

日本生理學雜誌

第 9 卷 第 1 號

昭和 19 年 1 月 13 日 發行

原 著

堀 三 造 : 人體皮膚溫變動の部位的差異に關する研究.....	1
和 田 惠 州 男 : 特異性筋隆起に就ての研究 (14) 特異性筋隆起の電氣緊張に就いて.....	17
和 田 惠 州 男 : 特異性筋隆起に就ての研究 (15) 種々の骨筋に於ける特異性筋隆起に就ての研究.....	21
和 田 惠 州 男 : 特異性筋隆起に就ての研究 (16) 強縮時の特異性筋隆起に就て.....	31
阿 部 祐 吉 : 特異性筋隆起に就ての研究 (17) 特異性筋隆起時の化學過程に就て.....	36
土 橋 義 雄 : 筋短縮機構に就ての研究 (39) 筋纖維の剛性率に就て (1)	42
秋 元 新 平 : 筋短縮機構に就ての研究 (40) 等張性及等尺性強縮に於ける複屈折度の異同に就て.....	48
原 田 久 雄 : 血液乳酸の消長に就ての研究 (3) 脱纖維血及血清の乳酸量.....	55
原 田 久 雄 : 血液乳酸の消長に就ての研究 (4) 血液乳酸靜止價.....	59
原 田 久 雄 : 血液乳酸の消長に就ての研究 (5) 特殊呼吸時の血液乳酸.....	63

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

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.B₂1瓩を含有す。(1日1—2筒を皮下又は靜脈内に注入)。

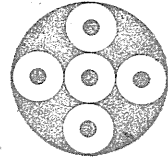
包裝 = 2cc (1.瓩) 5管、10管

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

肺炎

化学療法確立!!



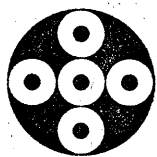
トリアパン

確立されたる治療率98%を誇る
 本剤は肺炎化学療法剤の最高水
 準として本症治療に不可欠の薬
 剤として齊ねく知悉されてゐる
 …即ち急性肺炎に於ける早期解熱と
 症状の緩解は著しく病勢を好轉せし
 め完璧治癒に導き而も本剤の強力治
 癒作用は再燃や轉移を毫も惹起しな
 い。



包 装	注	10% 2cc	10管	50管
	末	10% 10cc	10管	50管
			25瓦	100瓦 500瓦

製造發賣元・大阪市東區道修町 田邊製薬株式会社
 關東販賣元・東京都日本橋區本町 田邊元三郎商店



卵胞

ホルモン剤の

最高水準

イマチモン

本劑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。又本劑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	注射液	0.1cc (2,000I.E)	10瓶	50瓶
	(0.5cc)	0.5cc (10,000I.E)	10瓶	50瓶
		1.0cc (20,000I.E)	10瓶	50瓶
裝	錠劑	0.1cc (2,000I.E)	50錠	100錠
				500錠

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

唯一の赤色アザゾール素剤

アザゾール

製造發賣元

塩野義製薬株式会社

大阪市東區道修町三丁目
支店 東京、京城

注射液(3%)

10管 500

50管 1,000

(5%)

5管 300

10管 600 50管 1,500

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・臍胸・癰・癤・面疔・膿疱疹・癰疽・淋疾其の他の尿路疾患・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效果は全く特效的にして、既に齊しく臨牀家各位の確認せる處、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

AD-13



アキプロン

アキプロン

肺炎・腦膜炎・流行性腦脊髄膜炎・
膿胸・鼠蹊淋巴肉芽腫症・淋疾及び
其合併症 百日咳・中耳炎・關節口
イマチヌ・凡有る連鎖狀並葡萄狀球
菌性疾患

に對する特效的化學療法作用は既に齊し
く確認されたる處にして、更に赤痢、疫
痢、下痢症に對する卓効は、從來の療法
に比し一新威力を發揮しつゝあり

注射液
30%及10%
各 5A 10A
50A
粉末
25g 100g
500g
錠劑(0.2)
20錠 50錠

製造發賣元

塩野義製藥株式会社

大阪市東區道修町三丁目
支店 東京・京城



OXYDOL

Platinum-Palladium-Peroxydases.



結核新劑

最高度組織内酸化増強劑(副作用切なし)

オキシドール

(白金・パラチウム―ペルオキシダーゼ)

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

適應症

肺	結核	痔瘻
喉頭	結核	腎臟炎
腸結核	腎臟炎	腎臟炎
腹膜炎	肋膜炎	腎臟炎
骨カリエス	其他結核全般	

定價 十管入 金拾圓

【呈送献文】

山内製藥所

東京市赤坂區青山南町五ノ七九

電話 青山(36)二六三八番
掛號 東京四五一四番

場工るせ備完
品製るせ選嚴



植村製藥株式會社

東京市日本橋區本石町三ノ六
京城・天津・青島・上海・大連
墨天・神戸・大阪

強力純男性ホルモン	ユーステロン
造血強壯劑	ビオトニク
喘息特效注射劑	アストフエン
ビタミンC注射劑	シーピタ

(包裝)
 ヘミストロン(水色) 五〇〇單位 一cc 五管 十管 三十管
 ヘミストロン(油色) 一〇〇〇單位 〇・五cc 五管 十管 三十管
 錠劑モアリ

ヘミストロンは國際標準品に全く一致せる天然卵胞ホルモン Oestron として一萬國際單位の力價を有す
 本劑は生物學的には雌性動物の性器發育並に第二次性徴の形成を促進し又老衰の進行を遅延せしめる諸機能を回復せしむる作用を有し卵巢の缺損を或は脱落に依り卵胞ホルモン不足に基因する諸疾患に對しては衰退せる諸臓器の機能を鼓舞し新陳代謝を旺盛ならしめ血行血色を改良となし以て婦人の老衰現象を豫防回復せしむ
 高單位ヘミストロンペンツァー注射液は其の作用効果著しく且つ特異性なるを以て高單位療法に應用せらる

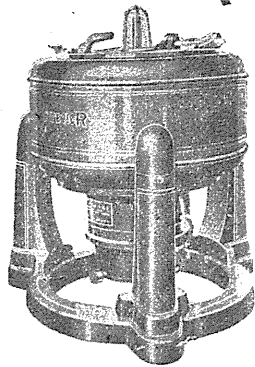
女性ホルモン

ヘミストロン

及ビヘミストロンペンツァー

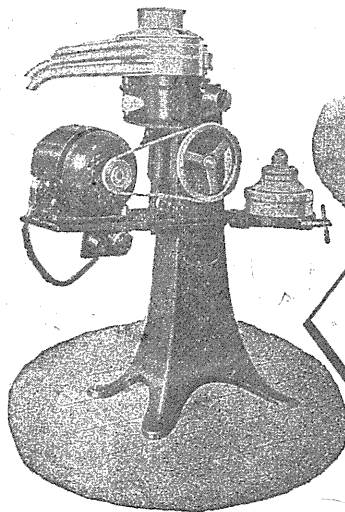
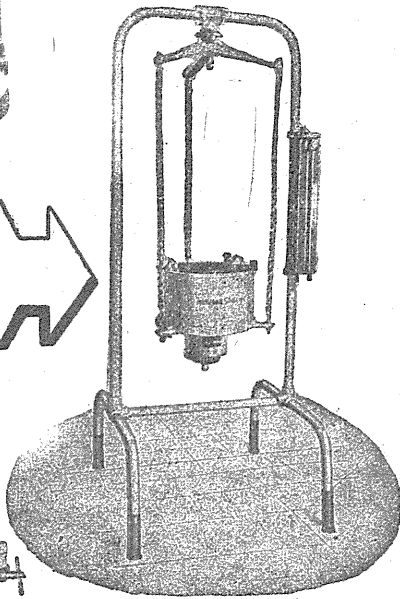
研究室備品

マルサン式遠心器



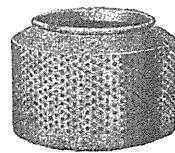
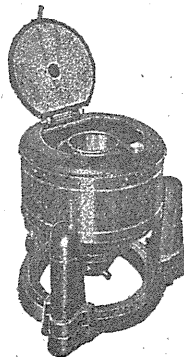
研究室=最速遠心器
No.90 三基懸垂式遠心器
 50cc. x 4本架 R.P.M. 4,000
 沈澱分離用 容量 50cc ~ 500cc.

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ト水・完全連続分離
連続式遠心分離器
 揺動及び掃送用
 4馬力 毎時40公處理他=大量用アリ

濾過、脱水、精造、残渣採取
實驗用 小型脱水器
 (ステンレス製耐酸耐アル用)
 R.P.M. 4,000 廻轉調節器付、使用法種々アリ
 バスケット径 15cm, 20cm, 25cm, 他=大型用アリ
 吸引ロート代用、フィルタープレス代用



ステンレス製バスケット

御二報次第各種總合型録謹呈

専門製作
佐久間寧二商店
 営業所 東京市日本橋區京町三丁目一丁目
 電話 日本橋(24) 三九五二・五四七八
 工場 東京市墨田區南六郷三丁目十六番地
 電話 墨田 二二七〇

人體皮膚溫變動の部位的差異に関する研究 612.59

(日本學術振興會援助に依る研究)

名古屋帝國大學醫學部生理學教室 (久野教授)

堀 三 造

Hori-Sanzo

(昭和18年7月12日受付)

I. 本研究の趣旨

本研究は人體皮溫の諸動機に對する反應が、皮膚の諸部位、殊に軀幹と四肢とに於て如何なる差異ありや、又其差異の體溫調節に對する意義如何を考按する研究の端緒として行つたものであつて、本編に述べるのは室溫の昇降、身體の局所冷却又は加溫による皮溫の變化竝に一旦冷却せられたる局所皮溫の恢復狀況に關する小實驗の成績である。

II. 實驗方法

皮溫及直腸溫は銅コンスタンタン單線接合を用ひ、電位差計により之を測定した。皮膚に接着する接合端に厚さ 0.2mm、直徑 3.0mmの研磨した銀製圓板をつけ、之を皮膚面に軽く密着させるのであるが、接着が絶へず同一の壓にて同じ位置に保たせる爲に弱い發條の先端にフェルトを取付けた支持器を作り、そのフェルトを以て銀板を皮膚に壓着した。但し實驗第4 (第1表参照) 以下に於て行つた冷却局所の皮溫測定には、コロヂウムにて接合端を直接皮膚に密着せしめた。直腸溫の測定には接合端を肛門より 7.0cm の位置に挿入した。

被験者の服裝は冬季に於ては絨製冬衣袴及メリヤス襦袢、袴下各1枚、夏季は綿製夏衣袴1枚で何れの場合でも靴下及手袋は用ひなかつた。

使用したる被験者は合計44名で、測定部位、實驗季節、室溫の變化、身體の冷却又は加溫法等は各項の實驗に於て同一ならざるを以て、便宜上各實驗成績の部に於て述べることにする。第1表は全實驗の一覽表である。

III. 實驗成績

1. 室溫の高低による皮溫の變動

本實驗は後に述べる諸實驗に對する豫備の意味を以て行はれたもので、室溫の昇降により身體諸部殊に四肢末端の皮溫の變化如何を検査したものである。此種の實驗は從來類例に乏しからず、例へば Maddock and Coller (1, 3) は 25°C の室内にて短袴のみを着したる場合を毛布及ゴム布を以て身體を溫保した場合と比較するに、頭部及軀幹の皮溫には甚しき差異なきも、四肢に於て末梢に至るに従ひ皮溫の低下著しく、殊に下肢に於て一層顯著にて、結局足趾皮溫

第1表 實 驗 表

被 驗 者 實 驗

番號	性別	年齢	職 業	實 驗 種 別	施 行 年 月	備 考	
A	男	44	菓子製造	1. 室温の高低による皮温の變動	昭和14年1月	A—Eは 室温16—17°C F—Oは 室温22—25°C P—Tは 室温30—32°C	
B	男	15	學 生				
C	男	45	無 職				
D	男	23	鐵 工				
E	男	50	麵 類 業				
F	女	13	學 生				
G	男	18	學 生				
H	男	16	學 生				
I	男	52	農 業				
J	男	50	農 業				
K	男	15	學 生				
L	男	16	學 生				
M	男	40	學校書記				
N	男	55	學校使丁				
O	男	53	學校使丁				
P	男	60	無 職				
Q	男	33	染 色 業				
R	男	25	鐵 工				
S	男	18	學 生				
T	男	15	學 生				
A	男	44	菓子製造	2. 身體の局所加温による一般皮温の變動	昭和14年1月		
B	男	15	學 生				
C	男	45	無 職				
D	男	50	麵 類 業				
E	男	23	鐵 工				
A	男	31	露店商人	3. 身體の局所冷却による一般皮温の變動	昭和16年2月		
B	男	60	露店商人				
C	男	18	學 生				
D	男	57	生校使丁				
E	男	49	看 護 人				
F	男	21	鐵 工				
G	男	41	看 護 人				
A	男	16	學 生	4. 冷却皮膚部の皮温恢復狀況	昭和15年12月 16年1月	A—D(甲群) E—H(乙群)	
B	男	16	學 生				
C	男	26	會 社 員		(A) 正常者の實驗		
D	男	20	會 社 員				
A	男	37	外 交 員		(B) 交感神經切斷者の實驗		昭和17年7月
B	男	31	船船仲仕				
C	男	66	農 業				
A	男	19	鐵 工		(C) 冷却鍛鍊効果		昭和16年 3月—4月
B	男	19	學 生				
C	男	40	劇場案内				
D	男	38	學校書記				
E	男	33	無 職				
F	男	22	菓子製造				
G	男	44	染 色 業				
H	男	20	鐵 工				

は温保の場合に比して 7°C 内外の差(手指は 3°C 内外)を示すこととなることを報告し、又緒方(4)は胸部と前膊との皮温の觀察に於て、春季には前者が後者よりも明かに高いが、夏季となれば後者が漸次上昇して、遂には前者を凌駕することを認めてゐる。是等の事實から觀れば、環境温度の昇降に伴ひ、身體の皮温は素より一般に昇降するけれども、其度が四肢、殊に其末端に至るに従ひ大となることが推定せられる。

本實驗は殊に此點を觀察するを目的としたものであつて乃ち、(1) 16—17°C, (2) 22—25°C, (3) 30—32°Cの高低3階級の室温に於て、被験者の前額、大腿、手背、手掌、足背及足蹠の6個所のみの皮温を測定した。

第 2 表

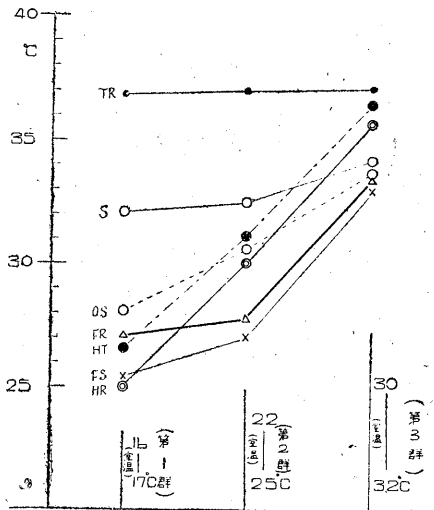
室温	16~17°C		22~25°C		30~32°C	
	数	平均	数	平均	数	平均
前額	31.0 - 31.7	32.1	30.0 - 33.5	32.5	34.0 - 34.7	34.3
大腿	26.5 - 30.0	28.1	28.0 - 32.0	30.6	33.3 - 34.2	33.8
手背	24.0 - 26.0	25.0	28.5 - 32.3	30.1	35.3 - 36.6	35.9
手掌	25.0 - 26.0	26.6	29.0 - 33.5	31.1	36.0 - 37.3	36.6
足背	26.0 - 28.0	27.1	26.5 - 31.0	27.7	33.0 - 34.0	33.5
足蹠	25.0 - 26.5	25.3	25.0 - 31.5	27.0	32.5 - 33.4	33.1
前膊	36.8 - 37.0	38.9	36.9 - 37.4	37.1	37.0 - 37.4	37.2

季節は冬季で、被験者の服装は絨製冬衣袴及メリヤス襦袢、袴下各1枚で、何れの場合でも被験者は當該室温の下に 30—60 分間椅坐の位置に在り、其皮温の動搖止みたる後、測定を行つた。被験者の数は(1)及(3)は各5名、(2)は10名であつた。第2表は其成績の大

要を、又第1圖は其平均値を曲線として示しものである。

第2表に示す如く、其成績には個人差があるけれども其差は 22—25°C に於ける四肢末端の皮温に於て顯著であつて、其他の場合では著しく無い。今各實驗例につき、各部位の皮温の變動度を觀るに、上記3種の室温に於て、前額部の皮温の變動は最も少なく、低室温と高室温とに於ける差が最大 3.7°C, 最小 0.6°C に過ぎないのに、大腿温は之よりも著しく變動し(最大 7.7°C, 最小 3.3°C), 手足温は之に比し更に格段に著しく、手に於ては最大 12.5°C, 最小 9.3°C, 足に於ては最大 8.9°C, 最小 6.0°C となつてゐる。故に低温時には手足の皮温が前額部のものに比して格段に低いのに、高温時には之に接近するのみならず、遙かに之を凌駕する場合もある。殊に手温は之を凌駕するのが常である。是等の關係は、平均値を以て示した第1圖に於ても充分現はれてゐる。

第1圖 室温の高低による皮温變動實驗



曲線 TR は直腸温、S は前額、OS は大腿、HR は手背、HT は手掌、FR は足背、FS は足蹠の皮温。

是等の成績は前述の如く、環境溫の變化する場合主として四肢、殊にその末端の皮溫が劇増して體溫調節の任に當ることを示すものである。然るに茲に注目すべきは此皮溫變化の狀況が手と足とに於て稍々相違することである。即ち手掌及手背溫は此3段の室溫變化により殆ど直線的に變化してゐるのに、足蹠及足背溫は低溫と中等溫との間には變化少なく、中等溫と高溫和の間の變化が大である。即ち足は中等度以下の氣溫の變化に對しては著しく變動せず常に低位に止まり、それ以上高溫となりたる場合に急に上昇する性のあるものと思はれる。

尙ほ本實驗に於て手足共其掌蹠面と背面とに於て溫度の測定されてゐるのは、發汗が此兩面に於て全く別個の性状を示す事實に鑑み、皮溫の變動にも相違の點なきや否やを檢する爲であつた。既に往年信夫(5)は皮膚血管の顯微鏡的觀察に於て、溫熱的刺戟に對する血管反應が、手掌と手背とに於て相異あることを報告してゐる。然るに本實驗では特徴的差異が認められなかつた。但し手に於ては掌溫が常に背溫よりも高く、足に於ては其關係が反對となつてゐる。

第3表 足部加溫30分後に於ける皮溫(C°)變化度

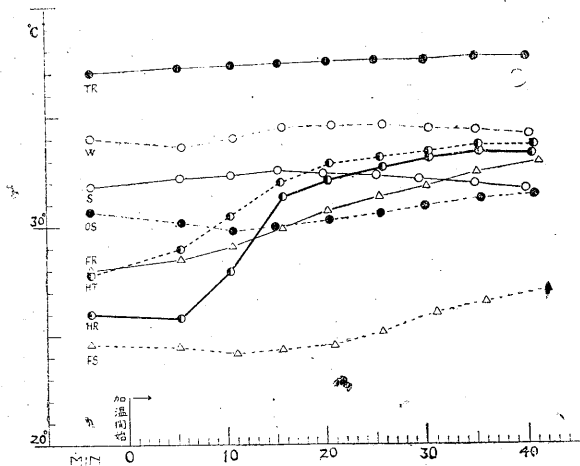
被験者	室溫	直腸溫	前額皮溫	頰部皮溫	大腿皮溫	手背皮溫	手掌皮溫	足背皮溫	足蹠皮溫
A	D-B 17.0	C	+0.3	+0.2	+0.4	+0.2	+7.0	+5.8	+3.7
	W-B 12.0								
B	D-B 16.4	E	+0.2	+0.9	0	+4.6	+6.0	+6.7	+0.6
	W-B 12.0								
C	D-B 16.4	C	+0.2	+0.3	+0.1	+3.0	+6.1	+7.5	+2.5
	W-B 12.0								
D	D-B 17.0	C	+0.2	+0.7	-0.5	+2.3	+7.0	+7.1	+0.5
	W-B 11.0								
E	D-B 16.4	C	+0.2	+1.5	+1.5	+1.9	+3.1	+1.4	+0.9
	W-B 11.0								

2. 身體の局所加溫による

一般皮溫の變動

第1表に示す5名の被験者に就き、其右足を下脚末梢 1/3 に至る迄 45°C の恒温水槽に浸し 30 分間加溫し、加溫前より始めて5分毎に、前額、頰部、大腿(伸側)手背、手掌、足背及足蹠の何れも中央部に於ける

第2圖 局所加溫による一般皮溫の變動實驗



乾球室溫 17.0°C, 濕球室溫 12.0°C, 曲線Wは頰部皮溫, 其他の記號は第1圖に倣ふ。

皮溫を測定した。加溫の結果、皮溫は殆ど總ての部に於て上昇したが、其上昇の程度には部位により甚しき差異があつた。

第3表に示すは、各被験者各皮溫の30分間に於ける最大上昇度である。又第2圖は就中被験者Aの1例につき各皮溫變化の経過を示したものである。

本實驗の加溫は30分間に直腸溫を0.2—0.3°C 上昇せしめたものであつて、大體に於て軽度の加溫と云ふこ

とが出来る。此際前額及頬部の皮温は多くの場合少しく上昇したが、中には不變又は低下した場合もある(唯被験者Eに於ては甚しき上昇が起つた、斯の如きは例外と認むべきものである)。大腿足背及足蹠の皮温上昇は個人的差異があるが、顔面の上昇に比すれば概して其度が大である。しかし其上昇の最も大なのは手背及手掌温であつて、之を足背及足蹠温に比すれば、前者の上昇度の格段に大なることが認められる。此事は第2表及第1圖に見る所の、足部温度は中等度以下の室温では手部温に比し低位になると云ふ事實に一致することであつて、即ち軽度の身體加温時には先づ手に於て反射性放熱増進が行はれ足部に於ける反應は未だ充分ならざるを常態とするものと認められる。

3. 身體の局所冷却による一般皮温の變動

本實驗の目的は、(1) 身體の冷却時に於て諸皮膚部の温度の低下狀況に如何なる差異ありや、及び(2) 冷却を加ふる部位によりて其影響に差異ありやの2點を検することであつた。

使用したる被験者は第1表中7名の男子であつて、皮温測定の個所は前額、胸部、大腿、前膊、手背及足背の6個所である。但し前額とあるは其中央、胸部は心窩部、前膊は其伸展側中央部、大腿も同様、手背竝に足背は共に其中央部である。冷却は背部(肩胛間部と其周邊部)と足部(片足の全部とそれに續く下脚下端の一部に亙る)との2個所に於て行はれた。兩所共冷却の程度を等しくするため、冷却皮膚面積を同一とし(即ち 450cm^2)之を水を充した氷嚢を以て覆ふこととした。氷嚢と皮膚との間に檢温線端を挟んで、其温度を検するに、多くは 2°C を示した。冷却の持續は毎回60分とした。是等冷却に對する、皮膚諸部位の皮温の反應は、冷却部の異なるにより特徴ある差異を示した。即ち次の如くである。

(1) 背部冷却 　いづれの實驗に於ても、冷却60分の間各所の皮温に多少の不正な動搖があるけれども(第3及4圖參照)、大體に於てその傾向は明白である。就中前額、胸部及大腿の皮温は殆ど不變であるか、又は上昇或は下降しても其程度が軽い。殊に下降した例は少なく、且つ60分間の最大下降度が 0.2°C に過ぎないのに「上昇の例の内には最大 0.6°C のものもある(第4表參照)」。反之、手背及足背の皮温は例外無く下降し、爾かも其度概して著しく(殊に室温の低き場合に於て)、最大 2.4°C に及んだ例もある。前膊の皮温は之に比べれば軽度ではあるが、少數の例外を除きいづれも下降し、最大 0.4°C となつてゐる。

之を要するに、背部冷却の場合は、頭部、軀幹及大腿の皮温には著しき變化無く、或は却て上昇する場合もあるが、前膊のそれは多くは下降し、更に四肢の末端たる手背及足背に於ては必ず著しき下降が認められると云ふことになる。即ち此状態は前述の室温の低き場合の狀態に類似するもので、主として四肢の末端の皮温が下降して、身體の保温を行つてゐると認むべきである。

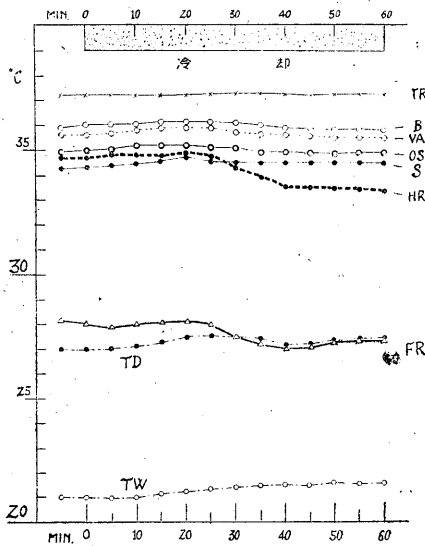
第4表は此種實驗竝に次に述ぶる足部冷却實驗に就き、諸温度の60分間の最大變動度を1表として示したものである。又第3圖は本表中被験者Dの成績を曲線として示してゐる。此圖に

第4表 冷却60分後に於ける皮温變化度

測定部位 温度 被験者	室温 (°C)	直腸温	前額皮温	胸部皮温	大腿皮温	前膊皮温	手背皮温	足背皮温
A	26.0	-0.2 (0)	-0.2 (0)	-0.2 (+0.7)	+0.2 (+0.5)	-0.3 (-0.1)	-1.0 (+0.4)	-0.8 (+0.5)
B	27.0	0 (+0.2)	-0.1 (+0.2)	+0.4 (+0.6)	+0.3 (+0.1)	-0.3 (-0.2)	-0.6 (-0.2)	-0.9 (-0.6)
C	25.0	0 (+0.1)	+0.2 (+0.8)	+0.6 (+0.7)	+0.5 (+0.5)	-0.4 (+0.4)	-0.7 (+0.5)	-2.4 (-1.4)
D	27.0	0 (0)	+0.2 (0)	0 (+0.3)	0 (+0.3)	-0.1 (+0.1)	-1.3 (+0.1)	-0.6 (+0.5)
E	26.5	0 (+0.1)	0 (+0.6)	+0.2 (+0.5)	+0.3 (+0.5)	+0.2 (-0.1)	-1.1 (-0.4)	-0.7 (-1.1)
F	30.0	0 (0)	+0.5 (+0.1)	+0.2 (+0.3)	+0.5 (+0.3)	-0.3 (+0.2)	-0.3 (+0.1)	-0.1 (+0.7)
G	30.0	-0.1 (0)	+0.3 (+0.2)	+0.2 (+0.3)	+0.3 (+0.2)	+0.1 (+0.2)	-0.4 (+0.1)	-0.3 (+0.3)

括弧外数字ハ背部冷却, 括弧内数字ハ足部冷却ヲ示ス

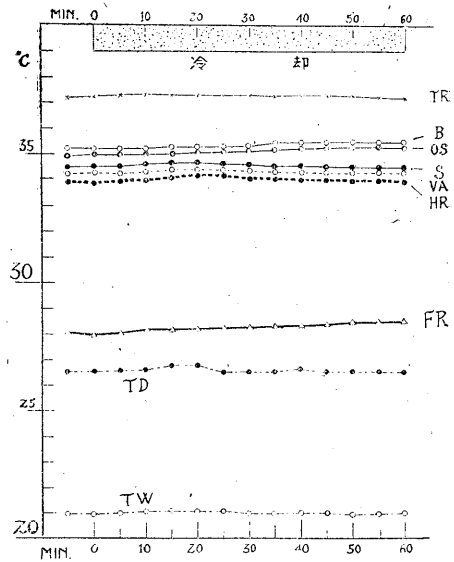
第3圖 局所冷却による一般皮温變動實驗
(背部冷却)



曲線 TR は直腸温, S は前額, B は胸部, VA は前膊, OS は大腿, HR は手背, FR は足背の皮温, TD は乾球室温, TW は濕球室温.

第4圖も總て之に倣ふ.

第4圖 足部冷却



於て殊に手背及足背の皮温低下の顯著な事, 竝にその下降が冷却開始後凡そ20分に至り發現することが認められる. 此圖は大體に於て此種實驗の一般成績を代表するに足るものである.

