

И.В. Круглова<sup>1</sup>, Н. С. Богоявленских<sup>1</sup>, В. Н. Сидоренкова<sup>1</sup>, К.С. Домашенко<sup>2</sup>, Е. М. Ковалева<sup>1</sup>

## ОСОБЕННОСТИ ПРОВЕДЕНИЯ ФУНКЦИОНАЛЬНОГО НАГРУЗОЧНОГО ТЕСТИРОВАНИЯ У СПОРТСМЕНОВ, СПЕЦИАЛИЗИРУЮЩИХСЯ В ПЛАВАНИИ

<sup>1</sup>ФГБУ ГНЦ ФМБЦ им. А.И. Бурназяна ФМБА России, Москва

<sup>2</sup>Крымский Федеральный Университет имени В. И. Вернадского, г. Симферополь, Россия

Контактное лицо: Ковалева Екатерина Максимовна: kovaleva-em@yandex.ru

### Резюме

Одним из основных принципов функционального нагрузочного тестирования является специфичность. Для пловцов оптимально проводить специфические тесты в бассейне. Однако эти тесты учитывают только среднее время проплыwania отрезков, не давая детальной информации о реакциях организма. Наиболее точно определить функциональное состояние организма спортсмена во время плавания позволяет портативный газоанализатор. Однако данный формат нагрузочного тестирования сложен для применения в рутинной практике при углубленном медицинском обследовании. Для «лабораторной» диагностики пловцов были попытки создания специальных «имитаторов плавания», которые позволяли получить результаты, приближенные к таковым в воде, но заниженные в связи с искаженным действием физических сил и отличием положения корпуса и движений. В рамках проведения функционального нагрузочного тестирования пловцов также возможно применение тестов на беговых дорожках, ручных эргометрах и велоэргометрах. Применение ручного эргометра вовлекает в работу меньшее количество мышечных групп и занижает показатели на 20 – 30 %. Тестирование на беговой дорожке дает более высокие значения максимального потребления кислорода у пловцов по сравнению с бегунами из-за их массы тела, но при пересчете на массу тела разница исчезает. При тестировании на велоэргометре по сравнению со специфическими плавательными тестами чаще регистрировались гипертонический или ступенчатый типы реакции на нагрузку и большему показателю частоты сердечных сокращений. Велоэргометрия в комбинации с ручным эргометром может быть полезным диагностическим инструментом. Однако практическое применение такого подхода затруднено из-за развития утомления и искажения результатов.

**Ключевые слова:** функциональное нагрузочное тестирование, спортивное плавание, велоэргометрия, газоанализ, максимальное потребление кислорода

**Для цитирования:** Круглова И.В., Богоявленских Н.С., Сидоренкова В.Н., Домашенко К.С., Ковалева Е.М. Особенности проведения функционального нагрузочного тестирования у спортсменов, специализирующихся в плавании // Клинический вестник ФМБЦ им. А.И. Бурназяна 2026. №1. С. 23–30. DOI: 10.33266/2782-6430-2026-1-23-30

I.V. Kruglova<sup>1</sup>, N.S. Bogoyavlenskikh<sup>1</sup>, V.N. Sidorenkova<sup>1</sup>, K.S. Domashhenko<sup>2</sup>, E.M. Kovaleva<sup>1</sup>

## Features of Functional Load Testing in Swimmer

<sup>1</sup>International Office, State Research Center - Burnasyan Federal Medical Biophysical Center of Federal Medical Biological Agency, Moscow, Russia

<sup>2</sup>Federal State Autonomous Educational Institution of Higher Education "V.I. Vernadsky Crimean Federal University", Simferopol', Russia

Contact person: Kovaleva Ekaterina Maksimovna: kovaleva-em@yandex.ru

### Abstract

Functional load testing in swimming one of the fundamental principles of functional load testing is specificity. It is optimal to conduct specific tests in the swimming pool for swimmers. However, these tests only consider the average time of swimming distance and provide limited information about the organism's reactions. The most accurate method to determine the functional state of an athlete's organism during swimming is using a portable gas analyzer. However, this format of load testing is challenging to implement in routine practice. Attempts have been made to create special swimming simulators for «laboratory» diagnostics of swimmers. These devices provide results close to those obtained in water but demonstrate lower values due to distorted physical forces and differences in body position and movements. It is also possible to use tests on treadmills, arm ergometers, and cycle ergometers for functional load testing for swimmers. The use of an arm ergometer engages fewer muscle groups and underestimates indicators by 20 – 30 %. Testing on a treadmill provides higher values of maximum oxygen consumption in swimmers compared to runners due to their body weight. However, the difference disappears when adjusted for body weight. Hypertonic or stepwise types of response to load and higher heart rate indicators were more frequently recorded for testing on a cycle ergometer compared to specific swimming tests. Cycle ergometry in combination with an arm ergometer can be a useful diagnostic test. However, the practical application of this test combination is complicated by the development of fatigue and distortion of results.

**Keywords:** functional load testing, sports swimming, bicycle ergometry, gasanalysis, maximum oxygen consumption

**For citation:** Kruglova IV, Bogoyavlenskikh NS, Sidorenkova VN, Domashchenko KS, Kovaleva EM. Features of Functional Load Testing in Swimmers. A.I. Burnasyan Federal Medical Biophysical Center Clinical Bulletin. 2026.1:23-30. (In Russian) DOI: 10.33266/2782-6430-2026-1-23-30

## Введение

В современном спорте высших достижений функциональное нагрузочное тестирование занимает одно из центральных мест в системе подготовки атлетов. Оно выступает как ключевой инструмент оценки состояния спортсмена, эффективности тренировочного процесса и прогнозирования спортивных результатов, позволяя получить объективные данные о функциональном состоянии организма атлета [8, 11, 13].

