

人体骨格筋の疲労に対する Adrenaline, Nor-adrenaline, glucuronic acid の影響

第 2 編 伝達疲労 (人体の筋・神経の興奮性の研究 第 43 報)

昭和 34 年 8 月 31 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)

渥 美 英 雄

Influences of Adrenaline, Nor-adrenaline and Glucuronic acid on Human Fatigue

Part 2. Transmission Fatigue (Studies on the Excitability of Nerve and Muscle in Man XL 111)

Hideo Atumi

1st Institute of Physiology, medical College, Shinshu University
(Director: Prof. U. Wago)

I 緒 言

Rosenblueth,^① del Pozo^② 等によれば、疲労には acetylcholine (Ach) の欠乏によつて起る伝達疲労と、筋自体の収縮能の減退による収縮疲労の 2 種があると報告されている。

和合及びその門下は、こゝ数年に亘り疲労についての一連の研究を行い、この説を支持している。

著者もその一部とし、て前報告^③に於いて、低周直角脈波の毎秒 3 回刺激による収縮疲労の研究で, adrenaline (Adr.), nor-adrenaline (Nor-adr.), glucuronic acid (gl. acid) の影響について観察し、三者とも収縮疲労の回復を速める事を認めた。そこで更にこれらの薬物を前報と同様に注射した際、伝達疲労に対して如何に影響するかを実験した。

又、最近前島^④は、葡萄糖過血糖を起した際、軽度な伝達疲労を軽減させる事を見ている。Adr. 注射によつても過血糖が起る事が、多くの研究により知られており^{⑤⑥}、草間^⑦は著者の研究と同じ量の Adr. (0.3cc) の注射により、時間的に過血糖の状態を見ている。そこで著者は、Adr. 過血糖と軽度な伝達疲労との関係も追究した。

II 実験方法

- 1) 実験装置及び方法、注射薬、その他の実験上の注意事項は、前報告と同様である。
- 2) 疲労を起す方法
 - A) 前報同様 Augospel の低周直角脈波を用いた。

然し前報では毎秒 3 回刺激を用いたが、本報告では刺激頻度を毎秒 60 回、120 回とした。その他の条件は前報と同じである。

B) Adr. 過血糖を起した際の疲労を起す方法としては、被験下肢を寝台上で伸展したまま、脛骨末端に 5kg の重りをかけ、40 秒間負荷させた。このとき m. rectus femoris を含む下肢伸展筋群のみ力を入れる事を許し、他の部の筋には力を入れさせない様にした。

III 実験成績

1) 非注射時に於ける疲労

A) 測定側疲労

i) 毎秒 60 回刺激による疲労

疲労刺激終了後 V/Vr 値は最高を示し、のち暫時下降しながら正常値に戻った。このときの疲労曲線は、毎秒 3 回刺激の場合と趣を異にした。即ち最高値は 2 倍以上大きく、比較的急激な傾斜を取りながら正常値に戻った (第 1, 2 図前半)。

筋直接及び間接測定とも、V/Vr の増加率 (i. r.) は、1.40~1.60 が大部分をしめ、毎秒 3 回刺激の場合の 1.10~1.20 に較べ i. r. は大きな値であつた。然し回復時間 (r. t.) は 20~30 分が多く、回復時間恒数 Km, Kn は共に 0.5~0.60 分であり、毎秒 3 回刺激の場合の約 1/2 であつた (第 1 表 1)。

Km と Kn の関係を各被験者についてみると Km と Kn は略等しい値であつた (第 1 表 2)。この事は毎秒 3 回刺激の場合と同様であり、和合^⑧の報告している

第1表 毎秒60回刺激による測定側疲労
(非注射時)

1) 同一被験者 (T.O.)

