



# 骨格筋の疲労に関する筋電図学的研究 (III) : 犬の後より駐立時における筋電図と単一NMUの放電間隔

田場, 典治

---

**(Citation)**

神戸大学農学部研究報告, 11(1):171-177

**(Issue Date)**

1973

**(Resource Type)**

departmental bulletin paper

**(Version)**

Version of Record

**(JaLCD0I)**

<https://doi.org/10.24546/00228473>

**(URL)**

<https://hdl.handle.net/20.500.14094/00228473>



## 骨格筋の疲労に関する筋電図学的研究

### Ⅲ 犬の後より駐立時における筋電図と単一 NMU の放電間隔

田 場 典 治\*

(昭和48年8月10日受理)

## ELECTROMYOGRAPHIC STUDIES ON THE FATIGUE OF THE SKELETAL MUSCLE

### III. The Discharge Interval of a Single NMU during Backward Inclined Standing in the Dog

Noriji TABA

#### Abstract

This experiment was designed to investigate the functional changes in the neuromuscular system during muscular fatigue, using the electromyogram, and was performed on three dogs. Each subject was forced to maintain the standing posture on a board inclined forward (backward inclined standing posture).

At first, antigravity muscles in action and intensity of their activity in the posture described above were investigated both immediately and 1.5 hours after standing. Then, while the subject was maintaining this position for 2 hours, the burst discharges of *M. flexor carpi ulnaris* and also *M. gastrocnemius* were observed and recorded in process of time. In addition, the discharge patterns of a single NMU were recorded. The discharge intervals of an NMU were measured and analysed according to the  $\bar{\tau}$ -s curve method.

The results obtained are as follows :

1. Many antigravity muscles showed activity in the backward inclined standing posture. Especially, in the Ventral Neck Muscles, *M. triceps brachii*, *M. biceps brachii*, *M. quadriceps femoris* and *M. gastrocnemius*, marked potentials were observed. The muscles acting immediately after standing did not change so much 1.5 hours after standing in intensity of their activity. However, it was observed that the changes in the activity of a few muscles took place : *M. gluteus* and *M. sartorius* which were inactive immediately after standing presented medium activity ; *M. rectus femoris* and *Mm. adductores* showed increased activity ; *M. quadriceps femoris* did decreased activity.

2. In 30 minutes after standing, *M. flexor carpi ulnaris* and *M. gastrocnemius* produced more marked burst discharges, as observed in tonic muscle, than that produced immediately after standing. But these muscles presented the discharges showing a tendency to group 1 hour after standing, and the regular grouping voltage, 1.5-2 hours after standing.

3. Compared with the  $\bar{\tau}$ -s curves in the early period of standing, the  $\bar{\tau}$ -s curves obtained 0.5 - 1.5 hours after standing were displaced to the right side. Then, with increases in the degree of muscular fatigue, the  $\bar{\tau}$ -s curves were gradually displaced to the left side.

著者は、さきに、イヌに2肢駐立姿勢の保持を長時間強要し、その際の後肢筋の単一 NMU の活動の変化を経時的に追跡することによって、筋疲労の経過に伴う神経一筋系の活動の変化について報告した(4,5)。

この2肢駐立姿勢は、前肢を台にかけ、後肢のみによる駐立姿勢であって、いわば倒れようとする身体を無理に繋ぎとめているだけの、著しく拘束された姿勢である。したがって、単一の骨格筋の疲労の経過を知る場合や、あるいは未訓練のイヌを直ちに使用する場合には、

この姿勢は便利な実験条件ではあるものの、この姿勢を賦課した場合、支持肢の踏みかえや、体重の移動のために、疲労の経過が動揺するという欠点がある。

そこで、このような欠点を除き、かつまた、できるだけ無拘束の状態のままで疲労を発現せしめ、姿勢ならびに動作の変化の推移を観察しながら、筋が次第に疲労していく経過をとらえたいために、今回は、体重の自由な移動が困難である後より姿勢をイヌに賦課することを試みた。

本実験では、まずはじめに、後より駐立時における筋疲労の発現時間を確認するためと、第2の実験における

\* 家畜管理学研究室

被検筋の選定に資するために、後より姿勢の保持に働く抗重力筋群の活動の分布について検討を行なった。ついで、後より姿勢を長時間保持せしめ、その間、*M. flexor carpi ulnaris*, *M. gastrocnemius* の両筋から、放電叢と単一 NMU の放電を経時的に記録し、これらの記録をもとに、時実の  $\bar{x}-s$  曲線法<sup>6,7)</sup> を用いて、筋疲労の神経性機序について考察を加えた。