Функциональное нагрузочное тестирование в спорте представляет собой комплексную систему исследований, направленных на оценку состояния различных систем организма спортсмена: сердечно-сосудистой, дыхательной, мышечной, нервной и других. Особое значение при этом имеет определение уровня физической работоспособности, выносливости, скоростно-силовых качеств и других важных показателей, влияющих на спортивный результат. В основе данного исследования лежит принцип комплексного подхода к оценке состояния спортсмена. Это подразумевает использование различных методов исследования, включая лабораторные анализы, инструментальные измерения, функциональные пробы и тесты. При этом важно учитывать специфику конкретного вида спорта, так как различные дисциплины предъявляют особые требования к организму спортсмена и формируют специфические адаптационные изменения [8, 10, 11, 13, 14].

Особую актуальность функциональное нагрузочное тестирование приобретает в видах спорта, характеризующихся специфическими условиями деятельности, к которым относится плавание. Водная среда создает уникальные условия для функционирования организма спортсмена, существенно отличающиеся от наземной деятельности. Важнейшим аспектом проведения функционального нагрузочного тестирования в спорте является необходимость учета индивидуальных особенностей спортсмена. Каждый атлет имеет свой уникальный уровень тренированности, особенности адаптации к нагрузкам и потенциал к развитию. Поэтому при анализе результатов исследований важно учитывать не только общие показатели, но и динамику изменений индивидуальных характеристик спортсмена в процессе подготовки [3, 9, 10, 16].

В современных условиях функциональное нагрузочное тестирование активно развивается в направлении создания более точных и информативных методов оценки состояния спортсменов. Особое внимание уделяется разработке специальных протоколов тестирования, учитывающих специфику различных видов спорта, а также совершенствованию методик интерпретации полученных результатов. Это позволяет получать более достоверную информацию о функциональном состоянии спортсмена и обеспечивать более качественную подготовку к соревнованиям. Комплексный подход к функциональной диагностике в спорте включает не только оценку текущего состояния спортсмена, но и мониторинг динамики его развития в рамках

проведения этапного контроля, углубленного медицинского обследования и т.д. Это позволяет своевременно выявлять признаки переутомления, перенапряжения или недостаточной нагрузки, корректировать тренировочный процесс и обеспечивать оптимальное соотношение между нагрузками и восстановлением. При проведении функционального нагрузочного тестирования у пловцов особое значение приобретает вопрос сопоставимости показателей, полученных в условиях водной среды и на суше. Существующие методики, разработанные для других видов спорта, не всегда могут адекватно отразить специфику работы организма пловца. Это создает потребность в разработке и внедрении комплексных подходов к оценке функционального состояния спортсменов, учитывающих особенности их специфической деятельности [3, 8, 13, 14].

Таким образом, функциональное нагрузочное тестирование в современном спорте представляет собой сложную многоуровневую систему оценки состояния спортсмена, требующую учета множества факторов: от индивидуальных особенностей организма до специфики конкретного вида спорта. Развитие методов данной диагностики и совершенствование подходов к интерпретации полученных данных является одним из ключевых направлений в повышении эффективности спортивной подготовки и достижении высоких результатов в соревнованиях.

## Цель исследования

Цель исследования заключается в проведении комплексного анализа и сравнительной оценки различных методов функционального нагрузочного тестирования пловцов для определения наиболее точных и информативных способов оценки их функционального состояния. Исследование направлено на изучение влияния специфики профессиональной деятельности на результаты тестирования, анализ существующих методов диагностики, включая специфические (плавание с тросом, портативные газоанализаторы) и неспецифические (велоэргометрия, беговая дорожка, ручной эргометр) нагрузки, а также выявление их преимуществ и недостатков.

## Материалы и методы

Стратегия поиска для обзора литературы за период с 2010 по 2025 гг. в WebofScience, PubMed, eLibrary, GoogleSchool, основывалась на комбинации терминов, относящихся к теме исследования, например, велоэргометрия, функциональное нагрузочное тестирование, спортивное плавание, газоанализ.

## Результаты

Основная цель проведения нагрузочного тестирования состоит в определении объективных тенденций, описывающих механизм развития долговременной адаптации организма атлета к особым тренировочным и соревновательным нагрузкам. Определение и трактовка показателей функционального нагрузочного тестирования

пловцов требует обязательного учитывания специфических условий данного вида спорта. Осуществление работы в другой среде – в водной – влечет за собой ряд отличительных особенностей, влияющих на тестируемые показатели основных физиологических систем, таких как сердечно-сосудистая и дыхательная. В частности, к данным специфическим условиям плавательных тренировок будут относиться изменение действия силы гравитации, сопротивление воды, теплоемкость воды, горизонтальное положение тела, иное перераспределение нагрузки на мышечные группы. Для корректной интерпретации результатов функционального нагрузочного тестирования необходимо опираться на ключевые положения спортивной физиологии, учитывающие уникальные адаптационные механизмы пловцов, т.к. стандартные критерии оценки, применяемые в других видах спорта, могут привести к ошибочным выводам [2, 9, 13, 16].

Плотность воды в 775 раз выше плотности воздуха, тем не менее, при погружении в воду тело человека оказывается под воздействием гидростатического давления, испытывая на себе измененное действие «потоплюющей» силы тяжести и одновременно выталкивающей силы. С одной стороны, в условиях гидростатической невесомости водная среда оказывает положительный эффект на организм за счет снижения веса тела и, соответственно, снижения нагрузки на опорно-двигательный аппарат и увеличения подвижности сегментов тела, с другой стороны, повышенная плотность среды приводит к необходимости преодоления в воде в динамических условиях большего сопротивления, чем при тренировках на суше. При движении в воде образуются области повышенного и пониженного давления – впереди и позади тела пловца соответственно. Так, данное гидродинамическое сопротивление будет обуславливать большее вовлечение в работу мышц группы пояса верхней конечности и корпуса. Кроме того, будут увеличиваться энергозатраты за счет мышечной работы, направленной не столько на удержание тела в определенном положении, сколько на преодоление сопротивления при движении. Соответственно, для реализации движущей силы, складываемой из подъемной силы и силы сопротивления, расход энергии при плавании будет в 5-10 раз больше, чем при беге с той же скоростью [9, 17].