(2) 足部冷却 第4表(括弧内数字)に於て示す如く, 前額, 胸部及大腿の皮温は, 前額温の不變なりし2例のみを除き, 他は盡く上昇してゐて, 其上昇度も最大0.8°Cに達してゐる. 前膊に於ても上昇せるもの4例, 下降せるもの3例で, その下降度も0.2°Cを超へてゐない. 手

背では上昇5例(最大 0.5°C)、下降2例(最大 0.4°C)、足背では上昇4例(最大 0.7°C)、下降3例(最大 1.4°C)となつてゐる。

即ち足部冷却の場合を背部のそれと對照すれば、前者に於ては、(1)一般に皮溫が上昇性反應を呈する傾向が明白であり、(2)四肢先端たる手背及足背に於てさへ著しき上昇を呈する場合が多いが、(3)中には此部の皮溫だけは下降するものもあり、殊にその度は足背に於て著しいと云ふことになる。即ち此状態は背部冷却の場合と異なり一般に皮溫の低下が著しく少ないから、此際皮膚血管に收縮なきか、或はそれが有つても其程度の小なることが察せられる。

第4圖は第3圖と同一被験者の足部冷却實驗の成績を示すもので、第3圖に比して殊に手背及足背の曲線の著しき差位が認められる。

次に同じく第4表の成績中、直腸溫の變動に就ても、注目すべき點がある。先づ直腸溫は何れの實驗でも著しい變動がない。これは斯の如き軽度の冷却としては當然のことであるが、仔細に云へば、背部冷却の7例中5例は全く變化無く、2例では $0.1-0.2^{\circ}\text{C}$ 下降してゐるのに、足部冷却では4例不變、3例は却て $0.1-0.2^{\circ}\text{C}$ 上昇してゐるから、冷却の部位の異なるにより、反對の傾向が認められることとなる。

以上直腸溫と皮溫との變動を綜合すれば、背部冷却の場合、直腸溫は多少下降の傾向あり、又四肢の皮溫が著しく低下するが、足部冷却の場合皮溫の低下が遙かに軽度で却て上昇の傾向があり、同時に直腸溫にも上昇の傾向が認められると云ふことになる。何故に冷却部位の異なるにより、其反應に斯様な差異が生ずるかと云ふ問題は後に考按の部に於て論ずることとする。

4. 冷却皮膚部の皮溫恢復狀況

本項に述べる實驗は皮膚の小局所を豫め一定度に冷却し、然る後當該部の皮溫の恢復する狀況を身體の諸部位に於て觀察したものである。即ち中央に直径5cmの圓孔を有する厚さ2cmの護膜板を皮膚面に置き、此孔の上に氷嚢を用ひて、圓孔下の皮膚を冷却した。此皮面の中央に豫め硝酸銀液を以て小點を記し、此部を以て皮溫測定部とする。乃ち先づ茲に檢溫接合端を密着して溫度を測り、此溫度が $9.0-10.0^{\circ}\text{C}$ に下降するを待ちて氷嚢を除去し、爾後其溫度の變化を $1\frac{1}{2}$ 時間内外に亘つて測定した。本實驗は最初冬季(12月及1月)に正常者に就て試み、次に夏季(7月)に至り交感神經を切斷された人に就て行つた。尙手足の反復冷却(即ち冷却鍛鍊)により皮溫恢復に如何なる影響が現はれるかを檢する實驗をも試みた。

A. 正常者の實驗(冬季)

實驗室溫を乾球 $20.0-21.0^{\circ}\text{C}$ 、濕球 $16.0-17.0^{\circ}\text{C}$ の範圍に於て一定し、被験者が1時間以上此室内に在り、此溫度に慣れた後に實驗に着手した。被験者は4名であつて(第1表)實驗された個所は、頰部、胸部(心窩部)、背部(肩胛間部)、上膊(伸側中央)、前膊(伸側中央)、手背、大腿(伸側中央)、下脚(伸側中央)及足背の9個所であつた。

皮温恢復の程度及經過は右の諸部位間に甚しき差異があり、即ち部位的の特徴が認められ、此特徴は4名の被験者に於て良く一致してゐた。先づ恢復の程度を示す爲、冷却前の皮温(初温)と、冷却中止後1時間以内に現はれたる最高温度(恢復温)を比較すれば、頬部に於ては恢復温が常に初温よりも高い、即ち冷却を中止すれば其部の皮温が急速に上昇して10分以内に初温を超へ其差凡そ2.0—3.0°Cとなりて、爾後此状態が1時間以上繼續する。胸及背部では恢復温が初温を超える場合(其度0.5—2.0°C)もあるがその度少なく、寧ろ之に及ばざる場合の方が多し(0.2—3.0°C)。但し恢復の速度は頬部に於けるよりも著しく遅く、冷却中止後、稀には30分多くは1時間を以て最高となる。四肢に於ては恢復温は例外無く初温よりも低い。其傾向が

第 5 表

部位	被験者	冷却前(°C)	恢復温(°C)	差
頬部	A	32.0	34.0	+ 2.0
	B	31.0	33.8	+ 2.8
	C	30.8	34.0	+ 3.2
	D	32.5	34.8	+ 2.3
胸部	A	32.8	30.0	- 2.8
	B	29.0	26.0	- 3.0
	C	26.0	30.0	+ 2.0
	D	31.0	31.5	+ 0.5
背	A	31.5	32.0	+ 0.5
	B	31.4	29.5	- 1.9
	C	31.0	30.8	- 0.2
	D	32.0	30.2	- 1.8
上腕	A	28.2	24.0	- 4.2
	B	28.8	26.0	- 2.8
	C	30.8	28.0	- 2.8
	D	31.0	28.0	- 3.0
前腕	A	25.8	23.0	- 2.8
	B	29.0	23.5	- 5.5
	C	30.1	27.0	- 3.1
	D	29.5	24.0	- 5.5
大腿	A	27.1	25.5	- 1.6
	B	27.8	26.5	- 1.3
	C	27.0	24.5	- 2.5
	D	28.5	26.0	- 2.3
下脚	A	27.0	24.0	- 3.0
	B	27.0	25.0	- 2.0
	C	27.0	22.5	- 4.5
	D	26.0	27.0	- 1.0
手背	A	23.0	19.0	- 4.0
	B	25.2	21.0	- 4.2
	C	31.5	24.0	- 7.5
	D	28.3	21.5	- 6.8
足背	A	23.5	20.5	- 3.0
	B	24.0	21.5	- 2.5
	C	22.0	19.5	- 2.5
	D	25.2	22.0	- 3.2

互り繼續するものである。

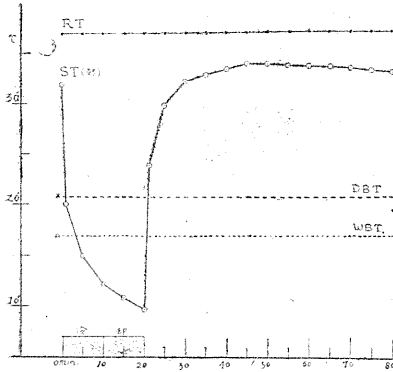
皮温恢復の經過から觀ても、部位により特徴的の差異がある。但し何れの部位にても、冷却を中止した直後、一時極めて迅速に上昇し、その後上昇が緩慢となる點は同一である。即ち上昇を凡てこの2期に分ち得るのであるが、頬部では其第一期の急速上昇が頗る顯著であつて爲に皮温は冷却中止後凡そ10分間以内に、初温と同高又はそれ以上となるが、胸部、背部では第一期の上昇が餘程弱くなり、第2期の緩徐な上昇を以て漸く初温に接近する。大腿、前腕及手

大體に於て四肢の末梢に至ると共に著しくなつてゐる。即ち大腿は胸、背部と凡そ恢復の状況が類似し稍々それよりも恢復温の低き點を異にし(其差1.3—2.5°C)、上腕はそれよりも少しく低く(其差2.0—4.2°C)、前腕と下脚とは更に一段低くなつてゐる(其差3.1—5.5°C)。然し以上4個所の差は比較的少ないけれど、手背と足背とは之に比して一層明瞭な差がある。即ち恢復温は初温に比し甚しき場合は7.5°Cにも達する。又その差が左程大ならざる場合でも大體に於て其温度は室温と大差なき高度に止り1½時間以内の觀察では更に恢復の徴が認められぬのである。第5表は是等成績の大要を示すものである。

是等各部の初温は素より一樣ならず、頬部最も高く、軀幹之に亞ぎ、四肢は更にそれよりも低く、手背と足背とに於て最低であつて、頬部と手足との差は7.0°C内外、胸部と手足との差は5.0°C内外となつてゐるが、恢復温に就て此差を求むれば前者は13.0°C内外、後者は8.0°C余となる。即ち一旦冷却されたる後は皮温の部位關係が一變し、其状態が冷却の去りたる後相當長時間に

背竝に足背に至ると共に恢復は益々緩徐となり殊に第2期の上昇が四肢の末端に近づくと共に頗る遅徐となるので、皮温が長期に亘り低位に止まることとなる。

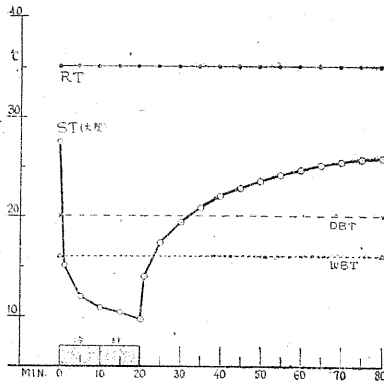
第5圖 冷却皮膚部の皮温恢復實驗
(正常者)



曲線 RT は直腸温, ST は皮温,
DBT は乾球室温, WBT は湿
球室温.

以下第 6—9 圖は何れも正常者
の實驗にて記號は總て之に倣ふ

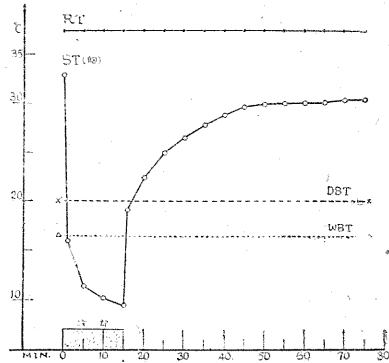
第 7 圖



て、冷却中止直後の皮温の急速上昇の度が、前圖よりも軽度で、其後の漸増も亦一層緩慢であり、冷却中止後65分に及んでも、猶ほ初温に比し著しく低位に止まつてゐる。此恢復の経過は他の被験者の胸部と背部とに於ける一般の所見を代表するものであるが、唯恢復の度（即ち恢復温と初温との高度の關係）は必しも一樣で無く、中には1時間以内に初温に迄恢復した例もある。

第7圖は大腿の實驗例であつて、其恢復の経過が更に一層緩慢である。大腿竝に上膊に於ける成績は其経過が凡そ之に類似するが、恢復度は必しも一樣で無くて各例相當の差異がある。しかし恢復の経過に於て以下述べる成績との間に少々特徴的の差を認めることが出来る。それ

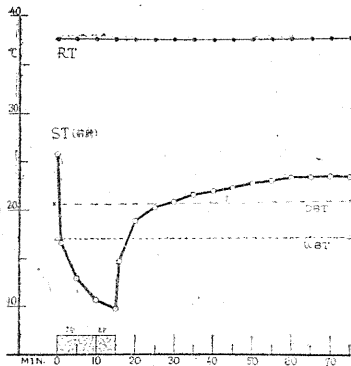
第 6 圖



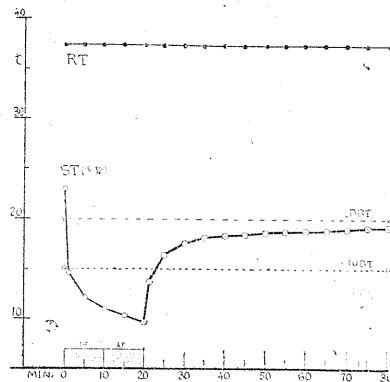
以上の關係は第 5—9 圖に示す實驗例を以て凡そ理解することが出来る。第5圖は頬部冷却實驗(被験者A)の1例であるが、其冷却前の皮温は32.0°Cであつたが、20分間の冷却により9.8°Cに下降し、茲に於て冷却を廢したら、殆ど一瞬の間に23.7°Cに昇り、(第1期上昇)、それより上昇の速度が漸減したけれども、(第2期)冷却中止後25分にして34.0°C(即ち初温より高きこと2.0°C)となり、其後極めて徐々に低下の傾向を示してゐる。他の被験者に於ても頬部に於ける所見は、凡そ之と同様である。

第6圖は同一被験者の胸部の成績であつ

第 8 圖



第 9 圖



は本例に於ては第1期の恢復は軽度であるが、第2期に於ても緩徐ながら著しき漸増が認められ、其結果第1期と第2期との境界が稍々明瞭を缺く傾向がある。然るに前膊又は下脚以下の實驗(第8及9圖)では第2期の上昇度が甚しく減弱し、其結果2期の境界が明瞭となり、且つ恢復が頗る遅延することとなるのである。但し之には例外が無いのでは無い。

第8圖は前膊の實驗例で、其經過は凡そ前膊と下脚とに於ける成績を代表するものである。恢復度は各例差異があるが、何れの場合に於ても同一被験者の大腿又は上膊に比し其恢復の遅いことが認められる。

第9圖は手背の實驗例であつて、前圖に比し更に格段に恢復が遅い。本例では冷却中止後1時間の皮温が初温に比し 4.0°C 低位に在る。是が凡そ手背と足背とに於ける一般所見である。Lewis (2) は人體局所の冷却實驗に於て、冷却中止後其部の皮膚が發赤すると共に皮温に著しき上昇の起ることを認めた。此反應は顔面の内では耳に於て最も著しく、頰部では5回の實驗中3回に於てのみ之を認め、前膊では稀にて且つ其度弱きも、手指末節に於ては頗る著明なることを認め、雪投などの後に手に發赤熱感の起るのも同様の現象なりと述べてゐる。此部位的關係は上述の本實驗成績とは異なる所があるけれども、是は Lewis の實驗では、其冷却度が本實驗に於けるよりも高度であることに因るものと思はれる。即ち皮膚の冷却一層強度なる時は顔面以外の部に於ても恢復温が初温を超ゆることは素よりあり得るであろう。本編の實驗は人體の日常生活に起り得る皮膚の冷却反應を検することを主たる目的としたものなるが故に總て軽度の冷却を用ひたのである。但し Lewis の實驗に於ても顔面の皮温は冷却中止後、極めて迅速に上昇し、前膊のそれは其恢復緩徐にて多くは初温を超ゆることなきことを認めてゐる。又緒方 (4) は人體を一定時間 $4-5^{\circ}\text{C}$ の冷室に置いた後 $24-25^{\circ}\text{C}$ の室に轉入せしめた場合、前額の皮温は急速に初温に恢復するが、手足及鼻尖のそれは長時間低温に止まること、並に之には季節的差異があり、殊に冬季に於て之を認めることを報告してゐる。是等の成績は總て本研究成績に一致するものである。

本實驗は總て冬季に於て行はれたものであるが、既に緒方(4)の注意せる如く、皮膚血管反應には季節的變動があるので、上述の成績も冬季に於ける反應を示すに止まり、他の季節に於てはその狀況同様ならざるものと思はれる。殊に次項に述べる如く、夏季の實驗では、下脚及手背の皮溫の冷却中止後の恢復が迅速で、其狀況が冬季に於ける胸、背部のそれに類似することが認められた。その1例は第10圖の曲線中N(正常側)に就て見ることが出来る。即ち四肢末端皮溫の恢復遲延現象は、恐らく寒冷な時期に特有なもので、溫暖に向ふと共に、此性が失はれるものと察せられるが、此變化が何れの季節を境として起るかの點に就ては未だ觀察を行ふことが出来なかつた。

B. 交感神經切斷者の實驗(夏季)

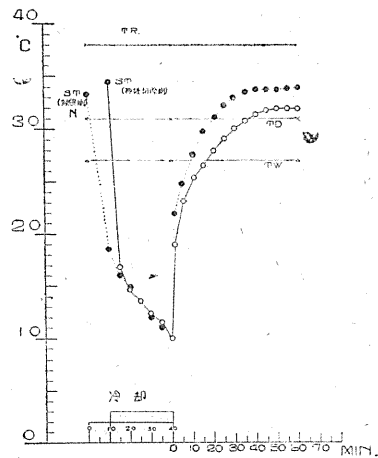
特發壞疽又は喘息の治療の目的を以て、下肢又は上肢に對する交感神經節を切除した3名の患者(第1表参照)に就き、其切斷皮膚部と、對側對稱部とに於て、前項と同様の冷却實驗を試み、神經切斷の影響如何を觀察した。切斷手術施行後此實驗に至るまでの経過日數は、内2名に於ては18日及9日、他の1名に於ては約1½年であつた。

總ての實驗に於て、先づ被験者の發汗検査を行つた。即ち約43°Cの發汗室にて充分に發汗せしめて、全身の發汗狀況をMinor氏法を以て觀察し、神經切斷皮膚部が殆ど完全に無汗なることを確かめた後に、其部と之が對稱たる對側肢の皮膚部とに於て冷却實驗を行つた。

2名の被験者は下脚に於ける實驗であつたが、内1名は手術後1½年、他は18日であつたけれども、共に成績は凡そ同様で、神經切斷皮膚部に於て、冷却後皮溫の恢復の稍々遅いことが認められた。第10圖に示すのが其1例である。即ち恢復の初期は對側と同様であるが、其後上昇が緩徐となり、ために容易に初溫に迄復歸しない有様である。他の1例も之に頗る類似してゐるが、對側との差が、之よりも稍々少であつた。然るに他の1例は、手背に於ける實驗(手術後9日)であつたが、是は前者と反對に切斷側に於て皮溫の恢復が稍々迅速であつた。是は或は手術後の経過日數が少なく、當時手術皮膚部の血管が擴張してゐた爲であるかも知れぬ。その冷却前の皮溫は手術側の方が1.1°Cの高位に在つた。

以上の如く本實驗は例數も少なく其成績に不一致の點があり、結論を得ないのであるが、兎に角此神經切斷の影響が左程甚しきもので無いことは認め得られる。但し前項に述べた如く、四肢皮溫の恢復遲延現象が冬季に於てのみ認めうるものとすれば、交感神經切斷の影響如何を

第10圖 交感神經切斷者の實驗



乾球室溫 32.0°C, 濕球室溫 27.0°C
 曲線 TR は直腸溫, ST は皮溫.

知るために、矢張り冬季に検査を行はねばならぬ。即ち何れの點に於ても本實驗は頗る不備であるが、偶々以上の如き被術者を實驗する機會を得たから、後日の參考として成績を記録することとしたのである。

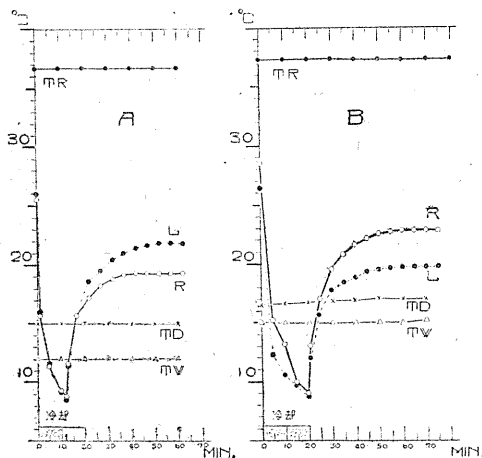
C. 冷却鍛鍊効果

以上の實驗成績により、少くとも冬季に於ては四肢殊に其末端の皮膚が一旦冷却せられた後、長時間に亘り其溫度を恢復せざる特性を示すことが明かとなつた。後に考按の部に述べる如く、是は寒冷に對處する有意義の性能であるとは思はれるが、是等の皮膚が反復冷却せられた時、此皮溫恢復狀況が如何に變化するかを觀察するは、其意義を判斷する上にも必要のことである。仍て前膊又は下脚以下を連日冷水に浸し、手背又は足背の皮溫恢復狀況の推移を検することとした。

此實驗は8名の男子(第1表参照)に就き3月より4月に至る間に行つた。一群(甲群)の實驗では一手(前膊中部以下)又は一足(下脚中部以下)を1日1回60分間づつ5°Cの冷水に浸し、他群(乙群)の實驗では同様の冷却を1回30分づつとし、30分づつの間歇を以て1日5回づつ反復した。此鍛鍊の繼續日數は兩群共7日であつた。

皮溫恢復狀況の検査は前述と同一の形式を以て、以上の如くして鍛鍊した側の手背又は足背と、其對側の手背又は足背とに於て同時に行つた。鍛鍊による冷却の直接影響を避けるため、此検査は毎日冷却の後少くとも20時間を経過した後行つた。

第11圖 冷却鍛鍊効果實驗
(手背)



Aは鍛鍊開始後第2日、Bは第6日、
曲線 TR は直腸溫、TD は乾球室溫、
TW は濕球室溫、R は右側(鍛鍊側)の
皮溫、L は左側(對照側)の皮溫。

甲群の實驗では鍛鍊効果は著明で無く、決定的の成績を得なかつたが、乙群に於ては概して一致した傾向が認められた。それは鍛鍊せられた手背又は足背では、冷却後の皮溫恢復が速かとなり且つ恢復度が明かに増加することであつた。

第11圖に示すは手背に於ける一實驗例(被験者E)である。就中A圖は鍛鍊開始後第2日、B圖は第6日の成績で、曲線Rは右側(鍛鍊側)、Lは左側(對照側)の皮溫である。此被験者は最初左手が右手よりも皮溫恢復の早い性質の者であつて(B圖)、此状態が鍛鍊開始後3日間繼續してゐたが、第4日に至り鍛鍊手の恢復が増進して、兩手の關係が逆となり、

其後此状態が第7日に至るまで持續した。B圖はその第6日の成績である。奇怪な事には、對照たる左手の皮溫恢復が丁度此鍛鍊効果の現はれた日から著しく減少したことである。

即ち B圖の L 曲線の上昇度が、A 圖のそれに劣つてゐるのがそれである。其理由は明白でない。

第12圖に示すは足背實驗の1例(被験者は前圖と同一)である。足背では始から右側に於て皮温恢復が著明であつたが、同じく鍛鍊第4日から、それが一層顯著となり、その後その状態が繼續した。本圖中 A は第1日、B は第5日の成績である。

以上の成績によれば、手背及足背は頻々冷却することにより、皮温恢復に對し促進的影響の現はれることは確實である。

IV. 考 按

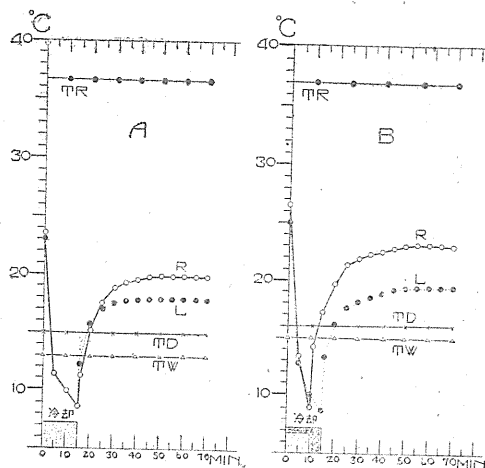
上記記述した實驗成績の内、先づ、(1) 室温の昇降に伴ふ皮温の變動が前額部に於ては少なく、四肢殊に其末端に於て大であつて、其結果普通低温なる手足は高温時には前額部のそれを凌駕するに至ること、(2) 手と足の皮温の變化には同じからざる點があり、手温は概して室温の上昇と共に直線的に昇るけれども、足温は中等度以下の室温では概して低位に止まり、室温が更に上昇した場合に急に昇ること、竝に (3) 身體局所を冷却又は加温した場合でも、諸部位の皮温變動の状況が大體に於て右に類似すること等により、皮温變動による體温の調節が全身皮膚面に於て平等に行はれるもので無くて、部位により其負擔に甚しき差異のあることが明白である。

室温變化實驗竝に局所加温實驗では軀幹の皮温は測定されなかつたけれども、其變動が四肢に於ける如く大で無いことは從來の諸研究により充分推定される。又局所冷却實驗に於ける胸部皮温の成績からもそれが肯定されるのである。乃ち人體は寒暑共主として四肢を以て體熱の輻射傳導による放散を調節するものである。身體表面々積は四肢が全體の約 65 % を占めてゐる(高比良 7) ので、四肢に於ける調節は有力である。就中下肢は 38%、足は 7% で、上肢は 14%、手は 6% であるから、下肢の方が上肢よりも有意義となるのである。

更に仔細に觀れば、手の温度は室温に伴つて著しく上昇し、高温時には通則として頭部及軀幹の皮温を凌駕するものであるが、足の温度は之と稍々趣を異にし、中等度以下の室温では、それに比例して上昇すること無く、概して著しく低位に止つてゐる。此事實は體温調節の任務上手足の間に差異があり、手は高温時の體熱放散に對して足よりも有力な作用を有し、足は主として低温時の體温保存を主なる役目としてゐるものとも考へることが出来る。

此調節には四肢殊に其末端は皮温のみならず、内部組織の温度迄も劇變を免がれぬことと察

第12圖 冷却鍛鍊効果實驗
(足 背)



A は鍛鍊開始後第1日、B は第5日、
其他は第11圖に倣ふ。

せられる。故に是は四肢を犠牲として、頭部及軀幹に内臓の溫度を一定度に維持する機轉であるとも云ふことが出来る。而して皮溫變動の主要なる條件は、其血行の變化であるから、以上の成績は、皮膚血管の擴張又は收縮、換言すれば皮膚の血液包含量が、頭部及軀幹に於ては著しく變動せず、四肢殊に其末端に於ては甚しく變動するものであることを推定せしめるに足るものである。

吾々は寒き日の經驗として、手足のみに冷感を覺へ、又實際其部が甚しく厥冷して、其溫度が容易に恢復せざる場合あることを知つてゐる。此事實は半ば上述の實驗成績から理解することが出来るけれども、一旦冷却した手足が何故に容易に恢復せざるかの點に就ては別個の説明が心要である。之に對しては、(4) 冷却皮膚部の皮溫恢復狀況が部位により著差あり、顔面及軀幹では恢復が急速で、四肢に於ては遅く、殊に手足に於ては其恢復に頗る長時間を要する事實が役立つのである。此實驗は小局所の冷却であるから、其恢復に要する熱量は大ならず、若し血行さへ充分ならば間もなく其熱は供給さるべき筈であるのに、事實が以上の如くであると云ふのは、畢竟手足では其血管が冷却により一旦收縮された場合は、容易に擴張せざる特性を備へてゐるからであつて、其反對に顔面で冷却中止後、急に其皮溫が上昇し、一時初溫を超へるのは、其血管が直ちに擴張し、一時過度に擴張する時期があるからで無ければならぬ。即ち血管の冷却に對する反應の態度には、皮膚の部位により甚しき差異があるのである。殊に興味のあるのは、(5) 此四肢血管の收縮繼續現象が主として冬季に於て見られるもので、夏季となれば其性能の大半が失はれることである。夏季に於ては手足の皮溫が屢々頭部皮溫以上となること上述の通りであるから、此場合には此部の血管に著しき擴張が必要である。即ち四肢の血管は生活上の必要に應じて其反應狀況を一變するものと思はれる。斯様な季節的變化に對しては、血管運動神經の作用が相當の意義を持つものと考へられるけれども、本編の實驗では之に對して何等的確に答ふべき材料が無い。唯上述の如く、(6) 交感神經の切斷が多少此反應に關係を有することを知るのみである。

以上の如く四肢の血管が冬季に於て持續的收縮の性能を示すのは、畢竟寒氣の影響によるものと思はれるのに、冷却鍛錬の實驗に於ては、(7) 手背及足背の皮溫が冷却後の恢復速度を増すと云ふ成績が現はれて居て、一見矛盾の感を與へるけれども、此冷却は甚だ高度のものであつて、斯の如き場合には、手足自己に凍傷の危険を防ぐ必要が起るために、それに対する反應が起らねばならぬ。即ち是は上述の反應とは別個のものと考えべきものである。手足を強く冷却した場合に、其皮膚血管が自然に擴張して皮膚の血行を増し、凍傷の危険を防ぐ性能のあることは周知の事實であるが、最近高橋(6)は此反應が冷却鍛錬により著しく増進することを報告した。此現象は主として手指及足趾に見る所のものであつて、所謂動靜脈吻合枝の官能に屬するものであるが、其吻合枝の缺如せりと思はれる前膊に於ても亦輕度ながら、之に類する皮溫反應が認められてゐる。故に本實驗も此現象の一部を觀察したものと觀るべきである。

次に身體局所の冷却實驗に於て、(8) 背部と足部との冷却に對する、全身皮溫の變化に差異があり、背部冷却では、手足の皮溫に著しき下降が認められ、足部冷却では其下降が少なく、且つ顔面軀幹の皮溫に一般的上昇の認められる事實は頗る興味のあることである。此實驗は猶ほ未熟のものではあるが、將來の研究に對し次の如き示唆を與へるものである。

寒冷に對する體溫調節が、體内の産熱の増加と、皮膚よりの放熱の減少とによつて行はれ、共に主として神經反射によりて惹起されることは云ふ迄もないことであるが、以上の成績は此二種の反應が全身の皮膚神經から平等に誘致されるものではなくて、刺戟の部位により兩反應の發現に難易の差があるのではないかと云ふことを考へさせるものである。即ち背部を冷却した時は一般皮溫には上昇が少なく手足の皮溫は著しく下降するので、これは皮膚血管の收縮が比較的強く現はれたと觀ることが出來、足部の冷却では手足皮溫の低下が少なく、その他一般皮溫に上昇が認められるので、是は皮膚血管の收縮が輕度であつて、體内産熱の増加が著しく、その結果却て一般皮溫の上昇が起つたと考へ得るのである。即ち前者は主として血管運動中樞を、後者は主として體溫產生中樞を發動せしめたこととなるのである。足部冷却の場合に直腸溫に上昇の傾向を認めたことも此推定に一致する事實である。

此實驗は何れも皮膚小部分の冷却であるから、身體よりの奪熱は大ならず、從て其反應が體熱を保護せんとする一義的のもので無く、却て皮溫の上昇を呈したのも怪むべきで無い。普通身體が寒氣に曝露された時に、一時體溫の上昇(所謂初期上昇)の現はれることは周知の事實である。

上述の推定の當否は今後の研究により決せらるべきものであるが、若し是が事實であるとするれば、寒冷時に手足が甚しく冷却し、其冷却に永續的の性質のある事實も、體熱產生を鼓舞する上に特殊の意義あることとなるのである。

