

高校生期のボート競技選手の定期試験期間によるトレーニング休止が 身体組成, 筋力, 筋パワーおよび有酸素性能力に及ぼす影響

一箭フェルナンド ヒロシ¹⁾, 堀内匡¹⁾, 丸山啓史²⁾, 山本正嘉³⁾, 森寿仁⁴⁾

¹⁾松江工業高等専門学校

²⁾呉工業高等専門学校

³⁾鹿屋体育大学スポーツ生命科学系

⁴⁾兵庫県立大学環境人間学部

キーワード: 高等専門学校, 心拍数, デイトレーニング

【要旨】

本研究は13日間の定期試験期間に伴うトレーニングの休止(一時休止期間)が, 高校生期のボート競技選手の身体組成, 筋力, 筋パワーおよび有酸素性能力に及ぼす影響を検討した。

対象者は高等専門学校のボート競技部に所属する男子学生12名であり, 一時休止期間の前後に体重, 体脂肪率, 握力, 立幅跳び, ローイングエルゴメーターによる多段階運動負荷試験を実施した。その結果, 体重, 体脂肪率, 除脂肪量は一時休止期間後に有意な増加が認められた。一方で, 握力および立幅跳びには有意な変化は認められなかった。多段階運動負荷試験では, 最大下運動時の心拍数の増加および最大運動時の発揮パワーの有意な低下が認められた。

以上のことから, 高校生期のボート競技選手の定期試験に伴う一時休止期間は体重の増加や有酸素性能力の低下を招くことが明らかとなった。それは, トレーニングの再開時に, トレーニング強度が過度になりやすい可能性があることを意味しており, トレーニング強度の設定には注意を要すること, 心拍数などの生理的指標を使ったトレーニング強度の管理が必要である可能性が考えられた。

スポーツパフォーマンス研究, 12, 73-86, 2020年, 受付日: 2019年8月19日, 受理日: 2020年2月29日

責任著者: 森 寿仁 兵庫県立大学環境人間学部 mori@shse.u-hyogo.ac.jp

Impact of suspension of training in high school competitive rowers due to periodic examination on their body composition, muscle strength, muscle power, and aerobic work capacity

Fernando Hiroshi Ichiya¹⁾, Tadashi Horiuchi¹⁾, Keishi, Maruyama²⁾,
Masayoshi Yamamoto³⁾, Hisashi Mori⁴⁾

¹⁾National Institute of Technology, Matsue College

²⁾National Institute of Technology, Kure College

³⁾National Institute of Fitness and Sports in Kanoya

⁴⁾University of Hyogo

Key words: kosen (technical college) students, heart rate, detraining

【Abstract】

The present study investigated impact of a 13-day suspension of training in high school competitive rowers due to periodic examination (temporary suspension period) on their body composition, muscle strength, muscle power, and aerobic work capacity.

Twelve male competitive rowing athletes who belong to a rowing club in a Kosen were included in this study. Measurement of body weight, percent body fat, grip strength, standing long jump, and aerobic work capacity test using rowing ergometer were performed before and after the temporary suspension period.

Body weight, body fat mass, and lean body mass were significantly increased after the temporary suspension period. On the other hand, there were no significant changes in grip strength and standing long jump. Aerobic work capacity test showed increase in heart rate on a submaximal exercise and significant decrease in power output on a maximal exercise.

Above findings demonstrated that temporary suspension of habitual training in high school competitive rowers due to periodical examination leads to increase in body weight and decrease in aerobic work capacity. These findings suggest that training intensity and physiological stress (i.e. cardiac stress) might be increased as resuming habitual training. Therefore, teachers or coaches should monitor their training intensities using physiological indicators (ex. heart rate) after temporary suspension period.

I. 緒言

高校生の運動部活動への参加が体力、身体組成、技能などを与える影響について、これまで様々な運動種目を対象に検討がなされてきた(川上ほか, 1996). その多くは運動部活動を通して、体力の向上や技能の上達などが認められることを報告している(義岡ほか, 2012; 一箭ほか, 2011). 例えば、一箭ほか(2011)は、高校生のボート競技選手に対して計画的なトレーニング方法の見直しを行ったところ、ボート競技に重要とされる体力要素(形態、身体組成、筋力および有酸素性能力)および 2000m エルゴメーター漕のタイムが2ヶ月間で大きく改善したことを報告している。

一方で、学校で運動部活動を行っている多くの中学生や高校生は、受験や定期試験などの学校日程の都合から、一定期間運動部活動が禁止されたり、トレーニングが時間的にも場所的にも満足にできない状況、すなわち、一時的なトレーニングの休止期間(以下、「一時休止期間」)がある。したがって、この一時休止期間における選手の身体特性および体力特性の変化を把握しておくことは、運動部活動の指導者にとって重要であると言える。

特に、日本で行われている高校生年代の生徒を対象とした主な大会は、定期試験や夏休み・春休みなどを考慮しながら大会時期や日程が決められている。一方で、15~20歳までの学生が所属している高等専門学校(以下、「高専」と略す)は、各高専独自の判断でカリキュラムを組むことができる。すなわち、高専の学生(1~3年生)も高校体育連盟が主催する大会(インターハイおよびその予選会など)に参加することが可能であるものの、学校行事などと重複または密接することもある。

実際に、毎年著者の所属する高専のボート競技部では、定期試験終了直後に開催される高校体育連盟主催の大会に参加している。そして、そこでは定期試験の影響からか本来の実力を発揮できていない選手が多くみられる。これらのことから、指導者として定期試験に伴う一時休止期間による選手への影響を事前に知っておく必要があり、それらは再トレーニングや定期試験期間の過ごし方についての指導に活かせる可能性がある。

