

Использование данных функционального нагрузочного тестирования на велоэргометре спортсменов высокого класса для прогноза снижения их работоспособности

В.В. Петрова, А.В. Хан, Н.С. Богоявленских, П.А. Шулепов, А.А. Петров, Д.А. Сапов

ФГБУ «Государственный научный центр – Федеральный медицинский биофизический центр имени А.И. Бурназяна Федерального медико-биологического агентства России», Москва, Российская Федерация

РЕЗЮМЕ

В статье проведен анализ программ нагрузочного тестирования с использованием эргометрии с субмаксимальной или максимальной (до отказа от работы) нагрузками с проведением ЭКГ, газоанализа, сообразно с видом спорта (дисциплиной) с учетом международного опыта и опыта собственных исследований. Подтверждено, что проведение нагрузочного тестирования у спортсменов является универсальным методом оценки уровня физической работоспособности (как общей, так и специфической), а также методом выявления снижения толерантности к физической нагрузке, как предвестника развития переутомления. Значимую роль нагрузочное тестирование играет как в оценке текущего функционального состояния спортсмена и переносимости тренировочной или соревновательной нагрузки, так и в способности организма адаптироваться к изменяющимся условиям внешней среды, а также при поиске предикторов развития дезадаптационных процессов.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: спортсмены высокого класса, протоколы нагрузочных проб, нагрузочное тестирование, велоэргометрия, физическая работоспособность.

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Predicting physical performance decline in professional athletes using functional stress testing data

V.V. Petrova, A.V. Khan, N.S. Bogoiavlenskikh, P.A. Shulepov, A.A. Petrov, D.A. Sapov

State Research Center – A.I. Burnasyan Federal Medical Biophysical Center of Federal Medical Biological Agency, Moscow, Russian Federation

SUMMARY

The article, considering international experience and the experience of our own research, provides an analysis of programs for stress ergometric testing of various sports (disciplines) with ECG and gas analysis in accordance with a submaximal or maximal (refusal to work) load protocol. It has been confirmed that stress testing in athletes is a universal method for assessing their level of physical performance (both general and specific), as well as a method for identifying a decrease in tolerance to physical activity as a precursor to the development of fatigue. Load testing plays a significant role in sports medicine: in assessing the current functional state of an athlete and tolerance of training/competition loads, in assessing the current ability of an athlete's body to adapt to changing environmental conditions, as well as in the scientific search for predictors of the development of maladaptive processes.

KEYWORDS: elite athletes, stress test protocols, stress testing, bicycle ergometry, physical performance.

CONFLICT OF INTEREST. The authors declare that they have no conflicts of interest.

Введение

В условиях современного профессионального и любительского спорта от спортсменов требуется не только идеальная техническая и тактическая подготовка, но также высочайшая работоспособность организма, позволяющая переносить максимальные физические нагрузки во время соревновательного периода [3, 6]. При этом неизбежна персонализация тренировочного процесса. Для точного расчета тренировочных нагрузок необходимо установить индивидуальную способность спортсмена переносить нагрузку.

Под физической работоспособностью понимают потенциальные возможности спортсмена, эквивалентные в ваттах, или максимальной скорости движения,

которые способен реализовать спортсмен в ходе эргоспирометрического исследования. Наиболее актуальные значения этих показателей, которые будут коррелировать с его результатами в реальных условиях спортивной деятельности, мы можем получить лишь при выполнении специфической работы «до отказа» [2, 5, 8].

В спортивной медицине эргоспирометрия обеспечивает объективное неинвазивное измерение функциональной способности кардиореспираторной системы, а также точное определение индивидуального аэробного/анаэробного порогов [1, 4, 7, 9].

Основной задачей функциональной диагностики в спорте является определение физической работоспо-

способности спортсмена, его адаптационных и резервных возможностей, как одной из составляющих общего функционального состояния.