V. 摘 要

本研究は室溫の昇降、身體の局所冷却又は加溫による皮溫の反射的變動、竝に一旦冷却せられたる局所皮溫の恢復狀況が軀幹と四肢とに於て如何なる差異ありや、又其差異の意義如何を知るを主なる目的としたものであつて、44名の健康者と3名の交感神經切斷被術者とに就て實驗が行はれた。皮溫の測定には銅コンスタンタン單線接合が使用せられた。

(1) 室溫の昇降によりては前額部の皮溫には甚しき變動なく、手及足の皮溫は劇變して、低溫時には著しく低下し、高溫時には前額部溫を超過する、即ち輻射及傳導による體溫の調節は主として四肢に於て行はれることが認められた。

是等皮溫の變動が手と足とに於て一定の差異あり、手は概して室溫に伴つて昇降し、容易に軀幹の皮溫を凌駕するが、足の皮溫は中等度以下の室溫では概して低位に止まる特性がある。故に前者は高溫時の體溫調節に對し有力であつて、後者は主として低溫時の體溫調節を擔當するものと察せられる。

(2) 身體局所加温又は冷却の場合も、一般皮温の變化は右と大體同様であるが、冷却の場合の反應が、冷却せられる部位により一様でない。即ち背部と足とに於て同一面積の皮膚面を冷却するに、背部を冷却した場合は、手足の皮温が著しく低下するけれども、足の場合は軀幹の皮温は一般に上昇して、手足のそれも上昇下降一定しない。是は前者によりては主として血管運動神經中樞の反應が起り皮膚血管が收縮するが、後者は主として體熱產生の反射性上昇を惹起する爲であらうと察せられる。

(3) 直徑5mmの皮膚面を冷却し、冷却中止後其部の皮温の恢復狀況を觀察する實驗に於て、顔面では其恢復が急速で一時初温以上となり、軀幹部では恢復が之よりも遅く、四肢に於ては一層遅徐で、殊に手背と足背とに於ては一定度迄は恢復するが、それ以上の恢復には頗る長時間を要する事が認められた。是は恐らく血管の性狀の差に起因するものである。但しこの關係は冬季の所見であつて、夏季に於ては手足の此特徴が失はれて、其恢復狀況が軀幹のそれに類似するやうになる。

交感神經を切斷した皮膚部に於ける夏季の實驗では、右の恢復狀況が多少變化するけれども其差が著しく無い。

(4) 手足を連日5回30分間づつ冷水中に浸して冷却鍛鍊を行ふ時は、上記の手背及足背の皮温の冷却後の恢復が迅速となる。是は手足自己の凍傷を防ぐ別個の機轉と思はれる。

文 獻

- 1) Collier, F. A. and W. G. Maddock (1932) Ann. Surg. 96 719
- 2) Lewis, Sir Thomas (1930) Heart, 15 180
- 3) Maddock, W. G. and F. A. Collier (1933) Amer. J. Physiol. 106 589
- 4) 緒方維弘 (昭和17年) 滿洲醫誌 37 647
- 5) 信夫主税 (昭和6年) 滿洲醫誌 14 141
- 6) 高橋史郎 (昭和18年) 日本生理誌 8 461
- 7) 高比良英雄 (1925) 榮養研究所報告 1 82

特異性筋隆起に就ての研究 (14) 612.741.14:813.3

特異性筋隆起の電氣緊張に就て

(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

和田 惠州 男

Wada-Esuo

(昭和18年7月10日受付)

I. 緒 言

特異性筋隆起を起してゐる部位は極性拒否 (polares Versagen) の状態 (1) に在り、更に其部に加へられる刺激に對し興奮を起さないとされてゐた。然るに吾々の教室での實驗 (3) から、少くとも隆起部は他の部位で起つた興奮を傳搬せしめてゐる。被刺激性と興奮傳搬性とを分離して考へると論義の餘地はあるが、どうも筋隆起部が極性拒否の状態に在りとは思はれない。此報告は此點の再検討を試み、進んで此部位での電氣緊張の起り方を調べ、更に麻酔状態での特異性筋隆起の起り方に就き再検討を試みたのである。

實驗は2602年10月より2603年3月迄の間に行つた。

II. 實驗方法及成績

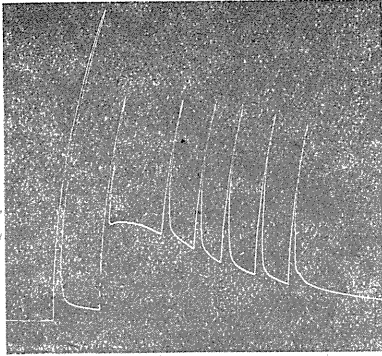
實驗標本には冬眠期の雄蓋より剔出したる縫匠筋を用ひ、叩打槌には菅原の報告 (5) にあるものを用ひた。其他の方法上の詳細は以下實驗成績のところに記載する。

A. 極性拒否に就ての實驗 特異性筋隆起が極性拒否の状態に在るか否かの問題は隆起部に更に刺激を與へてみてそれに應ずるか否かを決定すれば解決がつく。それで次の實驗を行つた。

先づ特異性筋隆起を起さしめ、その隆起部に直に不分極電導子の陰極を置き、平流電氣刺激を與へてみた。實驗條件は槌の幅を5mm、落下角度を15~20°とし、電極は先端に脱脂木綿糸を付して接觸面を小さくし、陽極は隆起部より約5~10mm距つた靜常表面に置いた。電氣強度はPflüger法則の強、中、弱に相當する3種を用ひた。

實驗結果は次の如くであつた。隆起を起させた部位に與へる平流刺激が弱ければ閉鎖時のみに攣縮し (第1圖)、中等強度では閉鎖時と開放時に攣縮し (第2圖)、更に強度では強縮に移行する應答の仕方を示した。之等の結果は隆起部位が興奮部位の極めて狭い弱刺激に反應してゐるのであるから、一應極性拒否の状態ではないことを示して居る。但し嚴密に考へると、安田 (8) のクロレトン奇現象に見る如く、隆起部は興奮傳搬性は保有するが被刺激性を失つてゐて、

第 1 圖



第 2 圖

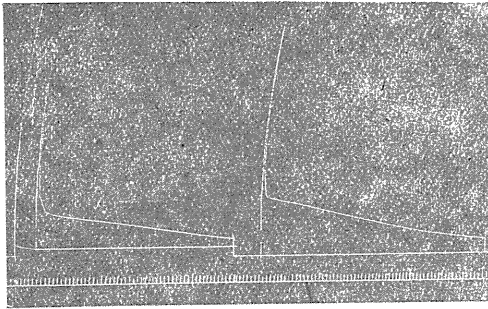


實際の興奮は何時も靜常部から起ると云ふ反駁がせられぬではない。また神經幹では陰極部を冷却すると極興奮法則に違反して興奮は陽極から起ることが報告されて居るので、尙若干の問題が無いではない。然しそれにも拘らず隆起部に興奮傳導性の在ることだけは確かであり、余の他の實驗 (7) から、隆起部は直接刺激で確に攣縮を起してゐると認められるので、余は隆起部が極性拒否を起してゐないものと認める。

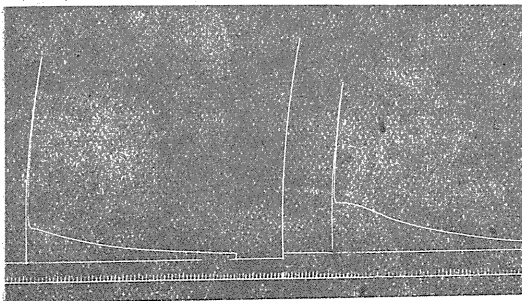
B. 電氣緊張に就ての實驗 この實驗の目的は特異性筋隆起部の興奮の性質が攣縮時又は強縮時のそれと稍異なる (7) ので、隆起部に豫め強、中、弱の度合の陽性及陰性電氣緊張を起させ、その状態での隆起の起り方を觀ようとした。實驗は次の如く行つた。

電氣緊張を起さしめる電極はその先端を幅 3 mm の脱脂ガーゼとし、それで軽く筋を卷く様に

第 3 圖 陽性電氣緊張發現下の筋隆起 (正常筋)



第 4 圖 陰性電氣緊張發現下の筋隆起 (正常筋)



した。これはなるべく電極部の筋が一樣に電氣緊張を起すことを意圖したのである。極間距離は略 1 cm とし、隆起は電極の當てられてゐる部位に起させるためガーゼの幅より狭い 2 mm の接觸面を有する槌を用ひ、電極部を叩いて隆起を起させた。

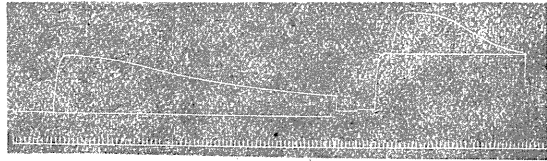
實驗の結果は隆起の高さもその半減期も陰陽電氣緊張の度合に全く比例した (第 3 圖及第 4 圖)。即ち此限りに於て特異性隆起の興奮過程は、それが攣縮時や強縮時のそれと機序が異つてもまた異らなくても、電氣緊張の度合に平行する。換言すれば隆起時の興奮は電氣緊張に攣縮時や強縮時と同様に影響されて居るこ

とが明らかになった。

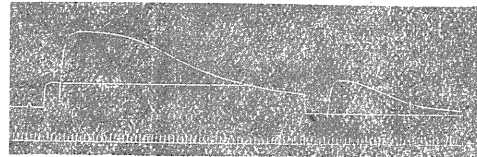
(C. 麻酔時の隆起に就ての實驗 麻酔薬に浸した筋では、最早電氣ピンセットに反應しなくなつても特異性筋隆起の起る事は既に西谷、高橋 (4) の明らかにしたところであるが、その麻酔筋に實驗(B) の如く平流電氣を通じて色々の度合の陰陽電氣緊張を起さしめ、その状態での隆起の起り方を最初に觀察した。麻酔薬は 0.1g/dl 鹽酸 Cocain-Ringer 液を用ひた。

その結果は次の如くである。元來靜常筋に平流電氣を通じるとその強度に即應し陰極部では筋が稍々縮み、陽極部では逆に伸びる事が知られて居るが、單一刺激では收縮し得ない程度の麻酔に陥つたところで中等強度以上の電流を通すと陽極部の伸びは明らかでないが陰極部に閉鎖收縮が觀られた(第5圖)。この閉鎖收縮は單一刺激に興奮しなくなつてから相當長い間起つた。この閉鎖收縮の原因は

第5圖 陽性電氣緊張發現下の筋隆起(麻酔筋)



第6圖 陰性電氣緊張發現下の筋隆起(麻酔筋)



筋組織中にある神經末端部の固有律動によつて生ずるとも考へられたが (1)、此場合の麻酔状態は小柴の心臟麻酔の實驗(2) と同じに神經器は麻酔し筋は尙充分に麻酔しない状態なのであるから、上記の推定が間違つてゐることがこの實驗から明らかとなつた。

次にかやうな麻酔筋に就て隆起の起り方を見ると、その現れ方は正常筋に於けると同じく、隆起高もその半減期も陰極部で増大し(第6圖)、陽極部で減少した(第5圖)。

III. 實驗成績に就ての考察

特異性筋隆起部が極性拒否を起してゐないことに就ては實驗成績の條下で述べたやうに多少論議の餘地があるが、名取の報告(2)並に余の他の報告(7)と照し合はせて興味あることは、電氣緊張と刺激による興奮とは別個の機序であると推定されねばならぬことである。名取は菅原の實驗(6)を基礎とし筋隆起部と健常部の間に相當大きな電位差があり、他から刺激が加つても夫れ以上の電氣的變動を起し難いと想定されるにも拘らず傳導障害を示さぬことから筋隆起部の靜止電壓的電位勾配と興奮に關する活動電壓的電位勾配が全く別な機序で起るものと考へてゐること、又余の他の報告では同時に起る筋隆起と強縮とか別個の機序によることを明らかにしたことに連關する。尙突きつめて考察すれば從來電氣緊張の刺激生理學的諸効果は形質膜を中心とした Ion の集積による被刺激性の變化に重點が置かれて居るのであるが少くとも骨骼筋の場合は單に界面的變化に止らず、筋短縮原體(7)或は短縮の化學過程に一定の影響を及ぼすものと考へなければならぬ。この事は鹽酸 Cocain 麻酔筋の成績からも理解出来る。つまり筋隆起に及ぼす電氣緊張の効果は被刺激性を目標としての攣縮高に及ぼすそれとは違ふ

ことになり、麻酔筋で閉鎖性強縮の起る事實と共に筋に及ぼす電氣緊張の効果を末梢神経を對象とした諸實驗から歸納した從來の考へ方だけで説明し盡せぬ事を示して居る。従つて電氣緊張時に觀られる變化が從來の學說通り Ion の集積離散による電氣的變化に止るとしても短縮機序に關する働き方の本態は Ion の集積による電位勾配が主體的な働きでなく Ion の移動による筋實質の状態變化と認められる。

IV. 結 論

1. 本實驗により特異性筋隆起部は他よりの刺激に對し被刺激性及興奮性を保有することを明らかにした。従つて從來隆起部が極性拒否を起して居るとの考へは誤つて居る。
2. 筋に就て電氣緊張發現下に特異性筋隆起を起さしめると、隆起の大いさは電氣緊張に平行して現はれた。此事實は單一刺激に應じなくなつた麻酔状態でも觀られた。従つて電氣緊張の特異性筋隆起に及ぼす効果の本態は Ion の集積による電位勾配でなく、Ion の移動による筋實質の状態變化に基くものと考へねばならない。
3. 筋に就て Pflüger の法則に對應する強、中、弱の刺激を與へてみると、弱強度で閉鎖性強縮を中等度以上で閉鎖性強縮を起すことは知られて居るが、麻酔筋に就ての觀察により閉鎖性強縮は筋内の神経器が麻痺した後に起ることを明らかにし、従つて其強縮が神経器の固有律動興奮に依るものでなく筋自身の興奮によることを明にした。

本業績の發表に當り浦本教授の懇篤なる指導 校閲を銘謝すると共に杉本助教名取講師の援助を深謝す

文 獻

- 1) 橋田邦彦 生理學要綱 69
- 2) 小柴健治郎 慈大生理學論文集 III 411
- 3) 名取禮二 (2601) 日本生理誌 6 16
- 4) 西谷喜助・高橋達彌 (2598) 日本生理誌 3 293
- 5) 菅原頼節 (2597) 日本生理誌 2 127
- 6) 菅原頼節 慈大生理學論文集 III 131
- 7) 和田惠州男 (2604) 日本生理誌 9 31
- 8) 安田敬一郎 慈大生理學論文集 I 342

特異性筋隆起に就ての研究 (15) 612.741.14

種々の骨格筋に於ける特異性筋隆起に就ての研究

(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

和田 惠州 男

Wada-Esuo

(昭和18年7月10日受付)

I. 緒 言

特異性筋隆起は主として機械的刺戟で筋の限局せる部分に起る特殊の持續短縮である。從來吾々の教室では此の分野に少なからぬ研究(1~14)を重ねた。然るに是迄の實驗では専ら非緊張筋である縫匠筋を材料としてゐたので、著者は1種の骨格筋だけでなく、また形態や機能の相異なる例へば非緊張筋に對し緊張筋などの、あらゆる種類の骨格筋に就て色々と實驗條件をも變へ乍ら隆起の現れ方の異同を検討し、始めて一般に妥當する法則的な事實を發見することが出來た。因つてそれをこゝに報告する。

實驗は2602年10月より翌年2月迄の間に行ひ、其要旨は第22回日本生理學會に於て教室の總括報告として發表した。

II. 實驗方法と成績

標本は總て冬眠期の雄性の蟄及蛙に就き第1表に示す諸筋を用ひた。實驗方法は刺戟裝置に

第 1 表

筋型	筋の種類	標本番號	筋隆起		○筋の所在箇所 ●作 用
			上昇期 秒	隆起高 半減期 秒	
I	M. hyoglossus	1	0	48	○頸部腹面 ●舌ノ運動
		2	0	24	
		3	0	23	
II	M. gracilis major	1	3	26	○大腿の腹面内側 ●後肢の屈曲、大腿の内轉
		2	4	20	
		3	3	22	
	M. gracilis minor	1	5	23	○大腿の腹面内側 ●同 上
		2	3	18	
		3	4	19	
M. adductor longus	1	2	10	○大腿の腹面 ●大腿の内轉	
	2	7	17		
	3	6	21		
M. crularis	1	3	12	○大腿の腹面外側 ●大腿を前方に動かす	
	2	2	12		
	3	3	13		
M. semimembranosus	1	7	66	○大腿の背面内側 ●後肢の屈曲	
	2	10	28		
	3	9	24		

III	M. peroneus	1 2 3	5 6 5	32 15 34	○下腿の背面外側 ●大腿を脚に向つて伸す
	M. sartorius	1 2 3	4 5 3	22 19 17	○大腿の腹面 ●大腿の外轉, 内屈, 下腿の屈曲
	M. ileo-fibularis	1 2 3	7 8 7	35 67 26	○大腿の背面 ●下腿の屈曲
IV	M. gluteus magnus	1 2 3	5 8 9	29 34 33	○大腿の背面 ●上腿を背面に導く
	M. gastrocnemius	1 2 3	10 7 6	53 45 41	○下腿の屈面 ●脚の足趾屈曲
	M. submaxillaris	1 2 3	8 5 8	34 35 30	○下顎骨の下 ●口腔底を舉上し, 呼吸の際に呼吸運動に與る
IV	M. coraco-brachialis longus	1 2 3	9 6 11	57 52 86	○胸部腹面の深部 ●腕を軀幹に引張る
	M. tibialis anticus longus (Cap. post.)	1 2 3	5 6 5	22 86 66	○下腿の伸側 ●大腿を固定して下腿の筋を伸し, 跗骨を屈する
	M. pyriformis	1 2 3	6 6 4	37 29 24	○大腿の背面 ●大腿を背面に引張り内轉す
IV	M. flexor carpi ulnaris	1 2 3	10 10 12	66 38 156	○上腕の屈面 ●腕を第1指側に外轉す
	M. tensor fasciae latae	1 2 3	3 4 3	21 34 26	○大腿の背面 ●大腿の外轉
	M. semitendinosus (Cap. dors.)	1 2 3	9 7 6	189 124 132	○大腿腹面内側 ●脚の屈曲, 大腿の内轉
V	M. palmaris longus	1 2 3	13 11 12	200 以上	○上腕屈面の外側 ●手掌腿膜により指末節を屈曲せしむ
	M. extensor digitorum communis longus	1 2 3	11 13 12	200 以上	○前肢の背面 ●腕と指を伸す
	M. flexor digitorum brevis superficialis	1 2 3	11 13 11	200 以上	○後肢の跖部 ●趾の屈曲
V	M. extensor carpi ulnaris	1 2 3	13 12 12	200 以上	○前腕の背面 ●腕を第5指側に外轉
	M. flexor carpi radialis	1 2 3	203 538 463	500 以上	○前肢の屈面 ●腕を第1指側に外轉
	M. semitendinosus (Cap. vent.)	1 2 3	14 4 6	500 以上	○大腿の腹面内側 ●後肢の屈曲
VI	M. rectus abdominis	1 2 3	63 86 63	500 以上	○下腹部 ●腹壁を締め胸骨を後方に固定する
	M. extensor carpi radialis (Cap. inf.)	1 2 3	59 47 236	500 以上	○前肢屈面 ●前腕を體中央部に屈曲すると同時に第1指を伸面或は第1指側に屈する
	M. tibialis anticus longus (Cap. ant.)	1 2 3	53 13 9	500 以上	○下腿の伸側 ●大腿を固定して下腿の筋を伸し, 跗骨を屈する
VI	M. pectoralis (P. abd.)	1 2 3	388 347 356	500 以上	○腹部 ●腹壁を緊張させる
	M. coraco-radialis	1 2 3	90 39 60	500 以上	○胸部腹面 ●前腕の屈曲, 上腕の内轉

M. cucullaris	1	306	500 以上	○頸部の外側 ●肩を後方或は中央部に引張り、頭を 下方に屈する
	2	424		
	3	461		

菅原の刺激槌(9)を、筋温箱は大村の報告(6)せると同様のものを用ひ、槌の落下角度を15~30°の範圍とし、筋の生理的單位断面に凡そ35~52g重/cm²の力が加はる様にし、筋にはその大小に応じて2~5gの負荷を加へた條件で實驗を行つた。

實驗は次の3項目に分けられる。以下それぞれの實驗方法とその成績を記載する。

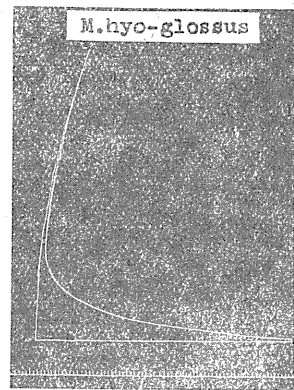
1) 特異性筋隆起の現はれ方の機械曲線による觀察 この實驗の目的は色々の筋隆起の機械曲線を描寫し、夫等の曲線の異同を比較検討するにあつた。剔出筋標本は一般に原位置にある時よりも短縮する場合が多い。そこで蟪や蛙が匍匐の位置にある時の筋長を筋の原長と定め、實驗時には適宜の負荷を加へて標本を原長にまで引伸ばした状態で行つた。隆起部は大村(6, 7)が筋の中央部を叩打した場合と末端部を叩打した場合とでは形が多少異ると報告してゐるので筋の中央部とし、また手塚(11)は環境温度の影響が大なることを指摘してゐるので、環境温度を10~15°Cとした。

今實驗成績の中から各種の筋に就き稍々定型的と見做される隆起曲線の1例づつを示せば第1~6圖の如くである。またそれらの3例づつに就き短縮期、隆起高半減期を計測してみた結果は第1表の如く、この表で短縮期、隆起高半減期の數値により色々の筋の隆起の現はれ方を6つの型に分けてみた(第7圖)。

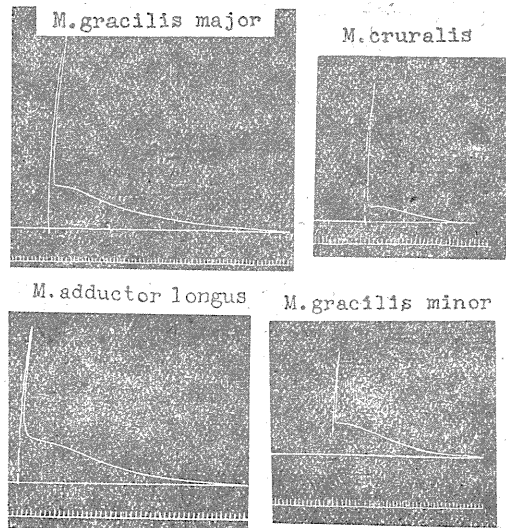
然し表にも示されるやうに、夫等の短縮期、隆起高半減期等は同種の筋に就き同一實驗條件下に隆起を起させた場合でも標本に依り多少の違ひを生ずる事は免れなかつた。然し一應上表の如く區分してみた。尙此第1表で上昇期を零としたのは、機械刺激による全筋的攣縮の弛緩期が滑らかに特異性筋隆起に移行してゐるので、曲線分析からはその上昇期を概測し得なかつたため便宜上零と記した。

次に第2表及第8圖は蛙筋に就ての成績であるが、大體蟪のそれと同様な結果を示した。

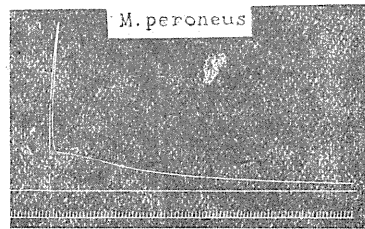
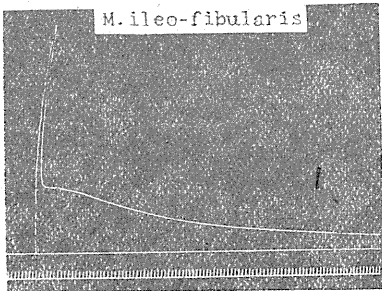
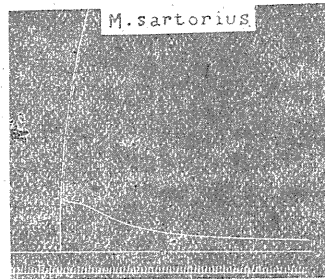
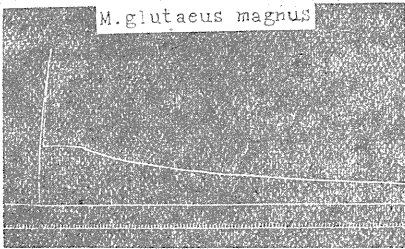
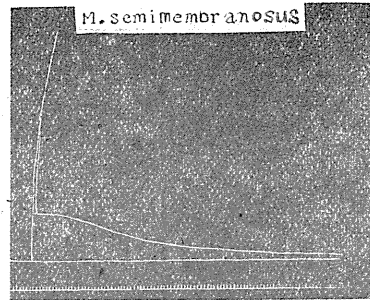
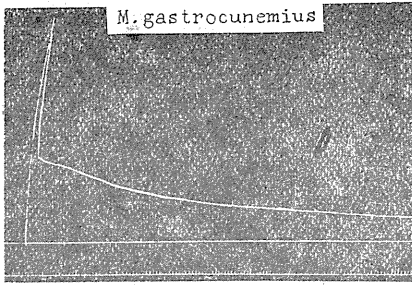
第 1 圖



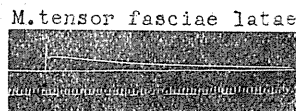
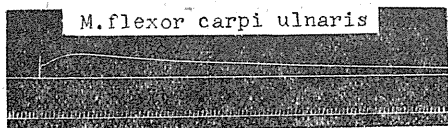
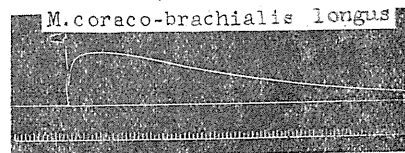
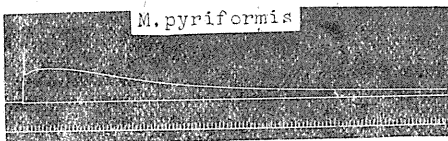
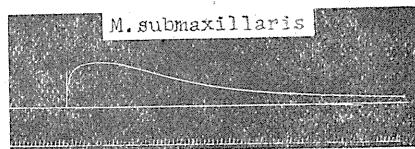
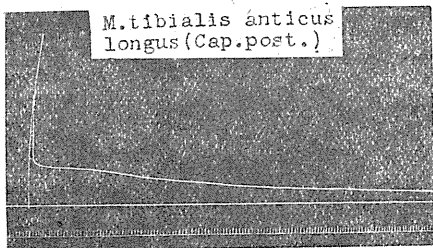
第 2 圖



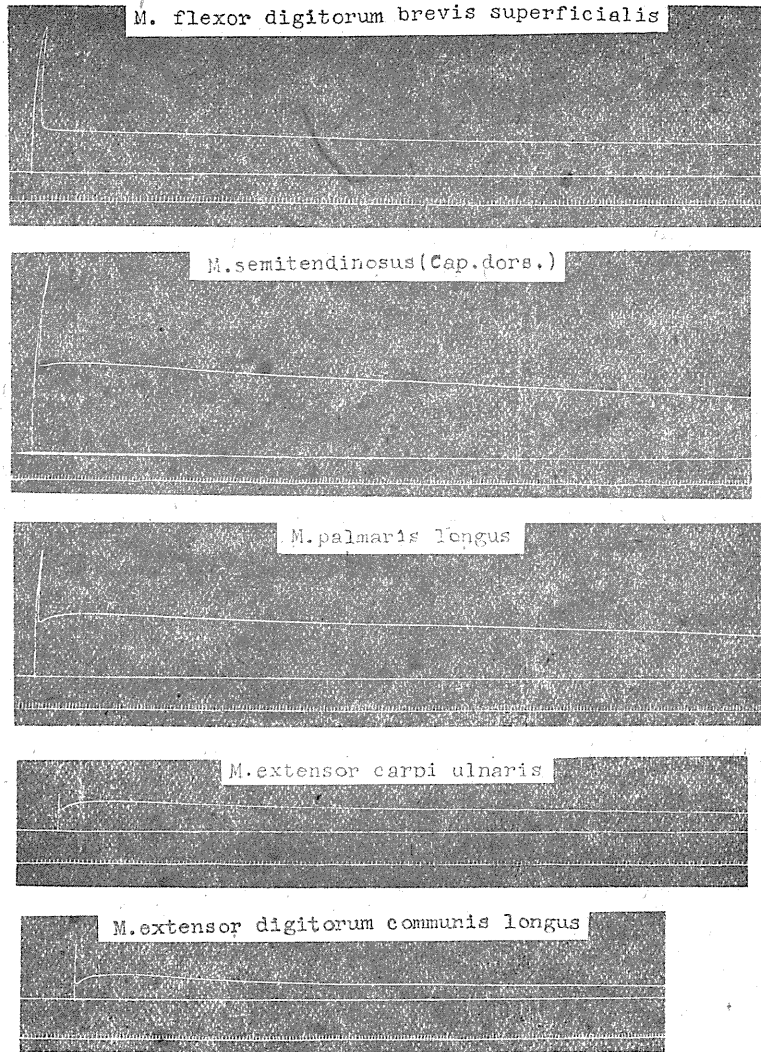
第 3 圖



第 4 圖

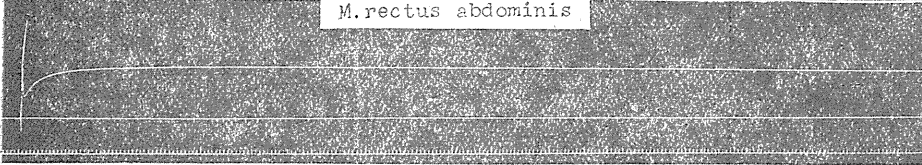
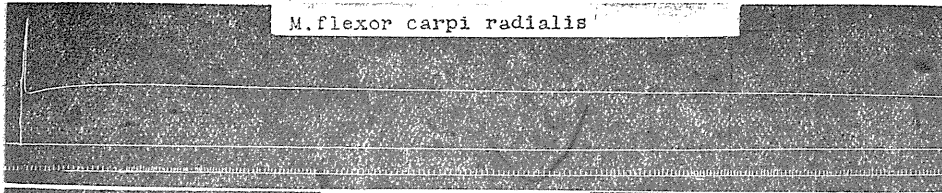


