

筋弛緩剤注射による人体骨格筋の興奮性

(人体の筋・神経の興奮性の研究 第34報)

昭和34年6月23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)

田 辺 盛 美

Change on Excitabilities of Human Skeletal Muscle by Injection of a Muscle Relaxant

(Studies on the Excitabilities of Nerve and Muscle in Man, XXXIV)

Moriyoshi Tanabe

1st Institute of Physiology, Faculty of Medicine, Shinshu University

(Director: Prof. U. Wago)

I 緒 言

薬物にもとづく骨格筋の弛緩は、中枢性麻痺薬によるものと、末梢性麻痺薬によるもの、および両者が合併したものと3つに分けられる。この意味で筋弛緩をおこす薬物は非常に多いが、現在「筋弛緩剤」と一般に呼ばれているものは、狭義のものである。この狭義の筋弛緩剤にしても、現在いろいろの薬物が報告され、それぞれ作用機序をこととしている。これ等各種筋弛緩剤はその作用機序から脱分極性筋弛緩剤(例えば Succinylcholine chloride 及び Sincurine)と非脱分極性筋弛緩剤(例えば d-Tubocurarine chloride, Fraxedil 等)に大別されるが(Foldes¹⁹⁾ Mytolon の如きはこの両者の中間に属し、所謂 Mixed block を呈するものと考えられている(Paton²⁰⁾。

以上のように、作用機序はそれぞれことなるが、いずれも結果として骨格筋の弛緩をおこし、これによつて麻酔方面に広く応用されている。

私はこのうち succinylcholine chloride (S.C.C.) をえらび、安静時の人体骨格筋に及ぼす影響をみた。さらに種々の条件下において、人体骨格筋の疲労をおこし、このときの S.C.C. の影響を和合の $0.75 \mu F V/Vr$ 法^{21,22}によつて測定した。

II 実験方法

A 被験者

19才から21才までの健康な男子学生について実験を行った。姿勢等は前報²³と同様であつたが、新たに加えられた Mosso の ergograph の作業のときは、被験者を椅子に座らせ、作業の後、ベットに仰臥させて測定を行った。

B 測定装置および刺激装置その他

測定装置、疲労刺激装置およびこれに必要な注意事項は、前報と同様であつた。疲労刺激の方法として Mosso の ergograph を加えた。

C 筋弛緩剤

S.C.C. は山之内製薬製「サクシン」を使用した。S.C.C. 0.03mg/kg を 1.0cc の生理的食塩水で稀釈し、肘静脈に注射し、その速度を一定即ち15秒とした。この量および注射時間では、副作用は少なく、被験者に苦通を与えなかつた。

D 測定方法

拇指端節の最少伸展運動を示標として、m. extensor pollicis longus の興奮性の変化を調べた。これを「m. ext. poll. long. 測定」と略称する。

前項以外に下腿の最少伸展運動を示標として、m. rectus femoris の興奮性の変化も調べた。筋直接の測定を「筋」測定とし、n. femoralis をかいて間接測定したものを、「神経」測定とした。

E 疲労をおこす方法

1) 両側の m. rect. fem. を筋直接に刺激を加え、また n. fem. をかいて間接に刺激して疲労をおこした。この刺激として、 $3 \sim 3 \text{mA}$ の低周直角脈波を15分間同時に与え、収縮疲労をひきおこした。

2) 拇指で Mosso の ergograph の一定の作業をさせ(380gr 負荷、毎秒3乃至4回、50乃至60秒間)伝達疲労をおこした。

III 実験成績

A S.C.C. 注射による安静人体骨格筋の興奮性の変化

S.C.C. の注射と同量の生理的食塩水のみの静注では、全例において V/Vr 値の変化はなかつた。

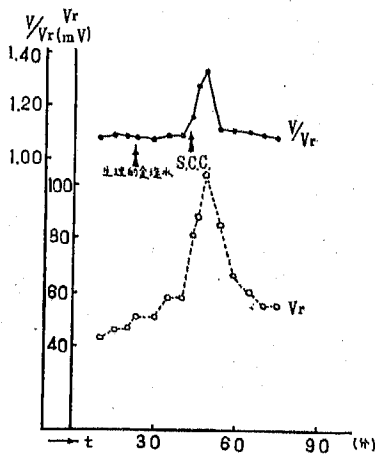
1) m. ext. poll. long. の興奮性の変化

m. ext. poll. long. 測定 of 1 実験例を图示すると第 1 図のようであつた。この実験によつてえられた数値を第 1 表に示した。

第 1 図 生理的食塩水及び S.C.C. 注射時の夫々の V/Vr 値の変化

「m. ext. poll. long.」測定

被験者: Y. A. EX. 294 (rmh)