## 材料および方法

### 1. 実験材料

実験には健康な雄性成犬3頭を用いた。動物に対する後より姿勢の賦課は、動物の駐立している板の尾側を高く上げ、角度15度に傾斜させることによって行なった。後より姿勢では重心は極度に後方に移動するために、動物は速かに疲労する。このため、高度に訓練を受けたイヌでなければ、この姿勢の長時間の保持は不可能である。そこで、実験終了までの約2時間、最初の足の位置を全く変えることなくこの姿勢をとり続けるように、実験動物に事前に徹底的に訓練を施した。

### 2. 実験の実施

#### ① 後より駐立時における抗重力筋の活動の分布

動物に後より姿勢を1時間30分にわたってとらせ、その際に働く抗重力筋の活動の分布を検討するために、体表から確認できる26種の筋を被検筋にとって、駐立開始直後と駐立1時間30分後の2回にわたって筋電図を誘導し、これを筋電計を介してインク書きオッシログラフによって記録した。なお、誘導電極は1/4静脈針に80 $\mu$ の絶縁銅線を封入した臨床用一心同心型針電極を用いた。

#### ② 後より駐立時における筋疲労

動物に2時間にわたって後より姿勢の保持を強制して筋疲労を誘発せしめ、その間、*M. flexor carpi ulnaris*, *M. gastrocnemius* より活動電位を誘導し、ブラウン管オッシロスコープによって、放電叢を経時的に観察した。同時に、ブラウン管写真撮影によって放電叢の記録を行なった。写真撮影後直ちに、放電叢に混在する単一 NMU の放電を分離し、これを電磁オッシログラフに誘導して連続記録を行なった。こうして得られた単一 NMU の連続記録を基にして放電間隔時系列を作成し、これより、方式に従って平均放電間隔( $\bar{x}$ )と不規則な変動の標準偏差( $S$ )を算出し、 $\bar{x}-S$ 相関図を作成して考察の材料とした。

## 成績および考察

### 1. 後より姿勢の保持に働く筋

後より姿勢は、動物の日常生活ではみることのできな

いものであるが、Kinesiology の実験では好んで用いられる実験的な姿勢である<sup>2,3)</sup> (Fig.1)。この姿勢では重心の極端な後方移動のために、前肢自由部は著しく伸展するもの、後軀は逆にやや沈下して、後肢の関節は拮抗筋の同時的収縮による中間位固定で保持される。したがって、後より姿勢はヒトの中腰姿勢に匹敵する、疲労しやすい姿勢であるといえる。

後より姿勢の保持の直後、ならびに既に疲労状態にあ

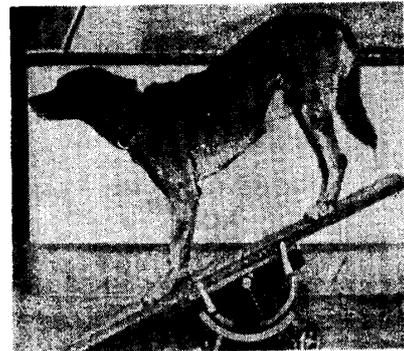


Fig. 1. Backward inclined standing posture.

ると考えられる1時間30分後における抗重力筋の活動の分布を例示した (Fig. 2)。

Fig. 2 にみるように、後より姿勢では、頭頸部は後方に牽引されて維持されるために、頸背側筋、頸腹側筋などに中等度、もしくは強度の活動が誘発されている。*M. trapezius*, *M. serratus ventralis* はともに強度に活動して、前肢自由部の肩帯への結合に働いている。*M. supra spinam*, および *M. infra spinam* の活動は強度または中等度であるが、これら両筋の同時的収縮によって、肩関節は半ば屈曲した状態、すなわち中間位固定に維持されている。

肘関節の固定に働く *M. triceps brachii* の活動は著明であり、なかんずく外側頭、ならびに内側頭に強い放電が発現している。この筋に拮抗する *M. biceps brachii* にも強度の活動が現われていることから、後より姿勢時の肘関節の固定が両側性に維持されていることが明白である。

前肢自由部の腕関節や、指関節の固定を行なう伸筋群と屈筋群においては、前者では軽度の、後者では強度の放電の発現が認められる。したがって、過度伸展位にあるにも拘らず、中間位固定と同じ形式になっている。なかでも指関節は半ば屈曲していて、著しく不安定な様相を呈している。

脊柱に附着する *M. longissimus dorsi* には、ほとんど活動が現われていないので、この筋は体軸の固定に全く関与していないと思える。*M. sacrospinalis* は中等度の活動を、また前肢自由部の上部を躯幹に結合してい