第 5 圖

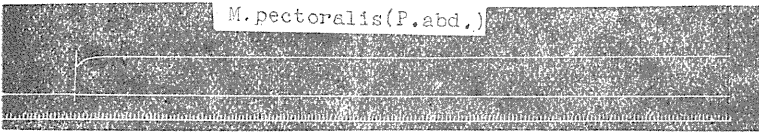
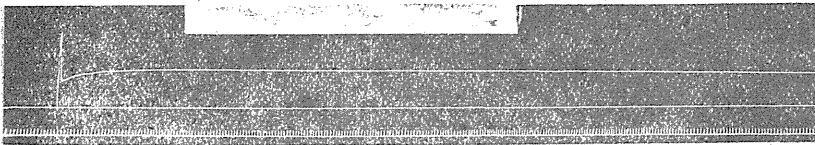


以上の成績より筋隆起の現れ方は筋の種類によつて違ふ事が判るが、興味深い事は此分類が筋の Acetylcholin に對する短縮の現れ方により緊張筋と非緊張筋とに分類した Sommerkamp (8) の分類によく似て居る事である。即ち一般に緊張筋と云はれるものの短縮期、隆起高半減期が非緊張筋の隆起高半減期の夫れより大きい。尤も Sommerkamp は緊張筋、非緊張筋、中間筋の3つに分けたが、余の場合はそれとは無關係に6種に分けて仕舞つたのであり、偶々余の第VI型が Sommerkamp の緊張筋に第I型が非緊張筋型に相當することになつたのである。尙又生体内での筋の働き方に對應させてみると、運動に持続性を必要としない筋は第I型に近く、持続收縮を必要とする筋は第VI型に近いと云ふ關係であり、特異性筋隆起の現れ方と筋短縮の持続性又は筋緊張の間には密接な關連があることが知られる。

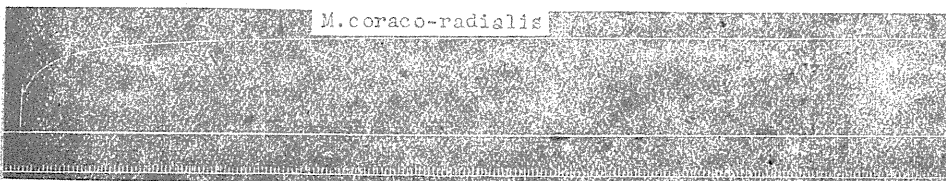
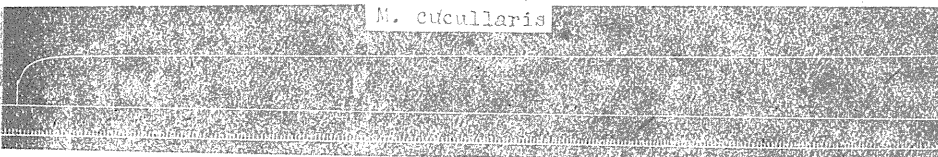
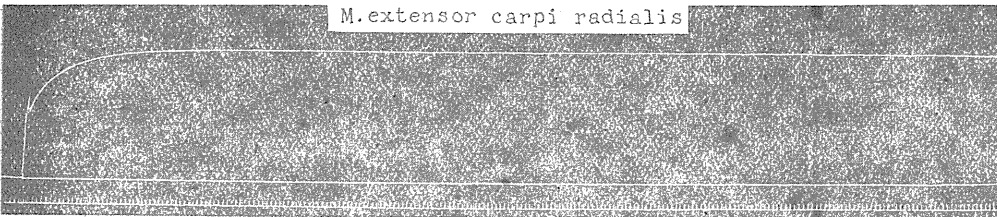
第 6 圖



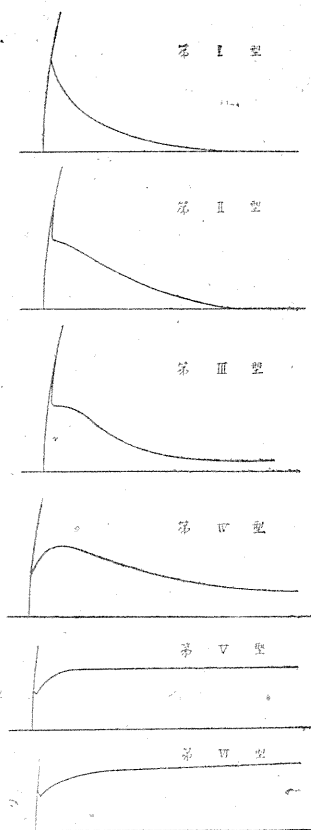
M. tibialis anticus longus (Cap. ant.)



M. semitendinosus (Cap. vent.)



第7圖 筋隆起の型圖的分類

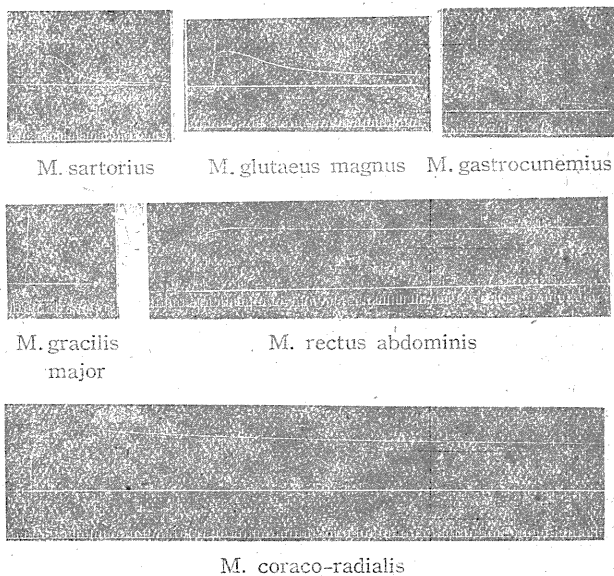


第2表

筋の種類	標本 番号	隆起の 平均時間	
		上昇期	減衰期
M. gracilis major	1	2	7
	2	1	9
	3	2	8
M. adductor longus	1	3	16
	2	3	30
	3	2	14
M. sartorius	1	1	11
	2	1	12
	3	2	11
M. gluteus magnus	1	2	21
	2	3	14
	3	2	13
M. ilio-fibularis	1	3	14
	2	3	16
	3	4	23
M. gastrocnemius	1	2	13
	2	2	15
	3	1	16
M. semitendinosus (Cap. dors.)	1	6	23
	2	6	32
	3	5	31
M. semitendinosus (Cap. vent.)	1	7	37
	2	3	21
	3	5	24
M. coraco-radialis	1	9	72
	2	6	162
	3	9	144
M. rectus abdominis	1	9	201
	2	7	182
	3	7	178

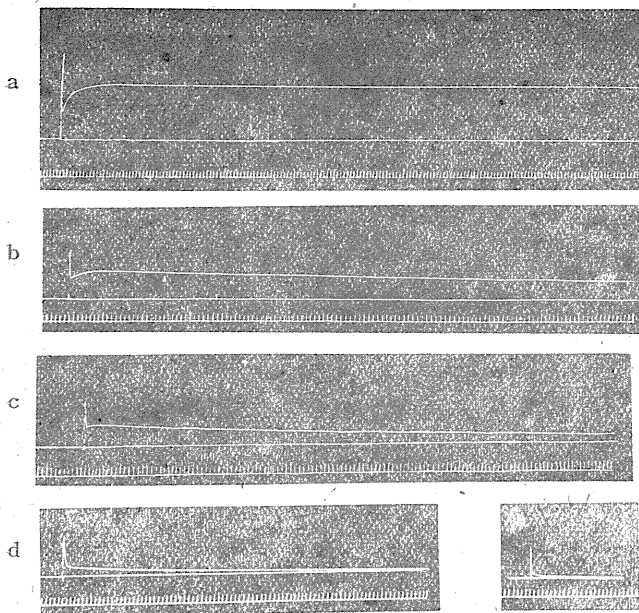
2) 特異性筋隆起時の張力發生の仕方の比較研究 前述の如く筋隆起の持続には非常に長いものと短いものがある。その場合の張力發生の仕方を知る目的で各型の筋に就き負荷を5~10g づつ増加し、負荷を加へてから10~15分間放置して筋が伸び切つたところ即ち後伸展が略終つたところで隆起を起させてみた。その結果は何れの場合にも負荷が大となる程筋隆起の上昇期及半減期が減小し次第に隆起は上述せる第I型に近く

第8圖 蛙筋の筋隆起曲線



第9圖 負荷と筋隆起の関係

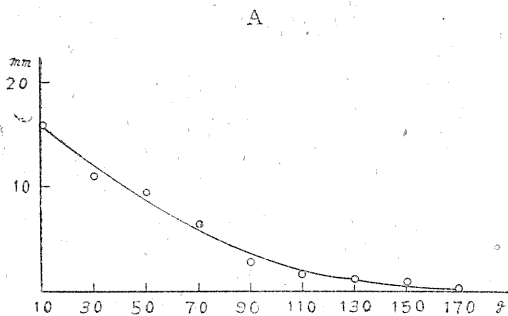
a. 負荷10g, b. 負荷30g, c. 負荷60g, d. 負荷100g, e. 負荷150g



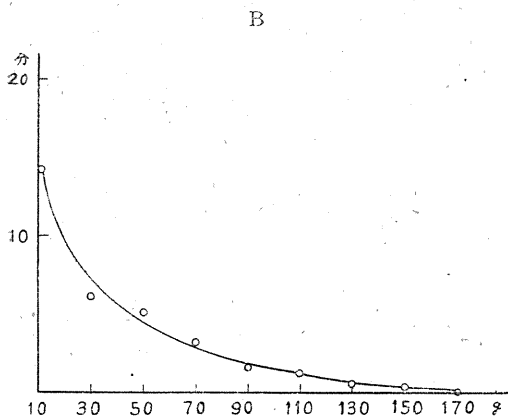
第3表

標本 番号	叩打 順	負荷		隆起高 mm	半減期 秒
		g	mm		
1	1	10	1.17	42	138
	2	30	0.93	362	138
	3	30	0.69	138	138
2	1	30	1.12	92	138
	2	40	0.74	80	138
	3	80	2.07	82	138
3	1	60	1.21	178	138
	2	90	1.10	82	138
	3	70	0.71	87	138
4	1	70	1.70	150	138
	2	70	1.15	124	138
	3	90	0.71	99	138
5	1	80	1.62	362	138
	2	100	1.13	141	138
	3	110	0.80	112	138
6	1	110	0.72	60	138
	2	120	0.21	38	138
	3	130	0.14	26	138
7	1	130	0.20	16	138
	2	140	0.25	23	138
	3	150	0.12	15	138
8	1	150	0.11	16	138
	2	100	0.11	7	138
	3	170	0.08	8	138

第10圖 負荷の變化による隆起高曲線



負荷の變化による隆起高半減期曲線



なる傾向を示した(第9圖). 尙第VI型に屬する鳥喙撓筋に就て其成績の1部を示すと第3表の如くである. 尤も筋隆起は前述せる如く標本に依り其値が種々に變動するので異なる標本に就ての實驗成績を直に比較するわけにゆかぬが, 1つの標本で10g, 20g, 30gと連続した3種の負荷で隆起高及半減期を測定し, 他の標本では30g, 40g, 50gとに就て觀察し, 共通する負荷30gでの隆起高と半減期が略近い値の場合それらを繋ぎ合はせてみると負荷10~170gの範圍に於ける關係は第10圖A及Bに示す如くである.

以上の成績から觀ると第1實驗による筋隆起の起り方に依る分類は確然としたものでない. 即ち筋に加へられる負荷を變へる事によりどの型にも移行

し得ると云ふ一般法則を樹立することが出来た。此事實を阿部の烏喙筋竝に縫匠筋の隆起時に於ける磷原質消費量の成績 (1) と對比せしめると、發生張力の異なるもの程磷原質消費量が大きくなり、之等は單に量的の相違であつて何等質的本態的の相違に依るものでないことが明らかとなつた。

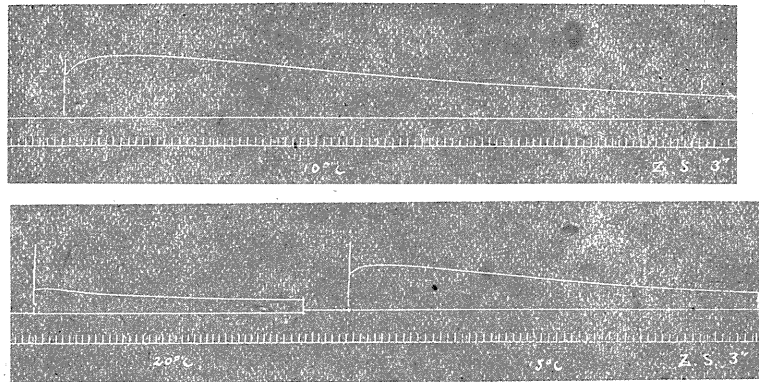
更に以上の事實で菅原の報告 (9) と其後の報告との間の食ひ違ひの理由を明らかならしめた。即ち菅原は縫匠筋の筋隆起曲線が第VI型の如き形となる事を報告したのに對し、其後の實驗報告が總て第II型のものしか現はれぬ事を示して居たが、これは菅原の實驗が無負荷下に行つたのに對し、其後の實驗が2~5gの負荷を懸けてゐたその實驗條件の差に氣づかぬための誤りであつた。

3) 特異性筋隆起の現はれ方に對する温度の影響 第2の實驗から負荷が極めて大きな意味を持つ事が解つたが、一方手塚

第 4 表

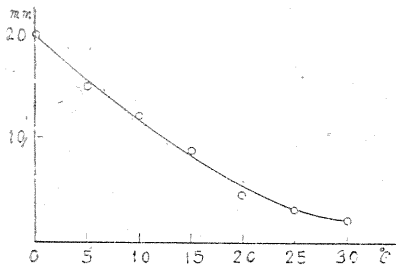
標本 番号	叩打 順	温度	隆起高 ×6	隆起高 半減期
		℃	cm	秒
1	1	0	1.49	308
	2	5	1.52	182
	3	10	0.87	81
2	1	10	1.45	282
	2	15	1.28	186
	3	20	0.62	153
3	1	20	1.26	129
	2	25	0.59	51
	3	30	0.20	18
4	1	10	1.08	308
	2	15	1.20	182
	3	20	1.05	153
5	1	20	0.45	117
	2	15	0.40	120
	3	10	1.20	182
6	1	30	0.22	33
	2	25	0.21	120
	3	20	0.40	117

第11圖 筋隆起に及ぼす温度の影響



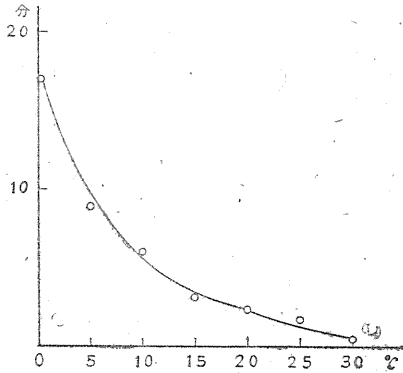
第12圖 温度の變化による隆起高曲線

A



温度の變化による隆起高半減期曲線

B



の報告は温度が隆起の現はれ方に重要因子であることを確めて居るので、夫れに對する實驗を行つてみた。

實驗は手塚(11)が温度の低い程隆起高及隆起高半減期が大なる事を報告してゐるので、著者は各型の筋に就ても同様の關係が成立つか否かを手塚の方法により 0~30°C の範圍に於て再實驗した。其結果は何れの筋に於ても温度の低い程隆起高が大きく且隆起高半減期が長くなる事が明らかになつた。今筋中烏喙橈筋に就ての1例を示すと第4表第11圖の如くである。

筋隆起は前にも述べた如く標本により相當の個性差があるため異なる標本に就ての結果を無條件に比較するわけにゆかぬが、1つの標本で 5°, 10°, 15°C と連續した3種の温度で隆起高及半減期を測定し、他の標本では 15°, 20°, 25°C とに就て觀察し、共通する 15°C での隆起高と半減期が略近い場合にそれらを繋ぎ合せてみると第12圖 A 及 B の如き關係となつた。この關係は全く手塚の報告と合致する。即ち隆起は一般に温度が低い程大きく現はれると云ふ一般法則に到達した。

以上3種の實驗結果を總括すれば次のことになる。

III. 結 論

1. 特異性筋隆起の持續期間の長短により骨格筋を6種に區別することが出来た。第I型は持續時間の最も短い非緊張筋型であり、第VI型は最も長い緊張筋型であり、中間型はIとVIとの兩型に移行する。

2. (1) の分類は一定の實驗条件下に於て當嵌るもので、若し實驗條件を變化すれば非緊張筋型は緊張筋型に、逆に緊張筋型は非緊張筋型に見る隆起の現はれ方を示す。従つてそれらの短縮機序は本質的に異なるのではなく、短縮物質の働き方の量的差異によるものと見做さねばならぬ。

3. (2) に於ける隆起の制約要因の最も大なるものは筋への負荷と環境温度である。負荷はその増加に於て隆起を抑制し、温度はその減小に於て隆起を促進する。

摺筆に際し浦本教授の懇篤なる指導校閲を銘謝し杉本助教名取講師の援助を深謝す。

文 獻

- 1) 阿部祐吉 (2604) 日本生理誌 9 36
- 2) 廣瀬基吾 (2601) 日本生理誌 6 19
- 3) 廣瀬基吾 (2601) 日本生理誌 6 25
- 4) 西谷喜助・高橋達彌 (2598) 慈大生理論文集 I 133
- 5) 名取禮二 (2601) 日本生理誌 6 16
- 6) 大村 正 (2601) 日本生理誌 6 32
- 7) 大村 正 (2601) 日本生理誌 6 42
- 8) Sommerkamp (1928) Arch. f. exper. Path. 128 679
- 9) 菅原頼悌 (2597) 慈大生理論文集 I 124
- 10) 菅原頼悌 (2597) 慈大生理論文集 I 131
- 11) 手塚 玄 (2601) 日本生理誌 6 348
- 12) 手塚 玄 (2601) 日本生理誌 6 353
- 13) 土橋英夫 (2601) 日本生理誌 6 38
- 14) 和田惠州男 (2603) 日本生理誌 8 446

特異性筋隆起に就ての研究 (16) 612.741.14

強縮時の特異性筋隆起に就て

(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

和田 惠州 男

Wada-Esuo

(昭和18年7月10日受付)

I. 緒 言

特異性筋隆起では短縮機構としての張力發生や勢力消費の仕方が攣縮や強縮と違ふと謂はれて居るが(4), 等質部不等質部の幅員の變化を主題として隆起時と攣縮時或は強縮時の組織像を比較すると餘り變らぬと報告されて居る(5). そこで著者は隆起時の筋短縮機構と攣縮或は強縮時の短縮機構との異同を更に闡明するため, 隆起を起させた筋に更に強縮を起させてみたり, 或は逆に強縮を起して居る筋に更に特異性筋隆起を起させた場合の機械曲線を描寫し, それらを分析して觀ることより特異性筋隆起時と強縮時との短縮機構の異同を觀察した.

實驗は2601年10月より2602年3月迄の間に行つた.

II. 實驗方法と其成績

實驗材料は蓋の坐骨神經縫匠筋標本を用ひた. 實驗裝置のうち, 隆起を起さしめる叩打槌は菅原の考案したもの(3)を用ひ, 強縮刺激は Federunterbrecher を用ひ每秒 60~100 回の開放性電流刺激を神經幹より與へ, 機械曲線は概ね 6 倍に擴大し Kymographion を適當の速さに回轉して描寫した. 其他の點は以下實驗成績の各項に記載する.

實驗の 1. 1 側の坐骨神經縫匠筋標本に神經より每秒 40~60 回の強縮刺激を一定時間(7~10秒)だけ與へた時の機械曲線を描寫して基準とし, 他側の坐骨神經縫匠筋標本には特異性筋隆起を起さしめ, 次で一定時間を措いて前記同様の強縮刺激を與へ, それら 2 つの機械曲線を比較検討した.

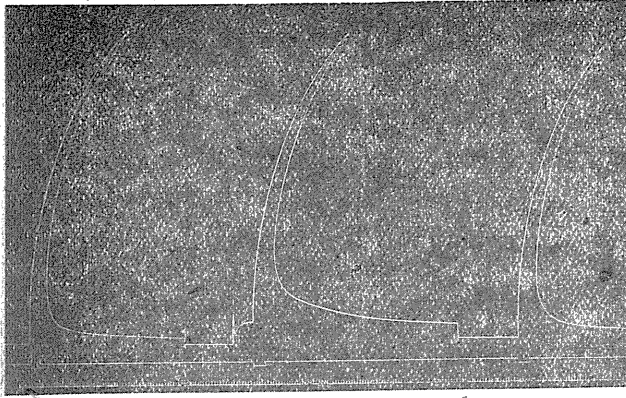
實驗の 2. 1 側の坐骨神經縫匠筋標本に強縮刺激のみを與へて機械曲線を描寫し, 他側の標本には強縮刺激を與へ, 強縮高が略々極大となつた時期に強縮刺激を申斷し, 同時に筋の中央部に筋隆起を起さしめ, それら 2 つの曲線に現はれる異同を比較検討した.

實驗の 3. 實驗(1)と同様な方法で 1 側の標本に強縮のみを起さしめて基準機械曲線を描寫し, 他側の標本には先づ筋隆起を起さしめ, 一定時間後に更に之に強縮を起さしめた時の機械曲線を描寫し, 兩曲線の異同を比較検討した. 尙この場合の強縮刺激は筋が略々極大疲勞に達

する近くまで與へた。

實驗の4. 1側の標本には實驗の1と略同じやうな但し刺激頻度毎秒 60~80 回の強縮刺激を神經より間接に與へて基準曲線を描寫し, 他側の標本に同様の強縮を起さしめ, 短縮高が略

第 1 圖



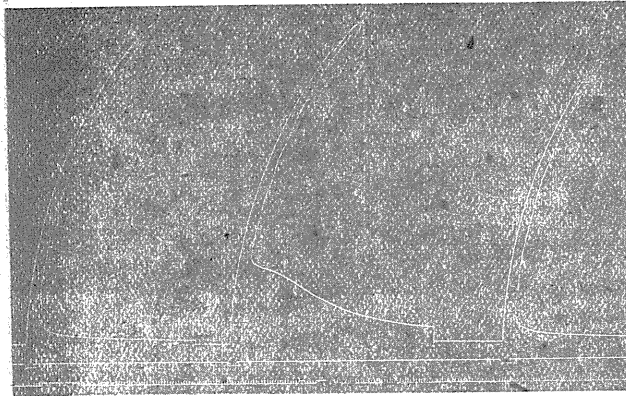
極大となつた時期に更に隆起を起さしめた場合の曲線を求め, 兩曲線の異同を比較検討した。

III. 實驗成績と其考察

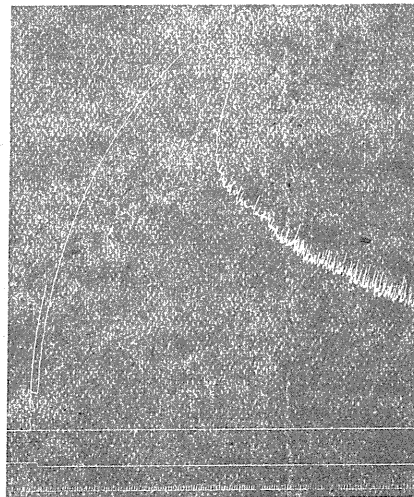
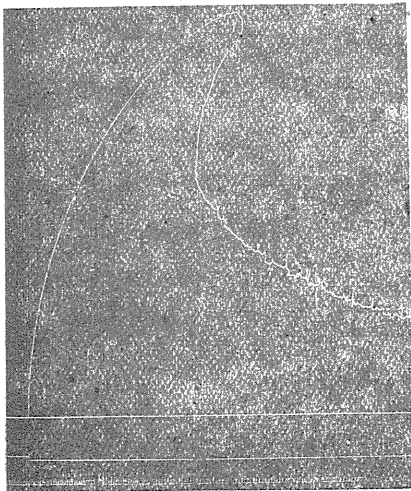
以上の成績から代表的な描寫曲線を掲示すると第1圖乃至第4圖の如くである。

以上の實驗成績から, 留意すべき事柄を挙げると, (1) 筋隆起を起した筋に更に強縮を起させると, 強縮刺激中止後の弛緩曲線に丁度筋隆起の短縮高に相當するだけの收縮殘遺が残る(第1實驗). 即ち筋隆起の短縮は強縮のための短縮とは無關係に獨立して存在して居る. (2) 強縮を起した筋を更に叩打した場合にも, 筋隆起として顯はれるべき變化が獨立に起

第 2 圖

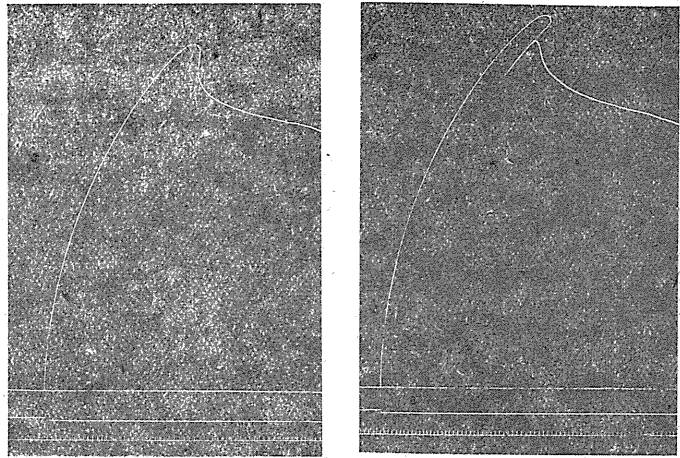


第 3 圖



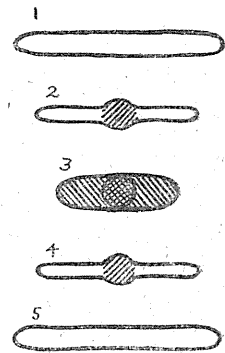
り、強縮刺激を中止すれば筋隆起だけが残る (第2實驗)。(3) 筋隆起と最大強縮 (刺激頻度毎秒 80~100 回) とを共に起させると、筋全體としての短縮高は強縮のみを起させた場合と變らぬが、強縮による短縮高が疲労により漸次減少すると筋隆起の短縮だけが見られる (第3, 第4實驗)。

第 4 圖



以上の事實は見掛上は簡単な事であるが、筋短縮機構の本態的機序を検討する上に極めて重要な意義を持つてゐる。即ち筋隆起の短縮と強縮のそれとは一見無關係のもので、それぞれその本態的機序を異にすることを明示する。即ち1つの筋に強縮と隆起を一緒に起させると第5圖の如き形となり、見かけ上隆起と強縮が合成されて居る様に見えるが、實は單に重加して居るに過ぎぬものと推定される。そこでこの事に就て1,2考察を進めてみると上述の如く隆起と強縮或は強縮の機序が異ると云ふ事は2通りの立場から解釋が出来るやうに考へられる。即ちその1つは化學的、過程的な見方で、化學反應の起り方の差異によるものとするものであり、第2は物理的、構造的な見方で、關與するものそのものが別個の存在であるとする考へ方である。本態はこれら兩者の渾然一體となつたものとも推定されるが、先づ化學過程的に見ると強縮時には Meyerhof 以來諸學者

第 5 圖

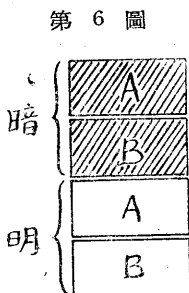


1. 靜常時
2. 隆起發現時
3. 隆起・強縮共有時
4. 隆起殘留時
5. 隆起消失

により漸次開拓されて來た一連の化學反應 (1) が起るものと認められる。然るに隆起時にも亦阿部 (2) の報告した如く勢力消費が起り、量が極めて少いとは云へ、磷原質の消費、乳酸の産生が見られるから、隆起時にも1つの連鎖化學反應が起るものと考へてよい。従つて化學的にはこの連鎖化學反應のあり方の相違によるとしなければならぬ。ところで阿部の報告 (2) によると隆起時には磷原質の消費される割に ortho-磷酸が増加せず、エステル化に於ける中間物質が蓄積されるのではないかとされて居るので隆起では連鎖化學反應が途中で止つて居るのではないかと考へられる。これを Richie (8), Subkow (10) 等の主張、即ち筋短縮に參與する化學過程は1度縮んだ筋を再び元の長さに伸すために役立つと云ふ考へと結びつけると、隆起でも強縮でも化學過程は本來同じものであるが、唯隆起時には短縮が起るまで化學過程が進み、そ

