

氏名	藤田 英二
学位の種類	博士（体育学）
学位記番号	第12号
学位授与の要件	学位規則第4条第2項該当
学位授与年月日	平成24年3月13日
学位論文題目	Association between knee extensor strength and EMG activities during squat movement.
論文審査委員	主査 教授 西菌 秀嗣 副査 教授 金久 博昭 副査 教授 前田 明

論文概要

The present study aimed to clarify how the force-generating capability of quadriceps femoris (QF) is associated to its surface EMG activity during a body mass-based squat movement. Isometric knee extension torque (KET) during maximal voluntary contraction and EMG activities of the rectus femoris and vastus lateralis muscles during a body mass-based squat movement were determined in 53 men and 48 women age 19-90 yr, including 18 frail elderly persons who used the long-term care insurance system. The rectified EMG signals during the squat movement were averaged and normalized as the relative value (%EMGmax) to that during maximal voluntary contraction. The %EMGmax values for rectus femoris and vastus lateralis were averaged and used as an index representing the level of muscular activities of QF during the squat movement (QF %EMGmax). QF %EMGmax was nonlinearly related to KET relative to body mass (KET/BM). Linear piecewise continuous regression analysis showed that there was a breakpoint of 1.9 N•m•kg in the relationship between the two variables. In individuals with KET/BM less than 1.9 N•m•kg, QF %EMGmax rapidly increased as KET/BM decreased. The current results indicate that the activity level of QF during a body mass-based squat movement is influenced by its force generation capability. For individuals with a KET/BM less than 1.9 N•m•kg, body mass-based squat movement is considered to be a fairly high-intensity exercise. The breakpoint of 1.9 N•m•kg may be assumed to be a threshold level of knee extensor strength, which should be maintained for performing the activities of daily living without great difficulty.

論文概要（和訳）

加齢により骨格筋の筋量および最大筋力の減少が起こることはよく知られている。特に膝関節伸展筋である大腿四頭筋の加齢による減少は、他の四肢の筋群よりも大きいと報告されている。高齢者にとって大腿四頭筋の筋力低下は、歩行、立ち上がり、階段昇降などの日常生活動作（ADL動作）に対して著しい遂行能力の低下を招く。さらには、立位姿勢の不安定性を招き、転倒事故などのリスクを増大させる。このように、高齢者において大腿四頭筋の筋力水準を高く保つことは重要であるが、その維持すべき目標値は明らかにされてはいない。高齢者が過剰な努力を必要とせず、安全に日常生活動作を遂行するために必要な大腿四頭筋の筋力水準を明らかにすることは、レジスタンストレーニングのプログラムデザインなどに対して非常に大きな意味を持つ。いくつかの先行研究では、課題動作中に対象筋がどの程度の筋活動水準を呈しているのかを知る手法として表面筋電図(electromyogram: EMG)を利用している。それらの先行研究では、最大筋力および動作中における主動筋の筋活動水準には若年者と高齢者で差があることや、高齢者は若年者と比較して自身の最大筋力に近い水準で日常生活動作を遂行していることなどが報告されている。しかし、これらの報告は単なる若年者群と高齢者群での比較であり、幅広い年齢層を対象として個々の最大筋力の違いが動作中における主動筋の筋活動水準に与える影響までは言及していない。そこで本研究では、介護保険利用者を含む19歳から90歳の101名を対象として、大腿四頭筋における最大発揮筋力と自重を負荷としたスクワット動作時の筋活動水準の関係についてEMGの分析結果に基づき検討することを目的とした。

介護保険利用者18名を含む、19歳から90歳までの男女101名（男性53名、女性48名）を対象とした。対象者は、介護保険利用者の介護群、65歳以上の高齢者群、30～64歳以下の中高年者群、30歳以下の若齢者群の4群に分類した。介護群の選定は、F県F市の地域包括支援センター、および居宅介護支援事業所に対し、「体力の低下から単独での外出を控えている」介護保険利用者を照会して行った。各対象者の体重あたりの最大膝関節伸展トルク(knee extension torque relative to body mass: KET/BM)、ならびにEMGによる自体重を負荷としたスクワット動作時の大腿四頭筋の筋活動水準(QF %EMGmax)を求めた。KET/BMは、股関節および膝関節90度屈曲位での座位姿勢にて、等尺性最大随意性収縮(isometric maximal voluntary contraction: MVC)による膝伸展最大筋力を測定し、下腿長を掛け合わせることで膝関節伸展トルクに換算した後、それを体重で除して求めた。EMGの取得は、大腿直筋と外側広筋を被検筋とし、MVC試行時およびスクワット動作時について実施した。QF %EMGmaxは、MVC時の筋電図最大振幅値(EMGmax)を100として、2筋のスクワット動作時の筋電図振幅値を相対値として求め、その平均値で表した。

KET/BMは、介護群が 0.7 ± 0.2 N·m/kg、高齢者群が 1.5 ± 0.9 N·m/kg、中高年者群が 3.0 ± 0.9 N·m/kg、若年者群が 5.0 ± 0.7 N·m/kgであり、介護群が他の3群と比較して有意に低い値であった($P < 0.001$)。スクワット動作時のQF %EMGmaxは、介護群で $72.0 \pm 19.2\%$ 、高齢者群で $51.6 \pm 22.7\%$ 、中高年者群で $25.3 \pm 9.6\%$ 、若年者群で $13.8 \pm 4.1\%$ であり、介護群が他の3群と比較して

有意に高い値を示した ($P < 0.05-0.001$)。折れ線回帰分析の結果、KET/BMと QF %EMGmax の関係には、KET/BMが $1.9\text{N}\cdot\text{m}/\text{kg}$ を変曲点とする2相の負の相関関係が認められた。KET/BMが $1.9\text{N}\cdot\text{m}/\text{kg}$ を下回る対象者は、KET/BMの僅かな低下に対して QF %EMGmax の急激な増加を示していた。

自体重を負荷としたスクワット動作中における大腿四頭筋の筋活動水準は、その最大発揮筋力に影響を受けていた。また、KET/BMが $1.9\text{N}\cdot\text{m}/\text{kg}$ を下回る者にとって自体重を負荷としたスクワット動作は、相当な高強度に類するエクササイズになりうることが明らかとなった。本研究で示された $1.9\text{N}\cdot\text{m}/\text{kg}$ の変曲点は、過剰な努力を必要とせずにADL動作を遂行するために必要な大腿四頭筋の筋力水準である可能性が示唆された。

論文審査の要旨

本研究では、若齢者、高齢者、介護保険利用者等を含む19～90歳の101名を対象として、大腿四頭筋における最大発揮筋力と自重を負荷としたスクワット動作の筋活動水準の関係を検討した。その結果、体重あたりの最大膝関節伸展トルク (KET/BM) と大腿四頭筋の筋活動水準 (QF % EMGmax) の関係に、最大膝関節伸展トルクが $1.9\text{N}\cdot\text{m}/\text{kg}$ を変曲点とする2相の負の相関関係を認めた。このことは動作中における大腿四頭筋の筋活動水準は、その最大筋力に影響を受け、この $1.9\text{N}\cdot\text{m}/\text{kg}$ を下回る者にとって自体重を負荷としたスクワット動作は、高強度エクササイズになりうることが明らかとなった。本研究で示された変曲点は、過剰な努力を必要とせずにADL動作を遂行するために必要な大腿四頭筋の筋力水準である可能性が示唆された。