る。 *M. pectoralis superficialis* は強度の活動を示しているが、これは後軀挙上という軀幹の態勢を保持するための成形的な働きであろう

*M. obliq. abd.* では tonic な放電に重畳して周期的放電が認められる。前者は筋自体の成形的な働き、後者は呼吸運動に起因するものと思われる。

正常駐立位では、内転筋群 *Mm. adductores*, *M. sartorius* などが後肢の固定に対して強く活動するけれども、後より姿勢時では、ひとり *Mm. adductores* が中等度活動を示すのみであって、*M. sartorius*, *M. semitendinosus* などには活動は現われない。また後肢自由部と腰帯を連結する *M. glutaeus* も非活動的である。

*M. quadriceps femoris* は各頭とも強度に活動しており、これに拮抗して

*M. gastrocnemius* もまた強い活動を示しているほか、*M. biceps femoris* も中等度の活動を行っており、これらの筋群の活動によって膝関節は両側性に強固に固定されている。さらに *M. gastrocnemius* は二関節性の筋として飛節を伸展位に固定しているけれども、屈筋の *M. tibialis anterior* にはほとんど活動は認められない。

後より姿勢を長時間保持せしめても、姿勢の上での変化は顕著ではない。このことは傾斜する地盤上に不安定な姿勢で立っている以上、自由に姿勢を変えれば転倒す

- 1) Dorsal Neck Muscles
- 2) Ventral Neck Muscles
- 3) *M. trapezius*
- 4) *M. serratus ventralis*
- 5) *M. longissimus dorsi*
- 6) *M. sacrospinalis*
- 7) *M. supra spinam*
- 8) *M. infra spinam*
- 9) *M. triceps brachii cap. long.*
- 10) *M. triceps brachii cap. lat.*
- 11) *M. triceps brachii cap. med.*
- 12) *M. pectoralis superficialis*
- 13) *M. biceps brachii*
- 14) Extensor Muscles of the Crus
- 15) Flexor Muscles of the Crus
- 16) *M. obliquus abdominis*
- 17) *M. glutaeus*
- 18) *M. semitendinosus*
- 19) *M. rectus femoris*
- 20) *M. vastus fibularis*
- 21) *M. vastus tibialis*
- 22) *M. sartorius*
- 23) *Mm. adductores*
- 24) *M. biceps femoris*
- 25) *M. gastrocnemius*
- 26) *M. tibialis anterior*

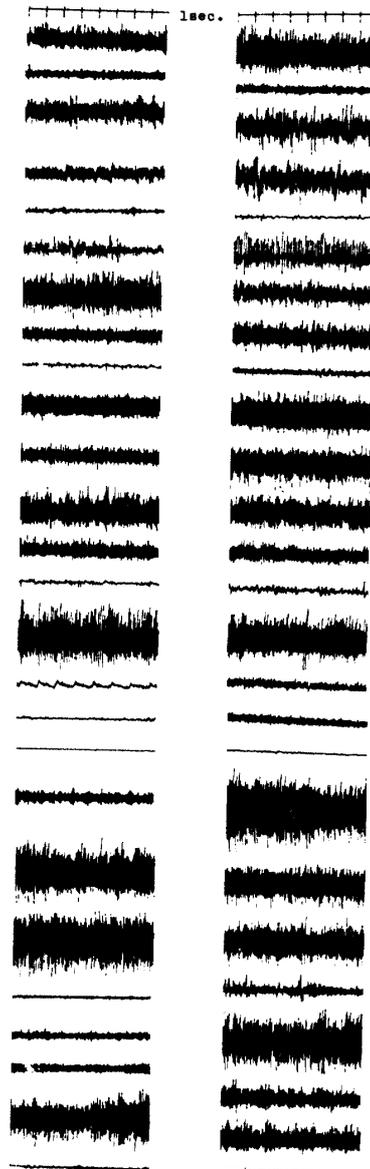


Fig. 2. Antigravity muscles in action and intensity of their activity in backward inclined standing.

Left: Recorded immediately after standing.  
Right: Recorded in 1.5 hrs. after standing.