実験番号	V/Vr 正常値	V/Vr 最大値	増加率	回復 時間	Km	Kn
126	1.07	1.49	1.39	21	0.54	
142	1.08	1.58	1.46	26	0.57	
162	1.08	1.72	1.59	34	0.58	
174	1.08	1.54	1.43	25	0.58	
228	1.10	1.59	1.45	25	0.56	
平均	1.08	1.58	1.46	26	0.57	
178	1.09	1.66	1.52	27		0.52
196	1.08	1.57	1.45	28		0.62
200	1.10	1.80	1.64	33		0.52
平均	1.09	1.68	1.54	29		0.55

Km=Kn

2) 各被験者

被験者	例数	Km	例数	Kn	Kn/Km
T.O.	5	0.57	3	0.55	-4%
T.S.	5	0.56	3	0.60	+7%
M.S.	5	0.57	3	0.53	-7%

Km=Kn

第2表 毎秒120回刺激による測定側疲労
(非注射時)

1) 同一被験者 (T.O.)

実験番号	V/Vr 正常値	V/Vr 最大値	増加率	回復 時間	Km	Kn
122	1.06	1.63	1.54	26	0.48	
138	1.10	1.63	1.48	25	0.52	
144	1.09	1.63	1.49	22	0.45	
182	1.08	1.58	1.46	25	0.54	
224	1.10	1.63	1.48	24	0.50	
平均	1.09	1.62	1.49	24	0.50	
148	1.08	1.74	1.61	31		0.51
154	1.05	1.57	1.49	23		0.47
158	1.07	1.63	1.52	28		0.54
平均	1.07	1.65	1.54	27		0.50

Km=Kn

2) 各被験者

被験者	例数	Km	例数	Kn	Kn/Km
T.O.	5	0.50	3	0.50	0%
T.S.	5	0.52	3	0.54	+4%
M.I.	5	0.53	3	0.55	+4%

Km=Kn

様に不随意性疲労の特長である。

ii) 毎秒120回刺激による疲労

このときの疲労曲線は、前項の60回刺激の疲労と同様な曲線を得た。又 Km と Kn は、60回刺激と同様 0.50~0.60分であり、Km と Kn は等しい値であつた(第2表1, 2)。

上述の実験結果から、毎秒60回刺激による疲労と毎秒120回刺激による疲労とは、同種の疲労と考えられる。

B) 非測定側疲労

i) 毎秒60回刺激による疲労

毎秒3回の非測定側刺激の疲労のとき、V/Vr 値は増加しなかつた。即ち非測定側では疲労曲線は得られなかつた。これに反し毎秒60回刺激では、前項の測定側刺激の疲労と同様、疲労曲線が得られた。i.r. は1.40前後であり、Km は0.50~0.60分と測定側疲労の場合と同様であつた(第3表1, 2)。

ii) 毎秒120回刺激による疲労

この場合の疲労曲線は測定側刺激の疲労と殆んど同じ経過を辿つた。i.r. は1.40前後であり、Km は0.50~

第3表 毎秒60回刺激による非測定側疲労
(非注射時)

1) 同一被験者

実験番号	V/Vr 正常値	V/Vr 最大値	増加率	回復 時間	Km
298	1.09	1.52	1.39	21	0.54
304	1.09	1.53	1.40	23	0.58
310	1.08	1.54	1.43	26	0.61
平均	1.09	1.53	1.44	23	0.58

2) 各被験者

被験者	例数	Km
T.O.	3	0.58
T.S.	3	0.56
M.S.	3	0.56

0.60分であつた(第4表1, 2)。

以上の実験成績から、毎秒60回、120回の測定側及び非測定側の刺激は、共に同種の疲労を起した。

2) Adr. の影響

疲労刺激終了直後に Bosmin 0.3ccを注射し、この

第4表 毎秒120回刺激による非測定側疲労
(非注射時)

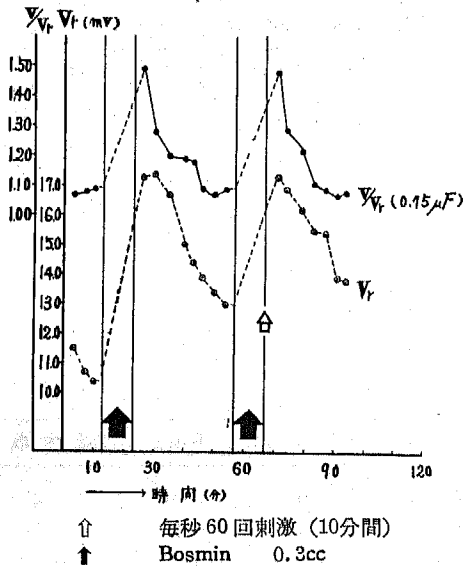
1) 同一被験者 (T.O.)

