

科学研究費助成事業（科学研究費補助金）研究成果報告書

平成 25 年 6 月 11 日現在

機関番号：17702

研究種目：基盤研究(B)

研究期間：2010～2012

課題番号：22300238

研究課題名（和文） 筋力トレーニングは認知機能・運動制御機能・学習機能を改善・向上させるか？

研究課題名（英文） Body mass-based exercise in daily life improves muscle function in lower limbs and cognitive functions in elderly persons.

研究代表者

福永 哲夫 (FUKUNAGA TETSUO)

鹿屋体育大学・学長

研究者番号：40065222

研究成果の概要（和文）：

本研究は、高齢者を対象とした筋機能および認知機能低下に対するカウンターアクトとしての方策として、自重を利用した筋力（レジスタンス）トレーニングの有用性の有無について明らかにすることを目的とした。研究の結果、

- 1) 体重当たりの膝伸展最大トルクが 1.9 Nm/kg より低値の場合、自重によるスクワット動作は十分なトレーニング強度をもつ
- 2) 自重を用いた貯筋運動トレーニングは下肢筋機能を向上させるが、その効果の度合はトレーニング開始前の体重あたりの最大トルクに依存する
- 3) 膝伸展筋力は、認知機能を反映している、また、筋力トレーニングの実施によって認知機能は改善し、またその改善の程度は膝伸展筋力の増加に伴うことが明らかとなった。

研究成果の概要（英文）：

The present study examined if the body mass based exercise in daily life improves strength capability of knee extensor muscles and cognitive functions assessed by Mini-Mental State Examination (MMSE), in elderly persons. First, we attempted 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. Subjects were 3 men and 48 women age 19-90 yr, including 18 frail elderly persons who used the long-term care insurance system. During body mass-based squat movement, %EMGmax of QF was nonlinearly related to maximal knee extension torque relative to body mass (KET/BM). Linear piecewise continuous regression analysis showed that there was a breakpoint of 1.9 Nm/kg in the relationship between the two variables. In individuals with KET/BM less than 1.9 Nm/kg , QF %EMGmax rapidly increased as KET/BM decreased. These 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 Nm/kg , body mass-based squat movement is considered.

Second, we examined whether the degree to which muscle strength is improved by a body mass-based home exercise program in middle-aged and older women depends on the force generating capabilities of the muscles prior to the intervention. 75 women (53-76 years) voluntarily participated in a circuit training program consisting of 5 exercises (16 repetitions/exercise, 2 or 3 circuits/day) using only body mass as resistance for 3 months. The subjects performed the training program 6 days a week in their own home and once a week in a local gym. After intervention, isometric torques during maximal voluntary knee extension (KET) and plantar flexion (PFT) increased significantly after intervention, and their relative changes were negatively correlated to the absolute values before intervention. Most of the subjects whose KET/BM and PFT/BM values before intervention were greater than 2.8 Nm/kg and 1.7 Nm/kg , respectively, did not show increases in strength after intervention. These results suggests that body mass-based exercise at home is effective in improving lower limb strength in middle-aged and older women, and the magnitude of the improvement is influenced by the force-generating capability before intervention.

Lastly, we examined whether the strength capability of knee extensor muscles is associated with

global cognitive function, assessed by Mini-MentalState Examination (MMSE), in non-disabled elderly men. Isometric torques during maximal voluntary knee extension, plantar flexion, and elbow flexion and MMSE scores were determined in 39 non-disabled men aged 61-79 years and used for the cross-sectional analysis examining the associations among the measured variables. Moreover, 27 of the subjects participated in a training program consisted of body mass-based exercises (sitting down onto and standing up from a chair, hip joint extension and flexion, calf raises, side leg raises, and trunk flexion and extension) 6 days a week for 3 months. Isometric torques and MMSE scores were determined after the intervention. Among the data before intervention, only knee extension torque (KET) and KET relative to body mass (KET/BM) significantly correlated to the MMSE scores: $r = 0.579$ ($P < 0.0001$) for KET and $r = 0.520$ ($P < 0.001$) for KET/BM. After the intervention, KET and KET/BM increased significantly, but MMSE score did not. However, the absolute change in MMSE scores was significantly associated with that in KET ($r = 0.381$, $P < 0.05$) and KET/BM ($r = 0.422$, $P < 0.05$). These findings indicate that the strength capability of knee extensors is associated with global cognitive function in non-disabled elderly men, and provide a new perspective to a general concept that exercises strengthening knee extensor muscles should be included in resistance training programs for elderly individuals.