そこで本研究では、高専のボート競技部に所属している1~2年生部員を対象として、定期試験期間に伴う13日間の一時休止期間が高校生期のボート競技選手の身体組成、筋力、筋パワーおよび有酸素性能力に及ぼす影響を明らかにすることを目的とした。

II. 研究方法

1. 対象者

対象者は高専のボート競技部に所属している1~2年生の選手12名(年齢:16.2 ± 0.7歳, 身長:172.6 ± 5.1 cm, 体重:61.0 ± 4.7 kg)であった。対象者が所属している部活動は、過去に全国高校総体および国民体育大会で複数名入賞者を輩出している活動が盛んなチームであった。対象者には、事前に本研究の目的および内容を説明し、研究への同意を得た上で本研究を実施した。

2. 研究の概要

本研究は、1年間のトレーニングスケジュールの期分けにおいて、ボート競技の基礎となる筋力や持久力を向上させる鍛錬期に相当する時期(11月)に実施した。対象者が所属している学校では、定期試験は5日間あり、試験日の初日を基準とした8日前から運動部活動が禁止されている。本研究では、

定期試験期間による部活動が実施できない 13 日間を一時休止期間とした。

一時休止期間の前後, すなわち, 定期試験期間に入る前の最後の部活動と定期試験期間後の最初の部活動において, 身体組成, 筋力, 筋パワーおよび有酸素性能力の測定を行った。なお, 対象者には一時休止期間中は筋力トレーニング, ストレッチなどのコンディショニングを行わず, 通常の日常生活を過ごすように指示した。

3. 測定項目

(1) 身体組成

身長は, 全自動身長体重計(AD-6225A, Combi 社製)を用いて 0.1cm 単位で計測した。また, 体重計(HBF-212, オムロン社製)を用いて 0.1kg 単位で体重を計測した。体脂肪率は栄研式皮脂厚計(MK-60, マルテック社製)を用いて, 右上腕背部, 右肩甲骨下をそれぞれ 3 回計測し, その平均値を採用したあと, Brozek の式 $[\%Fat = (4.570/D - 4.142) \times 100, D = \text{身体密度} = (1.0923 - 0.000514X, X = 100 \times BSA \times (\text{上腕背側部と肩甲骨下部の皮脂厚和}(\text{mm})) / \text{体重}(\text{kg}), BSA = 0.008883 \times (\text{体重}^{0.444}) \times (\text{身長}^{0.663})]$ に代入して求めた(Brozek, 1963)。皮下脂肪厚(以下; 皮脂厚)は右上腕背部, 右肩甲骨下から採用された 2 部の総和とした。体脂肪量は体重と体脂肪率の積とし, 除脂肪量は, 体重から体脂肪量を除いた値とした。なお, 測定条件を合わせるために, 測定の開始時間は 16 時 30 分に統一した。

(2) 筋力, 筋パワー

上腕・前腕筋群の基礎的な筋力を評価するために, 握力の測定を行った。測定にはデジタル握力計(T.K.K.5101, 竹井機器工業社製)を用いた。下肢筋群の基礎的な筋パワーを評価するために, 立幅跳びの測定を行った。これらの測定は, スポーツ庁の新体力テスト実施要項に記載されている方法に則って実施した。

(3) 有酸素性能力

有酸素性能力はローイングエルゴメーター(Type D, Concept II 社製, 以下, 「エルゴメーター」と略す)を用いて多段階運動負荷試験で評価を行った。エルゴメーターは空気抵抗式であり, フライホイールに流入する気体の性質(気温及び湿度)によって牽引の重さが変化する。したがって, エルゴメーターの牽引の重さを揃えるために, ドラッグファクター(Drag resistance coefficient)は 130 に設定した。

多段階運動負荷試験の運動プロトコルは日本代表チームが実施している方法を採用した(坂本ほか, 2003)。すなわち, 対象者は, 任意の運動強度でウォーミングアップを 15 分間行い, エルゴメーター上で 5 分間の座位安静を挟んだ後に運動を開始した。各ステージにおける運動時間は 3 分間とし, 30 秒間の休息を挟んで負荷を漸増させた。開始強度は 150 W とし, 25 W ずつを漸増させ, 各対象者が疲労困憊に至るまで実施させた。疲労困憊はステージの平均発揮パワーが前ステージの値を下回った場合とし, そのデータは解析から除外した。平均発揮パワーは 1 ストローク毎にフィードバックされるため, 対象者自身でその値を確認し, 目標とされる平均発揮パワーで運動するように調整させた。なお, 1 分間のストローク頻度(SR)は各対象者の任意とした。

本研究では、すべての対象者が余裕を持って実施できた 1 ステージ目 (150 W) のデータを最大下運動能力のデータ (心拍数, 主観的運動強度) として分析に用いた。また, 平均発揮パワーが最も高かったステージを最大運動能力のデータ (最大有酸素性パワー, 最大心拍数) として分析に用いた。

心拍数は心拍センサー (H10 心拍センサー, Polar 社製) を胸部に装着させ, ポラールチームウェアラブル選手管理システムを使って, リアルタイムに iPad (iPad Air 2, アップル社製) 上に表示される値をビデオカメラで撮影し, 10 秒ごとのデータを記録した。なお, 各ステージの最後の 1 分間の平均値を代表値とした。また, 各ステージの休息中には主観運動強度 (RPE) を測定した。

