ISSN 2187-0691
Japanese Journal of Maritime Activity
Vol.11 No.1 第11巻 第1号

海洋人間学雑誌

September 2022 令和4年9月

日本海洋人間学会
Japan Society for Maritime Activity

目　　次

研究資料
セーリング競技者における自転車全力ペダリング運動が
ハイクアウト継続時間に及ぼす影響‥‥‥

□研究資料□

セーリング競技者における自転車全力ペダリング運動がハイクアウト継続時間に及ぼす影響

笹子悠歩[1]，榮樂洋光[1]，薄田成美[2]，石井泰光[3]，中村夏実[1].

[1]鹿屋体育大学；[2]（株）ルネサンス；[3]京都先端科学大学.

海洋人間学雑誌, 11(1)：1-8，2022.

（受付：2021 年 12 月 7 日； 最終稿受理：2022 年 6 月 10 日）

【抄　録】

本研究は、自転車全力ペダリング運動を用いたトレーニングが、ハイクアウトの継続時間に及ぼす影響について明らかにすることを目的とした。対象者は、セーリング競技を専門とする大学生 8 名（男性：6 名、女性：2 名）とし、運動は 20 秒全力ペダリングと、休息 4 分 40 秒を 5 セット繰り返した。トレーニング頻度および期間は、週 2 回、9 週間の計 18 回と設定したが、実施回数は 13±2 回であった。トレーニングの結果、ハイクアウトの継続時間は、84.4±12.9 秒から 96.9±12.3 秒まで 12.4 秒（変化率：14.8%）向上し、有意差が認められた。また膝伸展筋力、ウィンゲートテスト、上体起こし、反復横跳びの記録も有意に向上した。本研究の結果から、自転車全力ペダリング運動は、ハイクアウトの継続時間を改善する可能性が示唆された。

キーワード：ヨット，体力トレーニング，膝伸展筋力.

Ⅰ．緒　言

セーリング競技は、海上に設置されたマーク（目標物）を決められた順序で周回し、着順を競う競技である。レース中の主な帆走方法として、風上帆走と風下帆走が挙げられるが、先行研究では風上帆走がレース全体の約 60%を占めることが報告されている[1)]。また、スタート後に初めに回航する風上マークは第 1 マークと呼ばれ、第 1 マークの回航順位とフィニッシュ順位の間に、相関関係があることが明らかとなっている[2)]。このことから、より上位でフィニッシュするためには、スタートから第 1 マークまでの風上帆走時に高い艇速を維持し、いかに艇団の前を走れるかが重要となる。

風上への帆走時に高い艇速を維持する方法の一つに、ハイクアウト（図 1）がある。ハイクアウトとは、風によって風下側へ倒れようとする艇を、艇の中央にあるフットベルトに両足の甲をかけ、風上側へ上半身を乗り出すことによって、体重で艇の傾きを押さえる動作のことであり[3)]、艇が倒れようとする力を推進力に変えることができる。

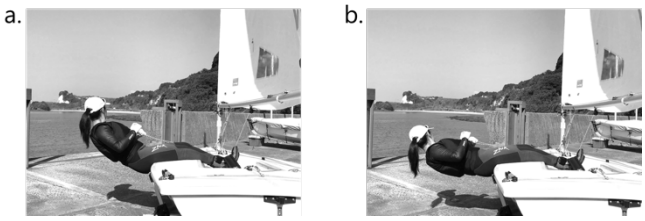

図 1．中風時のハイクアウト（a）と強風時のフルハイクアウト（b）

責任著者：中村夏実
〒891-2393　鹿児島県鹿屋市白水町 1
鹿屋体育大学
e-mail : natsumi@nifs-k.ac.jp

風速が高いほど、艇が倒れようとする力は強くなる。そのため強風時には、選手はより大きく身体を艇から乗り出す必要がある。このように、風下側へ倒れようとする艇を、選手が全力で起こそうとする動作はフルハイクアウト（図 1b）と呼ばれ、中風時のハイクアウト（図 1a）よりも身体に掛かる負荷は大きい。したがって、選手は風上マーク到達まで（おおよそ 15 分）、フルハイクアウトの姿勢を維持し続けられる体力を有していることが望ましいといえる。

ハイクアウトに関しては、これまで横断的な見地から検討した結果は、いくつか報告されている。それらによれば、ハイクアウトの主働筋は大腿四頭筋や腹直筋などの、身体の前面の筋群であることや[4)]、その継続時間には、膝関節伸展筋力（以下、膝伸展筋力と記す）や無酸素性、および有酸素性能力が重要であることが明らかとなっている[5-8)]。しかし、ハイクアウトの継続時間を延長させるために、縦断的に体力トレーニングを行わせて検討した研究は見当たらない。

このような背景から著者らは、膝伸展筋力と無酸素性および有酸素性能力の 3 つの能力の改善が期待できる補助トレーニングとして、自転車全力ペダリング運動[9-11)]を実施することで、ハイクアウトの継続時間が向上するのではないかという仮説を立てた。そして、この仮説を証明することができれば、セーリング選手が補助トレーニングを実施する際の、有益な知見の一つになり得ると考えられる。