Важно также учитывать, что на показатели, связанные с работой дыхательной и сердечно-сосудистой систем особое влияние будет оказывать давление воды на грудную клетку. Данный фактор затрудняет дыхательную экскурсию и в сочетании с зависимостью дыхания от ритма гребковых движений приводит к реализации работы в условиях относительной гиповентиляции. Это, в свою очередь, будет обуславливать меньшие показатели при плавании частоты дыхательных движений. Тем не менее, показатель насыщения артериальной крови кислородом при плавании будет соответствовать значениям, регистрируемым в обычных условиях, например, при беге [6, 9, 16].

Показатели деятельности сердечно-сосудистой системы – такие как частота сердечных сокращений и сердечный выброс – находятся в прямой линейной зависимости от показателя потребления кислорода во время тренировки. Однако здесь важно отметить, что на частоту сердечных сокращений будет также существенно влиять температура воды. Снижение температуры воды будет приводить к уменьшению частоты сердечных сокращений, однако будет увеличивать сердечный выброс. Кроме того, увеличение сердечного выброса будет также связано с усиленным венозным возвратом, т.к. горизонтальное положение тела и условия гидростатической невесомости создают благоприятные условия для большего заполнения сердца во время диастолы [15, 16].

Как уже отмечалось ранее, выбор метода тестирования функциональных показателей пловцов и интерпретация полученных данных является актуальной проблемой. Неоднозначным остается и вопрос соотношения  $VO_{2max}$ , как одного из основных показателей качества комплексного функционирования систем организма, при плавании и при нагрузке на суше. В части представленных исследований показатель максимального потребления кислорода при тестировании на беговой дорожке или велоэргометре больше, чем при плавании [6, 17, 24, 25]. Ряд исследований, наоборот, демонстрируют, что максимальное потребление кислорода во время плавания выше [22, 26, 27, 30]. Во многом, сложность однозначной оценки связана с тем, что стандартные протоколы нагрузки на велоэргометре или на тредмиле не адаптированы для тестирования пловцов, а также то, что на уровень максимального потребления кислорода на суше существенное влияние оказывает квалификация пловца, не только его специальная, но и общая тренированность.

Одним из основных и важных принципов проведения функционального нагрузочного тестирования является обеспечение сопоставимости, специфичности «лабораторной» нагрузки по отношению к тренировочной. В связи с этим условием, наиболее оптимально для оценки и диагностики пловцов проведение исследований непосредственно в бассейне. Так, для оценки специальной подготовленности Всероссийская федерация плавания в методическом руководстве по диагностике и оценке подготовленности пловцов рекомендует комплекс плавательных тестов, который проводится в разные периоды большого тренировочного цикла и нацелена на определение тренированности различных механизмов энергообеспечения, что реализуется за счет работы в строго регламентированных пульсовых зонах. Тем не менее, оценка результатов данных тестов базируется исключительно на среднем времени проплывания заданных отрезков и не позволяет получить более детальных сведений о реакциях организма на осуществляемую нагрузку [1, 15].

Диагностическая значимость в определении процессов энергообеспечения следующего теста более высока, т.к. определение аэробного и анаэробного порогов в нем строится на показателях лактата сыворотки крови. В тесте со ступенчатым

Таблица

**Тест со ступенчатым увеличением интенсивности плавания [1]**  
**Stepwise increase in swimming intensity test [1]**

Серия и повторение	Пульсовая зона (за 10 секунд)	Серия и повторение	Пульсовая зона (за 10 секунд)
<i>Пловцы-спринтеры</i>		<i>Пловцы-стайеры</i>	
4x100 м	PS=22-24"	2x200 м	PS=22-24"
2x100 м	PS=25-26"	2x200 м	PS=25-26"
2x100 м	PS=26-28"	2x200 м	PS=26-28"
2x100 м	PS=29-30"	2x200 м	PS=29-30"

увеличением интенсивности плавания пловцу предлагается проплыть по 4 серии из нескольких повторений. Каждая серия рассчитана на плавание с заданной скоростью, которая определяется по частоте сердечных сокращений [1]

После завершения каждой плавательной серии спортсмену дается время на отдых. На третьей минуте восстановления проводится забор крови на определение уровня лактата. При этом в каждой серии фиксируется среднее время, затрачиваемое на дистанцию каждого повторения. На основании зависимости между концентрациями лактата и скоростью плавания строится лактатная кривая. Аэробный порог отмечается в среднем при концентрации лактата 2 ммоль/л, анаэробный – 4 ммоль/л. По данному графику проводится определение скоростей на аэробном и анаэробном пороге и делается заключение о развитости специальной выносливости спортсмена. Существенным недостатком данного теста является то, что его результаты могут быть полезны только при динамической оценке изменения показателей в рамках тренировочного процесса [1].

Проведение диагностики с учетом специфической нагрузки может быть реализовано при применении портативного газоанализатора. Данное оборудование позволяет проводить оценку комплексной деятельности дыхательной и сердечно-сосудистой систем – в том числе определять дыхательный коэффициент и максимальное потребление кислорода – непосредственно во время плавания, что является несомненным преимуществом при оценке специальной подготовленности пловцов. Так, сопоставимость данных о показателях аэробного и анаэробного порогов, полученных при использовании портативного газоанализатора, с данными велоэргометрии в рамках 95 % доверительного интервала была показана в работе С. Baldari (2012). R. Zacca (2023) также продемонстрировал, что использование современных портативных газоанализаторов обеспечивает точные, стабильные и воспроизводимые функциональные показатели. Тем не менее, этот метод сложен для применения в рутинной практике проведения функционального нагрузочного тестирования спортсменов, например, в рамках прохождения углубленного медицинского обследования. Тем не менее, применение газоанализа в рамках исследования пловцов с целью определения дыхательного коэффициента ставится под сомнение Авдиенко В.Б. и соавторами в методическом посо-

бии, т.к. наступление анаэробного порога по концентрации лактата в крови совпадало с данным показателем по дыхательному коэффициенту (1,0) лишь в 5-8 % случаев [1, 19, 24, 29, 33].