2) m. rect. fem. の興奮性の変化

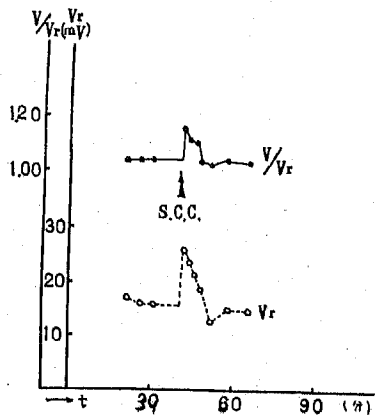
(a) 「筋」測定

1 実験例を图示すると第 2 図のようであつた。数値を第 1 表に示した。

第 2 図 S.C.C. 注射時の V/Vr 値の変化

「筋」測定

被験者: K. F. EX. 396 (rmf)



第 1 表 安静時 S.C.C. 注射による V/Vr 値の変化

「m. ext. poll. long.」測定

被験者名	実験回数	正常 V/Vr 値	V/Vr の最大値	作用時間 (分)
Y. A.	6	1.08	1.12	6
		1.08	1.33	19
		1.09	1.37	17
		1.11	1.21	10
		1.11	1.26	11
	1.08	1.27	5	
平均	1.09	1.26	11	
T. M.	5	1.06	1.13	5
		1.10	1.38	15
		1.06	1.15	17
		1.08	1.38	11
		1.09	1.37	18
平均	1.08	1.28	13	
M. N.	1	1.09	1.37	18
S. K.	1	1.08	1.27	15

「筋」測定

被験者名	実験回数	正常 V/Vr 値	V/Vr の最大値	作用時間 (分)
Y. A.	3	1.08	1.27	11
		1.05	1.15	6
		1.05	1.12	7
平均	1.06	1.18	8	
K. F.	1	1.06	1.18	8

「神経」測定

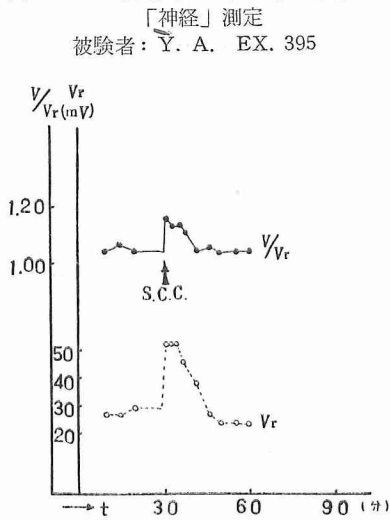
被験者名	実験回数	V/Vr の最大値	最大の V/Vr 値	作用時間 (分)
Y. A.	3	1.07	1.22	7
		1.07	1.33	12
		1.06	1.16	10
	平均	1.07	1.24	10
K. F.	1	1.10	1.25	14

(b) 「神経」測定

1 実験例を图示すると第 3 図のようであつた。数値を第 1 表に示した。

1), 2)ともに S.C.C. 注射直後から V/Vr 値は上昇

第3図 S.C.C.注射時のV/Vr値の変化



し、最大の値となり、漸時下降し、正常V/Vr値に戻つた。最大のV/Vr値は、第1回測定時が最も多かつたが、第2回目測定時のこともあつた。

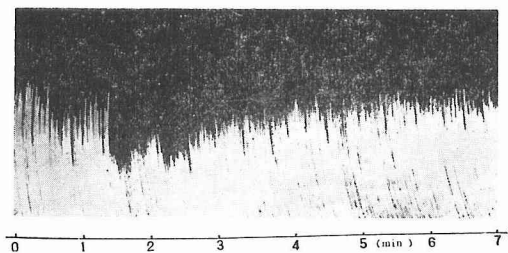
Vr値もV/Vr値と同様注射直後より上昇し、その後漸次下降し、多くは注射前の値に回復したが、回復せぬ時もあった。V/Vr値の最大と最大Vr値は時間的に多くは一致したが、多少ずれることもあつた。

B S.C.C.注射による大腿直筋の肥大曲線

3 \sim 、3mAの低周直角脈波を引きつづき大腿直筋に直接刺激し、S.C.C.注射による筋収縮の変化をkymographに描写した(第4図)。

この時注射後2乃至3分で収縮の大きさは注射前に戻つた。S.C.C. 0.03mg/kgでも筋収縮の大きさに影響することは明らかであつた。

第4図 S.C.C.注射による筋肥大曲線



↑ S.C.C. Inj 0.03mg/kg 15sec
低周直角脈波、3 \sim 、3mA r. m. rectus femoris 刺激
被験者: K. A.

