УДК 796.91

Исследование порога анаэробного обмена у высококвалифицированных конькобежцев

Шелков М.В.*, Федоренко М.С.
Мурманский арктический университет
г. Мурманск, Россия.
*ORCID: 0009-0009-0886-4608, shelkovmv@mauniver.ru**
ORCID: 0009-0003-5352-3227, fedorenkoms@mauniver.ru

Аннотация. В данной работе проведено исследование уровня анаэробного обмена (ПАНО), которое имеет большое значение для определения ключевых физиологических показателей выносливости спортсменов, а также для прогнозирования и определения текущего состояния тренированности конькобежцев. ***Целью работы*** предполагалось изучение уровня ПАНО у сильнейших конькобежцев России и Мурманской области, в частности, определение уровня взаимосвязи данного показателя с результатами в беге на 1500, 3000м у женщин и 5000 м мужчин. ***Материалы и методы исследования***. Исследование проводилось у конькобежцев: мужчины и женщины19-25 лет, конькобежцы уровня МС-ЗМС. Спортсмены специализировались в многоборье по конькобежному спорту. Для определения аэробных возможностей спортсменов использовался тест со ступенчато - возрастающей нагрузкой на велоэргометре CYCLUS 2. Мощность нагрузки на начальной ступени составляла 90/120Вт в зависимости от пола и квалификации спортсмена, продолжительность ступени 3 мин, частота педалирования 70 об/мин, каждые 3 минуты происходило увеличение нагрузки на 30 Вт. ***Результаты.*** По данным исследования ПАНО у конькобежцев выявлена тесная взаимосвязь между результатами у женщин на дистанции 3000 м и мужчин на дистанции 5000 м. ***Заключение***. Определение ПАНО у высококвалифицированных конькобежцев является надежным методом как показателя тренированности спортсменов - стайеров, так и инструментом прогноза в планировании спортивных результатов. ***Научная новизна:*** установлена взаимосвязь между уровнем ПАНО высококвалифицированных конькобежцев и их результатами в беге на коньках на современном этапе подготовки. ***Практическая значимость:*** использование информативных тестов для определения уровня подготовленности спортсменов.
Ключевые слова: конькобежцы, уровень анаэробного обмена (ПАНО), велоэргометр, дистанции 1500м, 3000м, 5000м.

Для цитирования: Шелков М.В.*, Федоренко М.С. Исследование порога анаэробного обмена у высококвалифицированных конькобежцев. Педагогико-психологические и медико-биологические проблемы физической культуры и спорта. 2026; 21(1): 451-455.

A study of the anaerobic threshold in highly skilled speed skaters

Mikhail V. Shelkov*, Mariya S. Fedorenko
Murmansk Arctic University
Murmansk, Russia
*ORCID: 0009-0009-0886-4608, shelkovmv@mauniver.ru**
ORCID: 0009-0003-5352-3227, fedorenkoms@mauniver.ru

Abstract: This work presents a study of the anaerobic metabolism (PANO) level, which is of great importance for determining the key physiological indicators of athletes' endurance. PANO is essential for predicting and determining the current state of endurance training in speed skaters. **Purpose of this work** was to study the level of PANO in the strongest speed skaters of Russia and the Murmansk Region, specifically to determine the level of correlation between this indicator and the results in the 1500m, 3000m races for women and the 5000m race for men. **Materials and methods of the study**. The study was conducted on speed skaters: men and women aged 19-25, who were speed skaters of the MS-HMS level. The athletes specialized in the all-around speed skating sport. To determine the athletes' aerobic capacity, a test with a step-by-step increasing load was performed on a CYCLUS 2 exercise bike. The load power at the initial stage was 90/120w, depending on the athlete's gender and skill level, with a duration of 3 minutes and a pedaling frequency of 70 rpm. The

load increased by 30W every 3 minutes. **Results**. According to the study of PANO in speed skaters, there is a close relationship between the results of women in the 3000 m and men in the 5000 m. **Conclusion**. The determination of PANO in highly qualified speed skaters is a reliable method as an indicator of the long-distance athletes' training , as well as a tool for predicting and planning sports results. Scientific novelty: a relationship has been established between the level of PANO in highly qualified speed skaters and their performance in speed skating at the current stage of training. **Practical significance**: the use of informative tests to determine the level of athletes' readiness.
Keywords: speed skaters, anaerobic metabolism level (PAMO), cycle ergometer, distances 1500m, 3000m, 5000m.

