

筋疲労に至る最大下足背屈筋力持続中の前脛骨筋の筋束長および筋活動変化

Changes in fascicle length and activity of the tibialis anterior muscle during sub-maximally sustained fatiguing contraction

1K04B169-8

野入 篤志

指導教員

主査 川上泰雄先生

副査 福永哲夫先生

【緒言】

近年、持続的な最大下等尺性筋力において観察される筋放電の増加には筋形状の変化が関与していることが報告されている(Mademli ら, 2005). しかしこの報告の対象筋は単一の筋であり、筋力の経時変化は協働筋の発揮張力の影響を受けていると考えられる. また、筋疲労の発現に関する議論においては中枢性疲労を支持する立場と末梢性疲労を支持する立場があるが、最大下持続課題において両者の影響度を定量化した報告は少ない.

そこで本研究は足関節背屈筋運動の主働筋である前脛骨筋(TA)を対象に、最大下足関節背屈筋力持続発揮中の筋束長および筋活動の変化と中枢性疲労および末梢性疲労を定量化することで、筋疲労に至る中枢神経系の指令から足関節トルクが発生するまでの変化を明らかにすることを目的とした.

【方法】

成人男性 10 名が股関節 70 度膝関節完全伸展位、足関節底屈位 20 度の姿勢で随意最大努力の足背屈筋力発揮(Pre-MVC)を行った. その際、経皮的に腓骨神経を電気刺激し interpolated twitch [IT]法(Allen ら, 1995)により Voluntary Activation(VA), 単収縮トルクおよび活動電位(M波)の最大振幅値を算出した. 次に、安静時から最大努力までのランプ状の筋力発揮を行った(Pre-ramp). その後 30%MVC を維持した時点で IT 法を行い、その時点の VA を算出した(FRESH30). 10 分間の休憩を挟んだ後に作業課題を行った. 作業課題は 30%MVC を維持できなくなるまで背屈トルク筋力発揮を継続するものとした. 30%MVC を検者の判断で 5 秒以上維持できなくなった時点で IT 法を行い、その時点の VA を算出した(ALLOUT30). 作業課題終了 3 分後に安静時から最大努力までのランプ状の筋力発揮を行った(Post-ramp). また、すべての試行において、TA の表面筋電図および超音波縦断画像を取得した. 得られた筋電図は全波整流した後に Pre-MVC で正規化し、超音波画像から筋束長、羽状角、腱伸長を算出した.

【結果および考察】

持続時間の平均値は 304 ± 39 s であった. 持続時間 0% の平均

値($21 \pm 5\%$)と比較して運動中の筋電位は持続時間 60% ($33 \pm 13\%$)以降において有意に増加し、持続時間 100% では $63 \pm 33\%$ であった(図1). VA は Pre-MVC 時と比較して ALLOUT30 で有意に低下した(17.3%). また、持続課題中の筋束長(図 1)、腱伸

長および作業課題前後における M 波の振幅は変化せず、単収縮トルクにおいて作業課題後に有意な低下(53.2%)が認められた. 中枢性疲労よりも末梢性疲労に多く、また末梢性疲労の中でも筋形状の変化による収縮力の低下よりも、神経筋接合部以降の興奮収縮連関や収縮要素の機能不全が本研究の筋疲労に関与することが示唆された.

Pre-ramp と Post-ramp における背屈トルク-腱伸長関係(図 2)において、同一の背屈トルク発揮に対して Pre より Post の方が背屈トルク 40% 以降において腱の伸長が観察された. 持続課題中にはどの時間帯においても腱伸長に変化は見られなかったことから、この要因を作業課題終了後から Post-ramp 測定の間筋内圧に変化が生じたことで腱のスティフネスを低下させたか、あるいは先行研究(Mademli ら, 2006)と比較して筋による違いによるものと推察されるが本研究において正確な知見は得られなかった.

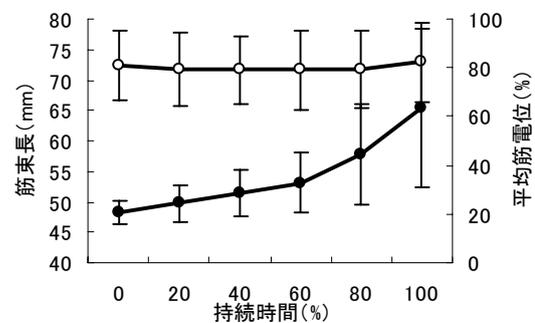


図 1. 持続課題中の筋束長、平均筋電位変化

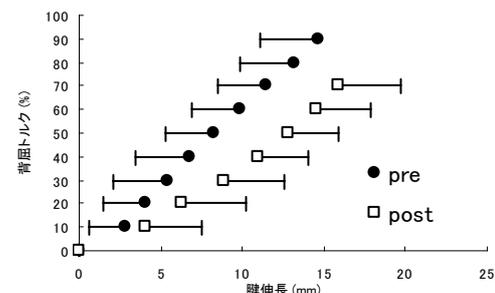


図 2. Pre-ramp, Post-ramp における背屈トルク-腱伸長関係