

等尺性運動時における半腱様筋の筋活動動態

Dynamic Behavior of Semitendinosus Muscle during Isometric Knee Flexions

久保田 潤 (Jun Kubota) 指導：鳥居 俊助教授

【緒言】

半腱様筋の形態的特徴として遠位腱が長いこと、筋腹の中央に腱画（中間腱）と呼ばれる線維性組織を持ち、筋線維の連続性が断たれていることが挙げられる。

先行研究において、歩行時、ジャンプ時における半腱様筋の近位部および遠位部の筋電図信号を計測することから各部位の神経制御の違いを定量的に評価している。腱画を境に、各種運動時に近位部と遠位部とで差がみられるのではないかと仮説を検討した結果、近位部と遠位部の筋活動パターンは類似しているものの、全く同じと言うわけではないと報告している。

ヒトの半腱様筋を近位部と遠位部とで区別し、筋の収縮動態や神経筋活動動態を詳細に検討している研究はほとんど見られない。そこで、先行研究や半腱様筋の形態学的特徴を踏まえて、「ヒトの半腱様筋は近位部と遠位部とで活動動態が異なる」という仮説を立てた。そこで本研究では、腹臥位、股関節・膝関節伸展位での膝関節等尺性屈曲運動時における半腱様筋の近位部・遠位部の収縮動態を超音波断層装置を用いて観察し、筋活動動態を筋電図測定から検討した。

【実験1：半腱様筋の筋収縮動態の検討】

健康な男子大学生10名を対象に、膝関節等尺性漸増屈曲運動を実施させ、近位部（腱画）および遠位部（遠位筋腱移行部遠位部）の移動量を超音波断層装置を用いて計測した。

等尺性筋力を発揮すると、腱画および遠位部筋腱移行部遠位部はともに近位方向へ移動し、発揮筋力の増大に伴ってそれぞれ直線的な増大を示した。本実験において、安静時と比べて100% ramp maximum発揮時に半腱様筋の近位部は $11.7 \pm 2.9\text{mm}$ 、遠位部は $5.0 \pm 1.5\text{mm}$ 近位へ移動した。等尺性収縮下において近位側の筋線維が非等尺性収縮を示した点、遠位腱が伸長されたという点は先行研究と同様と言える。さらに、近位部と遠位部とで短縮量に差があり、結果として遠位部が伸長されていることが示唆された。

遠位部の移動量は $5.0 \pm 1.5\text{mm}$ であり、この値は遠位腱の伸長量とともとらえることができる。本実験で得られた遠位腱伸長量は先行研究による報告に比べてかなり低値であると言える。筋よりも腱のほうがコンプライアントである。さらに、筋機能の違いにより腱のコンプライアンスが異なる可能性も報告されている。筋長に対する筋線維長の割合

が高く、筋や腱の形態が影響していることが考えられる。

近位部と遠位部との移動量は40% ramp maximum以上の筋力発揮時に有意差が認められた。この結果に対して、遠位腱の影響が考えられる。toe regionで曲線の伸長を示し、linear regionでは直線的伸長を示す。本実験では40% ramp maximum以上の筋力発揮時に近位部と遠位部とで移動量に差が認められた。この時点はlinear regionの開始時期とほぼ一致すると言える。遠位腱の伸長動態が近位部と遠位部の移動量の差に影響していることは十分に考えられる。

【実験2：半腱様筋の筋活動動態の検討】

健康な男子大学生12名を対象に、腹臥位、股関節・膝関節伸展位による膝関節等尺性漸増屈曲運動を実施させた。その際の近位部および遠位部の筋活動を筋電図装置を用いて測定した。

発揮筋力の増大に伴って近位部、遠位部のRMS値はともに増大し、先行研究の結果と一致した。また両者の値には有意差が認められ、近位部RMS値よりも遠位部RMS値の方が大きかった。このことは近位部と遠位部とでMU活動のストラテジーに差異があることを示唆している。

一般的に、発揮筋力の増大に伴いMPFは増加する。しかし、本研究では増大が認められなかった。収縮筋はスティフネスなどの機械的特性も変化しており、発火頻度にも大きく影響する可能性もある。このような様々な要因が周波数に影響していることが考えられる。また、MPFを近位部と遠位部とで比較したところ、近位部よりも遠位部で大きな値を示す傾向となった。短縮性筋活動時よりも伸長性筋活動時ではMPF値が異なることが報告されている。半腱様筋の近位部と遠位部とでMUの動員に違いがある可能性が示された。

以上を踏まえると、本実験において半腱様筋の近位部筋活動と遠位部筋活動で差異が認められたことは、半腱様筋は腱画を挟んで機能的差異、バイオメカニカルな差異が存在していることを示しているものと思われる。

【結論】

本研究は、ヒトの半腱様筋は近位部と遠位部とで活動動態が異なるという仮説のもと、半腱様筋の近位部・遠位部の収縮動態、神経筋活動動態を検討した。股関節・膝関節伸展位での膝関節等尺性屈曲運動では、半腱様筋の近位部と遠位部とで機能が異なることが示唆された。