

## 低周直角脈波通流による人体骨格筋興奮性の 変化について

第三報：種々の時間持続通流した疲労に対する acetylcholine  
及び glucuronic acid の効果  
(人体の筋・神経の興奮性の研究, 第22報)

昭和34年2月2日受付

信州大学医学部第一生理学教室(主任: 和合卯太郎教授)

研 究 生 岸 茂

### Excitability of Human Skeletal Muscle by Stimulation with Low Frequency Pulses

Part 3: Effects of Acetylcholine and Glucuronic Acid to the  
Fatigue caused with Stimulations by Various Durations

(Studies on the Excitability of Nerve and  
Muscle in Man, XXII)

Shigeru KISHI

Department of Physiology, Faculty of Medicine, Shinshu University  
(Direct. Prof. U. Wago)

#### I 緒 言

岸の第1報<sup>①</sup>に於い、3 $\sim$ 、50 $\sim$ 、120 $\sim$ 、250 $\sim$ 、500 $\sim$ 及び1250 $\sim$ の5種類の低周直角脈波電流を、10分間持続刺激したときの人体骨格筋について報告した。3 $\sim$ で「被験側疲労」の筋直接に刺激したときの疲労は、acetylcholine, Ach では殆んど抑制出来なかつたが、glucuronic acid, gl. acid<sup>②③④⑤</sup>では殆んど抑制出来たので、contraction fatigue<sup>⑥</sup>であつたが、3 $\sim$ 刺激以外の疲労は全て微量の Ach で抑制できたので、transmission fatigue<sup>⑦⑧⑨</sup>であつた。又 gl. acid は transmission fatigue の恢復を速める傾向を示した。

更に、岸の第2報<sup>④</sup>では、疲労刺激持続時間と人体骨格筋疲労との関係をみた。その中で、発生した疲労の i. r., km 及 kn<sup>⑩</sup>は刺激持続時間の変化に伴つてそれぞれ変動し、この変動は周波数の大きい程著明であつたことを報告した。

本実験では、特に種々の持続時間で疲労刺激を与えたときの疲労について、Ach 及び gl. acid による抑制作用をしらべ、その疲労の本質をしらべ、更に、岸の第1報及び第2報<sup>④⑤</sup>の成績を参照しつつ、人体骨格筋軽度疲労について追求した。

#### II 実験方法

##### A 測定方法

岸の第1報<sup>①</sup>と全く同様であつた。

##### B 測定装置その他

測定装置及び測定時必要な注意事項は、和合<sup>⑩⑪⑫</sup>の報告及び岸の前報告<sup>③④</sup>と全く同様であつた。

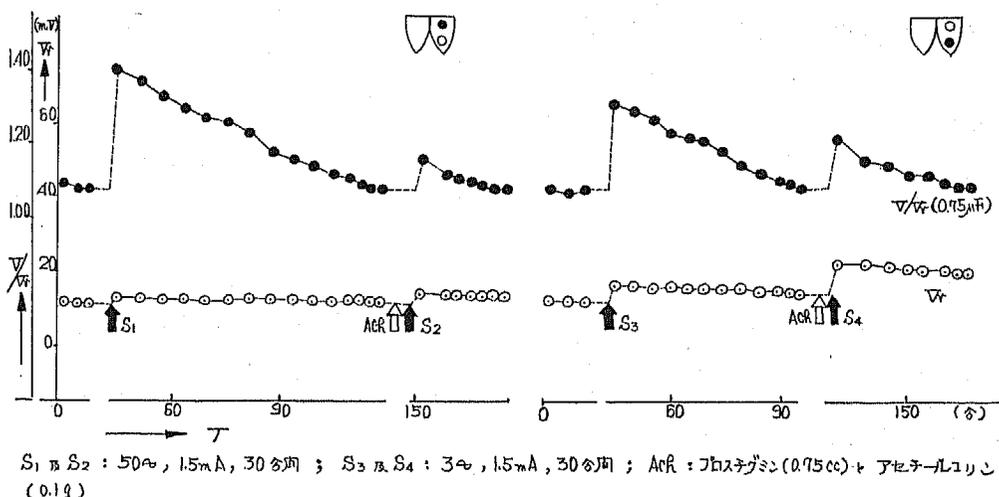
##### C 疲労を起す方法

疲労を起す手段としては、前回の報告<sup>④</sup>の疲労刺激持続時間についての方法と全く同様であつた。実験条件の組合せについては、岸の第1報、第1表<sup>④</sup>に示した記号を用いた。疲労をおこすための電極及びそれ等の装着上の注意については、第1報<sup>①</sup>の通りであつた。