そこで本研究では、セーリング競技を専門とする大学生を対象として、週 2 回、9 週間の自転車全力ペダリング運動が、ハイクアウトの継続時間に及ぼす影響について明らかにすることを目的とした。

Ⅱ．方　法

1. 対象者

K 大学ヨット部に所属する大学生 8 名（男性：6 名、女性：2 名）とした。対象者の年齢は 20±2 歳、競技歴は 8±4 年、競技レベルは、8 名中 3 名は全日本学生選手権で優勝もしくは入賞するレベルであり、その他 2 名は、高校時に ISAF ユースワールドチャンピオンシップへの出場経験があった。なお、本対象者は海上での練習は週に約 4 日の頻度で行っていたが、陸上での補助トレーニングは、ほとんど行っていなかった。また、介入期間中には 1 度、大会への参加があった。全ての対象者には、研究の目的や方法を口頭で十分に説明し、本研究に参加する同意を得た上で実施した。

2. ハイクアウトの継続時間および身体組成と体力の測定

測定項目は、ハイクアウトの継続時間の評価として、ハイクアウトテスト[8]を行った。また、身体組成（体重、体脂肪率、除脂肪体重）の測定に加え、体力の評価は、文部科学省制定の「新体力テスト」[12]や、日本レーザークラス協会制定の「身体能力測定」[13]において採用されている項目を基本とし、30 秒間のウィンゲートテスト、20m シャトルランテスト（以下、シャトルランテストと記す）、膝伸展筋力、上体起こし、ウォールシットテスト、握力、腕立て伏せ、懸垂、反復横跳びを行った。それぞれの具体的な測定方法は以下の通りである。

A. ハイクアウトテスト

ハイクアウトテストは石井ら[8]の報告に倣い、ハイクアウトベンチ（Laser Pro Hiking Bench, David Page Associates Limited 社製）を用い、フルハイクアウトの姿勢を保持できた時間を評価した（図 2）。大腿部の位置、臀部の高さ、肩峰の高さの 3 点を規定した上で、足部にあるフットベルトによって、大腿部中央がハイクアウトベンチの端になるように調整した。また、大腿部前部の近位（付け根）が、ハイクアウトベンチの上端より高くなるように膝を伸展すること、そして肩甲骨上縁の高さが、膝関節の上部と同等になるように、地面に対する体幹の角度を規定した。その他の注意点として、視線はつま先に向け、体幹は捻らないように指示した。

上記の姿勢を定義するために、ハイクアウトベンチの左右の台座に約 1m の棒を差し、棒の左右にゴム紐を張った。ゴム紐の高さは、膝上部と同じ高さになるようにし、肩甲骨上縁が接触するまで、上体を倒して行わせた。

測定終了の基準は、ゴム紐から身体が離れた時点や、上体が下降してゴム紐が伸びた時点で対象者に告知し、即時に規定した姿勢に戻せなかった場合とした。また、臀部が台高より下がった時点で対象者に知らせ、規定した姿勢に戻せなかった場合についても、その時点で測定終了とした。

B. 身体組成

体組成計（DC-320, Tanita 社製）を用いてインピーダンス法により、体重、体脂肪率、除脂肪体重を計測した。

C. 体力測定

ウィンゲートテストは、Power Max-VⅢ（コナミ社製）を用いて測定を行った。負荷は体重の 7.5%、運動時間は 30 秒間とした。スタート直後から運動終了まで最大努力で行うように指示し、30 秒間の平均パワーを記録

図 2. ハイクアウトテストの様子

した。

膝伸展筋力は、健康・体力づくり事業財団の貯筋運動プロジェクトの手法に基づき実施した[14]。張力計（TensionMeter-D, T.K.K.5710e, 竹井機器工業社製）が搭載された片脚用筋力測定台（T.K.K.5715, 竹井機器工業社製）を用い、対象者の腰部をベルトによって椅子に固定し、膝関節角度が 90 度になるように足首の部分を張力計に固定した。筋力発揮は 5 秒かけて行い、最大努力を約 3 秒間維持させた。測定時における血圧の急激な上昇を抑えるために、対象者には力発揮中に息こらえをしないように指示した。測定は 0.1 kg 単位で 2 回実施し、最大値を記録した。なお、膝伸展筋力は片脚のみの測定でも良好な信頼性および妥当性が確認されていること[15]や、対象者の身体的負担を考慮し、測定は片脚のみとした。また、利き脚の影響も考えられるが、前述した貯筋運動プロジェクト[14]やハイウアウトと脚筋力の関係を調査した先行研究[5]では、測定を右脚としていることから、先行研究の知見に倣い、本研究においても測定は右脚で行うこととした。

シャトルランテスト、上体起こし、反復横跳び、握力の測定は、文部科学省制定の新体力テスト[12]の手法に基づいて行い、それ以外の項目（ウォールシットテスト、腕立て伏せ、懸垂）は、日本レーザークラス協会制定の「身体能力測定」[13]の手法に基づき実施した。

シャトルランテストは、20m 間隔の 2 本の平行線を、電子音に合わせ、足が線を超えるか触れたら折り返すように指示した。設定された速度を維持できなくなった時、もしくは対象者が走るのをやめた時、または 2 回続けてどちらかの足で線に触れることができなくなった時の値を記録した。

