

膝伸筋・屈筋の等速性運動における角速度とトルク、パワーの関係について

学籍番号 02M2412 氏名 中井 秀典

1. 研究目的

筋収縮様式は3つに大別することができる。すなわち等尺性収縮、等張性収縮、等速性収縮である。これらの力-速度関係、パワー-速度関係を見てみると、等尺性収縮は関節運動を伴わないため、速度が0となり、パワーも0となる（パワー=筋力×速度）。また等張性収縮では、金子らにより最大筋力の1/3相当の負荷が加わった際に、最大パワーが得られるとされている。

本研究は等速性運動における膝伸筋・屈筋の力(トルク)-速度関係、パワー-速度関係を明らかにし、最大パワーが得られる角速度を知ることが目的を行った。

2. 研究対象と方法

下肢に既往のない健康男子大学生12名を対象とした。

KIMCOMを用いて、測定肢位は椅座位、体幹・骨盤・大腿をベルトで固定し、右大腿四頭筋とハムストリングスのピークトルク（以下トルク）、平均パワー（以下パワー）、トータルワーク（以下ワーク）を測定した。角速度は90、120、150、180、210、240deg/secに設定し、運動範囲は膝屈曲80°から10°までとした。1日に2種類ずつの速度で測定し、3日間に分けて全6種類の速度での測定を行った。測定順序は被験者ごとにランダムとした。測定はまず測定する角速度で軽い運動を5回実施し、十分な休息をとった後、最大努力による膝関節伸展・屈曲運動を連続5回行った。測定後5分間の安静休息をとり、次に予定していた角速度で同様の手順で行った。角速度間でのトルク(N・m)、パワー(W)、ワーク(J)を比較するために、多重比較(Tukey)を用いた。

3. 結果

大腿四頭筋 角速度の増加に伴いトルクは減少し、ワークも同様に減少した。パワーは増加するが徐々に増加率は減少し、210deg/secでプラトーになった。

ハムストリングス 角速度の増加によるトルクの変化は見られなかったが、ワークは減少した。パワーは増加するが、増加率は徐々に減少した。

4. 考察とまとめ

四頭筋のトルクについては、従来どおりの結果が得られた。四頭筋がハムストリングスに比べ有意に大きい値を示し、筋断面積と筋張力が比例関係にあるとされていることから、四頭筋のトルクの方が大きな値を得たと考えられる。また四頭筋において、角速度が速くなるにつれトルク値の有意な減少が見られた。これは、筋収縮が接続するアクチンとミオシンのクロスブリッジ数により決定されることから説明される。つまりクロスブリッジが接続するには一定の時間を要するため、筋フィラメントが素早く滑走するにしたがって、接続するクロスブリッジ数が減少し、筋力発揮も減少すると考えられる。一方ハムストリングスでは角速度間でのトルクに有意差が見られず、これは筋線維長と収縮速度は比例するため高速度の運動にもついていくことができたことによると考えられる。

角速度の増加に伴いパワーの増加率に減少が見られた。理論的にはパワー=トルク×角速度で求められることより、90deg/secのトルク・角速度を基準にそれぞれの角速度でのトルクの減少率・角速度の増加率を求めパワーの増加率を計算すると、角速度の増加に伴い徐々にパワーの増加率は減少する傾向が見られたことより説明される。しかし、四頭筋のパワーがプラトーになることについては、現時点では不明である。

等張性収縮では最大筋力の約1/3の筋力で、最大の筋パワーを得られるとされているが、今回の実験から、等速性収縮では角速度が210deg/sec付近で四頭筋の最大パワーが得られることがわかった。今後、等速性のトレーニングを行った際の最大パワーとして、この角速度での測定値が評価指標になると思われる。