ることから、当然のことであろう。したがって、駐立1時間30分後における筋の活動の分布には、駐立直後のそれに比較して、総体的にさほど差異はみられない。ただし、駐立直後にはほとんど活動を示さない *M. glutaeus*, ならびに *M. sartorius* には中等度の活動が発現してくる。このほかに *M. rectus femoris*, *Mm. adductores* には著明な活動増加が起こり、また *M. biceps femoris* にも若干の活動増加が現われてくる。これに反して *M. vastus fibularis*, *M. vastus tibialis* には、僅少なながら活動の減弱が起こる。

身体動揺においては、長時間の駐立によって顕著な動揺が次第に表出し、しかも、しばしば律動的な動揺に重畳して不規則な大動揺が出現してくる。さらに前後動揺のほかに、左右に施回するような動揺も起こってくる場合がある。

以上にみるように、後より姿勢においては、前後肢のほとんどの関節が両側性に固定されていることが特徴的であって、それだけにこの姿勢は著しく不安定な姿勢となっている。筋の活動は正常駐立時よりもはるかに強度になっていて、筋の負担度の増大化が著しい。よって、この姿勢を長時間にわたって保持することはなかなか困難であろうと想像されるが、ここでは駐立地盤の傾斜が15度であることから、後より姿勢としては比較的楽な姿勢であると思われる。しかし、イヌの耐えうる最大の傾

斜が25度にとどまること<sup>2)</sup>を考慮すれば、疲労を誘発する姿勢としては充分である。Fig.2で筋の活動の強さを、およそ比較することができるが、とくに、前肢では腕関節の固定に働く屈筋群、後肢では *M. quadriceps femoris* と *M. gastrocnemius* の活動が著明である。

## 2. 後より姿勢の保持による疲労と放電叢の変化

後より姿勢では前肢の屈筋群、ならびに後肢の *M. quadriceps femoris*, *M. gastrocnemius* が極めて強度の活動を示すことは前述したとおりである。そこで、前肢からは腕関節の主力屈筋となる *M. flexor carpi ulnaris* を、後肢からは膝関節の屈筋であると同時に、足関節の伸展の主力筋となる *M. gastrocnemius* を被検筋に選択した。そして、動物が後より姿勢を2時間にわたって保持している間に、筋電図を経時的に誘導し、それぞれの放電叢のパターンの変化を写真撮影で記録した。Fig.3はその1例である。

駐立の初期には、被検筋のいずれからも均等に散布した正常な放電が記録されている。なかんづく、*M. flexor carpi ulnaris* は腕関節の過度伸展位を持続するために強い放電を示している。30分後には、放電叢は駐立直後よりもむしろ均等に散布し、放電間隔も短縮して、筋活動が一段と緊張性を増していることが看取される。また、この時期には、ときおり放電が群化の傾向を表わし、疎密の放電が反覆して現われることがある。このような放電叢の密度の動揺は、*M. gastrocnemius* の方に、より頻繁に起こる。

1時間を経過すれば、被検筋のいずれにもパターンの一定しない群化放電が現われてきて、放電の密度の動揺が激しくなる。しかしながら、放電間隔のほぼ一定した tonic な放電も残留していて、電位の低い恒常な放電として記録の背景に出現している。駐立後1時間30分に達すると、群化は一層激化して、疲労筋にみられる定型的なパターンに酷似した群化放電が繰り返し出現する。しかも、スパイク放電の融合した多相性放電もしばしば発現する。この時期の体動揺は外見でも判別のつくほど振幅が増大し、その影響が放電の密度の変形となって筋電図の上でも観察される。

2時間後には、放電は全く群化し、上膊、前膊、股、脛などに振顫の発現が観察されてくる。しかし、記録された筋電図には、なお緊張性の電位の低い放電が、相変わらず一定の放電間隔で発射を続けているのが認められる。

さきにイヌに2肢駐立位を長時間賦課すれば、後肢筋に経時的に次第に明瞭化する群化放電が発現すること、また、この群化放電を、動物の態度から想像して、筋疲労の指標の一つとなしうることを報告<sup>4)</sup>した。上述の