上体起こしは、マット上で仰臥姿勢をとり、両腕を胸の前で組み、両膝の角度は 90 度とした状態を開始時の姿勢とした。補助者は対象者の両膝をしっかりと押さえ、「始め」の合図で仰臥姿勢から両肘と両大腿部がつくまで上体を起こし、すばやく開始時の仰臥姿勢に戻すように指示した。測定は 30 秒間とし、その回数を記録した。なお、両肘と両大腿部がつかなかった場合には回数にカウントしなかった。

反復横跳びは、床の上に線の幅が 100cm の 3 本の平行線を引き、対象者が中央の線をまたいだ状態をスタート位置とした。そして「始め」の合図で右側の線を超すか、または踏むまでサイドステップし、次に中央線に戻り、さらに左側の線を超すか触れるまでサイドステップをするように指示した。それぞれの線の通過を 1 回とし、20 秒間の回数を記録した。なお、外側の線に足

が届かなかった場合や、中央の線をまたがなかった場合は、回数にカウントしなかった。

握力は、握力計（Grip-D, T.K.K.5401, 竹井機器工業社製）を持ち両腕を体側で自然に下げ、リラックスした姿勢をとらせた後に、呼吸をしながら握力計を可能な限り強く握らせた。測定は 0.1 kg 単位で左右 2 回ずつ実施し、左右それぞれの最大値の平均を求めた。

ウォールシットテストは、背中全体を壁に付け、股関節と膝関節角度が 90 度になるように姿勢を保持し、両腕は胸の前で交差させた。そして片脚で身体を支持し、反対の脚は、踵を支持脚のすねに接触するようにし、規定した姿勢を保持できた時間を計測した。なお測定は膝伸展筋力と同様に対象者の身体的負担を考慮して、右脚のみとした。

腕立て伏せは、手のひらを胸の位置（高さ）とし、手幅は肘関節を最大屈曲させた際に、肘関節角度が 90 度となるように指示した。開始姿勢は、体幹と下肢が一直線となる姿勢とし、床面から 10.5cm 高のパットに顎が接触するまで上体を下降させた。測定者の合図に従い、下降および上昇をそれぞれ 2 秒間のペースで行わせた。そして、設定したペースで実施できなくなった場合や、挙上できなくなった時点までの回数を記録した。

懸垂は、手幅を肩幅よりも広げ、膝関節を約 90 度に曲げ、足を交差させた。この姿勢から、鉄棒より顎が高い位置になるまで身体を引き上げた後、肘関節が最大伸展するまで身体を下降させるように指示した。測定者の合図に従い、上昇および下降をそれぞれ 2 秒間のペースで行わせた。規定したペースで実施できなくなった場合や、顎を鉄棒よりも高い位置まで挙上できなくなった時点までの回数を記録した。

3. トレーニング方法

自転車エルゴメーターによる全力ペダリング運動とした。なお、このような休息を挟みながら行う高強度運動の運動時間、休息時間、およびセット数の組み合わせは、先行研究によって様々である [9-11,16]。そこで本研究では、先行研究 [10,11]の知見を基に、負荷は体重の 7.5%とし、20 秒運動、4 分 40 秒休息を 5 セット行うこととした。

トレーニング頻度は週に 2 日、期間は 9 週間の計 18 回としたが、介入期間中に大会への参加があったことや、対象者の疲労状況により実施回数を適宜変更したため、実際に行った回数は 13±2 回であった。

4. 分析と統計

基本的統計量は、平均値±標準偏差により表した。トレーニング前後での比較を行う際は、Microsoft Office Excel 2016 を用い、対応のある t 検定および効果量（Cohen's d）を算出した。有意水準は 5 %とし、効果量における数値の解釈 [17]は、「0.20≦小＜0.50」、「0.50≦中＜0.80」、「0.80≦大」とした。

Ⅲ. 結　果

表 1 には、トレーニング前後の身体組成を示した。体重、体脂肪率、除脂肪体重にトレーニング前後で変化は認められなかった。

図 3 には、ハイクアウトの継続時間の変化を示した。ハイクアウトの継続時間は、pre では 84.4±12.9 秒であったが、post では 96.9±12.3 秒であり、12.4 秒（変化率：14.8%）向上し、1%水準で有意差が認められた。また効果量検定の結果、d は 0.98 で大と評価された。

表 1.　トレーニング前後の身体組成

	pre	post	p値	効果量（d）
体重（kg）	60.7±12.6	60.5±12.9	0.71 n.s.	0.01
体脂肪率（%）	16.3±8.3	16.1±8.4	0.33 n.s.	0.02
除脂肪体重（kg）	50.2±11.8	50.7±12.0	0.19 n.s.	0.04