Анализ литературных источников, относящихся к анализу программ нагрузочного тестирования выявил ряд основных принципов и концепций при выборе протоколов их проведения. Следует отметить, что данные зарубежных авторов принципиально не отличаются от основ, используемых в отечественной спортивной медицине при проведении нагрузочного тестирования [10, 13].

При проведении нагрузочного тестирования спортсмена возможно два побудительных мотива:

1. Проведение клинического тестирования для подтверждения подозрений о наличии у него патологических изменений со стороны ССС;
2. Оценка функционального состояния и уровня физической работоспособности спортсмена.

В последнем случае иногда протокол не является стандартным, а более специфичным в зависимости от избранного вида спорта.

В зависимости от оборудования, которым оснащено медицинское учреждение, возможно проведение нагрузочного тестирования с газовым анализом (прямой) или без такого анализа (косвенный).

Если целью тестирования является поиск клинически значимых изменений в состоянии сердечно-сосудистой системы спортсмена, то мировая практика показывает, что более предпочтительно будет использовать велоэргометрическую пробу по протоколу Bruce или модифицированному протоколу Bruce [12]. Основной целью этих протоколов является диагностика и оценка ишемической болезни сердца. У спортсменов с более низкой функциональной способностью (например, в конце долгого восстановления после травмы) или у возрастных спортсменов, используется модифицированный тест Bruce. Также может использоваться протокол Balke, который поддерживает постоянную скорость, увеличивает наклон, или модифицированный протокол Balke, в котором скорость связана с уровнем подготовки, возрастом и массой тела.

По данным зарубежных авторов [15], эргометр, который будет использоваться при оценке физической работоспособности, по умолчанию будет беговой дорожкой. Хотя в зависимости от различных обстоятельств, например, если у испытуемого проблемы с опорно-двигательным аппаратом, нестабильность на беговой дорожке, затруднения координации и когда важно оценить динамику АД и исключить артефакты ЭКГ, или в случае, если спортсмен является велосипедистом, будет использоваться велоэргометр.

Современные исследователи сходятся во мнении, что при тестировании взрослых спортсменов выбор используемого эргометра будет в пользу того, который наилучшим образом воспроизводит тип обычно выполняемой нагрузки [11]. Протокол должен быть индивидуальным, с фиксированным уклоном в 1% для имитации сопротивления ветру и с шагом 0,5–1 км/ч каждый 30 секунд или каждую минуту в течение оптимальной продолжительности 8–12 минут [15].

Унифицирование адекватных протоколов и типов нагрузочного тестирования, в зависимости от вида спорта и половой принадлежности, позволит обеспечить преемственность результатов обследования спортсменов сборных команд Российской Федерации в ходе динамического наблюдения и контроля, как в рамках одной медицинской организации, так и в разных учреждениях, проводящих эргоспирометрические тесты.

На сегодняшний день существует 2 варианта проведения нагрузочного тестирования – максимальный (до отказа от работы) и субмаксимальный (до достижения рабочих пульсовых значений/до момента наступления порога анаэробного обмена), в зависимости от вида спорта. Тестирование «до отказа» предусмотрено у спортсменов циклических и игровых видов спорта, до субмаксимального уровня нагрузки – у спортсменов скоростно-силовых, сложно-координационных видов спорта, спортсменов-единоборцев, спортсменов, не требующих физических нагрузок в своей области (шахматы, дартс). Стоит отметить, что зачастую спортсмены, которым регламентированы субмаксимальные нагрузки и уже достигшие необходимых показателей и значений, сами изъявляют желание продолжать тест «до отказа» для более полного понимания картины собственного потенциала.

Необходимо учитывать, что лишь эргоспирометрическое тестирование с газоанализом позволяет получать прямые показатели (потребление кислорода и выделение углекислого газа, частота сердечных сокращений, частота дыхания, объем легочной вентиляции, дыхательный объем, степень закисления мышц по дыхательному коэффициенту, мощностные характеристики) в тот или иной промежуток времени при нагрузке или на аэробном и анаэробном порогах, а также в момент максимальной (пиковой) работы, и, соответственно, адекватно оценивать степень напряжения организма спортсмена при выполнении теста, соотнося его с привычной работой на тренировках или соревнованиях.