4. 統計処理およびデータ分析

測定値はすべて, 平均値 ± 標準偏差で表した。一時休止期間の前後における各測定項目の比較には, 対応のある t 検定を用いた。各指標との関係には, ピアソンの積率相関係数を用いて検定を行った。有意水準は 5 % 未満とし, 5~10% の場合には有意傾向と表記した。

III. 結果

1. 身体組成

図 1 は一時休止期間による体重, 皮脂厚および体脂肪率の変化を示したものである。体重は一時休止期間後に有意な増加が認められた ($61.0 \pm 4.7 \text{ kg} \rightarrow 61.6 \pm 5.1 \text{ kg}$, $p < 0.05$)。また, 皮脂厚にも有意な増加が認められた ($18.7 \pm 5.6 \text{ mm} \rightarrow 20.0 \pm 4.9 \text{ mm}$, $p < 0.05$)。一方, 体脂肪率には有意な変化は認められなかった ($15.7 \pm 0.6 \% \rightarrow 15.7 \pm 0.6 \%$, n.s.)。

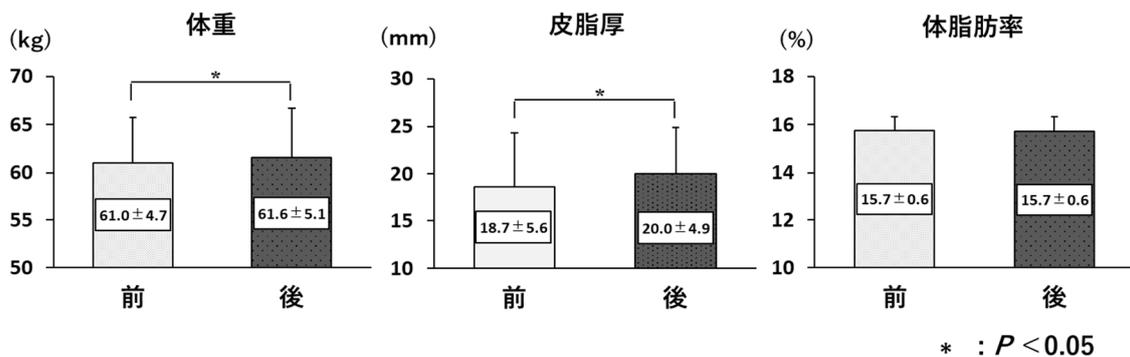


図 1. 一時休止期間による体重, 皮脂厚および体脂肪率の変化

図 2 は, 一時休止期間による体脂肪量および除脂肪量の変化を示したものである。体脂肪量は一時休止期間後に有意な増加が認められた ($9.6 \pm 0.5 \text{ kg} \rightarrow 9.6 \pm 0.5 \text{ kg}$, $p < 0.05$)。また, 除脂肪量にも有意な増加が認められた ($51.4 \pm 4.3 \text{ kg} \rightarrow 51.9 \pm 4.6 \text{ kg}$, $p < 0.05$)。

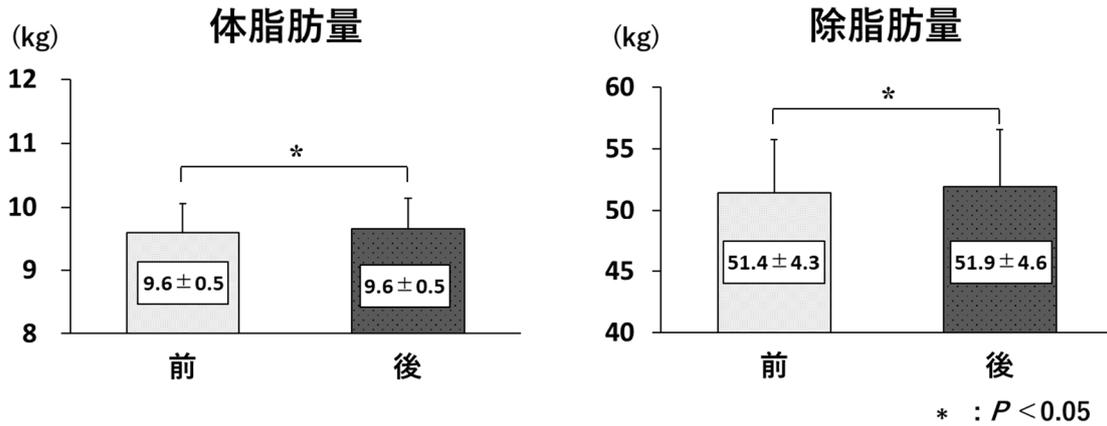


図 2. 一時休止期間による体脂肪量および除脂肪量の変化

2. 筋力, 筋パワー

図 3 は, 一時休止期間による握力および立幅跳びの変化を示したものである. 握力および立幅跳びは, とともに一時休止期間の前後で有意な変化は認められなかった(握力: 41.9 ± 4.6 kg → 41.6 ± 4.6 kg, n.s.; 立幅跳び: 221.3 ± 17.1 cm → 224.8 ± 14.1 cm, n.s.).

