

足関節の可動範囲および角速度が最大随意伸張性足関節背屈トルクに及ぼす影響

Effect of ankle joint angular velocity and range of motion on the maximal voluntary eccentric dorsiflexion torque

1K10c212-2 島元 健汰

指導教員 主査 川上 泰雄 先生 副査 平山 邦明 先生

【緒言】

骨格筋の収縮により生じる張力（筋力）は、収縮中の骨格筋の長さや、収縮速度および収縮様式によって変化する。骨格筋が外力によって強制的に伸ばされながら張力を発揮する伸張性収縮に関して、動物を用いた実験において、筋線維の伸長速度が増加すると筋力が増加することが報告されている（Joyce and Rack, 1969; Edman et al., 1978）。しかし、人を対象とした実験では、関節角速度の増加に伴い、最大随意伸張性関節トルクが増加するという報告（Komi, 1973; Hunter and Enoka, 2001）と変化しないという報告があり（Westing et al., 1988; Reeves and Narici, 2003）、統一した見解は得られていない。この結果の不一致の理由として、対象としている部位（肘屈曲や膝伸展）や、関節可動範囲の違い、すなわち筋の力 - 長さ関係の使用域の違いがあげられる。さらに、Westing et al. (1990) は、随意的な筋活動の大きさが伸張性筋力の速度依存性の低さと関係すると考察している。

そこで本研究では、最大随意伸張性関節トルクの速度依存性について、随意的な筋活動の大きさおよび関節可動範囲の影響を含めて検討することを目的とした。

【方法】

被験者は健康な成人男性 12 名を対象とした。最大随意による足関節背屈トルクを、等尺性条件および伸張性条件の 2 条件で計測した。等尺性条件は、足関節角度を 0 度（中間位）～30 度（底屈位）まで 10 度毎に足関節角度を設定した。伸張性条件は、3 種類の足関節可動範囲（0～30 度：0～30 条件、10～30 度：10～30 条件、20～30 度：20～30 条件）および 2 種類の足関節角速度（30deg/s, 70deg/s）に設定した。また、前脛骨筋（TA）を被験筋として、等尺性条件および伸張性条件の表面筋電図を記録し、f - EMG（伸張性筋活動中全体）、b - EMG（フットプレートの動き出し～ピークトルクまで）、a - EMG（ピークトルク～フットプレートが完全に停止するまで）を算出した。統計処理は、等尺性条件では一元配置の分散分析を行った。伸張性条件では、角速度条件×可動範囲条件および EMG 算出範囲×可動範囲条件の、二元配置の分散分析を行った。両統計処理共に、分散分析を行った後にボンフェローニ法による多重比較検定を行った。危険率は 5%未満をもって統計的に有意とした。

【結果】

等尺性条件の関節トルクは、10 度条件が他の 3 条件と比べて有意に大きく、筋活動量に角度間で有意差はみられなかった。

伸張性条件のピークトルク値は、10～30 条件および 20～30 条件で、70deg/s が有意に大きかった。ピークトルクの出現角度は、0～30 条件の 70deg/s で有意に背屈位となった。5 度毎の足

関節背屈トルクは、0～30 条件で 5 度と 10 度、10～30 条件で 15 度と 20 度、20～30 条件で 25 度で角速度間において有意差が認められた。0～30 条件の 70deg/s のみ、b - EMG と a - EMG の間に有意差があり、f - EMG は 3 条件とも角速度間で有意差はみられなかった。

【考察】

本研究の結果から、等尺性条件においては関節角度 10 度条件が、筋の力 - 長さ関係における至適長に相当する（至適角度）と推定される。

f - EMG に全条件間で有意差がみられなかったことから、伸張性筋力の角速度依存性は、随意的な筋活動の大きさによるものではないと考えられる。ピークトルクは、10～30 条件および 20～30 条件では、力の立ち上がり時のトルクの差が、そのままピークトルクの差となった（力の立ち上がり時のトルク＝ピークトルク）。すなわち、関節トルクの角速度依存性は筋の力 - 長さ関係の影響を受けないことが示唆された。一方、0～30 条件において、70deg/s では同様に、力の立ち上がり時がピークトルクとなった（力の立ち上がり時のトルク＝ピークトルク）。しかし、30deg/s において、力の立ち上がり時のトルクより至適角度でのトルクの影響が大きく、至適角度時がピークトルクとなった（力の立ち上がり時のトルク＜至適角度時のトルク）。70deg/s での力の立ち上がり時のトルクと、30deg/s での至適角度でのトルクの差が小さいことが、角速度間で有意差がみられなかった要因として考えられる。

以上のことから、足関節背屈筋群については、伸張性筋力の角速度依存性が存在し、それは随意的な筋活動の大きさによるものではないことが明らかになった。ただし、伸張性最大筋力の角速度依存性については、関節可動範囲の違い（力発揮時の筋長変化が筋の力 - 長さ関係における至適長を含むかどうか）の影響を受けることが示唆された。

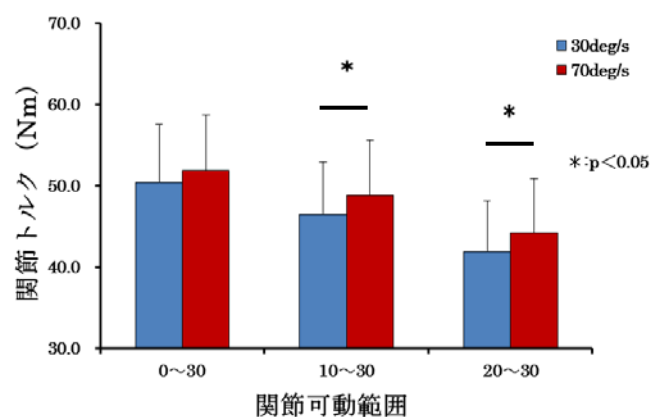


図 1 伸張性条件のピークトルク