効果量（d）：0.20≦小＜0.50，0.50≦中＜0.80，0.80≦大

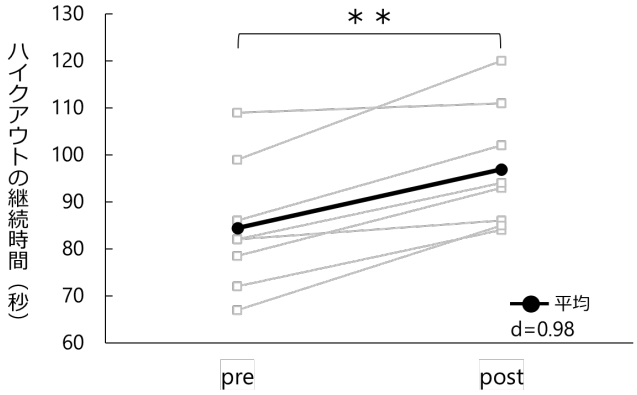

図 3.　ハイクアウトの継続時間の変化
＊＊：p ＜ 0.01
効果量（d）：0.20≦小＜0.50，0.50≦中＜0.80，0.80≦大

図 4 には、ウィンゲートテストの平均パワーとシャトルランテストの変化を示した。ウィンゲートテストは、pre では 512.5±123.9W であったが、post では 553.6±123.7W であり、41.1W（変化率：8.8%）向上し、1%水準で有意差が認められた。また効果量検定の結果、d は 0.33 で小と評価された。

シャトルランテストについては、pre が 77.0±17.2 回、post が 82.5±12.5 回であり、有意差は認められなかった。一方で効果量検定の結果、d は 0.37 で小と評価された。

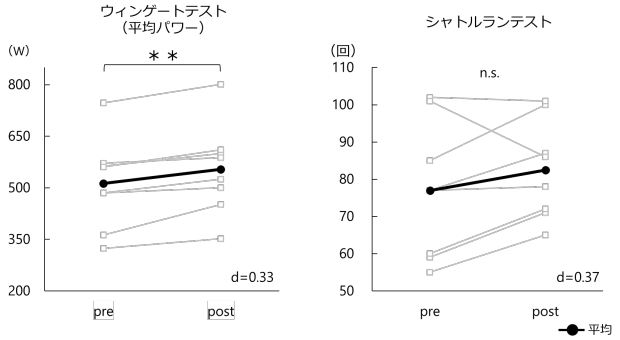

図 4.　ウィンゲートテストとシャトルランテストの変化
＊＊：p ＜ 0.01
効果量（d）：0.20≦小＜0.50，0.50≦中＜0.80，0.80≦大

図 5 には、膝伸展筋力、上体起こし、反復横跳びの変化を示した。膝伸展筋力は、pre では 58.6±17.4kg であったが、post では 63.9±18.1kg であり、5.3kg（変化率：9.5%）向上し、5%水準で有意差が認められた。また効果量検定の結果、d は 0.30 で小と評価された。

上体起こしは、pre では 29.0±7.3 回であったが、post では 35.6±5.1 回であり、6.6 回（変化率：32.2%）増加し、5%水準で有意差が認められた。また効果量検定の結果、d は 1.05 で大と評価された。

反復横跳びは、pre では 30.5±3.9 回であったが、post では 32.9±3.4 回であり、2.4 回（変化率：8.5%）増加し、5%水準で有意差が認められた。また効果量検定の結果、d は 0.65 で中と評価された。

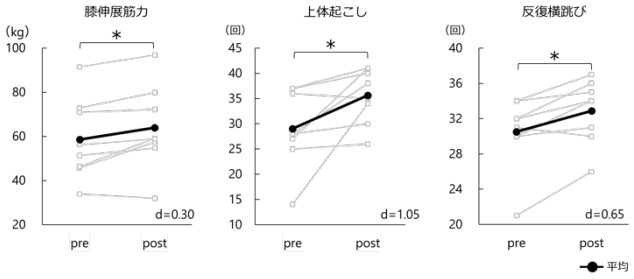

図 5. 膝伸展筋力，上体起こし，反復横跳びの変化
＊：p ＜ 0.05
効果量（d）：0.20≦小＜0.50，0.50≦中＜0.80，0.80≦大

図 6 には、ウォールシットテスト、握力、腕立て伏せ、懸垂の変化を示した。ウォールシットテストは、pre が 52.8±26.4 秒、post が 75.3±31.7 秒であり、有意差は認められなかった。一方で効果量検定の結果、d は 0.77 で中と評価された。その他の握力、腕立て伏せ、懸垂は、いずれにおいても記録の変化は認められなかった。

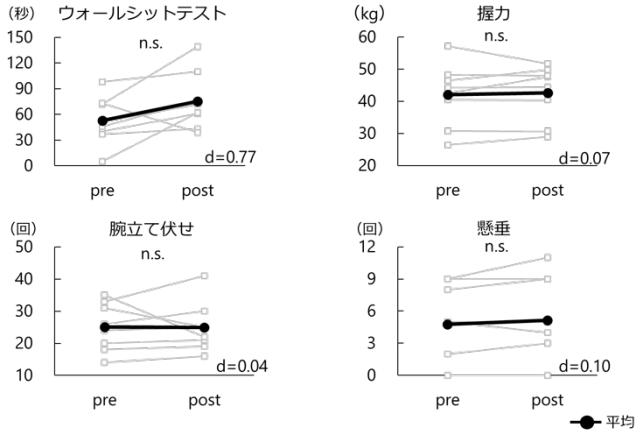

図 6. ウォールシットテスト，握力，腕立て伏せ，懸垂の変化
効果量（d）：0.20≦小＜0.50，0.50≦中＜0.80，0.80≦大

Ⅳ. 考　察

1. ハイクアウトの継続時間と膝伸展筋力および無酸素性・有酸素性能力の変化について

本研究で行ったような休息を挟みながら行う高強度運動は、無酸素性能力や有酸素性能力の向上に有効であることが明らかとなっている[10,11]。しかし、本研究の結果を見ると、無酸素性能力は向上したものの、有酸素性能力に変化は認められなかった（図 4）。この理由として、トレーニングプロトコルやトレーニング頻度の影響が考えられる。