C S.C.C.注射による収縮骨格筋疲労

低周直角脈波刺激(3 \sim 、3mA、15分間)により、不随意性収縮疲労をおこし、刺激終了3分前にS.C.C. 0.03mg/kgを15秒間で肘静脈に注射し非注射時と比較した。

1) 両大腿直筋同時直接刺激のとき

「筋」測定

実験成績を第2表に示す。1実験例を図示すると(第5図)、注射時、非注射時についていずれも、低周直角脈波刺激終了直後、V/Vr値は最大となり、時間の経過と共に漸時減少して正常値となつた。注射時のV/Vr値の最大は、非注射時のV/Vr値の最大より常に大きく、また回復時間も注射時の方が、非注射時よりも延長した。Kmについては注射時、非注射時のものと大体等しかつた。

2) 両大腿直筋同時間接刺激のとき

「神経」にて測定

実験成績を第3表に示す。1実験例を第6図に示した。注射時、非注射時と共に、疲労刺激終了直後、V/Vr値は増大し最大となり、時間の経過とともに漸時減少して正常値となつた。注射時の最大V/Vr値は非注射時のものより例外なしに大きく、また回復時間は注射時の方が非注射時よりも常に延長を示した。これ等の変化は前項1)と同様であつた。

3) 両大腿直筋同時直接刺激のとき

「m. ext. poll. long.」測定

実験成績は第4表に示す。1実験例を第7図に示した。S.C.C.注射により変化は前項1)、2)と同様であつた。

以上全項1)、2)、3)の不随意性収縮疲労についてS.C.C.注射による人体骨格筋の興奮性の変化をみると測定時のすべてについて、つぎの結果を示した。

最大のV/Vr値については、注射時は非注射時に較べて、より大きな値を示した。

回復時間については、注射時は非注射時より延長した。

KmおよびKnについては、注射時のKmおよびKnは、非注射時のものと大体等しかつたが、全例においてやや小さかつたことは特別の意味があるのかも知れない。

Vr値は、注射時、非注射時ともに不定であり、法則性はなかつた。

1)、2)、3)、で測定した注射時の夫々の最大V/Vr値を比較すると、この間に大差はなく、ごくわずかであるが両大腿直筋直接刺激で「筋」測定のとときが最も大きい値を示し、ついで両大腿直筋間接刺激で「神

第 2 表 S. C. C. 注射による収縮疲労時の m. rect. fem. について、
(両大腿直筋同時刺激、「筋」測定)

被験者名	実験回数	正常 V/V _r 値	注 射 時				非 注 射 時			
			V/V _r の最大値	増加率	恢復時間 (分)	Km (分)	V/V _r の最大値	増加率	恢復時間 (分)	Km (分)
K. F.	8	1.08	1.75	1.62	33	0.53	1.40	1.30	19	0.66
S. K.	3	1.08	1.78	1.64	32	0.51	1.42	1.31	20	0.67
Y. A.	3	1.08	1.69	1.57	35	0.57	1.50	1.39	23	0.60
T. M.	3	1.08	1.70	1.60	36	0.65	1.38	1.29	20	0.78

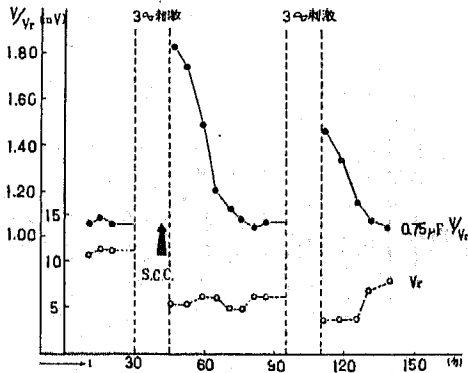
正常 V/V_r 値から右は各実験回数の平均値を示す

第 3 表 S. C. C. 注射による収縮疲労時の m. rect. fem. について
(両大腿直筋同時刺激、「神経」測定)

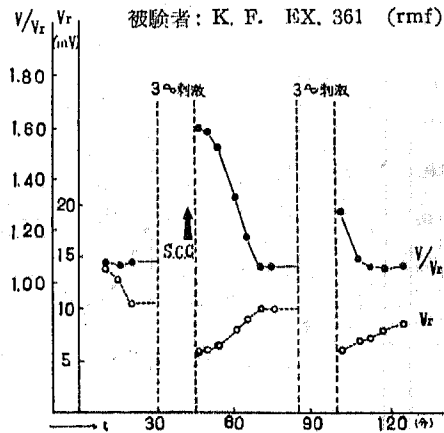
被験者名	実回 験数	正 常 V/V _r 値	注 射 時				非 注 射 時			
			V/V _r の最大値	増加率	恢復時間 (分)	K _n (分)	V/V _r の最大値	増加率	恢復時間 (分)	K _n (分)
K. F.	8	1.07	1.69	1.58	31	0.53	1.34	1.26	16	0.64
S. K.	3	1.07	1.67	1.56	28	0.51	1.33	1.24	14	0.61
Y. A.	4	1.07	1.76	1.65	36	0.55	1.34	1.25	17	0.64
T. M.	3	1.08	1.68	1.56	32	0.52	1.30	1.21	16	0.75