В результатах исследования, проведенного Kimura Y. и соавторами (1990), представляется вариант тестирования пловцов с применением специального «имитатора плавания» – наклонной скамьи, позволяющей выполнять круговые движения руками на специальном тренажере и одновременным ударом ногой. Для имитации сопротивления воды удары ногой выполнялись с использованием тренировочного эластичного жгута. Основным сравниваемым показателем в рамках функционального нагрузочного тестирования было максимальное потребление кислорода. Сравнение тестирования на «имитаторе плавания» с плаванием с тросом показало, что при первом методе был достигнут 91 % от максимального потребления кислорода, полученного при непосредственно плавании. Кроме того, в данном исследовании с плаванием с тросом также сравнивали бег на дорожке, велоэргометрию и просто выполнение круговых движений руками. Результаты после бега и велоэргометрии были значительно выше (на 11 %), чем при плавании, а после движения руками – ниже (на 37 %). Основываясь на представленных процентных показателях, можно сделать вывод о том, что описанный метод «имитации плавания» можно использовать для диагностики пловцов в лабораторных условиях. Данное исследование наглядно демонстрирует важность баланса между практичностью и специфичностью диагностических тестов, что во многом будет отображаться в современных работах [25].

Подтверждает отчасти заданный тезис и более поздний систематический обзор Cortesi M. (2019). Результаты при использовании эргометра для имитации плавания в лабораторных условиях были ниже, чем при плавании вольным стилем. Данное соотношение связывали с тем, что подобные устройства хоть и позволяют воссоздать движения, похожие на плавательные, не учитывают искаженное действие физических сил в водной среде, что, соответственно, приводит к включению в работу на суше меньшего числа мышечных групп. Кроме того, положение корпуса на эргометре существенно отличается от такового в воде, что будет по-иному влиять на экскурсию грудной клетки и показатели работы сердечно-сосудистой и дыхательной систем. Еще одним значимым тезисом, выдвигаемым

в данном обзоре, является то, что при оценке функциональных показателей на суше обязательно необходимо включать возможность осуществлять при тестировании движения ногами, т.к. это способствует приближению результатов к регистрируемому при плавании [22].

Использование эргометров для имитации плавания ставится под сомнение в исследовании De Naap M. (2024). В данной работе проводилось сравнение показателей максимального потребления кислорода по результатам тестирования в формате плавания с тросом, выполнения сгибания рук и с использованием «плавательного» эргометра и велоэргометра. Так, наиболее низкие показатели максимального потребления кислорода были зафиксированы при сгибании рук и имитации плавания на эргометре. Плавание с тросом дало сопоставимые результаты с велоэргометром, что позволяет рассматривать последний как валидный метод тестирования пловцов в лабораторных условиях [23].

Неэффективность тестирования только посредством включения в работу верхних конечностей, в частности, с помощью ручного эргометра, подтверждается во многих работах. Так, Maglischo E. (2003) в своем систематическом обзоре демонстрирует, что в большинстве проведенных исследований, где показатели плавания в полной координации сравнивались с результатами ручного эргометра, последний метод не позволял добиться сопоставимости значений максимального потребления кислорода. Да, активность мышц верхней части тела на эргометрах схожа с плаванием, но вовлечение корпуса и ног при данном виде нагрузочного тестирования на 20–30 % ниже [27, 30, 32].

Из различных вариантов эргометров наиболее распространенными и доступными для проведения нагрузочного тестирования спортсменам различных видов спорта являются беговая дорожка и велоэргометр. Так, по приказу Минздрава России от 23.10.2020 №1144н для плавания рекомендовано проведение эргометрии на тредмиле с газоанализом по протоколу ступенчато-возрастающей нагрузки. Для нагрузочной пробы на тредмиле разработаны варианты протокола ступенчатой нагрузки, которые могут применяться, в том числе, и для пловцов [12]. Тем не менее, они не являются адаптированными для данного вида спорта. Один из вариантов такого нагрузочного тестирования пловцов на тредмиле по протоколу с повышающейся нагрузкой включает двухминутную разминку, тестовую нагрузку с динамикой возрастания 1 км/ч в мин, начиная с 7 км/ч и двухминутную заминку. Важно отметить, что при тестировании на тредбане пловцы демонстрируют более высокие абсолютные значения максимального потребления кислорода и потребления кислорода на уровне вентиляционных порогов по сравнению с бегунами. Это объясняется большей массой тела пловцов. Однако при пересчете этих показателей с учетом массы тела разница между группами практически исчезает. Кроме того, по времени достижения максимального потребления кислорода был сделан вывод о том, что у пловцов эффектив-

ность бега при данных условиях составляет 79 %, что отчасти и подтверждает неточность нагрузочного тестирования на беговой дорожке в данном виде спорта [5, 7, 10, 12, 21].

