 22.2, 20mm 液層で 33.3, 10mm 液層で 66.7, 5mm 液層で 133.3 となった。

基準液の作製に使用した焦性葡萄糖は酒石酸を酸性硫酸加里と混合し、2 回減壓蒸溜し

第 1 圖 基準曲線



約 3.5% の水溶液として貯へたものを用ひた。此の原液の濃度を正確に定めるには次の如き沃度法に據つた。

焦性葡萄糖原液を一定倍に稀めたもの 10cc (10mg 附近) を共栓コルベンに採り、水 40cc を加へ、n/10 沃度溶液 10cc を混和し、30 g/dl 苛性ソーダ液 5cc を注加して 5 分間放置した後、10n-硫酸 10cc で酸性となし澱粉溶液を標示薬として n/10 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ -液 (力價：T) で滴定する (b cc)。別に盲検を蒸留水 50cc に就て行ひ a cc の n/10 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ -液を要したとすれば焦性葡萄糖の量は

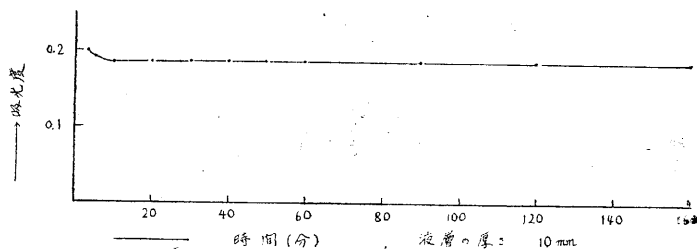
$$(a-b) \times T \times 1.467 \text{mg}$$

であらはされる。基準液は之を更に必要なだけ稀釋して製する。

定量方法の吟味

呈色の安定度： 苛性ソーダ液添加によつて發現する赤色は、呈色後數分にして僅微に減色するが、次の第 2 圖に示す如く呈色後 10 分より少くとも 3 時間以内に於ては安定であるからして此の間に比色を行へばよい。

第 2 圖 呈色の安定度



第 1 表 吸光度に及ぼす温度の影響

温 度	吸 光 度		
	1	2	3
12°C	0.187	0.128	0.129
25°C	0.182	0.129	0.127

次にこの呈色液の吸光度が測定時の温度に影響せられるか否かを検する爲め 4n NaOH を添加し發色せしめた後 12°C 及び 25°C に保ちつゝ測定してみたが、殆ど差異を認め得なかつた (第 1 表)。

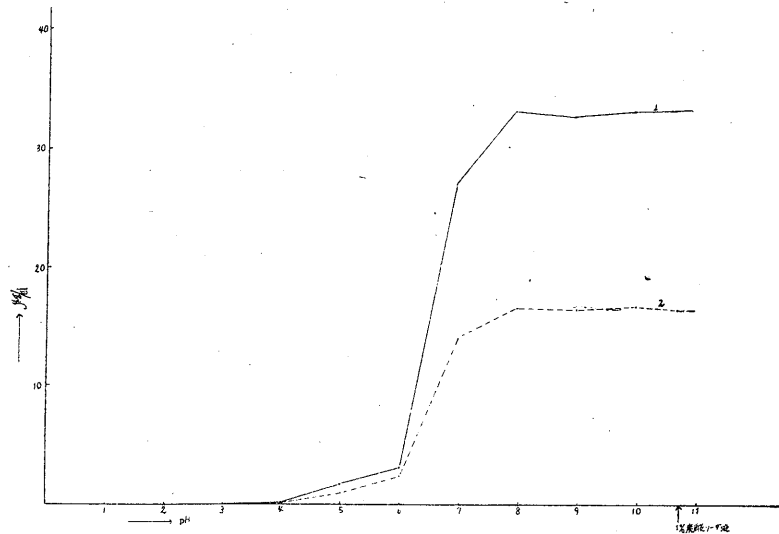
第 2 表 回 收 試 験

試 科	添加量	回收量	回收率
血 液	1.02mg	1.00mg	98.0%
	2.04	2.03	99.5
	2.55	2.50	98.0
	5.10	5.12	100.4
尿	1.05	1.04	99.0
	1.05	1.04	99.0
	2.10	2.01	95.7
	2.10	2.08	99.0
	5.26	5.30	100.8
	5.26	5.20	98.9

回收試験： 血液及尿に一定量の焦性葡萄糖を添加して回收試験を行つてみたが、其の結果は左の第 2 表に示す如く好結果を得た。

焦性葡萄糖-phenylhydrazon を抽出するに必要な滴性度に就て： 實施方法の項に述べた如く焦性葡萄糖-phenylhydrazon は炭酸曹達液と振盪すると、醋酸 Ethyl 層より水層に移行するが、どの程度の滴性で之れが