実験番号	V/Vr 正常値	V/Vr 最大値	増加率	恢復時間	Km
320	1.07	1.55	1.45	25分	0.56分
361	1.10	1.51	1.37	20	0.54
364	1.09	1.48	1.36	20	0.56
平均	1.09	1.51	1.39	22	0.55

2) 各被験者

被験者	例数	Km
T. O.	3	0.55分
T. S.	3	0.54
M. I.	3	0.52

第1図 Adr.の影響 (測定側疲労)
被験者 (T.O.)



ときの疲労を測定した。

A) 測定側疲労

i) 毎秒60回刺激による疲労

Adr.を作用させたときは非注射時と同様に疲労曲線は得られた。このときの疲労曲線の全経過は非注射例と殆んど等しかった(第1図)。

V/Vrのi.r.は非注射例と較べ殆んど等しく、1.40前後であった。Km, Knは非注射例と較べ多少減少している(第5表1)。

第5表 Adr.の影響
毎秒60回刺激による測定側疲労

1) 同一被験者 (T.O.)

実験番号	V/Vr 正常値	V/Vr 最大値	増加率	恢復時間	Km	Kn
127	1.07	1.48	1.38	17分	0.45分	
143	1.08	1.54	1.43	22	0.51	
163	1.08	1.52	1.41	21	0.51	
175	1.08	1.61	1.49	27	0.55	
229	1.10	1.55	1.41	21	0.51	
平均	1.08	1.54	1.42	22	0.51	
179	1.09	1.62	1.49	25		0.51
197	1.08	1.66	1.54	31		0.57
201	1.10	1.68	1.53	26		0.49
平均	1.09	1.65	1.52	27		0.52

Km=Kn

2) 各被験者

被験者	例数	Km	減少率	例数	Kn	減少率
T. O.	5	0.51分	-11%	3	0.52分	-6%
T. S.	5	0.53	-5	3	0.54	-10
M. S.	5	0.53	-7	3	0.50	-6

Km=Kn

註) Kを非注射時のKm(Kn), K'を注射時のKm(Kn)

$$\text{とすれば減少率(\%)} = \frac{K - K'}{K} \times 100$$

第6表 Adr.の影響

毎秒120回刺激による測定側疲労

1) 同一被験者 (T.O.)

実験番号	V/Vr 正常値	V/Vr 最大値	増加率	恢復時間	Km	Kn
123	1.06	1.65	1.56	25分	0.45分	
139	1.10	1.59	1.45	21	0.47	
145	1.09	1.46	1.34	15	0.44	
183	1.08	1.54	1.43	21	0.49	
225	1.10	1.70	1.54	27	0.50	
平均	1.09	1.59	1.46	22	0.47	
149	1.08	1.65	1.55	26		0.47
155	1.05	1.59	1.52	24		0.46
159	1.07	1.57	1.47	22		0.47
平均	1.07	1.61	1.51	24		0.47

Km=Kn

2) 各被験者

被験者	例数	Km	減少率	例数	Kn	減少率
T. O.	5	0.47 ^分	-6%	3	0.47 ^分	-6%
T. S.	5	0.47	-10	3	0.50	-7
M. I.	5	0.49	-8	3	0.51	-7

$Km \approx Kn$

第7表 Adr. の影響

毎秒60回刺激による非測定側疲労

1) 同一被験者

実験番号	V/Vr 正常値	V/Vr 最大値	増加率	恢復時間	Km
299	1.09	1.53	1.40	21分	0.53分
305	1.09	1.65	1.51	25	0.49
311	1.08	1.62	1.50	25	0.50
平均	1.09	1.60	1.47	24	0.51