交付決定額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2010年度	6,800,000	2,040,000	8,840,000
2011年度	4,400,000	1,320,000	5,720,000
2012年度	2,700,000	810,000	3,510,000
年度			
年度			
総計	13,900,000	4,170,000	18,070,000

研究分野：運動生理学・バイオメカニクス

科研費の分科・細目：健康・スポーツ科学・応用健康科学

キーワード：自重運動，筋力トレーニング，最大筋力，認知機能，筋電図，膝伸展動作

1. 研究開始当初の背景

近年，高齢者人口の増加が基盤であり，生活様式の急激な変容が大きき要因となった認知機能の低下が増している科学的エビデンスが数多く報告されている．特に，発達障害や認知症の罹患数の顕著な増加から，脳機能改善を目的とした方策の確立が急務のこととなっている．このような社会情勢を顧み，本研究は，高齢者を対象とした認知機能低下に対するカウンターアクトとしての方策として，自重を利用した筋力（レジスタンス）トレーニングの有用性について科学的に明らかとし，またその認知機能改善の規定因子を明らかにすることを目的とした．

2. 研究の目的

研究1.

自重によるスクワット動作の運動強度の推定

研究2.

自重によるスクワットトレーニングが最大筋力に及ぼす影響

研究3.

自重によるスクワットトレーニングが認知機能に及ぼす影響

を明らかにすることを目的とした．

3. 研究の方法

研究1. (スクワット動作の運動強度)

対象は健常な若齢者15名，中高齢者40名，高齢者28名，介護保険利用者18名とし，自重によるクォータースクワット動作を数回行わせた．その際，主動筋である大腿四頭筋の大腿直筋および外側広筋より表面筋電図を導出した．加えて，膝伸展動作における等尺性最大筋力発揮時の筋電図の振幅値を最大筋電図振幅値として算出し，スクワット動作中の筋電図振幅値は最大筋電図振幅値を基準に正規化を行った（% EMGmax）．2筋の% EMGmaxは平均した．

研究2. (筋機能に対するトレーニング効果)

53-76歳の中・高齢女性75名を対象に，自重を

用いたスクワット動作を中心とした貯筋運動トレーニングを行わせた。対象者は、1セット16回の各動作を2-3セット、週6回行った。3ヶ月間のトレーニング前後において、等尺性の膝伸展および足関節底屈動作の最大筋力を測定した。

研究3. (認知機能に対するトレーニング効果)

実験1. 対象者は39名の男性高齢者であった。まず、筋力と認知機能との関係を明らかにするために、対象者に対して、等尺性の膝伸展、足関節底屈、肘屈曲動作のそれぞれの最大筋力測定、および、ミニメンタルステート検査(MMSE)を実施した。

実験2. 実験1の対象者のうち27名を対象に、貯筋運動トレーニングを3ヶ月実施した。トレーニングは、自宅でも気軽に継続して行えるよう自重負荷を用いた筋力トレーニングメニューで構成し、スクワットを中心とした貯筋運動トレーニングを行った。トレーニング前後において、ミニメンタルステート検査(MMSE)を実施した。

4. 研究成果

研究1. (スクワット動作の運動強度)

全対象者における自重スクワット動作中の%EMGは、体重当たりの最大膝伸展トルクに対して線形ではなく、1.9 Nm/kgを境に低値になるに伴い急激に増加した。つまり、体重当たりの膝伸展最大トルクが1.9 Nm/kgより低値を示した特に高齢者や介護保険利用者は、自重によるスクワット動作は十分にトレーニング強度をもつことが示唆された。

研究2. (筋機能に対するトレーニング効果)

自重による3ヶ月間のスクワットを中心とした貯筋トレーニングによって、体重当たりの膝伸展および足関節底屈動作の最大トルクは、有意に増加した($P < 0.05$)。また、その増加率は、トレーニング前の最大トルクの大きさに伴い有意に低くなった($P < 0.05$)。膝伸展動作においては、体重当たりの最大トルクが2.8 Nm/kg以上のものは、トレーニングによる効果が認められなかった。以上より、自重を用いた貯筋運動トレーニングは下肢筋機能を向上させるが、その効果の度合は、トレーニング開始前の体重当たりの最大トルクに依存することが示唆された。