第3圖 種々の水素イオン濃度溶液による Brenztraubensäure-phenylhydrazon の抽出度



- 1 : 焦性葡萄糖-phenylhydrazon の醋酸 Ethyl 溶液
2 : 1 液の 2 倍稀釋液

抽出されるかを定めるため次の如き実験を行つてみた。即ち pH 1, 2, 3……11 迄 11 ケの緩衝液を作製して抽出し、同時に 1% 炭酸ソーダ液 (pH=10.7) による抽出をも行つて定量を試みたが、結果は第3圖に示す如く、酸性側に於ては全く抽出されなかつた。又は抽出量微量、pH 7 でも抽出は不完全で、pH 8~11 の間に於て完全に一致した抽出度即ち 99~103% (1% 炭酸ソーダ液の抽出率を 100 としたとき)を示した。

試料の保存期間： 多數の試料に就て試験を行ふ場合には一時に之れを處理してしまふのが不可能な事が多いので貯藏期間を調べてみたが、次の第3表に示す如く、少くとも血液は除蛋白して氷室に保存すれば1ヶ月間、尿は其の儘では2日間、脱色處理して氷室に保存すれば2週間は不變である。

第3表 試料の保存期間

試料採取 處理後	血液 除蛋白し 4°Cの氷 室に保存 す	尿 Toluol添 加 30°C の室温に 放置	尿 酸性白土に て處理し、 4°Cの氷室 に保存す
當日	mg% 1.20	mg% 1.03	mg% 1.05
2日目		1.04	1.05
3日目		1.03	1.05
7日目	1.17		1.04
14日目			1.04
17日目	1.25		
30日目	1.19		

Mono-沃度醋酸曹達添加血液の安定度：
血液に焦性葡萄糖の安定劑として Mono-沃度醋酸曹達を 0.5% の割に添加したものと添加しないものとを種々の時間後に除蛋白處理をして、其の焦性葡萄糖量の時間的變化を観察してみたが、次の第4表及び第5表に示す如く Mono-沃度醋酸添加血液の焦性葡萄糖含量

は添加後24時間を経過するも殆ど變化を認められないが、添加しない血液は時間の経過と共に甚しく減量し、24時間後には殆ど全く消失してゐる。其れ故測定には採血後90秒以内に Mono-沃度醋酸で安定にして置けば24時間以内は殆ど不變に保つことが出来る。尙血液凝固防止劑として蔞酸加里或は弗化曹達を使用して見たが兩者の差は認め得なかつた。

第 4 表

家兎血液に Mono-沃度醋酸曹達を添加し室温 (10~11°) に放置せる場合の焦性葡萄糖含量 (單位 mg/dl) の變化

採血後除蛋白する迄の時間	試 料 番 號			
	1	2	3	4 *
72 秒		4.04		
75 秒	1.88			
2 分	1.89		2.69	2.15
3 分				2.15
5 分	1.88			2.18
20 分	1.96			
60 分	1.93	4.05		2.09
2時間		3.97		
4時間		4.07		
24時間			2.71	

* 血液凝固防止劑として NaF を使用する

第 5 表

Mono-沃度醋酸曹達を添加せずに室温に放置せる場合 (單位 mg/dl)

採血後除蛋白する迄の時間	試 料 番 號			
	1	2	3	4 *
採血後 90秒以内に Mono-沃度醋酸を 0.5%添加せるもの	1.88	4.04	2.69	2.15
Mono-沃度醋酸を添加せず	2分	1.75	3.56	
	2分15秒			1.85
	2分20秒		2.47	
	3分50秒			1.75
	5分	1.60		1.63
	20分	0.85		
	60分	0.34	2.37	0.80
	4時間		0.83	
24時間			0.16	

* 血液凝固防止劑として NaF を使用する

血液中にて焦性葡萄糖が速かに減少することは既に多くの人 (3—6) によつて認められてゐる事實であるが、如何なる變化に因るのであるかは未だ明瞭にされて居らない。柳澤 (7) は焦性葡萄糖が蛋白質、殊に Hämoglobin と結合する爲であるとしてゐる。何れにしてもこの變化

第 6 表 血漿中焦性葡萄糖量の採取後の變化 (單位 mg/dl)

	血 漿 I		血 漿 II		血 漿 III	
	Mono-沃度醋酸曹達添加	其 儘	Mono-沃度醋酸曹達添加	其 儘	Mono-沃度醋酸曹達添加	其 儘
直 後	2.44	2.54	2.74	2.70	5.50	5.58
30分	2.42	2.46		2.66	5.42	5.58
60分			2.74	2.70	5.50	5.54
240分			2.84	2.58	5.52	5.50
1440分				2.40		