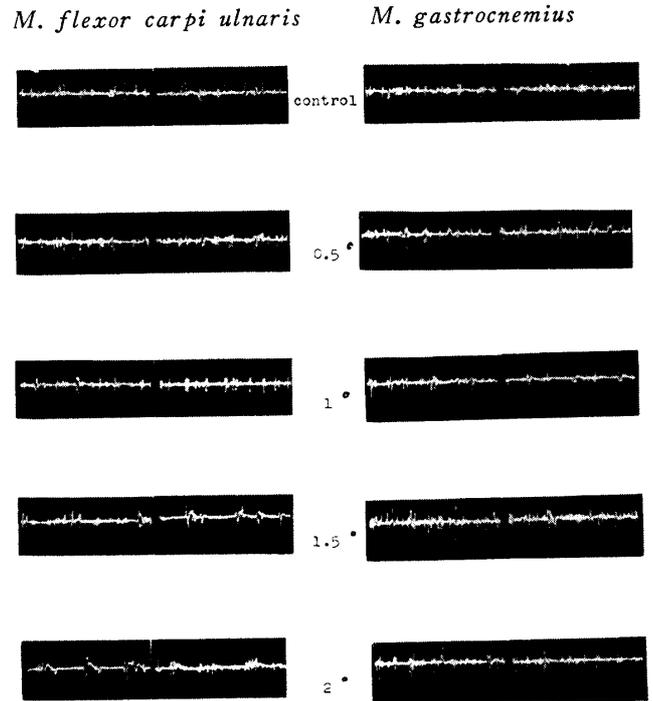


Fig. 3. EMG patterns of *M. flexor carpi ulnaris* and *M. gastrocnemius* recorded in process of time in backward inclined standing. Cont.: Recorded immediately after standing, 0.5°: Recorded in 30 min. after standing, 1°: Recorded in 1 hr. after standing, 1.5°: Recorded in 1.5 hrs. after standing, 2°: Recorded in 2 hrs. after standing.

ように、後より駐立時でも、駐立後1~1.5時間に至って同じく群化放電が発現するが、放電叢の変容の過程については両者に若干の相違がみられる。すなわち2肢駐立時には、初期の正常放電は群化放電に直接的に移行するのに対して、後より駐立時には、群化放電の発現に先行して、正常放電よりも一段と密度の濃い tonic な放電の発現が認められる。

このような現象の生理学的機序についてはしばらくおくとして、後より駐立時における群化放電の発現が、基本的には筋疲労に基づいていることは容易に想像されるのであるから、群化の程度によって筋の疲労度のある程度まで推定することは可能である。駐立後2時間を経過したあとも、両被検筋に群化放電に混在して、なおかつ tonic な放電が出現しているが、このことは、後より姿勢の強要によって動物を疲労困憊の状態におとし入れるためには、賦課時間は2時間では不充分であることを示唆している。ともかく後より駐立時でも、群化放電は筋疲労の指標として充分に利用できるもので、この放電の出

現する時間を限って、単一 NMU の活動を経時的に追跡することにより、筋疲労発現の詳細を分析的に知ることができると考えた。

### 3. $\bar{\tau}$ - $S$ 点の分布の経時変化

さきに、後より駐立時には *M. flexor carpi ulnaris* ならびに *M. gastrocnemius* における放電叢は、時間経過とともに、漸次、群化放電に移行していくことを観察した。そこで、この2つの被検筋から単一 NMU の放電を記録し、その放電間隔時系列を分析することによって、上記現象の背後に存在すると思われる、神経-筋系の機能的変化について検討することを試みた。

経時的に記録した単一 NMU の筋電図より放電間隔時系列を作成し、これから数学的操作によって不規則な変動を分離、抽出した。ついで、この変動より標準偏差  $S$  を算出し、原系列より平均放電間隔  $\bar{\tau}$  を求めて30分毎の  $\bar{\tau}$ - $S$  相関図を作成した。Fig.4 および Fig. 5 は *M. flexor carpi ulnaris*, ならびに *M. gastrocnemius* における  $\bar{\tau}$ - $S$  相関図である。各相関図上の曲線は、 $\bar{\tau}$ - $S$  点の分布の密度の高い部分を辿って画いた、いわゆる  $\bar{\tau}$ - $S$  曲線である。なお、駐立開始直後の  $\bar{\tau}$ - $S$  曲線を基準曲線として各相関図に併記した。

*M. flexor carpi ulnaris* の相関図においては、駐立開始後30分では、変動の幅、すなわち、 $S$  の値は駐立直後の場合よりも減少しており、したがって、 $\bar{\tau}$ - $S$  点は基準曲線よりも下方に分布している。また、平均放電間隔の著しく短い  $\bar{\tau}$ - $S$  点が数多く出現しているために、 $\bar{\tau}$ - $S$  曲線は、水平部分が延長して右偏化の傾向を示している。1時間および1時間30分における  $\bar{\tau}$ - $S$  点は、平均放電間隔の大きさに対して相対的に  $S$  が小さくなるので、基準曲線の水平部分の延長上に散布してくる。したがって、この場合の  $\bar{\tau}$ - $S$  曲線はいずれも水平部分の著しく長い曲線となっており、その右偏化は著しい。2時間後になると、変動の幅は逆に増大して、 $\bar{\tau}$ - $S$  点の分布範囲は拡大化する。しかも、基準曲線の上方に分布する  $\bar{\tau}$ - $S$  点が増加してくるので、 $\bar{\tau}$ - $S$  曲線は左方に偏位して分布するようになる。

