

平成21年4月30日現在

研究種目：基盤研究（B）  
 研究期間：2005～2008  
 課題番号：17300221  
 研究課題名（和文） 筋不動化に伴う筋機能低下の予防を目的とした運動処方および栄養処方の開発  
 研究課題名（英文） Exercise and nutritional prescription aiming at preventing functional deterioration of skeletal muscle induced by immobilization  
 研究代表者  
 浜岡 隆文（HAMAOKA TAKAFUMI）  
 鹿屋体育大学・体育学部・教授  
 研究者番号：70266518

## 研究成果の概要：

不活動に伴う筋力、筋代謝能および血流の低下の程度と、運動トレーニングが各指標の低下（悪化）予防に有効か否かを検討した。健常成人男性42名を対象として、21日間の上肢ギプス固定を行った。固定期間中に、トレーニングを行わない群と週2回の筋力（握力の70%の運動を10回）+持久トレーニング群（動的グリップ運動を疲労困憊まで）を設けた。測定の結果、各指標はギプス固定により低下し、トレーニングによりその低下が抑制できた。

## 交付額

（金額単位：円）

	直接経費	間接経費	合計
2005年度	3,000,000	0	3,000,000
2006年度	2,300,000	0	2,300,000
2007年度	2,100,000	630,000	2,730,000
2008年度	2,100,000	630,000	2,730,000
年度			
総計	9,500,000	1,260,000	10,760,000

研究分野：スポーツ医学

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：不活動、筋力、持久力、トレーニング、筋血流

## 1. 研究開始当初の背景

身体活動の低下は、長期の入院や加齢に伴い起こり、近年では小児においても身体活動の低下が報告されている。身体活動の低下は、生活の質の低下や保健財政の面から社会問題となっており、今後とも、この傾向が国民全般において進むことは明らかである。また、身体活動の低下（極端な場合には、廃用症候群）による変化と老化は共通した特徴を有し、前者は後者を助長することが分かってきた。このことは、特に骨格筋において顕著である。

## 2. 研究の目的

前腕筋の不動化に伴う筋量低下、骨量低下、筋代謝能低下、血管径、内皮機能および血流の低下の程度を定量化し、各種運動トレーニングと栄養摂取の組み合わせが、これら指標の低下（悪化）予防に有効か否かについて包括的に検討した。筋不動化の期間中に処方するトレーニングは、持久トレーニング、筋力トレーニングとする。筋不動化に伴う機能低下を予防できる可能性のあるサプリメント（アミノ酸）を投与することにより、トレーニングとサプリメントの相乗効果も検討した。

### 3. 研究の方法

#### (1) 被験者

健康成人男性42名を対象として、21日間の上肢ギプス固定を行った。被験者はギプス固定期間中に、固定のみ (IMM)、持久トレーニング (ETR)、筋力トレーニング (STR)、複合トレーニング (SETR) またはアミノ酸投与トレーニングを行う群に無作為に分けた。尚、利き手はコントロール (Control) とした。倫理委員会の審査後、被験者には本研究の方法や意義を十分に説明したうえで、研究の協力および匿名でのデータ公表に関する同意を文書で得た。

#### (2) 実験手順およびトレーニング方法

すべての被験者に対し、非利き腕側の上肢をギプスを用いて上腕中位より手掌までを良肢位にて21日間固定した。持久トレーニング方法は、週2回の頻度で動的グリップ運動をギプス固定前の最大随意収縮力の30% (30%MVC) 強度で1秒に1回の頻度で疲労困憊まで行わせた。筋力トレーニングは、週2回の頻度で70%MVCのグリップ運動を10回行わせた。分岐鎖アミノ酸投与は、一日に体重当たり100mgとした。

#### (3) 測定指標

測定指標として、MVC、前腕最大周囲径、30%MVC 強度の1秒に1回の頻度での動的グリップ運動の持続時間 (筋持久力) を測定した。筋有酸素能は、磁気共鳴分光法による運動後クレアチニン酸回復時定数 ( $T_{c_{PCr}}$ ) により評価した。また、超音波法により、上腕動脈血流量、血管内皮機能を測定した。

### 4. 研究成果

二元配置 (固定前後×グループ) 分散分析の結果、ギプス固定により、前腕最大周囲径 (図1) は変化しなかった。MVC (図2)、筋持久力 (図3)、筋有酸素能は低下したがトレーニングにより変化した (交互作用有)。

