

懸垂による骨格筋の疲労とアセチルコリン及び グルクロン酸の影響とについて

(人体の筋・神経の興奮性の研究 第20報)

昭和34年3月13日 受付

信州大学医学部第一生理学教室(指導:和合卯太郎教授)

和田 穆 代田 順

The Fatigue of Human Skeletal Muscles by Suspension of Body and the Effects of Acetylcholine and Glucuronic Acid (Studies on the Excitability of Nerve and Muscle in Man, XXX)

Atusi Wada, Jun Shirota

Department of Physiology, Medical College, Shinshu University
(Director: Prof. U. Wago)

電気刺激によつて測定された被刺激性形体の興奮性は、強さ-期間曲線又は電圧-容量曲線全体が、その量的関係を指示している^①。和合^{②③}は此の全曲線を代表し、しかも短時間に正確に測定し得る方法としてV/Vr法を發表した。

此の方法によつて、興奮性の変化を速に追跡し得る様になり、之を疲労測定に用いて、疲労曲線、恢復時間、増加率、恢復時間恒数等を定義して、疲労の量的測定法とした。

此の方法によつて、軽度の筋疲労を始め、種々の疲労についての実験が報告された。1953年にはMossoのergographによつて、手指の筋肉に疲労をおこさせ、疲労をおこしていない管の大腿直筋の興奮性の変化を、V/Vr法により観察し、被験側下肢に負荷した実験と全様の成績を得た^④。

又同年acetylcholine, Ach.の骨格筋に対する効果についても報告している^⑤。

そこで吾々は懸垂によつて、上肢筋に疲労をおこし、大腿直筋の0.75μF V/Vr法を直接測定及び間接測定によつて求めた。この際大腿直筋にも疲労のおこることを確め、その恢復時間を測定して、恢復時間恒数を算出し、次で1) Ach. 0.05grを、2) Ach.及びglucuronic acid, G-酸.を、3) G-酸のみを、4) Ach.を増量して0.1grを、夫々作用させ、此の疲労曲線に対する効果を実験したので報告する。

測定装置及び方法

疲労をおこすための懸垂以外は前報告通りである。

V/Vrの正常値を3回測定して、一定値を示す事を確めた後、ベット横の鉄棒で、両手で頤の位置迄の懸垂を20秒間続けてさせて、上肢筋の疲労をおこさせ、直ちにベット上にて前と全様の姿勢をとらせ、再び

V/Vr値を測定し、その変化を時間を追つて追求した。

次に種々の薬物の効果を実験した。

1) Ach.の使用方法は、予めcholinesteraseの抑制筋であるprostigmine, prost.を0.75c.c.(1c.c.中0.5mg)及び5分后Ach 1c.c.(0.05gr)を、いずれも皮下に注射し、更に5分后に懸垂を行はせた。懸垂後は前と全様にV/Vr値の変化を追求した。

2) AchとG-酸とを併用の場合はprost. 0.75c.c.注后3分で1c.c.,更に3分后G-酸200mgを皮下注射し、直ちに懸垂を行はせた。

3) G-酸単独使用の場合は、その200mgを皮下注射した直後に懸垂を行はせた。

4) 次にAch.を増量したが、1)と全様予めprost. 0.75c.c.を注射し、5分后Ach. 0.1grを注射し、更に5分后に懸垂を行はせた。

懸垂後のV/Vr値の変化を追求したことは、2)以下全て全様であつた。

G-酸は中外製薬のguronsan 200mg 2c.c.である。

被験者は25才より39才迄の健康男子で体重は52kgより64kgの者であつた。

実験成績

先ず正常値を3回乃至5回測定し、前述の方法によつて、直ちに懸垂を行はせ、直后から再び測定を開始した。此の際全例ともV/Vr値はその直後に最大値を示し、その後或る一定時間后には正常値に恢筋した。その一例を第1図に示す。

1) Ach. 0.05grを使用した場合。

前述の如き方法によつてprost. Ach.を注射し、再び懸垂をさせたが、非注射時のような疲労曲線は得

第2表 懸垂による下肢骨格筋疲労に及ぼす prost. Ach. 及び G-酸併用の影響

prost. 0.75 c. c. (1 c. c. 中 0.5mg)

3分后 Ach. 1.0 c. c. (0.05gr)

" G-酸 200mg

直后 懸垂 20sec.