正常 V/V_r 値から右は各実験回数の平均値を示す

第 5 図 収縮疲労時 S.C.C. 注射による m. rect. fem. の興奮性の変化
被験者: K. F. EX. 355 (rmf)



第 6 図 収縮疲労時 S.C.C. 注射による m. rect. fem. の興奮性の変化
被験者: K. F. EX. 361 (rmf)



経」測定であり、両大腿直筋直接刺激で m. ext. poll. long. 測定がもつとも小さい値であつた。

D S.C.C. 注射による伝達疲労の変化

先ず正常 V/V_r 値を測定し、ついで右拇指で 380gr, の錘をかけた Mosso の ergograph を、できるだけ速に、毎秒 3 乃至 4 回の頻度で、50 乃至 60 秒間作業させた。注射は Mosso の作業開始 1 分前に 0.03mg/kg を、15 秒間で肘静脈に注射した。m. ext. poll. long.

dext. におけるこのときの V/V_r 値の変化を非注射時の V/V_r 値と比較対照した。

実験数値を第 5 表に示す。1 実験例を図示すると第 8 図のようであつた。注射時と非注射時との最大の V/V_r 値を比較すると、注射時の V/V_r 値の最大は非注射時のそれより増大していた。恢復時間については、注射時の恢復時間は非注射時のそれより延長を示した。Km については、注射時は非注射時とくらべ、ほぼ同一の値を示したが、全例においてやや注射時は

第4表 S.C.C.注射による収縮疲労時の m. ext. poll. long. について
(両大腿直筋同時刺激, 「m. ext. poll. long.」測定)

被験者名	実験回数	正常 V/Vr 値	注 射 時				非 注 射 時			
			V/Vrの 最大値	増加率	恢復時間 (分)	Km (分)	V/Vrの 最大値	増加率	恢復時間 (分)	Km (分)
K. F.	8	1.07	1.57	1.47	26	0.58	1.35	1.27	19	0.73
S. K.	3	1.07	1.53	1.43	27	0.63	1.34	1.25	18	0.73
Y. A.	3	1.07	1.62	1.52	32	0.61	1.39	1.31	22	0.72
T. M.	3	1.06	1.53	1.44	28	0.65	1.36	1.28	20	0.69

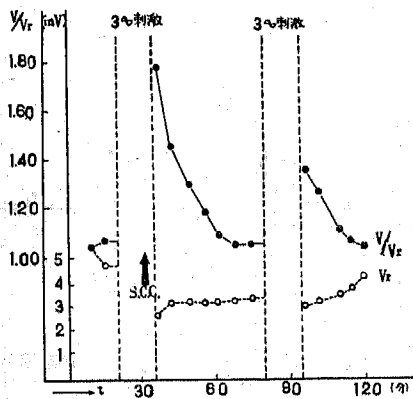
正常 V/Vr 値から右は各実験回数の平均値を示す

第5表 S.C.C.注射による伝達疲労時の m. ext. poll. long. について
(右手, Mosso の ergograph 作業, 「m. ext. poll. long. dext.」測定)

被験者名	実験回数	正常 V/Vr 値	注 射 時				非 注 射 時			
			V/Vrの 最大値	増加率	恢復時間 (分)	Km (分)	V/Vrの 最大値	増加率	恢復時間 (分)	Km (分)
K. F.	8	1.09	1.60	1.47	25	0.55	1.32	1.21	12	0.61
S. K.	8	1.08	1.74	1.60	30	0.53	1.44	1.33	20	0.64
Y. A.	6	1.09	1.68	1.54	27	0.50	1.39	1.28	14	0.54
T. M.	3	1.07	1.50	1.39	19	0.55	1.28	1.19	11	0.57

正常 V/Vr 値から右は各実験回数の平均値を示す

第7図 収縮疲労時 S.C.C.注射による m. ext. poll. long の興奮性の変化
被験者: K. F. EX. 388 (rmh)