研究3. (認知機能に対するトレーニング効果)

実験1の結果より、体重あたりの膝伸展筋力(トルク)は、MMSE得点と有意に正の相関関係が認められた($r = 0.579, P < 0.01$)。実験2の結果より、膝伸展筋力および足関節底屈筋力は有意に増加した($P < 0.05$)。非常に興味深いことに、その増加の程度とMMSE得点の増加の間には有意な正の相関関係が認められた($r = 0.422, P < 0.05$)。以上の結果より、膝伸展筋力は、認知機能を反映していることが示唆された。また、筋力トレーニングの実施によって認知機能は改善し、またその改善の程度は膝伸展筋力の増加に伴うことから、加齢にともなう認知機能の低下の改善を目的とするカウンターアクトの方策として、膝伸展筋力の増加をターゲットとした筋力トレーニングメニューを含めることが望ましいと考えられる。

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文](計5件)

- ① Fujita E, Kanehisa H, Yoshitake Y, Fukunaga T, Nishizono H. Association between knee extensor strength and EMG activities during squat movement. *Med Sci Sports Exerc.* 2011 Dec;43(12):2328-2334. (査読有)
- ② Yoshitake Y, Takai Y, Kitamura T, Kawanishi M, Kanehisa H. Body mass-based exercise in middle-aged and older women. *Int J Sports Med.* 2011 Dec;32(12):924-928. (査読有)
- ③ Takai Y, Katsumata Y, Kawakami Y, Kanehisa H, Fukunaga T. Ultrasound method for estimating the cross-sectional area of the psoas major muscle. *Med Sci Sports Exerc.* 2011 Oct;43(10):2000-2004. (査読有)
- ④ Nakamoto H, Yoshitake Y, Takai Y, Kanehisa H, Kitamura T, Kawanishi M, Mori S. Knee extensor strength is associated with Mini-Mental State Examination scores in elderly men. *Eur J Appl Physiol.* 2012 May;112(5):1945-1953. (査読有)
- ⑤ Maeo S, Yoshitake Y, Takai Y, Fukunaga T, Kanehisa H. Effect of short-term maximal voluntary co-contraction training on neuromuscular function. *International Journal of Sports Medicine.* In press (査読有)

[学会発表](計2件)

藤田英二, 吉武康栄, 高井洋平, 西園秀嗣, 金久博昭. 低体力の高齢者における自重負荷

エクササイズ筋活動水準とトレーニング効果. 第 66 回日本体力医学会大会, 下関市, 2011 年 9 月 17 日.

中本浩輝, 吉武康栄, 高井洋平, 前大純朗, 金久博昭, 福永哲夫. レジスタンスエクササイズが認知機能に与える一過性の効果. 第 66 回日本体力医学会大会, 下関市, 2011 年 9 月 17 日.

[図書] (計 0 件)

[産業財産権]

○出願状況 (計 0 件)

名称:
発明者:
権利者:
種類:
番号:
出願年月日:
国内外の別:

○取得状況 (計 0 件)

名称:
発明者:
権利者:
種類:
番号:
取得年月日:
国内外の別:

[その他]

ホームページ等

6. 研究組織

(1) 研究代表者

福永 哲夫 (FUKUNAGA TETSUO)
鹿屋体育大学・学長
研究者番号: 40065222

(2) 研究分担者

金久 博昭 (KANEHISA HIROAKI)
鹿屋体育大学・スポーツ生命科学系・教授
研究者番号: 50161188
吉武 康栄 (YOSHITAKE YASUHIDE)
鹿屋体育大学・スポーツ生命科学系・准教授
研究者番号: 70318822
森 司朗 (MORI SHIRO)
鹿屋体育大学・スポーツ人文・応用社会科学系・教授

研究者番号: 80200369

中本 浩輝 (NAKAMOTO HIROKI)
鹿屋体育大学・スポーツ人文・応用社会科学系・講師

研究者番号: 10423732

高井 洋平 (TAKAI YOUHEI)
鹿屋体育大学・スポーツ生命科学系・助教
研究者番号: 20574205