

## 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24年5月28日現在

機関番号：27104

研究種目：若手研究（B）

研究期間：2010～2011

課題番号：22700697

研究課題名（和文） 身体運動能力の改善に有効な新しい水中運動プログラムの開発に関する学際的研究

研究課題名（英文） Development of Water-based Exercise Programs.

## 研究代表者

増本 賢治（MASUMOTO KENJI）

福岡県立大学・人間社会学部・助教

研究者番号：20553423

## 研究成果の概要（和文）：

本研究では、運動強度を歩数および生理学的応答で規定した場合での、水中および陸上ランニング時の筋活動に関する研究を行った。その結果、同一の歩数条件下では、水中ランニング時の下肢筋活動は、陸上ランニング時よりも低い（大腿直筋、腓腹筋）または同等（大腿二頭筋、前脛骨筋）であった。また、運動強度を同一の心拍数で規定した場合、水中および陸上ランニング時の、腓腹筋以外の下肢筋の筋活動量は、同等である可能性が示唆された。

## 研究成果の概要（英文）：

This study investigated muscle activity during running in water and treadmill running on dry land (TMR) when exercise intensity was matched using stride frequency (SF) and physiological responses (e.g., heart rate, HR). It was observed that lower extremity muscle activity during running in water was similar (i.e., biceps femoris and tibialis anterior) and lower (i.e., rectus femoris and gastrocnemius) than that of TMR at matched SF. Furthermore, it was suggested that matching HR can be recommended to produce similar magnitude of lower extremity muscle activity during running in water to that of TMR, with the exception of the gastrocnemius.

## 交付決定額

（金額単位：円）

	直接経費	間接経費	合計
2010年度	1,300,000	390,000	1,690,000
2011年度	1,200,000	360,000	1,560,000
総計	2,500,000	750,000	3,250,000

研究分野：総合領域

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：応用健康科学、スポーツ科学、水中運動

## 1. 研究開始当初の背景

水中運動は、リハビリテーションおよび健康増進プログラムにおいて広く用いられてきた。その中でも、水中歩行や水中ランニングは、水泳のような特殊な技術を必要とせず、容易に実施することができる運動であるため、水中運動において最も一般的に用いられ

ており、リハビリテーションおよび健康増進プログラムにおいて積極的に用いられるべき運動様式である。

水中運動に関する研究は多岐にわたり、呼吸循環系応答および体温調節機能などが研究されてきた。しかしながら、水中運動時の筋活動動態について評価した研究は、散見に

過ぎない。

私たちは、水中運動プログラムの構築に関する基礎データを得るために、下肢・体幹筋群を含めた水中環境下での歩行時における筋電図学的研究を実施してきた。その結果、水中歩行時の下肢・体幹筋群の筋活動は、歩行の方向、歩行速度、加齢および水流の有無によって影響を受けることが明らかになった (Masumoto and Mercer, 2008)。

水中ランニングもまた、リハビリテーション、健康増進および競技力向上を目的とした運動として用いられてきた。特に、Deep water running (DWR) は、水深が3メートル以上のプールにおいて、浮揚ベストを用いて運動を実施することから、完全に体重を免荷した状態での運動の実施が可能であり、特に高齢者や術後患者などのように体重免荷を要する集団に対して有用な運動様式である。

しかしながら、一般的に、DWR 時には、浮力や抵抗の影響によって、運動強度の設定が困難である。最近、私たちは、DWR 時の筋電図測定に関する新しい研究手法を用いて、同一の主観的運動強度の条件下での、DWR および陸上トレッドミルランニング時の筋活動動態に関する研究を実施した (Masumoto, DeLion, and Mercer, 2009)。それでもなお、DWR 時の筋活動に関するデータは未だ不足しており、種々の条件下 (歩数または生理学的指標で運動強度を規定) での DWR 時の筋活動を含めた学際的な研究は、存在しない。

## 2. 研究の目的

本研究では、身体運動能力の改善に有効な水中運動プログラムの開発に寄与するために、下記の研究を実施した。

(1) 同一歩数条件下での、健常者における水中ランニング時の筋活動を、陸上ランニング時のそれと比較することによって、同運動時の筋活動動態について明らかにする (2010 年度)。

(2) 同一の生理学的条件下での、健常者における水中ランニング時の筋活動を、陸上ランニング時のそれと比較することによって、同運動時の筋活動動態について明らかにする (2011 年度)。

## 3. 研究の方法

### (1) 2010 年度

①被験者: 健常成人 8 名 (年齢:  $40.0 \pm 6.5$  歳、身長:  $173.1 \pm 7.2$  cm、体重:  $66.9 \pm 11.7$  kg) に対して、リハビリテーション用プールおよび陸上トレッドミルにおいて運動試験を実施させた。

