

座位時の足・膝関節角度と足指筋力の関係

山内潤一郎^{1,2,3,*}, 小池英晃¹, 小山桂史⁴,

Relations between ankle joint angle and toe grip force

Junichiro YAMAUCHI^{1,2,3,*}, Hideaki Koike¹ and Keiji KOYAMA⁴

¹Tokyo Metropolitan University, Tokyo, JAPAN ²Future Institute for Sport Sciences, Tokyo, JAPAN, ³Khon Kaen University, Khon Kaen, THAILAND, ⁴Toin University of Yokohama, Kanagawa, JAPAN

等尺性収縮中の筋の力発揮は筋の長さに関係している。これまで、筋の長さ - 張力関係(length-tension relations)から足部の力発揮メカニズムに焦点を当てて詳細に検討した例は少ない。本研究では座位時の足・膝関節角度が足指筋力に及ぼす影響を検討した。座位時の最大足指筋力は足・膝関節角度によって異なっていた。

Foot muscles are divided into two muscle groups: plantar intrinsic foot muscles (PIFM) and the extrinsic foot muscles (EFM); however, it is still unclear how PIFM and EFM separately contribute to the force generating capacity of the foot. Muscle force produced by isometric contractions is specific to the muscle length. From the length-tension relations of EFM, the contribution of EFM to the force generating capacity of the foot might be able to estimate to some extent. The purpose of the study was to investigate the relationships between ankle-knee joint angle and maximum isometric force of the toe flexion in the sitting position. We found that there was the optimum joint angle for the maximum isometric force of the toe flexion in the sitting position.

Key Words : Toe flexor muscles, Maximum isometric force, Length-tension relations

1. 結 言

筋が一定の長さを保った状態で力を発揮する静的な活動を等尺性(アイソメトリック isometric)収縮という。この等尺性収縮中の筋の力発揮は筋の長さに関係している。これを筋の長さ - 張力関係(length-tension relationship)という。筋が発生する張力はミオシンフィラメントのミオシン頭部突出部域とアクチンフィラメントとがオーバーラップしている長さに依存している。この時、張力が最大になる長さを至適長さ(Lo: optimal length)といい、Lo より長いとアクチンとミオシンのオーバーラップの長さが短過ぎ、一方、Lo より短いとアクチンとミオシンの重なりが多過ぎ、それぞれ最適な相互反応が得られないため張力が低下すると考えられている。また、この Lo は身体で筋が休息した時の長さである $2.0 \mu\text{m}$ 辺りになり、それ故に大抵の場合最大収縮に近い値を発揮することが出来る。また、筋は構造的に骨の付着部によって制限されているためにこの休息時 Lo の 30%を超えて長くなったり短くなったりすることは出来ない。しかし、それでもその Lo の 70%と 130%の限界域で最大収縮のおよそ 50%を発揮することができる。

足は人間の身体で唯一、地面に接して身体を支えている部位である。足部には多くの筋が存在し、足部の力発揮動作には複数の関節に作用する筋の働きによって成り立っている。実際の力発揮動作は動きに関わる複数の関節の回転や捻り運動によって成り立ち、これらの関節運動に関わる全ての筋が収縮し、その力が骨に伝えられることにより力発揮が引き起こされている。足指底屈筋には内在筋(Plantar intrinsic foot muscles: PIF)と外在筋

*首都大学東京 (〒192-0397 東京都八王子市南大沢 1-1)
E-mail: yamauchi@tmu.ac.jp

(Extrinsic foot muscles: EFM)が混在し、足部の力発揮に関与している。しかしながら、足指底屈筋力に内在筋と外在筋がそれぞれの程度関与しているかは未だに不明である。また、これまで、筋の長さ - 張力関係(length-tension relations)から足部の力発揮メカニズムに焦点を当てて詳細に検討した例は少ない。そこで、本研究では座位時の足・膝関節角度が足指の屈曲筋力に及ぼす影響を検討した。このことで足指底屈筋力における外在筋の役割を明らかにすることを試みた。

2. 方 法

健常な若齢被験者を対象として、座位における足・膝関節角度の異なる等尺性最大足指筋力を足指筋力測定器 (Fig 1) を用いて測定した。測定では、座位時に足が踵までが地面に着いている状態で、両手を広げ胸の前でクロスし、視線は正面に向け前かがみにならないようにした。ウォームアップと足関節・膝関節周辺ストレッチング後に、座位時における3つの膝関節角度(70° , 90° , 110°)の最大筋力を各3回行い、最大値を分析に用いた。異なった関節角度による測定はランダムにし、各測定間では適切な休憩を挟み疲労のない状態で計測した。

3. 結 果

座位時の最大足指筋力は足・膝関節角度によって異なっていた。足・膝関節角度 90° における最大足指筋力が 70° と 110° の最大足指筋力に比べて有意に高かったが、70° と 110° の最大足指筋力との間には有意な差はなかった。90° を基準とした相対値で 70° と 110° における最大足指筋力を比較した場合、90%程度低下していた。また、この最大筋力発揮のために最適な関節角度には個人差もみとめられた。

4. 考 察

最大足指筋力は、足・膝関節が 90° の時に最も大きな値であった。足指筋力発揮時において足底部外在筋の貢献度は足・膝関節角度により異なっていることが明らかになった。ヒト動作中の筋収縮で生じる力は関節角度に特異的に依存している。したがって、ヒト動作では筋自身の長さ-力関係の特性にてこの作用など外的な要因が加わってくる。また、随意筋力発揮時には筋活動レベルも関節角度の違いによって異なってくるも考えられる。これらの結果から足指筋力発揮において筋力が最大となる足・膝関節の角度は存在するが、解剖学的な骨や筋の構造上の違いなどから個人差の影響も示唆された。



Fig.1. 足指筋力測定器