Что касается использования тестирования с помощью велоэргометров, то из-за гидродинамического сопротивления и особенностей дыхания в воде для этого метода также характерна тенденция к искажению показателя максимального потребления кислорода в сторону его занижения. Так, в исследовании В. Roels при оценке функциональных показателей у триатлетов были зафиксированы более высокие показатели после теста на велоэргометре (68 мл/кг/мин против 53 мл/кг/мин), а у пловцов результаты велоэргометрии были ниже по сравнению с плаванием в полной координации (58,4 мл/кг/мин против 51,3 мл/кг/мин). Кроме того, максимальная частота сердечных сокращений при велоэргометрии больше примерно на 10 уд/мин. В исследовании Яцечко Т.В. (2011) отмечается, что при неспецифической нагрузке на велоэргометрии у пловцов чаще отмечались регистрировались ступенчатый или гипертонический тип реакции на нагрузку, в то время как при проведении специфических тестов на воде отмечался нормотонический тип реакции, что свидетельствует о снижении адаптации к нагрузке на суше. И хотя велоэргометрия не является специфическим нагрузочным тестированием для пловцов, как и тредмил, но все же является относительно стабильным методом, который позволяет получить точные количественные данные в контролируемых условиях. Одним из основных протоколов, применяемых в рамках функционального нагрузочного тестирования с помощью велоэргометра, является Ramp-протокол. Суть данного протокола заключается в постоянно увеличивающейся нагрузке на 5 Вт каждые 10 секунд (Ramp-30) или 7 секунд (Ramp-40) при стартовой нагрузке в 5 Вт. Так, использование велоэргометрии по Ramp-протоколам может быть альтернативой специфическому нагрузочному тестированию для ватерполистов. Что же касается спортивного плавания, в работе Дас А. и соавторов (2019) комплексное тестирование пловцов включало работу как на велоэргометре, так и на ручном эргометре. Велоэргометрическое нагрузочное тестирование осуществлялось по Ramp-протоколу с непрерывным увеличением мощности на 1 Вт за 1,5 секунды. И хотя данное исследование не проводит анализ результатов лабораторного тестирования непосредственно с плаванием, автор демонстрирует более высокие значения результатов велоэргометрии по сравнению с ручным эргометром. Тем не менее, при комбинации с ручным эргометром велоэргометрия может быть полезным диагностическим инструментом в межсезонье, в то время как плавательные тесты могут дать адекватную оценку соревновательной готовности атлета [4, 11, 12, 18, 20, 31]. Тем не менее, несмотря на возможные преимущества интегральной оценки функционального состояния пловца посредством

комбинации двух данных видов нагрузочного тестирования, практическое применение данного формата может быть затруднено в связи с развитием утомления при проведении того или иного «этапа» тестирования и, соответственно, искажением итоговых результатов.

### Заключение

Проведенное исследование протоколов функционального нагрузочного тестирования пловцов показало, что классические методы тестирования, применяемые в других видах спорта, не могут в полной мере отразить специфику плавания и особенности работы организма спортсмена в водной среде. Существенное влияние на физиологические показатели пловцов оказывают такие факторы как гидростатическое давление, измененное действие силы тяжести, сопротивление воды и горизонтальное положение тела. Эти особенности требуют особого подхода к оценке функционального состояния пловцов и интерпретации полученных результатов.

Для получения достоверных данных о функциональном состоянии пловцов необходимо использовать специфические для плавания методы тестирования. Наиболее информативными яв-

ляются плавательные тесты в бассейне, а также современные методики с применением портативных газоанализаторов, позволяющие оценивать комплексную деятельность дыхательной и сердечно-сосудистой систем непосредственно во время плавания. При этом важно учитывать, что показатели, полученные при тестировании на суше (велозерометрия, тредмил), могут давать общее представление о динамике развития тренированности и адаптации к физической нагрузке, но по части показателей – максимальное потребление кислорода, частота сердечных сокращений, артериальное давление и т.д. – могут существенно отличаться от результатов специфических плавательных тестов.

Таким образом, для эффективной оценки функционального состояния пловцов необходим комплексный подход, сочетающий как специфические для плавания методы тестирования, так и общепринятые методики с обязательной коррекцией на особенности данного вида спорта. Это позволит более точно оценивать тренировочный процесс, определять эффективность применяемых нагрузок и корректировать программу подготовки спортсменов с учетом их индивидуальных особенностей и специфики водной среды.

### СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Авдиенко В.Б., Солопов И.Н., Дубич И.А., Комаров Д.В. Диагностика и оценка подготовленности пловцов. М.: Всероссийская федерация плавания, 2022. 152 с.
2. Булгакова Н.Ж. Плавание: Учебник для вузов. М.: Физкультура и спорт, 2001. 400 с.
3. Голобородько Е.В., Разинкин С.М., Самойлов А.С. и др. Оценка физической работоспособности у высококвалифицированных спортсменов различных видов спорта // Вопросы курортологии, физиотерапии и лечебной физической культуры. 2018. Т. 95. №2-2. С. 42–43.
4. Дас А., Горелов А.Н., Захарова А.В., Мехдиева К.Р. Комплексное тестирование высококвалифицированных пловцов. Физическая культура и спорт // Наука, образование, технологии: Материалы Всероссийской научно-практической конференции магистрантов. Челябинск, 12 апреля 2019 г. Челябинск: Уральский государственный университет физической культуры, 2019. С. 30-33.
5. Даутова А.З., Мавлиев Ф.А., Дрожецкий Д.А., Зверев А.А., Назаренко А.С. Оценка функционального состояния организма высококвалифицированных пловцов на основе анализа корреляций и динамики показателей морфологического состава крови после нагрузочного тестирования // Спортивная медицина: наука и практика. 2024. Т.14. №2. С. 24-33.
6. Коц Я.М. Спортивная физиология: Учебник для институтов физической культуры. М.: Физкультура и спорт, 1986. 240 с.
7. Мавлиев Ф.А., Орлов А.В., Болтиков Ю.В., Назаренко А.С. Особенности аэробной работоспособности спортсменов в условиях неспецифического тестирования // Известия ТулГУ. Физическая культура. Спорт. 2017. №3. С. 112-115.
8. Петрова В.В., Киш А.А., Брагин М.А. Прогноз физической работоспособности по показателям комплексной оценки состояния спортсменов // Медицинская наука и образование Урала. 2019. Т. 20. №1. С. 155–159.
9. Платонов В.Н. Спортивное плавание: путь к успеху / Под общ. ред. В.Н.Платонова. М.: Советский спорт, 2012. 480 с.
10. Об утверждении Положения о Всероссийских спортивных соревнованиях: приказ Министерства спорта Российской Федерации от 09.06.2017 №1144. Электронный ресурс: <http://pravo.gov.ru> (Дата обращения: 17.04.2025).
11. Программы нагрузочного тестирования спортсменов (несовершеннолетних и совершеннолетних), в том числе спортсменов-инвалидов, спортсменов спортивных сборных команд Российской Федерации: с использованием эргометрии с субмаксимальной или максимальной (до отказа от работы) нагрузками с проведением ЭКГ, газоанализа, соотносно с видом спорта (дисциплиной) и этапом спортивной подготовки с целью выявления жизнеугрожающих состояний и имеющихся патологических изменений, оценки физической работоспособности, определения индивидуальных зон интенсивности тренировочной нагрузки: Методические рекомендации. МР 91500120002-2021/ЦСМ. М.: ФМБА России, 2021. 128 с.
12. Разинкин С.М., Самойлов А.С. Избранные лекции по спортивной медицине: Монография. Т.1. Лекции 1–10. М.: ФМБЦ им. А.И. Бурназяна ФМБА России, 2022. 382 с.
13. Самойлов А.С., Ключников М.С., Федин А.Б. и др. Медицинский скрининг в массовом спорте // Лечебная физкультура и спортивная медицина. 2019. №1. С. 21–26.
14. Самойлов А.С., Кожокару А.Б., Ключников М.С. и др. Диагностика и мониторинг функционального состояния высококвалифицированных спортсменов при нарушениях циркадных ритмов // Кремлевская медицина. Клинический вестник. 2021. №1. С. 15–25.
15. Фомиченко Т.Г., Бганцева И.В., Авдиенко В.Б., Солопов И.Н. Дифференцированная диагностика и оценка специальной физической и функциональной подготовленности пловцов на разных этапах многолетней спортивной подготовки // Вестник спортивной науки. 2024. №6. С. 16-21.
16. Хорькова А.С., Адилев В.О. Некоторые физиологические изменения в организме при плавании и его оздоровительное значение // Вестник ЮГУ. 2016. Т.12. №1. С. 204-208.
17. Усманова В.Н., Орлов А.В., Шамгунова Г.М., Фомина Е.Б. Плавание. Специфические особенности воздействия на физиологические функции организма. Казань: КФУ, 2015. 30 с.
18. Яцек Т.В., Стрельникова С.В., Пантелеева Н.И., Рошевская И.М. Реакция сердечно-сосудистой системы пловцов на неспецифическую и специфическую нагрузку субмаксимальной мощности // Педагогико-психологические и медико-биологические проблемы физической культуры и спорта. 2011. №2. С. 129-135.
19. Baldari C., Fernandes R.J., Meucci M., Ribeiro J., Vilas-Boas J.P., Guidetti L. Is the New AquaTrainer® Snorkel Valid for VO2 Assessment in Swimming? // Int J Sports Med. 2013 Apr. V.34. No.4. P. 336-44.
20. Barrero A., Chaverri D., Erola P., Iglesias X., Rodríguez F. Intensity Profile during an Ultra-endurance Triathlon in Relation to Testing and Performance // Int J Sports Med. 2014. V.35. No.11. P. 935-41.
21. Corry I., Powers N. Maximal Aerobic Power Measurement in Runners and Swimmers // Br J Sports Med. 1982 Sep. V.16. No.3. P. 154-60.
22. Cortesi M., Gatta G., Swaine I., Zamparo P., Konstantaki M. Laboratory-Based Ergometry for Swimmers: a Narrative Review // J SportsMedPhysFitness. 2019. V.59. No.1. P. 11-21.
23. De Haan M., Van der Zwaard S., Schreven S., Beek P.J., Jaspers R. Determining VO2max in Competitive Swimmers: Comparing the

- Validity and Reliability of Cycling, Arm Cranking, Ergometer Swimming, and Tethered Swimming // *J Sci Med Sport*. 2024 Mar 22. V.27. No.7. P. 499-506.
24. Gayda M., Bosquet L., Juneau M., Guiraud T., Lambert J., Nigam A. Comparison of Gas Exchange Data Using the Aquatrainer System and the Facemask with Cosmed K4b2 during Exercise in Healthy Subjects // *Eur J Appl Physiol*. 2010 May. V.109. No.2. P. 191-9.
25. Kimura Y., Yeater R.A., Martin R.B. Simulated Swimming: a Useful Tool for Evaluation of the VO<sub>2</sub> max of Swimmers in the Laboratory // *Br J SportsMed*. 1990 Sep. V.24. No.3. P. 201-6.
26. Maconyte V., Stasiule L., Juodsnukis A., Zuoziene I.J., Stasiulis A. Aerobic Capacity in Swimming, Cycling and Arm Cranking in Swimmers Aged 11-13 Years // *BMC Sports Sci Med Rehabil*. 2024 Oct 1. V.16. No.1. P. 208.
27. Maglischo E.W. *Swimming Fastest*. Champaign: Human Kinetics, 2003. 800 p.
28. Obert P., Falgairette G., Bedu M., Coudert J. Bioenergetic Characteristics of Swimmers Determined during an Arm-Ergometer Test and during Swimming // *Int J SportsMed*. 1992 May. V.13. No.4. P. 298-303.
29. Reis V.M., Marinho D.A., Policarpo F.B., Carneiro A.L., Baldari C., Silva A.J. Examining the Accumulated Oxygen Deficit Method in Front Crawl Swimming // *Int J Sports Med*. 2010 Jun. V.31. No.6. P. 421-7.
30. Ribeiro J., Figueiredo P., Sousa A., et al. VO<sub>2</sub> Kinetics and Metabolic Contributions during Full and Upper Body Extreme Swimming Intensity // *European Journal of Applied Physiology*. 2015. No.115. P. 1117-1124.
31. Roels B., Schmitt L., Libicz S., Bentley D., Richalet J.P., Millet G. Specificity of VO<sub>2</sub>max and the Ventilatory Threshold in Free Swimming and Cycle Ergometry: Comparison between Triathletes and Swimmers // *British Journal of Sports Medicine*. 2005. No.12. P. 39.
32. Vaneckova J., Kabešová H. Comparison of Muscle Activity during Swimming and on the Biokinetic Simulator // *Physical Activity-Review*. 2022. No.10. P. 107-118.
33. Zacca R., de Souza Castro F., Monteiro A.S., Pyne D., Vilas-Boas J.P., Fernandes R. Swimming with the Cosmed AquaTrainer and K5 Wearable Metabolic System in Breath-by-Breath Mode: Accuracy, Precision, and Repeatability // *International Journal of Sports Physiology and Performance*. 2023. V.18. No.10. P. 1152-1160.