(1) N. femoralis 0.75 μ F V/Vr 法

被験者	V/Vr 正常値	V/Vr 最大値	増加率	恢 時	復 間	Kn	V/Vr 正常値	V/Vr 注射及び 懸垂后	増加率
H. A. 29才	1.05	1.37	1.30	15	分	0.50	1.05	1.07	1.02
N. A. 28才	1.05	1.36	1.29	17		0.59	1.05	1.06	1.01
H. A. 29才	1.08	1.22	1.13	9		0.69	1.04	1.03	0.99
N. A. 28才	1.05	1.25	1.19	11		0.58	1.06	1.04	0.98
S. O. 31才	1.06	1.22	1.15	11		0.73	1.04	1.04	1.00

(2) M. rectus femoris 0.75 μ F V/Vr 法

被験者	V/Vr 正常値	V/Vr 最大値	増加率	恢 時	復 間	Km	V/Vr 正常値	V/Vr 注射及び 懸垂后	増加率
T. Y. 31才	1.10	1.43	1.30	23	分	0.77	1.10	1.11	1.01
S. O. 31才	1.11	1.40	1.26	20		0.77	1.11	1.11	1.00
A. W. 34才	1.08	1.38	1.28	20		0.72	1.08	1.10	1.02
A. W. 34才	1.09	1.38	1.28	21		0.77	1.11	1.11	1.00
A. W. 34才	1.08	1.40	1.30	21		0.70	1.08	1.08	1.00

第3表 懸垂による下肢骨格筋疲労に及ぼす G-酸のみの影響

G-酸 200mg

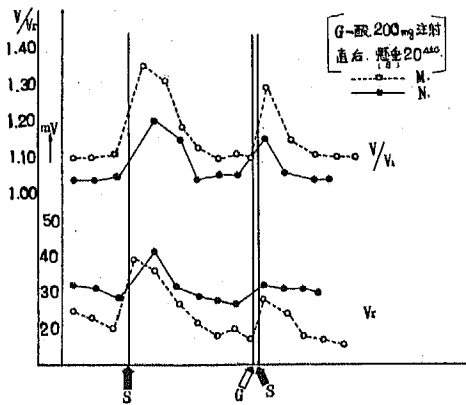
直后, 懸垂 20sec

(1) N. femoralis 0.75 μ F V/Vr 法

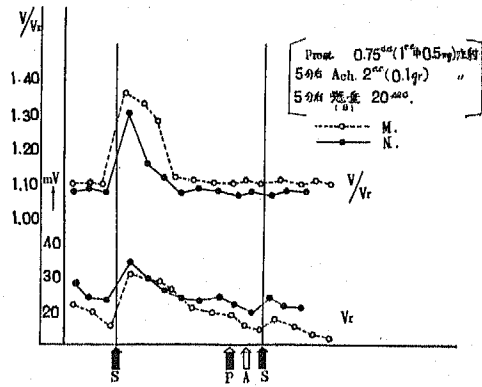
被験者	V/Vr 正常値	V/Vr 最大値	増加率	恢 時	復 間	Kn	V/Vr 正常値	V/Vr 注射及び 懸垂后	増加率	恢 時	復 間	Kn
T. M. 39才	1.04	1.19	1.15	10	分	0.67	1.04	1.15	1.10	5	分	0.50
H. A. 29才	1.06	1.14	1.08	4		0.50	1.06	1.09	1.03	2		0.67
N. A. 28才	1.06	1.40	1.30	26		0.87	1.06	1.21	1.14	2		0.86

(2) M. rectus femoris 0.75 μ F V/Vr 法

被験者	V/Vr 正常値	V/Vr 最大値	増加率	恢 時	復 間	Km	V/Vr 正常値	V/Vr 注射及び 懸垂后	増加率	恢 時	復 間	Km
N. A. 28才	1.05	1.31	1.25	19	分	0.76	1.05	1.17	1.11	8	分	0.72
T. S. 25才	1.11	1.41	1.27	20		0.74	1.11	1.28	1.15	11		0.73
N. A. 28才	1.08	1.35	1.25	20		0.80	1.08	1.28	1.18	12		0.67



第3図 G-酸のみ及び非注射時の疲労曲線



第4図 Ach. 増量のととき及び非注射時の疲労曲線

第4表 懸垂による下肢骨格筋疲労の恢復時間恒数及び prost. Ach. の影響 (2)

prost. 0.75 c. c. (1 c. c. 中 0.5mg)
 5分后 Ach. 2 c. c. (0.10gr)
 5分后 懸垂 20sec

(1) N. femoralis 0.75 μ F V/Vr 法

被験者	V/Vr 正常値	V/Vr 最大値	増加率	恢復時間	Kn	V/Vr 正常値	V/Vr prost. 后	V/Vr Ach. 后	V/Vr 懸垂后	増加率
T. Y. 29才	1.08	1.24	1.15	10分	0.67	1.08	1.08	1.09	1.08	1.00
S. S. 27才	1.09	1.23	1.13	8	0.62	1.09	1.09	1.10	1.10	1.01
T. Y. 29才	1.06	1.21	1.14	11	0.72	1.06	1.05	1.05	1.05	0.99
S. O. 30才	1.06	1.22	1.15	11	0.73	1.06	1.07	1.06	1.06	1.00
T. S. 26才	1.08	1.29	1.20	15	0.75	1.08	1.07	1.09	1.07	0.99