*M. gastrocnemius* の  $\bar{\tau}$ - $S$  相関図においては、 $\bar{\tau}$ - $S$  点の分布の時間的变化は幾分複雑である。すなわち、30分後の  $\bar{\tau}$ - $S$  点の分布は著しく水平部分が延長しており、1時間後になって、 $\bar{\tau}$ - $S$  点は基準曲線にほぼ一致して分布する。1時間30分後では、 $S$  の値の極端に小さいものと逆に大きなものが混在して、 $\bar{\tau}$ - $S$  点の分布域が著しく拡大してくる。このときの  $\bar{\tau}$ - $S$  曲線は、その上昇部分は若干左方に偏位して出現し、上昇傾斜は急となっている。2時間後の  $\bar{\tau}$ - $S$  点の分布はや

や左偏し、しかも、基準曲線の上方に散在して分布する点が多くなっており、 $\bar{\tau}$ - $S$  曲線の左偏化が起こっている。

後より姿勢の長時間保持によって起こる  $\bar{\tau}$ - $S$  点の分布の変化は、2肢駐立の場合とかなり様相が異なっており<sup>4)</sup>、また前肢筋と後肢筋の間にも差がみられる。前肢の屈筋 *M. flexor carpi ulnaris* では、駐立の持続によって30分~1時間30分までに  $\bar{\tau}$ - $S$  点の分布の右偏化が起こり、2時間を経て始めて、 $\bar{\tau}$ - $S$  点の分布に左偏化が現われてくる。これに対して、後肢の伸筋 *M. gastrocnemius* では、駐立開始後30分に、 $\bar{\tau}$ - $S$  点の分布に強い右偏が起こり、1時間30分を過ぎてようやく左偏の傾向が現われ、2時間を経過して分布の幅が広くなり、若干左偏してくる。

元来、不規則な変動の変動幅は、平均放電間隔が大となるほど比例的に増大しようとする性質がある。したがって、 $\bar{\tau}$ - $S$  曲線は、通常、直線となって表われるものである。ところが中枢神経系の分化の進んだ動物では、NMU の活動が大脳皮質運動領第4野以外の神経機構の活動によって支配される場合には、放電間隔の変動の幅は最小に抑えられて、平均放電間隔が一定の大きさに達するまでは変動の幅にきわだった変化は起こらない。いうなれば、運動領第4野以外の神経機構には、放電間隔の変動の幅の減少に向う自動的な神経活動がある。これに対して、NMU の活動が運動領第4野の神経機構の活動に強く支配される場合には、筋は困難な運動や動作を行なうことは可能であるものの、放電間隔の変動の幅は逆に増大してくる。前者の神経機構の活動を spinalization, 後者のそれを corticalization といい、1つの筋の中では、常にこの2つの見かけ上相反する神経機構の活動が混在している。

NMU の活動を表現する  $\bar{\tau}$ - $S$  曲線は、その形状や分布位置によって、NMU の活動に対する spinalization と corticalization の程度と割合を示唆するものとされている<sup>7)</sup>。NMU の活動に spinalization の支配が増強する場合には、 $\bar{\tau}$ - $S$  曲線の水平部分は延長し、上昇部分の傾斜は緩やかとなって、曲線は全体として右よりに位置するようになる。これに対して corticalization の支配の増強に際しては、逆に水平部分の短縮化、上昇部分の傾斜の急峻化が起こり、曲線は左方に偏位してくるのである。

さて、まえに後より駐立時の  $\bar{\tau}$ - $S$  曲線は、駐立後30分~1時間30分までに、水平部分が延長して右偏化することをみている。こうした右偏化は前述したように、筋活動における spinalization の支配の増強によるもの