2) 各被験者

被験者	例数	Km	減少率
T. O.	3	0.51 ^分	-12%
T. S.	3	0.51	-9
M. S.	3	0.50	-11

各被験者の Km, Kn の平均値は 0.50分 前後であり、非注射例との減少率は 5~11% であった。Adr. はこの種の疲労に対して、全被験者について例外なく減少率をやゝ増大させている(第5表2)。又 Km と Kn の値は略等しかった。

ii) 毎秒120回刺激による疲労

120回刺激による疲労に、Adr. を注射したときの疲労曲線は、前項の60回刺激の場合と殆んど等しい結果を示した。i.r. は 1.40~1.60 であり、Km は 0.45~0.50分 であった(第6表1)。

各被験者の Km, Kn の平均値及び減少率は、前項の60回刺激の疲労と殆んど等しい値であり、全被験者に例外なく Km, Kn の多少の減少が見られた(第6表2)。即ちこのときの疲労にも Adr. はやゝ恢復時間を速めた。

B) 非測定側疲労

毎秒60回及び120回刺激による非測定側疲労のときの Adr. の影響は、測定側疲労と同様であった。即ち何れの場合でも、Km は非注射例と較べ約10%の減少を示し、測定側疲労のときの減少率と略等しく、

第8表 Adr. の影響

毎秒120回刺激による非測定側疲労

1) 同一被験者 (T. O.)

実験番号	V/Vr 正常値	V/Vr 最大値	増加率	恢復時間	Km
321	1.07	1.51	1.41	21 ^分	0.51 ^分
362	1.10	1.53	1.39	18	0.46
367	1.09	1.55	1.42	19	0.45
平均	1.09	1.53	1.41	19	0.47

2) 各被験者

被験者	例数	Km	減少率
T. O.	3	0.47 ^分	-15%
T. S.	3	0.49	-9
M. I.	3	0.48	-8

第9表 Nor-Adr. の影響

毎秒60回刺激による測定側疲労

1) 同一被験者 (T. O.)

実験番号	V/Vr 正常値	V/Vr 最大値	増加率	恢復時間	Km
282	1.08	1.59	1.47	29 ^分	0.62 ^分
287	1.10	1.67	1.52	28	0.54
290	1.08	1.56	1.44	23	0.52
339	1.08	1.58	1.46	24	0.52
340	1.09	1.62	1.49	25	0.51
平均	1.09	1.60	1.48	26	0.54

2) 各被験者

被験者	例数	Km	減少率
T. O.	5	0.54 ^分	-4%
T. S.	5	0.51	-9
M. S.	5	0.55	-4

Adr. はこの種の疲労に対しても多少有効であった。即ち恢復時間がやゝ減少した(第7表1, 2, 第8表1, 2)。

3) Nor-adr. の影響

疲労刺激終了直後 NOR-adrenalin 0.3cc を注射し、このときの疲労の影響を観察した。

A) 測定側疲労

毎秒60回及び120回刺激による疲労に対して Nor-

第 10 表 Nor-Adr. の影響
毎秒 120 回 刺激による測定側疲労
1) 同一被験者 (T. O.)

実験 番号	V/Vr 正常値	V/Vr 最大値	増加率	恢復 時間	Km
274	1.09	1.52	1.39	20 分	0.51 分
280	1.09	1.52	1.39	21	0.54
292	1.10	1.60	1.45	22	0.49
352	1.09	1.54	1.41	19	0.46
354	1.10	1.59	1.45	21	0.47
平均	1.09	1.55	1.42	21	0.49

2) 各被験者

被験者	例数	Km	減少率
T. O.	5	0.49 分	- 2 %
T. S.	5	0.50	- 4
M. I.	5	0.51	- 4

第 11 表 Nor-Adr. の影響
毎秒 60 回刺激による非測定側疲労
1) 同一被験者 (T. O.)

実験 番号	V/Vr 正常値	V/Vr 最大値	増加率	恢復 時間	Km
312	1.06	1.52	1.43	23 分	0.54 分
314	1.09	1.57	1.44	25	0.57
318	1.08	1.58	1.46	23	0.50
平均	1.08	1.56	1.44	24	0.54

2) 各被験者

被験者	例数	Km	減少率
T. O.	3	0.54 分	- 7 %
M. S.	3	0.51	- 9
T. S.	3	0.49	- 10

adr. を注射したときの疲労曲線は、Adr. を作用させたときと殆んど同様の結果であった。即ち両者とも V/Vr の i. r. r. t. は、非注射例と殆んど等しかった。Km は非注射例と較べ全例にやゝ減少が見られた。この事は Adr. 注射例の場合と同様であり、Nor-adr. もこの種の疲労に対してやゝ有効である。(第 9 表 1, 2, 第 10 表 1, 2)。