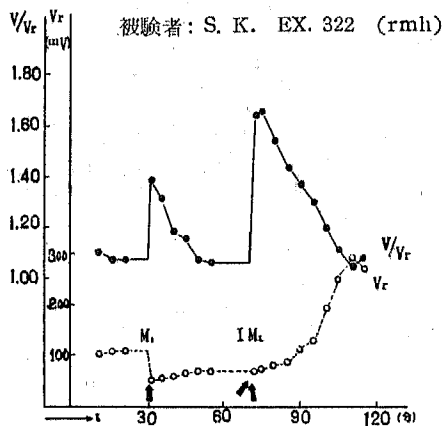


小さかった。Vr 値は注射時, 非注射時ともに不定であつた。

E 非疲労時に prostigmine, S.C.C.注射を併用したときの人体骨格筋の興奮性の変化

S.C.C. の作用を強化する prostigmine を, 5r/kg 皮下注射し, 5分後に S.C.C. 0.03mg/kg を肘静脈

第8図 伝達疲労時 S.C.C.注射による m. ext. poll. long の興奮性の変化について
I: S.C.C. 0.03mg/kg 15秒にて静注
M₁, M₂: Mosso の ergograph (3回/秒, 60秒間) の作業



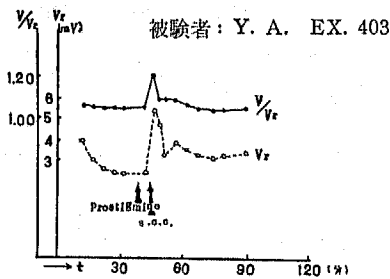
に15秒で注射した。m. rect. fem. の興奮性の変化を「筋」測定した。得られた数値を第6表に示した。1 実験例を第9図に図示した。prostigmine のみの注射による V/Vr 値の変化は殆んど認められなかつた。しかし S.C.C. を使用したとき, 注射直後から V/Vr 値は上昇し最大となり, 時間の経過と共に漸次減少して

正常値に恢復した。Vr値も同様の傾向を示した。この傾向はS.C.C.単独注射の場合と同様であり、唯作用時間が明らかに延長を示した。

第6表 安静時 Prostigmine, S.C.C. 併用注射による V/Vr 値の変化
「筋」測定

被験者名	実験回数	正常 V/Vr 値	V/Vr の最大値	併用時間 (分)
Y. A.	3	1.05	1.25	25
		1.05	1.21	23
		1.06	1.19	9
	平均	1.05	1.22	19
K. F.	1	1.06	1.39	20
A. A.	1	1.06	1.24	12

第9図 非疲労時に Prostigmine, S.C.C. 併用注射による m. rect. fem. の興奮性の変化 (rmf)



F 不随意性収縮疲労時に於ける prostigmine, S.C.C. 同時注射と S.C.C. 単独注射のときの比較

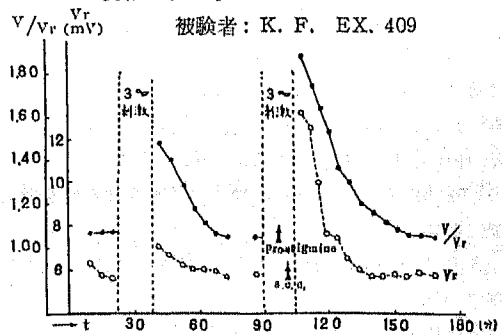
低周直角脈波 3 \sim , 3mA で、両側大腿直筋直接刺激を同時に15分間与えて、収縮疲労をおこし、prostigmine 5r/kg を刺激時間終了8分前に皮下注射し、S.

C.C. 0.03mg/kg を3分前に肘静脈に注射して、「筋」測定した。えた数値を第7表に示した。1実験例を第10図に図示した。併用注射時、非注射時ともに刺激終了直後、V/Vr 値は最大を示し、そののち時間の経過とともに減少して正常値となつた。注射時と非注射時との V/Vr 値の最大および恢復時間を比較すると、注射時の最大 V/Vr 値は非注射時のそれより増大していた。注射時の恢復時間は非注射時より延長した。Vr 値は共に不定であつた。

S.C.C. 単独注射時と prostigmine, S.C.C. 併用注射時の最大 V/Vr 値、恢復時間、Km 等を比較すると、併用時の最大 V/Vr 値は S.C.C. 単独注射のときと殆んど差がなかつた。併用時の恢復時間は単独のそれよりわずかに延長を示した。併用時 Km は単独のそれより常に大きな値を示したが差は殆んどなかつた。prostigmine, S.C.C. 併用注射時、S.C.C. 単独注射時、非注射時の数値を算出平均したものを第8表に示した。

私の実験では被験者は年令の接近した、若い人々であり、体重に応じて投与量を調節したが、ある程度の V/Vr 値の個人差はみられた。

第10図 収縮疲労時 Prostigmine, S.C.C. 併用注射による m. rect. fem. の興奮性の変化 (rmf)



第7表 Prostigmine, S.C.C. 併用注射による収縮疲労時の m. rect. fem. について
(両大腿直筋同時刺激, 「筋」測定)