## REFERENCES

1. Avdiyenko V.B., Solopov I.N., Dubich I.A., Komarov D.V. Diagnostika i Otsenka Podgotovlennosti Plovtsov = Diagnostics and Assessment of Swimmers' Fitness. Moscow, Vserossiyskaya Federatsiya Plavaniya Publ., 2022. 152 p. (In Russ.).
2. Bulgakova N.Zh. Plavaniye = Swimming. Textbook for Universities. Moscow, Fizkul'tura i Sport Publ., 2001. 400 p. (In Russ.).
3. Goloborod'ko Ye.V., Razinkin S.M., Samoylov A.S., et al. Assessment of Physical Performance in Highly Qualified Athletes of Various Sports. *Voprosy Kurortologii, Fizioterapii i Lechebnoy Fizicheskoy Kul'tury = Problems of Balneology, Physiotherapy, and Exercise Therapy*. 2018;95;2-2:42-43 (In Russ.).
4. Das A., Gorelov A.N., Zakharova A.V., Mekhdiyeva K.R. Comprehensive Testing of Highly Qualified Swimmers. *Physical Education and Sport. Nauka, Obrazovaniye, Tekhnologii = Science, Education, Technology. Proceedings of the All-Russian Scientific and Practical Conference of Master's Students. Chelyabinsk, April 12, 2019. Chelyabinsk, Ural'skiy Gosudarstvennyy Universitet Fizicheskoy Kul'tury Publ.*, 2019. P. 30-33 (In Russ.).
5. Dautova A.Z., Mavliyev F.A., Drozhetskiy D.A., Zverev A.A., Nazarenko A.S. Assessment of the Functional State of the Body of Highly Qualified Swimmers Based on the Analysis of Correlations and Dynamics of Blood Morphological Composition Indicators after Stress Testing. *Sportivnaya Meditsina: Nauka i Praktika = Sports Medicine: Research and Practice*. 2024;14;2:24-33 (In Russ.).
6. Kots Ya.M. *Sportivnaya Fiziologiya = Sports Physiology. Textbook for Physical Education Institutes*. Moscow, Fizkul'tura i Sport Publ., 1986. 240 p. (In Russ.).
7. Mavliyev F.A., Orlov A.V., Boltikov Yu.V., Nazarenko A.S. Features of Aerobic Performance of Athletes under Non-Specific Testing Conditions. *Izvestiya TulGU. Fizicheskaya Kul'tura. Sport = Izvestiya Tula State University. Physical Education. Sport*. 2017;3:112-115 (In Russ.).
8. Petrova V.V., Kish A.A., Bragin M.A. Forecast of Physical Performance Based on Indicators of a Comprehensive Assessment of the Condition of Athletes. *Meditsinskaya Nauka i Obrazovaniye Urala = Medical Science and Education of Ural*. 2019;20;1:155-159 (In Russ.).
9. Platonov V.N. *Sportivnoye Plavaniye: Put' k Uspekhu = Competitive Swimming: the Path to Success*. Ed. V.N. Platonov. Moscow, Sovetskii Sport Publ., 2012. 480 p. (In Russ.).
10. On Approval of the Regulation on All-Russian Sports Competitions. Order of the Ministry of Sport of the Russian Federation Dated 09.06.2017. No. 1144. URL: <http://pravo.gov.ru> (Date of Access. 17.04.2025). (In Russ.).
11. Programmy Nagruzochnogo Testirovaniya Sportsmenov (Nesovershennoletnikh i Sovershennoletnikh), v tom Chisle Sportsmenov-Invalidov, Sportsmenov Sportivnykh Sbornykh Komand Rossiyskoy Federatsii: s Ispol'zovaniyem Ergometrii s Submaksimal'noy ili Maksimal'noy (do Otkaza ot Raboty) Nagruzkami s Provedeniyem EKG, Gazoanaliza, Soobrazno s Vidom Sporta (distsiplinoy) i Etapom Sportivnoy Podgotovki s Tsel'yu Vyyavleniya Zhizneurozhayushchikh Sostoyaniy i Imeyushchikh Patologicheskikh Izmeneniy, Otsenki Fizicheskoy Rabotosposobnosti, Opredeleniya Individual'nykh Zon Intensivnosti Trenirovochnoy Nagruзки = Stress Testing Programs for Athletes (Minors and Adults), Including Athletes with Disabilities and Athletes from the Russian National Sports Teams: Using Ergometry with Submaximal or Maximal (Until Work Failure) Loads with ECG and Gas Analysis, Depending on the Sport (discipline) and Stage of Sports Training, in Order to Identify Life-Threatening Conditions and Existing Pathological Changes, Assess Physical Performance, and Determine Individual Training Load Intensity Zones. Methodological Recommendations. MR 91500120002-2021/CSM. Moscow, FMBA Rossii Publ., 2021. 128 p. (In Russ.).
12. Razinkin S.M., Samoylov A.S. *Izbrannyye Lektsii po Sportivnoy Meditsine = Selected Lectures on Sports Medicine. Monograph. V. 1. Lectures 1-10*. Moscow, FMBTS im. A.I. Burnazyana FMBA Rossii Publ., 2022. 382 p. (In Russ.).
13. Samoylov A.S., Klyuchnikov M.S., Fedin A.B., et al. Medical Screening in Mass Sports. *Lechebnaya Fizkul'tura i Sportivnaya Meditsina = Therapeutic Physical Education and Sports Medicine*. 2019;1:21-26 (In Russ.).
14. Samoylov A.S., Kozhokaru A.B., Klyuchnikov M.S., et al. Diagnostics and Monitoring of the Functional State of Highly Qualified Athletes with Circadian Rhythm Disorders. *Kremlevskaya Meditsina. Klinicheskii Vestnik = Kremlin Medicine Journal*. 2021;1:15-25 (In Russ.).
15. Fomichenko T.G., Bgantseva I.V., Avdiyenko V.B., Solopov I.N. Differentiated Diagnostics and Assessment of Special Physical and Functional Fitness of Swimmers at Different Stages of Long-Term Sports Training. *Vestnik Sportivnoy Nauki = Sports Science Bulletin*. 2024;6:16-21 (In Russ.).
16. Khor'kova A.S., Adilev V.O. Some Physiological Changes in the Body during Swimming and its Health Value. *Vestnik YUGU = Bulletin of South State University*. 2016;12;1:204-208 (In Russ.).
17. Usmanova V.N., Orlov A.V., Shamgunova G.M., Fomina Ye.B. Plavaniye. Spetsificheskiye Osobennosti VoZdeystviya na Fiziologicheskiye Funktsii Organizma = Swimming. Specific Features of the Impact on the Physiological Functions of the Body. Kazan, Kazanskiy Federal'nyy Universitet Publ., 2015. 30 p. (In Russ.).
18. Yatshechko T.V., Strel'nikova S.V., Panteleyeva N.I., Roshchevskaya I.M. The Reaction of the Cardiovascular System of Swimmers to Non-Specific and Specific Load of Submaximal Power. *Pedagogiko-Psikhologicheskiye i Mediko-Biologicheskiye Problemy Fizicheskoy Kul'tury i Sporta = Russian Journal of Physical Education and Sport*. 2011;2:129-135 (In Russ.).
19. Baldari C., Fernandes R.J., Meucci M., Ribeiro J., Vilas-Boas J.P., Guidetti L. Is the New AquaTrainer® Snorkel Valid for VO<sub>2</sub> Assessment in Swimming? *Int J Sports Med*. 2013 Apr;34;4:336-44.
20. Barrero A., Chaverri D., Erola P., Iglesias X., Rodríguez F. Intensity Profile during an Ultra-endurance Triathlon in Relation to Testing and Performance. *Int J Sports Med*. 2014;35;11:935-41.
21. Corry I., Powers N. Maximal Aerobic Power Measurement in Runners and Swimmers. *Br J Sports Med*. 1982 Sep;16;3:154-60.
22. Cortesi M., Gatta G., Swaine I., Zamparo P., Konstantaki M. Laboratory-Based Ergometry for Swimmers: a Narrative Review. *J SportsMedPhysFitness*. 2019;59;1:11-21.
23. De Haan M., Van der Zwaard S., Schreven S., Beek P.J., Jaspers R. Determining VO<sub>2</sub>max in Competitive Swimmers: Comparing the Validity and Reliability of Cycling, Arm Cranking, Ergometer Swimming, and Tethered Swimming. *J Sci Med Sport*. 2024 Mar 22;27;7:499-506.
24. Gayda M., Bosquet L., Juneau M., Guiraud T., Lambert J., Nigam A. Comparison of Gas Exchange Data Using the Aquatrainer System and the Facemask with Cosmed K4b2 during Exercise in Healthy Subjects. *Eur J Appl Physiol*. 2010 May;109;2:191-9.
25. Kimura Y., Yeater R.A., Martin R.B. Simulated Swimming: a Useful Tool for Evaluation of the VO<sub>2</sub> max of Swimmers in the Laboratory. *Br J SportsMed*. 1990 Sep;24;3:201-6.
26. Maconyte V., Stasiule L., Juodsnukis A., Zuoziene I.J., Stasiulis A. Aerobic Capacity in Swimming, Cycling and Arm Cranking in Swimmers Aged 11-13 Years. *BMC Sports Sci Med Rehabil*. 2024