②方法: 運動試験は、1) DWR-high-knee style (DWR-HK)、2) DWR-cross-country style (DWR-CC) および 3) 陸上トレッドミル走 (TMR) であった。各運動様式における運動

強度は、自己選択速度での TMR 時に得られた歩数 (PSF) で規定した。また、DWR 時 (DWR-HK および DWR-CC) には、PSF-15% および PSF+15% での歩数条件下での運動試験も実施した。なお、DWR (DWR-HK および DWR-CC) 時に使用したリハビリテーション用プールの水温は、28°C であった。

被験筋は、右側の大腿直筋、大腿二頭筋、前脛骨筋および腓腹筋の 4 筋であった。

運動試験実施前に、被験者の各被験筋での最大随意収縮時 (MVC) の筋放電量を測定した。各運動時の筋活動は、MVC 時の筋活動に対する相対値 (%MVC) として表示することによって、各条件下での比較検討を行った。

### (2) 2011 年度

①被験者: 健常成人 9 名 (年齢:  $30.7 \pm 10.4$  歳、身長:  $171.4 \pm 8.0$  cm、体重:  $67.1 \pm 11.3$  kg) に対して、プールおよび陸上トレッドミルにおいて運動試験を実施させた。

②方法: 運動試験は、水中ランニング (DWR) および陸上トレッドミル走であった。DWR 時の目標心拍数は、RPE (rating of perceived exertion) 11、13 および 15 の運動強度での陸上トレッドミルランニング時に得られた心拍数とした。水温および室温は、それぞれ、28°C および 26°C であった。

被験筋は、右側の大腿直筋、大腿二頭筋、前脛骨筋および腓腹筋の 4 筋であった。

運動試験実施前に、被験者の各被験筋での最大随意収縮時 (MVC) の筋放電量を測定した。各運動時の筋活動は、MVC 時の筋活動に対する相対値 (%MVC) として表示することによって、各条件下での比較検討を行った。

## 4. 研究成果

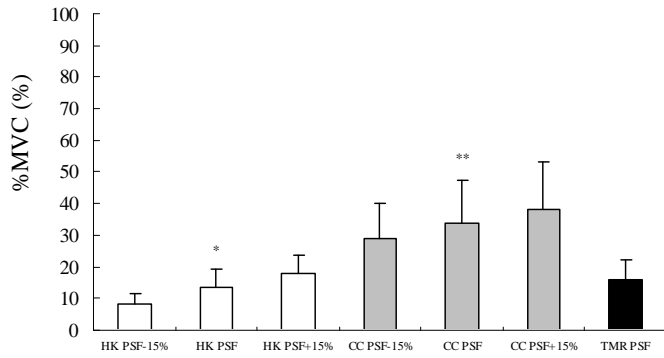
### (1) 2010 年度

各運動時の歩数は、DWR-HK-PSF、DWR-CC-PSF および TMR-PSF 間で、有意差はみられなかった ( $P > 0.05$ )。

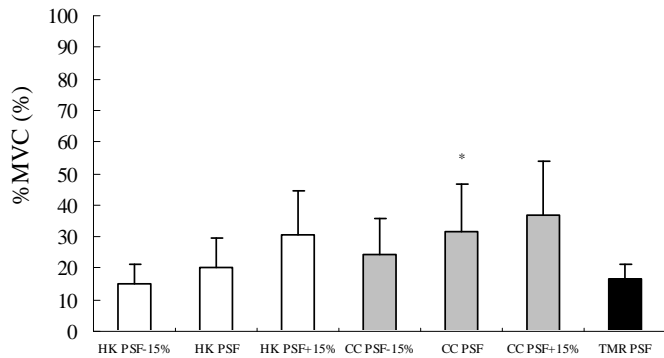
DWR-CC-PSF 時の大腿直筋および大腿二頭筋の筋活動は、TMR-PSF 時のそれと比較して、有意に大きかった ( $P < 0.05$ )。それに対して、DWR-HK-PSF 時の大腿直筋の筋活動は、TMR-PSF 時のそれと比較して、有意に低かった ( $P < 0.05$ )。また、DWR-HK-PSF 時の腓腹筋の筋活動は、TMR-PSF 時のそれと比較して、有意に低かった ( $P < 0.05$ )。さらに、DWR 時 (DWR-HK および DWR-CC) には、歩数の増加に伴って、大腿直筋、大腿二頭筋、前脛骨筋および腓腹筋の筋活動における有意な増加がみられた ( $P < 0.05$ )。

これらのことから、運動強度を歩数で規定した場合、DWR 時の筋活動は、TMR 時のそれと異なるだけではなく、DWR のスタイル (DWR-HK および DWR-CC) によっても影響され得る可能性が示唆された。