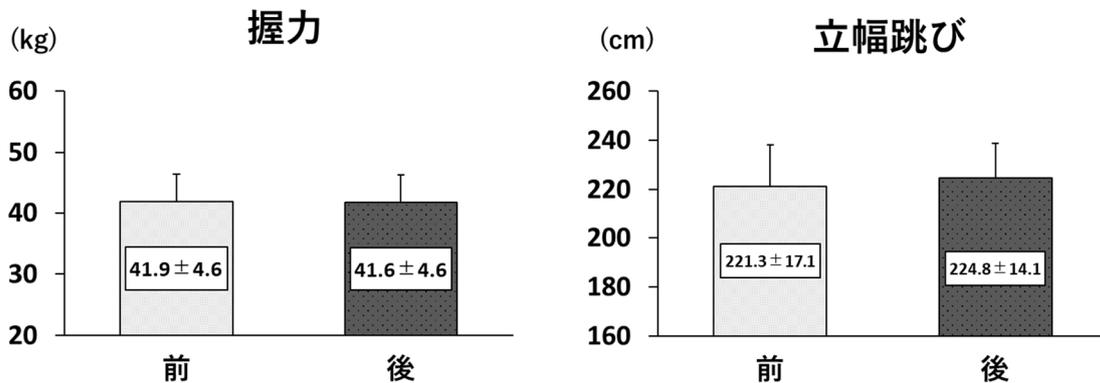


図 3. 一時休止期間による握力および立幅跳びの変化

3. 有酸素性能力

図 4 は一時休止期間による最大下運動能力の変化を示したものである. 心拍数は一時休止期間後に有意な増加が認められたが(153.8 ± 8.8 bpm → 160.5 ± 12.1 bpm, p < 0.05), RPE には有意な変化は認められなかった(7.8 ± 1.7 → 8.3 ± 1.1, n.s.).

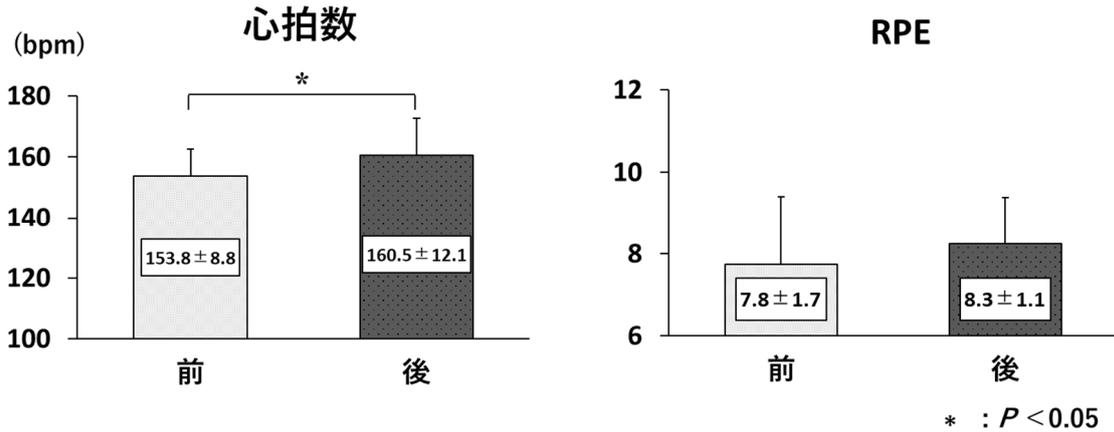


図 4. 一時休止期間による最大下運動能力の変化

図 5 は一時休止期間による最大運動能力の変化を示したものである。最大有酸素性パワーは有意に低下し, ($254.9 \pm 30.5 \text{ W} \rightarrow 244.8 \pm 25.9 \text{ W}$, $p < 0.05$), 最大心拍数は有意な増加が認められた ($193.6 \pm 8.9 \text{ bpm} \rightarrow 197.8 \pm 8.3 \text{ bpm}$, $p < 0.05$)。

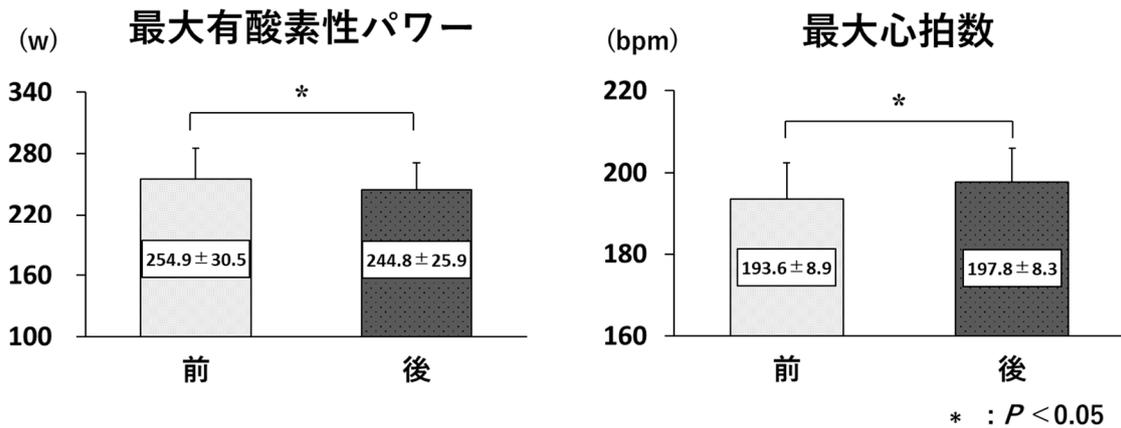


図 5. 一時休止期間による最大運動能力の変化

4. 個人における一時休止期間前後の変化

表 1 は上段に全対象者の一時休止期間前の身体組成, 筋力, 筋パワーおよび有酸素性能力に対する一時休止期間後の相対値 (%) を, 下段に最大有酸素性パワーの相対値と各指標の相関関係を示したものである。なお, 個人値は最大有酸素性パワーの低下率が大きいものから順に上から示している。

表 1. 全対象者の一時休止期間前の身体組成, 筋力, 筋パワー, 有酸素性能力に対する一時休止期間後の相対値 (%) および最大有酸素性パワーと各指標の相関関係