Цель исследования – обоснование использования функционального нагрузочного тестирования на велоэргометре у спортсменов высокого класса для прогноза снижения их работоспособности.

Материалы и методы

В исследовании принимали участие 56 спортсменов высокого класса циклических видов спорта (30 мужчин и 26 женщин), средний возраст составил $25,62 \pm 0,98$ и $24,75 \pm 0,66$ соответственно. Все спортсмены прошли углубленное медицинское обследование (УМО) в ФГБУ ГНЦ ФМБЦ им. А.И. Бурназяна ФМБА России в 2024 году. У всех спортсменов оценивались показатели физической работоспособности по результатам эргоспирометрического тестирования на велоэргометре.

Для проведения нагрузочного тестирования спортсменов высокого класса в ЦСМиР ФГБУ ГНЦ ФМБЦ им. А.И. Бурназяна ФМБА России используется велоэргометр «V-ergo PRO» (Италия), система анализа газового состава вдыхаемого и выдыхаемого воздуха «Quark CPET»



Рисунок. Оборудование для проведения нагрузочного тестирования на велоэргометре

(Италия) и необходимые расходные материалы (калибровочные газовые смеси O_2 , CO_2); маски с фиксаторами для газоанализа всех доступных размеров (S, M, L); – портативный или проводной регистратор электрической активности сердца с комплектом электродов для регистрации ЭКГ и определения частоты пульса и кардиоритма «Quark C 12»/«Quark T 12»; медицинский тонометр и фонендоскоп для измерения артериального давления по методу Короткова; программное обеспечение для обработки полученных результатов. Оборудование для проведения нагрузочного тестирования на велоэргометре представлено на рисунке.

Результаты и обсуждение

В программы нагрузочного тестирования спортсменов спортивных сборных команд Российской Федерации, соответственно с видом спорта (дисциплиной), с целью оценки физической работоспособности и определения индивидуальных зон интенсивности тренировочной нагрузки включаются тесты с максимальными или субмаксимальными физическими нагрузками.

Каждое нагрузочное тестирование состоит из следующих этапов (фаз):

- 1) Фаза преднагрузки или фаза относительного покоя, спортсмен выполняет минимальную работу на эргометре без нагрузки, во время которой оцениваются исходные данные кардиореспираторной системы, ЧСС, сердечный ритм, АД, дыхательный коэффициент.
- 2) Фаза нагрузки, в ходе которой, при постоянном увеличении мощности выполняемой работы «до отказа», проводится оценка ритма, проводимости сердца, регистрируются отклонения сегмента ST от изолинии, измеряется АД на пиковой нагрузке, а также оцениваются показатели газообмена и степень «за кислнения» мышц по приросту дыхательного коэффициента.
- 3) Фаза восстановления, в ходе которой продолжается

регистрация показателей газообмена и электрокардиограммы без предъявления нагрузки (3–5 минут, в зависимости от характера восстановления).

Велоэргометр остается наиболее популярным видом эргометра для проведения нагрузочного тестирования. Большинство спортсменов предпочитает проходить эргоспирометрическое исследование именно на нем. Минимизация движений (в работу вовлечены только мышцы нижних конечностей) создает у спортсмена иллюзию легкости прохождения теста и незначительности затрачиваемых усилий (в сравнении с беговой дорожкой). Но это не так, и зачастую, при быстром закислении мышц нижних конечностей, не происходит выход на МПК и максимальную ЧСС. Таким образом, велоэргометр должен оставаться все же специфической нагрузкой.

Но тем не менее мы должны учитывать, что велоэргометрия может быть самым доступным и единственным вариантом выбора нагрузки, и уметь тестировать все виды спорта с его помощью, варьируя тяжестью протокола.