##### D 薬 物

疲労刺激終了直前に、Ach 又は gl. acid の微量を上腕外側皮下に注射し、刺激終了直后から、V/Vr 値を測定して発生する管の疲労に対する、これ等薬物の疲労抑制効果をみた。

Ach は岸の前報告<sup>③</sup>と同様、塩野義製薬株式会社製の Ovisot を使つたが、特に本実験では、従来の諸報告<sup>⑩⑪⑫</sup>に比して約2~3倍の濃度(1.3~2.0 $\times$ 10<sup>-6</sup> g/g(体重))を用いた。実験に際しては、予め疲労刺激終了約10分前に、prostigmin 0.75cc を上腕外側皮下に注射しておき、ついで約5分后、Ach を同部位



S<sub>1</sub> 及 S<sub>2</sub> : 50 $\sim$ , 1.5mA, 30分間 ; S<sub>3</sub> 及 S<sub>4</sub> : 3 $\sim$ , 1.5mA, 30分間 ; AchR : プロスタグミン (0.75cc) + アセチルコリン (0.1g)

第1図 人体骨格筋疲労に対する Ach の効果 (「被験側疲労」)

に注射した。prostigmin には、第一製薬株式会社製の Vagoatigmine を使った。

gl. acid には、中外製薬株式会社製の Guronsan を使い、特に従来より比較的高濃度 ( $8 \times 10^{-6}$  g/g (体重)) を、疲労刺激終了約10分前に、大腿外側皮下に注射し、その疲労抑制作用をみた。

E 被験者

17才から、20才までの健康な男子を使用した。実験上被験者について注意したことは、岸の第1報<sup>③</sup>の通りであつた。

III 実験成績

A Ach の効果

a 「被験側疲労」

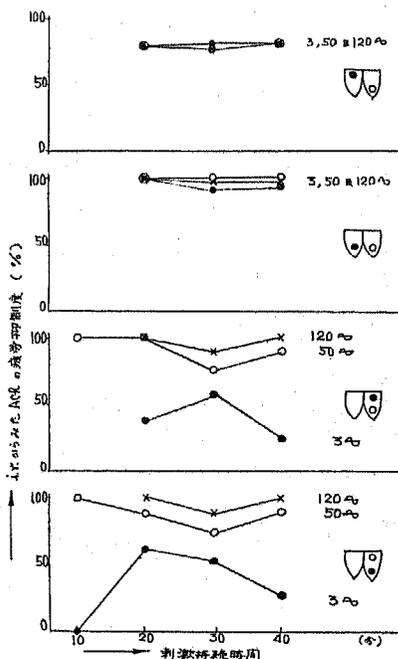
3 $\sim$ , 50 $\sim$ 及び1250 $\sim$ の3種類の周波数で、被験側の n. femoralis 又は m. rectus femoris を、1.5mA の強度で、20分間及び40分間夫々持続して通流し、被験側 m. rect. fem. に現れる疲労を、「筋」及び「神経」について測定し、Ach の投与による効果をみた。

Vr に就いては、Ach を与えない疲労刺激のみのときも、Ach を使ったときも、何れも刺激終了直后増大したが、特に規則性は認められなかつた。このことは従来<sup>③④</sup>と全く同様であつた。

V/Vr については、第1図に示した様に、「筋」及び「神経」何れの場合も、明かに疲労発生が抑制された。

i. r. については、

1) 3 $\sim$ では、n. femoral. 疲労刺激及び m. rect.



第2図 人体骨格筋疲労に対する Ach の抑制度

fem. 刺激の何れの場合についても、著しい i. r. の減少を示し、高濃度の Ach を使用したにも拘らず、完全には抑制されなかつた。

2) 50 $\sim$ については、「筋」及び「神経」何れの場合も、20分間及び40分間刺激による疲労は完全に抑制出来たが、30分間刺激のときのみ不完全であつた。

