氏　　名	白井　祐介		
学位の種類	博士（体育科学）		
学位記番号	博甲第　　８７８３　　号		
学位授与年月	平成　３０年　６月　３０日		
学位授与の要件	学位規則第４条第１項該当		
審査研究科	人間総合科学研究科		
学位論文題目	ローイング時の無酸素性エネルギー供給量の評価方法		
主　　査	筑波大学教授	教育学博士	鍋倉　賢治
副　　査	筑波大学教授	教育学博士	西保　岳
副　　査	筑波大学教授	博士（学術）	藤井　範久
副　　査	筑波大学教授	医学博士	徳山　薫平
副　　査	筑波大学助教	博士（体育科学）	木越　清信

論文の内容の要旨

白井祐介氏の博士学位論文は、ボート漕ぎ運動（ローイング）の運動特性を考慮した無酸素性エネルギー供給量の評価方法を検討したものである。その要旨は以下のとおりである。

（目的）

ローイング時の無酸素性エネルギー供給量を評価した先行研究では、酸素借（Accumulated oxygen deficit: AOD）法が用いられてきた。すなわち、ローイングエルゴメーターで測定した発揮パワーから運動中の酸素需要量を推定し、そこから実際の酸素摂取量（有酸素性エネルギー供給量）を差し引くことによって、酸素借（無酸素性エネルギー供給量）が定量されてきた。一般に漕ぎ手は、1 分間あたりのストローク回数（ストロークレート）を増加させることによって発揮パワーを増加させる。しかし、ローイングエルゴメーターで測定される発揮パワーには、ストロークレートの増加に伴う身体を前後方向へと移動させる仕事が加味されていない。そのため、従来の AOD 法では、ローイング時の酸素需要量が過少に見積もられている可能性がある。

また、ローイング時の無酸素性エネルギー供給能力を評価する際には、2 分間の全力漕テストや、2000 m タイムトライアル（およそ 7 分間）で測定された酸素借が用いられてきた。一方、自転車運動や走運動では、酸素借の最大値（最大酸素借）が得られる運動プロトコルは、被験者の体力特性やペース配分の有無などによって異なることが指摘されているが、ローイングでは同様の検討は行なわれていない。

ローイングにおける無酸素性エネルギー供給量に関するこれらの課題を踏まえ、著者は、従来の AOD 法では考慮されてこなかったストロークレートの増加分を加味して酸素需要量を推定する新たな AOD 法を確立すること、およびその AOD 法を用いてローイング時の最大酸素借を測定する際の最適なプロトコルについて検討を行なうことを目的としている。

（研究課題Ⅰ）

著者は、ローイング時の身体を移動させる仕事を評価する手法として、運動中の身体に生じた加速度の 1 分間積分値（Sum of the integrals of absolute accelerometer output: IAA_{total}）に着目した。研究課題Ⅰ-1 では、同一の発揮パワー条件下でストロークレートのみを増加または減少させ、そのときの酸素摂取量（$\dot{V}O_2$）および IAA_{total} を測定している。その結果、$\dot{V}O_2$ および IAA_{total} は、ストロークレートの増加に伴って共に増大し、このとき両者の間には強い直線関係が成立することを明らかにしている。また、研究課題Ⅰ-2 では、同様に IAA_{total} と $\dot{V}O_2$ の直線関係を異なる発揮パワー条件において比較し、発揮パワーが異なる場合であっても、IAA_{total} と $\dot{V}O_2$ の間には同様の直線関係が出現することを明らかにしている。

（研究課題Ⅱ）

研究課題Ⅰで得られた結果から、著者は、ローイング時の IAA_{total} からストロークレートの増加分を補正して酸素需要量を推定することが可能であることを明らかにし、研究課題Ⅱでは、実際に IAA_{total} を用いた AOD 法によって酸素需要量の推定を行なっている。その結果、IAA_{total} を用いた AOD 法によって推定した酸素需要量および酸素借は、従来の AOD 法と比較して、それぞれ有意に高い値を示すことを明らかにしている。

（研究課題Ⅲ）

IAA_{total} を用いた AOD 法の妥当性を検討し、推定した酸素借が、無酸素性代謝量の指標である総乳酸産生量と中程度の相関関係を示すことを明らかにしている（研究課題Ⅲ-1）。また、研究課題Ⅲ-2 では、ストロークレートを調整することでストロークレートの増加分を補正して推定した酸素需要量との比較から、IAA_{total} を用いた AOD 法によってローイング時の酸素需要量が妥当に推定されていることを明らかにしている。

（研究課題Ⅳ）

運動時間が異なる超最大テスト時の酸素借を、研究課題Ⅰ、ⅡおよびⅢによって確立した AOD 法を用いて定量した。その結果、運動時間がおよそ 3.3 分間である 1 km テストにおいて、最大酸素借が得やすいこと、先行研究で用いられてきた 2 分間の全力漕テストや 2000 m テストでは、最大酸素借が得られない可能性があることを示唆している。

（研究課題Ⅴ）

実践研究として、本研究で確立した AOD 法を用いて、2000 m タイムトライアル中の無酸素性エネルギー供給量の定量を試み、従来の AOD 法と比較して、無酸素性代謝の貢献割合が有意に高いこと（従来法の 14.4 % に対し、19.7 %）、テスト中盤以降も無酸素性代謝からのエネルギー供給が一定の割合（およそ 10 %）で維持されることを明らかにしている。

（結論）

以上の研究成果から著者は、IAA_{total} を用いた AOD 法によって、ストロークレートの増加分を補正してローイング時の酸素需要量を妥当に評価できること、およびローイング時の最大酸素借を測定する場合には 1 km テスト（運動時間がおよそ 3.3 分間）が適していることを明らかにした。

審査の結果の要旨

（批評）

本研究は、これまで妥当に評価することが難しかったローイング運動中の無酸素性エネルギー供給量について、その運動特性を踏まえて評価する方法を開発した研究であり、非常に意義あるものと評価できる。この測定法を用いることによって、ローイング運動時の無酸素性エネルギー供給量の貢献は、従来考えられてきたよりも大きいことが明らかとなり、ボート競技におけるトレーニング方法を再考する際に、示唆に富むものである。今後、この測定法を用いて、よりレベルの高い対象者を用いて検討すること、トレーニング効果を実証することなどで、我が国のボート競技力の向上に寄与するものと期待される。

平成 30 年 5 月 14 日、学位論文審査委員会において、審査委員全員出席のもと論文について説明を求め、関連事項について質疑応答を行い、最終試験を行った。その結果、審査委員全員が合格と判定した。

よって、著者は博士（体育科学）の学位を受けるのに十分な資格を有するものと認める。