В ЦСМиР ФГБУ ГНЦ ФМБЦ им. А.И. Бурназяна ФМБА России разработаны протоколы тестирования на велоэргометре в зависимости от вида спорта. Это рампы-протоколы, протоколы с постоянно увеличивающейся нагрузкой. Варьирует время шага – в более мягком это 10 сек, в более сложном – 6 секунд, нагрузка увеличивается на 5 Вт, что с одной стороны не дает спортсмену адаптироваться к предъявляемой мощности, с другой позволяет достигать максимально точных значений в актуальных параметрах (ЧСС_{ПЛАНО} или максимально достигнутая мощность). Это важно, например, при динамическом контроле для оценки эффективности тренировок.

По более легкому протоколу 30 Вт тестируются все женщины (таблица 1), борцы легких весовых категорий, фигуристы, гимнасты, пловцы, все легкоатлеты, по более жесткому – 40 Вт – конькобежный спорт, лыжные гонки, биатлон, академическая гребля, гребля на байдар-

ках и каноэ, единоборцы тяжелых весовых категорий, баскетболисты, волейболисты, футболисты, регби, парусный спорт, велоспорт и др. (таблица 2). Оптимальнее использовать именно эти 2 протокола, но существует 3 вариант – 50 Вт, который позволяет сокращать общее время нагрузки, не утомляя спортсмена длительностью теста, что порой психологически воспринимается легче, и если мы заранее предполагаем о возможностях выхода данного конкретного спортсмена или группы спортсменов на достаточно высокие мощности – 500 Вт и более (таблица 3). Но если потенциал обследуемых нам пока непонятен, то имеет смысл придерживаться все же более мягких вариантов.

Таблица 1
Протокол нагрузки на велоэргометре 30 Вт

Время, сек	Мощность, Вт
00:00:10	5
00:00:20	10
00:00:30	15
.....	
.....	До отказа
Восстановление 3 минуты	25

Таблица 2
Протокол нагрузки на велоэргометре 40 Вт

Время, сек	Мощность, Вт
00:00:7	5
00:00:14	10
00:00:21	15
.....	
.....	До отказа
Восстановление 3 минуты	25

Таблица 3
Протокол нагрузки на велоэргометре 50 Вт

Время, сек	Мощность, Вт
00:00:6	5
00:00:12	10
00:00:18	15
.....	
.....	До отказа
Восстановление 3 минуты	25

Средние значения основных показателей физической работоспособности, полученные у 56 спортсменов высокого класса циклических видов спорта (30 мужчин

и 26 женщин) по результатам велоэргометрии, проведенной в рамках углубленного медицинского обследования, представлены в таблице 4.

Среднее время выполнения нагрузки было $643,47 \pm 58,36$ и $595,81 \pm 48,52$ с у мужчин и женщин, соответственно. Частота сердечных сокращений в покое в группе женщин зафиксирована на уровне $82,96 \pm 12,80$ уд/мин, в то время как в группе мужчин – $75,80 \pm 10,74$ уд/мин. Частота сердечных сокращений (максимальная) у спортсменов обоих полов составляла от 168 до 188 уд/мин. Значения МПК у спортсменов данной группы находились на уровне $61,97 \pm 4,04$ у мужчин и $50,43 \pm 4,38$ у женщин при значении дыхательного коэффициента $R > 1,1$ свидетельствуют о правильном подборе протокола нагрузочного тестирования для спортсменов циклических видов спорта с учетом пола.

Выводы

Таким образом, проведение нагрузочного тестирования у спортсменов является универсальным методом оценки и прогноза уровня физической работоспособности (как общей, так и специфической), а также выявления снижения толерантности к физической нагрузке, как предвестника развития переутомления. Трудно переоценить роль нагрузочных тестов в оценке текущего функционального состояния спортсмена и переносимости тренировочной или соревновательной нагрузки; способности организма адаптироваться к изменяющимся условиям внешней среды; в поиске предикторов развития дезадаптационных процессов.