3) 120 $\sim$ については、上記50 $\sim$ 刺激のときと全く同様な成績であつた (第1表)。



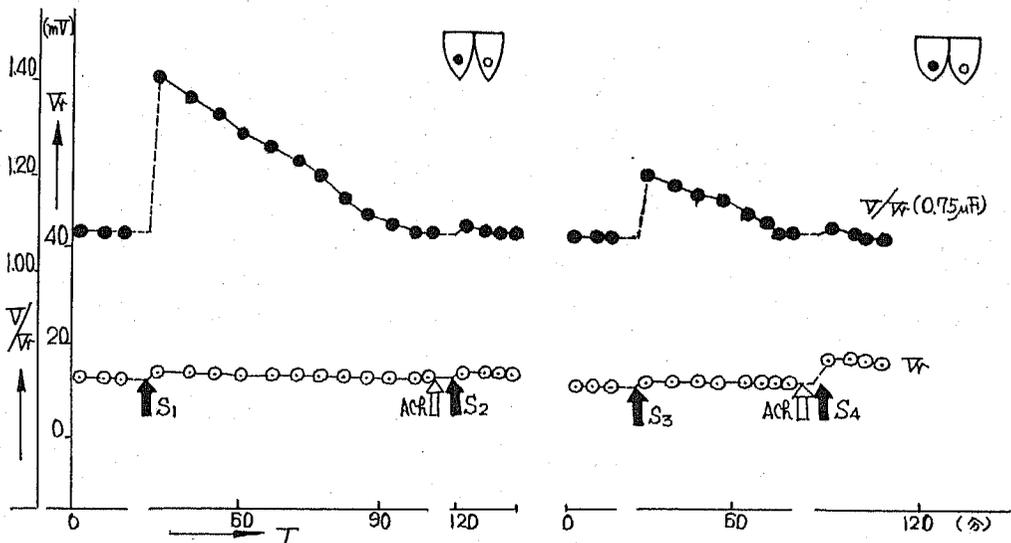
Km 及び Kn については、3〜刺激では、「筋」と「神経」の別を問わず、持続時間が相違しても等しく、平均 2.9 分であつた。3〜刺激、50〜刺激及び 120〜刺激の何れの時にも、Ach で抑制できなかつた 30 分間刺激による疲労の Km 及 Kn の平均は何れも 3.0 分であつた。

Ach で抑制された割合は、第 2 図に示したように、3〜刺激については、「筋」で 30 分間刺激に、「神経」では 20 分間刺激に最大値を示し、以外の刺激持続時間では僅かであつた。これに対し、50〜刺激及び 120〜刺激については、一般に完全に抑制された。但し 30 分間刺激のときのみ、比較的小さな割合を示したが、これは実験誤差範囲であつた。

b 「非被験側疲労」

3〜刺激、50〜刺激及び 120〜刺激の 3 種の周波数で、非被験側 n. femoral. 又は m. rect. fem. を、強度 1.5 mA で、20 分間、30 分間及び 40 分間の持続刺激したとき、被験側 m. rect. fem. に現はれる疲労に対する Ach の疲労抑制効果をみた。

i. r. については、Ach を使用しないときは、岸の第 2 報 (4) と同様、著しい疲労発生をみたが、使用すると疲労刺激終了後 V/Vr 値は不変であつた。即ち、明かな Ach の疲労抑制効果がみられた (第 3 図) (第 1 表)。この成績は「被験側疲労」の成績と異なる対照的な事実であつた。



S<sub>1</sub> 及 S<sub>2</sub> : 50 Hz, 1.5 mA, 30 分間 ; S<sub>3</sub> 及 S<sub>4</sub> : 3 Hz, 1.5 mA, 30 分間 ; Acr : プロスタグミン (0.75 cc) と アセチルコリン (0.066 g)

第 3 図 人体骨格筋疲労に対する Ach の効果 (「非被験側疲労」)

B Glucuronic acid の効果

3〜、50〜及び 120〜の 3 種の周波数で、被験側及び非被験側 m. rect. fem. に 20 分間、30 分間及び 40 分間の持続して疲労刺激を与へたとき、被験側 m. rect. fem. の疲労に対する gl. acid (8 × 10<sup>-6</sup> g/g (体重)) の疲労抑制効果をみた。

a 「被験側疲労」

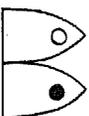
第 4 図に示した様に、疲労刺激後 V/Vr 値は増大したが、一般に著しい gl. acid の疲労抑制作用が認められた。この疲労について、夫々 Kn が算出でき、実験のそれぞれの組合せに個有と思われる数値が得られた (第 2 表)。

1) 3〜刺激については、10 分間刺激のときのみ、殆んど完全と思われる抑制作用を示したが、更に疲労刺激の持続時間が増しても i. r. の減少は認められなかつた。

Kn については、一般に減少して、それぞれ 1.0 分 (20 分間刺激)、1.4 分 (30 分間刺激) 及び 1.1 分 (40 分間刺激) で、gl. acid の非注射時の Kn に比べて、約 1/3、1/2 及び 1/3 という関係を示した。

2) 50〜刺激では、20 分及び 30 分間刺激のときは、i. r. の増減は認められず、殆んど gl. acid の作用は現れなかつた。40 分間刺激のときのみ、多少 i. r. は減少した。

