体重負荷量による足関節背屈筋筋活動量の変化

Change in Ankle Dorsiflexor Activity with Weight Bearing

重島 晃史¹⁾ 山崎 裕司¹⁾ 大倉 三洋¹⁾ 山本 双一¹⁾
平賀 康嗣¹⁾ 片山 訓博¹⁾ 高地 正音¹⁾

KOJI SHIGESHIMA¹⁾, HIROSHI YAMASAKI¹⁾, MITSUHIRO OHKURA¹⁾, SOICHI YAMAMOTO¹⁾,
YASUSHI HIRAGA¹⁾, KUNIHIRO KATAYAMA¹⁾, MASATO KOCHI¹⁾

¹⁾ Department of Physical Therapy, Kochi Rehabilitation Institute: 1139-3 Takaoka-cho, Otsu, Tosa-shi, Kochi 781-1102, Japan.
TEL +81 88-850-2315 e-mail shigeshima@kochireha.ac.jp

Rigakuryoho Kagaku 25(6): 943-945, 2010. Submitted Jun. 18, 2010. Accepted Jul. 31, 2010.

ABSTRACT: [Purpose] The aim of this study was to investigate the relationship between weight bearing and the activities of the ankle dorsiflexors in order to devise a new assessment method for ankle dorsiflexor muscles. [Subjects] The subjects were 21 healthy adults: average age, 21 ± 3. [Method] For muscle activity measurements, we chose the right tibialis anterior muscle. The subjects adopted a standing pose leaning against a wall, and performed ankle dorsiflexion through the full range of motion with the right lower limb bearing weight. We measured the muscle activities at 20, 40, 60, 80 and 100% body weight load, and investigated and compared them with multiple comparisons and Friedman's test between each weight-bearing condition. [Results] Significant differences in muscle activity were found among the different weight-bearing conditions. [Conclusion] The results suggest the possibility of an ankle dorsiflexor assessment which uses weight bearing in muscle strengths above MMT Fair.

Key words: dorsiflexor, muscle activity, weight bearing

要旨: [目的] 本研究の目的は、足関節背屈筋力の新たな評価法を考案するため、体重負荷量と背屈筋群の筋活動量との関係について検討することである。[対象] 対象者は健康成人21名（年齢21±3歳）であった。[方法] 筋活動量の測定対象は右側前脛骨筋とした。対象者は壁に寄りかかった立位姿勢をとり、右下肢に体重を負荷した状態で足関節を全可動域背屈させた。20%, 40%, 60%, 80%, 100%の体重負荷量における筋活動量を測定し、各体重負荷量間をFriedman検定及び多重比較にて比較検討した。[結果] 異なる体重負荷量間で筋活動量に有意差を認めた。[結語] MMT Fair以上の筋力において、体重負荷を利用した足関節背屈筋力評価の可能性を示唆した。

キーワード: 足関節背屈筋, 筋活動量, 体重負荷量

¹⁾ 高知リハビリテーション学院 理学療法学科: 高知県土佐市高岡町乙1139-3 (〒781-1102) TEL 088-850-2315

I. はじめに

足関節背屈筋群は神経筋障害や加齢によって機能低下を来しやすいことが知られている¹⁻⁴⁾。背屈筋群は、足関節ストラテジーとして後方への外乱に対する姿勢制御の役割を担っており、その筋力低下はバランス機能を低下させる⁵⁾。また、背屈筋力の低下によって歩行速度の低下や歩幅の減少が生じることが報告されている³⁾。このような背景から足部に起因する機能障害や能力障害を把握する上で背屈筋力の評価方法を確立することは重要である。

背屈筋力の評価には通常徒手筋力検査法(以下, MMT)が用いられる。しかし, Beasley⁶⁾は背屈筋の最大筋力を100%としたとき, MMTのFairはその筋力全体の3%程度であると示した。つまり, 背屈筋力においてはFairからNormalまでの間に大きな筋力幅が存在することになり, MMTではFair以上の背屈筋力の変化を鋭敏にとらえることは不可能と考えられる。