For citation: Mikhail V. Shelkov, Mariya S. Fedorenko. Studies of the anaerobic metabolism threshold in highly qualified speed skaters. Russian Journal of Physical Education and Sport. 2026; 21(1): 451-455.

Введение

Исследование взаимосвязи с коэффициентом корреляции относительно линии тренда имеет большое теоретическое и практическое значение. Ряд исследователей считают, что на уровне ПАНО система аэробного энергообеспечения достигает своего пикового максимума. Дальнейшее увеличение потребления кислорода при возрастающей мощности работы выше уровня ПАНО используется для усиления работы сердца и дыхательных мышц. Прирост потребления энергии скелетных мышц обеспечивается за счет усиления гликолитических процессов [4,5]. Доказано, что уровень потребления кислорода является объективным критерием оценки аэробного потенциала организма и работоспособности спортсмена. ПАНО является важнейшим показателем для энергетических процессов конькобежцев, соревнующихся в беге на длинные дистанции [2]. Доля участия анаэробных механизмов в энергообеспечении на дистанции 1500 и 3000 метров значительно отличаются. Так на 1500 м соотношение аэробных и анаэробных процессов составляет 70% и 30%, а на дистанции 3000 м 85% и 15% соответственно.

Цель работы изучить уровень ПАНО у сильнейших конькобежцев России и Мурманской области. Определить уровень взаимосвязи данного показателя от результатов в беге на 1500, 3000м у женщин и 5000 м мужчин.

Материалы и методы

Использовался один из двух вариантов тестирования: выполнение до уровня ПАНО и до «отказа». При выполнении теста спортсмен должен стремиться к завершению полного времени работы на ступени. При невозможности продолжения тестирования и отказе от выполнения нагрузки до окончания времени работы на ступени (т.е. до истечения полных 3 мин.) расчет мощности проводился пропорционально отработанному на этой ступени времени. По окончании тестирования проводилась заминка с низкоинтенсивным педалированием на велоэргометре в течение 7-8 минут. Во время выполнения тестирующей нагрузки постоянно регистрировались показатели ЧСС (Polar H10). При проведении тестирования «до отказа» определялись индивидуальные пороговые значения для каждого спортсмена (с помощью программы Lactate Analysis для Microsoft Excel по модифицированному методу DMax). В качестве значения, соответствующего уровню АэП, брались данные - Adapt LT1, для уровня ПАНО – Modified Dmax. Полученные пороговые значения использовались для определения границ индивидуальных целевых тренировочных зон. Результаты тестирования в дальнейшем имели статистическую и логическую обработку материалов.

Результаты и обсуждение

1. Зависимость ПАНО от спортивного результата на дистанции 1500 и 3000м у женщин.

Линейный коэффициент корреляции на рис.1 составляет r=-0.186, P>0.05, следовательно, связь между спортивным результатом на дистанции 1500м и показателем ПАНО статистически недостоверна.

Линейный коэффициент корреляции на рис.2 составляет r=0,743, P<0,05 следовательно, связь между спортивным результатом на дистанции 3000 м и показателем ПАНО сильная.

2. Зависимость ПАНО от спортивного результата на дистанции 1500 и 5000м у мужчин.

Линейный коэффициент корреляции на рис.3 составляет r=-0.342, P>0.05, следовательно, связь между спортивным результатом на дистанции 1500м и показателем ПАНО не носит закономерно устойчивую взаимосвязь в данном случае.