項目	身体組成				筋力・筋パワー		最大下運動時		最大運動時	
	体重	皮脂厚	体脂肪量	除脂肪量	握力	立幅跳び	心拍数	RPE	心拍数	最大有酸素性パワー
A	99.8	117.4	100.0	99.8	90.7	100.0	106.2	116.7	102.1	90.4
B	103.7	112.1	101.7	104.1	105.1	99.2	101.4	133.3	100.0	91.1
C	99.6	123.3	99.5	99.7	92.8	97.7	105.0	88.9	102.2	91.8
D	100.3	121.4	100.3	100.3	105.0	100.0	105.8	112.5	100.5	93.5
E	102.6	107.1	101.3	102.8	102.7	100.0	97.8	116.7	103.8	94.3
F	100.8	94.1	100.4	100.8	103.1	104.8	104.1	114.3	102.5	96.9
G	100.5	105.4	100.0	100.5	91.6	104.5	106.7	112.5	105.2	98.0
H	99.7	100.0	99.7	99.6	103.4	104.5	105.6	80.0	100.0	98.4
I	100.7	100.0	100.7	100.7	96.9	105.0	104.3	112.5	104.9	99.1
J	101.7	100.0	100.8	101.8	91.0	97.9	107.5	87.5	103.0	100.0
K	100.2	112.5	100.4	100.1	111.9	107.5	106.6	183.3	102.5	100.0
L	100.5	113.2	101.7	100.3	101.6	100.0	100.0	72.7	99.5	101.2
平均値	100.8	108.9	100.5	100.9	99.7	101.8	104.2	110.9	102.2	96.2
標準偏差	1.2	9.3	0.7	1.4	6.9	3.3	3.0	29.0	1.9	3.8
相関係数	-0.193	-0.563	0.170	-0.223	0.155	0.506	0.122	-0.106	0.164	
有意確率	0.548	0.057	0.597	0.486	0.630	0.093	0.706	0.743	0.610	

最大有酸素性パワーへの影響が最も大きかった選手で 9.6 %の低下, 影響が小さかった選手では 1.2 %の増加がみられた. また, 最大有酸素性パワーと各指標の相関分析の結果, すべての指標との間に有意な相関関係は認められなかったものの, 皮脂厚との間に有意傾向かつ中程度($r = 0.563$, $p = 0.057$)の負の相関関係が, 立幅跳びとの間にも有意傾向かつ中程度($r = 0.506$, $p = 0.093$)の正の相関関係がみられた.

IV. 考察

本研究では, 高校生期のボート競技選手を対象に, 定期試験期間中の約 2 週間の一時休止期間が身体組成, 筋力, 筋パワー, 有酸素性能力に及ぼす影響について検討した. その結果, 一時休止期間によって, 筋力, 筋パワーは維持されるものの, 体重の増加, 最大下運動時の心拍数の増加および最大有酸素性パワーの低下や最大心拍数の増加が認められた.

1. 一時休止期間が身体組成に及ぼす影響

高校生の生徒を対象に定期試験期間前後の身体特性や運動能力の変化について検討した研究は多くない. 例えば, 高校年代のバスケットボール競技選手を対象とした報告では, 定期試験期間による一時休止期間によって体重が増加する傾向はあったものの, 有意な差は認められなかった(皆川ほか, 2009). 一方で, 本研究では体重の有意な増加が認められ, 皆川らの報告と異なる結果であった.

この要因にはボート競技の特性が考えられる。ボート競技選手の一日の目標エネルギー摂取量は 3500~4600 kcal であり、バスケットボール選手の目標値である 2600~3600 kcal と比較して多いとされている(樋口, 2007)。したがって、これまでの日々のトレーニングにおいてエネルギー消費量に見合ったエネルギーを摂取していたことを考えると、一時休止期間に伴い身体活動量が低下することによって、エネルギー摂取が消費を上回り、結果として体重の増加につながった可能性がある。また、本研究では、一時休止期間の前後で同一時間に身体組成の測定を実施しているが、飲食や排泄に関して特に指示をしていなかった。そのため、本研究における体重の変化は体水分量や胃内容物の影響を受けていた可能性も考えられる。

本研究では皮脂厚、体脂肪量および除脂肪量の有意な増加が認められ、中でも除脂肪量は平均で 0.5kg もの増加が認められた。しかし、その値は体脂肪率から計算された値であり、直接その量を測定しているわけではない。また、本研究の体脂肪率は 2 部位のキャリパー法で測定されたものであり、短期間の全身の体脂肪量の変化を 2 部位の皮下脂厚測定からどの程度正確に検出できていたかは不明である。そして、除脂肪量を計算する上で主となる体重自体が、前述のように体水分量などの影響を受けていた可能性がある。したがって、除脂肪量の増加の要因については今後さらに検討する必要がある。

2. 一時休止期間が筋力、筋パワーに及ぼす影響

前項同様に、高校生の生徒を対象にした短期間のトレーニング休止が筋力、筋パワーに及ぼす影響について検討されているものは多くない。例えば、高校生の男子バスケットボール選手に対する 15 日間の一時休止期間により、等速性膝伸展筋力が有意に増加したことが報告されている(皆川ほか, 2009)。一方、高校生ではないが、アメリカンフットボールおよびパワーリフティングの社会人選手(平均年齢 24.4 ± 0.7)に対する 2 週間の一時休止期間によって、筋横断面積には減少がみられたものの、ベンチプレス、スクワット、垂直跳びのパフォーマンス指標には有意な変化は認められなかったことが報告されている(Hortobagyi et al., 1993)。本研究では、高校生期のボート競技選手の定期試験期間の一時休止期間を対象とした結果、筋力、筋パワーに有意な変化は認められなかった。したがって、筋力、筋パワーに対しては短期間の一時休止期間による影響は小さかったと言える。