本研究では運動時間を 20 秒に設定し、それを 4 分 40 秒の休息を挟みながら 5 セット行う運動を週 2 回の頻度で行った。しかし、有酸素性能力が向上したことを報告している先行研究では、例えば Tabata ら[10]は、20 秒運動（強度は 170%$\dot{V}O_2max$）、10 秒休息を 7～8 セット行っており、さらに頻度についても週に 5 回行っている。また Ziemann ら[11]は、90 秒運動（強度は 80%$\dot{V}O_2max$）、180 秒（3 分）休息を 6 セットとし、それを週 3 回の頻度で行っている。

したがって、これらの先行研究と比べると、本研究で用いたプロトコルは、無酸素性能力の向上には有効であったのに対し、有酸素性能力を向上させるには、高強度運動の総負荷量（総時間数）が少なかった可能性が考えられる。

一方で、本研究では膝伸展筋力の有意な向上が認められた（図 5）。自転車全力ペダリング運動時の筋活動について検討した研究によれば[18]、ペダリング時には大腿四頭筋や下腿三頭筋の活動水準が特に高いことが明らかにされている。また市橋ら[9]は、高負荷短時間のペダリングトレーニングによって、大腿四頭筋の筋断面積の増加や、股関節および膝関節伸展筋力が、有意に改善したことを報告している。したがって、本研究の結果は、先行研究の知見を支持するものであったといえる。

またトレーニング前後の変化について事例的に見てみると、例えば全日本学生選手権大会で入賞経験があり、本トレーニングよってハイクアウトの継続時間が 14 秒（18.5%）向上した女性選手の場合、ハイクアウト以外にも握力（＋2.5kg、変化率：9.5%）やウィンゲートテスト（＋28W、変化率：8.6%）など、多くの項目が向上していたことに加え、有酸素性能力の指標としたシャトルランテストは、10 回（18.2%）向上していた。本対象者にトレーニング後の主観的な変化について尋ねると、本トレーニングを実施する以前は、天候等の理由により海上練習ができない日が続くと、練習を再開した際に体力が低下しているのを感じていた。しかし、本トレーニングを定期的に行ったことで、そのようなことがなくなり、海上練習ができない日が続いたとしても、筋力を維持できている感覚があった、といった内省が得られた。

また、高校時に世界大会に出場経験がある競技力の高い男性選手の場合、ハイクアウトテストの記録は＋4 秒（4.9%）であり、他の選手と比べ、それほど大きく向上していなかった。しかし、トレーニング後に上体起こし（＋4 回、変化率：10.8%）やウォールシットテスト（＋21 秒、変化率：41%）の記録が向上していたことに加え、膝伸展筋力については＋12.9kg（27.9%）と、顕著に向上していた。トレーニング実施後の主観的な変化について尋ねてみると、本トレーニングを実施したことで、以前よりも体力的に余裕を持ってレースを行えるようになった、といった内省が得られた。

以上のことをまとめると、自転車全力ペダリング運動を行うことによって、下肢筋力や無酸素性能力の向上に加え、選手によっては有酸素性能力などの各種体力が改善し、その結果、ハイクアウトの継続時間をはじめ、海上でのパフォーマンスに対しても、様々な好影響を与えていた可能性が考えられる。

2. 自転車全力ペダリング運動が各種体力に及ぼす影響について

本研究の結果、トレーニング後に膝伸展筋力や無酸素性能力に加え、上体起こしと反復横跳びの記録が有意に改善した（図 5）。しかし方法でも述べた通り、本対象者は陸上での補助トレーニングはほとんど実施していなかった一方で、海上での練習は週に約 4 日の頻度で行っていた。また、競技歴は 8±4 年であり、対象者の中には全日本学生選手権での優勝や、世界大会に出場した経験を持つ選手もいた。したがって、これらの体力値の変化については、本対象者のトレーニング前の初期値がどの程度のレベルであったのかも考慮すべきである。

表 2 は、トレーニングによる各種体力値の変化と、日本レーザークラス協会が公表している、セーリング選手に最低限求められる体力レベル [19]、および同年代の一般的な日本人の体力値 [20]を示したものである。なお、ウィンゲートテスト、膝伸展筋力、ウォールシットテスト、懸垂については、平均値が公表されていない、もしくは本研究と測定方法が異なるため除外し、上体起こしと腕立て伏せについては、比較可能な値のみ示した。

上体起こしのトレーニング前の値は、男性は同年代の一般人と同等のレベルであったが、女性については、一般人よりも優れていた。トレーニングによる変化を男女別に見てみると、男性では＋8.4±7.8 回であったのに対し、女性では＋1.5±0.7 回であり、一般人と同程度のレベルであった男性の記録が、顕著に向上していた。