ここで止つてしまひ筋を伸ばす過程にまで進まないため持続的に短縮してゐるのではないかと考へられる。然しこの考へでは假りに筋の中に極く微小な部分を考へた場合に短縮時に使はれる化學的物質の源が隆起でも強縮でも同じことになり、或段階で中絶して居る隆起の化學過程も強縮が追加されればそれと一緒になる筈である。従つて強縮が消失すると、それにつれて隆起も解消しなければならぬ。然るにこれは上述の成績と一致しない。従つて隆起と強縮とは同じものを消費してゐるとは言へない。即ち隆起と強縮は單に化學過程が違ふばかりでなく化學變化の源も違ふとしなければならぬ。この事からみると化學的にも曩に述べた如く物理的構造的に之に關與するもの其のものを別個の存在としなければならぬ。そこで隆起に關與するものと強縮に關與するものが違ふとして1,2模型的解釋を行つてみる。

曩に名取(5)の報告した如く隆起時の組織像は強縮時の夫れと極めて良く似て居るから、隆



起及強縮に關與する2種類のは等質部及不等質部にもそれぞれ含まれて居なければならぬ。従つて型圖的に示せば第6圖の如くなる。

勿論その混り方がどうなつてゐるかは明らかでないので色々な混り方をしてゐるものと考へるが、原則的には強縮では第6圖のA部が、隆起ではB部が短縮すると考へる。斯様に考へると直ちに問題になるのはA部B部の實體は何であるかと云ふ事で、これは尙確然とししないが、名取、川上(6, 7)の主張によれば、筋内にはその骨髄とも云ふべき長鎖分子系があり、これが短縮の基本となると云ふし、而もその長鎖分子はその在り方によつて、線膨脹係数が正となり負となる如く著しい性質上の變化を起し、又色々な性質を持つ部分の集合體と認めると云ふからそれらの1部に上述のA或はB部を當嵌めて見ることも出来るのでないかと考へる。

尙ここに附言したい事は上述の如く短縮に2つの成分を考へる事は Bottazi(3)等の主張した短縮二元説即ち筋には運動神経支配下の收縮體と植物神経支配下の緊張體の2成分があり、筋原纖維の短縮が強縮或は攣縮となり肉漿の短縮が緊張性短縮であると云ふのであるから、これによれば隆起は肉漿の短縮と思へるのである。然し隆起時には上述の如く筋原纖維に所屬して居ると見なされる等質部不等質部に短縮が認められるので、Bottazi等の云ふものより更に Order の小さい所で2つの短縮體を分けねばならぬのである。

以上より著者は骨髄筋短縮機構は決して一元的なものではなく少くとも隆起と短縮に關する限り多元的なものである事を主張する。

IV. 摘 要

1. 筋隆起の短縮機構と強縮のそれとの異同を明にする爲、筋隆起と強縮を同時に起させてその機械曲線を描寫させることより1,2の考察を進めてみた。
2. 筋隆起を起した筋に更に強縮を起させると、強縮刺激中止後の弛緩曲線に筋隆起の短縮

高に相當する收縮殘遺が残る。

強縮を起した筋を更に叩打した場合にも、筋隆起として顯はれるべき變化が獨立に起り強縮刺激を中止すれば筋隆起だけが残る。

筋隆起と最大強縮とを共に起させると、筋全體としての短縮高は強縮のみを起させた場合と變らぬが強縮による短縮高が疲勞により漸次減少すると筋隆起の短縮だけが見られる。

3. 以上の事實より筋隆起と強縮とはその短縮機構を異にすることが明となり、骨格筋短縮機構を少く共多元的に考へねばならぬことがわかつた。

本業績の發表に際し浦本教授の懇篤なる指導校閲を銘謝し併せて杉本助教授名取講師の懇切なる援助を深謝すると共に手塚博士の協力に謝意を表す。

文 獻

- 1) 阿部祐吉 (2603) 日本生理評論 2 155
- 2) 阿部祐吉 (2604) 日本生理誌 9 36
- 3) Bottazi, A. (1901) Arch. Physiol. 377
- 4) 廣瀬甚吾 (2601) 日本生理誌 6 19
- 5) 名取禮二 (2601) 日本生理誌 6 16
- 6) 名取禮二・川上正義 (2603) 日本生理誌 8 67
- 7) 名取禮二・川上正義 (2603) 日本生理誌 8 453
- 8) Richie, A. D. (1933) J. Physiol. 78 322
- 9) 菅原頼悌 (2597) 日本生理誌 2 127
- 10) Subkow, A. A. (1935) Arch. biol. Nauk. 38 597

特異性筋隆起に就ての研究 (17) 612.741.14:744.2

特異性筋隆起時の化學過程に就て

(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

阿 部 祐 吉

Abe-Yūkiti

(昭和18年7月10日受付)

I. 緒 言

吾々の教室では標題の研究に關し菅原(6)、西谷及高橋(5)、高橋(7)等の報告以來特異性筋隆起は乳酸の成生過程を指標とする限り勢力消費の極めて少い最も經濟的な短縮様式であると見做して來た。然るに最近に至り和田(8)は臺に就て縫匠筋のみならず色々の骨骼筋を材料として特異性筋隆起の現はれ方を調べ、所謂緊張筋と稱せられる烏喙撓筋では縫匠筋に較べて隆起の持續時間が極めて長い事を知り得たのみならず、實驗の條件に因つてはあらゆる筋に長期持續の隆起を起さしめ得る事を明かにし、更に隆起と強縮との Superposition とその分離とを檢討し、隆起時の化學過程に新たなる示唆を與へた。因つて余は和田の研究に即應して更に生化學的檢索を行つたのである。

實驗は縫匠筋と烏喙撓筋とを用ひ、普通一般の隆起時のみならず、負荷を加へて筋を引き伸ばした。即ち一定の張力を發生せしめつゝある状態で之に機械刺激を與へ、外見上隆起の現はれない等尺性隆起を起さしめ、その状態に於ての磷原質消費量を測定し、因つて以つて特異性筋隆起時の化學過程を究明しやうと試みた。

實驗は昭和18年1月より4月迄の間に行つた。

II. 實 驗 方 法

筋標本は 250g 前後の雄臺より剔出した縫匠筋及烏喙撓筋を用ひた。隆起を起さしめる装置は和田(8)の方法に倣ひ、槌は叩打面 2mm 幅のものを用ひ、槌の落下角は縫匠筋では 20°、烏喙撓筋では 40° とし、隆起を起させる部位は筋の中央部 1ヶ所若くはそれと兩端部の 3ヶ所とした。但し 3ヶ所の場合は同時に隆起を起さしめ得ないので次々に刺激を與へ、概ね 15秒以内に隆起を起させるやうにした。又臺は豫め 1晝夜 4°C 前後の冷蔵庫中に圍ひ、新陳代謝をなるべく靜常ならしめた状態で實驗した。磷原質の定量は Eggleton-黒田氏法(2, 4)に因つた。

實驗の 1. これは豫備實驗である。筋を剔出し、一側は直に液體空氣中に投入して化學反應を止め、法の如く磷原質を定量して基準の磷原質靜止價を求め、他側は 20 分間 4-6°C の

Ringer 液中に放置し、その際の磷原質減少率を見た。

実験の2. 一侧の筋は対照実験として剔出後直に磷原質の静止價を求め、他側の筋は剔出後5分間 4—6°C の Ringer 液中に放置し、然る後 5g の負荷を加へた状態で上述の如く 1ヶ所又は 3ヶ所に隆起を起さしめ、その状態で 0.5, 2, 5, 15 分の 4種の時間間隔を措いた場合に就き法の如く磷原質を定量し、静止價との差よりそれ等の条件下の磷原質消費量を計測した。

実験の3. これは生化学的実験の途中に挿んだ生理學的実験である。実験の進むにつれ、特異性筋隆起時の張力發生の機序を機械曲線の上で知る必要を感じ、筋が隆起を起してゐる時色々の追加負荷を加へて筋の伸び方を観察し、又その負荷を取去ると隆起が元に還るか否か、即ち張力發生が如何なる形を取るかを見たものであつた。

実験の4. これは等尺性隆起時の磷原質消費に就ての実験である。筋に負荷を加へて原長より約15%引き伸ばして固定し、所定の叩打刺激を與へ、0.5, 2, 5 分の時間経過で磷原質の消費量を測定した。

III. 実験成績と考案

実験の1, 2, 4の成績を表示すれば次の5表になる。表には ortho-磷酸鹽と磷原質とを P單位で示し、對照筋と被檢筋とより磷原質の減少率又は消費量を計測して附記する事にした。以下これ等の結果に就き考案する。

実験1の豫備実験の成績は縫匠筋も烏喙橈筋も剔出後20分間に減少する磷原質量は夫々静止價の約3%である事を示したのである。これは誤差範圍と認められ

第1表 Ringer 液中に20分間放置せる場合の成績

筋	實驗番號	對 照 筋		被 檢 筋		磷原質減少率
		ortho-磷酸鹽	磷原質	ortho-磷酸鹽	磷原質	
		mg %-P	mg %-P	mg %-P	mg %-P	
縫匠筋	1	24.9	51.2	20.7	50.0	0.98
	2	18.4	50.0	19.3	55.5	0.99
	3	17.4	51.5	17.7	59.1	0.96
	4	22.3	55.5	22.3	52.0	0.93
	5	20.6	54.5	17.8	53.8	0.99
	平均	20.7	57.8	19.6	56.1	0.97
烏喙橈筋	6	20.0	43.8	28.2	41.0	0.83
	7	21.6	42.8	19.8	41.3	0.88
	8	23.3	46.5	27.1	47.0	1.01
	9	19.5	53.4	15.5	52.9	0.98
	10	14.8	46.6	20.7	46.9	1.03
	平均	19.8	47.0	22.3	45.8	0.97

第2表 縫匠筋(等張性隆起3ヶ所)

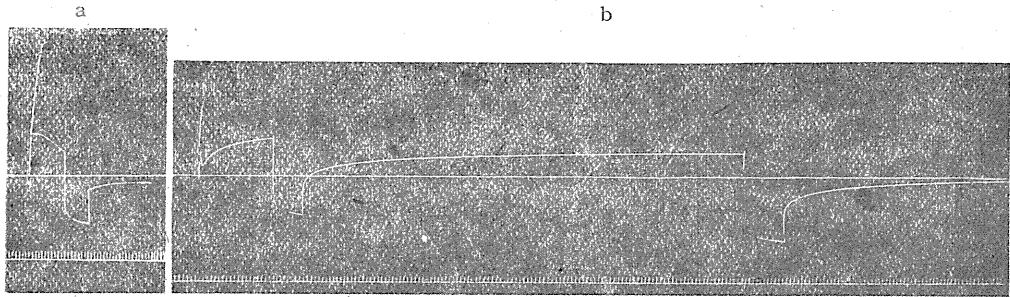
實驗番號	對 照 筋		剔放後時間(分)	被 檢 筋		磷原質消費量
	ortho-磷酸鹽	磷原質		ortho-磷酸鹽	磷原質	
	mg %-P	mg %-P		mg %-P	mg %-P	
11	24.1	56.9	1/2	21.0	56.0	0.9
12	24.1	57.5		20.2	56.9	0.8
13	18.9	59.6		21.7	54.9	0.9
14	19.3	54.5		21.0	49.7	4.3
15	18.1	52.6		15.6	49.6	3.0
	平均	21.0	56.2	19.9	53.4	2.0
16	14.5	51.0	2	17.2	46.3	2.7
17	22.9	44.5		21.7	41.4	3.1
18	25.5	57.9		13.0	52.6	5.3
19	23.7	53.9		19.3	52.6	1.3
20	19.3	56.0		20.5	49.0	7.6
	平均	21.3	52.6	18.5	46.8	3.8
21	14.0	50.2	3	10.9	53.2	2.4
22	10.9	51.1		17.6	52.3	2.8
23	27.1	51.1		10.9	50.3	0.8
24	23.3	50.0		23.7	54.5	5.4
25	15.1	55.2		23.2	57.1	9.1
	平均	19.8	52.7	19.9	52.5	3.9
26	22.9	50.5	15	21.0	40.7	4.8
27	19.3	59.5		19.4	57.6	1.7
28	18.4	50.0		19.0	57.4	6.5
29	18.3	52.8		18.9	45.7	6.9
30	14.9	55.3		19.2	56.1	9.2
	平均	19.9	57.5	21.5	51.8	5.8

第4表より縦軸に磷原質消費量、横軸に刺激後の放置時間を取つて見ると(第1圖)、その際の磷原質の消費量は刺激後2分以内に急速に増加し、その後の増し方は極めて輕微である事が判る。この事は磷原質の分解が主として隆起の上行期、即ち叩打刺激により張力發生して短縮を起しつゝある時期に於て行はれるものである事を示してゐる。この實驗から特異性筋隆起時には磷原質のみならず Adenosintriphosphorsäure 及糖原質の分解をも必要とするものである事が明らかとなつた。

斯く縫匠筋と烏喙橈筋とに就て、即ち筋の種類により特異性筋隆起時の磷原質消費量に差異を生じたのは、筋の形態上隆起部の廣さが縫匠筋に比し烏喙橈筋に於て大なる事も一應考慮に入れねばならぬが、寧ろ隆起時に於ける發生張力の強度に關係するものと思はれる。この間の事情を究明する爲に行つたのが實驗の3である。

實驗の3は筋が隆起を起したところで追加負荷を加へ、隆起を解消せしむるに足る最小の負荷量を求めて隆起時に張力の發生する機序を追究して觀たのである。その成績の一端を示せば

第 2 圖



第2圖 a に見る如く縫匠筋では1—5gの追加負荷で隆起が引き伸ばされ、追加負荷を取り去つても再び隆起の状態に還らないが、第2圖bの烏喙橈筋では30gで隆起は解消したが、負荷を取り去ると引き伸ばされた隆起が再び元へ還つた。かやうに伸ばされた隆起が元へ復歸するのは隆起の上行期に著明であつた。この事は隆起時の化學過程が尙未完結であるから再び隆起に戻ると考へねばならぬ。これ等の事柄は又廣瀬(3)、和田(8)の報告とも密接に關聯し、上述せる化學過程の量的差異を説明する根據となり得るものと思はれる。

第5表 烏喙橈筋(等尺性隆起3ヶ所)

實驗 番 號	對 照 筋		刺 激 置 後 時 間 (分)	板 檢 筋		磷 原 質 消 費 量
	ortho- 磷 酸 塩 mg % - P	糖 原 質 mg % - P		ortho- 磷 酸 塩 mg % - P	糖 原 質 mg % - P	
71	27.5	45.5	1/2	30.4	33.1	12.4
72	25.4	47.3		24.3	40.2	7.1
73	26.4	31.6		23.4	43.0	5.3
74	23.5	47.1		27.7	36.9	10.2
75	27.0	46.9		28.0	35.9	11.0
平均	26.0	47.7		26.7	38.4	9.3
76	25.7	49.9	2	25.5	35.9	14.0
77	27.3	42.1		26.3	32.0	10.1
78	20.4	54.2		27.4	38.1	16.1
79	19.3	54.9		20.4	41.3	13.6
80	22.3	43.3		21.0	35.0	8.3
平均	24.3	49.0		24.1	36.5	12.5
81	26.3	45.7	5	23.1	30.4	15.3
82	25.3	52.7		27.1	39.3	13.4
83	21.7	47.0		22.5	39.4	7.9
84	23.6	48.7		24.1	35.2	13.6
85	24.0	41.4		24.8	29.0	12.4
平均	24.2	47.1		24.9	34.7	12.4

実験の4は等尺性隆起の実験である。即ち烏喙橈筋を或程度に引き伸ばして固定し、その3ヶ所に等尺性隆起を起さしめた状態での磷原質消費を觀た。尙筋を引き伸ばす程度は余の前報告(1)より伸展率が筋原長の20%以内では殆んど化學變化を伴はない事が明かなのでその範囲内にしたのであつた。実験の結果は第5表に示す如く烏喙橈筋の等張性隆起時の磷原質消費過程と全く一致した。

以上の如く烏喙橈筋の等張性隆起又は等尺性隆起では磷原質が相當量分解するにも拘はらず、ortho-磷酸鹽の量は隆起を起さない對照筋に比し殆んど増加を示さなかつた。同じ事が該筋を切り出す時胸骨縁に沿つて筋を切るとその負傷刺激で持続性短縮を起すが、その状態でも認められた(1)。従つて上記の化學過程は機械刺激や負傷刺激による持続性短縮の特異性を示すものとして重要な點である。然しその機序は本実験の限り尙不明であり、従つて今後の研究に俟たねばならぬが、かかる持続性の筋短縮に於てはortho-磷酸鹽がエステル化せられてHexosephosphorsäure等の如き中間代謝物質として現はれ、その蓄積をきたすが如き過程の行はれるものと考へられる。

以上考案せる如く特異性筋隆起時の化學過程に就ての余の実験事實は筋短縮機構、特に短縮時に於ける化學過程の究明に對し新たなる觀點を與へ得るものと思ふ。

IV. 摘 要

1. 蓋の縫匠筋及烏喙橈筋につき等張性又は等尺性の特異性筋隆起を起さしめ、その状態での筋内磷原質量及ortho-磷酸鹽量の消長を觀察し、更にその化學過程に關連し、兩筋の隆起時に於ける張力の發生の仕方を比較検討した。
2. 縫匠筋の磷原質靜止價は52.6—62.7mg%-P、烏喙橈筋の夫れは46.0—50.5mg%-Pの間にあつた。
3. 非緊張筋である縫匠筋の等張性隆起時の磷原質消費量は緊張筋たる烏喙橈筋に比し極めて少かつた。
4. 烏喙橈筋の等張性隆起時の磷原質消費量は刺激後2分以内に急速に増加し、その後の増し高は極めて輕微であつた。この事實は等尺性隆起時にも當嵌つた。
5. 隆起を起した筋のortho-磷酸鹽量は孰れの場合に於ても對照筋に比し増加を示さなかつた。
6. 非緊張筋たる縫匠筋では少量の追加負荷で隆起は解消したが、緊張筋たる烏喙橈筋ではより多き負荷でなければ隆起は解消せず、而かも追加負荷を取り去ると再び隆起の状態に還つた。この事は隆起時の化學連鎖反應が未完結状態に止まり、筋が容易に弛緩しない事を意味する。茲に緊張筋と非緊張筋の隆起の起り方の差違が化學過程の上に於て始めて認められる。

本業績の發表に當り浦本教授杉本助教の懇篤なる指導校閱並に名取講師和田學士の援助を深く銘謝す。

文 献

- 1) 阿部祐吉 (未発表)
- 2) Eggleton, G. P. & P. Eggleton (1929) J. Physiol. 68 193
- 3) 廣瀬甚吾 (2601) 日本生理誌 6 19
- 4) 黒田林三郎 (2598) 日本生理誌 3 23
- 5) 西谷喜助・高橋達彌 (2598) 日本生理誌 3 293
- 6) 菅原頼悌 (2597) 日本生理誌 2 127
- 7) 高橋忠幸 (2599) 日本生理誌 4 183
- 8) 和田惠州男 (2603) 日本生理誌 8 446

筋短縮機構に就ての研究 (39) 612. 741. 63

筋纖維の剛性率に就て (1)

(文部省科學研究費による研究)

東京慈惠會醫科大學生理學教室

土 橋 義 雄

Tutihasi-Yosio

(昭和18年7月12日受付)

I. 緒 言

骨筋の粘弾機構に就き従來吾々の教室では單一筋纖維を材料とし、その長軸の方向に於ける Young 率や二次彈性現象等の諸性質を比較的詳細に研究して來たが (8, 7, 3), 横軸の方向に於ける諸機構例へば筋の硬さを現はす性質などに就ては未だ研究を進めてゐなかつた。元來筋の硬さに就ての研究は Noyons (6), Gildemeister (1) 等に初まる僅かな研究しか發表されてゐないうへ、その測定方法なども全筋を對象とした極めて大ざつばなものに過ぎなかつた。そこで余は筋纖維の硬さに就ての研究として、單一筋纖維に近い數本或は十數本の筋纖維束を材料とし、之を扱つた時、筋纖維束の横軸の方向に現はれる歪力を測定することにより筋纖維の剛性率を求め、従來の筋粘弾機構の研究を一步前進せしめて見たいとこの實驗を企てた。

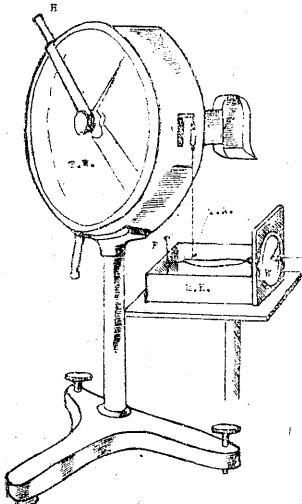
實驗は2601年12月より翌年3月迄の間に行つた。

II. 實驗方法及其成績

A. 實驗材料 驀の縫匠筋を用ひ、之より筋纖維束を分離し、約10分間 Ringer 液中に放置した後實驗を行つた。

B. 實驗装置及方法 歪力の測定には振り秤(T.W.)を利用し、第1圖に示す如き装置を用ひた。即ち筋室(M.K.)の外側に角度板をつけ、その中央に廻轉軸(A)を嵌め込み、筋纖維束の起始部の腱を廻轉軸端に絹絲で結びつけ、筋纖維束の附着部の腱には圖の如く絲を附し之を針(P)で固定し、その際筋束の長軸が廻轉軸と一直線になるやうにした。筋纖維は切り出した長さの(筋原長)まゝで概ね一直線になるが、場合により針の位置を加減して筋原長に對し10—30%だけ伸した條件下で實驗した。

第 1 圖



實驗は先づ Schraubenmikrometer で實驗筋纖維束の中

第1表 振り軸を筋束の遠心端にした場合
(振り軸の長さ0.83cm)

実験番号	筋長 cm	筋幅 cm	廻轉角度によつた変化																			
			1 廻轉			2 廻轉			3 廻轉			4 廻轉			5 廻轉							
			90° mg	180° mg	270° mg	360° mg	90° mg	180° mg	270° mg	360° mg	90° mg	180° mg	270° mg	360° mg	90° mg	180° mg	270° mg	360° mg				
1	4.73	0.15	0.5	0.5	1.0	1.0	0.5	1.5	2.0	3.5	2.0	3.0	5.5	7.0	8.0	6.5	9.5	11.5	12.5	10.0	12.0	
2	4.70	0.10	0.5	1.5	0.5	1.0	2.0	1.0	1.5	1.5	2.0	2.0	2.0	3.0	4.0	4.0	3.5	3.5	6.0	7.5	6.5	6.0
3	4.75	0.19	0.5	1.0	1.0	1.5	1.0	1.5	2.0	1.5	2.5	1.5	3.0	3.5	3.5	4.0	4.5	6.5	5.0	6.0	6.0	6.0
4	4.70	0.20	1.0	1.5	0	2.0	1.5	1.5	2.5	5.0	3.0	4.0	7.5	8.0	7.5	8.5	10.5	12.5	13.5	15.5	17.5	17.5
5	4.76	0.13	0.5	0.5	0.5	0.5	1.0	1.5	1.0	1.0	2.0	2.0	1.5	3.5	4.0	3.0	3.5	4.0	3.5	4.5	4.5	5.0
平均	4.73	0.15	0.6	1.0	0.5	1.2	1.2	1.4	1.8	2.6	2.3	2.5	4.1	5.2	5.4	5.1	6.3	8.1	8.4	8.5	9.3	9.3

第2表 振り軸を筋束の中央にした場合
(振り軸の長さ0.86cm)

実験番号	筋長 cm	筋幅 cm	廻轉角度によつた変化																				
			1 廻轉						2 廻轉						3 廻轉								
			45° mg	90° mg	135° mg	180° mg	250° mg	270° mg	315° mg	360° mg	45° mg	90° mg	135° mg	180° mg	225° mg	270° mg	315° mg	360° mg	45° mg	90° mg	135° mg	180° mg	
1	4.60	0.15	0.5	0.5	0.5	0.5	1.0	0.5	1.0	1.0	1.0	1.0	1.5	2.5	1.5	1.0	3.0	2.5	4.0	2.5	4.0	4.0	4.0
2	4.73	0.20	0.5	0.5	0	0.5	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	2.5	2.0	3.5	2.5	2.0	1.5	2.5	2.0	1.5	2.5	5.5
3	4.72	0.18	1.0	1.5	1.0	1.5	2.0	2.0	2.5	2.0	3.0	3.0	4.5	3.0	4.5	3.5	3.5	3.5	5.0	6.5	6.5	6.5	6.5
4	4.70	0.17	1.5	0.5	1.0	1.5	2.0	2.0	1.0	1.5	2.0	3.5	4.5	3.5	3.0	3.5	3.5	4.0	4.0	6.0	5.0	5.0	5.0
5	4.70	0.15	0.5	1.5	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	0.5	1.5	0.5	1.5	1.5	1.5	1.0	1.5	2.0	1.5	2.0	1.5	1.5	2.5
平均	4.69	0.17	0.8	0.9	0.7	0.9	1.2	1.4	1.3	1.2	1.3	1.3	2.6	2.8	2.6	2.3	2.7	2.7	3.4	4.9	4.7	4.7	4.7

第3表 振り軸を筋束の近心端から 1/4 部位にした場合
(振り軸の長さ 0.83cm)

実験番号	筋長 cm	筋幅 cm	廻轉角度による変化														
			1 廻轉												2 廻轉		
			30°	60°	90°	120°	150°	180°	210°	240°	270°	300°	330°	360°	30°	60°	90°
mg	mg	mg	mg	mg	mg	mg	mg	mg	mg	mg	mg	mg	mg	mg	mg		
1	4.80	0.16	0.5	0.5	1.0	0	0.5	0.5	0.5	1.5	4.5	5.0	3.0	4.0	5.0	8.0	7.5
2	4.83	0.20	0	0.5	3.0	4.0	6.5	5.5	4.5	7.0	10.0	6.0	9.0	6.5	9.0	11.5	13.5
3	4.80	0.10	1.5	1.0	0	1.0	1.0	1.5	1.5	1.0	3.5	3.0	3.0	3.5	3.5	2.5	3.0
4	4.80	0.15	1.0	0.5	1.5	1.0	1.5	0.5	0.5	1.5	1.0	1.0	1.5	1.0	1.5	2.5	3.5
5	4.78	0.12	1.0	1.5	0.5	1.0	1.5	1.5	1.5	3.0	3.5	2.5	4.5	4.0	4.0	6.0	5.5
平均	4.80	0.15	0.8	0.8	1.2	1.4	2.2	1.9	1.7	2.8	4.5	3.5	4.2	3.3	4.5	5.9	6.6

第4表 振り軸を筋束の遠心端にした場合の筋の伸びによる変化
(振り軸の長さ 1.10cm)

実験番号	筋幅 cm	筋長 cm	廻轉角度による変化												
			1 廻轉				2 廻轉				3 廻轉				
			90°	180°	270°	360°	90°	180°	270°	360°	90°	180°	270°	360°	
mg	mg	mg	mg	mg	mg	mg	mg	mg	mg	mg	mg				
1	0.13	4.78	0.5	0.5	0	1.0	0.5	0.5	1.5	1.0	1.5	1.5	2.0	1.5	2.5
		10% 増加	2.5	2.5	2.0	3.0	2.5	2.5	4.0	3.0	3.5	4.0	6.0	5.0	4.0
		20% 増加	6.0	6.0	6.5	6.0	6.0	7.5	8.0	6.5	7.5	9.5	10.6	9.0	
		30% 増加	6.5	6.0	6.5	6.0	7.5	7.0	8.5	8.0	8.5	9.5	9.5	10.5	
2	0.16	4.75	0.5	0.5	1.0	0.5	1.0	1.0	2.0	1.5	3.0	3.0	3.0	3.5	4.0
		10% 増加	1.5	2.0	2.5	2.5	3.0	2.5	2.5	3.5	3.5	4.0	4.0	3.5	4.0
		20% 増加	2.5	3.5	2.5	3.0	4.0	3.5	4.5	5.5	6.5	6.5	7.5	8.5	
		30% 増加	4.5	5.0	5.0	6.0	5.5	7.5	7.0	7.5	9.5	12.5	10.6	13.5	
3	0.10	4.80	0.5	0.5	1.0	0.5	1.0	1.5	1.0	1.5	2.0	1.5	2.0	1.5	2.0
		10% 増加	1.0	1.5	1.0	1.5	1.5	2.0	2.0	2.0	2.0	2.5	3.0	2.5	
		20% 増加	3.0	4.5	4.5	4.0	5.5	5.5	6.0	6.5	6.0	8.0	7.0	7.0	
		30% 増加	5.5	5.0	7.5	6.0	7.0	8.0	8.0	7.5	10.0	9.5	11.0	10.5	
4	0.15	4.90	1.0	0.5	0.5	1.0	0.5	1.5	2.0	2.5	2.5	2.5	3.0	2.5	3.5
		10% 増加	2.0	1.5	2.0	2.0	2.5	4.0	3.0	3.0	4.5	5.0	5.5	5.0	
		20% 増加	5.0	5.5	3.5	4.5	5.5	6.5	8.0	8.0	8.0	8.5	9.2	9.5	
		30% 増加	5.5	5.5	6.0	6.5	6.5	8.0	6.5	7.5	10.0	11.5	10.5	12.0	
5	0.16	4.85	1.0	0.5	0.5	1.0	1.0	1.5	2.0	2.0	2.0	3.0	4.5	4.0	
		10% 増加	3.0	3.0	2.5	3.0	4.0	3.0	3.5	5.0	6.0	6.0	6.0	7.0	
		20% 増加	5.0	4.0	4.0	5.5	5.5	5.5	7.0	7.5	8.5	7.5	7.5	9.0	
		30% 増加	9.0	10.0	10.0	8.5	8.5	12.5	15.5	11.5	12.5	11.5	15.0	15.5	
平均	0.14	4.81	0.7	0.5	0.6	0.8	0.8	1.2	1.7	1.7	2.1	2.5	2.7	3.2	
10% 増加	2.0	2.1	2.0	2.4	2.7	3.1	2.8	3.4	4.0	4.7	4.5	4.7			
20% 増加	4.3	4.7	4.2	4.6	5.3	5.7	6.7	6.8	7.3	8.0	8.4	8.6			
30% 増加	6.2	6.3	7.0	6.6	7.0	8.5	9.1	8.4	10.1	10.9	11.7	12.4			