一時休止期間による筋力、筋パワーの低下は、初期には神経機構による影響を受け、期間が長くなるにつれて筋萎縮による影響が大きくなる可能性があると言われている(Earle and Thomas, 2010)。本研究では、それらの詳細なメカニズムを明らかにすることはできなかったが、高校生期の選手に対する 2 週間程度の一時休止期間であれば、筋力、筋パワーへの影響は小さい可能性がある。

3. 一時休止期間が有酸素性能力に及ぼす影響

有酸素性能力は一時休止期間の初期に大きく低下することが知られ、特に有酸素性能力が高いもののほどその傾向は顕著であることが報告されている(山地, 2001)。実際に、本研究でも有酸素性能力が必要とされるボート競技選手に対する 13 日間の一時休止期間の結果、最大下運動時の心拍数の増加および最大運動能力の低下が認められた。

最大下運動時の心拍数の変化に影響する要因の一つとして、一時休止期間に伴う血液量の減少が

1 回拍出量を減少させ、それを心拍数が代償した可能性が考えられる(山地, 2001). また, SR の違いがエネルギー消費量に影響していた可能性もある. 白井ほか(2014)はエルゴメーターを使った同一運動強度時において SR が高い場合には, 酸素需要量が高まることを示している. 本研究では SR の測定を行っていなかったが, 測定を見ていた指導者からは「目標の平均発揮パワーを維持するために多くの選手が SR をあげて漕いでいたように見えた」との内省を得た. したがって, 1 ストロークあたりに発揮できるパワーを小さくして, SR を増加させた結果, 心拍数の増加につながった可能性が考えられる.

最大運動時のパフォーマンスの低下に関して, 2~4 週間の一時休止期間で, 発揮パワーが 8~25% 低下することが報告されている(山地, 2001). 一方, 本研究では最大有酸素性パワーの低下は 4% であった. 本研究の対象者は体力の向上段階の高校生期選手であるのに対し, 前述の先行研究では体力レベルが高い成人選手を対象としている. そして, 体力レベルが高い選手ほどトレーニング休止による持久性パフォーマンスの低下率が大きくなることが報告されている(山地, 2001). したがって, 対象者の体力レベルがパフォーマンスの低下率に影響していた可能性がある.

加えて, 本研究では一時休止期間後に最大心拍数に有意な増加が認められた. 短期間のトレーニング休止によって, 最大心拍数は増加するという報告や変化しないという報告がみられ(山地, 2001), 見解は一致してないものの, 前述した最大下運動時の現象と同様に一時休止期間における血液量の減少が 1 回拍出量の減少を引き起こし, それを代償するように心拍数が高まった結果, 最大心拍数の増加がみられた可能性がある. いずれにしても, 本研究の結果から考えて, 一時休止期間後には心拍数が増加しやすく, 最大運動, 最大下運動を問わず, 循環器系に対して負荷がかかりやすい状態にあると言える.

4. 一時休止期間による有酸素性能力への影響の個人差と身体組成および筋力の関連性

本研究はボート競技選手を対象にしている. したがって, エルゴメーターで測定した最大有酸素性パワーが競技パフォーマンスを最も反映した指標であると考えられる. そして, 最大有酸素性パワーにおける一時休止期間前に対する相対値をみると 12 名中 9 名で低下が認められ, 最も低下したものでは 90.4% (9.6% の低下) であった(表 1). 一方, 12 名中 3 名は最大有酸素性パワーの維持もしくは上昇が認められ, 最も上昇したもので 101.2% (1.2% の上昇) であった. このように, 個人別に見ると最大有酸素性パワーへの影響には個人差があると言える.

そこで以下に, 最大有酸素性パワーの変化を基準に身体組成および筋力・筋パワーとの関係性について, 個人の変化に焦点を当てながら考察し, 一時休止期間中に気を付けるべき点について検討することとする.

(1) 一時休止期間に伴う最大有酸素性パワーと身体組成の変化の関連

ボート競技では, オールに体重を乗せてこぐことが必要であるため, 体重が重い(特に除脂肪量が多い)選手ほど競技に有利と言われている(Hagerman, 1984). 実際に, 一時休止期間後に体重および除脂肪量の低下がみられた 3 名の選手(A 選手: -0.2%, C 選手: -0.3%, H 選手: -0.4%)の最大有酸素性パワーをみるといずれの選手も低下していた(表 1). その他の選手で, 除脂肪量が増加していたにもかかわらずパフォーマンスの低下が認められた選手もいるが, 最大有酸素性パワーが維持および

向上した 3 名の選手ではいずれも体重および除脂肪量の増加がみられた(J 選手: +1.7 %, +1.8 %, K 選手: +0.2 %, +0.1 %, L 選手+0.5 %, +0.3 %). したがって, 体重および除脂肪量の維持は重要であると考えられる.

ただし, 前述(考察 1)のように, 本研究の除脂肪量の変化には注意すべき点がある. そこで, 局所的ではあるが, 直接体脂肪量の変化を反映していると言える皮下脂肪厚の変化と最大有酸素性パワーの変化の関係性を検討したところ, 中程度($r = 0.563$)の有意傾向($p = 0.057$)な負の相関関係が認められた. したがって, 一時休止期間における体脂肪量の増加はボート競技選手の競技パフォーマンスにとって負の影響がある可能性があると言え, 体重の維持が必要であるが, 食事内容には十分に配慮する必要がある.

