

人体筋の出力特性に及ぼす構造的因子

東京大学院生命環境系身体運動科学研究室

福永 哲夫, 深代 千之, 川上 泰雄, 久野 譜也

ヒト生体では筋線維の発揮張力は筋-腱-関節を介して身体外部に作用する。その間の力や速度の伝達には筋骨格系の構造的因子が大きく影響する。従来から、筋骨格系の構造は殆ど屍体を用いて測定されてきたが、近年、超音波法の進歩やMRI法の開発により生体での筋線維に関する情報が得られるようになった。

最近、我々は、超音波法を用いて筋線維の角度、長さ及び収縮速度等を非侵襲的に測定する方法を開発し、同時に、MRI法による生理学的断面積、モーメントアームの測定とを加えて、ヒト生体が発揮できる筋出力特性を筋骨格系の構造的側面から明らかにしようとしている。

たとえば、図1は足背屈及び底屈動作（無負荷状態）を連続して実施したときの、超音波断層法によりえられた前脛骨筋内からのエコー「k」（筋束が腱盤と交わる点）の移動距離（ $\delta\lambda$ ）と足関節角度変化（ θ ）（無負荷状態）との関係を見たものである。関節角度変化に同期して点「k」が移動する様子が観察される。足関節角度変化は前脛骨筋内の腱の移

動を表すものであり、この事は筋（前脛骨筋）の短縮及び伸張の量的変化を示すものと考えられる。そこで、関節角度1ラジアン当たりの腱の移動距離を算出すると46mmとなり、これは前脛骨筋のモーメントアームを表すものと考えられた。一方、足関節を固定した状態で足背屈筋力を徐々に増加させた時のエコー「k」の移動の様子を見ると、背屈筋力の増加に伴いkの移動は指数関数的に増大する傾向を示し、最大筋力発揮時には約20mm移動する（近位に）事が観察された。この事は、足関節の筋-腱連合体のコンプライアンスを表すものと考えられる。つまり、等尺性筋発揮時（関節は固定されている）においても、筋自体は短縮しており、これは主に筋-腱連合体の弾性要素によるものであらうと考えられた。

本研究では、更に、筋束長、筋線維角度、生理学的断面積、モーメントアーム、等の筋の構造的側面から筋の力、速度、パワー等機能的要素を分析した結果を報告する。

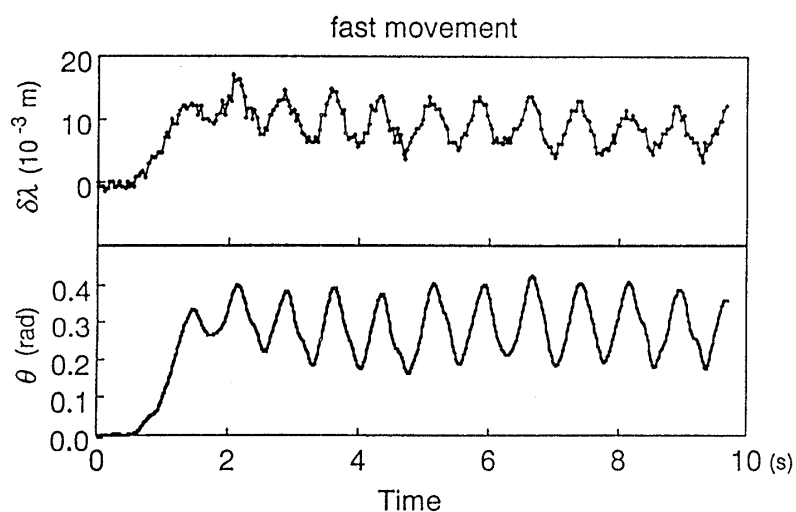


図1. 足背屈及び底屈動作時の足関節角度（ θ ）と前脛骨筋内の腱移動距離（ $\delta\lambda$ ）との関係