

## 科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 29 年 5 月 9 日現在

機関番号：32689

研究種目：研究活動スタート支援

研究期間：2015～2016

課題番号：15H06673

研究課題名(和文)自転車ペダリング運動時における下肢筋群の協調性

研究課題名(英文)Coordination of lower limb muscles during cycling exercise

研究代表者

齋藤 輝(Saito, Akira)

早稲田大学・スポーツ科学大学院・研究助手

研究者番号：90758591

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 2,200,000円

研究成果の概要(和文)：自転車運動時における大腿四頭筋の筋活動および組織酸素動態を調べた。自転車競技者9名と未経験者9名は、自転車エルゴメータで疲労困憊に至るまで運動を行った。大腿四頭筋から神経筋活動と組織酸素動態を計測した。乗車姿勢は通常姿勢と空気抵抗を減らすための前傾姿勢とした。神経筋活動には乗車姿勢間で差異はなかったが、組織酸素飽和度には自転車競技者と未経験者に姿勢間の差異が認められた。自転車運動時における大腿四頭筋の筋活動は乗車姿勢やペダリング技能に影響されないが、筋酸素動態は乗車姿勢やペダリング技能に左右されることが示唆された。

研究成果の概要(英文)：We aimed to examine the neuromuscular activation and oxygenation of quadriceps femoris muscle during cycling exercise. 9 cyclists and 9 untrained people performed an incremental cycling exercise using a cycle ergometer. Neuromuscular activation and oxygenation of the quadriceps femoris were recorded. Riding posture during an incremental cycling exercise was bracket position and drop-handle position. Neuromuscular activation of the quadriceps femoris was similar between the postures, though the oxygenation of the quadriceps femoris was influenced by the posture in cyclists and untrained people. We concluded that neuromuscular activation of the quadriceps femoris was not affected by the posture and pedaling skill, but oxygenation of the quadriceps femoris was influenced.

研究分野：スポーツ生理学

キーワード：表面筋電図 大腿四頭筋 近赤外線分光法

### 1. 研究開始当初の背景

大腿四頭筋はヒト骨格筋の中で最も大きな筋群の1つであり、自転車駆動の主働筋でもある。大腿四頭筋の構成筋である外側広筋と大腿直筋は脱酸素化のパターンが異なることが先行研究で報告されている。漸増負荷での自転車駆動時における外側広筋と大腿直筋の脱酸素化および神経筋活動の増加は、大腿直筋が外側広筋より遅延して起こることが示されている (Chin et al., 2011)。これは単関節筋である外側広筋と二関節筋である大腿直筋との間で見られる神経筋活動の違いが、各筋の脱酸素化の程度と関連することを示唆している。自転車競技ではハンドルを握った姿勢であるブラケットポジションと股関節を屈曲させたドロップハンドルポジションが用いられており、股関節角度の差異が大腿四頭筋の神経筋活動および組織酸素動態に影響する可能性がある。

### 2. 研究の目的

自転車運動時の姿勢変化による股関節角度の違いが外側広筋と大腿直筋の神経筋活動および組織酸素動態に及ぼす影響を調べることを目的とした。

### 3. 研究の方法

被験者は自転車競技者あるいはトライアスロン競技者9名 (21.3 ± 1.5 歳) と自転車競技未経験者9名 (26.0 ± 4.7 歳) であった。被験者は自転車エルゴメータ (Wattbike) で疲労困憊に至るまでの漸増負荷試験を行った。被験者は5分間のウォーミングアップの後、2分間の安静をとった。安静後、被験者は毎分90回転のクランク回転頻度をできる限り維持した。運動開始から1分ごとに25Wずつ負荷を上昇させ、クランク回転頻度を維持できなくなった時点で終了とした。外側広筋と大腿直筋から表面筋電図により筋電図振幅値、近赤外線分光法により組織酸素飽和度を計測した。筋電図と近赤外線分光法のデータはAD変換器で同期して1000Hzで記録した。筋電図振幅値と組織酸素飽和度は1秒ごとにサンプリングし、疲労困憊に至るまでの時間を被験者ごとに規格化して示した。漸増負荷試験の乗車姿勢はブラケットポジションと股関節屈曲位であるドロップハンドルポジションであり、被験者は各姿勢での実験を1日以上の間隔を空けて別日に実施した。

### 4. 研究成果

自転車競技者のブラケットポジションとドロップハンドルポジションにおける運動時間は、それぞれ 487.7 ± 120.0 秒、475.0 ± 109.5 秒であった。自転車競技未経験者のブラケットポジションとドロップハンドルポジションにおける運動時間は、それぞれ 360.4 ± 102.5 秒、331.2 ± 90.7 秒であった。自転車競技者の運動時間は未経験者より有意に長く、姿勢間の違いは認められなかった。