Kn は、一般に比較的小さな値で、それぞれ 1.2 分

実験条件	周波数	20分						30分						40分								
		例数	正常値	増加率	Km及Kn	対増加率	照及Kn	gl. acid 濃度 (体重) ×10 <sup>-6</sup>	例数	正常値	増加率	Km及Kn	対増加率	照及Kn	gl. acid 濃度 (体重) ×10 <sup>-6</sup>	例数	正常値	増加率	Km及Kn	対増加率	照及Kn	gl. acid 濃度 (体重) ×10 <sup>-6</sup>
	3	2	1.08	1.14	1.0	1.12	2.8	2	1.08	1.22	1.4	1.21	2.7	8	2	1.08	1.28	1.1	1.29	2.8	8	
	50	2	1.08	1.23	1.2	1.25	2.0	2	1.08	1.33	0.87	1.35	2.3	8	2	1.08	1.32	1.1	1.41	2.0	8	
	120	2	1.08	1.21	0.81	1.37	1.5	2	1.08	1.25	0.83	1.51	1.4	8	2	1.08	1.30	0.87	1.75	1.3	8	
	3	2	1.08	(1.01)	(-)	1.07	2.0	2	1.08	1.06	1.6	1.12	2.0	8	2	1.08	(1.04)	(1.6)	1.14	1.8	8	
	50	2	1.08	1.19	1.5	1.23	1.7	2	1.08	1.16	1.1	1.31	1.8	8	2	1.08	1.23	1.1	1.39	1.9	8	
	120	2	1.08	1.19	0.98	1.35	1.4	2	1.08	1.28	0.84	1.52	1.4	8	2	1.08	1.52	0.78	1.71	1.4	8	

第2表 人体骨格筋疲労に対する glucuronic acid の効果 (其の一)

(20分間刺激), 0.87分 (30分間刺激) 及び 1.1分 (40分間刺激) で, 非注射時の Kn の約 1/2, 1/3 及び 1/2 の数値を示した。

3) 120~刺激では, 各刺激持続時間について著明な抑制作用がみられ, i. r. は著しい減少を示した。

Kn については, 20分間疲労刺激, 30分及び40分それぞれに関して, 0.81分, 0.83分及び0.87分の値が得られ, これ等は非注射時の Kn に対し, 夫々 1/2 の数値を示した。

「被験側疲労」の成績と比較すると, 3~刺激のときを除いた全ての場合に, 30分間持続刺激のとき, Ach で完全には抑制出来なかつた。この時の疲労の Kn は, Ach のないときに比べて, 一般に大きな値であつた。

b 「非被験側疲労」

第5図に示した様に, 3~で20分間及び40分間刺激のときの疲労は, 殆んど完全に疲労抑制を受けた。3~で30分間刺激のとき, 50~又は120~刺激のときは, gl. acid の効果は著明であつたが,  $8 \times 10^{-6}$  g/g (体重) の濃度でも, 疲労刺激終了後 V/Vr 値の増大がみられた (第5図) (第2表)。

1) 3~刺激では, 20分間刺激, 及び40分間刺激のときの疲労は完全に抑制された。これは, 3~で10分間疲労刺激を与えた, 「被験側疲労」, 「神経」のときの疲労<sup>④</sup>のみが, gl. acid で完全に抑制出来た成績とよく一致した。

2) 50~刺激では, i. r. については, 20分間刺激では変動なく, 30分間及び40分間刺激では著しい減少を示した。

Km は, それぞれ1.5分, 1.1分及び1.1分で, gl. acid を与えないときに比べて, 20分間刺激で変動なく, 30分間及び40分間刺激では夫々 1/2 となつた。

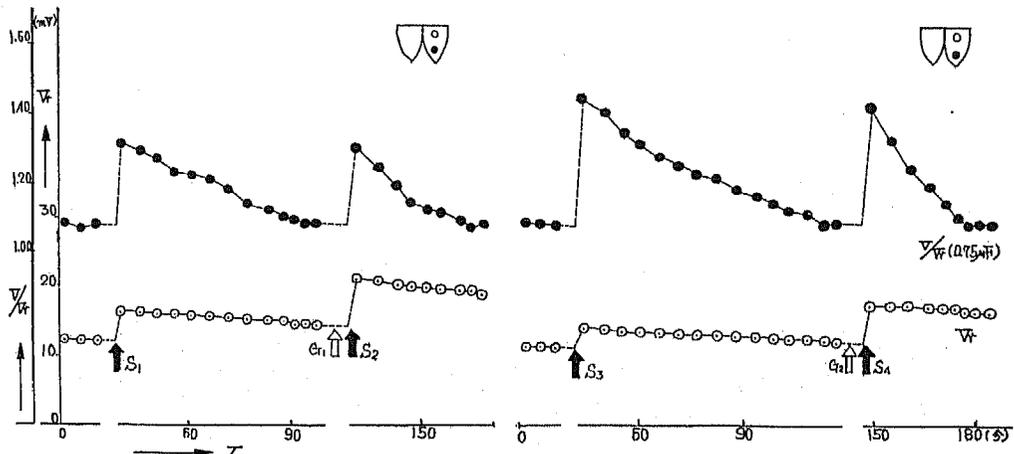
3) 120~刺激では, i. r. は何れの刺激持続時間についても著しい減少を示し, Km はそれぞれ 0.98分 (20分間刺激), 0.84分 (30分間刺激) 及び0.78分 (40分間刺激) で, 大体上記50~刺激のときの Km と同様な関係を示した (第6図) (第7図)。