В последующем планируется разработать прогностическую модель управления рисками снижения работоспособности спортсменов высокого класса во взаимосвязи со структурой их заболеваемости, выявленной при прохождении углубленного медицинского обследования.

Список литературы / References

1. Бадтиева В.А. Спортивная кардиология. Руководство для кардиологов, педиатров, врачей функциональной диагностики и спортивной медицины, тренеров / В.А. Бадтиева, А.С. Шарыкин, В.И. Павлов. – Москва: ИКАР, 2017. – 328 с.
Badtieva V.A. Sports cardiology. A guide for cardiologists, pediatricians, functional diagnostics and sports medicine doctors, and coaches / V.A. Badtieva, A.S. Sharykin, V.I. Pavlov. – Moscow: IKAR, 2017. – 328 p.
2. Гаврилова Е.А. Клинические и экспертные вопросы электрокардиографии в спортивной медицине: монография / Е.А. Гаврилова. – Москва: Издательство «Спорт», 2019. – 272 с.

Таблица 4
Средние значения показателей физической работоспособности спортсменов циклических видов спорта по результатам эргоспирометрического тестирования на велоэргометре «до отказа»

№	Показатель	Мужчины, n=30 Протокол 50 Вт	Женщины, n=26 Протокол 40 Вт
1.	Время нагрузки, ($t_{нагрузки}$), с	$643,47 \pm 58,36$	$595,81 \pm 48,52$
2.	Время аэробного порога ($t_{АП}$), с	$321,83 \pm 77,38$	$311,81 \pm 67,79$
3.	Время анаэробного порога ($t_{ПАНО}$), с	$520,83 \pm 47,90$	$498,54 \pm 58,39$
4.	Максимальное потребление кислорода (МПК), мл/мин/кг	$61,97 \pm 4,04$	$50,43 \pm 4,38$
5.	Потребление кислорода на ПАНО, (VO_2 ПАНО), мл/мин/кг	$52,97 \pm 4,32$	$44,50 \pm 4,68$
6.	ЧСС покоя, уд/мин	$75,80 \pm 10,74$	$82,96 \pm 12,80$
7.	ЧСС АП, уд/мин	$122,73 \pm 15,54$	$127,35 \pm 15,43$
8.	ЧСС ПАНО, уд/мин	$159,13 \pm 12,39$	$162,81 \pm 9,70$
9.	ЧСС max, уд/мин	$178,80 \pm 10,27$	$176,08 \pm 8,46$
10.	Дыхательный коэффициент (R), отн.ед.	$1,24 \pm 0,07$	$1,19 \pm 0,09$
11.	Мощность максимальная, Вт	$444,00 \pm 35,83$	$289,42 \pm 26,09$

