大腿四頭筋訓練器における負荷量の測定

The Measurement of Load of a Muscle Strengthening Device for Quadriceps Muscle of Thigh

前田 哲男¹⁾ 大渡 昭彦¹⁾ 山口 尚美²⁾

TETSUO MAEDA, PhD, RPT¹⁾, AKIHIKO OOWATASHI, RPT¹⁾, NAOMI YAMAGUCHI, RPT²⁾

¹⁾ Department of Basic Physical Therapy, School of Health Science, Faculty of Medicine, Kagoshima University:
8-35-1 Sakuragaoka, Kagoshima 890-8506, Japan. TEL +81 99-275-6776

²⁾ Hashiguchi Orthopaedic Clinic

Rigakuryoho Kagaku 16(2): 83-85, 2001. Submitted Aug. 20, 2000. Accepted Feb. 20, 2001.

ABSTRACT: The objective of this study is to clarify whether load of a muscle strengthening device for quadriceps muscle of thigh differs according to the exercise speed and individuals during extension-flexion exercise of knee joint. The device was developed in order that the load and changes in degree were introduced to Kin-Com during exercises. Twenty healthy female students performed 13 extension-flexion exercises of knee joint at 4 different speeds. All values of load were significantly different ($p<0.01$) among 4 speeds and individuals. The results indicate that load on a stress pad of the muscle strengthening device for quadriceps muscle of thigh differs according to exercise speed and individuals during extension-flexion exercise of knee joint.

Key words: muscle strengthening device for quadriceps muscle of thigh, load, speed

要旨: 本研究の目的は大腿四頭筋訓練器を用いて膝関節伸展屈曲運動を行った場合の負荷量が運動速度及び個人により異なるかどうかを明らかにすることである。大腿四頭筋訓練器を膝関節運動中の負荷量と角度変化がKin-Comに取り込めるように改良したものを測定に使用し、健康女子学生20名に対して4種類の速度で膝関節の伸展屈曲運動をそれぞれ13回ずつ行わせた。結果、各速度における負荷量の値は $p<0.01$ にて有意差が認められ、各被検者間での負荷量の値も $p<0.01$ にて有意差が認められた。以上により、大腿四頭筋訓練器を用いて膝関節伸展屈曲運動を行った場合の抵抗パッド部分への負荷は、運動速度の違い及び個人により異なることが示された。

キーワード: 大腿四頭筋訓練器、負荷量、速度

1) 鹿児島大学医学部保健学科理学療法学専攻 基礎理学療法学講座：鹿児島市桜ヶ丘8-35-1 (〒890-8506)
TEL 099-275-6776

2) 橋口整形外科

受付日 2000年8月20日 受理日 2001年2月20日

I. はじめに

大腿四頭筋訓練器は大腿四頭筋の筋力増強を目的として用いられるが、その負荷量に関しては三角関数を用いて算出したり^{1,2)}、Kin-Comのレバーアームで、角速度20度/秒にて大腿四頭筋訓練器の抵抗用レバーアームを動かした時のロードセルへの負荷を測定して検討している報告³⁾が見られるだけで、人間が実際に大腿四頭筋訓練器で抵抗運動を行っているときの負荷量を測定した報告は見られない。本研究の目的は実際の臨床場面を想定し、大腿四頭筋訓練器を用いて膝関節伸展屈曲運動を行った場合の抵抗パッド部分への負荷を実測して、臨床上設定可能な運動速度の違いにより実際の負荷が異なるか否かを検討し、また実測される負荷量が個人により異なるかどうかを明らかにすることである。

II. 対象及び方法

1. 対象

対象は下肢の障害や特別な疾患がない健常女子学生20名で、年齢 20.9 ± 1.6 歳、身長 159.0 ± 4.5 cm、体重 51.8 ± 4.8 Kgであった。対象者には研究の内容を説明し、了解を得た。

2. 測定器具

測定器具は大腿四頭筋訓練器(酒井医療)を一部改造して用いた。改造内容は、①対象者の大腿骨外側上顆とレバーアームの回転軸をできるだけ一致させるため、座面を3 cm高くし、前方に3.5 cm長くした。②動作時の固定を確実にするために、大腿遠位部、骨盤部、胸郭部にストラップを追加した。③抵抗パッド用アームにKin-Com500H(Chattecx Corp, 以下Kin-Comと略す)のロードセルと抵抗パッドを取り付け、分析時に運動の1回1回を区切るために電気角度計も取り付けた。そして、膝関節運動中の負荷量と角度変化をKin-Comに取り込ませた(図1)。重り取り付け用アームを抵抗パッド用アームから15度前にし、重りは全て5 Kgで、重りの位置は回転軸から46 cmの部位とした。