次に, B 選手をみると除脂肪量が大きく増加している(+4.1 %)にもかかわらず最大有酸素性パワーが大きく低下していた(-8.9 %). これは, 前述のように除脂肪量の低下が認められた A 選手や C 選手の事例とは異なった傾向と言える. そこで B 選手の特徴をみると, 一時休止期間前の多段階負荷試験時における最大有酸素性パワーが最も高い選手であった. したがって, 一時休止期間に除脂肪量の増加や筋力の増加(詳細は後述)がみられたとしても, それ以上の有酸素性能力の低下が起こっていた可能性がある.

以上のことから, 一時休止期間には短時間でも筋力トレーニングを実施するなどして除脂肪量の減少を最小限に抑えるように努力するとともに, 運動量の減少に伴う摂取エネルギー過多にならぬ様に食事量および内容にも十分に気を使う必要があろう.

(2) 一時休止期間に伴う最大有酸素性パワーと筋力の変化の関連

ボート競技の運動特性を見ると, ストローク中に力を発揮する過程で前半部分は脚力, 後半部分は背筋力や腕の筋力が重要であることが知られている(Yoshiga and Higuchi, 2003). 実際に, ローイングパフォーマンスに対する重要な因子の一つである, ローイングストレングスと握力の間には中程度の有意な相関関係($r = 0.42$)が認められると報告されている(Secher, 1983). また, 脚力や背筋力などを含めた総合的な筋力と競技成績の間にも有意な相関関係($r = 0.7 \sim 0.8$)が認められている(山川ら, 1963). したがって, 本研究で筋力, 筋パワーの指標とした握力や立幅跳びはローイングパフォーマンスの重要な構成要素であると言える.

本研究では, 平均値でみたときに一時休止期間によって最大有酸素性パワーには低下が認められたものの, 握力および立幅跳びには有意な変化は認められなかった. 一方で, 最大有酸素性パワーの変化と立幅跳びの変化との関係を検討したところ, 中程度($r = 0.506$)の有意傾向($p = 0.093$)な相関関係が認められた(表 1). したがって, 最大有酸素性パワーの維持に筋パワーが重要であると考えられる.

また, 個人の値に着目してみると, 最大有酸素性パワーの維持, 向上が認められた 3 名のうち 2 名の選手は握力, 立幅跳びともに値が維持もしくは向上していた(握力: K 選手 +11.9 %, L 選手: +1.6 %; 立幅跳び K 選手 +7.5 %, L 選手: ± 0 %). 加えて, 立幅跳びの低下が認められた 3 名のうち 2 名の選手(B 選手 -0.8 %, C 選手 -2.3 %)は最大有酸素性パワーが大きく低下していた選手であった. 実際には, 筋力・筋パワーだけで最大有酸素性パワーの変化を説明することは難しく, 一貫した

傾向が認められていないところもあるが、前述の先行研究の知見なども総合的に考えると、筋力・筋パワーを維持することは最大有酸素性パワーの維持に重要であると考えられる。したがって、定期試験期間など部活動ができない期間には乗艇練習ができなくとも前項(考察 4-1)同様に筋力トレーニングなどは自主的に実施すべきであると言える。

5. ボート競技における課外活動の展望と今後の課題

本研究の結果、短期の一時休止期間により、最大有酸素性パワーの低下、最大心拍数の増加が認められた。これは一時休止期間後に有酸素性能力が低下するとともに、心血管系への負担が増大することを意味している。さらに、最大下運動時において心拍数の増大が認められたにもかかわらず、RPEには違いが認められなかった。これは、主観的なきつさと心臓への負担度が一致していないことを意味している。したがって、トレーニングの再開時に選手に対して主観的な強度設定でトレーニングを行わせた場合に、身体(特に心血管系)に過度な負荷をかけてしまう可能性があり、トレーニング強度の設定に注意をする必要があると言える。

一般的にボート競技の現場では、エルゴメーターを使用してトレーニングを行う際に、モニターに表示される発揮パワーを参考にしながら、物理的な運動強度を設定している。しかし、本研究の結果からは、一時休止期間の前後では、物理的な強度と生理的な強度との関係が異なったものになっていた。したがって、心拍数などを用いて各個人の生理的な運動強度についても把握する必要があると考えられる。

一方で、これまでのトレーニング現場では心拍数を測定することは経済的な面などから、普及していなかった。しかし近年では、エルゴメーター(PM2以降)や艇速度モニタリング装置に心拍数を測定できる機能が追加されたことにより、心拍ベルトを購入し、装着するだけで容易に心拍数のモニタリングができるようになった。加えて、モバイル端末を利用することで選手自身だけでなく指導者も選手の心拍数をリアルタイムで確認ができるようになってきている。実際に本研究の対象者からは、「久しぶりに漕いだらこんなにきつと思わなかったし、心拍数がこんなに高くなっていることにびっくりした」との内省を受けた。したがって、心拍数を考慮したトレーニングは、今後の学校現場の課外活動において、一時休止期間後の再トレーニングをはじめオーバートレーニングの予防など、選手のコンディショニングを把握するための手法としても積極的に利用できる環境になりつつあると言える。