B) 非測定側疲労

毎秒 60 回及び 120 回の非測定側刺激によつて起した

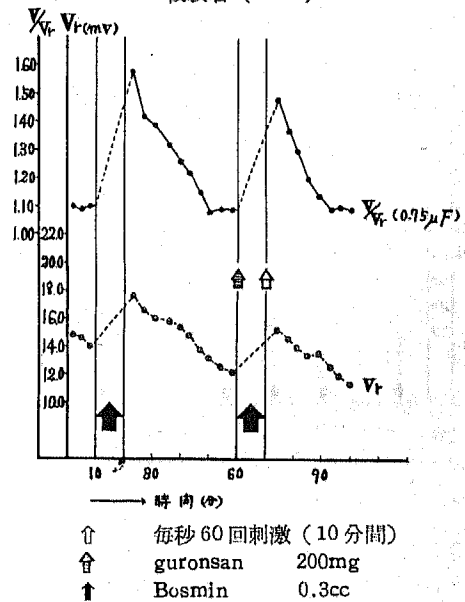
第 12 表 Nor-Adr. の影響
毎秒 120 回刺激による非測定側疲労
1) 同一被験者 (T. O.)

実験 番号	V/Vr 正常値	V/Vr 最大値	増加率	恢復 時間	Km
356	1.09	1.56	1.43	21 分	0.49 分
365	1.09	1.54	1.41	19	0.46
370	1.09	1.53	1.40	18	0.45
平均	1.09	1.54	1.41	19	0.47

2) 各被験者

被験者	例数	Km	減少率
T. O.	3	0.47 分	- 15 %
T. S.	3	0.48	- 13
M. I.	3	0.47	- 10

第 2 図 gl. acid と Adr. 併用の影響 (測定側疲労)
被験者 (M. S.)



疲労に対し、Nor-adr. を作用させたときの疲労曲線は、両者とも測定側疲労のときと同様であり、Km は非注射例に比し約 10% の減少を示した。この事は測定側疲労の場合と同様に、この種の疲労に多少有効であることを示した (第 11 表 1, 2, 第 12 表 1, 2)。

4) gl. acid と Adr. との併用による影響

疲労を起す為の刺激直前に guronsan 200mg を、刺激終了直後 Bosmin 0.3cc を注射し、このときの

第13表 Gl. acidとAdr.との併用の影響
毎秒60回刺激による測定側疲労

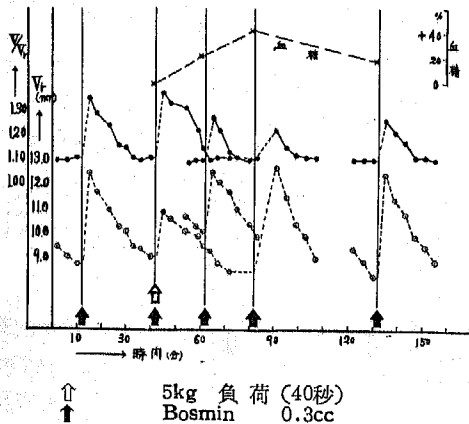
1) 同一被験者 (M. S.)

実験番号	V/Vr 正常値	V/Vr 最大値	増加率	恢復時間	Km
334	1.10	1.48	1.35	18分	0.51分
336	1.08	1.58	1.46	21	0.46
338	1.10	1.58	1.44	22	0.50
341	1.10	1.49	1.35	16	0.46
343	1.09	1.49	1.37	16	0.43
平均	1.09	1.52	1.39	19	0.47

2) 各被験者

被験者	例数	Km	減少率
M. S.	5	0.47分	-18%
T. O.	5	0.45	-21
T. S.	5	0.49	-12

第3図 過血糖と伝達疲労
被験者 T. O.