先行研究では、上体起こしは体幹および股関節の屈曲運動であるため、腹直筋群に加え、骨盤と大腿骨を結ぶ腸腰筋や大腿直筋など、腰部や大腿部の筋も関与することが報告されている [21]。本研究で実施した自転車ペダリングは、股関節の伸展と屈曲を繰り返す運動であることから、ペダリング時の踏み込みおよび引き上げ動作によって、下肢の筋が刺激され、その結果、上体起こしの回数が増加した可能性が考えられる。ただし、女性では顕著な向上は認められなかった。このことから、初期値が同年代の一般人と同等のレベルの場合は、自転車全力ペダリングにより記録が向上する可能性が考えられるが、初期値がそれよりも優れている場合には、記録が向上する可能性は低いかもしれない。

反復横跳びについては、本対象者のトレーニング前の値は、同年代の一般的な日本人よりも低値であった。反復横跳びのような身体を瞬時に切り返す動作には、力やパワーなどが大きく関与することが報告されている [22]。本研究の結果を見ると、膝伸展筋力とウィンゲートテストの平均パワーの両者が有意に向上していた。このことから、本対象者はトレーニング前の初期値が低く、一定のトレーナビリティを有していたこと、そしてトレーニングの結果、脚筋力および脚パワーの両者が改善したことによって、記録が有意に向上したと推察される。

ウォールシットテストについては、ハイクアウトにおいても重要となる、下肢の筋持久力を評価するテストである。本研究では、日本レーザークラス協会制定の「身体能力測定」の規定に倣い、膝関節角度が 90 度の状態でテストを行った。しかし先行研究 [8]では、ハイクアウトテストとウォールシットテストの間に相関関係はなく、この理由として、両テストの膝関節角度が異なることが指摘されている。本研究においても、ハイクアウトテストの記録は有意に向上したものの、ウォールシットテストの記録に変化は認められなかった。したがって本研究の結果は、先行研究 [8]の結果を支持するものであり、今後は、ウォールシットテスト時の膝関節角度をハイクアウトと同じにするなど、テストの実施方法について、再検討することが必要であろう。

表 2.　トレーニングによる各種体力値の変化と本対象者の体力レベル

		本対象者の値（pre）	本対象者の値（post）	preとpostの差	セーリング選手として最低限求められるレベル	同年代の一般的な日本人の標準値
シャトルランテスト（回）	男性	83.7±16.0	87.3±11.6	＋3.6±11.1	100	74.9±20.8
	女性	57.0±2.8	68.0±4.2	＋11.0±1.4	80	40.8±14.0
上体起こし（回）	男性	29.8±9.0	38.2±3.1	＋8.4±7.8	―	30.3±5.7
	女性	26.5±2.1	28.0±2.8	＋1.5±0.7	―	22.4±5.8
反復横跳び（回）	男性	32.2±1.6	34.3±2.4	＋2.1±1.9	60	50.0±6.0
	女性	25.5±6.4	28.5±3.5	＋3.0±2.8	50	41.3±4.9
握力（kg）	男性	46.5±5.9	47.0±4.1	＋0.5±3.6	55	46.5±6.9
	女性	28.6±3.1	29.8±1.3	＋1.2±1.8	40	28.6±5.3
腕立て伏せ（回）	男性	28.2±5.8	27.3±7.4	－0.9±7.5	25	―
	女性	16.0±2.8	17.5±2.1	＋1.5±0.7	15	―

セーリング選手として最低限求められるレベルについては，日本レーザークラス協会が公表している身体能力測定実施要領[19]から値を引用．同年代の一般的な日本人の標準値については，新・日本人の体力標準値Ⅱ[20]から値を引用．

前述した項目以外の、懸垂、握力、腕立て伏せについては、トレーニング後に変化は認められなかった。握力については、男女共にセーリング選手として最低限求められるレベルよりも低く、一般的な日本人のレベル同等であり、腕立て伏せについては、セーリング選手として最低限求められるレベルと同程度であった（表 2）。これらは上半身の筋力の指標として測定を行ったが、本研究で行った自転車全力ペダリング運動は、下肢をメインとする運動であるため、これらの指標に変化が認められなかったと考えられる。したがって、これらの体力値をさらに向上させるためには、自転車全力ペダリング運動のほかに、上半身をメインとした筋力トレーニングなどを別途取り入れることが必要であろう。

3. 本研究により得られた示唆と今後の課題

ハイクアウトはセーリング競技のパフォーマンス向上を考える上で、重要な要素の一つである。しかし実際の競技現場では、海上においては艇速練習や回航練習、そして実際のレースを模擬したコース練習などは多く行われているが、ハイクアウトの継続時間の向上を狙いとした練習は、あまり行われていない。また、陸上での補助トレーニングについても、ランニングや自重での腕立て伏せや腹筋など、基礎体力の向上を狙いとしたプログラムを行っているケースが多く見受けられる。

セーリング競技は、悪天候や無風などの気象条件や、特に冬季は日没の関係などから、海上での練習が行えない日も多い。そのため、本研究にて行った自転車エルゴメーターを用いた運動は、セーリング選手が天候に左右されず、陸上において実施可能なトレーニングメニューの一つとして、有益な知見になり得るであろう。