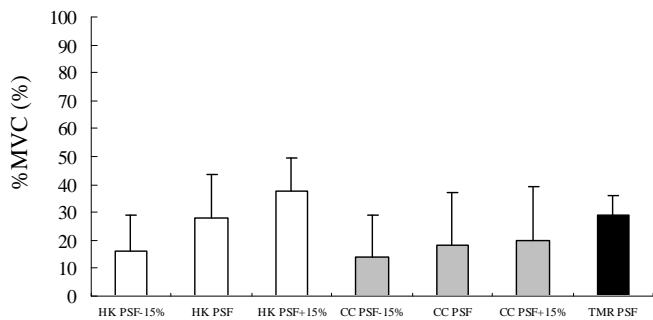
A. 大腿直筋



B. 大腿二頭筋



C. 前脛骨筋



D. 腓腹筋

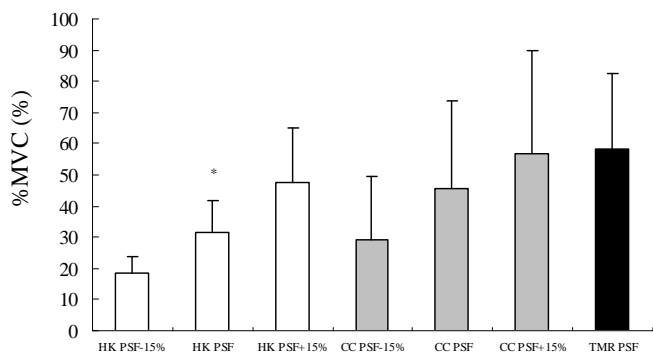


図 1. 水中ランニング時 (DWR-HK および DWR-CC) および陸上トレッドミル時の筋活動  
\* $P < 0.05$ , \*\*  $P < 0.01$ , DWR-HK-PSF および TMR-PSF 間、DWR-CC-PSF および TMR-PSF 間の有意差。

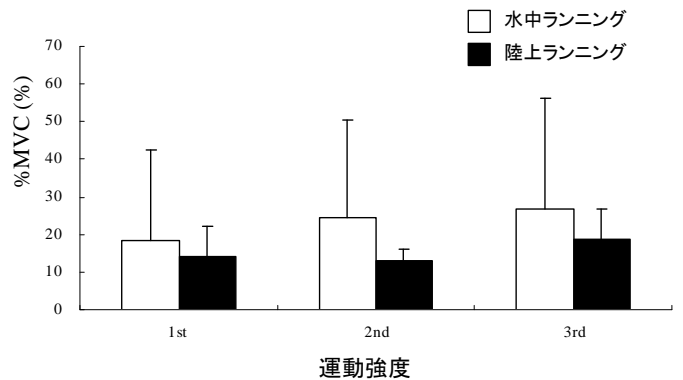
(2) 2011 年度

DWR および陸上トレッドミルランニング時の心拍数は、運動様式間で、有意差はみられなかった ( $P > 0.05$ )。

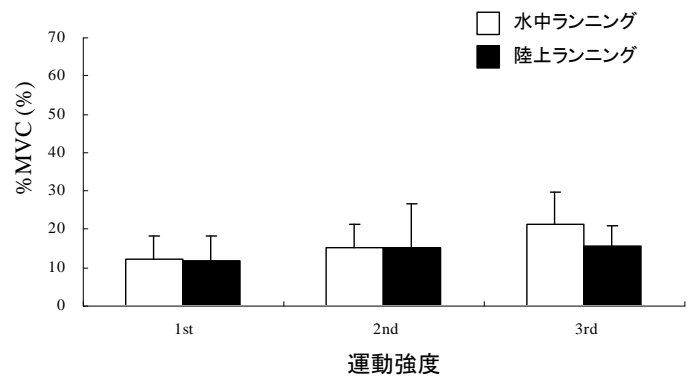
DWR 時の腓腹筋の筋活動量は、陸上トレッドミルランニング時のそれと比較して、有意に低かった ( $P < 0.05$ )。しかしながら、大腿直筋、大腿二頭筋および前脛骨筋の筋活動量は、DWR および陸上トレッドミルランニング間で、有意差はみられなかった ( $P > 0.05$ )。また、DWR および陸上トレッドミルランニング時には、運動強度 (心拍数) の増加に伴って、大腿直筋、大腿二頭筋、前脛骨筋および腓腹筋の筋活動における有意な増加がみられた ( $P < 0.05$ )。

これらのことから、DWR および陸上トレッドミルランニング時の運動強度を、同一の心拍数で規定した場合、腓腹筋以外の下肢筋 (大腿直筋、大腿二頭筋および前脛骨筋) の筋活動量は、同等である可能性が示唆された。

