

筋疲労がカーフレイズ中の足関節動作と筋放電に与える影響
Effect of muscle fatigue on ankle joint movement and EMG activity
during calf raise exercises

1K06A0915

指導教員 主査 川上泰雄先生

郡 秀彰

副査 矢内利政先生

【緒言】

筋疲労とは随意的努力を持続しているにも関わらず、最大筋出力（トルク）が低下する現象のことである。これまで筋疲労の指標として筋電図(EMG)を用いられることが多かった。しかし疲労により動作が変化し、また動作により筋放電が変化することも知られている。本研究は、足関節単関節運動のカーフレイズ(CR)を試行動作に、筋疲労に伴う動作・筋放電変化を明らかにすることを目的として行った。

【方法】

被験者は健常な大学・大学院生の男性8名を対象とした。CR前に足関節最大随意底屈トルク(MVC)を計測し、その後最大底背屈可動域にてCR(0.5Hz)を規定回数(1セット目は100回、2セット目以降は50回)行った。その後再びMVCを計測し、その値が試行前の70%を切るまでCRを繰り返し行った。足関節動作は、CR中の右脚趾骨隆起の軌跡を、後方と右側方からビデオ撮影によって3次元的に解析を行った。EMGの被験筋は右脚の腓腹筋内側頭(MG)腓腹筋外側頭(LG)ヒラメ筋(SOL)前脛骨筋(TA)長腓骨筋(PL)の5筋とし、MVC・CRの両試行にて平均筋活動量(mEMG)及び平均パワー周波数(MPF)を算出した。なおmEMGは、CRにおいては角度5度ごとに、MVCにおいてはトルクの安定した1秒間からそれぞれ算出した。

【結果】

本研究において、CRを行うことでトルクは低下し、下腿部の筋は疲労した。疲労に伴いCR中の足関節動作は、背屈位で可動域が増加し($p<0.05$)、有意差はなかったものの($p=0.098$)底屈域で内反動作が起きる傾向にあった。筋放電に関して、トルクの低下に伴い、SOL以外の筋で、MVC中のmEMGが低下した($p<0.05$)。

一方CR中のmEMGは、MG以外の筋で増加し($p<0.05$)、その上限はMVC中のmEMGの値と一致した。また、CR中のSOLのmEMGは、トルクの低下と伴に増加傾向にあった。CRにおける背屈位から底屈位までの角度変化ごとのmEMGには角度依存性があり、SOLは背屈域にて、MG・LG・PLは底屈域にてそれぞれ活動が増した。また疲労後はMGを除く各筋で、角度変化ごとの活動に増加の傾向が見られた。一方MPFはMVC・CRともに全筋でトルクの低下に伴う変化は見られなかった。

【考察】

CRの動作変化に関して、背屈位での可動域増加はウォーミングアップ効果に加え、CRの最大背屈位にて、疲労により体重を支えきれなくなったためと考えられる。内反動作は有意差が得られなかった。それは足部中足趾関節において大きな力を生み出すことができる、第3～5趾を通る斜軸利用の有無に個人差があったためと考えられる。CRにおけるMGを除く筋のmEMGの増加は、最大筋力低下のため、トルク発揮に

必要とされる筋活動が増加したためと考えられる。さらに背屈可動域が増加したために、背屈域にて力発揮能力が高まる SOL の活動がトルクの低下につれて増加したと考えられる。また、被験者間で比較すると、内反動作と、内反に機能する TA や外反に機能する PL の mEMG との間に相関は見られず、疲労による筋放電変化が影響して、動作変化が起きたことは考えにくい結果となった。

【結論】

筋疲労により足関節動作の変化や、各筋で筋放電変化が起きることが明らかとなった。しかし、筋放電変化は動作変化の影響を受けているとも考えられ、CR において疲労と筋放電変化を考える際、動作を十分加味する必要があることが本研究より示唆された。