

体の関節には存在しない。第三種のものでは、支点と作用点の間に力点が存在し、肘関節はその代表的な例である。支点から作用点までの距離を M_r 、支点から力点までの距離を M_m とすると、 M_r/M_m は、第一種あるいは第三種のものでは M_r/M_m は1より大きくなる。また力点で筋力が発揮する力を F_m 、作用点で外部にかかる負荷を F_r とすると、第一種あるいは第三種のものでは F_m は F_r より大きくなる。このように第一種および第三種のものでは、筋が発揮した力は負荷量とは等しくならない。これは、 M_r と M_m の長さが違うことが原因である。てこのつり合いでは、回転力(モーメント)を考える必要がある。つまり回転力=力×長さであることから、上記の F_m , F_r , M_r , M_m を使って表すと、 $F_m \times M_m = F_r \times M_r$ が成り立っている。従って、筋力 F_m は $M_r / M_m \times F_r$ となる。このように筋力は M_r と M_m の比によって異なってくることになり、この比(M_r / M_m)を人体のてこ比という。なお人体の骨格系では、負荷量より大きな筋力発揮を必要とする第三種の構造を持つ関節が多い。例えば肘関節屈曲についてみると、 M_r / M_m は約5であることから、手首部で10 kgの負荷を維持している場合、肘関節屈筋群は約50 kgの筋力を発揮していることになる。

3 神経のコントロール

1) 動きのコントロール

筋運動の調整機構には大きく分けて随意運動(voluntary movement)と不随意運動(involuntary movement)の2種類がある。随意運動とは自分の意志の発動によって生じる動きであり、不随意運動とは、意志とは無関係の反射運動をいう。しかし随意運動の発揮には、随意要素と反射要素が見事に融合し、協調しあっている。間断なく発揮される日常の一連の動作は、動きの順序、力の入れ方、タイミングなどいちいち努力して調整しているのではなく、意図しただけでスムーズに流れていく。たとえば身近な歩行動作、この規則正しい下肢の反復運動は、何の努力感もな

く行われる。随意運動ではあるが、歩行中にさまざまな別の思考が可能であることから、歩行運動そのものは反射的に行われているのである。さまざまなスポーツ競技で見られる、美しくかつなめらかでパワフルな動作は、逐一からだの動きを意識してやっているのではなく、反射的に行われているのである。

大脳皮質の中心溝の前部にある運動野(motor area)に発する神経線維は、脊髄を下行し種々のレベルで脊髄の運動神経細胞に連結している。この場合大部分の線維は延髄の錐体で交叉し、他側の脊髄を下行して筋に伝播される。結局大脳皮質の一侧に発したインパルスは、他側の筋に伝達される。この神経系の経路を錐体路という。一方、神経の発生が運動野ではなく、大脳皮質の一部や皮質下の基底核などに起始点を有し、大脳内で神経を継替えて下行する神経経路を錐体外路という。随意運動は直接的にはこれら錐体および錐体外路を通る大脳からのインパルスによるが、運動がより良く行われるためには、からだの種々の感覚器の働きが必要であり、脊髄、脳幹、小脳、大脳皮質などに求心性インパル

図20●錐体路と錐体外路