猶, 以上の実験を, 疲労刺激に不快感を伴わない極めて弱い電流で (約 0.5mA 以下) 実施し, gl. acid の効果をみた。第3表に示した様に, i. r., 及び Km は夫々第2表の数値に比べて小さかつたが, 全般的傾向については, 上述の a) 及び b) の成績と全く同様であつた。

周波数	被験者	疲労	20分間刺激						30分間刺激							
			正常値	増加率	Km及Kn	Gl. acid濃度 (体重1g当り) $\times 10^{-7}g$	対増加率	Km及Kn	NaCl濃度	正常値	増加率	Km及Kn	Gl. acid濃度 (体重1g当り) $\times 10^{-7}g$	対増加率	Km及Kn	NaCl濃度
3~	H. K. ♀	非被験側	1.02	1.00	-	3	1.00	-	0.95%	1.02	1.25	0.49	3	1.24	0.84	0.95% NaCl液
		被験側	1.01	1.22	0.48	3	1.26	0.75	2.0cc皮下注射	1.02	1.17	0.45	3	1.24	0.79	2.0cc皮下注射
		"	1.02	1.02	-	3	1.02	-		1.02	1.16	0.38	3	1.22	0.83	
15~	H. K. ♀	非被験側	1.01	1.34	0.36	3	1.43	0.79	0.65%	1.02	1.29	0.35	3	1.38	0.76	0.95% NaCl液
		被験側	1.02	1.40	0.34	3	1.35	0.68	NaCl液	1.03	1.30	0.32	3	1.35	0.69	NaCl液
		"	1.02	1.37	0.32	3	1.52	0.65	2.0cc皮下注射	1.02	1.23	0.37	3	1.35	0.65	2.0cc皮下注射
60~	H. K. ♀	非被験側	1.02	1.20	0.26	3	1.40	0.56	0.95%	1.01	1.23	0.29	3	1.60	0.59	0.95% NaCl液
		被験側	1.02	1.26	0.24	3	1.33	0.57	NaCl液	1.02	1.20	0.32	3	1.49	0.65	NaCl液
		"	1.02	1.24	0.34	3	1.52	0.54	2.0cc皮下注射	1.01	1.20	0.24	3	1.57	0.63	2.0cc皮下注射
		"	1.01	1.23	0.38	3	1.45	0.45		1.01	1.18	0.28	3	1.59	0.55	

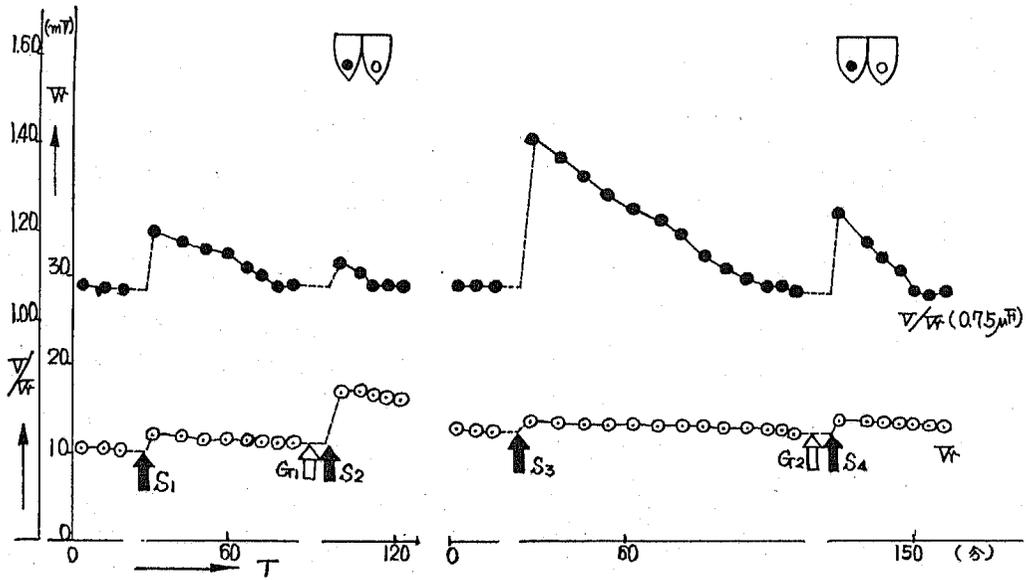
(註) 数値は、各被験者について、2~3回測定値平均

第3表 人体骨格筋疲労に対する glucuronic acid の効果 (其の二)