立位姿勢において踵部を支点として体重を支持し, 足関節を底屈させずに固定するには, 背屈筋群の働きが必要であり, 負荷した重量が大きいほど背屈筋群には強い筋力が求められるはずである。もし体重負荷量の増減に伴う背屈筋群の筋活動量の定量的変化が明確になれば, より詳細で定量的な背屈筋力の評価が可能になる。そこで本研究では, 背屈筋力の新たな評価方法を考案する基礎データを得るために, 体重負荷量と背屈筋群の筋活動量の関係について検討したので報告する。

II. 対象と方法

1. 対象

対象者は健康成人21名(男性8名, 女性13名, 身長 162.5 ± 7.9 cm, 体重 55.7 ± 8.7 kg, BMI 21.0 ± 2.5 , 年齢 21 ± 3 歳)であった。対象者には, 研究の趣旨と内容について十分説明し, 同意を得た後に実験を行った。

2. 方法

筋活動量の測定には日本光電社製マルチテレメーターシステムWEB-5500を用い, 測定対象は右側前脛骨筋とした。電極にはディスポーザブル電極(GE横河メディカルシステム社製Biorode)を用いた。電極はPerotto⁷⁾の記述を参考にし, 皮膚処理(皮膚抵抗 $5\text{ k}\Omega$ 以下)を行った後, 電極中心間距離を20 mmとし, 筋線維の走行に並行に貼付した。表面筋電計から測定したデータ

はサンプリング周波数500 HzでA/D変換し, 解析用パーソナルコンピュータに取り込んだ。波形解析は多用途生体情報解析プログラムBIMUTAS II(キッセイコムテック社製)にて解析し, バンドパスフィルターは65-250 Hzとした。

測定では, まず対象者は軽く壁に寄りかかった立位姿勢をとり, 両足部をそれぞれ体重計に乗せた。次に, 右踵部に全体重(100%)を負荷し, その状態で足関節を全可動域背屈させた。その時の筋活動量を5秒間計測し, 中3秒間の筋活動波形(electromyography: EMG)の筋電図積分値(integrated electromyography: IEMG)を求めた。同様の手順で, 体重負荷量を80%, 60%, 40%, 20%と段階的に漸減させIEMGを算出した。そして, 各体重負荷時のIEMGを同側前脛骨筋の最大等尺性収縮時のIEMGで除し, %IEMGを算出した。測定は2回実施し, %IEMGは平均値を記録した。なお, 各段階での筋活動量の測定には1分以上の休息をおいて実施した。

各体重負荷量間の筋活動量の比較にはFriedman検定及び多重比較検定(Bonferroni法)を実施した。なお, すべての検定は5%未満を有意水準とした。統計ソフトはSPSS ver.10.1を使用した。

III. 結 果

各体重負荷量における筋活動量を表1に示す。各体重負荷における%IEMGの平均値(標準偏差)は, 体重負荷量大きいほど有意に大きかった($\chi^2=75.924$, $df=4$, $p<0.05$)。群間比較では, 体重負荷量20%と40%との間, 体重負荷量40%と60%との間, 体重負荷量60%と80%との間を除く全ての群間に有意差を認めた($p<0.05$)。

表1 各体重負荷量における前脛骨筋の筋活動量(%IEMG)および各体重負荷量間との比較

体重負荷量	筋活動量(平均±標準偏差)
20%	31.4 ± 12.7 ^{a,b}
40%	39.1 ± 13.3 ^b
60%	45.1 ± 13.4 ^b
80%	53.6 ± 15.0
100%	68.7 ± 14.3

a: 体重負荷量80%と有意差あり($p<0.05$)

b: 体重負荷量100%と有意差あり($p<0.05$)

Friedman検定: $n=21$, $\chi^2=75.924$, $df=4$, $p<0.05$

IV. 考 察

今回、一側下肢への体重負荷量の違いによる背屈筋群の筋活動量を検討した。その結果、筋活動量は体重負荷量に応じて増大する傾向を示した。つまり、より大きな体重を負荷した状態で背屈運動を行う場合、背屈筋群の活動はより強くなることが実証された。同一の関節角度では、筋活動と筋力の間には強い正の相関があることから、より大きな体重負荷条件で背屈運動が可能な場合、より強い筋力が必要になるものと考えられた。また、100%の体重負荷における%IEMG値は平均で68.7% (38.1-90.1%) に達した。健常者を対象として中等度以上の筋活動を引き出したことは、全体重負荷条件における背屈運動が可能な場合、比較的良好な背屈筋力を有するものと考えられた。よって、底屈筋力同様、背屈運動の反復回数によってより高い水準の背屈筋力を客観的に評価できる可能性がある。