- Oct 1;16;1:208.
27. Maglischo E.W. Swimming Fastest. Champaign, Human Kinetics, 2003. 800 p.
28. Obert P., Falgairette G., Bedu M., Coudert J. Bioenergetic Characteristics of Swimmers Determined during an Arm-Ergometer Test and during Swimming. *Int J SportsMed.* 1992 May;13;4:298-303.
29. Reis V.M., Marinho D.A., Polícarpo F.B., Carneiro A.L., Baldari C., Silva A.J. Examining the Accumulated Oxygen Deficit Method in Front Crawl Swimming. *Int J Sports Med.* 2010 Jun;31;6:421-7.
30. Ribeiro J., Figueiredo P., Sousa A., et al. VO<sub>2</sub> Kinetics and Metabolic Contributions during Full and Upper Body Extreme Swimming Intensity. *European Journal of Applied Physiology.* 2015;115:1117-1124.
31. Roels B., Schmitt L., Libicz S., Bentley D., Richalet J.P., Millet G. Specificity of VO<sub>2</sub>max and the Ventilatory Threshold in Free Swimming and Cycle Ergometry: Comparison between Triathletes and Swimmers. *British Journal of Sports Medicine.* 2005;12:39.
32. Vaneckova J., Kabešová H. Comparison of Muscle Activity during Swimming and on the Biokinetic Simulator. *Physical Activity Review.* 2022;10:107-118.
33. Zacca R., de Souza Castro F., Monteiro A.S., Pyne D., Vilas-Boas J.P., Fernandes R. Swimming with the Cosmed AquaTrainer and K5 Wearable Metabolic System in Breath-by-Breath Mode: Accuracy, Precision, and Repeatability. *International Journal of Sports Physiology and Performance.* 2023;18;10:1152-1160.

**Конфликт интересов.** Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

**Финансирование.** Исследование не имело спонсорской поддержки.

**Участие авторов.** Статья подготовлена с равным участием авторов.

**Поступила:** 18.12.2025. **Принята к публикации:** 20.01.2026.

**Conflict of interest.** The authors declare no conflict of interest.

**Financing.** The study had no sponsorship.

**Contribution.** Article was prepared with equal participation of the authors.

**Article received:** 18.12.2025. **Accepted for publication:** 20.01.2026