



## 腓腹筋の筋力増強訓練における筋電図学的考察

馬詰, 志乃  
市橋, 則明  
篠原, 英記  
吉田, 正樹

---

### (Citation)

神戸大学医療技術短期大学部紀要, 6:153-156

### (Issue Date)

1990

### (Resource Type)

departmental bulletin paper

### (Version)

Version of Record

### (JaLCD0I)

<https://doi.org/10.24546/80070140>

### (URL)

<https://hdl.handle.net/20.500.14094/80070140>



## 腓腹筋の筋力増強訓練における筋電図学的考察

馬 詰 志 乃<sup>1</sup>, 市 橋 則 明<sup>2</sup>  
篠 原 英 記<sup>2</sup>, 吉 田 正 樹<sup>2</sup>

### 緒 言

筋萎縮や筋力低下の改善を目的とした筋力増強訓練は、理学療法の分野において最も基本的な治療手段の一つである。なかでも、各種の機械・器具や重錘バンドなどを使用して行う自主訓練は、その簡便さから臨床上よく利用されている。しかしながら、それらの訓練方法が筋に対して果してどの程度の負荷強度を与えているのかは不明な点が多い。過去の研究では、大殿筋<sup>1,3)</sup>や大腿四頭筋<sup>4)</sup>において、訓練の有効性が筋電図学的に検討されているが腓腹筋についての報告はない。そこで今回われわれは、腓腹筋の筋力増強訓練としてよく使われるつま先立ちに注目し、積分筋電図（以下 IEMG と略す）を用いて、つま先立ちと膝関節屈曲の等尺性収縮時における腓腹筋の筋活動を測定し検討したので報告する。

### 対象と方法

健常者8名（男性2名、女性6名）、平均年齢 $19.6 \pm 1.4$ 歳（18～21歳）を対象とした。

測定筋は右側腓腹筋の内側頭と外側頭の2カ所とし、表面筋電図を双極誘導するために銀塩化銀電極（直径8mm）2個を電極中心間隔15mmでそれぞれ筋腹の近位1/3に取り付けた。また、アース電極を耳介に貼り付けた。

筋電図は、神戸大学医療技術短期大学部とフ

ルサワ・ラボ社が協力し試作した筋電計を用いて誘導した。この筋電計は、ラップトップコンピュータ PC286LS に内蔵した差動増幅器（5-160Hzの増幅率40dB）と積分器（遮断周波数2.55Hzの低域通過フィルタ）を用いて筋電図の積分値を求め、サンプル周波数20Hzでサンプルし、AD変換器（分解能12ビット）を通しコンピュータのフロッピーディスクに保存するものである。

測定は次の4通りの条件をすべての対象者に行った。各試行は5秒間の等尺性収縮を行った。

1. 足関節底屈の最大収縮時。

背臥位、股・膝関節伸展位において足底にかけた徒手抵抗に対し、足関節を50度底屈位に保持させた時の最大等尺性収縮の IEMG を測定。

2. 両脚立位でのつま先立ち。

立位において両下肢同時につま先立ちし、50度底屈位で保持させた時の IEMG を測定。

3. 片脚立位でのつま先立ち。

片脚立位においてつま先立ちし、50度底屈位で保持させた時の IEMG を測定。

4. 膝関節屈曲の最大収縮時。

腹臥位、股・膝関節伸展位、足関節底屈位において下腿遠位にかけた徒手抵抗に対し、膝関節屈曲の最大等尺性収縮時の IEMG を測定。

なお、つま先立ちではバランス保持のために上肢の支持を行い、体幹のふらつきをなくした。また各試行間には十分な休息をとった。測定された積分値は足関節底屈の最大収縮時の IEMG

1. 兵庫病院  
Hyogo Hospital  
2. 神戸大学医療技術短期大学部  
School of Allied Medical Sciences, Kobe University

で正規化し, % IEMG として表した。

## 結 果

各試行での% IEMG の平均値は, 両脚立位でのつま先立ちで内側頭 $52.6 \pm 17.4\%$ , 外側頭 $39.6 \pm 19.8\%$ , 片脚立位でのつま先立ちで内側頭 $62.3 \pm 18.0\%$ , 外側頭 $55.9 \pm 19.3\%$ , 膝関節屈曲の最大収縮時で内側頭 $86.6 \pm 34.7\%$ , 外側頭 $72.5 \pm 34.0\%$ であった(図1)。つま先立ちでは, 両脚立位でと片脚立位では有意に片脚立位の方が内外側頭とも大きな% IEMG を示した。膝関節屈曲時と両脚立位でのつま先立ちについては, 有意に膝屈曲時の方が内外側頭とも大きな% IEMG を示した。膝屈曲時と片脚立位でのつま先立ちについては数値のうえでは膝屈曲時の方が上回ったが, 有意な差は内外側頭ともなかった。