本研究の限界および今後の課題として、以下の点が挙げられる。本対象者は海上での練習は、週に約 4 日の頻度で行っており、また介入期間中に大会にも参加していた。このことから、自転車全力ペダリング運動のみが、ハイクアウト継続時間が向上した要因であると断定することはできない。また、本研究ではハイクアウトのパフォーマンスを、技術的要素が可能な限り介入しない、体力要素のみに焦点を当てたテストにより評価した。しかし実際の海上では、ハイクアウト時には波への対処やセイルトリムなど、ハイクアウト姿勢を保持する体力的な要素だけではなく、技術的な要素も重要となる。

そのため今後は、海上練習のみを行った場合に、ハイクアウトの継続時間や各種体力がどの程度変化するのかといった縦断的な検討や、ハイクアウトテストの結果が向上することで、海上でのパフォーマンスがどのように変化するのかなどについて、検討することも必要であろう。

Ⅴ. まとめ

セーリング競技を専門とする大学生 8 名を対象に、自転車全力ペダリング運動がハイクアウトの継続時間に及ぼす影響について検討した。トレーニング方法は、20 秒全力ペダリング、4 分 40 秒休息を 5 セット繰り返す運動とし、頻度および期間は、週に 2 回、9 週間としたが、頻度は対象者の疲労状況等を考慮したため、実施回数は 13±2 回であった。

トレーニングの結果、ハイクアウトの継続時間は、84.4±12.9 秒から 96.9±12.3 秒まで 12.4 秒（変化率：14.8%）向上し、有意差が認められた。また、膝伸展筋力は 5.3kg（9.5%）、ウィンゲートテストの平均パワーは、41.1W（8.8%）向上した。以上の結果から、自転車全力ペダリング運動は、ハイクアウトの継続時間を改善する可能性が示唆された。

引用文献

1）Blackburn M: Sail Fitter; Sailing fitness and training. Fitness Books, pp14, 2001.

2）千足耕一, 榮樂洋光, 藤原昌, 中村夏実, 松下雅雄: セーリング競技の戦術に関する基礎的研究; 第 1 マーク回航順位とフィニッシュ順位の関係. 鹿屋体育大学学術研究紀要, 35: 55-59, 2007.

3）高槻和宏: 実践ヨット用語ハンドブック. 舵社, 東京, pp123, 2006.

4）木村恒雄，玉木伸和，村松茂，野坂和則，木島晃，日馬雄紀，斉藤直樹，上原一之，栗原茂勝，松山和興: ハイクアウト時の主働筋からみた筋力トレーニング種目. 日本体育協会スポーツ科学研究報告書, 1: 137-140, 1988.

5）Vangelakoudi A, Vogiatzis I, Geladas N: Anaerobic capacity, isometric endurance, and Laser sailing performance. J Sports Sci, 25(10): 1095-1100, 2007.

6）Aagaard P, Beyer N, Simonsen EB, Larsson B, Magnusson SP, Kjaer M: Isokinetic muscle strength and hiking performance in elite sailors. Scand J Med Sci Sports, 8(3): 138-144, 1998.

7）Tan B, Aziz AR, Spurway NC, Toh C, Mackie H, Xie W, Wong J, Fuss FK, Teh KC: Indicators of maximal hiking performance in Laser sailors. Eur J Appl Physiol, 98(2): 169-176, 2006.

8）石井泰光, 榮樂洋光, 布野泰志, 萩原正大, 中村夏実: セーリング競技におけるハイクアウトテストと体力要因との関係. スポーツパフォーマンス研究, 8: 199-215, 2016.

9）市橋則明, 池添冬芽, 大畑光司, 岡英世, 三浦元, 才藤栄一: 自転車エルゴメーターによる高負荷短時間のペダリングトレーニングが下肢筋に与える影響. 理学療法学, 31(6): 369-374, 2004.

10）Tabata I, Nishimura K, Kouzaki M, Hirai Y, Ogita F, Miyachi M, Yamamoto K: Effects of moderate-intensity endurance and high-intensity intermittent training on anaerobic capacity and $\dot{V}O_2$max. Med Sci Sports Exerc, 28(10): 1327-1330, 1996.

11）Ziemann E, Grzywacz T, Luszczyk M, Laskowski R, Olek RA, Gibson AL: Aerobic and anaerobic changes with high-intensity interval training in active college-aged men. J Strength Cond Res, 25(4): 1104-1112, 2011.

12）文部科学省: 資料, 「新体力テスト実施要項」および Q&A, 新体力テスト; 有意義な活用のために. ぎょうせい, 東京, pp117-127, 2000.

13）日本レーザークラス協会: 新選考制度（選考委員会制度）における身体能力測定の採用について. 2008. http://jsaf-osc.jp/_userdata/1001_new%20physical%20fitness%20test.pdf（最終閲覧日：2021 年 11 月 24 日）

