

ることがあるかもしれない。横隔膜の脚部および背側部に筋紡錘があるというのも以上のことに対して暗示的である (Decima & Euler, 1969 a, b 参照)。現在のところ、張力受容器からの抑制 (Gill & Kuno, 1963 b) が横隔膜運動制御にもっとも重要な自己固有性の貢献をしているように思われる。圧受容器は横隔膜上部 (あるいは下部) の胸廓 (そして腹部) 内における器官との接触状態を告げるためにあるように思われる。

第VII章の終りで提出してきた疑問について、はたして純アルファ性の運動がありうるかということであるが、横隔膜の収縮ということはここではじめて実際的な回答を示したものと見える。その意味でも横隔膜の一般的性質と考えることは面白いことである。筋紡錘の長さ測定としての本来の性質は、固定された両端の間の張力を測るといいうわば線ゲージに似たものである。しかし呼吸における横隔膜をみると、ただ例外的に脚部の周辺部以外はどの付属部分も固定されていない。しかしそこでも線ゲージの動作はそれと無関係の張力の影響を受けやすくなっている。しかしそのためには感受性の高い調節性に富んだ器官が用いられねばならないが、そういった精密な測定はここではなされていない。呼吸運動における収縮は等張性である。一般の筋では非常に小さな収縮まで正確に (たとえば頸筋や回内筋) 行なわれなければならないし、それには多くの筋紡錘が分布している。呼吸においてとくに呼気相では、その系の本来備わっている弾性成分は呼吸の大きさの自然の統御となっているし、これに加えて筋紡錘による肋間筋性の呼吸量の調節が、空気取入れ量の必要のレベルを自動的にチェックするというでなされていることになるのである。

第 IX 章

大脳皮質知覚運動領

問題の本質

Fritsch と Hitzig (1870) により大脳皮質運動領の電氣的興奮がはじめて発見されて以来、非常に多くの論文があるにもかかわらず、運動制御について前で述べたほか問題の本質を完全に掘下げた知識というものはあまりないといえるのである。明らかにこれは事柄の解釈が皮質のレベルではむずかしいし、とくにそれを価値ある形で確定し、非難のしようのない成績を得ることがもっと困難であるということによっている。

筋の感覚器官は筋の長さ (l)、張力 (T)、 dl/dt および dT/dt を測るものであるということはわかっている。しかしこのことをあまり強調することもよくないことである。これらの量は個々の運動単位で別々の形で表現されており、個々の単位の疲労に対する抵抗も異なっているからである (第I章)。Hagbarth とその共同研究者達が随意収縮におけるアルファ-ガンマ連合について証明した重要な事実は前章で説明した (第VII章) し、われわれも 1952 年以来 (Granit & Kaada, 1952; Granit, 1955 b)、筋紡錘は大脳皮質運動領あるいは錐体路を電気刺激することで興奮せしめられたことを知ったのである。

図 101 は錐体路を強縮刺激のときの腓腹筋の筋紡錘の所見である。これを一見すれば、筋紡錘という測定装置をこのような方法でそのバイアスをとることができるということを理解できるのである。同じ筋紡錘を皮質運動領から興奮させてみた。両半球の前半分を摘出したあとも、錐体路刺激の効果はまだ残っている。脊髄上位中枢から筋紡錘への静的および動的効果は第X章でくわしく

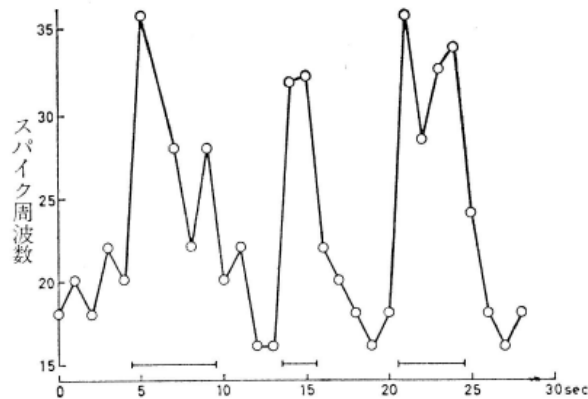


図101 ネコ. ダイアルクロロローズ麻酔. 延髄の錐体路刺激による腓腹筋筋紡錘発射の増強. 初期張力は65g. 最大感度の筋力計でも収縮はみられなかった. 刺激頻度は88/sec, 刺激期間は1 msec. 下線の指標で示されているように3回の刺激がその期間与えられた. 発射頻度が急速に増加し, 刺激の間減少する傾向にあることに注目. 刺激の後発射がごく短時間にみられている (Granit & Kaada: *Acta physiol. scand.* 1952).