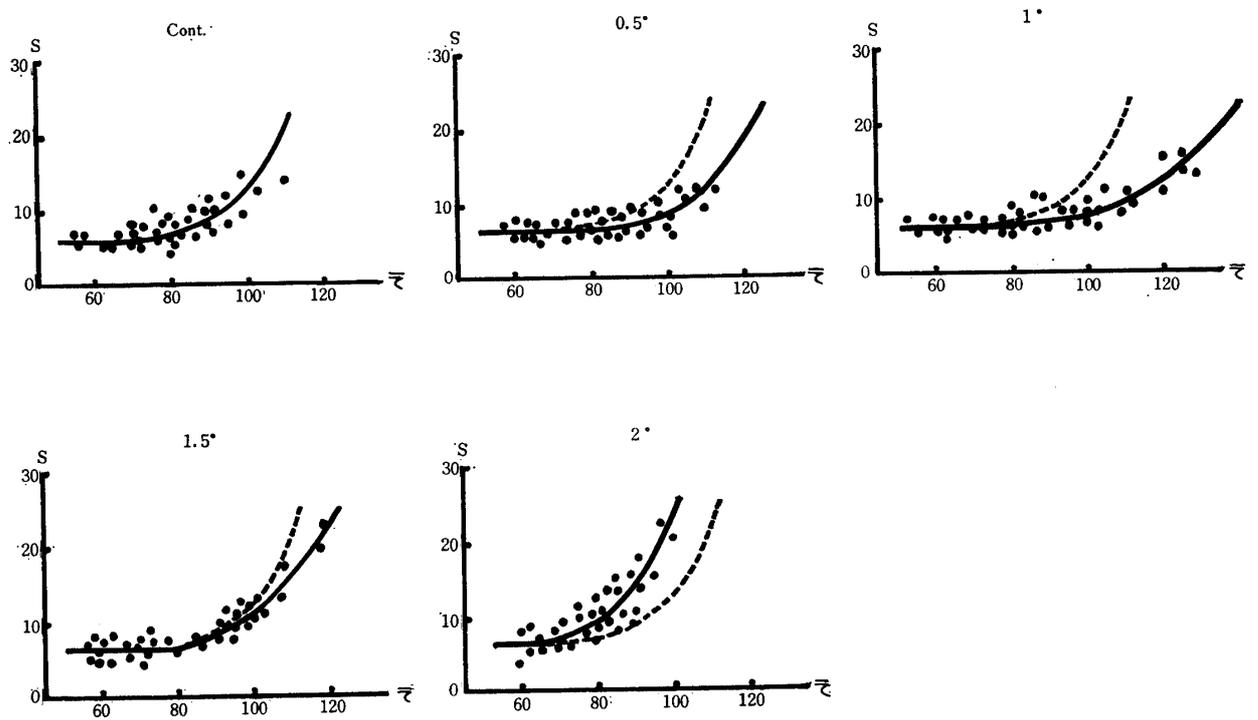


Fig. 4. Diagrams showing  $\bar{r}$ -s curves of *M. flexor carpi ulnaris* in backward inclined standing. Cont.: Immediately after standing, 0.5°: 0.5 hr. after standing, 1°: 1 hr. after standing, 1.5°: 1.5 hrs. after standing, 2°: 2 hrs. after standing.