本研究の結果を臨床応用する場合、以下のような方法が考えられる。例えば、背屈筋力が低下し、全体重をかけると背屈運動ができない症例がいたと仮定する。ある程度まで体重負荷量を少なくすれば、背屈運動に必要な筋力は少なくなるため背屈運動が可能となる。つまり、抗重力下において背屈が自動運動で全可動域可能であれば、その症例の背屈筋力はその時点の体重負荷量によって評価可能である。

坂本ら²⁾は筋力測定機器を使用して足関節背屈筋筋力の定量化を行い、年代別筋力の標準値を報告した。Andrewsら⁸⁾はハンドヘルドダイナモメーター（以下、HHD）を用い背屈筋力を含めた下肢筋力の等尺性最大随意筋力の標準値を報告した。また、恩幣ら⁹⁾はHHDによる背屈筋力の測定でMMTでは判定困難な筋力評価を可能にし、信頼性を検討している。このような客観的な筋力評価が可能となったことは有意義であるが、筋力測定機器が高価であることや、限定的な測定環境、操作の煩雑さなどの問題が残る。臨床ではMMTのような簡便性を備え、より客観性の高い評価方法が要求されるため、本研究の結果は新たな背屈筋力の評価法の可能性を示唆した。

本研究では体重負荷量を20%毎に設定した結果、体重負荷量が20%から80%の範囲で20%の差の隣接する

体重負荷量間には、筋活動量で有意差が認められなかった。体重負荷量に合わせて必要最小限の背屈筋活動が行われることを前提としたが、実験時には足関節を背屈させる際に必要以上の筋活動が生じていたものと推察された。また、データの大きなばらつきは対象者個々の筋活動量の差が影響したと考えられた。しかし、体重負荷量100%では他の体重負荷量と比べ相対的にばらつきが小さかった。最大負荷での背屈筋力はどの対象者にとっても良好な最大筋力を発揮させることが示唆された。前述したように、臨床で応用する際には背屈に最大努力が必要な体重が負荷されるため、各体重負荷量で生じたデータのばらつきは臨床上問題ないと考えられた。

今後、体重負荷による筋力の段階付けの信頼性を高めるためには、背屈可能な体重負荷量と実測した背屈筋力の関連性や再現性について検討する必要がある。

引用文献

- 1) 坂本親宣, 濱岡 健: 腰仙部神経根障害の症例における足関節底背屈筋の筋持久力評価. 理学療法学, 1997, 24(6): 317-321.
- 2) 坂本親宣, 濱岡 健: 足関節背屈筋筋力に影響を及ぼす因子. 運動生理, 1993, 8(4): 177-182.
- 3) 淵本隆文, 加藤浩人, 金子公宥: 高齢者の歩行能力に関する体力的・動作学的研究(第2報)―膝伸展, 足底屈, 足背屈の筋力と歩行能力の関係―. 体育科学, 1999, 28: 108-115.
- 4) 山本加奈子, 坂元宏美, 青木主税: 足関節底背屈筋力の加齢変化. 北里理学療法学, 2001, 4: 135-138.
- 5) Shumway-Cook A, Woollacott MH: Motor Control: Theory and practical applications, 2nd ed., Lippincott Williams & Wilkins, 2001, pp163-191.
- 6) Cole TM, Barry DT, Tobis JS: Measurement of musculoskeletal function. In: Krusen's handbook of physical medicine and rehabilitation, 4th ed., Kottke FJ, Lehmann JF (eds.), W.B. Saunders, Philadelphia, 1990, pp20-71.
- 7) Perotto AO: 筋電図のための解剖ガイド―四肢・体幹―第3版. 西村書店, 新潟, 2003, pp158-159.
- 8) Andrews AW, Thomas MW, Bohannon RW: Normative values for isometric muscle force measurements obtained with hand-held dynamometers. Phys Ther, 1996, 76: 248-259.
- 9) 恩幣伸子, 内山 靖, 山田美加子・他: 臨床における足関節背屈筋力の定量化―Daniels法(第5版)による筋力good以上の対象について―. 理学療法, 1998, 15(11): 914-919.