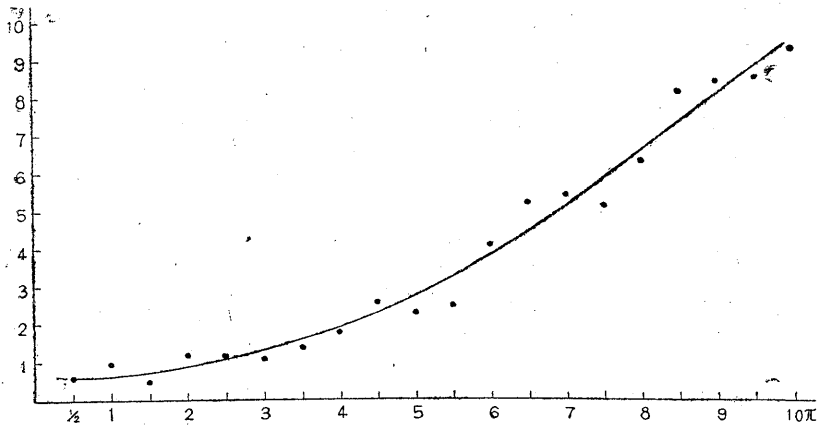
中央部の幅員を測定した後その筋纖維束を圖に示す装置にとりつけ、然る後筋纖維束の長軸に直角になるやうに長さ約 1cm の針を筋腹中に挿し込んだ。これを振り軸 (T.A.) とした。その振り軸の端に 1 本の絹纖維を結びつけ之を T.W. の小秤に結びつけた。この軸の挿入部位は實驗の目的に應じ筋の中央部、起始部より 1/3 の個所及び遠心端の 3 ケ所とした。それにより筋纖維束は半分だけ、1/3 だけ及び全纖維が振られるのである。斯様に装置した A を一定角度だけ廻せば T.A. も之につれて廻轉しやうとするから、之を廻轉せぬ様に振り秤の把手 (H) を加減し

て T.W. の示標が常に 0 位に在る様にし、その場合の T.W. の示針の目盛りを讀取つて歪力を重量で表はすことにした。尤も振り秤の敏度は目盛が 0.5mg に相當するのでそれ以下は測定不可能であり、又最大 250 mg であるためそれを越へる歪力を測るわけにはゆかなかつた。又實驗は切り出した長さのままで振つた場合と豫め 10—30 % 引き伸ばして振つた場合の 2 種類に分けられるが、夫々振り軸の位置により 3 つに分れる。振り角度は振り軸を附着部に置いた時は 90° づつ、中央部に置いた時は 45° づつ、 $\frac{1}{4}$ に置いた時は 30° づつとした。以上の實驗成績は第 1—4 表に示す如くである。表に毎回轉の振り角に相當する重量の外に筋の太さと筋の原長又は伸展率を記入した。

III. 實驗成績に對する考察

先づ第 1 表の結果を縦軸に歪力、横軸に振り角をとつて圖示すれば第 2 圖に示す對數曲線が

第 2 圖



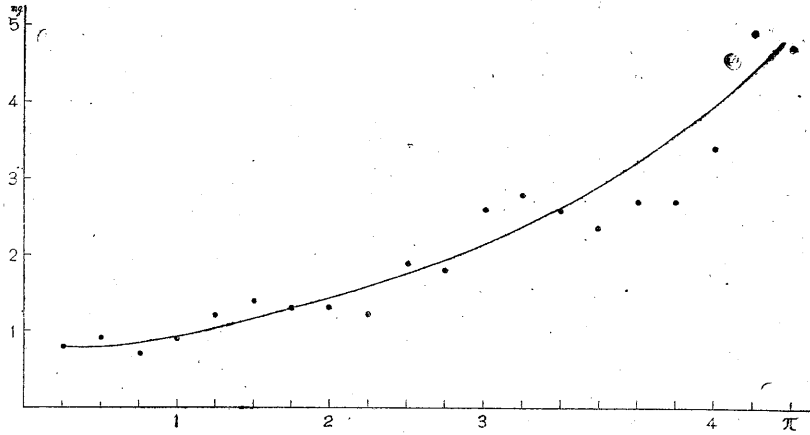
得られ、歪力は振りの大小に關係する。但し振り角 0 の時と 0.5π の時の歪力の差は振り角 0.5π 以上に増した場合に比して大きくなつてゐる。之は先に述べた如く振り秤の精度の限界が 0.5 略である爲で、それ以下の歪力は他のより精細な方法を用ひねばならない。然し本實驗の範圍で歪力を Q 、振り角を θ とすれば、歪力は次の實驗式を以て現し得る。

$$Q = e^{\frac{K\theta}{l}} = \frac{e^{K\theta}}{\theta} \cdot \theta \dots \dots \dots (1)$$

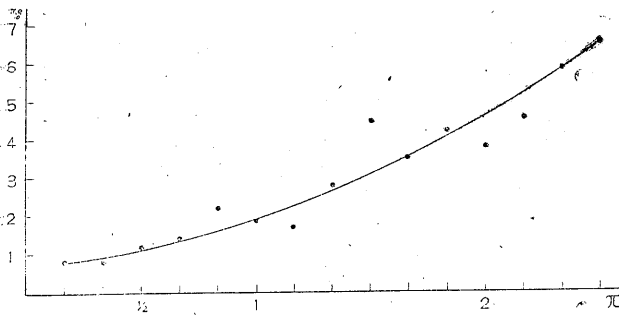
即ち振りの所謂常数は θ の指數函數で現はさねばならぬ關係となつた。更に振り軸の位置を廻轉板に近づけた第 2、第 3 表の結果に就て Q と θ との關係を求めると第 3、第 4 圖となり、略第 1 式を満足するのみならず、第 1 表で θ が $n\pi$ の時と、第 2 表で $\frac{n\pi}{2}$ 、第 3 表で $\frac{n\pi}{4}$ の時の Q の値が略等しい。従つて筋長を l とすれば Q と θ とは第 2 式の如き關係にある事がわかつた。

$$Q = e^{\frac{k\theta}{l}} \dots \dots \dots (2)$$

第 3 圖



第 4 圖

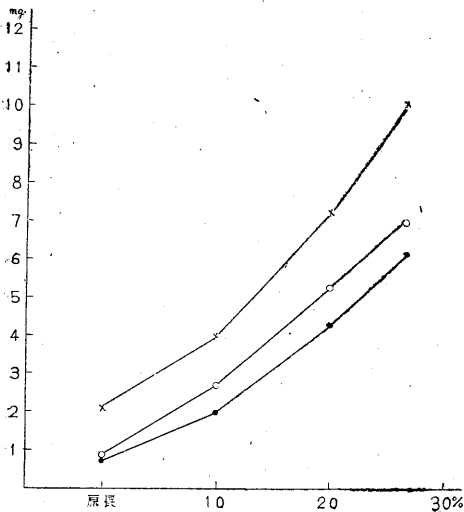


第 5 表

振り角 θ	剛性率 dyne/cm ²
0— π	5×10^3
π — 2π	5×10^4
3π — 4π	1.4×10^5
5π — 6π	2.4×10^5
7π — 8π	3.6×10^5

即ち振り角 $n\pi$ の時の剛性率を数値的に概算すれば第5表に示す如くである。

第 5 圖



この結果を生ゴムの剛性率と比較すると可成り小さくなつてゐる。この事實は筋繊維の Young 率は生ゴムのそれより小さいと云ふ吾々の教室の報告(7)と一致するものと解せられる。尙こゝで注意しなければならぬのは上記の實驗成績を各例毎に見ると歪力が θ に必しも比例せぬ事、例へば第1表の第1例では θ が 2π の時の Q が 3π の時のそれより大きい。之は骨筋繊維が正しい圓柱體でない事と吾々の教室で主張したやうに (8, 7, 4, 5) 等質部, 不等質部, Hensen の膜等の力學的機構に差異があるため、筋繊維の各部の振られ方に多少差異があるためと考へられる。

次に上述の成績より一先づ筋を均一體と見做して Poisson 比を求めると 0.5 に近いものが得られる。然しその値は正確なものと云へぬから果して筋を引き伸した時に體積が變るかどうかは將來の研究に俟たねばならぬ。

筋を伸展した場合の第4表から、伸ばされた状態での Q と θ の關係を求めると第5圖になる。即ち Q は伸展率が30%位まで直線的に増加する。この事實は筋纖維が25—30%引き伸ばす迄は Hooke の法則に従ふと云ふ吾々の教室の今迄の業績 (7) を他の觀點から實證した事になる。

IV. 結 論

1. 筋纖維の硬さを數本又は十數本の筋纖維束を材料とし、振り秤りを應用して、振りに對する歪力を測定した。

2. 歪力 Q と振り角 θ との間には次の實驗式が成立つた。

$$Q = e^{\frac{k\theta}{l}}$$

3. 筋纖維の剛性率は上式より 10^3 dyne/cm² の order であることが判る。その値はゴム等に比較して、より小さな値である。

4. 引き伸ばした筋纖維束の實驗から筋纖維の Young 率も亦小さく、20—30%引き伸ばす迄は Hooke の法則に従ふと云ふ吾々の教室の業績が檢證出來た

5. 骨筋纖維が單に Young 率が小さいばかりでなく、剛性率も亦極めて小さいことは、筋纖維が外力による伸展屈撓などに對し、仲々損傷されぬやう出來てゐる事を示してゐる。

擧筆に際し浦本教授の指導校閲並に杉本助教授名取講師の助力を深謝す。

文 獻

- 1) Gildemeister, M. (1914) Zeitschr. f. Biol. 63 183
- 2) 木澤 和 (2600) 日本生理誌 5 55
- 3) 櫻井道仁 (2602) 日本生理誌 7 418
- 4) 町田憲二 (2601) 日本生理誌 5 340
- 5) 町田憲二 (2601) 日本生理誌 6 363
- 6) Noyons, A. K. M. (1911) Zeitschr. f. Biol. 56 139
- 7) 名取禮二 (2601) 日本生理誌 5 356
- 8) 山口重方 (2600) 日本生理誌 5 266

筋短縮機構に就ての研究 (40) 612.741.13

等張性及等尺性强縮に於ける複屈折度の異同に就て

(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

秋元新平

Akimoto-Sinpei

(昭和18年7月12日受付)

I. 緒言

この報告は骨骼筋の靜常時、痙縮時、伸展時の複屈折性の變化を検索した余の前報告(1)の繼續で、筋強縮時に於ける張力發生と複屈折度との關係を觀たものである。この實驗では特に等尺性强縮時と等張性强縮時に於ける筋組織の光學的性質の異同を觀察した。

實驗は2602年10月より翌年3月の間に行ひ、其成績は第22回生理學會總會に於ける總括報告(6)に於て報告された。

II. 實驗方法及成績

筋の光學的性質を觀察した方法は前報告に於けると同じである。唯筋に於ての實驗條件が異なるだけである。筋標本は藁の縫匠筋、半膜様筋、烏喙橈筋より分離せる單一筋纖維を用ひた。實驗は彈性板斷續器によりて每秒10回の感應電流を強縮刺激として40秒與へ色々筋の強縮條件を變へて偏光位相差(I)を比較検討した。筋温室は大川等の使用せるもの(4)を用ひ、電極はAgar-Ringer液 $ZnSO_4 \cdot Zn$ の不分極性のものを用ひた。尙 Berek の Kompensator

第1表 縫匠筋、原長、等張性强縮刺激

例	刺激前			刺激中			差
	a	b	$\frac{1}{2}(a-b)$	a	b	$\frac{1}{2}(a-b)$	
1	35.7	16.5	9.6	33.0	18.0	7.5	2.1
2	35.0	17.5	8.7	32.8	20.2	6.3	2.4
3	33.2	18.8	7.2	31.3	19.9	5.7	1.5
4	36.0	15.0	10.5	35.0	17.0	9.0	1.5
5	35.2	18.9	9.1	33.8	19.2	7.3	1.8
6	34.8	19.4	7.7	33.2	19.4	6.7	1.0
7	35.0	17.8	8.6	32.2	19.8	6.2	2.4
8	34.0	19.2	7.4	33.2	20.2	6.5	0.9
9	35.1	17.5	8.8	31.9	19.5	6.2	2.6
10	33.8	19.8	7.0	31.0	21.1	4.9	2.1
11	33.2	16.2	7.5	32.2	20.0	6.1	1.4
12	35.2	17.6	8.8	32.5	19.9	6.3	2.5
13	34.1	17.0	7.5	32.6	20.4	6.1	1.4
14	35.1	19.3	7.9	32.2	20.3	5.9	2.0
15	33.8	19.3	7.2	31.0	20.3	5.3	1.9
平均			8.2			6.4	1.8
							6.57 ^{7)M}

による偏光位相差測定時の光源はマツダの高壓水銀燈($\alpha_1=579m\mu$, $\alpha_2=546m\mu$, $\alpha_3=436m\mu$)を用ひ、視野の擴大は360倍とした。實驗は大體2つに分けられる。以下夫等に於ける實驗條件とその成績を記載する。

實驗の1. 單一筋纖維の中央部をワゼリンで固定し、兩側をRinger液中に浮かし、初めは兩端を自由にし、ワゼリン固定部よ

第2表 縫匠筋. 原長, 等尺性及等張性强縮刺激

例	刺激前			等尺性刺激			差	等張性刺激			刺激前 トノ差
	a	ℓ	$\frac{1}{2}(a-\ell)$	a	ℓ	$\frac{1}{2}(a-\ell)$		a	ℓ	$\frac{1}{2}(a-\ell)$	
1	33.2	17.5	7.8	33.2	20.1	6.5	1.3	33.3	18.4	7.4	0.4
2	35.2	18.2	8.5	33.0	19.0	7.0	1.5	33.8	18.7	7.4	1.1
3	35.1	17.5	8.6	34.5	17.0	8.7	0.1	35.0	17.5	8.7	0.1
4	33.6	19.0	7.3	33.0	19.8	6.6	0.7	32.5	20.1	6.2	1.1
5	35.2	17.8	8.6	34.4	18.3	8.0	0.6	33.5	18.2	7.6	1.0
6	35.5	16.8	9.3	34.5	17.4	8.5	0.8	35.1	16.0	9.5	-0.2
7	35.0	16.7	9.1	34.0	17.5	8.2	0.9	34.0	17.2	8.4	0.7
8	35.0	17.4	8.8	35.5	17.2	9.1	0.3	33.8	18.2	7.8	1.0
9	32.8	19.7	6.5	32.0	20.2	5.9	0.8	33.0	20.0	6.5	0
10	35.2	16.6	9.3	34.0	16.6	8.7	0.6	33.8	16.2	8.8	0.5
11	35.4	18.2	8.6	33.2	20.4	6.4	2.2	33.7	19.3	7.2	1.4
12	35.0	17.2	8.9	35.2	18.0	8.5	0.3	34.0	17.0	8.6	0.3
13	35.0	18.9	9.0	34.6	17.4	8.6	0.4	34.3	16.8	8.7	0.3
14	35.0	18.0	9.0	35.8	19.1	8.3	0.7	36.0	19.0	8.5	0.5
15	35.4	17.3	9.0	34.7	17.0	8.8	0.2	35.1	17.2	8.9	0.1
平均			8.3			7.2	1.1			8.0	0.3
							2.49 ^{mm}				0.2 ^{mm}

第3表 縫匠筋. 中等度伸展, 等尺性及等張性强縮刺激

例	刺激前			等尺性刺激			差	等張性刺激			刺激前 トノ差
	a	ℓ	$\frac{1}{2}(a-\ell)$	a	ℓ	$\frac{1}{2}(a-\ell)$		a	ℓ	$\frac{1}{2}(a-\ell)$	
1	35.1	17.1	9.0	33.2	18.3	7.4	1.6	35.6	17.8	8.9	0.1
2	35.3	16.6	9.3	34.3	17.5	8.6	0.7	35.5	16.3	9.6	-0.3
3	36.0	16.5	9.7	34.2	17.8	8.2	1.5	35.4	17.0	9.2	0.5
4	35.8	16.2	9.8	34.8	19.5	8.6	1.2	35.0	17.2	8.9	0.9
5	35.9	17.2	9.3	35.0	18.0	8.5	0.8	36.0	17.0	9.5	-0.2
6	35.3	17.3	9.0	35.0	17.0	9.0	0	35.5	16.6	9.4	-0.4
7	34.8	17.7	8.5	34.6	18.0	8.3	0.2	35.2	16.8	9.2	-0.7
8	35.3	17.2	9.3	36.0	17.5	9.2	0.1	35.3	16.8	9.2	0.1
9	36.1	18.0	9.0	34.5	18.3	8.1	0.9	36.2	16.7	9.7	-0.7
10	38.8	19.9	9.6	38.0	19.2	9.4	0.2	38.2	18.5	9.8	-0.2
11	36.0	17.2	9.4	36.0	17.0	9.5	0.1	35.0	17.6	8.7	0.7
12	35.8	17.6	9.1	35.5	17.4	9.0	0.1	35.4	16.4	9.5	-0.4
13	37.4	18.5	9.4	37.2	18.9	9.2	0.2	37.0	18.5	9.2	0.2
14	36.1	17.9	9.1	35.8	18.0	8.9	0.2	36.0	17.0	9.5	-0.4
15	37.0	18.0	9.5	36.2	18.2	9.0	0.5	37.5	17.7	9.9	-0.4
平均			9.2			9.0	0.2			9.1	-0.1

第4表 縫匠筋. 強度伸展, 等尺性及等張性强縮刺激

例	刺激前			等尺性刺激			差	等張性刺激			刺激前 トノ差
	a	ℓ	$\frac{1}{2}(a-\ell)$	a	ℓ	$\frac{1}{2}(a-\ell)$		a	ℓ	$\frac{1}{2}(a-\ell)$	
1	34.1	17.9	8.1	34.0	17.5	8.2	-0.1	34.1	17.8	8.1	0
2	34.1	17.9	8.1	33.8	18.0	7.9	0.2	35.0	17.0	9.0	-0.9
3	35.0	17.0	9.0	35.1	18.4	9.3	-0.3	36.1	15.8	10.1	-1.1
4	34.1	18.1	8.0	34.0	17.0	8.5	-0.5	34.6	17.9	8.2	-0.2
5	34.8	17.6	8.6	34.5	17.4	8.5	0.1	34.4	16.4	9.0	-0.4
6	35.0	17.0	9.0	35.1	16.4	9.4	-0.4	36.1	16.8	9.6	-0.6
7	35.2	17.4	8.9	35.0	17.8	8.6	0.3	35.3	16.6	9.3	-0.4
8	34.3	17.2	8.5	34.1	17.3	8.4	0.1	34.0	17.1	8.4	0.1
9	34.3	18.1	8.1	33.7	18.0	7.8	0.3	34.8	16.8	9.0	-0.9
平均			7.6			7.7	-0.1			8.1	-0.6

第5表 半膜様筋・原長, 等張性强縮刺激

例	刺激前			刺激中			差
	a	ℓ	$\frac{1}{2}(a-\ell)$	a	ℓ	$\frac{1}{2}(a-\ell)$	
1	34.8	17.5	8.6	34.5	18.1	8.2	0.4
2	38.5	13.2	12.6	38.5	13.3	11.6	1.0
3	34.0	17.5	8.2	33.5	17.9	7.8	0.4
4	37.5	13.5	12.0	37.5	15.0	11.2	0.8
5	38.5	15.0	10.7	38.0	18.6	9.7	1.0
6	35.0	16.5	9.2	34.3	18.0	8.4	0.8
7	37.5	15.0	11.2	36.1	15.0	10.5	0.7
8	33.8	17.0	8.4	33.5	17.5	8.0	0.4
9	37.2	18.0	9.2	36.7	20.3	8.2	1.0
10	36.3	18.7	8.8	35.8	20.1	7.9	0.9
11	35.3	17.3	9.0	34.9	18.5	8.2	0.9
12	37.3	17.1	10.1	36.5	18.1	9.2	0.9
13	34.3	16.1	9.0	34.0	16.0	8.5	0.5
14	37.0	14.7	11.1	36.2	16.4	9.9	1.2
15	35.6	17.0	9.3	34.9	17.9	8.5	0.8
平均			9.8			9.0	0.8
							1.32 ^{mM}

第6表 半膜様筋・原長, 等尺性及等張性强縮刺激

例	刺激前			等尺性刺激			差	等張性刺激			刺激前 トノ差
	a	ℓ	$\frac{1}{2}(a-\ell)$	a	ℓ	$\frac{1}{2}(a-\ell)$		a	ℓ	$\frac{1}{2}(a-\ell)$	
1	35.0	15.9	9.5	34.3	17.0	8.6	0.9	35.2	16.8	9.2	0.3
2	36.5	15.2	10.6	34.5	15.5	9.5	1.1	35.0	15.0	10.0	0.6
3	35.0	16.8	9.1	34.2	16.8	8.7	0.4	35.0	17.0	9.0	0.1
4	35.0	17.0	9.0	33.2	17.5	7.8	1.2	34.0	17.4	8.3	0.7
5	36.0	15.0	10.5	34.8	16.2	9.3	1.2	35.5	15.0	10.2	0.3
6	36.0	15.0	10.0	34.8	16.3	9.2	1.3	36.1	16.1	10.0	0.5
7	35.0	16.3	9.3	34.2	17.0	8.6	0.7	34.2	16.0	9.1	0.2
8	36.0	15.1	10.4	33.8	16.0	8.9	1.5	35.2	16.0	9.6	0.8
9	35.6	15.5	10.0	35.0	16.2	9.4	0.6	35.4	15.8	9.8	0.2
10	35.2	15.9	9.7	34.8	17.6	8.6	1.1	35.0	16.8	9.1	0.6
11	36.5	15.1	10.7	34.8	15.9	9.5	1.2	35.7	15.5	10.1	0.6
12	36.2	15.9	10.2	35.0	16.0	9.5	0.7	35.5	15.9	9.8	0.4
13	35.8	17.2	9.3	34.5	17.5	8.5	0.8	35.6	17.2	9.2	0.1
14	36.3	15.1	10.6	34.9	15.5	9.7	0.9	35.2	15.4	9.9	0.7
15	36.5	14.7	10.9	34.1	14.9	9.6	1.3	35.4	14.8	10.3	0.6
平均			10.0			9.0	1.0			9.6	0.4
							2.06 ^{mM}				0.5 ^{mM}

第7表 半膜様筋・中等度伸展, 等尺性及等張性强縮刺激

例	刺激前			等尺性刺激			差	等張性刺激			刺激前 トノ差
	a	ℓ	$\frac{1}{2}(a-\ell)$	a	ℓ	$\frac{1}{2}(a-\ell)$		a	ℓ	$\frac{1}{2}(a-\ell)$	
1	36.0	15.0	10.5	35.3	16.0	9.6	0.9	35.3	15.5	9.9	0.6
2	35.0	16.4	9.3	34.1	17.0	8.5	0.8	34.8	16.2	9.3	0
3	35.7	16.0	9.8	35.0	16.4	9.3	0.5	35.5	15.3	9.6	0.2
4	34.8	17.2	8.8	34.5	17.9	8.3	0.5	34.4	17.5	8.4	0.4
5	35.5	16.6	9.4	34.0	18.0	8.4	1.0	34.0	16.2	8.9	0.5
6	35.7	16.8	9.4	34.3	17.2	8.5	0.9	34.5	15.3	9.1	0.3
7	36.0	15.6	10.2	35.0	17.0	9.0	1.2	35.3	15.9	9.7	0.5
8	35.8	15.7	10.0	35.0	16.8	9.1	0.9	35.2	16.4	9.4	0.6
9	35.2	16.6	9.3	34.7	17.1	8.8	0.5	35.0	17.0	9.0	0.3
10	35.1	17.1	9.0	34.6	17.8	8.4	0.6	34.8	17.1	8.8	0.2
平均			9.6			8.8	0.8			9.2	0.4

第8表 半膜様筋. 強度伸展, 等尺性及等張性強縮刺激

例	刺激前			等尺性刺激			差	等張性刺激			刺激前 トノ差
	a	ℓ	$\frac{1}{2}(a-\ell)$	a	ℓ	$\frac{1}{2}(a-\ell)$		a	ℓ	$\frac{1}{2}(a-\ell)$	
1	34.0	17.0	8.5	33.5	18.0	7.7	0.8	33.5	17.6	8.0	0.5
2	35.2	17.2	9.0	34.2	16.8	8.7	0.3	35.1	17.2	8.9	0.1
3	36.1	15.6	10.2	35.8	16.2	9.8	0.4	36.6	16.5	9.5	0.7
4	33.0	17.5	7.7	32.8	18.3	7.0	0.7	33.0	18.5	7.2	0.5
5	33.4	18.0	7.7	33.0	19.0	7.0	0.7	33.2	18.8	7.2	0.5
6	33.8	17.5	8.1	33.0	18.0	7.5	0.6	33.8	17.8	8.0	0.1
7	35.5	16.0	9.7	35.0	17.7	8.6	1.1	35.2	16.8	9.2	0.5
8	34.0	18.2	7.9	33.7	18.1	7.3	0.6	33.8	18.6	7.6	0.3
9	34.2	18.6	7.8	33.7	18.1	7.3	0.6	34.0	18.8	7.6	0.2
10	34.0	16.8	8.1	33.5	18.3	7.4	0.7	33.8	18.4	7.7	0.4
平均			8.4			7.8	0.6			8.0	0.4

第9表 烏喙様筋. 原長, 等張性強縮刺激

例	刺激前			刺激中			差
	a	ℓ	$\frac{1}{2}(a-\ell)$	a	ℓ	$\frac{1}{2}(a-\ell)$	
1	33.8	19.5	7.1	33.0	19.5	6.7	0.4
2	35.0	17.2	8.9	34.9	17.5	8.7	0.2
3	32.8	17.8	7.5	32.5	18.0	7.2	0.3
4	34.8	16.2	9.3	34.2	17.1	8.5	0.8
5	34.0	17.5	8.2	33.8	17.7	8.0	0.2
6	33.5	18.6	7.5	32.8	18.5	6.8	0.7
7	34.1	20.0	7.0	33.8	20.6	6.6	0.4
8	33.7	17.4	8.1	33.5	18.1	7.7	0.4
9	34.7	17.9	8.4	33.8	17.8	8.0	0.4
10	34.8	17.8	8.5	34.3	19.1	7.6	0.9
11	33.5	16.8	8.3	33.6	18.3	7.6	0.7
12	34.7	18.2	8.2	33.6	17.6	8.0	0.2
13	34.1	17.6	8.2	33.6	18.8	7.4	0.8
14	35.0	17.5	8.7	34.8	18.5	7.6	1.1
15	33.5	17.0	8.2	33.4	18.2	7.6	0.6
平均			8.1			7.6	0.5
							1.02 ^{m^u}

第10表 烏喙様筋. 原長, 等尺性及等張性強縮刺激

例	刺激前			等尺性強縮刺激中			差	等張性強縮刺激中			差
	a	ℓ	$\frac{1}{2}(a-\ell)$	a	ℓ	$\frac{1}{2}(a-\ell)$		a	ℓ	$\frac{1}{2}(a-\ell)$	
1	35.0	18.3	8.3	33.5	17.5	8.0	0.3	33.5	19.3	7.1	1.2
2	34.5	17.0	8.7	33.5	17.2	8.1	0.6	33.5	18.9	7.3	1.4
3	33.8	19.2	7.3	33.5	19.9	6.8	0.5	33.0	19.8	6.6	0.7
4	35.2	18.6	8.3	34.2	18.8	7.7	0.6	34.0	18.6	7.7	0.6
5	34.0	20.0	7.0	33.6	20.0	6.5	0.5	32.8	20.2	6.3	0.7
6	34.7	18.0	8.3	34.1	19.0	7.5	0.8	34.1	19.1	7.5	0.8
7	34.2	16.8	8.7	33.6	17.0	8.3	0.4	33.9	17.9	8.0	0.7
8	34.3	17.6	8.3	34.3	18.2	8.0	0.3	33.9	18.3	7.8	0.5
9	34.8	19.2	7.8	33.8	19.0	7.4	0.4	33.2	19.0	7.1	0.7
10	34.8	19.0	7.9	33.8	19.0	7.4	0.6	33.6	19.2	7.2	0.7
11	35.2	18.0	8.6	34.8	18.4	8.2	0.4	34.7	18.9	8.0	0.6
12	35.7	17.5	9.1	34.6	18.0	8.3	0.8	34.0	18.6	7.7	1.4
13	34.7	18.7	8.0	34.2	19.6	7.3	0.7	33.8	19.8	7.0	1.0
14	34.8	17.8	8.5	34.4	18.4	8.0	0.5	34.2	18.2	8.0	0.5
15	35.0	17.6	8.7	34.5	18.3	8.1	0.6	34.0	18.6	7.7	1.0
平均			8.2			7.7	0.5			7.4	0.6
							1.02 ^{m^u}				1.32 ^{m^u}