3. 測定方法

測定速度は膝関節の伸展屈曲を1回として、20回/分、33回/分、42回/分、50回/分の4種類とし、被検者にメトロノームに合わせるよう指示して運動を行わせた。この速度は予備実験から最大速度を50回/分と決め、33回/分

図1 一部改造した大腿四頭筋訓練機

は予備実験で被検者が一番楽だという速度で、42回/分は50回/分と33回/分の中間の値で、20回/分は33回/分より少なく区切りのよいところで20回/分とした。測定順序はランダムに決め、練習を3~4回行った後、13回膝関節の伸展屈曲を行わせ、運動開始後2回までと最後の13回を除いた10回分の負荷量を分析した。この時の負荷量は1回の運動の中で抵抗パッド部分で実測される最大値とした。それら動的な測定とは別に、膝関節伸展を約3秒間保持させた場合の抵抗パッド部分で実測される平均値も参考として測定した。

4. 分析方法

測定速度と被検者を因子とした繰り返しがない二元配置の分散分析を行い、速度間の多重比較はFisherのLSD法にて行った。各被検者の各速度における値は10回の負荷量の平均値とした。

III. 結果

膝関節伸展位で約3秒間保持した場合の伸展方向への平均負荷量の平均±標準偏差は 98.0 ± 6.6 Nであった。各速度における伸展方向への負荷量の平均±標準偏差は20回/分が 104.7 ± 12.5 N、33回/分が 97.5 ± 14.7 N、42回/分が 125.9 ± 34.0 N、50回/分が 195.4 ± 47.1 Nで、 $F=65.1$ 、 $p<0.01$ にて速度の違いによる負荷量の違いに有意差が認められた。また、各被検者の4つの速度における負荷量の平均±標準偏差は 130.9 ± 21.8 N、範囲は89.3~180.1 N

図2 速度の違いによる負荷量の比較

で、各被検者間での負荷量の値は $F=3.2$, $p<0.01$ にて有意差が認められた。速度間の多重比較では $p<0.05$ にて有意差が認められなかったのは20回/分と33回/分の間だけで、他の組み合わせ(50回/分と42回/分, 50回/分と33回/分, 50回/分と20回/分, 42回/分と33回/分, 42回/分と20回/分)は全て有意であった(図2)。

IV. 考 察

大腿四頭筋訓練器での膝関節伸展屈曲運動中、実際の負荷量は運動速度により異なるという結果が得られたが、その原因としては被検者が意図的に運動速度を変化させることにより、加速、減速に必要な力が変化し、それに伴って慣性力の関与が変化するためだと考えられる。つまり、42回/分、50回/分の速度での最大値は伸展初期にみられ、20回/分の速度での最大値は屈曲初期にみられることから、運動速度が速くなると加速に必要な力が大きくなり、運動速度が遅くなると速度をあわせるために減速に必要な力が大きくなるといった変化が考えられる。また、33回/分の運動速度が最も負荷量が小さいことから、この程度の運動速度が最も慣性力を利用した運動となっていると考えられる。

同じ重り負荷で同じ速度での運動であっても、被検者間で実際に測定された負荷量に違いが認められた。これはメトロノームに合わせて運動を行っても、実際の運動では各被検者が加速、減速を急激に行ったり、緩やかに行ったり、異なる角度範囲で運動を行ったりしたことが考えられる。

今回の研究結果から、今後臨床の場面で大腿四頭筋訓練機を使用する場合、負荷量は運動速度が速くなると大きくなり、メトロノームなどに合わせて行う同じ重りを用いた運動でも実際の負荷量は個人により異なることを考慮して使用する必要があると考える。

引用文献

- 1) Smidt GL, Rogers MW. Factors Contributing to the Regulation and Clinical Assessment of Muscular Strength. *Physical Therapy*, 1982, 62: 1283-1289.
- 2) Knapik JJ, Wright JE, Mawdsley RH, Braun J. Isometric, Isotonic, and Isokinetic Torque Variation in Four Muscle Group through a Range of Joint Motion. *Physical Therapy*, 1983, 63: 938-947.
- 3) Medvick KM, Stauber WT. Optimal Application of the N-K Table as an Exercise Device for Knee Extension. *JOSPT*, 1986, 8: 189-192.