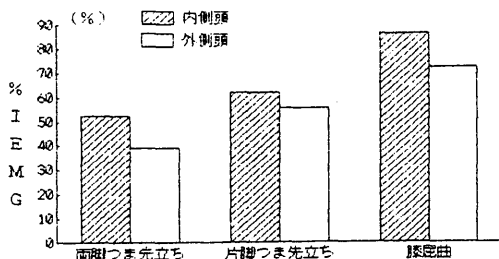


図1 各試行での% IEMG 平均値

## 考 察

運動時のように筋張力が直接測定できない場合, 筋の活動量を測定するものとして筋電図を用いることができる。特に IEMG は, 等尺性収縮時には筋力の指標となるとされ<sup>5)</sup>, IEMG を用いて動作時の筋の活動量が推測可能である。IEMG は表面筋電位を全波整流した後, 一定区間で積分して得られる<sup>6)</sup>。赤沢ら<sup>7)</sup>は, IEMG が張力と 1 対 1 の対応のある重要な指標であると述べている。しかし IEMG は, 動作時などで用いる場合, 筋収縮速度, 関節角度,

積分時間などの影響を受け<sup>7,8)</sup>, 特に力と IEMG の関係が関節角度に依存することが報告されている<sup>9,10)</sup>。今回のように腓腹筋の% IEMG を求めるには, 各試行での関節角度を一致させ, 筋の長さを等しくさせる必要がある。IEMG を用いた報告はあるがこれらのことを十分に考慮した研究はほとんどない。そこで本研究では, 筋の長さを一定にするため 4 つの測定条件(足関節底屈の最大収縮時, 両脚立位でのつま先立ち, 片脚立位でのつま先立ち, 膝関節屈曲の最大収縮時)で関節角度を同じで行い, 筋収縮速度を一定にするため等尺性収縮下において IEMG を測定し比較した。

筋力増強訓練は自主訓練の中で行われることが多いのが現状である。しかし, 自主訓練での筋力増強訓練がどの程度の負荷を筋に与えているのかを十分に検討したものは少ない。より科学的で効果的な筋力増強訓練を追求するためには, その有効性は常に確認されなければならない。自主訓練の有効性を検討した過去の報告では, 鶴見<sup>3)</sup>は大殿筋の筋力増強訓練として用いる両側ブリッジでの大殿筋の活動が最大収縮の 11% と低い値であったと述べている。また浦辺ら<sup>4)</sup>は, 膝 60 度屈曲の静止肢位で重量負荷なしのスクワットでは, 大腿直筋で最大収縮の 11%, 大腿二頭筋で 5% の放電量しか認められず, 30 kg の負荷でもそれぞれ 17% と 8% に増加したにすぎなかったことを報告した。しかし, 腓腹筋の筋力増強に関して筋電図学的に検討したものはない。そこでわれわれは, 腓腹筋の筋力増強訓練としてよく使われるつま先立ちに注目して, IEMG を測定し膝屈曲の最大等尺性収縮時と比較した。その結果, 両脚立位でのつま先立ちよりも, 膝関節の屈曲最大収縮の方が, 腓腹筋の% IEMG が有意に大きかった。また, 片脚立位でのつま先立ちと膝屈曲とを比較すると, 膝屈曲の方が大きな値を示す傾向にあったが, 有意な差はなかった。本来, 腓腹筋は膝屈筋でもあるが, 足関節の強力な底屈筋としての意義の方が大きいとされている<sup>11)</sup>。今回の研究では前述したように, 等尺性収縮での筋活動の比較