自転車競技者と未経験者における外側広筋と大腿直筋の筋電図振幅値は運動開始から疲労困憊に至るまで増加したが、乗車姿勢間で有意差は認められなかった。

自転車競技者と未経験者における外側広筋と大腿直筋の組織酸素飽和度は、運動開始から疲労困憊に至るまで低下する傾向であった。自転車競技者における外側広筋と大腿直筋の組織酸素飽和度は、ドロップハンドルポジションがブラケットポジションより有意に低かった (図1)。未経験者の外側広筋の組織酸素飽和度には姿勢間で有意差は見られなかったが、大腿直筋の組織酸素飽和度は運動終盤でドロップハンドルポジションがブラケットポジションより有意に低かった。

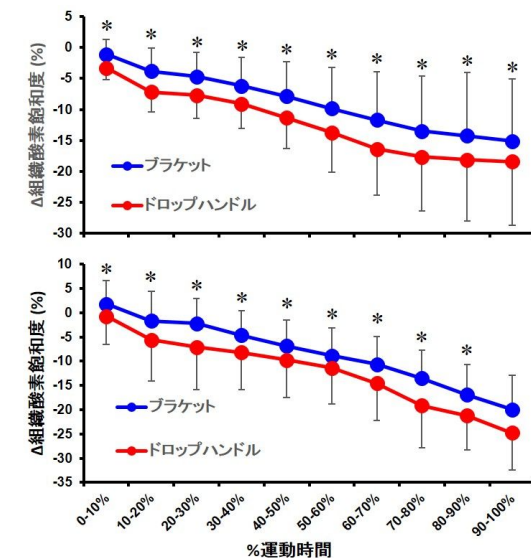


図1. 自転車競技者における外側広筋 (上図) と大腿直筋 (下図) の組織酸素飽和度。縦軸は安静時からの変化量を示す。\*:  $p < 0.05$

### 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 12 件)

Maeo, S., Saito, A., Otsuka, S., Shan, X., Kanehisa, H., Kawakami, Y., Localization of muscle damage within the quadriceps femoris induced by different types of eccentric exercises, Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports, in press

齋藤輝, 飯泉拳, 川上泰雄, 事前の股関節屈曲筋力発揮が低強度・長時間の等尺性膝関節伸展時の大腿四頭筋の活動交替様相に与える影響, トレーニング科学, 印刷中

Akima, H., Yoshiko, A., Tomita, A., Ando, R., Saito, A., Ogawa, M., Kondo, S., Tanaka, N.I., Relationship between quadriceps echo intensity and functional and morphological characteristics in older men and women, Archives of Gerontology and Geriatrics, 70, 105-111, 2017

Saito, A., Ando, R., Akima, H., Effects of prolonged vibration to vastus intermedius