第11表 鳥豚撓筋 伸展(1.6~1.8X), 等尺性及等張性強縮刺激

例	刺激前			等尺性强縮刺激中			差	等張性强縮刺激中			差
	a	ℓ	$\frac{1}{2}(a-\ell)$	a	ℓ	$\frac{1}{2}(a-\ell)$		a	ℓ	$\frac{1}{2}(a-\ell)$	
1	33.8	18.5	7.6	34.2	18.2	8.0	-0.4	33.8	17.8	8.0	-0.4
2	34.2	18.0	8.1	34.2	18.2	8.0	0.1	35.2	19.2	7.0	1.1
3	34.8	17.2	8.8	34.8	17.9	8.4	0.4	34.7	17.3	8.7	0.1
4	35.2	16.4	9.4	35.2	16.5	9.3	0.1	35.2	16.2	9.5	-0.1
5	35.0	17.8	8.6	35.0	17.8	8.6	0	34.2	17.8	8.2	0.4
6	35.0	17.1	8.9	35.0	17.0	8.9	0	35.2	17.3	8.9	0
7	33.8	18.5	7.6	34.2	18.2	8.0	-0.4	33.8	17.8	8.0	-0.4
8	34.0	18.4	7.8	33.8	18.6	7.6	0.2	33.8	18.5	7.7	0.1
9	34.3	17.9	8.2	34.1	17.8	8.2	0	33.9	17.9	8.0	0.2
10	35.1	16.7	9.2	35.0	17.0	9.0	0.2	35.0	16.8	9.1	0.1
平均			8.4			8.4	0			8.3	0.1

第12表 縫匠筋 原長

5 秒 刺 激							
例	刺激前			刺激後			差
	a	ℓ	$\frac{1}{2}(a-\ell)$	a	ℓ	$\frac{1}{2}(a-\ell)$	
1	34.1	17.6	8.2	32.5	18.5	7.0	1.2
2	22.2	19.0	6.6	31.8	19.8	6.0	0.6
3	33.8	18.8	7.5	33.1	20.0	6.5	1.0
4	34.0	18.6	7.7	32.3	18.9	6.7	1.0
5	35.1	16.2	8.4	33.2	18.6	7.3	0.9
平均			7.7			6.8	0.9

10 秒 刺 激							
例	刺激前			刺激後			差
	a	ℓ	$\frac{1}{2}(a-\ell)$	a	ℓ	$\frac{1}{2}(a-\ell)$	
1	36.3	17.3	9.5	35.3	19.2	8.0	1.5
2	34.0	17.2	8.9	33.2	18.5	7.3	1.6
3	34.1	19.0	7.5	33.6	18.4	6.5	1.0
4	33.9	18.2	7.6	33.3	19.1	7.1	0.7
5	34.3	19.1	7.6	34.0	20.0	7.0	0.6
平均			8.3			7.2	1.0

15 秒 刺 激							
例	刺激前			刺激後			差
	a	ℓ	$\frac{1}{2}(a-\ell)$	a	ℓ	$\frac{1}{2}(a-\ell)$	
1	34.8	18.2	8.3	33.1	19.3	6.9	1.4
2	31.8	20.5	5.6	31.0	21.0	5.0	0.6
3	34.2	19.0	7.6	33.4	19.3	7.0	0.6
4	33.6	18.0	7.9	33.0	19.0	7.0	0.9
5	35.1	19.3	7.9	34.0	20.1	6.9	1.0
平均			7.5			6.6	0.9

20 秒 刺 激							
例	刺激前			刺激後			差
	a	ℓ	$\frac{1}{2}(a-\ell)$	a	ℓ	$\frac{1}{2}(a-\ell)$	
1	34.0	19.0	7.5	33.3	19.2	7.0	0.5
2	33.6	18.1	7.8	34.0	18.5	7.7	0.1
3	33.7	18.4	7.6	33.2	19.1	7.0	0.6
4	34.2	19.0	7.6	33.9	19.3	7.3	0.3
5	34.0	18.9	7.5	33.5	19.4	7.0	0.5
平均			7.5			7.2	0.4

り 1-2mm の處で靜常状態の Γ を測定して基準とし、強縮刺激を40秒與へた状態の Γ を測定した。その成績は第1表の如くである。

次に筋纖維の兩端をカタン絲で固定した針に結びつけ、筋纖維を切り出したまゝの長さと、50-60%だけ伸ばした中等度伸展時と、80%の強度に伸展せしめた時の等尺性强縮時に於ける Γ を測定し、次で筋纖維の一侧に等張性强縮を起さしめ、 Γ を測定し前者の値との比較を便にした。観測は何れも40秒間刺激したところで行つた。

第2表-第11表はそれらの成績である。

實驗の2. この實驗では初め一定時間等尺性强縮を、次で一定時間等張性强縮を起さしめて Γ を比較したのであるが等尺性强縮と等張性强縮の持続時間の割合を 5:35, 10:30, 15:25, 20:20 の4種に就て行つた。第12表-第14表はその成績である。

III. 實驗結果に對する考察

先づ實驗の1での第1表—第2表は縫匠筋を用ひ無負荷の時の等張性强縮時と等尺性强縮時の Γ の異同を見たのであるが、前者が大でその差は4.18m μ となり相當の差異を示してゐる。此事實は骨筋の複屈折が固有複屈折と形態複屈折の和であるから(1)上記の Γ 差は形態複屈折の變化が主體をなすものと見ねばならぬ。即ち等張性强縮時の Γ が靜常筋のそれより著しく小さいのは短縮により固有複屈折のみならず形態複屈折も亦小さくなるためと見ねばならぬ。

縫匠筋は非緊張筋であるが、之に似た半膜様筋と、それとは反對な緊張筋に屬する烏喙橈筋とに就て上と同じ實驗を重ねて見た結果は第2表—第11表に見る如く等張性强縮時と等尺性强縮時での偏光位相差の差は半膜様筋でも烏喙橈筋でも縫匠筋に較べて小さく現はれた。此事をA. V. Hill (3)が熱發生と張力との關係に就て、割合伸び易い縫匠筋では等張性强縮時の方が等尺性强縮時よりも熱發生

が少ないが、之に反し伸び難い半膜様筋や烏喙橈筋では等張性强縮時に、等尺性强縮時よりも多いと云つてゐる點に鑑ると稍々理解がつくやうに思はれる。若し更に以上の事實をFennの効果(2)に觀照してみれば負荷を増すと半膜様筋等でも縫匠筋の偏光位相差の減少度に近づくことが認められるから、その際の光學的性質の變化は筋肉に行はれる化學變化と連關してゐることを示すものと解して差支ないやうに思はれる。

實驗の2は始めに等尺性强縮を次で等張性强縮を起さしめた時の Γ の減少を觀たのであつた

第13表 縫匠筋. 中等度伸展

5 秒 刺 激							
刺 激 前				刺 激 後			差
例	a	b	$\frac{1}{2}(a-b)$	a	b	$\frac{1}{2}(a-b)$	
1	32.6	20.4	6.1	32.0	21.5	5.3	0.6
2	32.7	20.3	6.2	31.9	20.2	5.8	0.4
3	33.9	18.0	7.9	33.0	19.5	6.7	1.2
4	35.0	18.2	8.4	33.8	18.2	7.8	0.6
5	34.2	18.0	8.1	33.5	18.2	7.6	0.5
平均			7.3			6.6	0.7

15 秒 刺 激							
刺 激 前				刺 激 後			差
例	a	b	$\frac{1}{2}(a-b)$	a	b	$\frac{1}{2}(a-b)$	
1	33.1	20.0	6.5	32.2	20.0	6.1	0.4
2	33.4	19.4	7.0	33.0	19.0	7.0	0
3	32.5	19.9	6.3	32.5	20.5	6.0	0.3
4	34.1	18.9	7.6	33.8	19.0	7.4	0.2
5	33.3	19.2	7.1	33.0	19.1	7.0	0.1
平均			6.6			6.4	0.2

第14表 縫匠筋. 強度伸展

5 秒 刺 激							
刺 激 前				刺 激 後			差
例	a	b	$\frac{1}{2}(a-b)$	a	b	$\frac{1}{2}(a-b)$	
1	33.7	18.3	7.7	34.0	17.9	8.0	0.4
2	33.2	17.9	7.6	33.0	18.5	7.2	0.4
3	33.6	18.2	7.7	34.0	17.9	8.0	-0.3
4	34.2	18.9	7.6	34.5	19.0	7.7	-0.1
5	33.8	18.2	7.8	34.0	18.5	7.5	0.3
平均			7.7			7.7	0

15 秒 刺 激							
刺 激 前				刺 激 後			差
例	a	b	$\frac{1}{2}(a-b)$	a	b	$\frac{1}{2}(a-b)$	
1	36.0	17.2	9.4	36.0	18.0	9.0	0.4
2	35.0	19.0	7.0	32.8	19.2	6.8	0.2
3	34.0	18.9	7.5	34.2	18.5	7.8	-0.3
4	35.1	18.4	8.3	35.5	18.1	8.7	-0.4
5	33.1	19.1	7.1	32.8	19.0	7.0	0.1
平均			8.0			8.0	0

が、其際若し最初から等張性强縮のみを起させれば Γ の減少は著明であるが、初め等尺性强縮を起させ次で等張性强縮を起させると Γ の減少は著明でない。即ちその時の等尺性强縮時間を 5 秒、10 秒と次第に延長して行くと Γ の減少度は次第に小さくなつてゐる。この事實は吾々の教室の島崎及青葉の實驗 (5) にも認められることで、筋が一度等尺性强縮を起すとそれに應じて筋内分子構造に變化が起り、次で等張性强縮に移行しても始めから等張性强縮を営む場合と同じにはならない。即ち筋が短縮に於て現はす物理的化學的諸變化の様式はその短縮を起す前の状態に制約されるものであることを立證してゐる。

IV. 摘 要

1. 麩の縫匠筋、半膜様筋、烏喙橈筋の單一筋纖維を材料として、之等に等尺性及び等張性强縮刺激を與へて、複屈折度の變化を觀察した。
2. 縫匠筋を無負荷時に等張性强縮を起させた場合の複屈折度の減少は $6.67m\mu$ 、等尺性强縮の場合は $2.49m\mu$ で著明な差が認められた。之は筋強縮時に固有複屈折のみならず形態複屈折も減少することを意味するものと思はれる。
3. 半膜様筋及烏喙橈筋では等張性强縮時の位相差の減少と等尺性强縮時の夫れとの差が縫匠筋より小さく現はれた。之は A. V. Hill の熱發生と張力との關係と比較して理解出来る様に思はれる。
4. 等尺性强縮次で等張性强縮を起さしめた時の Γ の減少は最初より等張性にしたものゝ如く著明な Γ の減少はみられなかつた。この事實は筋の短縮に於て表はす物理的化學的變化の様式はその短縮を起す前の状態に制約されることを示すと思はれる。

擧筆するに際し浦本教授の懇篤なる指導と校閲を銘謝し 杉本助教授並びに名取講師の援助を深謝す。

文 獻

- 1) 秋元新平 (2603) 日本生理誌 8 85
- 2) Fenn, W. O. (1924) Jour. of physiol. 58 373
- 3) Hill, A. V. (1930) Proc. Roy. Soc. 107 115
- 4) 大川徳重 (2559) 日本生理誌 4 23
- 5) 島崎 賢・青葉 誠 (未發表)
- 6) 浦本政三郎・杉本良一・名取禮二・大村 正 (未發表)

血液乳酸の消長に就ての研究 (3) 612.122

脱纖維血及血清の乳酸量

(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

原 田 久 雄

Harada-Hisao

(昭和18年7月12日受付)

I. 緒 言

この報告は北條(3)及大村(5)の實驗の繼續である。van Slyke の側壓式瓦斯分析装置を用ひ2,3の條件下の血液乳酸を測定した。基準になる乳酸靜止價を採血後直に除糖除蛋白操作を施した全血に就て測定し、次には同じ血液の一部を一定溫度に於て一定時間内に脱纖維操作を施し、然る後除糖除蛋白を行つたものに就て同じく乳酸量を測定し、次にはその脱纖維血の一部を遠心沈澱して血清を分離した後に除糖除蛋白を施して乳酸量を測定した。

斯様な實驗を行つてみた目的には應用的には血液乳酸を場合により脱纖維血或は血清を用ひて測定しないとも限らないので、その際全血とどの位の位の差異があるかを知つて置く必要があり、一方基礎的には採血後の血液に乳酸生成が溫度によりどの程度に影響されるかを觀るにあつた。

本實驗は2600年12月より翌年3月迄の間に行つた。

II. 實 驗 方 法

實驗用の血液は2歳の健康な雄犬2匹から毎回15—20ccづつを後脚の皮下靜脈即ち薔薇靜脈の背枝から採血して用ひた。その際注射器は豫め滅菌乾燥し且つ37°Cに温めて置いたものを用ひた。乳酸測定は北條の方法(3)に従つた。全血に就ては採血後直に除糖除蛋白を行つて靜止價を求めたのであるから問題はないが、脱纖維血の方は溫度條件を37, 20, 10, 5°Cの4種とし、硝子球を用ひた脱纖維操作は37°と20°Cでは10分、10°と5°Cでは15分を費すことにした。かやうにして作つた脱纖維血は直に遠心沈澱管に移し、そのうちの2ccだけを脱纖維血の乳酸測定に取り出して除糖除蛋白の操作を加へ、他は毎分2200迴轉遠心器に5分間かけて血清を分離し、そのうちの2ccを除糖除蛋白して血清乳酸の測定に供した。即ち血清に於ては除糖除蛋白まで採血後15—20分餘を経てゐると云ふ實驗條件である。尙遠心沈澱の操作からは室温である。

III. 實驗成績竝に考察

實驗成績を脱纖維血の主要條件たる溫度別にして示せば第 1—4 表の如くである。表に於て乳酸量は mM 單位で示した。尙全血、脱纖維血、血清の各々に於ける數値には多少の開きがあるが、一應平均値を求めて之を表の下方に記入した。

第 1 表 37°C に於て脱纖維せる場合

實驗 番 號	血 液	脱纖維血	血 清
	mM	mM	mM
1	1.33	1.59	2.33
2	1.27	2.39	4.17
3	1.58	1.63	2.76
4	2.17	2.67	4.96
5	1.40	1.74	2.32
平均	1.55	1.98	3.31

第 2 表 20°C にて脱纖維せる場合

實驗 番 號	血 液	脱纖維血	血 清
	mM	mM	mM
6	1.18	2.14	2.77
7	1.03	1.28	2.77
8	1.26	1.40	1.82
9	2.38	2.76	4.95
10	1.73	2.07	2.64
平均	1.52	1.93	2.99

第 3 表 10°C に於て脱纖維せる場合

實驗 番 號	血 液	脱纖維血	血 清
	mM	mM	mM
11	1.50	1.78	2.30
12	1.41	1.70	2.46
13	1.25	0.96	1.53
14	2.14	1.71	3.58
15	1.61	1.51	2.44
16	1.33	1.26	1.95
17	2.51	1.51	3.74
18	2.29	2.10	3.09
19	1.68	1.19	2.39
平均	1.70	1.56	2.31

第 4 表 5°C に於て脱纖維せる場合

實驗 番 號	血 液	脱纖維血	血 清
	mM	mM	mM
20	2.37	2.23	3.96
21	2.06	1.75	2.76
22	0.91	1.09	1.47
23	1.30	1.19	1.77
24	1.42	1.36	2.21
平均	1.61	1.52	2.44

第 5 表

脱纖維 時・溫度	血 液 乳 酸 量	脱纖維血 乳 酸 量	血 清 乳 酸 量
c	%	%	%
37°	100	128	273
20°	100	127	197
10°	100	90	149
5°	100	94	153

次に全血の平均値を 100 とし、脱纖維血及血清の各溫度に於ける平均値の全血に對する比率を求めてみると第 5 表になつた。

以上の成績に就て 2, 3 の考察を試みてみよう。

先づ溫度條件の關係ない全血の値は個々の例では相當の開きがあるが、その平均値を取つてみると 4 表とも大體似た値である。従つてこの値は一應間違のないものと見てよい。次に脱纖維血は除糖除蛋白迄 10—15 分間經過して居るので、その時間に相當した解糖作用が起り、全血よりも乳酸量が多くなつてよい譯である。實際 37—20°C の場合は相當に増して居る。然るに 10—5°C では却て全血の乳酸量よりも減少して居る。この事實は一應吟味して見ねばならぬも

のと考へられる。即ち Evans (2) や Josef v. Balo (4) も指摘して居る如く試験管に採血した血液の Nachsäuerung は温度の高い程顯著であり、 0°C 近くでは解糖作用は先づ起らぬものと考へられて居た。然るに余の成績では 5°C のみならず 10°C でも乳酸量が全血より少いのであるから、この限りでは 10°C 位迄は解糖作用が抑制せられる限界温度と見て差支ない結果になつてゐる。ところが若しこの限界温度迄解糖作用が抑制せられてゐるとすれば、その結果は當然全血の値と同一でなければならぬ筈である。然るに実際には寧ろ全血よりも乳酸が6—10%低率になつて居る。この原因を考察することは極めて困難であるが、元來側壓式瓦斯測定法に於ては乳酸以外の有機物から CO_2 を放出すると考へ Avery 及 Hasting (1) は實驗的に一定の補正值(0.5mM)を定め之を補正して居るのであるが、脱纖維血の場合には全血に比し補正值がもつと小さくなければ計算が合はぬので、0.5mMの補正值ではそれが大き過ぎるから $10-5^{\circ}\text{C}$ で全血より乳酸量が少い値が出たのである。この實驗では脱纖維血の乳酸を測定する時の正しい補正值を求めてゐるのではないから、その補正值を小さくせねばならぬ原因を考へて見る。今全血の除蛋白操作に於て蛋白が完全に除去されずに一部 Fibrinogen の如きが殘留すると考へ、脱纖維血に於ては Fibrinogen が全く除去された後に除蛋白操作を施すので前者に比し除蛋白がより完全に行はれると考へられ、これが脱纖維血の乳酸量が全血のそれより少い値として現れる原因と考へれば理解がつく。この事は Folin-Wu 濾液を用ひて乳酸を測定する場合除蛋白がもつとよく行はれてゐるものとすれば從來の補正值は更に小さくなるのではないかと考へられる。

次に血清の乳酸量は孰れの温度に於ても全血並に脱纖維血より高率である。こゝで注目されることは上述の如く $10-5^{\circ}\text{C}$ に於て解糖作用が完全に防止し得られて居るとすれば僅か5分間位の遠心分離操作に依つて乳酸が全血、脱纖維血より50%も増して居ることは奇異に感ぜられる。此の實驗の限りに於ては遠心分離時の器械的作用が解糖作用を助長するものと考へる以外にはないがこの點は尙將來の検討を要する。

IV. 摘 要

1) 犬より採血した血液を種々の實驗温度下に全血、脱纖維血、血清に就て乳酸量を測定した。全血は直に除蛋白除糖したが脱纖維血では脱纖維操作で10—15分を要し、血清は更に此脱纖維血を遠心分離するので之に5分を要したから、除蛋白除糖を行ふまでには其所要時間だけ遅れた。乳酸の測定は van Slyke の測壓式瓦斯分析法に依つた。

2) 採血後 $37-20^{\circ}\text{C}$ の温度で脱纖維した脱纖維血の乳酸量は總て全血の乳酸量より増加して居るが、 $10-5^{\circ}\text{C}$ で脱纖維操作せるものでは、乳酸量は全血の夫れに比して幾分減少の傾向を示した。血清の乳酸量は何れの實驗温度に於ても著しく増加し、高い温度の時程其増量が著しかつた。

3) $10-5^{\circ}\text{C}$ の脱纖維血乳酸量が全血のものに比して増加せず却て減少の傾向すら認められ

たので、10°C 位迄は採血後の血液中の解糖作用は抑制せられるものと考へられる。

4) 血清は低温度条件下に於ても乳酸量が増加して居るのであるから、遠心分離作用が解糖作用を促進するものと考へられる。

5) 側壓式瓦斯分析法に依る乳酸定量の際乳酸以外の有機分から CO_2 が放出すると考へられ、一定の補正值を控除することになつて居るが、低温で脱繊維せるものの乳酸量が全血のそれよりも低いことから、全血を測定する際に除蛋白がもつとよく行はれるとすれば、此補正值を小さくすることが出来るであらう。

擧筆に際し浦本教授杉本助教授の懇篤なる指導と校閲並に大村講師の援助を深く銘謝す。

文 献

- 1) Avery, B. F. & B. Hastings (西 1931) J. Biol. Chem. 94 273
- 2) Evans, C. L. (西 1921) J. Physiol. 55 182
- 3) 北條和雄 (2596) 日本生理誌 1 230
- 4) Josef v. Balo (西 1938) Pflügers Arch. 239 726
- 5) 大村 正 (2601) 日本生理誌 6 221

血液乳酸の消長に就ての研究 (4) 612.122

血液乳酸静止價

(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

原 田 久 雄

Harada-Hisao

(昭和18年7月12日受付)

I. 緒 言

安静時の血液中に微量の乳酸が存在することは既に Mendel(17)により指摘せられ、その値は血液乳酸静止價と名づけられて居る。この微量乳酸の存在理由は一方に於ては體内に絶えず

第 1 表

實 験 者	引文 用 献	発 表 年 号	血液乳酸静止價 mM	平均値 mM	測 定 法	被 験 者 数
Valenstein	23	1925	0.39-1.50	1.23	Fürth-Charnass 法	8
Schumacher	19	1926	0.90-1.62	1.26	"	9
Zweifel u. Scheller	24	1927	0.88-1.67	1.22	"	
Otto	20	1928	2.33-3.50	3.00	Claus-Hans 法	4
Cünther	5	1929	1.00-1.44	1.22	Mendel-Goldscheider 法	
Artur	2	1929	0.67-1.33	1.00	"	6
Leopold	14	1931	1.00-2.00	1.64	Friedemann-Cotonio-Schaffer 法	22
前田勝敏	15	1932	0.73-2.20	1.43	Mendel-Goldscheider 法	
Cook u. Hurst	3	1933	0.93-1.84	1.02	Friedemann-Kendall 法	9
木村三郎・佐藤武雄	12	1933	1.07-1.71	1.47	猪苗・早坂氏法	9
美甘義夫・前田勝敏・光藤孝	18	1933	0.73-2.13	1.46	Mendel-Goldscheider 法	12
新井養老	1	1933	0.69-1.81 0.59-1.84	1.26 1.21	Fürth-Charnass 法	21 ♂ 20 ♀
Edwin	4	1934	0.58-2.42	1.50	Avery-Hastings	6
関口六郎・横山秀吉・青木啓雄	21	1934	0.56-1.56	1.26	Mendel-Goldscheider 法	
神田丙五郎	9	1936	1.04-1.81	1.40	猪苗・早坂氏法	33
田中時雄	22	1937	1.00-1.57	1.33	"	10
春日義一	10	1937	0.72-1.21	0.98	Clausen 法	10
小西善造	13	1938	1.01-1.71	1.47	Mendel-Goldscheider 法	3 4
Mejia	16	1938	1.10-1.96	1.39	Friedemann-Cotonio-Schaffer 法	54 ♂ 6 ♀
河原尚平・新井養老	1	1939	1.04-1.83	1.43	田中・遠藤氏法	13

活動する筋群から産出されるためと、他方には血液内で血糖よりの轉化が考へられて居るが、この静止價は測定者により相當に開きがある。今夫等の諸結果を一括して表示すれば第1表の如くなる。尙この表に於ては余の實驗が總て mM の單位で出してゐるので mM の値に換算して示した。

上表からも明なやうに乳酸静止價は同一研究者に於てすらその値が變つてゐるが、之は1つは測定法が異つて居るため、又1つには個人差があるためとみなされるが、中には Cook 及 Hurst(3) の如く同一人に就て同一條件のもとに於てすらかなりの動搖を示すと報告して居る。然し新井(1), Mendel(17), Hochrein(7), Otto(20) 等はこれを否定して居る。血液乳酸静止價がかやうに變動するとすれば本問題を研究してゐる者にとつては甚だ不便であるので、その動搖の範圍をきめ、van Slyke の側壓式瓦斯分析裝置で測定する限りに於て出来るだけ正確にしたいと此實驗を行つた。

本實驗は2601年1月より3月に渡つて行つた。

II. 實驗方法

18—45 歳の年齢範圍の健康なる男子 10 人を被験者に依頼し、朝食前空腹時に臥床休息せしめた状態で30分毎に3回採血し即ち安靜時1時間半の間の動搖範圍を觀察した。

採血は肘關節部の正中靜脈より行つたが、新井(1)は採血部の血管を強く壓迫せしめると血液乳酸量の増加を來すと報告してゐるので、その他の諸報告を参照し、血管の壓迫をなるべく軽くし且つ出来るだけ手早く採血するやう注意した。乳酸定量法は余の前報告(6)と同じである。

III. 實驗結果竝に考察

第2表 血液乳酸静止價

實驗 番 號	被 檢 者	年 齡	血 液 乳 酸 靜 止 價			最大値と 最小値との差 (最大動搖値) mM
			第1回 (安靜30分後)	第2回 (安靜60分後)	第3回 (安靜90分後)	
			mM	mM	mM	
1	清水	18	1.24	1.15	1.28	0.13
2	湯田	37	0.97	1.00	0.96	0.04
3	土橋	33	1.35	1.23	1.31	0.12
4	清水	42	1.24	1.18	1.09	0.15
5	丸山	20	1.04	0.96	0.90	0.14
6	猪股	22	1.23	1.15	1.19	0.08
7	本堂	34	1.14	1.12	1.08	0.06
8	井上	45	1.26	1.34	1.30	0.08
9	丸山	25	1.19	1.09	1.07	0.12
10	山田	19	1.00	1.00	0.98	0.02
平均			1.17	1.12	1.12	0.094

實驗結果を一括表示すれば第2表の如くなる。表には3回の測定値の外に各回毎の平均値と3回の測定値の開きを示すため最大値と最小値との差を記載した。

上表より van Slyke 側壓式瓦斯定量法の限りでは静止價の最大が 1.35mM, 最小が 0.9mM となり同一人での最大値は 0.15mM, 個人差の最大値は 0.45mM となつた。之を%にして示せば同一人では12%, 個人

差では34%に相當する。この成績は Günther(5)及春日(10)の成績に近いものである。

乳酸靜止價を測定するには従來慣習的に朝食前空腹時に絶對安靜をとらして採血する方法が行はれて居り、本實驗に於てもこの方式に従つたのであるが、第3回目の採血迄に1時間半を要し、従つて相當の空腹感や倦怠感を訴へる者もあつたが全般的に見ると實驗例10例中5例迄は孰れも乳酸値が時間的に減少する傾向を示し、他の5例に於ては第2回或は第3回に幾分の増加を示して居る。乳酸靜止價は安靜状態に入つた當初が最も大きくそれより以後は幾分減少して平衡状態を保つものと考へられるが何時でもそのやうに規則的に現はれなかつたのは或は空腹感や倦怠感等の影響があるのかも知れない。交感神經緊張が Adrenalin の分泌を催起して血液乳酸量を變動せしめることは既に他の著者に依つても指摘せられて居る所である。そのやうに心理的な要因がこれと或る關係を持つとも考へられる。第2表に見られる如くこの時間的動搖の最大値は%にして12%、最小値は2%に相當した。然しながら之等の成績の平均値をとつてみれば明瞭に血液乳酸値は安靜状態に入つてから1時間迄は幾分の減少傾向を示し、それ以後に於ては略々恒常の値をとることが見られる。

以上の結果から血液乳酸靜止價は健康男子に於ては血液1l中に0.9—1.35mMの範圍内にあつて、朝食前空腹時に安靜臥床1時間で略々恒常状態の値が得られその平均値は1.12mMであることが判つた。

IV. 摘 要

- 1) 18—45 歳迄の健康な男子10人に就て朝食前空腹時に1時間半の間安靜臥床せしめ、30分毎に3回採血して血液乳酸を測定しその靜止價の動搖を觀察した。
- 2) 諸種の條件に依つて影響せられるが朝食前空腹時に1時間安靜臥床せしむれば略々恒常状態に於ける値を求めることが出来、その平均値は大體1.12mMであつた。
- 3) 測定結果は同一人での最大差は0.15mM、個人的最大差は0.45mMであつて、同一人では12%、個人的には34%の開きに相當した。

摺筆に當り浦本教授、杉本助教授の懇篤なる指導と校閲並に大村講師の援助を深く銘謝す。

文 獻

- 1) 新井養老 (2593) 東京醫會誌 47 147, 737
- 2) Artur, B. (西 1929) Klin. Wochen Schr. 11 6
- 3) Cook, L. C. u. R. H. Hurst (西 1933) J. Physiol. 79 443
- 4) Edwin, E. P. (西 1934) Amer. J. Physiol. 107 687
- 5) Günther, S. (西 1929) Zbl. f. Gynäkol. 50 1759
- 6) 原田久雄 (2603) 日本生理誌 8
- 7) Hochrein, M. & R. Meier (西 1928) Deutsche Arch. f. Kl. Med. 161 59
- 8) 北條和雄 (2596) 日本生理誌 1 230
- 9) 神田丙五郎 (2596) The Tohoku J. of Exper. Med. 28 199
- 10) 春日義一 (2597) 結核 15 582
- 11) 河部尙平・新井養老 (2599) 日本内科學誌 17 3