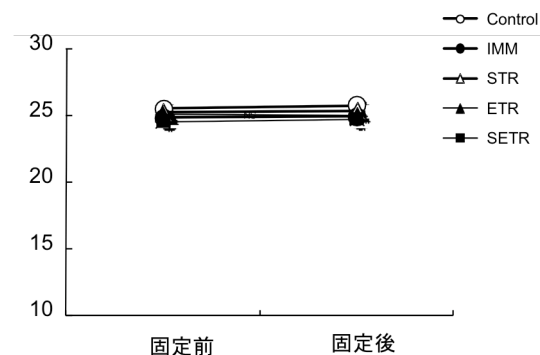


図1 前腕周囲径 (cm) の変化

Control, 非固定: IMM, 固定: STR, 筋力トレーニング: ETR, 持久カトレーニング: ESTR, 筋力+持久カトレーニング

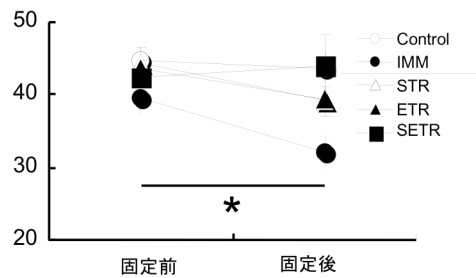


図2 握力 (kgw) の変化

Control, 非固定: IMM, 固定: STR, 筋力トレーニング: ETR, 持久カトレーニング: ESTR, 筋力+持久カトレーニング

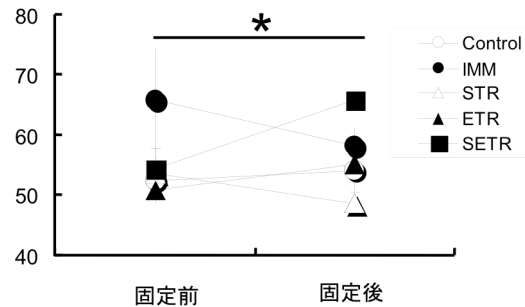


図3 筋持久力 (秒) の変化

Control, 非固定: IMM, 固定: STR, 筋力トレーニング: ETR, 持久カトレーニング: ESTR, 筋力+持久カトレーニング

筋有酸素能と血流についてもMVCと同様の変化を示した。

アミノ酸投与の影響は見られなかった。

### 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7件)

1. T. Homma, T. Hamaoka, N. Murase, T. Osada, M. Murakami, Y. Kurosawa, A. Kitahara, S. Ichimura, K. Yashiro, T. Katsumura. Low-volume muscle endurance training prevents decrease in muscle oxidative and endurance function during 21-day forearm immobilization. Acta. Physiologica, in press. 査読有
2. M. Ohkubo, T. Hamaoka, M. Niwayama, N. Murase, T. Osada, R. Kime, Y. Kurosawa, A. Sakamoto, T. Katsumura. Local increase in trapezius muscle oxygenation during and after acupuncture. Dyn. Med. 8:2, 2009. 査読有.
3. M. Matsumura, C. Ueda, K. Shiroishi, K. Esaki, F. Ohmori, K. Yamaguchi, S. Ichimura, Y. Kurosawa, R. Kime, T. Osada, N. Murase, T. Katsumura, A. Hoshika and T. Hamaoka. Low-volume muscular endurance and strength training during

3-week forearm immobilization was effective in preventing functional deterioration. *Dyn. Med.* 7 : 1, 2008. 査読有

4. T. Hamaoka, K. McCully, V. Quaresima, K. Yamamoto, and B. Chance. Near-infrared spectroscopy/imaging for monitoring muscle oxygenation and oxidative metabolism in healthy and diseased humans. *J. Biomed. Opt.* 12(6): 62105-62120, 2007. 査読有
5. N. Matsumoto, S. Ichimura, T. Hamaoka, T. Osada, M. Hattori, and S. Miyakawa. Impaired muscle oxygen metabolism in uremic children: improved after renal transplantation. *Am J Kidney Dis.* 48(3):473-80, 2006. 査読有
6. S. Nioka, D.J. Wang, J. Im, T. Hamaoka, Z.J. Wang, J.S. Leigh, B. Chance. Simulation of Mb/Hb in nirs and oxygen gradient in the human and canine skeletal muscles using H-NMR and NIRS. *Adv Exp Med Biol.* 578:223-228, 2006. 査読有
7. T. Hamaoka, Y. Kurosawa, T. Osada, T. Sako, H. Hiroyuki, S. Nishio, N. Murase, and T. Katsumura. Oxygenation and energetics of the human skeletal muscle during elevated energy demand. *J. Exerc. Sci.* 16: 13-23, 2006. 査読有

