

# 膝伸展・屈曲位における等速性収縮による下腿三頭筋の筋疲労に関する筋電図学的研究 Electromyographic analysis of muscle fatigue in triceps surae muscles by isokinetic contractions with extended and flexed knee

1K03A035-1 大島 基彦

指導教員 主査 中村千秋 先生 副査 加藤清忠 先生

【緒言】ヒトの姿勢保持や身体運動において足関節の運動は必須の機能を有し、特に足関節の底屈運動は身体運動にとって重要な役割を果たしている。足関節の底屈を行う下腿三頭筋は外側腓腹筋、内側腓腹筋およびヒラメ筋という3つの協働筋より構成されており、各被験筋は起始、停止や筋線維タイプからも解剖学的・生理学的特性が異なる。筋疲労に関しては細胞レベルから動作パフォーマンスまで影響を及ぼす幅広い概念があるため、多方面からの解析が必要であると言われ、下腿三頭筋を対象とした筋疲労の研究はなされているが、動的収縮で行った研究というのはほとんど無い。さらに、最大努力で筋疲労をおこしている研究、また、膝関節の角度を変えることによる筋疲労を観察した研究というのあまりなされていない。

そこで、本研究の目的は膝関節伸展位および屈曲位において、下腿三頭筋を等速性収縮によって筋疲労を起こし、その時の疲労様相を筋電図学的に解析することであった。

【方法】継続的な身体的トレーニングを積んでいない健康な男子大学生6名を被験者とし、筋電図の計測には、MEGA Electronica社製のME6000を用いた。筋電図導出のための被験筋として、下腿三頭筋(ヒラメ筋：SOL、外側腓腹筋：GL、内側腓腹筋：GM)のいずれも右側を用いた。運動負荷には、等速性運動機器BIODEX(system3 ver2.15)を用い、被験者には全力での足関節可動域内の底屈―背屈動作を、膝関節0°(膝伸展位)と60°(膝屈曲位)の2つのポジションにおいて、角速度75deg/secの等速性運動を計50回行わせた。これにより、下腿三頭筋に疲労を生じさせると同時に、筋電図を導出した。なお、測定間には、少なくとも3日間以上の間隔を置いた。足関節底背屈50回を10回ごとにphase 1、2、3、4および5とした。そして、そのphaseごと、さらに伸展時、屈曲時の下腿三頭筋全体の総放電量、およびSOL、GL、GM、それぞれの伸展時、屈曲時の総放電量を求めた。

伸展、屈曲時において下腿三頭筋全体、および

SOL、GL、GMの総放電量のphase 1とphase 5の比較、下腿三頭筋全体の総放電量に対する各筋肉の割合を、膝伸展位、屈曲位それぞれにおいて求めた。

基本的統計量は、平均値(Mean)±標準偏差(SD)により表し、比較には対応のあるt検定、SPSSによる同等性の検定を用いた。なお、有意水準は危険率5%未満とした。

【結果】膝伸展位・屈曲位共に各phase間において3つの被験筋の下腿三頭筋全体に対する割合の変化がみられた。両肢位において外側腓腹筋の放電率は筋疲労に伴い低下するが、ヒラメ筋の放電量は上昇する傾向が見られた。しかし、屈曲位において、内側腓腹筋の放電率は外側腓腹筋の放電率と相反する結果を示した。phase 1からphase 5にかけて、膝伸展位において外側腓腹筋および内側腓腹筋の放電量に有意な減少がみられ、膝屈曲位において内側腓腹筋およびヒラメ筋に有意な減少が見られた。phase内での膝関節角度による比較では、全体的に屈曲位の放電量が大きい値を示した。

【考察】膝関節角度に関わらず、足底屈には外側腓腹筋が最も貢献していることが示唆された。しかし筋疲労を起こすことにより、外側腓腹筋の足底屈への貢献度は低下し、ヒラメ筋の貢献度が上昇することが考えられる。また、膝伸展位において足底屈には外側腓腹筋および内側腓腹筋、膝屈曲位では、ヒラメ筋および内側腓腹筋が主に筋力発揮していることが示唆された。運動負荷の設定においての「可動域内での底背屈」、さらに足関節底屈位での内がえし方向への筋力発揮などが問題点として考えられた。

【結論】本研究によって、下腿三頭筋の解剖学的特徴から推察できる機能を、筋疲労や動員パターンから確認することができた。今後は、下腿三頭筋の等速性収縮による筋疲労の実験では、運動時の足関節の動きまで留意して行い、加えて導出されたデータを絶対値で比較するのではなく、相対値として比較するなどの工夫が必要である。