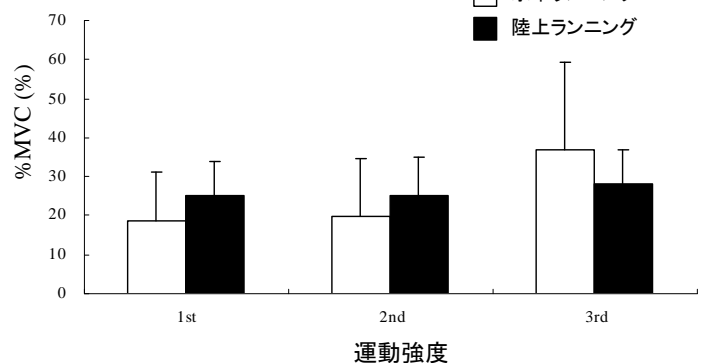
A. 大腿直筋



B. 大腿二頭筋



C. 前脛骨筋



D. 腓腹筋

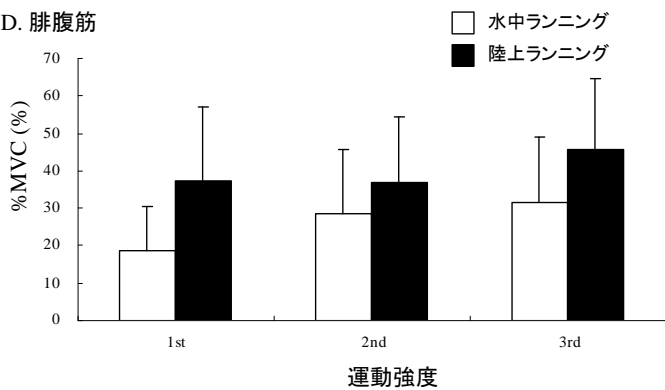


図 2. 同一の心拍数条件下での水中ランニング (DWR) 時および陸上トレッドミルランニング時の筋活動

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 3 件)

- ① Kenji Masumoto, Ayako Hamada, Hiro-omi Tomonaga, Kana Kodama, Noboru Hotta, Physiological responses, rating of perceived exertion and stride characteristics during walking on dry land and in water, both with and without a water current, Journal of Sport Rehabilitation, 査読有, 21 巻 2 号, 2012, 175-181, PMID: 22104030
- ② Jaco Liebenberg, Jennifer Scharf, Dana Forrest, Janet S. Dufek, Kenji Masumoto, John A. Mercer, Determination of muscle activity during running at reduced body weight, Journal of Sports Sciences, 査読有, 29 巻 2 号, 2011, 207-214, DOI:10.1080/02640414.2010.534806 PMID: 21170806
- ③ 中藤広美、渡辺好庸、増本賢治、神谷英二、添田百合子、小野美穂、安酸史子、種々の靴の着用が足部骨格偏倚などを有する中高齢者の歩容に及ぼす影響、福岡県立大学人間社会学部紀要、査読無、19 巻 2 号、2011、53-63、<http://www.fukuoka-pu.ac.jp/kiyou/mokuji.htm>

[学会発表] (計 4 件)

- ① Kenji Masumoto, Shin-ichiro Takasugi, Shinpei Okada, Kazuhiro Higuchi, Shu-ichi Handa, Hiroyasu Okuizumi, Yoshiteru Mutoh, Stride characteristics and physiological responses during lateral and forward locomotion in water, 58th Annual

Meeting and 2nd World Congress on Exercise is Medicine of the American College of Sports Medicine, Denver, USA, 2011 年 5 月 31 日~6 月 4 日

- ② Bryon C. Applequist, Jaco Liebenberg, Kenji Masumoto, John A. Mercer, Lower Extremity muscle activity during running at reduced body weight, 58th Annual Meeting and 2nd World Congress on Exercise is Medicine of the American College of Sports Medicine, Denver, USA, 2011 年 5 月 31 日~6 月 4 日
- ③ John A. Mercer, Jaco Liebenberg, Philana-Lee Bouws, Kenji Masumoto, Muscle activity while running at 20-50% of body weight, South West Chapter of American College of Sports Medicine 29<sup>th</sup> Annual Meeting, San Diego, USA, 2010 年 10 月 22 日~23 日
- ④ Kenji Masumoto, Ayako Hamada, Hiro-omi Tomonaga, Kana Kodama, Yuko Amamoto, Yoshiko Nishizaki, Noboru Hotta, Influence of a water current on physiological responses and stride characteristics during walking in water, American College of Sports Medicine 57<sup>th</sup> Annual Meeting, Baltimore, USA, 2010 年 6 月 2 日~5 日

6. 研究組織

(1) 研究代表者

増本 賢治 (MASUMOTO KENJI)

福岡県立大学・人間社会学部・助教

研究者番号：20553423