被験者名	実験回数	正常 V/Vr 値	注 射 時				非 注 射 時			
			V/Vr の最大値	増加率	恢復時間 (分)	Km (分)	V/Vr 値の最大値	増加率	恢復時間 (分)	Km (分)
Y. A.	8	1.07	1.62	1.51	40	0.77	1.39	1.30	23	0.78
K. A.	3	1.07	1.65	1.54	34	0.64	1.46	1.36	23	0.63
A. A.	3	1.07	1.58	1.48	37	0.77	1.36	1.28	20	0.75
K. F.	3	1.07	1.87	1.74	51	0.68	1.48	1.39	30	0.77

正常 V/Vr 値から右は各実験回数の平均値を示す

第8表 Prostigmine, S. C. C. 併用注射時と S. C. C. 単独注射時
疲労による m. rect. fem. の興奮性の変化
(両側大腿直筋直接同時刺激, 「筋」測定)

	実験回数	正常 V/Vr 値	V/Vr の最大値	増加率	恢復時間(分)	Km(分)
非注射時	34	1.07 ±0.007	1.41 ±0.08	1.32	22 ±5.0	0.71
S. C. C. 法射時	17	1.08 ±0.007	1.73 ±0.10	1.61	34 ±6.2	0.56
S. C. C. + Prostigmine 注射時	17	1.07 ±0.005	1.66 ±0.09	1.55	40 ±6.8	0.73

正常 V/Vr 値から右は各実験回数の算術平均値

Ⅳ 考 察

動物ならびに人体に S. C. C. を作用させ、骨格筋弛緩作用を観察した報告は非常に多い。

Castillo^①らはネコの大腿直筋を電気刺激して、そのさい生じた筋の強縮は、0.3乃至0.26mg/kgのS. C. C. を静注することによって、すみやかに消失して、筋が弛緩することを述べている。

そのほか Argent^②らは S. C. C. の各種の動物について、種々の投与量で、諸骨格筋に対する弛緩作用を報告している。

Mayerhofer^③は人体に、無麻酔下で、S. C. C. を投与し、1) 0.125乃至0.5mg/kgで筋弛緩作用を認め、2) 0.25mg/kgか、これ以上の量で短時間に注射をおこなったときは、麻痺に先立つて筋の fibrillation がおこつた。しかし2分以上の注射時間では、このような fibrillation はみられなかつた。又3) 0.125乃至0.5mg/kg量では、感覚、血圧、心電図などに影響を与えなかつた。

そのほか人体に於ける筋弛緩作用についても多くの報告がある。

人体に対する S. C. C. の応用上でもつとも問題になるのは apnea と筋弛緩に先立つ fibrillation とである。これは投与量と投与方法および被験者の cholinesterase (ChE) の血中の状態とが大いに関係する。Foldes^④らによると、0.6mg/kgを30秒間に静注したときわずかな fibrillation と、約180秒間続く apnea がみられた。

Argent^②等は0.3乃至1.0mg/kgの静注で、5乃至100秒間続く apnea を認めている。

そのほか S. C. C. 投与によつて apnea 発生に関する研究は非常に多い (Johnson, P. D.^⑤, Forbat, A.^⑥, Richard, L. I.^⑦, Smith, D. L.^⑧, Irwin, R. L.^⑨)。

私はできるだけ fibrillation と apnea がおこらず、しかも神経・筋伝達に影響を与えうる量をしらべた結果 S. C. C. 0.03mg/kg を15秒間で注射することによつて、これらの現象はみられなかつた。唯きわめて軽度の眩暈を訴えた。血圧の変化は認められなかつた。また本投与量で神経・筋伝達に影響しうかどうかを、大腿直筋に低周角脈波刺激を与えたときの筋肥大曲線に及ぼす変化からみると、約2乃至3分間収縮高の低下がみられた。

本投与量及び静注時間で、各種の条件下における V/Vr 値の変化を観察したが、各実験を通じて、刺激をせず S. C. C. 投与のみで V/Vr 値は増加を示した。

S. C. C. の筋弛緩に対する作用機序は種々の説があるが、いずれも S. C. C. によつて、広義の筋興奮性の低下をきたし、従つて値が増加したと考えられる。

つぎに各個の実験成績についてその結果を検討すると次のようである。

A 安静時に S. C. C. を投与したさい。V/Vr 値は明らかに増大した。これは次のように考えられる。即ち筋は静止時においても筋のトーンヌがあり、これは安静時でも中枢からの impulse が伝搬されるから S. C. C. 投与のときは、筋・神経伝達障害によつて、この正常時の筋のトーンヌが低下し、したがつて V/Vr 値が増大するのであろう。

つぎに S. C. C. 投与による V/Vr 値の変化が正常値に戻るまでの時間的経過は他の筋弛緩剤とくらべて、S. C. C. の作用はもつとも短いものである。これは S. C. C. が体内で ChE によつて、すみやかに分解されるためである。Whittaker^⑩および Tsuji^⑪らの研究により、S. C. C. は ChE によつて succinylmonocholine と choline とに分解され、さらに succinylmonocholine が succinic acid と choline に分解されることが明らかになつた。このように、体内ですみやかに破かいされるので、体外へ未変化のまま排泄される量