影響を検べた。

毎秒60回刺激による測定側疲労の疲労曲線は、刺激後 V/Vr 値は最高を示し、その大きさは非注射例或は Adr., Nor-adr. 注射例と殆んど同じであり、正常に戻る経過は上記の3者より急であつた(第2図)。

V/Vr の i. r. は非注射例と較べ殆んど等しい値を示した。各被験者の Km の平均値は約 12~21% の減少が見られた(第13表 1, 2)。この事から gl. acid と Adr. との併用注射例では、恢復過程を短縮した。

5) Adr. 過血糖と伝達疲労

被験下肢に 5 kg の重りを 40 秒間負荷させて疲労を

第14表 Adr. 過血糖と随意性伝達疲労
下肢5Kg40秒間負荷

被験者 T. O.

実験番号	V/Vr 正常値	V/Vr 最大値	増加率	恢復時間	Km
非注射時					
382 ①	1.09	1.32	1.21	18分	0.86
385 ①	1.09	1.34	1.23	18	0.78
386 ①	1.08	1.29	1.20	17	0.85
395 ①	1.10	1.28	1.16	15	0.94
400 ①	1.08	1.32	1.22	19	0.86
平均	1.09	1.31	1.20	17	0.86
注射直後					
382 ②	1.09	1.25	1.15	12	0.80
385 ②	1.09	1.36	1.25	19	0.76
386 ②	1.08	1.34	1.24	22	0.92
395 ②	1.10	1.27	1.15	13	0.87
400 ②	1.08	1.25	1.16	12	0.75
平均	1.09	1.29	1.19	16	0.82
注射後20分					
388	1.09	1.26	1.15	11	0.73
389	1.08	1.23	1.14	11	0.79
391	1.09	1.30	1.19	15	0.79
393	1.08	1.26	1.17	14	0.82
402	1.10	1.29	1.17	14	0.82
平均	1.09	1.27	1.16	13	0.79
注射後40分					
382 ③	1.09	1.17	1.07	6	0.86
385 ③	1.09	1.21	1.11	9	0.82
386 ③	1.08	1.25	1.16	11	0.69
395 ③	1.10	1.19	1.08	6	0.75
400 ③	1.08	1.18	1.09	7	0.78
平均	1.09	1.20	1.10	8	0.78
注射後40分					
404	1.09	1.25	1.15	12	0.80
405	1.08	1.26	1.17	13	0.77
496	1.09	1.23	1.13	11	0.85
407	1.09	1.26	1.16	13	0.81
409	1.08	1.25	1.16	12	0.75
平均	1.09	1.25	1.15	12	0.80

起し、この非注射時疲労を対称実験として、Adr. 0.3cc 注射の直後、注射後 20 分、40 分及び 90 分に同様の疲労を起し比較検討した。

対称実験の疲労曲線は、負荷直後の測定で V/Vr は最高を示し、その後急激な傾斜を描いて正常値に戻つた。Adr. 注射後上記の時間にも疲労曲線は得られた。Adr. 注射により血糖値が上昇するに従つて、V/Vr の最高値は小さくなり、血糖値が下降するに従つて、

第 15 表 ADr. 過血糖と随意性伝達疲労 — 下肢 5Kg 40秒 間負荷 —
各被験者

被験者	例数	非注射時		注射直後		注射 20 分 後		注射 40 分 後		注射 90 分 後	
		増加率	Km	増加率	Km	増加率	Km	増加率	Km	増加率	Km
T. O.	5	1.20	0.86	1.19	0.82	1.16	0.79	1.10	0.78	1.15	0.80
T. S.	5	1.19	0.83	1.19	0.81	1.17	0.80	1.07	0.81	1.16	0.80
M. S.	5	1.21	0.83	1.20	0.79	1.16	0.76	1.12	0.78	1.16	0.82

V/Vr の最高値は大きくなっている (第 3 図)。

Adr. 注射後 40 分で血糖値は最高となり、このとき i. r. は全例において減少が見られた。即ち非注射例の i. r. の平均値が 1.20 前後であつたが、このときは 1.10 前後と減少している。