14）健康・体力づくり事業財団: 貯筋運動指導者養成コ

ーステキスト. 貯筋運動プロジェクト(編), 東京, pp56-70, 2011.
15）Salem GJ, Wang MY, Young JT, Marion M, Greendale GA: Knee strength and lower- and higher-intensity functional performance in older adults. Med Sci Sports Exerc, 32(10): 1679-1684, 2000.
16）Guiraud T, Nigam A, Gremeaux V, Meyer P, Juneau M, Bosquet L: High-intensity interval training in cardiac rehabilitation. Sports Med, 42(7): 587-605, 2012.
17）Cohen J: A power primer. Psychol Bull, 112(1), 155-159, 1992.
18）Ericson MO, Nisell R, Arborelius UP, Ekholm J: Muscular activity during ergometer cycling. Scand J Rehabil Med, 17(2): 53-61, 1985.
19）日本レーザークラス協会: 2022 年度　身体能力測定実施要領. 2022. http://www.laserjapan.org/wp-content/uploads/2022/03/2022%E5%B9%B4%E5%BA%A6%E8%BA%AB%E4%BD%93%E8%83%BD%E5%8A%9B%E6%B8%AC%E5%AE%9A_%E5%AE%9F%E6%96%BD%E8%A6%81%E9%A0%98ver1.0.pdf（最終閲覧日：2022 年 4 月 5 日）
20）首都大学東京体力標準値研究会: 新・日本人の体力標準値Ⅱ. 不昧堂出版, 東京, pp162-165, 221-224, 231-236, 306-309.
21）森於菟, 小川鼎三, 大内弘, 森富: 分担解剖学 1. 金原出版, 東京, pp321-323, 386-392, 1998.
22）Sheppard JM, Young WB: Agility literature review; Classifications, training and testing. J Sports Sci, 24(9): 919-932, 2006.

本稿は、Creative Commons ライセンス
BY/Attribution（表示） -SA/Share-alike（継承）
4.0 国際（CC BY-SA 4.0）の下に公開されています。
https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ja

□RESERCH MATERIALS□

The effect of all-out pedaling training on hiking performance in sailors.

SASAGO Yuho[1], EIRAKU Hiromitsu[1], USUDA Narumi[2], ISHII Yasumitsu[3], NAKAMURA Natsumi[1].
[1] National Institute of Fitness and Sports in Kanoya; [2]Renaissance Co., Ltd; [3]Kyoto University of Advanced Science.

Jpn. J. Marit. Activity, 11(1):1-8, 2022.

（Submitted： 7 December, 2021; accepted in final form: 10 June, 2022）

【Abstract】

The aim of this study was to research the effect of all-out pedaling training on hiking performance in sailors. Eight college student sailors (6 males and 2 females) trained 2 days a week on a cycle ergometer for 9 weeks. The training frequency was adjusted depending on condition of the subjects and game schedules. Therefore, the total number of training times was 13±2. The exercise consisted of 5 sets of 20 seconds all-out pedaling followed by 4 minutes and 40 seconds of rest. Hiking performance was examined by the hike-out test using a hike-out bench. Body weight, percent body fat, and lean body mass were measured as physical characteristics. As physical fitness, Wingate test, shuttle running test, knee extension strength, sit-ups, wall-sit test, grip strength, push-ups, chin-ups, and repeated side steps were measured. As a result, there was a significant improvement in hiking performance after the training (84.4±12.9s vs 96.9±12.3s). Furthermore, the training improved knee extension strength ($p<0.05$), mean power of Wingate test($p<0.01$), sit-ups($p<0.05$) and repeated side steps($p<0.05$). In conclusion, it appears that all-out pedaling training potentially improve hiking performance of sailors.

Key Words: yacht, physical fitness training, knee extension strength.

Corresponding Author : NAKAMURA Natsumi, e-mail : natsumi@nifs-k.ac.jp

編集後記

本号掲載の論文より、昨年度改定および制定されました投稿規定、著作権規定、オープンアクセスポリシーによる査読・編集プロセスを経たものとなりました。新しい枠組下での編集作業となり、所謂“やってみてから顕在化する問題”も懸念されましたが、順調な滑り出しかと感じております。

また、本号掲載の論文は、昨年度開催の第 10 回学会大会における優秀発表賞を受賞された研究成果であり、学会大会から機関誌への理想的な流れも具現化され、今後も、この理想的な流れが継続できるよう、編集委員会としても取り組みを継続してゆきたいと思っています。

さらに、本論文は量的研究をベースとしながら、質的研究の要素も包含しており、機関誌自体の今後の方向性にも、新たな風を吹き込んで頂いたと感じています。“海”と“人間”をメインテーマとする本学会には、量的もしくは質的のいずれか、という研究アプローチでは解明できない課題も、すでに存在しているのかもしれません。今後、海洋人間学雑誌自体、ひいては日本海洋人間学会の独自性が、このような部分で創出されるのではないかと思っています。New Decade の船出として、吉兆を感じる次第です。

（松本　秀夫）

日本海洋人間学会編集委員会
委員長／松本秀夫
副委員長／藤本浩一
編集委員／有田俊晃、植田　央、遠藤大哉、
佐藤淑子、遠矢英憲、中塚健太郎.

海洋人間学雑誌 第 11 巻第 1 号
2022 年 9 月 発行
発行者 久門明人
発行所 日本海洋人間学会
〒108-8477 東京都港区港南 4-5-7 東京海洋大学内
郵便振替 加入者名 日本海洋人間学会
口座番号 00150-6-429943
TEL/FAX：03-5463-0638（藤本研）
URL： https://www.jsmta.jp/
E-mail：jsmta@jsmta.jp

Vol.11　No.1　　September　2022

Japanese Journal of Maritime Activity

Japan Society for Maritime Activity（JSMTA）