は非常に少い。これに対し、他の筋弛緩剤は、大部分未変化のまま、体外へ排泄されるので、作用時間が長いと考えられている。

既述のように S.C.C.作用期間は mechanogramu では 2乃至3分であつたがこれを V/Vr 法で測定すると 6分乃至19分であつた。これは本実験で使用した V/Vr 法は、測定がより精密であるといえよう。

つぎに安静時に prostigmine 5r/kg をあらかじめ皮下注射したのち、S.C.C.を静注して、V/Vr 値の変化をみた。prostigmine が、非脱分極性筋弛緩剤である d-tubocurarine に対しては、拮抗的に、S.C.C.のような脱分極性筋弛緩剤に対しては増強的に作用するといわれている (Somers¹⁰)。

私の実験結果では、prostigmine の前投与によつて V/Vr の最大値は、S.C.C.単独注射時とくらべて、わずかな増加を示したが、回復時間の延長は著しかつた。

B つぎに私は筋、神経の興奮性の低下をきたすところの、各種条件即ち伝達疲労をおこす Mosso の ergograph の作業、収縮疲労をおこす低周直角脈波刺激 (3~, 3mA, 15分間) による、両側大腿直筋直接刺激を同時に加え、m. ext. poll. long. について測定、

m. rect. fem. の「筋」測定、両側大腿直筋直接刺激を同時に加え「神経」を測定して、S.C.C.の効果を検討した。

これら各種の条件下で、いずれも S.C.C.の非注射時の場合より、最大 V/Vr 値は増大し、回復時間は延長した。ただし Kn および Km は非注射時とほとんど差異がなかつた (第11図の shema 参照)。

これら低周直角脈波刺激および Mosso の作業によつて、筋・神経の興奮性の低下がおきことはすでに和合^{10,11}、松原^{20,21}、岸^{22,23}および私²⁴も報告したことである。疲労刺激を加えたときに、S.C.C.を投与すれば、安静時に S.C.C.を注射したときと同じ理由で、伝達障碍の結果おこる筋被刺激性の低下が、疲労のときの筋・神経の興奮性の低下に重なり一層の V/Vr 値の増大が現れ、また実験条件差異によつて、非注射時の V/Vr 値はそれぞれ異なり、あらわれる疲労の型もことなるが、S.C.C.投与による最大 V/Vr 値の増大や、回復時間の延長の割合が、実験条件の差異に関係せず、ほぼ同じ数値を示すことは、S.C.C.の薬理作用からみて、当然であろう。つぎに低周直角脈波による、両側大腿直筋直接刺激を同時に行い、疲労をおこし、そのときあらかじめ、prostigmine を投与すれば、S.C.C.のみを投与した場合とくらべて、回復時間そのほかに大きな差異がみとめられなかつた。これは疲労によつて V/Vr 値の増加が著明となり、ChE の作用が覆い隠れたからであろう。

V 結 論

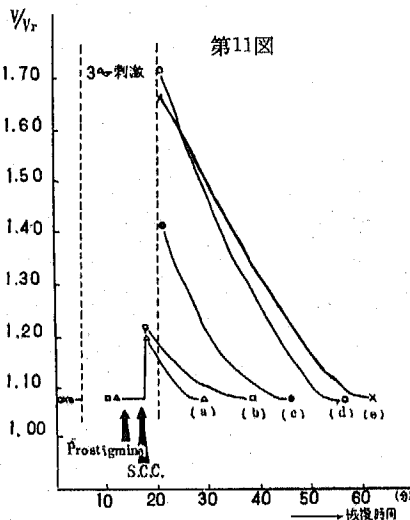
人体に S.C.C.の微量 0.03mg/kg を静注し、非疲労時、収縮疲労時および伝達疲労時における人体骨格筋の興奮性の変化を測定した。又少量の S.C.C.と prostigmine との併用注射による、非疲労時および収縮疲労時における人体骨格筋の興奮性の変化を、和合の 0.75μF V/Vr 法により調べた。

I S.C.C. の注射によつて非疲労時人体骨格筋の興奮性の変化について。

注射後 V/Vr 値は増大し、時間の経過とともに下降し、正常値に回復した。

II S.C.C. 注射による収縮疲労のときの人体骨格筋の興奮性の変化について

最大の V/Vr 値は、注射時は非注射時より増大し、回復時間については、注射時は非注射時より延長した。Km および Kn は、注射時は非注射時と差は殆ん



第11図

SHEMA

- (a): 安静時 S.C.C.注射による V/Vr 値の変化
- (b): 安静時 S.C.C., prostigmine 注射併用による V/Vr 値の変化
- (c): 非注射時疲労の V/Vr 値の変化
- (d): S.C.C.注射時疲労の V/Vr 値の変化
- (e): S.C.C., prostigmine 注射併用時疲労の V/Vr 値の変化

