

連続的な等尺性足関節底屈筋力発揮が腓腹筋内側頭腱の弾性に及ぼす影響

Effect of repeated muscle contraction on the elastic properties of the medial gastrocnemius tendon

1K04A127-6

鈴木 崇通

指導教員

主査 福永哲夫先生

副査 川上泰雄先生

I. 緒言

連続的な等尺性底屈筋力発揮の前後で腱の弾性に一過性の変化が生じる(Maganaris, et al.,2002, Mademli, et al., 2005). しかし, そのような研究の多くは腱の弾性を作業課題前後で比較したものであり, 作業課題中のその経時的な変化を検証したという報告は少ない.

そこで, 本研究は連続的な等尺性底屈筋力発揮中における腓腹筋内側頭(MG ; Medial Gastrocnemius)の腱組織の弾性の経時的な変化を検証することを目的とした.

II. 方法

被検者は健康な成人男性6名(年齢: 28.2 ± 5.1 歳, 身長: 176.2 ± 7.4 cm, 体重: 70.8 ± 7.4 kg)であった.

等尺性足関節底屈トルクの測定は, 足関節筋力計(VINE,Japan)を用いて, 股関節 90° 屈曲位, 右膝関節完全伸展位(180°), 右足関節 90° (解剖学的正位)の長座位にて実施した.

作業課題は, 等尺性足関節底屈最大随意筋力(MVC)の 80%に設定した目標トルクに安静から約 3 秒間で達し, 約 1 秒間目標トルクを保持した後に, 約 3 秒間で安静まで戻すランプ状の等尺性足関節底屈筋力発揮を目標トルクに達しなくなるまで連続的に行うというものだった. 尚, 各ランプ試行間には約 3 秒間の休息を設けた.

作業課題中, MG 筋腹中央付近の MG 筋束と深部腱膜との交点(MG 筋束腱膜接合部)の動態超音波画像診断装置(SSD-5500,ALOKA,Japan)にて撮像し, その交点の移動量を MG の腱組織の伸長とした.

作業課題中の目標トルクの達成回数が被検者間で異なることから, 作業課題中のランプ試行は最初のランプ試行を 0%, 最後に目標トルクを達成したランプ試行を 100% Time to failure として, 百分率で示した.

作業課題中の各ランプ試行における 50%MVC 時から 80%MVC 時までの MG 筋束腱膜接合部の伸長の値を回帰して求められた回帰式 $y = ax + b$ の a の値を MG の腱組織のスティフネス(N/mm)とした.

ストレイン(%)は, 作業課題中の各ランプ試行における 80%MVC 時の MG の腱組織の伸長を踵骨から MG 筋腹中央部までの長さで除して算出した.

III. 結果

目標トルクに達しなくなるまでの平均ランプ試行回数は $25 (\pm 5)$ 回であった.

作業課題中の各ランプ試行前の安静時において, MG 筋束腱膜接合部が近位に移行する様子が観察された. 0% Time to failure 時の安静時の MG 筋束腱膜接合部を基準として, 50% Time to failure 時の安静時には 2.12 ± 1.61 mm 近位に($P < 0.05$), 100% Time to failure 時の安静時には 2.48 ± 1.37 mm 近位に($P < 0.001$)移行した(MG 腱組織の初期長の変動).

MG 腱組織の初期長の変動を考慮した作業課題中の各ランプ試行(0%, 25%, 50%, 75%, 100% Time to failure)の%MVC と MG の腱組織の伸長との関係を Fig.1 に示した. 作業課題中のスティフネスに統計的有意差は認められなかった. MG 腱組織の初期長の変動を考慮した作業課題中の各ランプ試行における 80%MVC 時のストレインを Fig.2 に示した. 作業課題中の各ランプ試行における 80%MVC 時のストレインに有意な差は認められなかった.

IV. 考察

本研究の作業課題中の各ランプ試行前の安静時において MG 筋束腱膜接合部が近位に移行する様子が観察された. しかしながら, この現象が腱張力の残留応力に起因する一過性の弾性変形であると断定することはできない. したがって, 本研究では, MG の腱組織の初期長の変動を考慮する場合と考慮しない場合とに分けて分析及び考察した.

(1) MG 腱組織の初期長の変動を考慮する場合: 本研究における作業課題が MG の腱組織に一過性の弾性変形を生じさせると仮定すると, 本研究における作業課題は, MG の腱組織のカー長さ関係や腱のスティフネス, 80%MVC 時のストレインに影響を及ぼさない.

(2) MG 腱組織の初期長の変動を考慮しない場合: 本研究における作業課題では一過性の弾性変形が生じないと仮定すると, MG の腱組織のカー長さ関係や腱のスティフネスに影響を及ぼさないが, 各ランプ試行間の 80%MVC 時のストレインの低下に影響を及ぼしていた. その原因は, LG の平均筋電位が段階的に増幅していくことから, 足関節底屈トルクに対する下腿三頭筋の貢献度が変化したためであると考えられる.

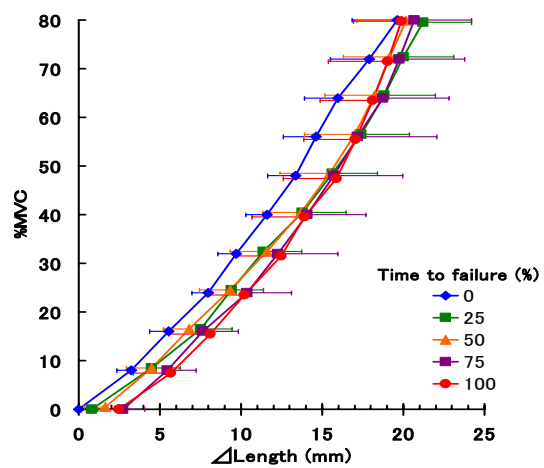


Fig. 1 作業課題中の各ランブ試行における%MVCとMGの腱組織の伸長の関係

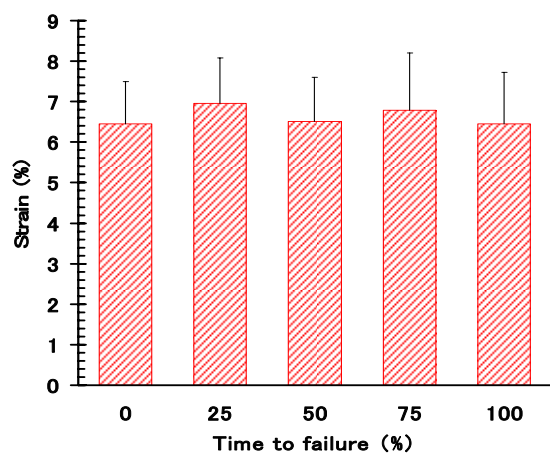


Fig.2 作業課題中の各ランブ試行における80%MVC時のストレイン