本校ボート競技部の通常の練習時間は120分～150分である。乗艇練習を行う場合には準備や片付けがあるため、実際に漕ぐことができる時間は70分～90分程度である。また、練習場所が学校から離れているため、定期試験期間中に乗艇練習を行う場合には多くの時間が必要となり、現実的には難しい。一方で、本研究の結果からボート競技において、定期試験期間中に筋力、筋パワーの維持、向上の必要性が示唆された。したがって、定期試験期間中で乗艇練習ができなかったとしても、短時間で筋力、筋パワーを維持、向上させるトレーニングを自宅や学校で実施することが今後必要となってくるであろう。実際にトレーニング現場では、目標としている試合に向けて選手がパフォーマンスを最大限に発揮するためにトレーニング負荷を軽減させる期間、すなわちテーパリングが行われている。そして、トレーニングによる適応をテーパリング中でも維持するためには、トレーニング強度は重要であり、テーパリング中はトレーニング量を減少させたとしてもトレーニング強度は減少させるべきではないことが知ら

れている(Mujika et al, 2017). したがって, 定期試験期間中でトレーニング頻度や時間が制限されている中で, 高強度・短時間のトレーニングを行うことにより, パフォーマンスの維持につながる可能性がある.

今後は, 定期試験期間中における高強度のトレーニングを行い, 身体組成, 筋力, 筋パワー, 有酸素性能力に及ぼす影響について検討する必要があるとともに, 時間効率の良いトレーニングプロトコルを学校の指導現場に提案する必要がある.

謝辞

本研究に協力を頂いた松江工業高等専門学校ボート部OBの寺戸綾佑様に感謝の意を表す.

V. まとめ

本研究では, 定期試験期間に伴う 13 日間の一時休止期間が高校生期のボート競技選手の身体組成, 筋力, 筋パワーおよび有酸素性能力に及ぼす影響について検討した.

その結果, 体重, 除脂肪量の増加が認められ, 握力および立幅跳びには有意な変化は認められなかった. また, 最大下運動時の心拍数の増加および最大有酸素性パワーの低下が認められた. 加えて, 最大有酸素性パワー低下率の大きかった者を変化のみられなかった者と比較したところ, 筋力, 筋パワーの低下も大きかった.

以上のことから, 定期試験期間による一時休止期間は体重の増加や有酸素性能力の低下を招くことが明らかになった. そしてそれは, トレーニングの再開時に心肺への負荷が高くなりやすいことを意味し, トレーニング強度の設定には心拍数などの生理的指標も用いて設定するように注意する必要があることが示唆された. 加えて, 筋力, 筋パワーは一時休止期間の影響を受けにくいものの, それらを維持することが最大有酸素性パワーの低下の抑制につながる可能性も示された.

VI. 引用文献

- Brozek, J., Grande, F., Anderson, J.T., and Keys, A. (1963) Densitometric analysis of body composition revision of some quantitative assumptions. *Ann. N.Y. Acad. Sci.*, 110: 113-140.
- Earle, R.W. and Thomas, R.B. (金久博昭, 岡田純一訳) (2010) NSCA 決定版 ストレングストレーニング&コンディショニング. ブックハウス・エイチディ, pp.129-130.
- Hagerman, F.C. (1984) Applied physiology of rowing. *Sports Med.*, 1: 303-326.
- 樋口満 (2007) 新版 コンディショニングのスポーツ栄養学. 市村出版, pp.11-22.
- Hortobagyi, T., Houmard, J.A., Stevenson, J.R., Fraser, D.D., Johns, R.A., and Israel R.G. (1993) The effects of detraining on power athletes. *Med. Sci. Sports Exerc.*, 25: 929-935.
- 一箭フェルナンドヒロシ, 奥島大, 又木一弘, 山本正嘉 (2011) 高校生ボート選手に対する短期的なトレーニング介入が身体組成, 筋力, 有酸素性作業能力, および 2000m エルゴメータ漕成績に及ぼす影響. *スポーツパフォーマンス研究*, 3:153-169.

- 川上泰雄, 小川治夫, 市之瀬慈歩, 田中史子, 福永哲夫(1996)学校運動部活動が子どもの身体的・体力的特性に及ぼす影響. 体育の科学, 24:29-34.
- 皆川孝昭, 和田野安良(2009)短期間のトレーニング休止が身体諸機能に与える影響;成長期男子アスリートを対象として. 茨城県立医療大学紀要, 14:11-22.
- Mujika, I. (総監修;水村真由美, 監修;彦井浩孝, 寺本寧則) (2017)テーパリング&ピーキング 最適なパフォーマンスのために. ブックハウス・エイチデイ, pp.3 -14.
- 坂本剛健, 牧田茂, 里見潤(2003)世界ジュニア選手権日本代表男子ボート選手の過去 10 年間(1992-2001)の運動負荷-血中乳酸濃度測定による体力評価. トレーニング科学, 15:121-128.
- Secher, N.H. (1983) The physiology of rowing. J. Sports Sci., 1: 23-53.
- 白井祐介, 品川貴恵子, 吉岡利貢, 鍋倉賢治(2014)ローイング時のストロークレートの相違がエネルギー消費量に及ぼす影響. 体育学研究, 59:263-274.
- 山川純, 石河利寛, 伊藤幸子(1963)ボート選手の体力測定とその評価について. 体力科学, 12: 172-182.
- 山地啓司(2001)改訂 最大酸素摂取量の科学. 杏林書院, pp.145-160.
- Yoshiga, C.C., and Higuchi, M. (2003) Bilateral leg extension power and fat-free mass in young oarsmen. J. Sports Sci., 21: 905-909.
- 義岡昌明, 西聖二, 笹子悠歩, 山本正嘉(2012)高校生サッカー選手に必要な基礎体力を総合的に改善するためのボールを利用したトレーニングプログラムの検討. スポーツパフォーマンス研究, 4:71-92.