S<sub>1</sub> & S<sub>2</sub> : 3A, 1.5mA, 30分間 ; S<sub>3</sub> & S<sub>4</sub> : 50A, 1.5mA, 30分間 ; G<sub>1</sub> & G<sub>2</sub> : グルクロン酸 (500mg)

第4図 人体骨格筋疲労に対する glucuronic acid の効果 (「被験側疲労」)



S<sub>1</sub> & S<sub>2</sub> : 3A, 1.5mA, 30分間 ; S<sub>3</sub> & S<sub>4</sub> : 50A, 1.5mA, 30分間 ; G<sub>1</sub> & G<sub>2</sub> : グルクロン酸 (500mg)

第5図 人体骨格筋疲労に対する glucuronic acid の効果 (「非被験側疲労」)

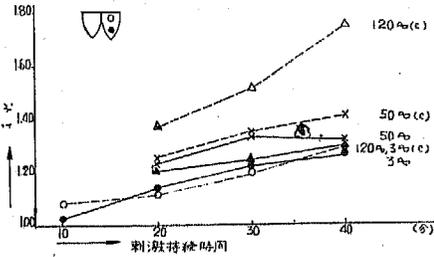
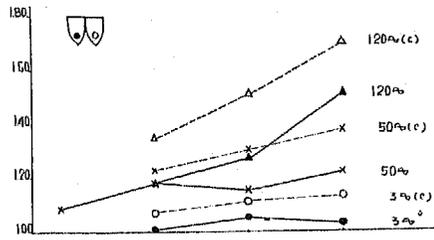
IV 考 按

A 3~刺激について

第1報<sup>③</sup>で、3~, 10分間刺激による骨格筋疲労は、「被験側疲労」で筋直接刺激のときのみ現れた。この疲労は、i. r. が平均1.06で、Knは2.8分であり、更に、従来の報告<sup>⑩⑪⑫</sup>のときより比較的高濃度のAch (13×10<sup>-7</sup>g/g (体重)) によつても抑制出来ず、gl. acid の微量 (4×10<sup>-6</sup>g/g (体重)) で抑制出来たので、contraction fatigue と看做すことが出来た。

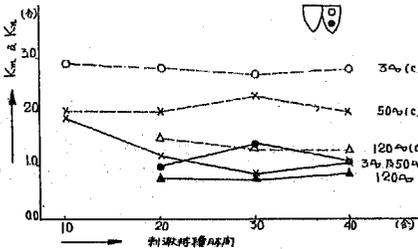
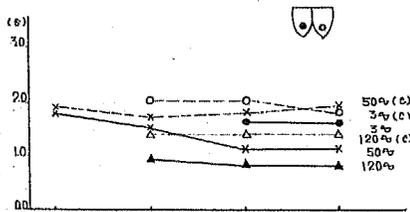
更に、3~刺激で、20分、30分及40分の種々の時間刺激して骨格筋疲労をおこしたとき、先づ、「被験側疲労」では筋直接刺激のときも、神経を通じて間接に疲労させたときも、何れもその骨格筋のV/Vr値が増大した。このとき、i. r. は筋直接の場合の方が筋間接のときに比して大きく、刺激持続時間の延長に伴つて、何れも正比例的増大を示した。Km及びKnは、平均2.6分で、疲労刺激時間が延長しても増減しなかつた<sup>④</sup>。

一方、「非被験側疲労」では、非被験側骨格筋を直



実線：フルカロン酸注射時；虚線：フルカロン酸非注射時 (c)

第6図 種々の時間の疲労刺激による人体骨格筋疲労の i. r.