- Gavrilova E. A. Clinical and expert issues of electrocardiography in sports medicine: monograph / E.A. Gavrilova. – Moscow: Publishing house «Sport», 2019. – 272 p.
3. Карпман В.Л. Тестирование в спортивной медицине / В.Л. Карпман, З.Б. Белоцерковский, И.А. Гудков. – Москва: Физкультура и спорт, 1988. – 206 с. Karpmann V.L. Testing in sports medicine / V.L. Karpmann, Z.B. Beloserkovskij, I.A. Gudkov. – Moscow: Physical education and Sports, 1988. – 206 p.
 4. Мазитова Г.И. Роль исследования гемодинамических характеристик покоя в прогнозе физической работоспособности // Теория и практика физической культуры. – 2008. – № 1. – С. 83–85. Mazitova G.I. The role of the study of hemodynamic characteristics of rest in the prognosis of physical performance // Theory and practice of physical culture. – 2008. – № 1. – p. 83–85.
 5. Михалюк Е.Л., Соболева Т.А. Ритм сердца, центральная гемодинамика и физическая работоспособность у спортсменов обоего пола под воздействием многолетних тренировочных нагрузок // Лечебная физкультура и спортивная медицина. – 2015. – № 2. – С. 21–24. Mihalyuk E.L., Soboleva T.A. Heart rhythm, central hemodynamics and physical performance in athletes of both sexes under the influence of long-term training loads // Physical therapy and sports medicine. – 2015. – № 2. – p. 21–24.
 6. Петрова В.В., Разинкин С.М., Самойлов А.С., Фомкин П.А., Артамонова И.А., Крынчилов А.И., Семенов Ю.Н., Кленков Р.Р. Оценка показателей вариабельности сердечного ритма у спортсменов циклических видов спорта // Спортивная медицина: наука и практика. – 2015. – № 4. – С. 46–55. Petrova V.V., Razinkin S.M., Samojlov A.S., Fomkin P.A., Artamonova I.A., Kryncilov A.I., Semenov Y.N., Klenkov R.R. Assessment of heart rate variability in cyclical sports athletes // Sports medicine: science and practice. – 2015. – № 4. – p. 46–55.
 7. Петрова В.В. Прогноз физической работоспособности по показателям комплексной оценки состояния спортсменов / Петрова В.В., Киш А.А., Брагин М.А. // Медицинская наука и образование Урала. 2019. Т. 20. № 1 (97). С. 155–159. Petrova V.V. The forecast of physical performance according to the indicators of a comprehensive assessment of the condition of athletes / Petrova V.V., Kish A.A., Bragin M.A. // Medical science and education of the Urals 2019. T. 20. № 1 (97). p. 155–159.
 8. Петрова В.В. Суточная динамика показателей периферической крови высококвалифицированных спортсменов / Петрова В.В., Кретьева Е.Ю., Петров А.А., Брагин М.А., Прудников И.А. // Медицинская наука и образование Урала. 2017. Т. 18. № 3 (91). С. 14–18. Petrova V.V. Sutocchnaya dinamika pokazatelej perifericheskoy krvi vysokokvalificirovannyh sportsmenov / Petrova V.V., Kretova E.YU., Petrov A.A., Bragin M.A., Prudnikov I.A. // Medicinskaya nauka i obrazovanie Urala. 2017. T. 18. № 3 (91). S. 14–18.
 9. Спортивная медицина: национальное руководство / под ред. акад. РАН и РАМН С.П. Миронова, проф. Б.А. Поляева, проф. Г.А. Макаровой. – М.: ГЭОТАР-Медиа, 2012. – 1184 с. Sports Medicine: National guidelines / edited by akad. RAS and Russian Academy of Medical Sciences S.P. Mironova, prof. B.A. Polyayeva, prof. G.A. Makarovo. – Moscow: GEOTAR-Media, 2012. – 1184 p.
 10. Corrado, D. Recommendations for interpretation of 12-lead electrocardiogram in the athlete / D. Corrado, A. Pelliccia, H. Heidbuchel [et al.] // Eur Heart J. – 2010. – Vol. 31. – P. 243–259.
 11. Drezner JA, Sharma S, Baggish A, et al. International criteria for electrocardiographic interpretation in athletes: Consensus statement. Br J Sports Med. 2017 May;51(9):704–731.
 12. Cumming GR, Everatt D, Hastman L. Bruce treadmill test in children: normal values in a clinic population. Am J Cardiol. 1978;41:69–75.
 13. Vilcant V, Zeltser R. Treadmill Stress Testing. [Updated 2020 Jul 26]. In: StatPearls [Internet]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2021 Jan-. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK499903/>.
 14. Myers J, Buchanan N, Walsh D, Kraemer M, McAuley P, Hamilton-Wessler M, Froelicher VF. Comparison of the ramp versus standard exercise protocols. J Am Coll Cardiol 1991;17:1334–42.
 15. Sharma S, Drezner JA, Baggish A, et al. International recommendations for electrocardiographic interpretation in athletes. European Heart Journal, Volume 39, Issue 16, 21 April 2018, Pages 1466–1480.