が血球の存在の下に起るのであることは、血漿に於ては斯る焦性葡萄糖の減少が全く見られないか又は著しく遅く進行するといふ事で明らかである。即ち家兎血液を採血後直ちに遠心沈澱し、血漿を分取し、之れを2分して其の一方には Mono-沃度醋酸曹達液を加へ、他方には添加せずして 10°C に放置し、焦性葡萄糖の時間的消長を觀察したが、其の結果は第6表に示す如くで、24時間後に僅かに 90% まで低下して居るに過ぎない。

採血時の諸注意： 既に諸家によつて指摘せられて居る如く、採血にあつては鬱血を避けなければならぬ。採血を容易ならしめるため上膊を緊縛して鬱血せしむるときは血液の焦性葡萄糖量が少しく増加すると云はれてゐる。又血液焦性葡萄糖量は筋肉の運動によつて上昇するものであるから、採血にあつては常にそれまでの被検者の動靜を考慮に入れなければならない。

附記： 本報告中定量實施方法のみを“醫學と生物學”に發表した(8)。

文 献

- 1) Bueding, E., H. Wortis, (1940) J. Biol. Chem. 133 585
- 2) Bueding, E., H. Wortis, (1940) Proc. Soc. Exp. Biol. Med. 44 245
- 3) 北村松之助(昭和14年) 日本消化器病會誌 38 395
- 4) Klein, D. (1941) J. Biol. Chem. 137 311
- 5) Lu, G. D. (1939) Biochem. J. 33 249
- 6) Wilkins, R. W., S., Weiss, F. H. Taylor, (1938) Proc. Soc. Exp. Biol. Med. 38 296
- 7) 柳澤文正(昭和17年) 第8回日本生化學會
- 8) 吉川春壽・福山富太郎(昭和17年) 醫學と生物學 2 330

會 報

會 員 移 動 (10月12日まで)

入 會 (5 名)

	所 屬	住 所	紹 介 者
鈴 村 憲 一	慈 惠 醫 大 生 理	茨城縣土浦市1076	浦 本 政 三 郎 氏
辻 口 清 孝	東北帝大醫學部生理	東北帝國大學醫學部生理學教室	本 川 弘 一 氏
小 平 正 廣	慈 惠 醫 大	東京都豊島區巢鴨町6ノ1292	井 上 清 恒 氏
高 島 巖	東京帝大醫學部生理	東京帝國大學醫學部生理學教室	福 田 邦 三 氏
吉井直三郎	德島醫專生理	德島醫學專門學校生理學教室	久 保 秀 雄 氏

轉 居・轉 任 (10名)

大 山 基 鉉	朝鮮清津府浦項町90 (舊京城)
佐々貫之	東京都本郷區上富士前町137 (舊小石川區)
二 戸 源 治	東京都豊島區堀之内町984 赤木方 (舊新京)
問 田 直 幹	旅順市朝日町2ノ1 (舊福岡)
小 坂 壽	奉天 盛京醫科大學生理學教室 (舊岡山)
早 間 雅 博	新京市祝町2ノ23 瀧方 (舊奉天)
平 和 良 彦	京都市下京區唐橋川久保町31
樫 井 道 仁	茨城縣久慈町本町1335 (舊東京)
佐 伯 寛 吉	下關市大字松小田462 (舊東京)
豐 永 吉 次 郎	兵庫縣芦屋市西新田468 (舊東京)

退 會 (3 名)

熊 谷 信 行 (東 京) 井 上 秋 雄 (岡 山) 河・野 實 (岡 山)

昭和 18 年 8 月 5 日 印 刷

昭和 18 年 8 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) 5 5 8 8

印 刷 者

武 藤 龜 吉

東京都王子區堀船町1ノ785

(東東 2328)

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7,8號

本號に限り 定價 2 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 4 0 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