のみであるが、両脚で体重支持したときのつま先立ちよりも、膝屈曲最大努力の方が腓腹筋の % IEMG が高かったことより、等尺性収縮のもとでは両脚立位でのつま先立ちよりも膝屈曲の方が筋力増強の点からみて有効ではないかと考えられる。さらに膝の屈曲は、片脚で体重支持したときのつま先立ちと同等以上の効果も期待できると考えられる。しかし、実際上ではつま先立ち訓練は動的な因子の方が多く、静止肢位としてよりも動作訓練としての意義が大きい。よって、つま先立ち訓練は重要であるが、筋力増強の点からみて最大努力による膝の屈曲運動を利用することも可能であることがいえよう。例えば、装具やギプス固定などで足関節が固定されている場合や免荷時期などでの腓腹筋の筋力増強訓練として利用できると考えられる。具体的方法として、腹臥位で膝関節伸展位にゴムバンドで固定し屈曲方向への最大努力を行わせたり、背臥位で踵部を床に押し付けながら膝屈曲の最大収縮をおこなわせる方法などが利用できると思われる。また腓腹筋の筋力低下が著しい場合、筋力増強訓練で足関節の底屈を徒手抵抗などで行うと足指屈筋の収縮による代償が起こり、腓腹筋の収縮が十分に得られていない可能性がある。このような場合、本研究で % IEMG の値が最も高く得られた膝屈曲訓練が腓腹筋の筋力増強訓練として効果的であると考えられる。

## 結 語

つま先立ちと膝屈曲の最大収縮時において腓腹筋の IEMG を等尺性収縮のもとで測定し比較検討した。

1. 両脚立位でのつま先立ちと膝関節屈曲最大収縮では、有意に膝屈曲の方が % IEMG が高かった。
2. 片脚立位でのつま先立ちと膝屈曲では有意な差はなかったが、膝屈曲の方が % IEMG が高かった。
3. 腓腹筋の筋力増強訓練では、等尺性収縮のもとでは最大努力での膝関節屈曲においても片

脚立位でのつま先立ちと同等以上の効果が期待され、今後さらに動作時における検討が必要であると考えられる。

## 文 献

1. 鶴見隆正, 松本規男, 上田哲士 : 大殿筋筋力増強肢位の筋活動について 臨床理学療法 7 : 147, 1980
2. 松本規男, 鶴見隆正, 斉藤幸広他 : 大殿筋筋力増強肢位での筋活動について (ブリッジを中心に) 第2報 臨床理学療法 8 : 100, 1981
3. 鶴見隆正 : 運動療法における各運動肢位からみた筋力増強について (筋活動を中心に) 高知医療学院同窓会誌 4 : 9, 1988
4. 浦辺幸夫, 川野哲英 : 筋電図からみた膝関節の筋力増強訓練に関する考察 Training Journal 9 : 65, 1987
5. Basmajian JV, DeLuca CJ : EMG Signal Amplitude and Force. In Muscles alive. Baltimore, Williams & Wilkins. 1985
6. 吉田正樹, 赤沢堅造, 藤井克彦 : 整流積分筋電位の精度改善の方法 医用電子と生体工学 26 : 25, 1988
7. 赤沢堅造, 梶山三郎, 藤井克彦 : ヒト上肢筋の力学的特性の測定 バイオメカニズム 4 東京大学出版会, 1978, P. 5
8. Nardone A, Schieppati M : Shift of activity from slow to fast muscle during voluntary lengthening contractions of the triceps surae muscles in humans. Journal of Physiology 395 : 363, 1988
9. Vredenburg J, Rau G : Surface electromyography in relation to force, muscle length and endurance. New Developments in EMG and Clin Neurophysiol. Vol 1 ed. Desmedt JE, 1973, P.607
10. Close JR, Nickel ED, Todd FN : Motor unit action potential counts. J Bone Joint Surg 42-A : 1207, 1960
11. I. A. Kapandji : Physiologie Articulaire II. Paris, Librairie Maloine S. A. 1977

## Electromyographical Analysis of Muscle Strengthening Exercises for Gastrocnemius

Shino Umazume<sup>1</sup>, Noriaki Ichihashi<sup>2</sup>, Hideki Shinohara<sup>2</sup>,  
and Masaki Yoshida<sup>2</sup>

**ABSTRACT :** The purpose of this study was to investigate the activities of the Gastrocnemius during isometric contraction in raising up heels on stand and bending knees on prone. Eight healthy young volunteers (mean age,  $19.6 \pm 1.4$  years) participated in this study. The IEMG from isometric contraction of the Gastrocnemius were recorded during the maximum effort of ankle planter flexion, raising up heels on stand, raising up a heel on onelegged stand, and the maximum effort of knee flexion. The %IEMG of the Gastrocnemius was significantly higher in maximum effort of knee flexion than in raising up heels on stand, but not significantly higher than in raising up a heel on one-legged stand. It was concluded that the muscle strengthening exercise for the Gastrocnemius might be performed under the condition of the maximum effort of knee flexion.

**Key Words :** Gastrocnemius,  
Raising up heels,  
Knee flexion,  
Muscle strengthening exercise,  
IEMG.

---

1. Hyogo Hospital

2. School of Allied Medical Sciences, Kobe University