Adr. 注射後 20 分及び 90 分のとき、血糖値は中等度増加し、このとき i. r. の平均値は 1.15 前後であり、非注射例に較べやゝ減少している。

注射直後では非注射例と較べ有意な差は見られなかつた。

Km については、非注射例と較べ 10% 以下の減少を示した (第 14 表 第 15 表)。

IV 考 按

1) 伝達疲労について

del Pozo^②は猫の実験で、毎秒 30 回以上の頻度の刺激では伝達疲労が起り、20 回以下の頻度では収縮疲労が起り、20 回と 30 回との中間の頻度では伝達疲労と収縮疲労の混合したものが現われると報告している。

和合^④は毎秒 20 回の頻度の筋直接刺激では、Ach で抑制されない収縮疲労が起り、毎秒 180 回の頻度の短時間の刺激では、Ach で抑制出来る伝達疲労が起ると報告している。又高橋^⑤は刺激時間が長くても毎秒 180 回刺激では、伝達疲労が、毎秒 20 回刺激では収縮疲労が主として起ると云つており、Km 及 Kn は、収縮疲労では伝達疲労の倍若しくはそれ以上であつたと報告している。又和合^④は、下肢に負荷を加えたとき、当然疲労が現われないとと思われる手において疲労を測定した際、同じ様な疲労が現われた事を見ており、この種の疲労が Ach の注射で抑制される事から伝達疲労であるといつている。

著者の行つた毎秒 60 回及び 120 回刺激による疲労では、収縮疲労と較べ、増加率は大きく、Km, Kn は約 1/2 を示しており、又非測定側刺激の際にも疲労が現われた事から、毎秒 3 回刺激による収縮疲労と異つた疲労である事が考えられる。即ちこの種の疲労は、上述の和合、高橋の実験と一致する事、又毎秒 60 回及び

120 回の刺激を 10 分間筋直接及間接に加えて起した疲労が、Ach で抑制される事から、Rosenblueth の云う伝達疲労と考えられる。

2) ADr., Nor-adr. の影響について

Adr., Nor-adr. の伝達疲労に対する影響は、何れの場合においても異なる傾向を示さなかつた。即ち増加率は非注射例と殆んど変らなかつた。この事は非注射時と較べ ADr., Nor-adr. の有無によつて、筋の興奮性に変化を与えない事を意味する。Km, Kn は非注射例と較べ 10% 前後の減少率を示した。即ち多少ではあるが全例に減少が見られた事は、Adr., Nor-adr. 共に、この種の伝達疲労の恢復過程を速める傾向を示している。伝達疲労は、neuromuscular junction 或は血中の Ach の減少乃至欠乏によつて起ると云われているので、①② ADr. 及び Nor-adr. は、血糖増加、筋神経直接作用、その他の作用によつて、Ach の減少乃至欠乏を正常状態に戻す作用を持つていと考えられる。

3) gl. acid と ADr. との併用による影響

gl. acid を単独で伝達疲労に作用させたときの影響は、和合^④その他によつて殆んど無効であると報告されている。又 ADr. 単独使用では上述の通り伝達疲労に対してやゝ有効であつた。前報告で毎秒 3 回の低周直角脈波による収縮疲労に対して、gl. acid と ADr. を併用注射したとき、恢復過程が相当短縮したので、前報告と同様の注射方法によつて、毎秒 60 回、120 回刺激によつて起した伝達疲労に如何に影響するかを検べた。その結果上述の実験成績に示す通り、両者併用が伝達疲労に対しては、恢復過程を短縮することをみた。併用は ADr. 単独使用の場合より効果的であり、これら 2 種の薬品の協同作用によつて疲労の恢復過程を速めたものと思われる。

4) ADr. 過血糖と伝達疲労

下肢に 5 kg 40 秒間負荷して起した疲労は伝達疲労

である。この事は、和合^⑤によつて立証されている。

又最近前島は葡萄糖注射によつて過血糖を起した際、著者と同程度の伝達疲労を起し、このときの疲労を V/Vr 法で測定し、増加率が減少している事即ち疲労程度が少いことをみている。