実線：フルカロン酸注射時；虚線：フルカロン酸非注射時

第7図 種々の時間の疲労刺激による人体骨格筋疲労の Km 及び Kn

接刺激したときも、間接に神経を介して骨格筋に疲労刺激を与へたときも、同様に、被験側骨格筋に疲労が観られた。i. r. 及び Km については、直接刺激の疲労と間接刺激の疲労と全く一致し、又、Km は持続時間の延長にも拘らず一定した値を示し、平均 1.9 分であった<sup>④</sup>。

本実験では、(岸の第 2 報<sup>④</sup>) 疲労に対する Ach の効果をみたが、先づ、「被験側疲労」については、骨

格筋直接及び間接に疲労刺激を与へた全ての疲労は、Ach によつて相当の抑制を受けた。然し、Ach が  $1.3$  乃至  $2.0 \times 10^{-6}$  g/g (体重)<sup>⑩⑪</sup> の濃度であつたにも拘らず、完全に抑制出来なかつた。このときの Km 及 Kn は平均 3.1 分であつた、一方、「非被験側疲労」では、実験した全ての組合せについて完全な Ach の疲労抑制作用が認められた。

又、本実験では、gl. acid の作用も験べた。20分、30分及び40分間の疲労刺激について、「被験側疲労」は殆んど抑制されなかつたが、「非被験側疲労」では相当な疲労抑制作用が認められた。特に、20分間刺激では殆んど完全に抑制された。

以上の成績から、3%の疲労刺激による疲労は、刺激持続時間が短いと contraction fatigue の型を示し、更に時間がますと、Ach によつて抑制される部分と、されない部分とから成り立つ混合疲労が発生し、この疲労の一部は gl. acid によつても抑制されることが判つた。又この疲労は、刺激持続時間が短いと、他の骨格筋に疲労をおこすことはないが、刺激時間が延長すると、他の骨格筋に全く同量同質の疲労を起した。この疲労は Ach で完全に抑制出来、gl. acid によつても相当の疲労抑制作用をうける transmission fatigue であつた<sup>①②③</sup>。

B 50%以上の刺激について

疲労と周波数との関係では<sup>③</sup>、「被験側疲労」及び「非被験側疲労」の何れも、周波数の増加に伴つて i. r. は増大し、各周波数別にみると、実験の組合せの相違にも拘らず、i. r., Km 及び Kn の諸点で全く等しい成績が得られた。特に Km 及び Kn は周波数の増大に伴つてかえつて減少した。

50%刺激による疲労について、Ach の効果をみたが、全ての組合せの疲労が完全に抑制され、transmission fatigue であつた。一方、gl. acid では i. r. に殆んど変動がなかつた。このとき、gl. acid の非注射時に比べて、Km 及び Kn は小さく、gl. acid は疲労回復を促進した。

更に、50%及び120%の二種の周波数について、疲労刺激持続時間と骨格筋疲労との関係をみたが、「被験側疲労」では、持続時間の増加に伴つて疲労度は正比例的に増大した。これ等の疲労に Ach を作用させると、30分間刺激の疲労に対しては不完全であつたが、20分間及び40分間刺激による疲労については、完全な疲労抑制作用を示した。而し、gl. acid では、50%刺激の疲労は殆んど抑制されなかつたが、120%刺激による疲労は相当程度抑制された。

「非被験側疲労」では、「被験側疲労」と全く量的に一致し、又 Ach で完全に抑制を受け、gl. acid では相当の抑制作用を受けた。

従つて、人体骨格筋疲労では、疲労刺激が50~以上であれば、現れる疲労の大部分が transmission fatigue であるが、刺激持続時間の増加に伴つて、より恢復速度のはやい疲労がおこつた。

### C Ach の効果について

骨格筋疲労には、Ach で抑制できるもの、即ち transmission fatigue<sup>⑥⑬⑭⑯</sup>と、全く抑制できない contraction fatigue<sup>④⑩</sup>とに分けられる。

和合<sup>⑩⑪⑫</sup>、赤羽<sup>①</sup>、瀧美<sup>②</sup>及び松原<sup>③④</sup>等は、人体骨格筋疲労について、contraction fatigue は、 $7 \times 10^{-7} \text{g/g(体重)}$ の割合で注射した Ach によつて、相当長時間、抑制作用をうけることを報告した。

本実験では、上記諸報告の濃度の約2~3倍の濃度を使った。勿論麻痺量<sup>⑦</sup>には、はるかに及ばない濃度である。従つて、この程度の Ach によつて抑制作用をうけた疲労は、全て transmission fatigue であり、そうでなかつたものは contraction fatigue と断定できた。特に、「被験側疲労」については、純粹の疲労は少く、多くは transmission fatigue と contraction fatigue との混合した疲労であつた。

### D Glucuronic acid の効果について

既に、この薬物は疲労抑制作用を示すことが知られているが<sup>①②⑧⑨</sup>、その作用時間及び有効濃度などについてあまり明かでない。

結局、gl. acid は本実験程度の contraction fatigue には勿論、特に液性伝達によると思われる transmission fatigue に相当著しい疲労抑制効果を示し、更に、一般に、transmission fatigue の恢復過程を促進させる効果のあることがみられた。