- 12) 木村三郎・佐藤武雄 (2593) 日本内科学誌 21 801
- 13) 小西善造 (2598) 日新醫學 27 1528, 1673, 1813 28 109
- 14) Leopold, J. S., A. Bernhard & J. Dreker (西 1931) Amer. J. dis Children. 41 758
- 15) 前田勝敏 (2592) 熊本醫會誌 8 1343
- 16) Mejia, G. E. (西 1939) Rev. San. Mil. (Lima) 11 99
- 17) Mendel, B., W. Engel & J. Goldscheider (西 1925) Klin. Med. 161 59
- 18) 美甘義夫・前田勝敏・光藤 學 (2593) 日本内科学誌 21 7
- 19) Schumacher, H. (西 1926) Klin. Wochen Schr. 5 491
- 20) Otto, J. (西 1928) Acta. Med. Scandinav. Suppl. 24 1
- 21) 關口六郎・横山秀吉・青木誓雄 (2594) 日新醫學 23 3023
- 22) 田中時雄 (2597) 東北醫學誌 21 135
- 23) Valenstein, F. (西 1925) Münch. Med. Wochen Schr. 3 86
- 24) Zweifel, E. u. R. Scheller (西 1927) Klin. Wochen Schr. Jg 6 450

血液乳酸の消長に就ての研究 (5) 612.122

特殊呼吸時の血液乳酸

(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

原 田 久 雄

Harada-Hisao

(昭和18年7月28日受付)

I. 緒 言

この報告は健康なる男子13名を被験者とし正常時(空氣)又は O_2 のみ又は O_2 と CO_2 を一定の割合に混ぜた特製混合瓦斯を呼吸せしめた場合の外、努力呼吸時の血液乳酸量の變化を主として觀察した實驗で、2601年3月より翌年5月までの間に行つたものである。

實驗の目的は概ね次の如くであつた。第1は余の前報告(2)で人體の血液乳酸靜止價が最大34%の開きを示したので、其原因は呼吸循環系の機能に於ける個性差、即ち極めて狭い意味の體質の相違に基くとも見られるので、特製混合瓦斯を呼吸せしめた場合に本來血液乳酸靜止價の高い人と低い人とがどのやうな乳酸量の變り方を示すかを觀、一方には特殊的な體質上の問題を、他方には一般的な血液乳酸靜止價の動搖範圍に就ての基礎資料を得たいと思つた。第2は吾々の教室で北條(3)が運動後 O_2 ： CO_2 =95：5の混合瓦斯を吸入させると血液乳酸値が早く靜常値に戻ることを報告し、大村(6)は同じ事實を採出血液に於て確證し、上小鶴(4)も亦骨骼筋に就て同様な結果を得て居るので、余の前實驗の展開としてこの實驗を試み、北條等の成績に見る機序を明らかにしたいと思つた。北條が前記の混合瓦斯吸入時に乳酸靜止價が早く復歸するのは炭酸吸入に依り呼吸運動が増強され肺臟よりの乳酸排出が増すものと考へた點は其後大村、上小鶴の小實驗に依り否定されたが、その際の血液乳酸が何故に早く復歸するかの機序は未だ明らかにされてゐないのである。尙努力呼吸後の血液乳酸の觀察は努力と云ふ筋運動の乳酸靜止價への影響を見ることにより血液乳酸の不定性の度合を察知すると共に主實驗への對照實驗の一端として見やうと思ひ施行した。

II. 實 驗 方 法

採血法及血液乳酸定量法は余の前報告(2)と全く同様である。前報告の結果より乳酸靜止價は早朝臥床安靜1時間位の經過で最も安定した値を得たので、この實驗では臥床安靜後45分目に採血測定した。特製混合瓦斯は容量200lの瓦斯タンクに入れて呼吸せしめた。混ぜ方は北條(3)に従つた。混合瓦斯に於ける O_2 ： CO_2 は95：5と92：8の2種とし O_2 のみの時も混

合瓦斯の場合も吸入時間を10分間として空気呼吸に切換へ、採血は瓦斯吸入直前、吸入開始後5分目、空気呼吸切換直後及切換後5分と20分と5回に行つた。一方特製瓦斯吸入時の換氣量、肺胞氣の組成、脈搏及呼吸頻度の變化を測定して正常時に比較すると共に血液乳酸値の變化に對應せしめて觀た。換氣量は正常呼吸では1分間、特製瓦斯では吸入全期間10分の量を測定して比較検討し、肺胞氣は瓦斯を吸入後5分目と吸入中止直後とに採取し分析した。特製瓦斯呼吸時の呼吸及脈搏頻度は吸入中止直前に測定した。其他必要な事項は實驗成績の條下に記載する。

III. 實驗成績

實驗1. この實驗は豫備的實驗とし正常時及特製瓦斯呼吸時の呼吸數、脈搏數及換氣量の變

化を觀たものである。換氣量の測定には Douglas 囊を用ひて呼氣を採集した。6名に就ての實驗結果は第1表の如くである。尙表には特製瓦斯呼吸時の毎分換氣量の平均値を算出記載した。

右表に依ると正常呼吸時に對し酸素のみの呼吸では脈搏は殆んど變らないが、呼吸頻度も換氣量も後者は前者に比し相當に少く換氣量は殆ど半分に近い。次に $O_2 : CO_2 = 95 : 5$ の混合瓦斯では正常呼吸時と呼吸、脈搏、換氣量は殆ど差異なきか又は後者に於て僅かに増加の程度であり、 $O_2 : CO_2 = 92 : 8$ の混合瓦斯では後者に於て呼吸、脈搏、換氣量共に増加し、呼吸頻度は最大限200%、脈搏は150%、換氣量で224%増加してゐる。

實驗2. この實驗は5名の被験者に就き正常呼吸と特製瓦斯呼吸時の肺胞氣の組成を比較測定したものである。肺胞氣の採集は杉本等(7)の方法に従つた。即ち普通呼吸の呼氣の最後に更に強力な呼氣をなさしめその呼氣相の最終期に採氣し勞研式瓦斯分析装置により分析した。尙採集時刻に就ては特製瓦斯呼吸後5分目と10分目とに行つた。その成績は第2表の如くである。

第1表より純酸素吸入後5分目と10分目の炭酸含有量は安靜時より僅かに少く、 $O_2 : CO_2 = 95 : 5$ は安靜時より20%前後高く、 $O_2 : CO_2 = 92 : 8$ では約40%近く増してゐる。尙呼氣の分析の結果 O_2 と CO_2 の%の和が100よりも甚だ少いが、その差は大體血中よりの窒素が出て埋め合はされてゐる

第 1 表

被験者	實驗條件	丸		山		江		頭		原		田		大		塚		安		藤		日		比
		換氣量 (L)	呼吸 頻度	換氣量 (L)	呼吸 頻度	換氣量 (L)	呼吸 頻度	換氣量 (L)	呼吸 頻度	換氣量 (L)	呼吸 頻度	換氣量 (L)	呼吸 頻度	換氣量 (L)	呼吸 頻度	換氣量 (L)	呼吸 頻度	換氣量 (L)	呼吸 頻度	換氣量 (L)	呼吸 頻度	換氣量 (L)	呼吸 頻度	
	安	9.1	24	80	16	13.34	16	80	16	10.49	16	72	20	12.17	20	70	20	9.34	20	80	20	11.14	13	72
	靜	5.2	20	80	16	6.58	16	76	16	9.08	16	72	20	10.58	20	88	20	6.24	16	76	16	9.28	7	70
	$O_2 : CO_2 = 95 : 5$	8.95	26	90	20	13.17	20	100	20	14.08	18	80	24	15.72	24	80	24	10.43	18	80	18	12.0	13	72
	$O_2 : CO_2 = 92 : 8$	12.5	38	95	32	22.74	32	120	32	23.45	32	100	28	17.06	28	100	28	18.47	35	88	35	14.64	16	88

第2表 各種瓦斯呼吸時の肺胞氣組成變化(%)

被 驗 者	守 静 時 肺 胞 氣		O ₂ 呼 吸				O ₂ :CO ₂ =95:5 呼 吸				O ₂ :CO ₂ =95:8 呼 吸			
			5 分 後		10 分 後		5 分 後		10 分 後		5 分 後		10 分 後	
	O ₂	CO ₂	O ₂	CO ₂	O ₂	CO ₂	O ₂	CO ₂	O ₂	CO ₂	O ₂	CO ₂	O ₂	CO ₂
土 橋	15.8	5.3	68.0	4.5	75.5	3.5	85.0	7.0	66.6	6.4	84.7	7.3	84.6	8.2
日 比	16.3	5.1	88.3	3.7	89.8	5.2	83.8	7.2	84.0	7.0	87.1	7.9	81.8	8.2
佐々木	16.3	4.8	77.2	5.8	77.5	5.5	90.0	6.0	87.5	6.5	86.3	5.7	74.0	6.6
山 崎	15.8	5.7	87.4	5.6	90.2	5.8	85.7	7.3	88.7	6.3	90.0	7.0	82.7	7.3
池 上	15.9	5.7	76.7	6.3	72.2	5.3	83.9	6.1	87.0	6.1	81.9	7.1	74.6	7.4
平 均	16.0	5.3	79.5	5.2	81.3	5.1	85.7	6.7	86.8	6.5	86.0	7.0	79.6	7.5

と見てよい。

實驗3. この實驗は4人の被驗者に就き O₂ のみの呼吸開始後5分目と10分目及吸入中止後5分目20分目の血液乳酸量を測定したものである。同時に脈搏, 呼吸頻度及換氣量を測定した。その實驗結果は第3表の如くである。

第3表 O₂ 呼吸の場合

被 驗 者	脈 搏 (分)		呼 吸 (分)		瓦 斯 呼 吸 量 (立)	血 液 乳 酸 量 (mM)				
	守 静 時	O ₂ 呼 吸 10分後	守 静 時	O ₂ 呼 吸 10分後		静 止 價	O ₂ 呼 吸		O ₂ 呼 吸 中 止 後	
							5 分	10 分 後	5 分	20 分
湯 田	60	52	16	14	57.5	1.11	0.97	1.06	0.86	1.13
丸 山	72	68	24	20	50.0	0.93	0.71	0.71	0.70	0.92
渡 邊	52	52	20	16	65.0	0.98	0.86	0.97	0.95	0.95
大 塚	64	60	16	16	68.0	1.10	1.04	1.05	0.94	1.06
平 均	62	58	19	17	60.1	1.03	0.90	0.95	0.86	1.00

第3表に見る如く血液乳酸量は孰れの被驗者でも静止價より減つて居るが、大體は吸入中止後5分目に最小値を示し20分にて静止價に戻つて居る。脈搏, 呼吸頻度及換氣量等に就ては第1表より想定される値と略同様である。

實驗4. これは4人の被驗者に就き O₂:CO₂=95:5 の混合瓦斯呼吸の血液乳酸量を測定

第4表 特製混合瓦斯 O₂:CO₂=95:5 呼吸の場合

被 驗 者	脈 搏 (分)		呼 吸 (分)		瓦 斯 呼 吸 量 (立)	血 液 乳 酸 量 (mM)				
	守 静 時	混 合 瓦 斯 呼 吸 10分後	守 静 時	混 合 瓦 斯 呼 吸 10分後		静 止 價	混 合 瓦 斯 呼 吸		混 合 瓦 斯 呼 吸 中 止 後	
							5 分 後	10 分 後	5 分	20 分
湯 田	52	58	16	20	100	0.95	1.00	0.64	0.97	1.20
丸 山	48	70	24	26	80	0.89	0.96	0.82	0.95	0.92
渡 邊	48	54	24	30	90	1.12	1.16	0.82	1.19	1.32
山 崎	64	96	16	32	71	1.11	1.27	1.06	1.20	1.18
平 均	53	72	20	27	85.2	1.02	1.10	0.88	1.08	1.16

したものである。尙實驗3と同じに脈搏、呼吸、換氣量を測定した。この實驗結果は第4表の如くである。

血液乳酸量は混合瓦斯呼吸後5分に於て僅かながら増加し10分に於ては安靜値よりも減少し混合瓦斯呼吸中止後5分には既に安靜値に戻つてゐる。脈搏、呼吸に於ては孰れも安靜時よりも増加してゐる。

實驗5. この實驗は被験者4人に就き $O_2 : CO_2 = 92 : 8$ の混瓦斯呼吸時の血液乳酸量を測定したもので前實驗と同じに脈搏、呼吸、換氣量をも測定した。この實驗結果は第5表の如くである。

第5表 特製混合瓦斯 $O_2 : CO_2 = 92 : 8$ 呼吸の場合

被 験 者	脈 搏 (分)		呼 吸 (分)		瓦 斯 呼 吸 量 (立)	血 液 乳 酸 量 (mM)				
	安 靜 時	混 合 瓦 斯 呼 吸 後 10分後	安 靜 時	混 合 瓦 斯 呼 吸 後 10分後		靜 止 値	混 合 瓦 斯 呼 吸		混 合 瓦 斯 呼 吸 中 止 後	
							5分後	10分後	5分	20分
湯 田	52	72	16	24	229	0.66	0.92	0.87	0.82	0.78
丸 山	60	80	24	28	175	0.87	1.03	0.96	0.99	0.89
渡 辺	50	80	16	32	226.2	0.81	1.05	0.87	1.06	0.80
土 橋	62	68	24	28	226	1.43	1.74	1.48	1.60	1.50
平 均	56	75	20	28	224.1	0.94	1.19	1.04	1.12	0.99

第5表の成績は第4表の成績と全く異り血液乳酸量は特製瓦斯呼吸後5分目に著しく増加し、10分後に幾分の低下を示すが尙かなり安靜値より高く、空氣呼吸と切換後5分目に於ても尙安靜値に戻ることなく切換後20分目に始めて安靜値に戻る傾向を示してゐる。脈搏に就ては第1表の如くかなり増加を示し、呼吸數に於ても著しく増加し、中には100%の増加を示したものもあつた。換氣量は第1表からも想定される如く甚しく増し又最大の換氣量を示した者の乳酸量は安靜時の血液乳酸量も割合に多い値を示してゐる。

實驗6. この實驗は努力呼吸時の血液乳酸値の變動を見たものである。努力呼吸は毎分40振動の Metronom に合せて10分間呼吸せしめ、其の直後に血液乳酸量を測定した。脈搏、呼吸頻度、換氣量の觀察及採血の方法は實驗5と同じである。4名の被験者に就て行つた實驗結果

第6表 努力呼吸の場合

被 験 者	脈 搏 (分)		呼 吸 (分)		安 靜 時 換 氣 量 (立)	努 力 呼 吸 時 換 氣 量 (立)	増 加 率 %	血 液 乳 酸 量 (mM)				
	安 靜 時	努 力 呼 吸 後	安 靜 時	努 力 呼 吸 後				靜 止 値	努 力 呼 吸		努 力 呼 吸 中 止 後	
									5分後	10分後	5分	20分
湯 田	64	64	16	40	85.0	314	269	1.11	1.31	1.60	1.18	1.22
丸 山	60	70	22	40	82.5	240	191	0.80	0.81	1.14	1.24	1.23
渡 辺	60	64	24	40	113.0	313	177	0.95	0.97	1.09	1.26	1.09
清水	66	60	16	40	151.5	273	80	0.83	0.95	0.96	1.03	0.68
平 均	60	65	20	40	108.0	285	179	0.92	1.01	1.20	1.20	1.08

は第6表の如くである。

上表を見ると被験者により換氣量が著しく異なり、80—270%の範囲に於て増加してゐる。この場合脈搏數に就ては餘り大きな變化は認められなかつたが血液乳酸量は總て努力呼吸を開始してから5分後に最大16%の増加を來し、更に10分後には44%の増量を示した。而して努力呼吸中止後5分位迄は増量を續け20分後には減少の傾向を示した。

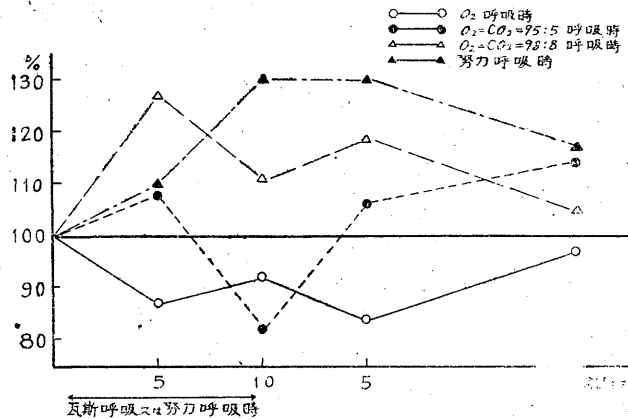
IV. 實驗結果に對する考察

前章に於ける實驗 3, 4, 5, 6 に就き各實驗條件の下での血液乳酸平均値の變動を判り易くするため横軸に實驗經過、縦軸に安靜値を100とした百分率比較曲線(第1圖)を作つてみると共に呼吸頻度、脈搏數及換氣量に就ての同様の曲線(第2圖)を作つてみた。

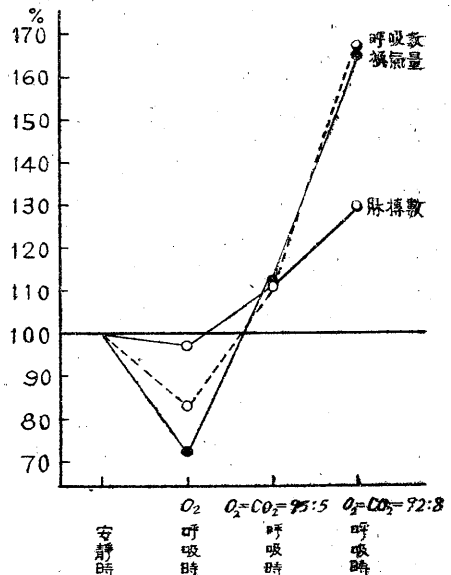
圖から明らかなやうに全般的には酸素呼吸時の血液乳酸量が安靜値より低くなつてゐる。然し全實驗經過で最も低い値を示すのは $O_2 : CO_2 = 95 : 5$ の呼吸後10分目である。 $O_2 : CO_2 = 92 : 8$ になると最早正常値より低くなることはない。僅かな CO_2 の相違であるけれども重要な違ひが生じて來る。

此事は北條(3)の實驗事實を確證すると共に、Long(5)が動物實驗で CO_2 が O_2 に對して 8—10%の場合に血液乳酸量が正常値より低くなると云ふ結果は人間には適用されないことを示すものである。尙 Long は同じく實驗動物で、酸素呼吸時の血液乳酸量は正常値と變らぬ事を報告してゐるが、余の成績では安靜値以下になつて居る。即ち人間では此場合も Long の結果は適用されない。此點に關し大村(6)は *in vitro* に於て酸素と接觸せしめた血液の乳酸量は然らざるものより増加すると言つて居るが、體外に採り出した血液と酸素を呼吸してゐる生體内の血液とは違ふのであつて、採り出した血液では分壓が高ければそれに

第1圖 各種實驗條件に於ける血液乳酸量の變化



第 2 圖



比例して Glycolysis を促進せしめるらしいが、生体内では乳酸生成が却つて抑制される成績を示した。

次に努力呼吸の実験では個人によつて換氣量が違ひ80%増加した被験者では血液乳酸量は0.13mM となり殆んど正常値と變らず、270%に増した人では0.49mM で相當に増してゐる。而して其値は大體努力呼吸に於ける筋運動従つて換氣量に比例して居る。大體毎分の換氣量が150%以上増せば血液乳酸量は安靜値より増して來るものとみてよい。努力呼吸のみならず特製瓦斯呼吸でも呼吸開始後5分目に血液乳酸量に變化を來し、10分目には概ね極大値をとつてゐるが(これは平均値で見るとよりも個々の被験者に就て見ればよく判る)諸種の實驗條件下に血液乳酸量が過敏に變化することは注意すべきことであらう。

元來努力呼吸では極度に努力すると、肺胞内 CO_2 分壓が低下し血中の CO_2 が多量に驅出せられる結果 Alkalosis を生じ乳酸の消却過程が阻害せられ乳酸の蓄積を起すと考へられる。然し此場合の乳酸の増量が單に血液の酸鹽基平衡の變化にのみ歸すべきであるか否かは疑問であり、寧ろ以上の諸實驗結果を通覽して呼吸增強の際に呼吸運動に關與する諸筋よりの乳酸生成が大なる關聯を有するものではないかと想像せられる。

Calabresi, Massimo e Willy Schwarz (1) 等が多數の人間に就て血液乳酸を測定した結果、呼吸筋に障礙ある者の血液乳酸靜止價が健康人の夫れより大であり、殊に其疾患が急性の場合には慢性の場合より大であると報告して居る。斯かる場合呼吸補助筋が動員せられて呼吸を營むために乳酸靜止價が増量するものと考へれば、呼吸の異常に增強する場合に呼吸筋殊に呼吸補助筋からの乳酸生成が血液乳酸靜止價を増大せしむるものと考へて差支へないやうである。

V. 摘 要

1. 人間の血液乳酸靜止價が可なり大きな個性差を示すのは所謂體質の相違例へば呼吸循環機能の個性差に基因するのではないかと考へ、健康な男子13名を被験者とし血液乳酸靜止價が呼吸の變調に依つて如何に影響せられるかを檢するため純粹の酸素、酸素と炭酸瓦斯混合のものを呼吸せしめ或は努力呼吸を行はせて其時の血液乳酸量の變化を追究すると共に、其際の脈搏、呼吸及換氣量の變化、肺胞氣組成の變化等を併せて檢した。

2. 純粹の酸素を呼吸せしめると血液乳酸量は靜止價より低くなるが、實驗經過の或時期に最も低い値を示すのは純粹の酸素に5%の割合で炭酸瓦斯を混合したものを呼吸せしめてから10分目の値であつた。僅の差であるが炭酸瓦斯の混合を8%にすると最早血液乳酸量は正常値より常に高くなつた。

3. 毎分40回の頻度で10分間努力呼吸をやらせた場合の換氣量の増し方は被験者に依つて著しく異なるが、換氣量が80%位増加したものでは血液乳酸量は殆んど變らないが270%も増加したものでは相當の増量を示した。大體血液乳酸量は換氣量の増加に比例して増し150%以上増せば血液乳酸量は安靜値より著明に増加して來ると見做して差支ない。

4. 炭酸瓦斯を8%混合した場合や努力呼吸に際して血液乳酸の増量する原因は肺胞内のCO₂分圧が低下し血中のCO₂を多量に驅出する結果 Alkalosis を起して乳酸消却を阻止することも考へられるが、余の諸種の實驗事實からは寧ろ直接に呼吸筋の活動に依つて乳酸生成量が増すためと推定せられる。

撰筆に際し浦本教授杉本助教授の懇篤なる指導と校閲並に大村講師の援助を深く感謝す。

文 獻

- 1) Calabresi, Massimo e Willy Schwarz (西 1931) Berichte 58 244
- 2) 原田久雄 (2604) 日本生理誌 9 59
- 3) 北條和雄 (2597) 日本生理誌 2 2
- 4) 上小鶴克己 (2602) 日本生理誌 6 535
- 5) Long, C. N. H. (西 1924) Journ. of Physiol. 58 455
- 6) 大村 正 (2601) 日本生理誌 6 221
- 7) 杉本良一・原田久雄・和田惠州男 (2602) 日本生理誌 7 313

大日本生理學會々則

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

日本生理學雜誌投稿規定

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

(原著) (圖3表1)

末梢神經の不應期の電氣緊張による變化
に就て 612. 813. 3

東京慈惠會醫科大學生理學教室

瓦田只二

Kawarada-Tadaji

(抄録) (圖3表1)

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

上部ノ餘白ニハ別刷請求部數等、編輯者ヘノ注意ヲ附記セラレタイ。

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

I.....

A.....

1.....

7. 脚註ハナル可ク遠慮セラレタイ。

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

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

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

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

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

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

〔例〕文獻

1) Gaskell, W. H. (1883) J. Physiol. 4

2) Heidenhain, H. (1854) Dissertation, Berlin (Hofmann 1895 ニヨル)

3) Hofmann, F. B. (1895) Pflügers Arch. 60

4) 高野瑞枝 (1932) 東醫雜 46

5) Tigerstedt, R. (1921) Die Physiologie des Kreislaufes 1, Berlin u. Leipzig

會 報

會 員 移 動 (1月15日まで)

入 會 (9名)

	所 屬	住 所	紹 介 者
佐竹季治	滿洲醫大生理	滿洲醫科大學生理學教室	北村直躬
小野田洋一	同 上	同 上	同 上
郡山好道	同 上	同 上	同 上
鶴田正巳	同 上	同 上	同 上
小田島秀夫		仙臺市北三番丁109	同 上
松下孝人	東北帝大醫生理	仙臺市裏柴田町28	本川弘一
中野敏信		滿洲國錦州市錦州鐵道總務部保健課	石川知福
河村謙二	千葉醫大生理	千葉醫科大學生理學教室	鈴木正夫
福田忠	同 上	同 上	同 上

轉居・轉任 (6名)

魚住浚平	仙臺市宮城野住宅地1070 (舊東京)
中村勉	臺北市朱厝崙142 (舊臺北市東門町)
佐藤徳郎	鈴鹿市加佐登町121 (舊東京)
李容謙	京城府竹添町3ノ58救世園同愛病院 (舊京城敦岩町)
小池昇	高岡市新湊六渡寺125日本鋼管富山病院 (舊東京)
河路貞夫	富山市清水本町17 (舊新潟)

昭和19年1月5日印刷

昭和19年1月13日發行

編輯兼發行者

戶塚武彦

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

印刷者

武藤亀吉

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9卷第1號

定價1圓

發行所

大日本生理學會

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

發賣所

岩波書店

東京都神田區一ツ橋通町
電話九段(33)番號 ●187(4)
振替口座東京 26240 番
承認番號 40 號

配給元 東京都神田區
淡路町二丁目九番地

日本出版配給株式會社

正 誤 表 (第8卷第11,12號)

頁	行	誤	正
585	14	廻轉刺激	廻轉刺激
585	15	後十分間	後數十分間
587	10	23—54 秒間	23—56 秒間
591	9	興へた	興へた
595	下 3	又刺激後	又刺激直後
598	14	噴置によつて	噴置に至る強い刺激によつて
599	17	大小彎曲	大小彎部
601	7	松原に放つて	松原に做つて
605	第4表	藥物的噴置後	藥物的噴置前後
606	No. 3	24 +	24 士
612	14	背髓	脊髓
615	10	迷路刺激	迷路刺激
615	下 6	したるに家兎	したる家兎
616	No. 1 (刺激前)	14 17 17 16 14	14 17 16 16 14
"	No. 5 (刺激後)	11 14 12 13 12 12 12 11	11 14 12 13 12 13 12 11
619	No. 5	73 秒 (10 % NaCl)	73 分 (10 % NaCl)
620	No. 5	16.0	19.0
622	6	(第11表實驗番號欄) No. 3	No. 4
624	20 } 21 }	Huknhara	Hukuhara
626	下 2	坐骨神經脛骨神經標本	坐骨神經脛骨神經標本
628	18	電磁 Oszillograph	電磁型 Oszillograph
630	下 1	に順次に	を順次に
632	下 5	馬尾坐骨神經脛骨標本	馬尾坐骨神經脛骨神經標本
634	3	イシガメの迷路神經	イシガメの迷走神經
634	14	體位性神經纖維	體性神經纖維
635	10	Monnier	Mounier
636	3	發信	發振
640	10	2—3m	2—3cm
642	下 4	毎抄 8—	毎秒 8—
643	15	腸蹄係	腸蹄係
646	16	Magnua 法	Magnus 法
685	4	陽 ion は	陽 ion 又は
690		(第2圖の縱軸目盛の單位)	滴數減少(%)

胃腸整調・食慾亢進 消化賦活剤 ファスターゼ

(文献贈呈)

納豆菌及麴菌を用ひ、一種の植物種實を培養基として製出せるものにして蛋白質、脂肪、含水炭素等に對する消化酵素(アミラーゼ、マルターゼ、プロテアーゼ、リパーゼ)及びビタミンA・B₁・B₂等を含む。

臨牀的に知られたる驚異すべき性能

一、ファスターゼは胃液の酸度並にペプシン量を増加し例外なく食慾亢進を來す。

二、右の作用は胃酸度低下せる者に最も顯著に現はれる。

三、バリウムによる胃のレントゲン學的検査に於て個人の平常排出時間に比較し明に短縮を來し、胃蠕動の旺盛を認める。

【適應症】 各種食慾不振(殊に結核症の如き慢性病に於ける食慾不振には奏効を期待せらる)急性慢性胃腸カタル、宿醉、胃酸過多及減少症、便秘症、下痢症、消化不良、營養障礙

【配合薬】 各科配合薬として推奨さる(殊にアスピリン、スルファミン劑、カフェイン劑、デギタリス製劑等の如き食慾不振を招來すべき薬品と同時に使用するは極めて大切な事なりと稱せらる)

【装包】	粉末	五〇瓦	一〇〇瓦	五〇〇瓦	一〇〇〇瓦
	錠劑	五〇錠	一〇〇錠	三〇〇錠	五〇〇錠

東京都日本橋區本町三丁目三番地
一手販賣元 株式會社 鳥居商店

FASTASE

優 良 國 產

久保田式

久保田式

超短波治療機

超音波發生裝置

特 長

應 用

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

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**

東京市豐島區西巢鴨一丁目三・二七七番地
電話 大塚 (86) 5.348・6775番

福岡營業所 福岡市箱崎筥松町二・五八〇番地
電話 東八六七番