Adr. 過血糖の際、上述の実験成績の通り、過血糖が最大増加時に、V/Vr の増加率の減少が明らかにみられ、中等度増加時には V/Vr の増加率は減少の傾向があつた。即ち Adr. 過血糖の増加分と伝達疲労の増加率の減少分との間には、比例関係がみられる。この点前島の実験と一致した。V/Vr の増加率が、疲労刺激が、同一であるにもかかわらず減少したことは、疲労の発生が少なかつた事を意味する。従つて血糖値の増量は、疲労に対して或る程度疲労抑制の作用があつた。Km は Adr. 注射後何れの測定でも、非注射時と較べてやゝ減少した。この事は、低周直角脈波によつて起した不随意性伝達疲労の場合と同様、恢復恢復を多少速めた。

V 結 論

1) 伝達疲労を起す為、低周直角脈波によつて毎秒 60 回、120 回の刺激を m. rectus femoris に直接、間接に加え、このときの疲労を 0.75 μ V/Vr 法で測定し、更に Adr., Nor-adr., gl. acid 及び Adr. との併用の影響を検べた。

2) 60 回及び 120 回の刺激による疲労は、共に V/Vr の増加率は毎秒 3 回刺激のときより大きく、Km, Kn は 3 回刺激の場合のそれより小さく約 1/2 の値であつた。又測定側疲労と非測定側疲労は、同じ程度の疲労がみられ、和合^{⑤⑥}、高橋^⑦等の研究と一致した。これらの毎秒 60 回、120 回頻度の刺激によつて起した疲労は、測定側及び非測定側疲労共に伝達疲労であつた。

3) Km と Kn とは殆んど等しい値であり、この事は不随意性疲労の特長である。

4) Adr. 注射の影響は、毎秒 60 回、120 回刺激による疲労に対して、V/Vr の増加率は非注射時と較べ殆んど増減なく、Km, Kn はやゝ減少をみた。即ち恢復過程を速めた。

5) Nor-adr. 注射の影響は、毎秒 60 回、120 回刺激による疲労に対して、Adr. と同様多少恢復過程を速めた。

6) gl. acid と Adr. との 2 者併用では、V/Vr の増加率は増減なく、Km, Kn は 12~21% の減少を示した。即ち恢復過程を速めた。

7) 被験下肢に 5 kg 40 秒間負荷して起した疲労は伝達疲労である。Adr. 過血糖の影響をみる為、Adr. 注射直後及び注射後 20 分、40 分、90 分後にこの種の疲労を起した。Km は稍減少し、V/Vr の増加率は過血糖が最大増加時に最も減少し、血糖値の増加が少なくなるに従つて増加率の減少は少なくなつていく。即ち V/Vr 中の増加率の減少分は、過血糖の増加分と比例関係がみられた。この事から Adr. 過血糖は伝達疲労に対して或る程度有効であつた。

附記：稿を終るに臨み、終始御懇篤なる御指導と御校閲を賜つた恩師和合卯太郎教授に対し深く感謝の意を表すると共に、実験に対し種々の御援助を戴いた下伊那赤十字病院菅龍雄院長に謝意を表する。

本論文の要旨は、昭和 33 年 8 月 第 4 回中部地区生理学会において発表した。

文 献

- ①Rosenbluth, A. & J. V. Luco Amer. J. Physiol., 126, 58, 1939 ②del Pozo, E. C. Amer. J. Physiol., 135, 763, 1942 ③深美英雄 本誌掲載
④前島忠夫 近日中本誌掲載予定 ⑤Bearn, A. G., Billing, B. & Sherlock, S. J. Physiol., 115, 430, 1951 ⑥上田英雄 日内会誌, 42, 605, 1953 ⑦草間次郎 信州医誌, 6, 385, 1957 ⑧和合卯太郎 信大紀要, 3, 115, 1953 ⑨和合卯太郎 日本生理誌, 18, 973, 1956 ⑩高橋重文 日本生理誌, 19, 314, 1957 ⑪和合卯太郎 信大紀要, 3, 116, 1953 ⑫和合卯太郎 信大紀要, 3, 112, 1953 ⑬岸 茂 信州医誌, 8, 292, 1959 ⑭Bacg, Z. M. Ann. P-hysiol., 10, 467, 1934 ⑮和合卯太郎 近日中日本生理誌掲載予定 ⑯和合卯太郎 信大紀要, 3, 121, 1953