## V 結 論

A 人体について、被験側及び非被験側の n. femoralis 又は m. rectus femoris に種の低周直角脈波電流(3~, 50~及び120~)を、夫々種々の時間(20分, 30分及び40分)持続通流したとき(前者を「被験側疲労」、后者を「非被験側疲労」)、被験側 m. rect. fem. に現れる疲労に対し、疲労刺激終了直前に注射した Ach 又は glucuronic acid の疲労抑制作用を、この筋直接(「筋」)又は n. femoral. を通じて間接に(「神経」)、和合の  $0.75 \mu\text{F}$  V/Vr 法に依つて測定し

た。

### B Ach の効果

a) 「被験側疲労」<sup>①</sup> 3~刺激では、各刺激持続時間について、疲労刺激終了後依然として V/Vr 値は増大したが、i. r. は一般に減少した。Km 及び Kn は、非注射時に較べて増大し、平均3.0分であつた<sup>②</sup> 50~及び120~刺激では、何れも同様な傾向であつた。30分間刺激のときのみ、疲労刺激終了後 V/Vr 値の増大がみられ、i. r. は非注射時に比べて極めて小さく、Km 及び Kn の平均は3.2分であつた。

b) 「非被験側疲労」全ての組合せについて、疲労刺激終了後、全く V/Vr 値の変動は認められなかつた。

### C Glucuronic acid の効果

a) 「被験側疲労」<sup>①</sup> 3~刺激では、各刺激持続時間について、疲労刺激終了後 V/Vr は増大し、i. r. は変動しなかつた。Kn は著しく減少した。<sup>②</sup> 50~刺激については、3~刺激のときの成績と同様な傾向であつた。<sup>④</sup> 120~刺激では、i. r. の減少は極めて著しく、Kn も同様に減少した。

b) 「非被験側疲労」<sup>①</sup> 3~刺激では、30分間刺激のときのみ、刺激終了後 V/Vr 値は増大し、他の場合では全く変動がなかつた。Km は平均1.6分であつた。<sup>②</sup> 50~刺激では、各疲労刺激持続時間について、i. r. 及び Km の減少が認められた。<sup>④</sup> 120~刺激については、前記50~刺激のときと暑々同様であつた。

D 3~低周直角脈波電流による人体骨格筋疲労は、疲労刺激時間の短いときは、主として contraction fatigue の型を示し、刺激時間が延長すると、次第に transmission fatigue を混合し、更に40分以上に及ぶと再び contraction fatigue を主体とする混合疲労の型を示した。

E 50~以上の低周直角脈波電流による人体骨格筋疲労は、疲労刺激時間が、短いときは、主として transmission fatigue の型を示し、延長すると、次第に contraction fatigue を混合し、結局、contraction fatigue を主体とする疲労を示した。

F 本実験の低周直角脈波電流による、全ての人体骨格筋疲労は、同時に液性経路を介して、身体の他の骨格筋に殆んど同量同質の疲労をおこし、この疲労は全て transmission fatigue の型を示した。

G Glucuronic acid は、主として contraction fatigue に対して有効であつたが、transmission fatigue に対しても相当の疲労抑制作用を示すと考えられ、特にその疲労恢復を著しく促進した。

后記：擲筆に当り、和合卯太郎教授に終始変わらないご懇切なご指導ご鞭撻を賜つたことについて、心から謝意を表します。

#### 文 献

- ①赤羽伸弘 (1958) 第3回中部地区生理学談話会発表  
 ②源美英雄 (1958) Ibid. ③岸茂 (1959) 信州医誌 2,  
 ④岸茂 (1959) Ibid. ⑤del Pozo, E. C. (1942) Am. J. Physiol. 135, 763 ⑥松

- 原幹彦 (1957) 第2回中部地区生理学談話会発表  
 ⑦McDowell, R. J. S. & R. Watson (1951) J. Physiol. 114, 515 ⑧山村榮 (1959) 信州医誌. 掲載予定 ⑨和合卯太郎 (1952) 信州大学紀要 2, 17 ⑩和合卯太郎 (1953) Ibid. 3, 106  
 ⑪和合卯太郎 (1954) Ibid. 4, 122 ⑫和合卯太郎 (1956) 日本生理誌 18, 12, 965 ⑬和合卯太郎 (1957) Reports on Guronsan (中外製薬株式会社発行) ⑭Rosenblueth, A., D. B. Lindsley, & R. S. Morison (1936) Am. J. Physiol. 15, 53  
 ⑮Rosenblueth, A. & J. V. Luco (1937) Am. J. Physiol. 119, 236 ⑯Rosenblueth, A. & J. V. Luco (1939) Am. J. Physiol. 126, 58