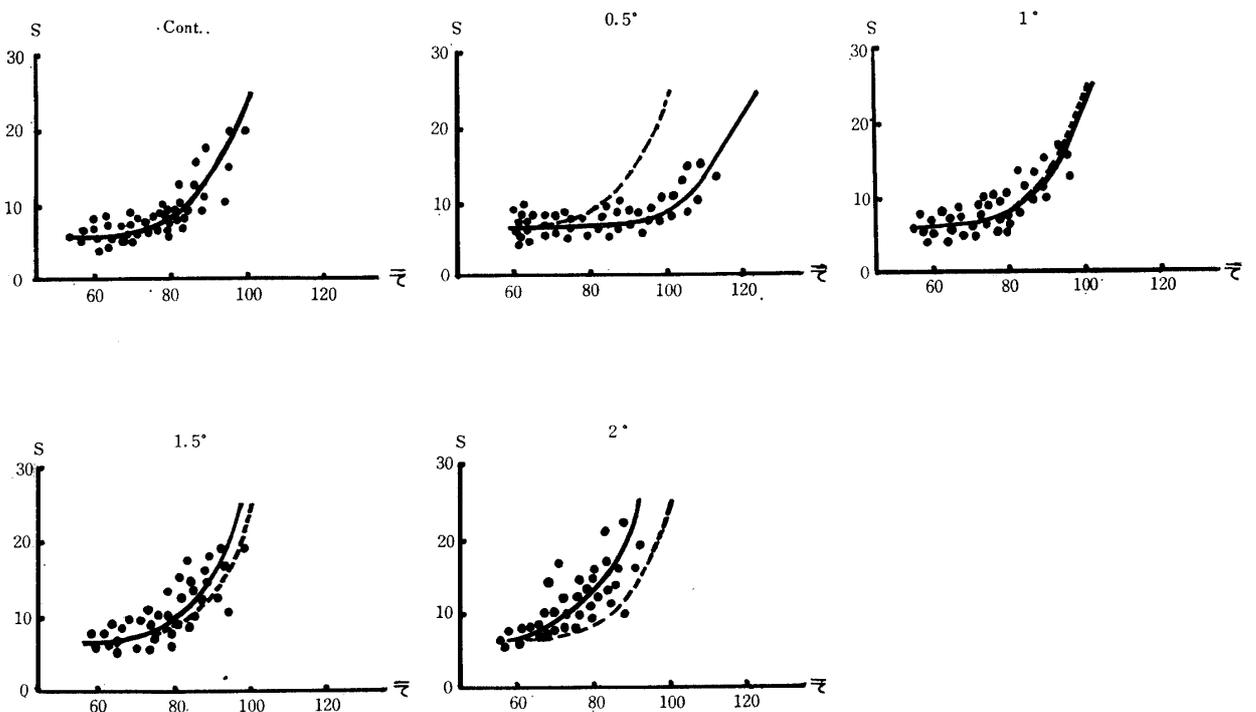


Fig. 5. Diagrams showing  $\bar{r}$ -s curves of *M. gastrocnemius* in backward inclined standing. Cont.: Immediately after standing, 0.5°: 0.5 hr. after standing, 1°: 1 hr. after standing, 1.5°: 1.5 hrs. after standing, 2°: 2 hrs. after standing.

と想定されるが、このことは、おそらく重心の後方移動のために腕関節が過度に伸展し、足関節が中間位固定の状態に維持されるので、2つの被検筋がともに強い活動を要求され、その結果、求心性インパルスの増加が起ってくるためであろう。NMUの活動における corticalization の支配の増強に際して、 $\bar{\tau} - S$  曲線が左偏化することは前述したところであるが、 $\bar{\tau} - S$  曲線のこの左偏化は、求心性インパルスの減少を基盤とする脊髄レベルにおける自己調節機構の機能減退によっても起こりうるという報告<sup>1)</sup>もある。したがって、後より駐立時の駐立1時間30分以後における  $\bar{\tau} - S$  曲線の左偏化を、そのまま corticalization の支配の増強に直結することは妥当ではなく、その生理学的機序の解明にはもっと詳細な分析を必要とするであろう。ともかく、この  $\bar{\tau} - S$  曲線の左偏化がいずれに起因するかはしばらくおくとして、ここでは、群化放電の出現によって疲労状態の発現を認めることができる時期には、 $\bar{\tau} - S$  曲線が左偏化することに注目したい。

## 要 約

1. 犬を用いて、骨格筋疲労時における神経—筋系に起こる機能的変化を筋電図学的に検索した。まず、犬に後より姿勢を賦課し、駐立開始直後、ならびに駐立1時間30分後における抗重力筋の活動の分布を比較検討した。つぎに、上記姿勢を2時間保持せしめ、その間、*M. flexor carpi ulnaris* ならびに *M. gastrocnemius* から、放電叢と単一 NMU の放電を経時的に記録した。この記録より放電間隔時系列を求め、これらに、 $\bar{\tau} - S$  曲線法を適用して、分析的考察を加えた。

2. 後より姿勢の保持には多くの筋が活動した。なかでも、頸背側筋群、*M. triceps brachii*, *M. biceps brachii*, *M. quadriceps femoris*, *M. gastrocnemius*

の活動は顕著であった。駐立直後における筋の活動の分布と駐立1時間30分後のそれとの間には、さほど差異はみられなかった。ただし、駐立直後には非活動的であった *M. gluteus*, *M. sartorius* には中等度の活動が発現し、また、*M. rectus femoris*, *Mm. adductores*, *M. biceps femoris* には活動の増加、*M. quadriceps femoris* には活動の減弱が起こった。

3. *M. flexor carpi ulnaris* および *M. gastrocnemius* は、駐立後30分では、駐立直後の放電よりも、はるかに密度の高い放電、すなわち強直筋によくみられるような放電を示したが、駐立後1時間では、群化の傾向を示す放電を現わし、駐立後1時間30分～2時間を経過すると、完全な群化放電を頻繁に示した。

4. *M. flexor carpi ulnaris* および *M. gastrocnemius* より得られた  $\bar{\tau} - S$  曲線は、駐立後30分～1時間30分までは、正常時よりもかなり右偏して分布し、spinal 化の現象を示したが、その後、筋疲労の進行に伴って、分布は漸次左方に偏位し、cortical 化の現象を現わすようになった。

## 文 献

- 1) 野村晋一：筋電図，金原書店，東京，1956.
- 2) \_\_\_\_\_，沢崎坦，茨木弟介：日本畜産学会報，**37**, 177～184, 1966.
- 3) \_\_\_\_\_，沢崎坦，茨木弟介：日本畜産学会報，**37**, 212～220, 1966.
- 4) 田場典治：日本獣医学雑誌，**21**, 299～306, 1959.
- 5) \_\_\_\_\_：日本獣医学雑誌，**29**, 205～209, 1966.
- 6) 時実利彦：科学，**25**, 229～233, 1955.
- 7) \_\_\_\_\_：科学，**25**, 291～298, 1955.