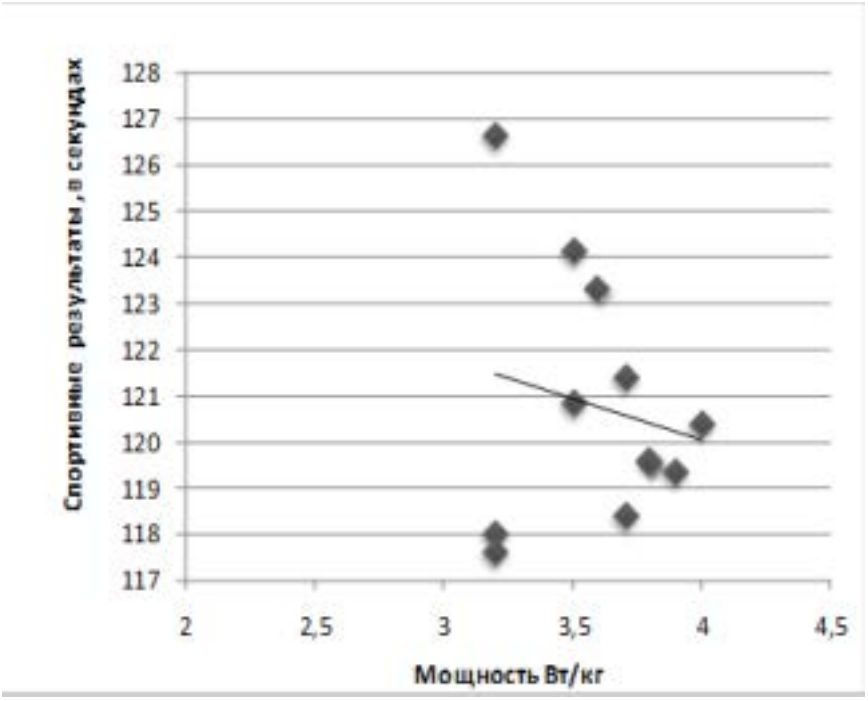

Рис.1. Зависимость ПАНО от спортивного результата на дистанции 1500м у женщин

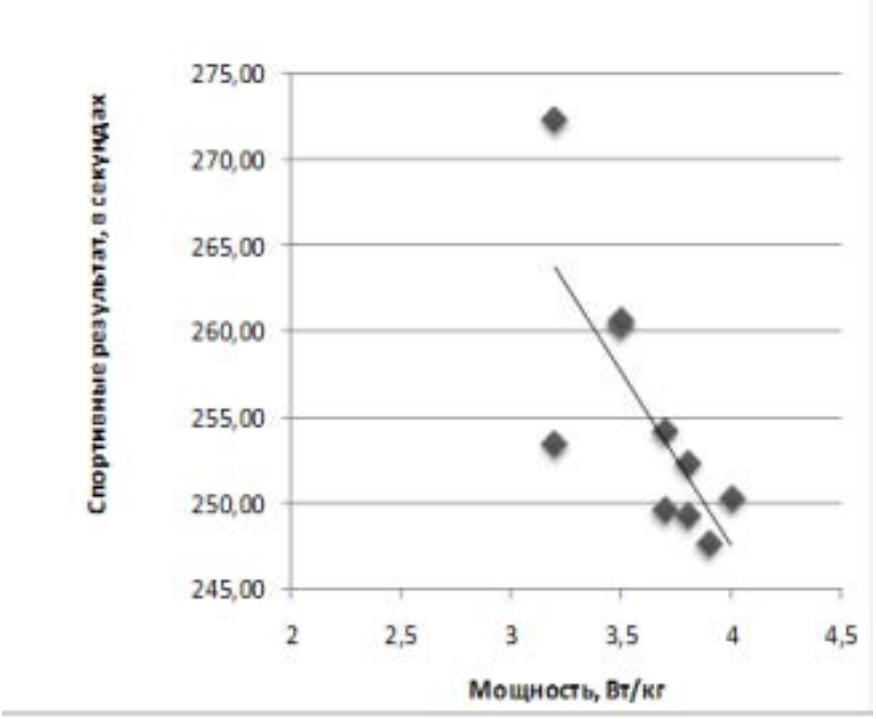

Рис.2. Зависимость ПАНО от спортивного результата на дистанции 3000м у женщин

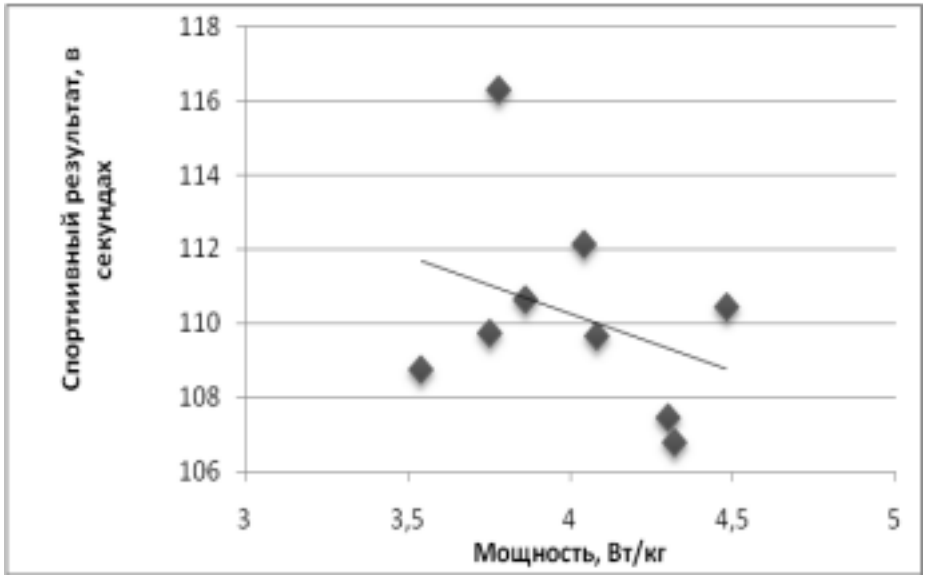

Рис.3.Зависимость ПАНО от спортивного результата на дистанции 1500м у мужчин

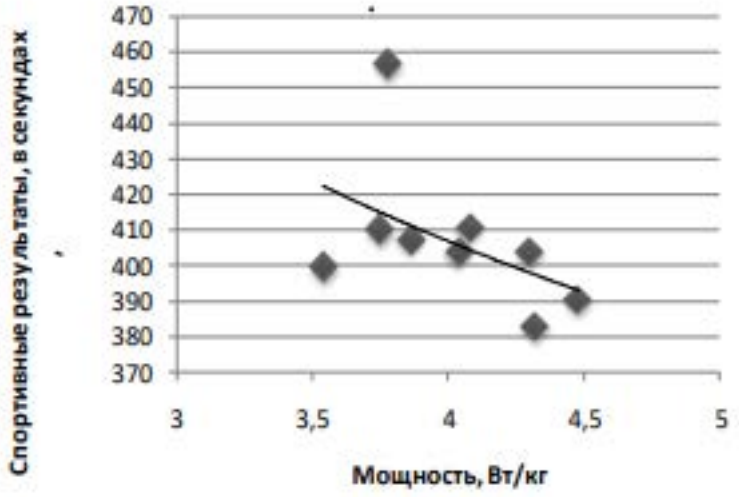

Рис.4. Зависимость ПАНО от спортивного результата на дистанции 5000м

Линейный коэффициент корреляции на рис.4 составляет r= 0.947, P<0,05, следовательно, связь между спортивным результатом на дистанции 5000м и показателем ПАНО сильная.

Можно заметить, что у женщин при дистанции на 1500м идет большой разброс корреляционного поля вокруг линии тренда, следовательно, связь между спортивным результатом и показателем ПАНО слабая, а на дистанции на 3000м высокая, т.к. на графике изображена более тесная связь вокруг линии тренда. У мужчин происходит тоже самое, чем больше дистанция, тем выше взаимосвязь между показателем ПАНО и спортивным результатом.

Есть мнение некоторых исследователей, что существует высокая взаимосвязь между дистанцией на 1500м и ПАНО, r=от 0,87, P<0,05. Они считают, что на дистанцию 1500 м взаимосвязь меньше, чем на 5000м, но на наш взгляд, вклад аэробных источников на 1500м значительно меньше, чем на дистанцию 5000м [3].