- muscle on force steadiness of knee extensor muscles during isometric force-matching task, *Journal of Electromyography and Kinesiology*, 31, 48-54, 2016
- 米津貴久, 稲見崇孝, 齋藤輝, 久保孝史, 福林徹, 大腿四頭筋に対する伸張性収縮後のMRI T2 値と超音波エラストグラフィによる筋硬度の関係について, *日本運動生理学雑誌*, 23(2), 37-44, 2016
- Saito, A., Ema, R., Inami, T., Maeo, S., Otsuka, S., Higuchi, M., Shibata, S., Kawakami, Y., Anatomical cross-sectional area of the quadriceps femoris and sit-to-stand test score in middle-aged and elderly population, development of a predictive equation, *Journal of Physiological Anthropology*, 36, 3, 2016
- Saito, A., Ando, R., Akima, H., Effects of prolonged patellar tendon vibration on force steadiness in quadriceps femoris during force-matching task, *Experimental Brain Research*, 234(1), 209-217, 2016
- Hioki, M., Kanehira, N., Koike, T., Saito, A., Takahashi, H., Shimaoka, K., Sakakibara, H., Oshida, Y., Akima, H., Associations of intramyocellular lipid in vastus lateralis and biceps femoris with blood free fatty acid and muscle strength differ between young and elderly adults, *Clinical Physiology and Functional Imaging*, 36(6), 457-463, 2016
- Saito, A., Akima, H., Neuromuscular activation of the vastus intermedius muscle during isometric hip flexion, *PLoS One*, 10(10), e0141146, 2015
- Tomita, A., Ando, R., Saito, A., Watanabe, K., Akima, H., Effect of interelectrode distance on surface electromyographic signals of vastus intermedius muscle in women and men, *Journal of Electromyography and Kinesiology*, 25(6), 841-846, 2015
- 河合誠, 谷口圭吾, 齋藤輝, 秋間広, 片寄正樹, スクワット動作における中間広筋の活動特性, *日本基礎理学療法学雑誌*, 18(2), 61-69, 2015
- Saito, A., Watanabe, K., Akima, H., Coordination among thigh muscles including the vastus intermedius and adductor magnus at different cycling intensities, *Human Movement Science*, 40, 14-23, 2015
- 〔学会発表〕(計 15 件)
- Osaki, R., Saito, A., Kawakami, R., The relationship between dynamic balance and trunk muscle size in middle-aged and elderly individuals. MEXT Top Global University Project “Waseda Goes Global” Plan, the 3rd International Symposium, Tokyo (Japan), March 5, 2017
- Yoshiko, A., Tomita, A., Ando, R., Ogawa, M., Kondo, S., Saito, A., Tanaka I.N., Koike, T., Oshida, Y., Akima, H., Effects of walking and home-based resistance training on sarcopenia and muscle quality in older individuals. The 10th International Symposium on Geriatrics and Gerontology, Aichi (Japan), February 7, 2017
- Maeo, S., Saito, A., Otsuka, S., Shan, X., Kanehisa, H., Kawakami, Y., Task-dependent muscle damage localizations induced by quadriceps eccentric exercises. 5th NSCA International conference, Chiba (Japan), January 27-29, 2017
- Saito, A., Ema R., Inami, T., Maeo, S., Otsuka, S., Higuchi M., Shibata, S., Kawakami, Y., The power index of sit-to-stand test score with upright trunk predicts anatomical cross-sectional area of quadriceps femoris in middle-aged and elderly population. 10th International Conference on Strength Training, Kyoto (Japan), November 30 – December 2, 2016
- 大塚俊, 齋藤輝, 前大純朗, 江間諒一, 田中史子, 柴田重信, 川上泰雄, 加齢が大腿部の個々の筋量・筋力に及ぼす影響とその性差, 第 29 回日本トレーニング科学会, 2016 年 10 月 (神奈川)
- 前大純朗, 齋藤輝, 大塚俊, 単西瑠, 金久博昭, 川上泰雄, 大腿四頭筋の伸長性運動で生じる筋損傷の好発部位とその課題依存性, 第 29 回日本トレーニング科学会, 2016 年 10 月 (神奈川)
- 日置麻也, 兼平奈奈, 小池晃彦, 齋藤輝, 島岡清, 榊原久孝, 押田芳治, 秋間広, 中高年齢者男女におけるエコー強度と LDL コレステロール, アディポネクチンとの関係, 第 71 回日本体力医学会, 2016 年 9 月 (岩手)
- 秋間広, 吉子彰人, 富田彩, 安藤良介, 齋藤輝, 小川まどか, 近藤翔平, 田中憲子, 高齢者の筋エコー強度による筋質評価とそれに影響する因子, 第 71 回日本体力医学会, 2016 年 9 月 (岩手)
- Saito, A., Ando, R., Akima, H., Prolonged vibration to vastus intermedius influences force fluctuation of quadriceps femoris during a low-level force-matching task. 21st annual Congress of the European College of Sport Science, Vienna (Austria), July 6 – 9, 2016
- Hioki, M., Kanehira, N., Koike, T., Saito, A., Takahashi, H., Shimaoka, K., Sakakibara, H., Oshida, Y., Akima H., Relationship between intramyocellular lipid content and physical activity in young and elderly human adults. The 63rd Annual Meeting of the American College of Sports Medicine, Boston (USA), May 31 – Jun 4, 2016
- 齋藤輝, 飯泉拳, 川上泰雄, 大腿直筋の筋疲労が低強度・長時間の等尺性膝関節伸展時における大腿四頭筋の活動交替様相に与える影響, 東京体育学会第 7 回大会, 2016 年 3 月 (東京)
- 齋藤輝, 安藤良介, 秋間広, 中間広筋への長

時間の振動刺激が大腿四頭筋の力調節機能に及ぼす影響, 第28回日本トレーニング科学会, 2015年11月(鹿児島)

Yoshiko, A., Saito, A., Ando, R., Tomita, A., Koike, T., Oshida, Y., Akima, H., Effect of exercise on intramuscular fat parameter of the thigh for older individuals. The 8th Asia-Oceania Conference on Obesity (Nagoya), October 2-4, 2015

日置麻也, 兼平奈奈, 小池晃彦, 齋藤輝, 高橋英幸, 島岡清, 榊原久孝, 押田芳治, 秋間広, 若年者と高齢者における筋細胞内脂質と身体活動量との関係, 第70回日本体力医学会, 2015年9月(和歌山)

齋藤輝, 安藤良介, 秋間広, 膝蓋腱に与えた長時間の振動刺激が大腿四頭筋の力調節安定性に及ぼす影響, 第66回日本体育学会, 2015年8月(東京)

## 6. 研究組織

### (1) 研究代表者

齋藤 輝 (SAITO, Akira)

早稲田大学スポーツ科学学術院・研究助手

研究者番号: 90758591