[学会発表] (計7件)

1. 発表した研究タイトル: Low-volume grip exercise training prevents immobilization-induced decrease in peak blood flow during exhaustive grip exercise”  
発表者名: 大森芙美子 共同  
発表会議名称: 第13回ヨーロッパスポーツ科学学会  
発表形態: ポスター  
発表年月: 2008年7月  
発表場所: エストリル
2. 発表した研究タイトル: 筋循環・代謝研究における近赤外分光法の有用性と限界  
発表者名: 浜岡隆文  
発表会議名称: 第14回医用近赤外線分光法研究会  
発表形態: シンポジスト  
発表年月: 2007年10月  
発表場所: 松本
3. 発表した研究タイトル: 筋不活動による骨格筋酸素供給・消費の変化  
発表者名: 浜岡隆文  
発表会議名称: 第12回酸素ダイナミクス研究会  
発表形態: シンポジスト  
発表年月: 2007年9月

発表場所: 広島

4. 発表した研究タイトル: Low-volume-combined exercise training prevents immobilization-induced decrease in muscle function and blood flow response  
発表者名: 大森芙美子 共同  
発表会議名称: 第12回ヨーロッパスポーツ科学学会  
発表形態: ポスター  
発表年月: 2007年7月  
発表場所: ユバスキュラ
5. 発表した研究タイトル: Prevention of immobilization-induced muscle dysfunction using low volume exercise training and branched chain amino acids intake  
発表者名: 山口国子 共同  
発表会議名称: 第12回ヨーロッパスポーツ科学学会  
発表形態: ポスター  
発表年月: 2007年7月  
発表場所: ユバスキュラ
6. 発表した研究タイトル: 近赤外分光法の正しい使い方について  
発表者名: 浜岡隆文  
発表会議名称: 第20回呼吸研究会  
主催者: 呼吸研究会  
発表年月: 2006年9月  
開催場所: 神戸  
発表形態: シンポジスト
7. 発表した研究タイトル: The changes in brain and muscle metabolism by the combination of caffeine supplementation and low volume exercise training  
発表者名: Esaki, K., Yashiro, K., Sako, T., Yoshitake, Y., Ohkubo, M., Kuwamori, M., Yamaguchi, K., Kinugasa, T., Takemasa, T., Hamaoka, T.  
発表会議名称: 第11回ヨーロッパスポーツ科学会議  
主催者: ヨーロッパスポーツ科学会議  
発表年月: 2006年7月  
開催場所: ローザンヌ  
発表形態: ポスター

[図書] (計5件)

1. 浜岡隆文 スポーツ医学・健康増進と光技術 光センシング技術資料集ーバイオフォトニクスを中心にー オプトロニクス社: pp. 130-133, 2006
2. 浜岡隆文, 江崎和希 (グユエン・ヴァン・チュエン、石川俊次 共編) コーヒーと運動時筋代謝 コーヒーの科学と機能, アイ・ケイコーポレーション pp. 147-154, 2006.
3. 佐古隆之, 浜岡隆文, 中出浩二 食肉に

含まれる機能性成分 (L-カルニチン) 摂取による成人女性のエネルギー代謝に及ぼす影響 平成 17 年度食肉に関する助成研究調査成果報告書, 24 : pp. 255-258, 2005.

4. 浜岡隆文 運動およびアミノ酸摂取による筋機能低下の予防 アサヒビール学術振興財団 研究紀要 pp.7-11, 2007. 6.
5. 浜岡隆文 スポーツ・健康増進と近赤外分光 光と医・食・農 pp39-44 光産業技術振興協会 2008.

## 6. 研究組織

### (1) 研究代表者

浜岡 隆文 (HAMAOKA TAKAFUMI)

鹿屋体育大学・体育学部・教授

研究者番号 : 70266518

### (2) 研究分担者

なし

### (3) 連携研究者

勝村 俊仁 (KATSUMURA TOSHIHITO)

東京医科大学・医学部・教授

研究者番号 : 80214352

村瀬 訓生 (MURASE NORIO)

東京医科大学・医学部・講師

研究者番号 : 10317894

長田 卓也 (OSADA TAKUYA)

東京医科大学・医学部・講師

研究者番号 : 60297281

木目 良太郎 (KIME RYOUTARO)

東京医科大学・医学部・講師

研究者番号 : 90366120

江崎 和希 (ESAKI KAZUKI)

東京医科大学・医学部・研究員

研究者番号 : 90375478