Статья поступила / Received 11.04.2025
Получена после рецензирования / Revised 10.04.2025
Принята в печать / Accepted 10.04.2025

Информация об авторах

Петрова Виктория Викторовна – к.м.н., доцент, заведующий лабораторией экспериментальной спортивной медицины
E-mail: stotesto@gmail.com. ORCID: 0000-0002-9987-6816. eLibrary SPIN: 4477-6506

Хан Алексей Викторович – руководитель центра
E-mail: fmbc.sportcenter@gmail.com. ORCID: /0000-0002-4796-7038. eLibrary SPIN: 7241-3983

Богоявленских Наталья Сергеевна – врач функциональной диагностики
E-mail: fmbc.sportcenter@gmail.com. ORCID: 0009-0001-1500-8780. eLibrary SPIN-код: 8255-7315

Шулепов Павел Алексеевич – старший научный сотрудник лаборатории экспериментальной спортивной медицины
E-mail: fmbc.sportcenter@gmail.com. ORCID: 0000-0003-0836-475X. eLibrary SPIN-код: 7286-3451

Петров Александр Александрович – инженер лаборатории больших данных и прецизионной восстановительной медицины отдела № 2
E-mail: fmbc.sportcenter@gmail.com. ORCID: 0009-0009-6722-7887

Сапов Денис Александрович – младший научный сотрудник лаборатории экспериментальной спортивной медицины
E-mail: fmbc.sportcenter@gmail.com. ORCID: 0009-0007-2494-7572. eLibrary SPIN-код: 6083-4650

ФГБУ «Государственный научный центр – Федеральный медицинский биофизический центр имени А.И. Бурназяна Федерального медико-биологического агентства России», Москва, Российская Федерация

Контактная информация:

Петрова Виктория Викторовна. E-mail: stotesto@gmail.com

Author information

Petrova Victoria V. – PhD Med, Associate Professor
E-mail: stotesto@gmail.com. ORCID: 0000-0002-9987-6816. eLibrary SPIN: 4477-6506

Khan Alexey V.
E-mail: fmbc.sportcenter@gmail.com. ORCID: /0000-0002-4796-7038. eLibrary SPIN: 7241-3983

Bogoyavlenskikh Natalia S.
E-mail: fmbc.sportcenter@gmail.com. ORCID: 0009-0001-1500-8780. eLibrary SPIN-код: 8255-7315

Shulepov Pavel A.
E-mail: fmbc.sportcenter@gmail.com. ORCID: 0000-0003-0836-475X. eLibrary SPIN-код: 7286-3451

Petrov Alexander A.
E-mail: fmbc.sportcenter@gmail.com. ORCID: 0009-0009-6722-7887

Sapov Denis A.
E-mail: fmbc.sportcenter@gmail.com. ORCID: 0009-0007-2494-7572. eLibrary SPIN-код: 6083-4650

State Research Center – A.I. Burnasyan Federal Medical Biophysical Center of Federal Medical Biological Agency, Moscow, Russian Federation

Contact information

Petrova Victoria V. E-mail: stotesto@gmail.com

Для цитирования: Петрова В.В., Хан А.В., Богоявленских Н.С., Шулепов П.А., Петров А.А., Сапов Д.А. Использование данных функционального нагрузочного тестирования на велоэргометре спортсменов высокого класса для прогноза снижения их работоспособности. Медицинский алфавит. 2025;(12):38–42. <https://doi.org/10.33667/2078-5631-2025-12-38-42>

For citation: Petrova V.V., Khan A.V., Bogoyavlenskikh N.S., Shulepov P.A., Petrov A.A., Sapov D.A. Predicting physical performance decline in professional athletes using functional stress testing data. Medical alphabet. 2025;(12):38–42. <https://doi.org/10.33667/2078-5631-2025-12-38-42>