Важнейшей характеристикой состояния аэробного компонента выносливости является порог анаэробного обмена (ПАНО). В физиоло-

гии спорта ПАНО является критерием аэробной мощности. Данный показатель применяется в оценке состояния тренированности спортсменов, как циклических видов спорта, так и игровых. Применение данного показателя актуально как при оценке состояния тренированности спортсмена, так и при оценке его энергетических возможностей. ПАНО подвержен изменению в течение тренировочных циклов, а также в связи с возрастными особенностями индивидуума. Уровень ПАНО у разных людей зависит также от пола, уровня тренированности и вида спорта, которым занимается исследуемый объект. Как правило, ЧСС на уровне ПАНО бывает от 160 до 175 и выше уд/ мин. Данный показатель соответствует максимальному потреблению кислорода (МПК) на уровне 40-50% у плохо тренированных людей и на уровне 75-90% от МПК высококвалифицированных спортсменов. Особенности тренировочного процесса на длинные дистанции включают нагрузки, которые длятся более нескольких минут. Ресинтез АТФ осуществляется при участии анаэробно-аэробных процессов, а также от возможностей сердечно-сосудистой системы и доставке кислорода [1].

Заключение

ПАНО является мощным инструментальным показателем для определения возможности и тренированности спортсменов на длинные дистанции от 3000м до 5000м у конькобежцев. Применение данного показателя в круглогодичном цикле подготовки спортсменов позволит тренеру корректировать тренировочную программу и прогнозировать спортивные результаты.

Список литературы

1. Волков Н.И., Ширковец Е.А., Борисевич В.Е. О критериях анаэробного порога и их использовании для управления тренировкой. Теория и практика физической культуры. 1975; 7: 25-28.

2. Иванов А.С., Макогонов А.Н., Зима А.Г., Хван М.Ю., Сазонов А.П. Мышечная работа конькобежцев в горной местности. *Сборник: Конькобежный спорт*. 1977; 2: 39.

3. Попов Д.В., Лемешева Ю.С., Бравый Я.Р., Миссина С.С., Линде Е.В., Виноградова О.Л., Воронов А.В. Прогнозирование спортивного результата конькобежцев-многоборцев по данным физиологического тестирования. *Конькобежный спорт*. 2014; 1: 18-22.

4. Филиппов М.М. Условия массопереноса кислорода в организме при максимальной физической нагрузке. *Ульяновский медико-биологический журнал*. 2012; 4: 120-124.

5. Aunola S., Rusko H. Aerobik and anaerobic thresholds determined from venous lactate of from ventilation and gas exchange in relation to muscle fiber composition. *Int J Sports Med*. 1986; Jun 7(3): 161-6.

References

1. Volkov N.I., Shirkovets E.A., Borisevich V.E. On anaerobic threshold criteria and their use for training management. *Teoriya I praktika fizicheskoy kul'tury = Theory and Practice of Physical Culture*. 1975; 7: 25-28 [In Russ., In Engl.].

2. Ivanov A.S., Makogonov A.N., Zima A.G., Khvan M.Yu., Sazonov A.P. Muscular work of skaters in mountainous terrain. Sbornik: Kon'kobezhnyj sport. Moscow: 1977; 2: 39 [In Russ.].

3. Popov D.V., Lemesheva Yu.S., Bravyi Ya.R., Missina S.S., Linde E.V., Vinogradova O.L., Voronov A.V. Prediction of the athletic performance of all-round speed skaters based on physiological testing data. *"Kon'kobezhnyj sport" zhurnal*. 2014; 1: 18-22 [In Russ.].

4. Filippov M.M. Conditions of oxygen mass transfer in the body during maximal physical load. *Ul'yanovskiy mediko-biologicheskiy zhurnal*. 2012; 4: 120-124 [In Russ.].

5. Aunola S., Rusko H. Aerobik and anaerobic thresholds determined from venous lactate of from ventilation and gas exchange in relation to muscle fiber composition. *Int J Sports Med*. 1986; Jun 7(3):161-6.

Статья поступила в редакцию: 27.01.2026

Шелков Михаил Владимирович *– кандидат педагогических наук, профессор, Мурманский арктический университет, 183038, Россия, г. Мурманск, ул. Егорова дом 15, e-mail: shelkovmv@mauniver.ru*

Федоренко Мария Сергеевна *– старший преподаватель, Мурманский арктический университет, 183038, Россия, г. Мурманск, ул. Егорова дом 15, e-mail: fedorenkoms@mauniver.ru*