述べることにする.

以上のような事実からみると, 運動制御を理解するということは, いかにして上位中枢がアルファおよびガンマニューロンをそのニューロンが支配している運動単位の機械的性質に関連づけて統御しているかを理解するということになる. しかし, このような決勝点からは現在の理解ははるか遠くにあり, ただいまの実験方法でそこに到達できるであろうことがわかり始めた程度であるといつてよい. 錘運動神経についていえば, この系が活動してはじめて負荷補償が可能であろうということは重要ではあるが, ただそれを知ることだけで足りるとしてはいけない.

もちろん Denny-Brown (1966) がいった次のようなことは大筋において正しいと思われる. 筋の相互間の細かい協力運動に必ずしも皮質内にそれを支配する網状構造を仮定する必要はない. そのような網状構造は脊髄の髄節中に存在しているからである (その207頁). しかしこのような断定は不当なものであり, 後からも示すように, これに対してアルファとガンマ運動ニューロンは, 少なくとも一つの重要な, これまでも解析されてきた例ではあるが, 皮質から

脊髄への強制的な連合によるのではなく, 独立の経路を皮質から受けていることが証明されたのである. この種の正しい情報こそわれわれはいま必要としている.

反射活動についてのこれまでの研究はあまり個々の機能的意義に考慮を払うことなく, 単に固定された研究室内の標本について行なわれたのがほとんどであることは否めない事実である. 実際の協調運動はしばしば運動している動物で行なわれているのである.

運動は必然的に変位 displacement を起こし, われわれは変位を感覚器 (関節とか目) で知りそれを測っているが, そのような感覚器は筋にないことはすでに Goldscheider (1889) によって示され, その後も繰返し示らばれてきたし (たとえば Boyd & Roberts, 1953; Browne, Lee & Ring, 1954), 最近ふたたび Provins (1958), Merton (1964) および Gelfan と Carter (1967) によってそれらのことは確認された. 筋紡錘や腱器官は角度を測ることはできない. これは S. Skoglund の仕事 (ネコについて) で図102に示されているが, 関節には角度を測る適当な感覚終末がある. 関節器官は位置, 運動および運動

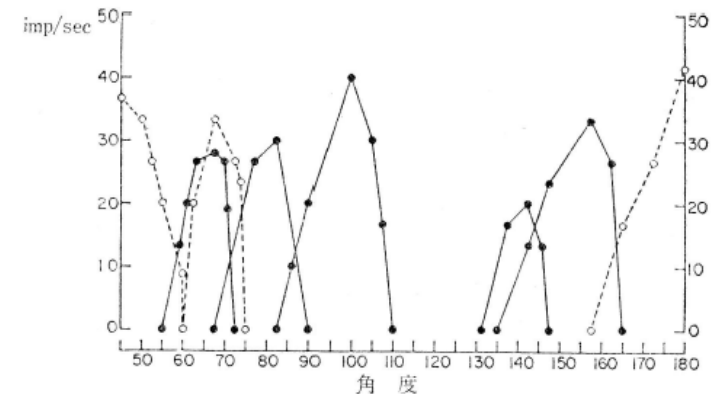


図102 ネコ. 2例についてのゆっくり順応する感覚終末発射 (実線はその1例, 点線は他の例を示す). 屈曲から伸展へと変わる範囲で, 順応されてしまったインパルスというものは終末の特色を示してはいない. 十分屈曲されたり, 伸展される時, ただちに最大に順応してしまう終末は屈伸の中間を感じる終末より多い. 図に示される感覚の範囲 (15~30°位である) は多くの終末のそれを示している (Skoglund: *Acta physiol. scand.* 1956).