(2) M. rectus femoris 0.75 μ F V/Vr 法

被験者	V/Vr 正常値	V/Vr 最大値	増加率	恢復時間	Km	V/Vr 正常値	V/Vr prost. 后	V/Vr Ach. 后	V/Vr 懸垂后	増加率
T. Y. 31才	1.10	1.88	1.25	19	0.76	1.10	1.10	1.10	1.11	1.01
A. W. 34才	1.08	1.39	1.29	20	0.69	1.08	1.08	1.08	1.10	1.02
T. Y. 31才	1.10	1.40	1.20	20	0.75	1.10	1.10	1.10	1.11	1.01
T. Y. 31才	1.10	1.37	1.24	18	0.74	1.10	1.10	1.09	1.11	1.01
T. M. 42才	1.09	1.34	1.23	18	0.78	1.09	1.09	1.09	1.09	1.00

られなかつた。即ち神経を介して間接測定した場合は、5例中3例は誤差範囲を僅に越える程度の、2例は誤差範囲内の増加率を示したに過ぎなかつた。又筋について直接測定した場合は、5例中1例は誤差範囲を越える程度の増加率を示し、残り4例に於ては疲労

を示さなかつた。(第1表)

非注射時の実験での正常値、最大値、増加率、恢復時間、及び Kn, Km は、夫々和合の実験⁽⁴⁾とほぼ全様の成績を示している。

prost. のみの投与後の V/Vr 値は不変であり、又

その上に Ach. 投与した後も全様であつた。

2) prost. 0.75 c. c. Ach. 0.05gr, 及び G-酸, 200mg 3 者の使用した場合。

第3図のように, 非注射時の実験の疲労曲線は得られなかつた, 又第2表に示すように, 最大値は極めて小さく, 増加率も 1) に比して更に小さく, 全例共正常値と変らなかつた。

3) G-酸単独使用の場合

G-酸のみを使用したときは, 1) prost. 及び Ach. 2) prost. Ach. G-酸に比べて注射後の増加率は可成り大きな値を示した。しかし非注射時にくらべると, 全例に於て増加率は減少を示した。

4) Ach. を2倍の 0.1gr に増量使用した場合。

全例に於て, 懸垂後の最大値は正常値と一致した。即ち疲労は現れなかつた。

考按及び総括

吾々は懸垂によつて上肢筋に疲労をおこし, その際の大腿直筋の $0.75 \mu F V/Vr$ 値を, 直接測定及び間接測定によつて, 疲労曲線を求め, その疲労曲線に対する prost., Ach., G-酸の影響を観察し, 次のような結果を得た。

1) 懸垂によつて上肢筋に疲労をおこすと, 大腿直筋にも疲労がおこる。此の疲労は謂所液性伝達によるものと考える。

2) Ach. 0.05gr 投与後は増加率は著明に減少するが, 尚僅に疲労を示す例もあつた。即ち Ach. 0.05gr では此の種の疲労は完全には抑制し得なかつた例があつた。

3) Ach. 0.05gr に G-酸 200mg を追加使用することによつて, 2) の疲労を抑制し得た。G-酸は Ach. と協同して, 疲労を或る程度抑制すると考へる。

4) G-酸単独使用でも一定度の抑制は可能であることを知つたが, この種の疲労を完全に抑制するものではなかつた。之は G-酸の性質から考へても妥当である。

5) Ach. を 0.1gr に増量した所, 疲労は全く認められなかつた。即ち 2) で残つた疲労も Ach. の量の不足によるもので, 従つてこの実験に表われた疲労は, Ach. 缺乏に基く伝達疲労であるとする。

文 献

- ①和合卯太郎: 日本生理誌 3, 3-4, 225 (昭和13年6月) ②和合卯太郎: 信大紀要 第2号 (1952)
 ③和合卯太郎: 信大紀要 第4号 (1954) ④和合卯太郎: 信大紀要 第3号 (1953) ⑤和合卯太郎: 信大紀要 第3号 (1953) ⑥山崎要他: 第14回筋電図研究会発表