第7巻11號及12號正誤表

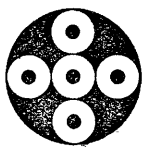
頁	行	誤	正
676	化學構造式は右の如く訂正	$ \begin{array}{c} \text{H} \quad \text{H} \\ \diagdown \quad \diagup \\ \text{C} = \text{C} \\ \diagup \quad \diagdown \\ \text{HOC} \quad \text{C} \cdot \text{CHOH} \cdot \text{CH}_2 \cdot \text{NH} \cdot \text{HCl} \\ \diagdown \quad \diagup \\ \text{C} = \text{C} \\ \diagup \quad \diagdown \\ \text{O} \quad \text{H} \end{array} $	$ \begin{array}{c} \text{CH}_3 \\ \\ \text{NH} \cdot \text{HCl} \end{array} $
678	第5圖説明	面積増加率%	面積減少%
678	第5圖説明	acetylcholine の濃度と 洞標本收縮曲線の圍む 面積の房増加率との關係	acetylcholine の濃度と 洞房標本收縮機械曲線の圍 む面積の減少率との關係
697	11	Actylcholine	Acetylcholine
702		篠崎尚次	吉村玄三
718	上より 15	3 倍	4 倍
719	上より 7	(未發表)	(2602) 本誌 7 702
720	第9表	吸氣中酸素と吸氣中酸素	吸氣中酸素と呼氣中酸素
764	4	溶溶	溶液
774	上から 3	脱纖維血漿	脱纖維素血漿
776	第5表	kg	ccm
795	第1圖説明	アルブミン	グロブリン
798	上から 14	屢	屬
807	第3表説明	用 作	作 用
807	第2圖説明	Lactalbumin	Lactoglobulin
812	下から 6	等強性の 10 割	2 倍の
812	第2表	示すことに	(削る)
812	下から 2	純	鈍

切

取

線

(第七巻に添附を御願ひ致します)



K

2-Methyl-1,4-naphthohydrochinon-diacetat

渴望せるビタミン

ビタミンK₁と稱せられる ジンテックスはK₁、K₂…に比し効力に於ては遙かに強力にして、且つ同様の凝血作用を有し、K因子の不足に原因する出血性症状は本剤を補給する事によつてのみ阻止し得られる。

即ち初生児出血性素質、膽管閉塞性黄疸…等に對する本剤の偉力は驚くべき卓効を顯はし血液凝固に必要なプロトロンビンの生成を促し溢血阻止に重大なる役割を演じ、手術に際しては出血の危険を阻止し手術後に於ては治療の経過を良好に導く。

合成新止血剤

ジンテックス

包裝 注射液 1cc (10瓏) 10管



製造發賣元・大阪市東區道修町 田邊製藥株式會社
關東販賣元・東京都日本橋區本町 株式會社 田邊元三郎商店

V.B1 ネオパラヌトリン



純結晶ビタミンB₁剤

ネオパラヌトリンは純結晶ビタミンB₁剤にして、その品質最も精純、効力極めて強大而も價格至廉なるV.B₁剤の白眉なり

各型脚氣並脚氣に隨伴する凡有る障礙に對して絶大なる效力を有する他、一般虛弱者、重症恢復期、乳幼兒、妊産婦の栄養補助、妊娠惡阻、子癇、流早産の豫防、疲勞恢復、各種神經炎、神經痛、ロイマチス性疾患、デフテリア後麻痺、瘧疾、手術後の胃腸麻痺、糖尿病、自家中毒、疫痢等に應用せられ卓效を奏す

殊に重症脚氣、各種神經症に對する本劑の脊髓腔内應用は現在他には是に勝る良法無しと稱せらる

【包 装】

1 號 (0.25mg=100鳩單位)	
1cc 10管 1.30 50管 6.00	
2 號 (0.5mg=200鳩單位)	
1cc 10管 1.40 50管 6.50	
3 號 (1.0mg=400鳩單位)	
1cc 10管 1.65 50管 7.60	
4 號 (2.0mg=800鳩單位)	
2cc 5管 1.25 10管 2.30	
50管 10.50	
5 號 (3.0mg=1200鳩單位)	
2cc 5管 1.60 10管 3.00	
50管 13.50	
6 號 (5.0mg=2000鳩單位)	
2cc 5管 2.45 10管 4.50	
50管 20.00	
7 號 (10.0mg=4000鳩單位)	
2cc 5管 4.50 10管 8.20	
50管 37.00	
8 號 (20.0mg=8000鳩單位)	
2cc 5管 8.00 10管 15.00	
50管 67.00	
錠劑 (0.5mg)	
100錠 2.80 300錠 7.80	

社名變更
新社名 塩野義製藥株式會社
(舊社名 鹽野義商店)
大阪・東京・京都



ANTIREPRISE <TORII>

注射に依る 祛痰鎮咳剤

祛痰鎮咳として現今の藥劑はサポニン體グリコシード又はコデイン、モルヒネ其他のアルカロイド等に依る對症的の範圍を出でず眞の原因療法あるなし

本劑は獨特なる方法によりて動物の氣管粘膜炎組織より有效成分を抽出精製せる劃期的理想製品なりとす

(特 徵) 過敏性症狀、毒性乃至副作用等なし 故に乳幼兒と謂へども使用し得らる

包 裝 一・一cc 一〇管入(二・五〇) 五〇管入(一二・二五)

東京市日本橋區本町三丁目三番地

總販賣元 株式會社 鳥居商店

(見本文獻贈呈)

トリプレン ア 特許臟器製劑

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）竝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、最大ノ效果ヲ擧ゲ得

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) 5348・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