どなかつたが、注射時は非注射時より例外なく小さい値であつたことは意義あるものと考へる。

III S.C.C. 注射による伝達疲労のさいの人体骨格筋の興奮性の変化について。

注射時と非注射時についての最大 V/V_r 値、恢復時間、Km 等の変化は収縮疲労時とまったく同じ傾向を示した。

IV 非疲労時の prostigmine および S.C.C. 併用注射したときの m. rect. fem. の興奮性の変化。

S.C.C. 単独注射時と同じ傾向を示したが、最大の V/V_r 値は、併用注射時は単独注射時よりやや大きな値を示し、作用時間については、S.C.C. 併用注射時は単独注射時より明らかな延長を示した。

V Prostigmine および S.C.C. 併用注射時による収縮疲労のさいの m. rect. fem. の興奮性の変化。

最大の V/V_r 値は、併用注射時は非注射時より増大した。恢復時間は、併用注射時は非注射時より延長した。Km は併用注射時、非注射時ともに値は同じであつた。

併用注射時と単独注射時とを比較すると、最大の V/V_r 値は、ほとんど同じであつた。恢復時間は、併用注射時の方がやや延長を示した。Km は、併用注射時の方が常に大きな値を示したが差はほとんどなかつた。

VI S.C.C. を注射したときは、これはトーマス減少剤であるから、筋収縮のためにより大きな刺激を必要とすることは、非疲労時および疲労時ともに予期した結果であつた。

疲労時の S.C.C. 注射したときの恢復時間は同様の理由で非注射時より延長した。

S.C.C. の作用を助長する prostigmine と S.C.C. を併用注射したときは、安静時では S.C.C. 単独注射時より作用時間の明らかな延長がみられた。

疲労時の prostigmine と S.C.C. 併用注射時恢復時間は、S.C.C. 単独注射のときの恢復時間と大きな差異が認められなかつた。これは疲労によつて V/V_r 値の増加が著明となり、prostigmine の作用が覆い隠れたからであろう。

後記

稿を終るに当り、本研究に際し、終始御懇篤なる御指導を給わり、論文作成に当つては御校閲の勞をとられた。恩師和合卯太郎教授に衷心より感謝を捧げる。

文 献

- ①Castillo, J. C. and Beer, E. J. Pharmacol. & Exper. Therap., 99, 458, 1950 ②Argent, D. E., Ginnick, O. P. & Hobbiger, F. Brit. J. Anesth. 27, 24, 1955 ③Mayrhofer, O. K. Brit. M. J. 1, 1332, 1952 ④Folds, F. F., Swerdlow, M., Lipschitz, E., Hees, G. R. Van & Shanor, S. P. quoted from "Muscle Relaxants in Anesthesiology" ⑤Johnson, P. D. Brit. J. Anesth. 26, 427, 1954 ⑥Forbat, A, Lehman, H. & Silk, E. Lancet, 1067, 1953 ⑦Richard, L. I. & Wells, J. B. J. Pharmacol. & Exp. Therap. 119, 329, 1957 ⑧Smith, D. L. & Virtue, R. W. Anesthesiology, 15, 42, 1954 ⑨Irwin, R. L. & Wells, J. B., Whithead, R. W. ibid 17, 759, 1956 ⑩Somers, G. F. Brit. J. Pharmacol. 8, 19, 1953. ⑪Whittaker, V. P. & Wijisundera, S. Biochem. J. 52, 475, 1952 ⑫Tsuiji, F. I., Foides, F. F. & Rhodes, D. H. Arch. internat. pharmacodyn, 104, 146, 1955 ⑬Foides, F. F. Brit. J. Anesth. 26, 394, 1954 ⑭Pathon, W. D. M. Anesthesia, 8, 151, 1953 ⑮和合卯太郎 日本生理誌 3, 225, 1938 ⑯和合卯太郎 信州大学紀要 2, 17, 1952. ⑰和合卯太郎 信州大学紀要 3, 106, 1953 ⑱和合卯太郎 信州大学紀要 4, 87, 1954 ⑲和合卯太郎 日本生理誌 18, 965, 1956 ⑳松原幹彦 信州医学雑誌 8, 392, 1959 ㉑松原幹彦 信州医学雑誌 8, 738, 1959 ㉒岸 茂 信州医学雑誌 8, 288, 1959 ㉓岸 茂 信州医学雑誌 8, 296, 1959 ㉔田辺盛美 信州医学雑誌